

# Progetto per la costruzione e l'esercizio di un Impianto eolico denominato "Luras"

## Progetto definitivo

Oggetto:

**LUR.76 – Valutazione previsionale di impatto acustico**

Proponente:



LURAS WINDFARM  
ENERGY & INFRASTRUCTURE

**Luras Windfarm**  
Via Dante 7  
20123 Milano (Milano)

Progettista:



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

Rev. N.	Data	Descrizione modifiche	Redatto da	Rivisto da	Approvato da
01	30/04/24	Integrati commenti	L. Magni D. Irto	S. Bossi	M. Sergenti
00	09/02/24	Prima Emissione	L. Magni D. Irto	S. Bossi	M. Sergenti

Fase progetto: **Definitivo**

Formato elaborato: **A4**

Nome File: **LUR.76.01** - Valutazione previsionale di impatto acustico.docx

# Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
1.1	Descrizione del proponente .....	5
1.2	Contenuti della relazione.....	5
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAZIONI PRELIMINARI .....</b>	<b>11</b>
4.1	Gli aerogeneratori in progetto .....	11
4.2	La classificazione acustica del territorio .....	13
4.3	I ricettori presenti nell'area d'indagine .....	14
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA DI ANALISI ADOTTATA .....</b>	<b>17</b>
5.1	Il processo di analisi .....	17
5.2	Caratteristiche del rumore della turbina eolica.....	21
5.3	Caratteristiche del vento nell'area di analisi .....	23
<b>6</b>	<b>CAMPAGNA DI MISURA DEL RUMORE DI FONDO .....</b>	<b>25</b>
6.1	Le catene di misura del rumore .....	25
6.2	Le catene di misura dei parametri meteo .....	27
6.3	Localizzazione dei punti di misura .....	29
6.4	Risultati delle misure .....	32
6.5	Correlazioni con i dati di velocità dell'aria .....	36
<b>7</b>	<b>ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO ATTRAVERSO IL MODELLO MATEMATICO .....</b>	<b>38</b>
7.1	Realizzazione del modello matematico .....	38
7.2	Inserimento delle sorgenti sonore.....	39
7.3	Taratura del modello matematico.....	39
7.4	Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante.....	40
7.4.1	Individuazione dei Ricettori – Valori puntuali .....	40
7.4.2	Risultati della simulazione modellistica – Rumore Residuo .....	41
7.4.3	Risultati della simulazione modellistica – Rumore Emesso - STATO DI PROGETTO .....	42
7.4.4	Risultati della simulazione modellistica – Rumore Immesso - STATO DI PROGETTO .....	42
7.4.5	Valutazione dei Risultati – Criterio differenziale .....	43

<b>8 STATO DI CANTIERE .....</b>	<b>44</b>
<b>8.1 Le sorgenti di cantiere – fase di realizzazione.....</b>	<b>45</b>
<b>9 ANALISI DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE ATTRAVERSO IL MODELLO MATEMATICO .....</b>	<b>46</b>
<b>9.1 Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante.....</b>	<b>46</b>
9.1.1 Risultati della simulazione modellistica – Rumore residuo .....	46
9.1.2 Risultati della simulazione modellistica – Cantiere fase 1 .....	46
9.1.3 Risultati della simulazione modellistica – Cantiere fase 2.....	46
9.1.4 Valutazione dei Risultati – Criterio differenziale .....	47
<b>10 CONCLUSIONI.....</b>	<b>48</b>
<b>11 ALLEGATI.....</b>	<b>50</b>

# Indice delle figure

Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto Luras.....	6
Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto degli aerogeneratori in progetto .....	7
Figura 2-3: Inquadramento su ortofoto delle opere elettriche connesse in progetto.....	8
Figura 4-1: esempio di variazione della velocità del vento in funzione dell'altezza.....	12
Figura 4-2: Ricettori in prossimità delle turbine eoliche dell'impianto in progetto (RCXX Ricettori – TX Turbine).....	14
Figura 5-1: Schema metodologico usato per la valutazione di impatto acustico di un parco eolico.....	18
Figura 5-2: Schema metodologico per la valutazione di impatto acustico (UNI 11143-7).....	20
Figura 5-3: Diverse sorgenti presenti su un aerogeneratore.....	21
Figura 5-4: Livello di pressione sonora correlati con la velocità e direzione del vento.....	22
Figura 5-5: Rosa dei venti .....	23
Figura 5-6: Curva Weibull .....	24
Figura 6-1: Analizzatore in frequenza DUO .....	25
Figura 6-2: Stazione Meteo Vaisala.....	27
Figura 6-3: Punti di misura a lungo (denominati LT-XX) e breve termine (denominati BT-YY) .....	30
Figura 7-1: Inserimento degli edifici (in blu) e delle strade (linee in rosso) nel modello (vista planimetrica) .....	38
Figura 7-2: Inserimento degli edifici (in blu) e delle strade (linee rosse) nel modello (vista 3D) .....	38
Figura 7-3: Inserimento degli edifici e delle strade (linee rosse) nel modello (vista 3D) .....	39
Figura 7-4: Ricettori considerati .....	40
Figura 8-1: Inquadramento generale del progetto su ortofoto.....	44

# Indice delle tabelle

Tabella 1: Localizzazione geografica degli aerogeneratori di nuova costruzione.....	8
Tabella 2: Valori di potenza sonora in funzione della velocità del vento (dati del costruttore) .....	11
Tabella 4-2: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi* .....	13
Tabella 4: Ricettori considerati nel modello matematico.....	15
Tabella 5: Elenco strumentazione utilizzata per la misura del rumore.....	26
Tabella 6: Risultati delle calibrazioni.....	26
Tabella 7: Elenco strumentazione utilizzata per la misura dei parametri meteo.....	28
Tabella 8: Coordinate dei punti di misura di 7 giorni.....	31
Tabella 9: Coordinate dei punti di misura a breve termine .....	31
Tabella 10: Risultati misure da 7 giorni in ambito Diurno.....	33
Tabella 11: Risultati misure da 24 ore in ambito Notturmo .....	34
Tabella 12: Misure di breve termine in ambito Diurno (mattino) .....	35
Tabella 13: Misure di breve termine in ambito Diurno (pomeriggio).....	35
Tabella 14: Misure di breve termine in ambito Notturmo .....	35
Tabella 15: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Diurno – LT01 .....	36
Tabella 16: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Notturmo – LT01 .....	36
Tabella 17: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Diurno – LT02.....	36
Tabella 18: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Notturmo – LT02.....	37
Tabella 19: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Diurno – LT04.....	37
Tabella 20: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Notturmo – LT04.....	37
Tabella 21: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Diurno – LT05.....	37
Tabella 22: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Notturmo – LT05.....	37
Tabella 23: Elenco dei mezzi e strumenti utilizzati nel cantiere .....	45

# 1 PREMESSA

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Luras Windfarm S.r.l. di redigere il progetto definitivo per la costruzione di un nuovo impianto eolico denominato "Luras" ubicato nei comuni di Luras, Tempio Pausania e Calangianus in provincia di Sassari, in Sardegna, costituito da 5 aerogeneratori di potenza 6,2 MW ciascuno, per una potenza complessiva pari a 31 MW e sistema BESS integrato da 10 MW di potenza.

## 1.1 Descrizione del proponente

Il soggetto proponente dell'iniziativa è LURAS WINDFARM S.R.L. avente sede legale a Milano (MI) CAP 20123, Via Dante 7, iscritta alla Camera di Commercio di Milano Monza Brianza Lodi, NUM. REA MI – 2702359, C.F. e P.IVA n. 13080440962, società che si occupa dello sviluppo, progettazione, costruzione, gestione e manutenzione di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

## 1.2 Contenuti della relazione

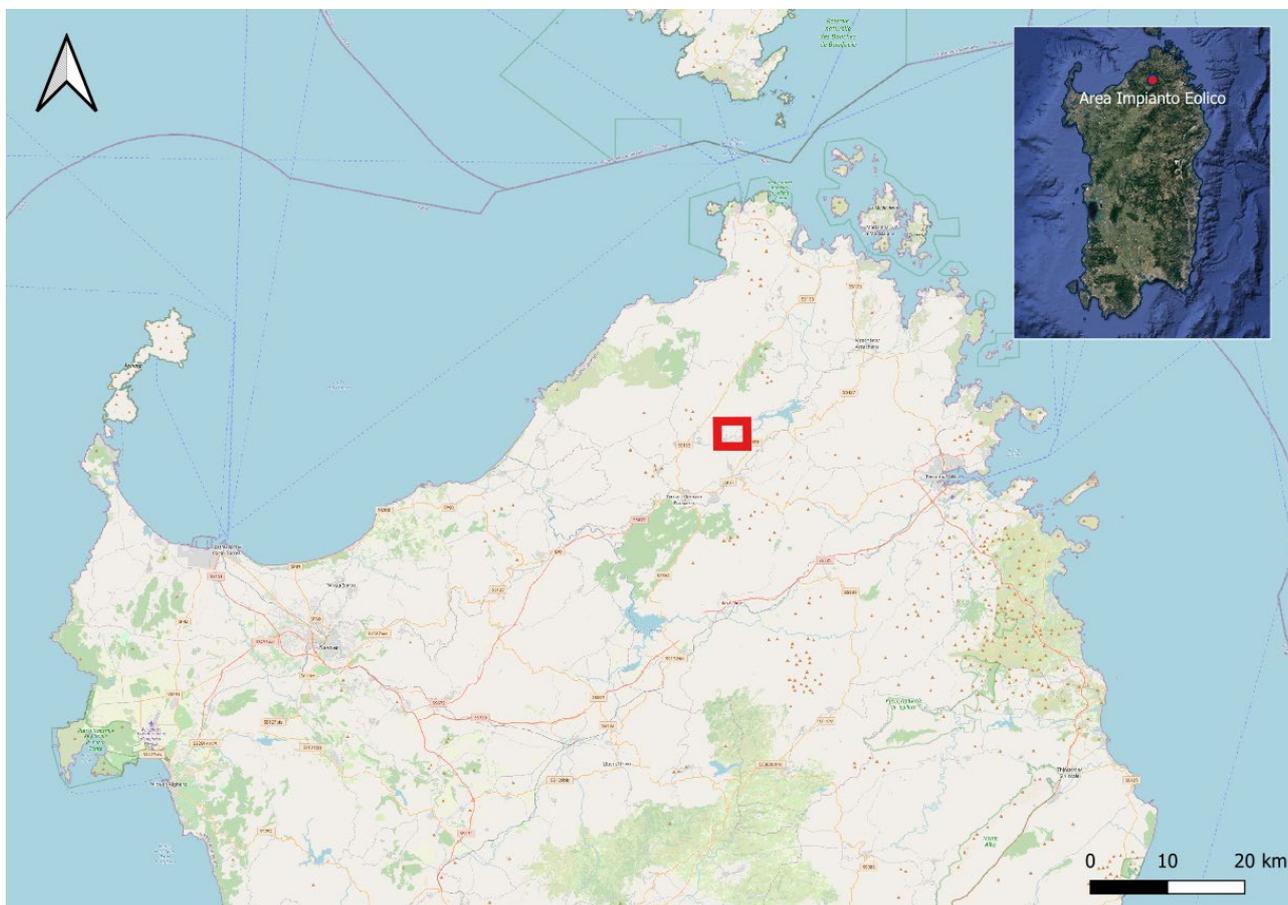
La presente relazione ha l'obiettivo di valutare le future immissioni di rumore derivanti dal progetto del parco eolico "Luras" sul territorio circostante.

Il procedimento effettuato per la valutazione dell'impatto acustico generato dall'intervento 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 ricettori 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 in oggetto, denominato Luras, è collocato nei comuni di Luras, Tempio Pausania e Calangianus nella provincia di Sassari, in Sardegna.

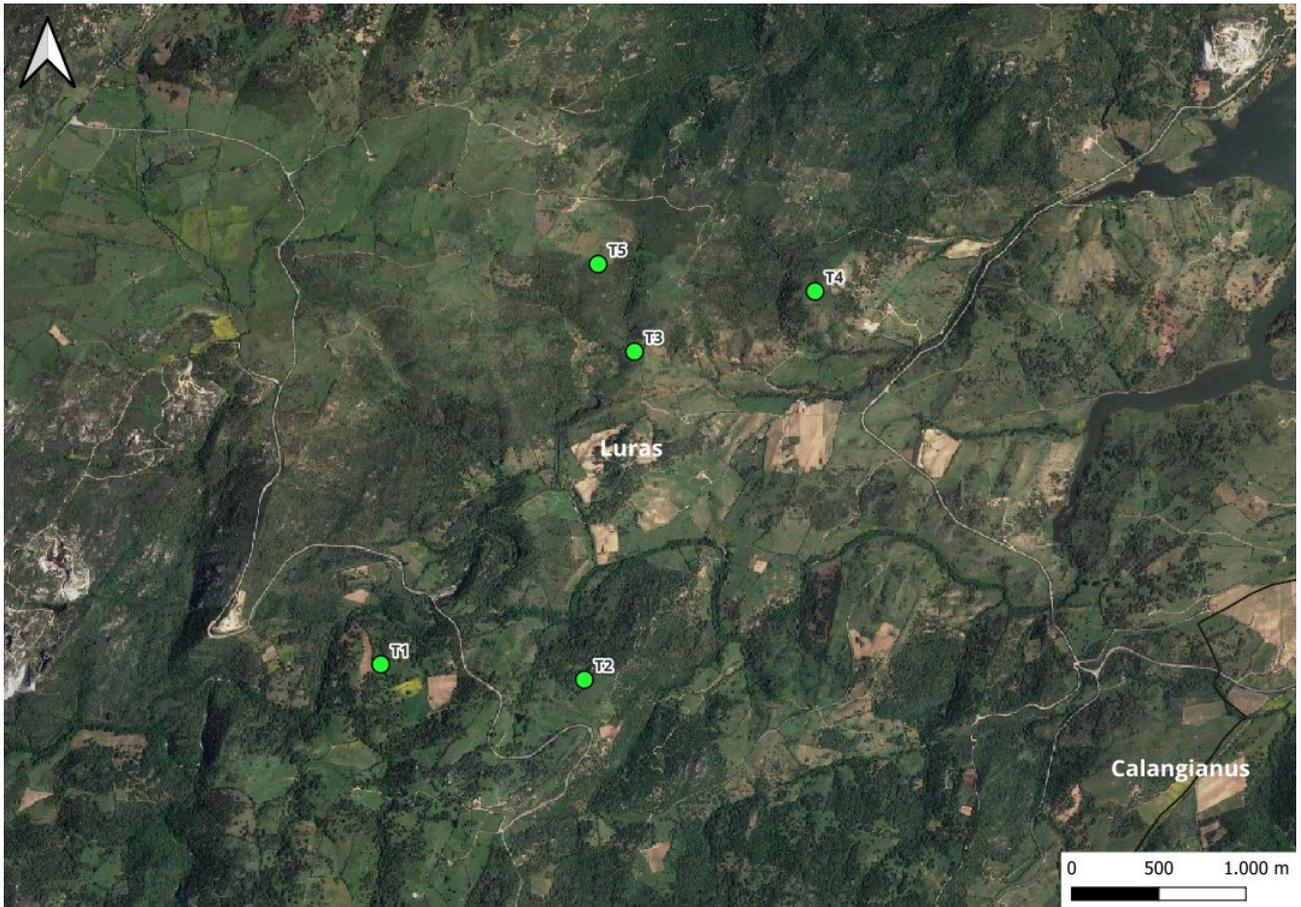


**Figura 2-1: Inquadramento territoriale dell'impianto Luras**

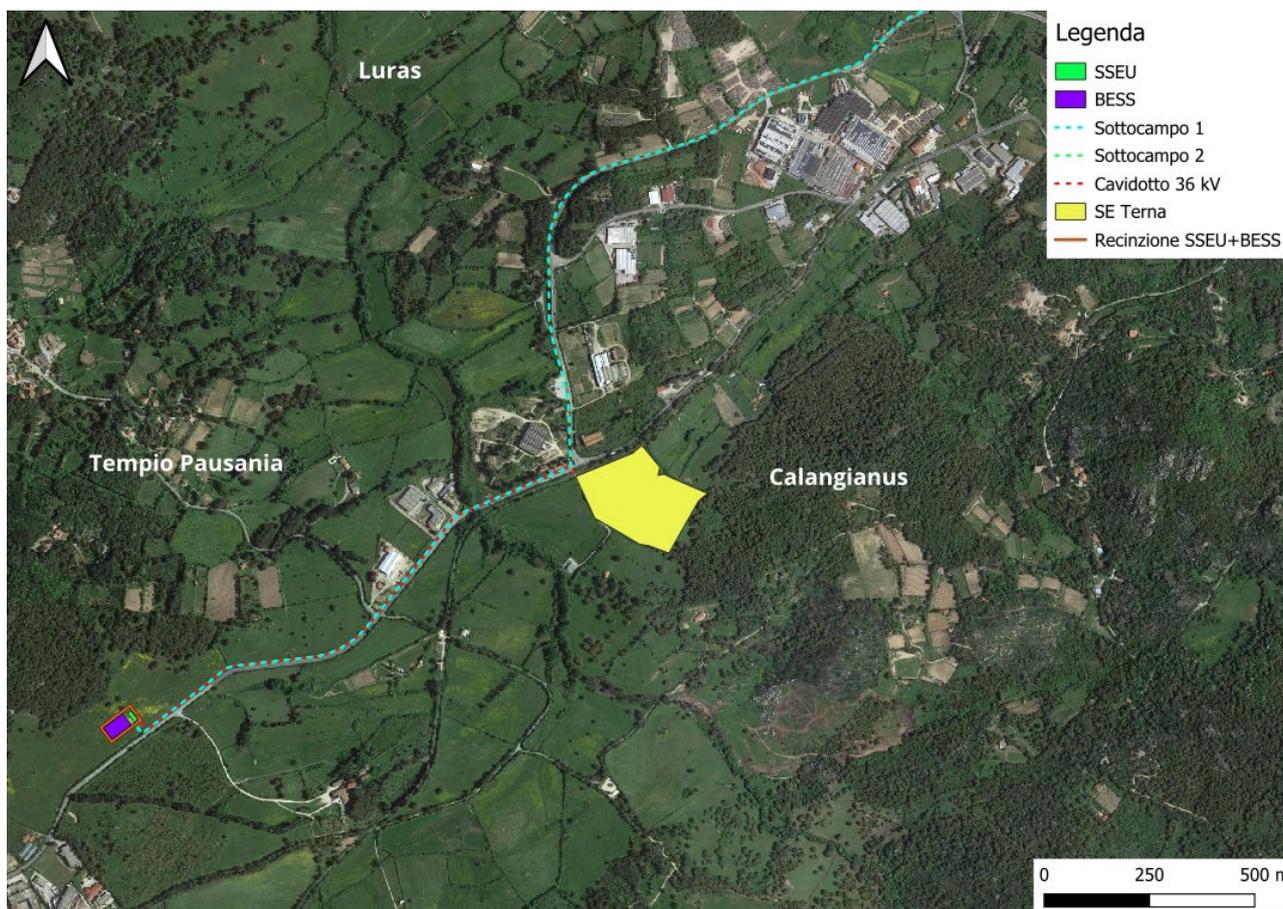
L'impianto eolico Luras è situato in una zona prevalentemente collinare caratterizzata da un'altitudine media pari a circa 330 m.s.l.m.

Il parco eolico ricade all'interno dei fogli catastali n° 12, 13, 16 e 19 del comune di Luras e all'interno del foglio n° 5 del comune di Tempio Pausania sezione B.

In Figura 2-2 e Figura 2-3 sono riportati gli inquadramenti territoriali su ortofoto rispettivamente degli aerogeneratori e delle opere elettriche connesse in progetto.



*Figura 2-2: Inquadramento su ortofoto degli aerogeneratori in progetto*



**Figura 2-3: Inquadramento su ortofoto delle opere elettriche connesse in progetto**

Si riporta in formato tabellare un dettaglio sulla localizzazione delle turbine eoliche di nuova costruzione, in coordinate WGS84 UTM fuso 32 N:

**Tabella 1: Localizzazione geografica degli aerogeneratori di nuova costruzione**

ID	Comune	Est [m]	Nord [m]
T1	Luras	513607	4534932
T2	Luras	514776	4534844
T3	Luras	515064	4536740
T4	Luras	516100	4537088
T5	Luras	514855	4537245

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riportano di seguito i riferimenti normativi considerati durante la redazione del presente elaborato.

- Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447 del 26/10/95
- D.P.C.M. 1/3/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
- D.P.C.M. 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- Decreto 1/6/2022 "Determinazione dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico"
- D.P.C.M. 11/12/96 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo continuo"
- D.P.C.M. 18/11/98 n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n.447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"
- D.P.R. 30/03/04 n.142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447"
- D.P.C.M. 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
- D.M. 29/11/2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"
- D.M. 16/3/98 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"
- D.P.C.M. 31/3/98 "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2, commi 6, 7 e 8, della legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- D.Lgs. 17/2/2017 "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161.

Altri testi che sono stati considerati sono i seguenti:

- Codice Civile (art. 844) sull'esercizio di attività rumorose eccedenti il limite della normale tollerabilità
- Codice Penale (art. 659) sul disturbo delle occupazioni e del riposo

- Testo unico delle leggi di pubblica sicurezza (R.D. 18.6.31 n. 773 - art. 66)
- Testo unico delle leggi sanitarie (R.D. 27.7.34 - art. 216)
- Sent. 517 della Corte Costituzionale del dicembre 1991 sulla competenza delle Regioni in materia di “zonizzazione acustica del territorio”

## 4 CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

In questo capitolo vengono introdotti alcuni elementi alla base dell'analisi condotta nel presente elaborato, in particolare:

- Gli aerogeneratori considerati;
- La classificazione acustica del territorio in cui risulta ubicato l'intervento;
- L'analisi sugli eventuali ricettori presenti sul territorio in cui risulta ubicato l'intervento.

### 4.1 Gli aerogeneratori in progetto

Gli aerogeneratori considerati nella presente relazione hanno una potenza massima pari a 6.2 MW ciascuno.

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 9 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. Nel corso della presente analisi, verrà inoltre considerata la modalità di funzionamento più cautelativa, ossia quella che prevede il maggior livello di potenza sonora.

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 [m/s]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Up to cut-out
AM 0	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0

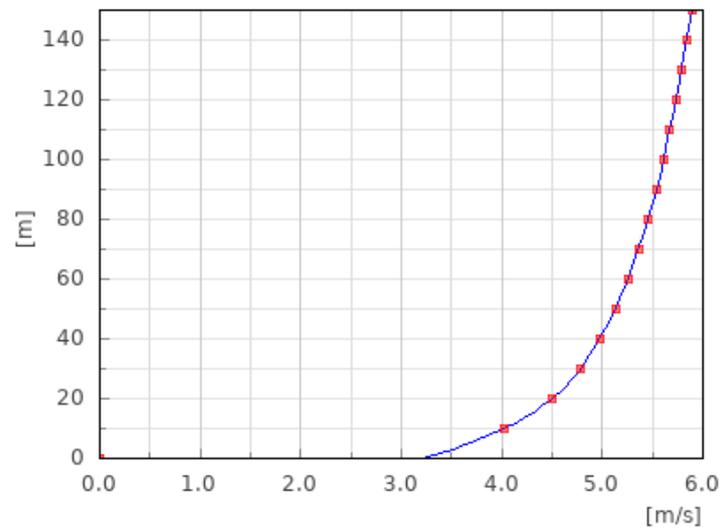
*Table 1: Acoustic emission,  $L_{WA}[dB(A)$  re 1 pW](10 Hz to 10kHz)*

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 4-1: esempio di variazione della velocità del vento in funzione dell'altezza**

## 4.2 La classificazione acustica del territorio

Il Comune di Luras (SS) non ha ancora adottato il un Piano di Classificazione Acustica del Territorio, per cui si applicano al caso in esame i limiti di accettabilità stabiliti all'art. 6 del D.P.C.M. 1°Marzo 1991 (Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno).

**Tabella 4-3: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi\***

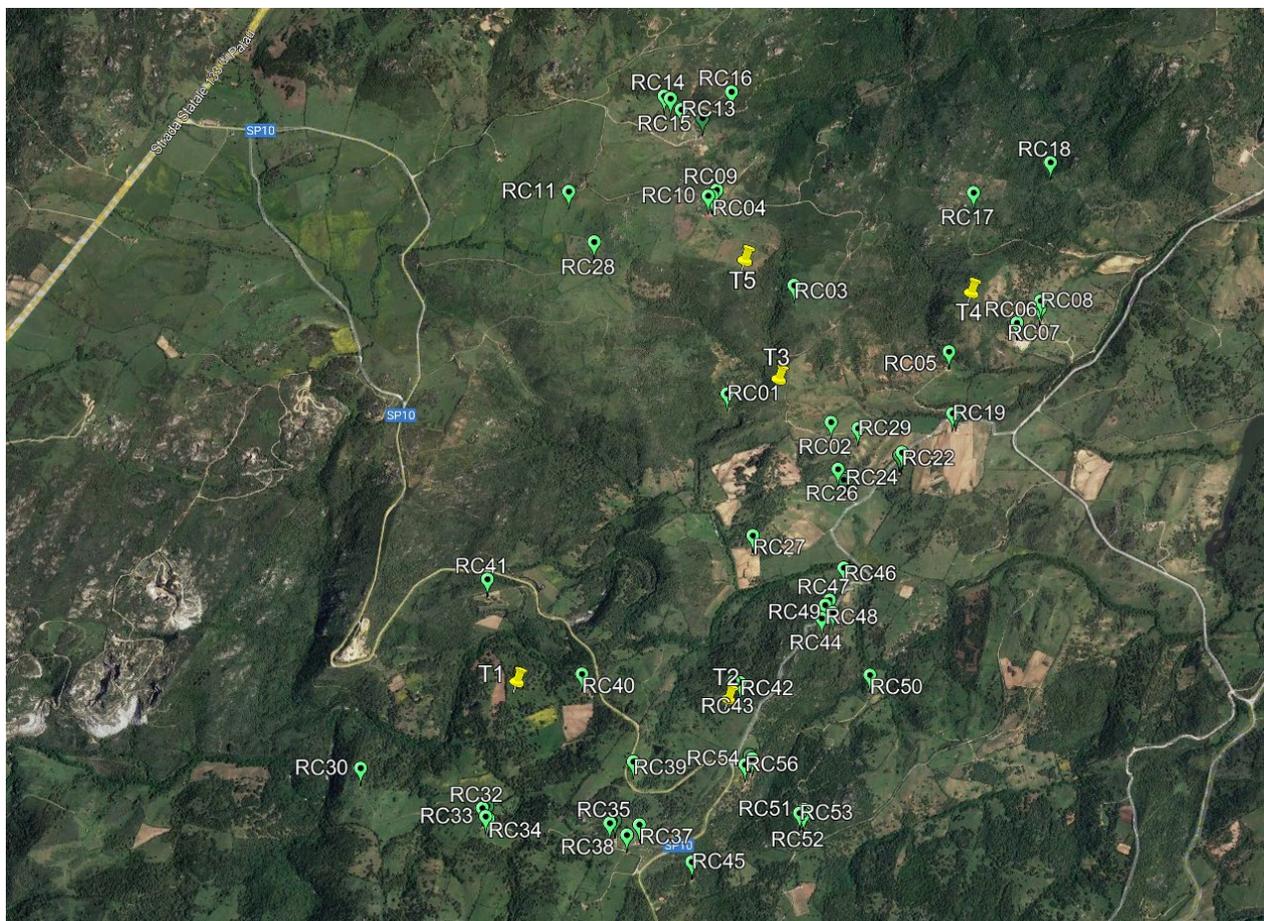
<b>Zona di appartenenza</b>	<b>Limite diurno</b>	<b>Limite notturno</b>
<i>Tutto il territorio nazionale</i>	<i>70 dBA</i>	<i>60 dBA</i>
<i>Zona A (DM n. 1444/68)</i>	<i>65 dBA</i>	<i>55 dBA</i>
<i>Zona B (DM 1444/68)</i>	<i>60 dBA</i>	<i>50 dBA</i>
<i>Zona esclusivamente industriale</i>	<i>70 dBA</i>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

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

La zona destinata ad ospitare gli aerogeneratori è del tipo "Tutto il territorio nazionale", con limite diurno di 70 dB(A) e notturno di 60 dB(A).

### 4.3 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 4-2: Ricettori in prossimità delle turbine eoliche dell'impianto in progetto (RCXX Ricettori – TX Turbine)**

Nella valutazione sono stati considerati tutti i ricettori riportati nella mappa sovrastante.

**Tabella 4: Ricettori considerati nel modello matematico**

<b>Nome</b>	<b>Catasto</b>	<b>Comune</b>	<b>Foglio</b>	<b>Particella</b>	<b>Categoria</b>	<b>Coord. X</b>	<b>Coord. Y</b>
RC01	IT.AGE.PLA.E752_001200.224	LURAS	12	224	D10	514785.59	4536500.13
RC02	IT.AGE.PLA.E752_001300.142	LURAS	13	142	D10	515359.72	4536344.70
RC03	IT.AGE.PLA.E752_001200.245	LURAS	12	245	D10	515144.91	4537086.48
RC04	IT.AGE.PLA.E752_001200.211	LURAS	12	211	D10	514697.24	4537560.53
RC05	IT.AGE.PLA.E752_001300.149	LURAS	13	149	D10	516014.59	4536739.23
RC06	IT.AGE.PLA.E752_001300.180	LURAS	13	180	D10	516392.09	4536900.83
RC07	IT.AGE.PLA.E752_001300.138	LURAS	13	138	D10	516521.75	4536982.05
RC08	IT.AGE.PLA.E752_001300.139	LURAS	13	139	D10	516524.18	4537024.42
RC09	IT.AGE.PLA.E752_001200.210	LURAS	12	210	A03	514723.03	4537594.32
RC10	IT.AGE.PLA.E752_001200.267	LURAS	12	267	D10	514676.50	4537561.22
RC11	IT.AGE.PLA.E752_001200.230	LURAS	12	230	D10	513927.39	4537577.55
RC12	IT.AGE.PLA.E752_000700.157	LURAS	7	157	A04	514645.34	4537987.25
RC13	IT.AGE.PLA.E752_000700.169	LURAS	7	169	D10	514530.67	4538031.17
RC14	IT.AGE.PLA.E752_000700.140	LURAS	7	140	A03	514438.15	4538101.12
RC15	IT.AGE.PLA.E752_000700.170	LURAS	7	170	D10	514472.31	4538088.92
RC16	IT.AGE.PLA.E752_000700.199	LURAS	7	199	D10	514802.62	4538133.14
RC17	IT.AGE.PLA.E752_001300.136	LURAS	13	136	A03	516126.19	4537600.93
RC18	IT.AGE.PLA.E752_001300.174	LURAS	13	174	D10	516565.07	4537784.53
RC19	IT.AGE.PLA.E752_001300.105	LURAS	13	105	A03	516036.11	4536396.21
RC20	IT.AGE.PLA.E752_001300.97	LURAS	13	97	C03	516053.19	4536395.39
RC21	IT.AGE.PLA.E752_001300.124	LURAS	13	124	A03	515744.54	4536163.80
RC22	IT.AGE.PLA.E752_001300.123	LURAS	13	123	A03	515757.75	4536178.24
RC23	IT.AGE.PLA.E752_001300.172	LURAS	13	172	A04	515437.51	4536025.54
RC24	IT.AGE.PLA.E752_001300.169	LURAS	13	169	D10	515447.27	4536035.10
RC25	IT.AGE.PLA.E752_001300.171	LURAS	13	171	D10	515464.35	4536035.10
RC26	IT.AGE.PLA.E752_001300.168	LURAS	13	168	D10	515403.96	4536084.91
RC27	IT.AGE.PLA.E752_001600.292	LURAS	16	292	A03	514932.85	4535713.43
RC28	IT.AGE.PLA.E752_001200.208	LURAS	12	208	D10	514063.52	4537308.53

RC29	IT.AGE.PLA.E752_001300.176	LURAS	13	176	D01	515510.50	4536310.87
RC30	IT.AGE.PLA.E752_001900.111	LURAS	19	111	D10	512779.14	4534431.65
RC31	IT.AGE.PLA.E752_001900.114	LURAS	19	114	D10	513477.79	4534227.94
RC32	IT.AGE.PLA.E752_001900.113	LURAS	19	113	A03	513449.84	4534216.55
RC33	IT.AGE.PLA.E752_001900.115	LURAS	19	115	D10	513469.72	4534173.19
RC34	IT.AGE.PLA.E752_001900.116	LURAS	19	116	D10	513483.88	4534163.82
RC35	IT.AGE.PLA.E752_001600.330	LURAS	16	330	D10	514148.49	4534141.57
RC36	IT.AGE.PLA.E752_001600.329	LURAS	16	329	A03	514176.96	4534155.45
RC37	IT.AGE.PLA.E752_001600.331	LURAS	16	331	D10	514309.85	4534133.59
RC38	IT.AGE.PLA.E752_001900.159	LURAS	19	159	D01	514241.70	4534077.97
RC39	IT.AGE.PLA.E752_001600.311	LURAS	16	311	D10	514274.00	4534466.39
RC40	IT.AGE.PLA.E752_001900.131	LURAS	19	131	D10	513987.71	4534944.86
RC41	IT.AGE.PLA.E752_001600.275	LURAS	16	275	D10	513464.49	4535469.48
RC42	IT.AGE.PLA.E752_001600.288	LURAS	16	288	D10	514860.42	4534904.49
RC43	IT.AGE.PLA.E752_001600.288	LURAS	16	288	D10	514824.37	4534909.67
RC44	IT.AGE.PLA.E752_001700.86	LURAS	17	86	D10	515314.48	4535254.01
RC45	IT.AGE.PLA.E752_002000.157	LURAS	20	157	D10	514596.47	4533926.26
RC46	IT.AGE.PLA.E752_001600.282	LURAS	16	282	A03	515439.42	4535533.41
RC47	IT.AGE.PLA.E752_001700.78	LURAS	17	78	D10	515358.08	4535356.06
RC48	IT.AGE.PLA.E752_001700.87	LURAS	17	87	D10	515333.32	4535328.23
RC49	IT.AGE.PLA.E752_001700.88	LURAS	17	88	D10	515377.35	4535286.44
RC50	IT.AGE.PLA.E752_001700.90	LURAS	17	90	D10	515586.24	4534934.70
RC51	IT.AGE.PLA.E752_001700.69	LURAS	17	69	D10	515211.86	4534211.66
RC52	IT.AGE.PLA.E752_001700.70	LURAS	17	70	D10	515209.09	4534180.00
RC53	IT.AGE.PLA.E752_001700.71	LURAS	17	71	D10	515186.23	4534189.91
RC54	IT.AGE.PLA.E752_001700.57	LURAS	17	57	A03	514927.58	4534485.41
RC55	IT.AGE.PLA.E752_001700.57	LURAS	17	57	A03	514914.13	4534504.18
RC56	IT.AGE.PLA.E752_001700.58	LURAS	17	58	D10	514887.62	4534453.54
RC57	IT.AGE.PLA.E752_001300.124	LURAS	13	124	A03	515755.56	4536155.84

## 5 METODOLOGIA DI ANALISI ADOTTATA

### 5.1 Il processo di analisi

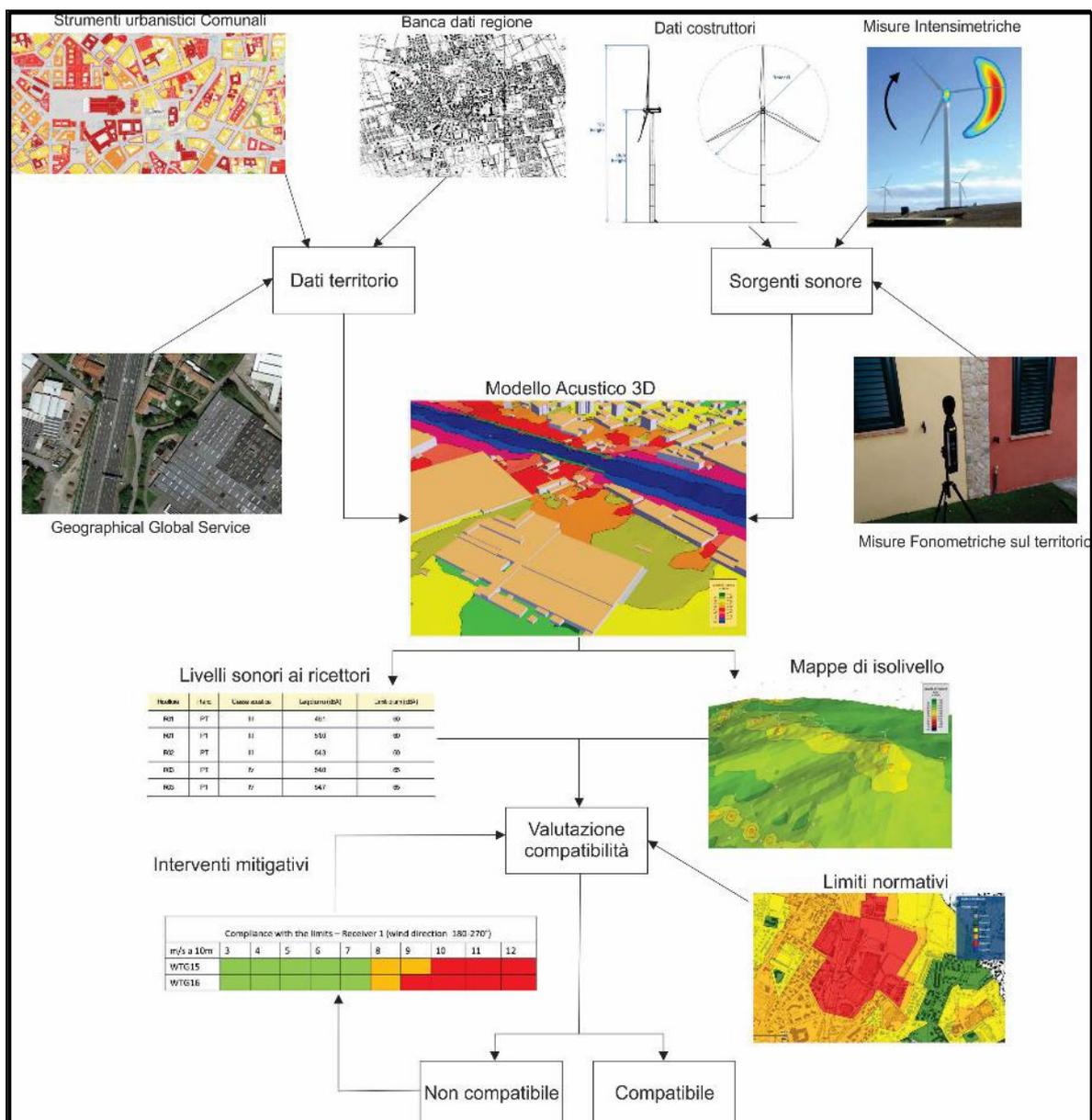
La metodologia seguita è in accordo con le indicazioni normative nazionali e regionali.

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 5-1: 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.

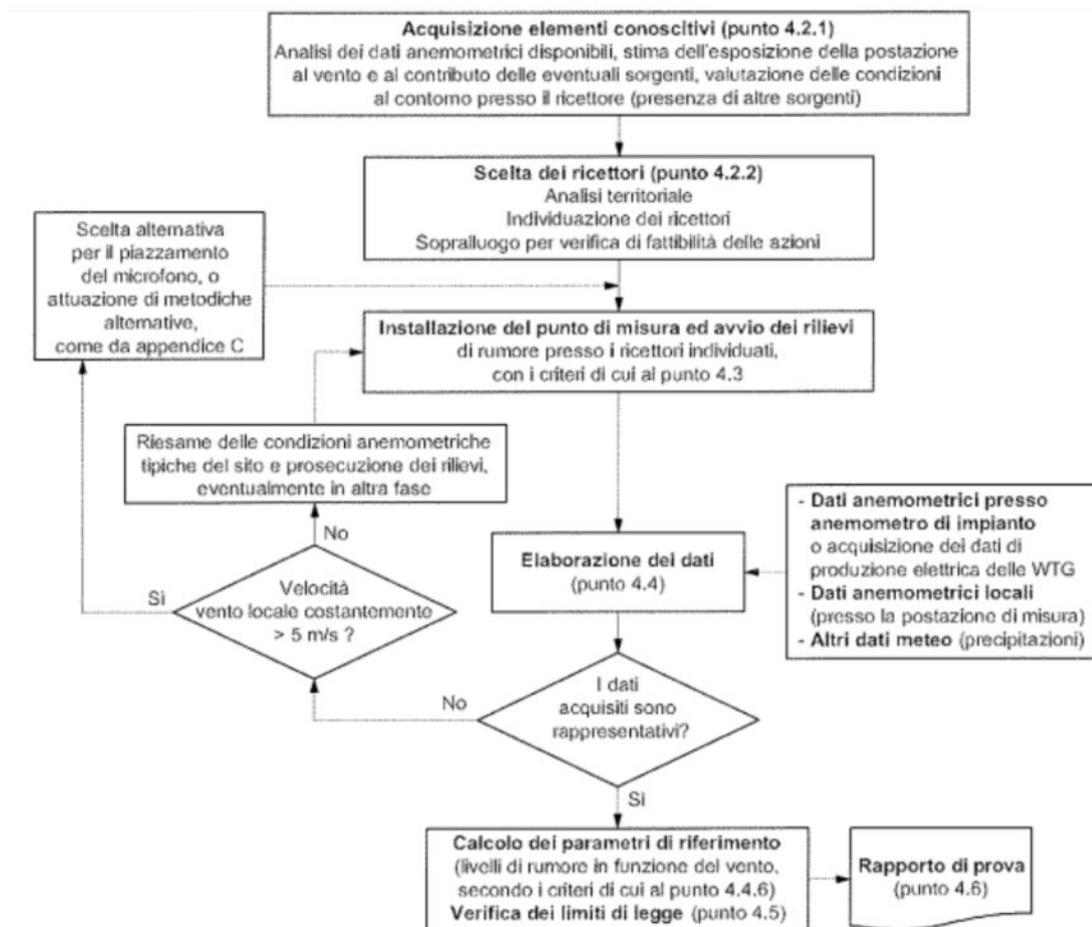


Figura 5-2: Schema metodologico per la valutazione di impatto acustico (UNI 11143-7)

## 5.2 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 perceibilità 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.

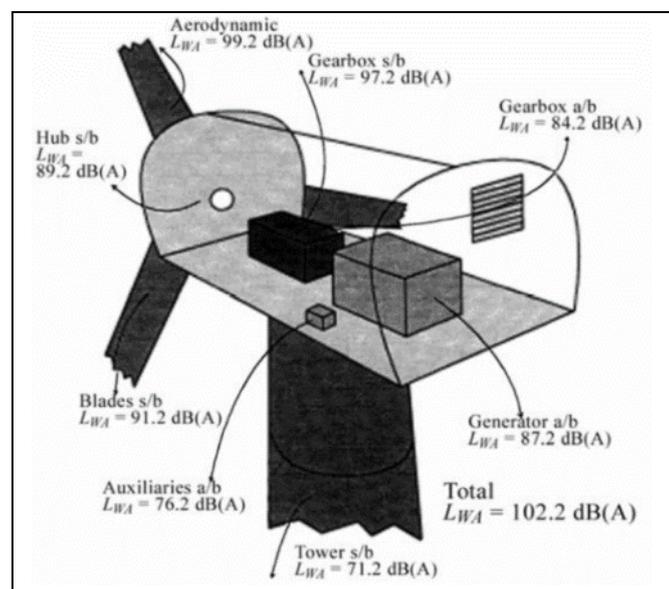
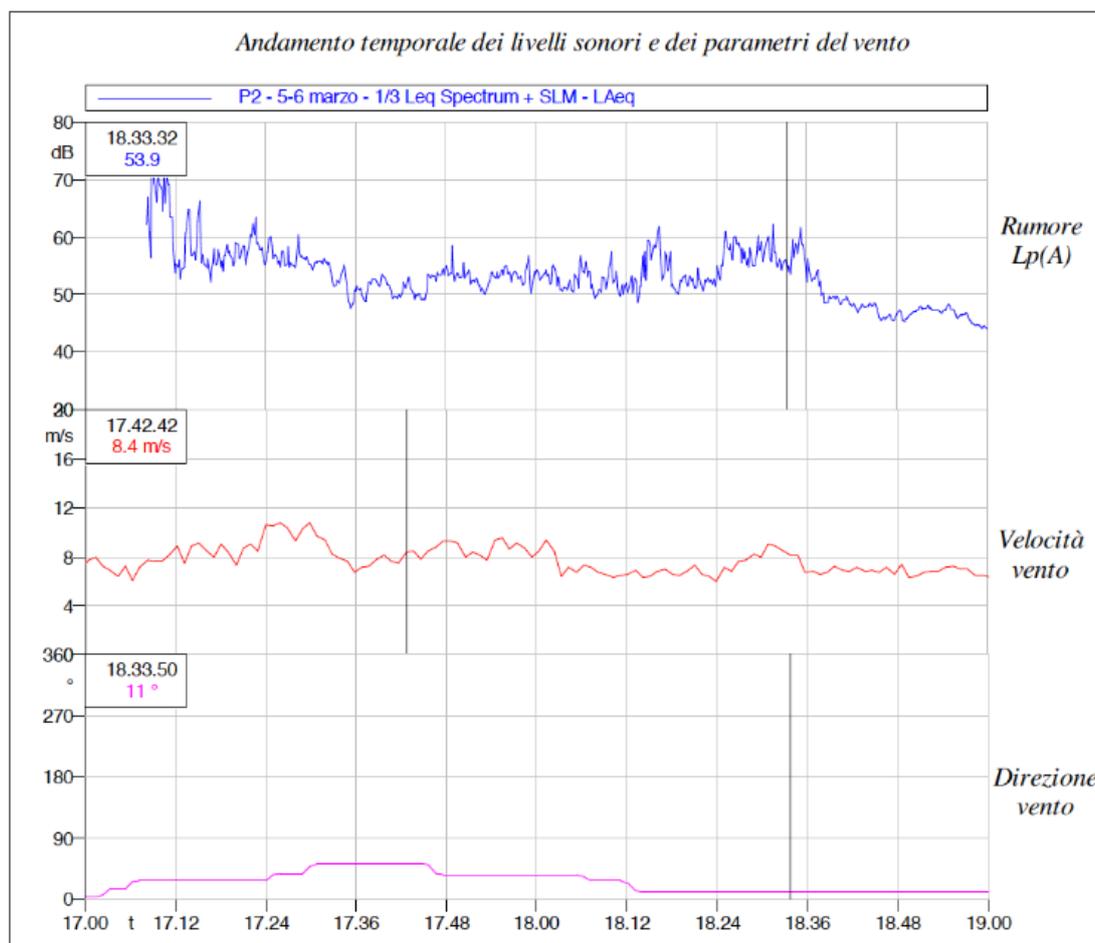


Figura 5-3: Diverse sorgenti presenti su un aerogeneratore

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 5-4: Livello di pressione sonora correlati con la velocità e direzione del vento**

### 5.3 Caratteristiche del vento nell'area di analisi

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

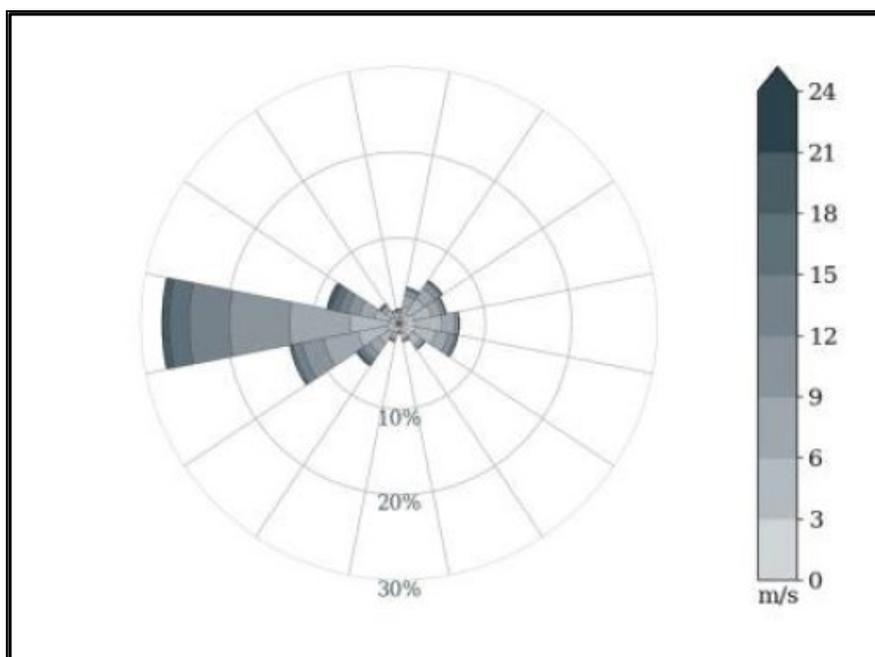
Le turbine eoliche vengono infatti spesso considerate come sorgenti puntiformi, che quindi irradiano la loro energia sonora in tutte le direzioni in modo omnidirezionale.

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 5-5: Rosa dei venti**

La direzione prevalente caratterizzante il sito in esame è la direzione Ovest.

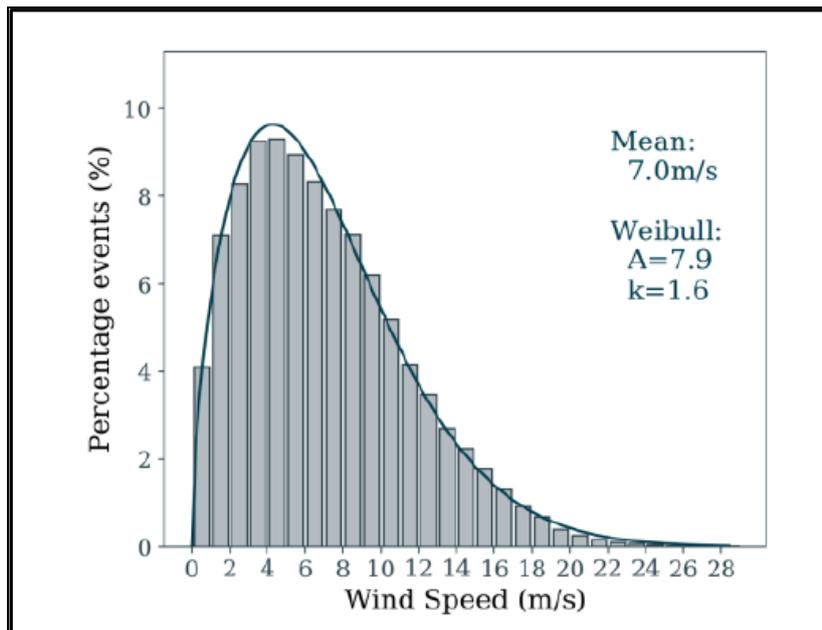


Figura 5-6: Curva Weibull

## 6 CAMPAGNA DI MISURA DEL RUMORE DI FONDO

### 6.1 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 6-1: 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 5: Elenco strumentazione utilizzata per la misura del rumore**

Strumento	Modello	Costruttore	Matricola	Data Certificato	N. Certificato	Laboratorio
Analizzatore	DUO	01 dB	12183	19/06/2023	51127-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				19/06/2023	51128-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	12186	21/09/2022	49739-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				21/09/2022	49741-A	LAT-068
Analizzatore	DUO	01 dB	12185	19/04/2022	48894-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				19/04/2022	48893-A	LAT-068
Analizzatore	BSWA 308	BSWA Tech	580085	07/07/2023	51223-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				07/07/2023	51224-A	LAT-068
Analizzatore	BSWA 308	BSWA Tech	580086	13/10/2023	51676-A	LAT-068
Filtri 1/3 ott				13/10/2023	51677-A	LAT-068
Calibratore	4231	Brüel & Kjær	2518174	31/08/2023	51419-A	LAT-068

In allegato vengono riportati i certificati della strumentazione impiegata.

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 6: 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. 12186)	94.0 dB	94.0 dB	0.0 dB	+/-0.5 dB
01dB DUO (matr. 12185)	94.0 dB	94.0 dB	0.0 dB	+/-0.5 dB
BSWA 308 (matr. 580085)	94.0 dB	94.0 dB	0.0 dB	+/-0.5 dB
BSWA 308(matr. 580086)	94.0 dB	94.0 dB	0.0 dB	+/-0.5 dB

## 6.2 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 6-2: 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 7: 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.

### 6.3 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 4 punti di misura della durata di 7 giorni e 4 misure a breve termine, queste ultime suddivise in tre periodi, mattina, pomeriggio e notte, della durata di 1 ora a campionamento.

Le misurazioni di 7 giorni sono state eseguite secondo quanto indicato dal decreto ministeriale del 1° giugno 2022.

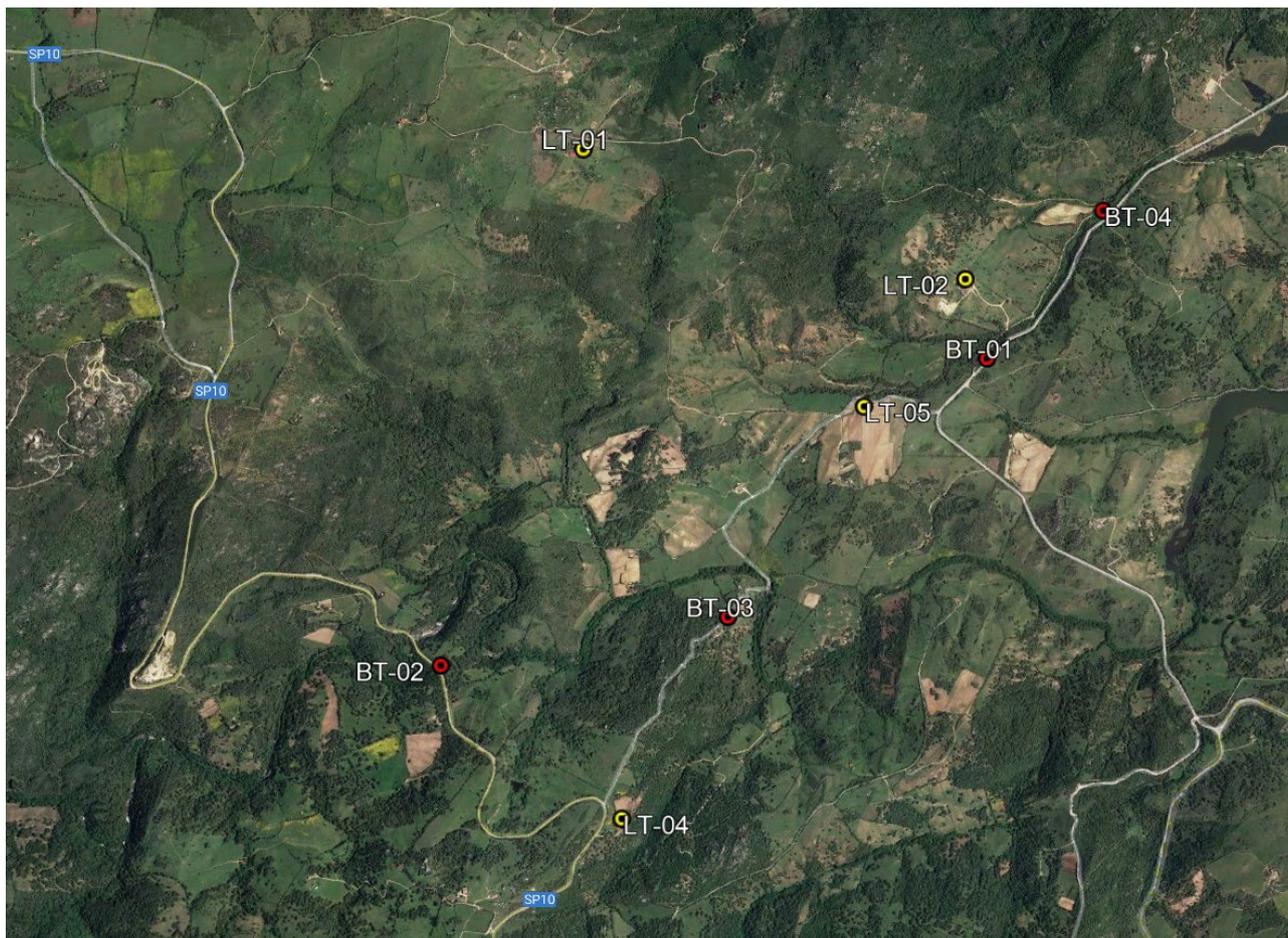
Per ogni punto di misurazione acustico, i dati raccolti sono:

- 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
- LAeqTM(10 minuti), LAeqTr(10 minuti), 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 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 6-3: Punti di misura a lungo (denominati LT-XX) e breve termine (denominati BT-YY)**

Accanto ai punti da 7 giorni (LTXX) sono riportati quelli a breve termine (BTXX).

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

**Tabella 8: Coordinate dei punti di misura di 7 giorni**

<b>Punto di misura</b>	<b>Latitudine</b>	<b>Longitudine</b>
LT01	40.989301°	9.175127°
LT02	40.984196°	9.196258°
LT04	40.961425°	9.177125°
LT05	40.978787°	9.190601°

**Tabella 9: Coordinate dei punti di misura a breve termine**

<b>Punto di misura</b>	<b>Latitudine</b>	<b>Longitudine</b>
BT01	40.980841°	9.197507°
BT02	40.967798°	9.166972°
BT03	40.969841°	9.182995°
BT04	40.987188°	9.204113°

## 6.4 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). 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 10: Risultati misure da 7 giorni in ambito Diurno

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA <sub>eq</sub> (dBA)	LA <sub>95</sub> (dBA)
LT01	13-14 Dicembre 2023	Diurno	49.3	33.5
	14-15 Dicembre 2023	Diurno	45.2	22.5
	15-16 Dicembre 2023	Diurno	49.9	24.0
	16-17 Dicembre 2023	Diurno	42.0	26.0
	17-18 Dicembre 2023	Diurno	44.3	21.5
	18-19 Dicembre 2023	Diurno	45.2	22.5
	19-20 Dicembre 2023	Diurno	47.9	27.1

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA <sub>eq</sub> (dBA)	LA <sub>95</sub> (dBA)
LT02	13-14 Dicembre 2023	Diurno	51.8	30.5
	14-15 Dicembre 2023	Diurno	50.0	23.8
	15-16 Dicembre 2023	Diurno	55.5	23.1
	16-17 Dicembre 2023	Diurno	49.4	31.0
	17-18 Dicembre 2023	Diurno	48.6	23.7
	18-19 Dicembre 2023	Diurno	54.3	24.2
	19-20 Dicembre 2023	Diurno	50.6	25.5

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA <sub>eq</sub> (dBA)	LA <sub>95</sub> (dBA)
LT04	16-17 Gennaio 2024	Diurno	40.9	28.9
	17-18 Gennaio 2024	Diurno	45.1	30.9
	18-19 Gennaio 2024	Diurno	44.7	36.5
	19-20 Gennaio 2024	Diurno	38.1	25.8
	20-21 Gennaio 2024	Diurno	43.9	29.9
	21-22 Gennaio 2024	Diurno	35.5	25.8
	22-23 Gennaio 2024	Diurno	40.3	29.0

Punto di misura	Data	Periodo di riferimento	LA <sub>eq</sub> (dBA)	LA <sub>95</sub> (dBA)
LT05	13-14 Dicembre 2023	Diurno	46.9	27.8
	14-15 Dicembre 2023	Diurno	44.2	24.6
	15-16 Dicembre 2023	Diurno	45.9	22.5
	16-17 Dicembre 2023	Diurno	44.7	23.6
	17-18 Dicembre 2023	Diurno	39.5	20.3
	18-19 Dicembre 2023	Diurno	41.9	21.1
	19-20 Dicembre 2023	Diurno	43.7	24.9

**Tabella 11: Risultati misure da 24 ore in ambito Notturmo**

<b>Punto di misura</b>	<b>Data</b>	<b>Periodo di riferimento</b>	<b>LA<sub>eq</sub> (dBA)</b>	<b>LA<sub>95</sub> (dBA)</b>
LT01	13-14 Dicembre 2023	Notturmo	47.6	28.1
	14-15 Dicembre 2023	Notturmo	36.9	18.3
	15-16 Dicembre 2023	Notturmo	42.9	21.7
	16-17 Dicembre 2023	Notturmo	47.9	27.1
	17-18 Dicembre 2023	Notturmo	31.5	18.5
	18-19 Dicembre 2023	Notturmo	36.9	18.3
	19-20 Dicembre 2023	Notturmo	42.0	26.0

<b>Punto di misura</b>	<b>Data</b>	<b>Periodo di riferimento</b>	<b>LA<sub>eq</sub> (dBA)</b>	<b>LA<sub>95</sub> (dBA)</b>
LT02	13-14 Dicembre 2023	Notturmo	44.5	29.6
	14-15 Dicembre 2023	Notturmo	38.7	22.9
	15-16 Dicembre 2023	Notturmo	49.5	24.3
	16-17 Dicembre 2023	Notturmo	48.9	33.0
	17-18 Dicembre 2023	Notturmo	40.6	21.1
	18-19 Dicembre 2023	Notturmo	49.4	22.2
	19-20 Dicembre 2023	Notturmo	39.0	23.5

<b>Punto di misura</b>	<b>Data</b>	<b>Periodo di riferimento</b>	<b>LA<sub>eq</sub> (dBA)</b>	<b>LA<sub>95</sub> (dBA)</b>
LT04	16-17 Gennaio 2024	Notturmo	33.7	27.5
	17-18 Gennaio 2024	Notturmo	44.8	36.2
	18-19 Gennaio 2024	Notturmo	46.0	40.2
	19-20 Gennaio 2024	Notturmo	37.5	26.6
	20-21 Gennaio 2024	Notturmo	32.6	26.8
	21-22 Gennaio 2024	Notturmo	30.4	26.2
	22-23 Gennaio 2024	Notturmo	45.2	36.3

<b>Punto di misura</b>	<b>Data</b>	<b>Periodo di riferimento</b>	<b>LA<sub>eq</sub> (dBA)</b>	<b>LA<sub>95</sub> (dBA)</b>
LT05	13-14 Dicembre 2023	Notturmo	42.9	26.9
	14-15 Dicembre 2023	Notturmo	31.7	22.0
	15-16 Dicembre 2023	Notturmo	39.3	20.3
	16-17 Dicembre 2023	Notturmo	38.6	24.1
	17-18 Dicembre 2023	Notturmo	28.3	17.8
	18-19 Dicembre 2023	Notturmo	33.2	17.6
	19-20 Dicembre 2023	Notturmo	38.9	24.2

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

**Tabella 12: Misure di breve termine in ambito Diurno (mattino)**

<b>Punto di misura</b>	<b>Data</b>	<b>Periodo di riferimento</b>	<b>LA<sub>eq</sub> (dBA)</b>	<b>LA<sub>95</sub> (dBA)</b>
BT01	14/12/2023	Diurno - Mattino	60.1	42.8
BT02	14/12/2023	Diurno - Mattino	59.6	40.4
BT03	14/12/2023	Diurno - Mattino	58.1	39.8
BT04	14/12/2023	Diurno - Mattino	56.0	38.7

**Tabella 13: Misure di breve termine in ambito Diurno (pomeriggio)**

<b>Punto di misura</b>	<b>Data</b>	<b>Periodo di riferimento</b>	<b>LA<sub>eq</sub> (dBA)</b>	<b>LA<sub>95</sub> (dBA)</b>
BT01	13/12/2023	Diurno - Pomeriggio	57.3	31.2
BT02	13/12/2023	Diurno - Pomeriggio	56.3	32.6
BT03	13/12/2023	Diurno - Pomeriggio	52.1	35.1
BT04	13/12/2023	Diurno - Pomeriggio	52.8	34.8

**Tabella 14: Misure di breve termine in ambito Notturno**

<b>Punto di misura</b>	<b>Data</b>	<b>Periodo di riferimento</b>	<b>LA<sub>eq</sub> (dBA)</b>	<b>LA<sub>95</sub> (dBA)</b>
BT01	13/12/2023	Notturno	41.5	37.3
BT02	13/12/2023	Notturno	41.1	37.0
BT03	13/12/2023	Notturno	46.6	36.2
BT04	13/12/2023	Notturno	41.6	36.6

## 6.5 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 LAeq,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 LAeq,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 15: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Diurno – LT01**

Classe di $v_r$ (m/s)	Giorno 1 - L <sub>R</sub> dB(A)	Giorno 2 - L <sub>R</sub> dB(A)	Giorno 3 - L <sub>R</sub> dB(A)	Giorno 4 - L <sub>R</sub> dB(A)	Giorno 5 - L <sub>R</sub> dB(A)	Giorno 6 - L <sub>R</sub> dB(A)	Giorno 7 - L <sub>R</sub> dB(A)
0,0 ÷ 1,0	45.1	36.6	40.1	40.7	30.1	31.1	42.4
1,0 ÷ 2,0	45.8	39.4	42.5	42.0	32.4	34.6	44.9
2,0 ÷ 3,0	46.5	42.2	44.8	43.3	34.8	38.2	45.9
3,0 ÷ 4,0	47.2	45.0	47.2	44.6	37.1	41.8	47.3
4,0 ÷ 5,0	48.0	47.7	49.5	45.9	39.4	45.3	48.5

**Tabella 16: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Notturno – LT01**

Classe di $v_r$ (m/s)	Notte 1 - L <sub>R</sub> dB(A)	Notte 2 - L <sub>R</sub> dB(A)	Notte 3 - L <sub>R</sub> dB(A)	Notte 4 - L <sub>R</sub> dB(A)	Notte 5 - L <sub>R</sub> dB(A)	Notte 6 - L <sub>R</sub> dB(A)	Notte 7 - L <sub>R</sub> dB(A)
0,0 ÷ 1,0	42.8	28.7	32.6	37.6	23.8	24.2	36.6
1,0 ÷ 2,0	43.0	29.3	36.3	39.4	25.5	27.7	38.5
2,0 ÷ 3,0	43.2	29.8	40.1	41.2	27.2	31.3	41.3
3,0 ÷ 4,0	43.3	30.4	43.9	43.1	28.9	34.8	42.9
4,0 ÷ 5,0	43.5	31.0	47.7	44.9	30.6	38.3	44.2

**Tabella 17: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Diurno – LT02**

Classe di $v_r$ (m/s)	Giorno 1 - L <sub>R</sub> dB(A)	Giorno 2 - L <sub>R</sub> dB(A)	Giorno 3 - L <sub>R</sub> dB(A)	Giorno 4 - L <sub>R</sub> dB(A)	Giorno 5 - L <sub>R</sub> dB(A)	Giorno 6 - L <sub>R</sub> dB(A)	Giorno 7 - L <sub>R</sub> dB(A)
0,0 ÷ 1,0	42.9	41.4	41.6	42.0	33.3	35.5	39.0
1,0 ÷ 2,0	44.6	44.6	45.3	44.6	36.1	39.7	42.5
2,0 ÷ 3,0	46.2	47.8	49.0	47.1	38.8	43.9	46.0
3,0 ÷ 4,0	47.9	50.9	52.7	49.6	41.6	48.1	49.5
4,0 ÷ 5,0	49.5	41.4	56.4	52.1	44.3	52.3	53.0

**Tabella 18: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Notturno – LT02**

Classe di $v_r$ (m/s)	Notte 1 - $L_R$ dB(A)	Notte 2 - $L_R$ dB(A)	Notte 3 - $L_R$ dB(A)	Notte 4 - $L_R$ dB(A)	Notte 5 - $L_R$ dB(A)	Notte 6 - $L_R$ dB(A)	Notte 7 - $L_R$ dB(A)
0,0 ÷ 1,0	42.2	35.5	39.8	44.0	33.3	32.5	36.7
1,0 ÷ 2,0	43.7	36.1	42.5	45.8	36.1	39.8	36.8
2,0 ÷ 3,0	43.9	36.7	45.1	47.7	38.8	47.2	36.9
3,0 ÷ 4,0	45.4	37.3	47.8	49.5	41.6	49.7	37.1
4,0 ÷ 5,0	46.7	38.0	50.5	51.4	44.3	54.5	37.2

**Tabella 19: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Diurno – LT04**

Classe di $v_r$ (m/s)	Giorno 1 - $L_R$ dB(A)	Giorno 2 - $L_R$ dB(A)	Giorno 3 - $L_R$ dB(A)	Giorno 4 - $L_R$ dB(A)	Giorno 5 - $L_R$ dB(A)	Giorno 6 - $L_R$ dB(A)	Giorno 7 - $L_R$ dB(A)
0,0 ÷ 1,0	32.2	35.4	43.2	30.5	34.4	28.3	38.6
1,0 ÷ 2,0	35.1	38.5	43.6	34.9	36.6	31.7	38.8
2,0 ÷ 3,0	37.9	41.5	43.9	39.3	38.9	35.1	38.9
3,0 ÷ 4,0	40.8	44.6	44.2	43.6	41.2	38.5	41.5
4,0 ÷ 5,0	43.7	47.7	44.6	48.0	43.4	41.9	42.4

**Tabella 20: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Notturno – LT04**

Classe di $v_r$ (m/s)	Notte 1 - $L_R$ dB(A)	Notte 2 - $L_R$ dB(A)	Notte 3 - $L_R$ dB(A)	Notte 4 - $L_R$ dB(A)	Notte 5 - $L_R$ dB(A)	Notte 6 - $L_R$ dB(A)	Notte 7 - $L_R$ dB(A)
0,0 ÷ 1,0	30.8	37.9	44.7	30.1	27.8	29.3	39.9
1,0 ÷ 2,0	31.8	40.3	45.3	32.2	30.1	30.4	41.1
2,0 ÷ 3,0	32.8	42.7	45.8	34.3	32.4	31.5	42.2
3,0 ÷ 4,0	33.7	45.1	46.3	36.4	34.7	32.7	43.4
4,0 ÷ 5,0	34.7	47.5	46.8	38.5	37.0	33.8	44.5

**Tabella 21: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Diurno – LT05**

Classe di $v_r$ (m/s)	Giorno 1 - $L_R$ dB(A)	Giorno 2 - $L_R$ dB(A)	Giorno 3 - $L_R$ dB(A)	Giorno 4 - $L_R$ dB(A)	Giorno 5 - $L_R$ dB(A)	Giorno 6 - $L_R$ dB(A)	Giorno 7 - $L_R$ dB(A)
0,0 ÷ 1,0	40.1	38.2	36.4	36.8	29.9	28.3	38.4
1,0 ÷ 2,0	41.5	39.9	38.8	38.3	31.4	31.7	41.0
2,0 ÷ 3,0	42.9	41.5	41.2	39.8	32.8	35.1	41.3
3,0 ÷ 4,0	44.3	43.2	43.6	41.3	34.3	38.5	41.9
4,0 ÷ 5,0	45.7	44.9	46.0	42.8	35.8	41.9	44.6

**Tabella 22: Livello di rumore residuo per classi di velocità in ambito Notturno – LT05**

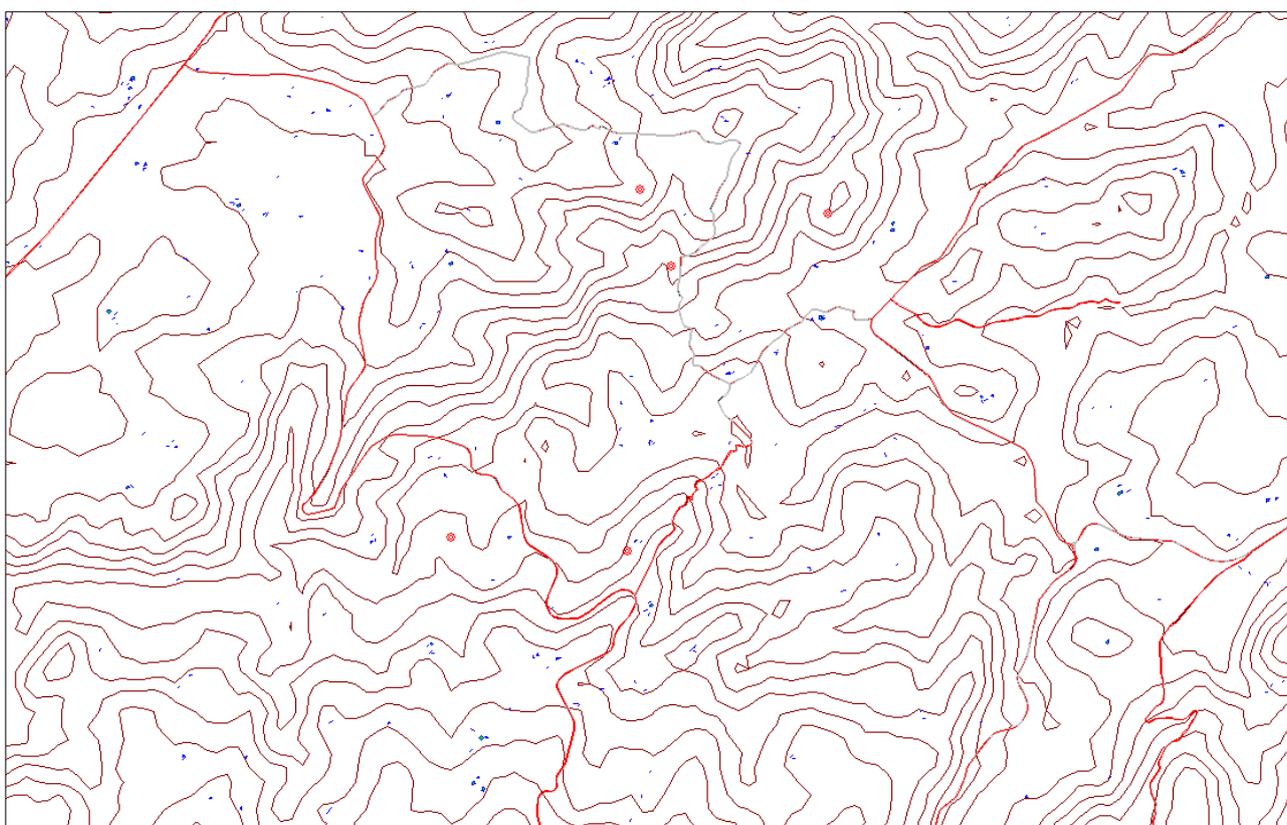
Classe di $v_r$ (m/s)	Notte 1 - $L_R$ dB(A)	Notte 2 - $L_R$ dB(A)	Notte 3 - $L_R$ dB(A)	Notte 4 - $L_R$ dB(A)	Notte 5 - $L_R$ dB(A)	Notte 6 - $L_R$ dB(A)	Notte 7 - $L_R$ dB(A)
0,0 ÷ 1,0	37.8	24.8	29.7	35.0	22.2	22.4	36.6
1,0 ÷ 2,0	38.0	26.0	33.4	36.5	23.8	25.8	36.8
2,0 ÷ 3,0	38.3	27.2	37.1	38.0	25.5	29.1	37.0
3,0 ÷ 4,0	38.6	28.4	40.7	39.5	27.2	32.4	37.2
4,0 ÷ 5,0	38.8	29.6	44.4	40.9	28.8	35.8	37.5

## 7 ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO ATTRAVERSO IL MODELLO MATEMATICO

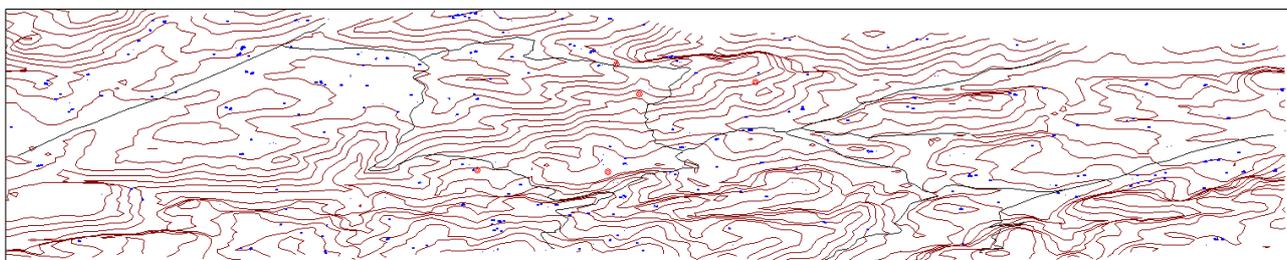
### 7.1 Realizzazione del modello matematico

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.

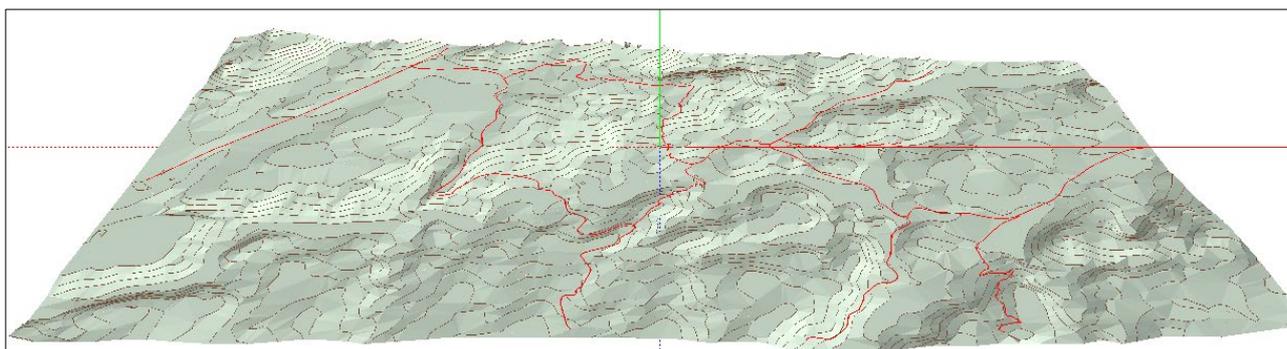
Il primo passaggio per la definizione dello scenario di calcolo all'interno del modello previsionale è stato la ricostruzione dell'orografia dell'area di interesse, inserendo gli edifici e le strade locali.



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



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



**Figura 7-3: 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.

## **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
- 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

## **7.3 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.

## 7.4 Previsione dei livelli sonori nel territorio circostante

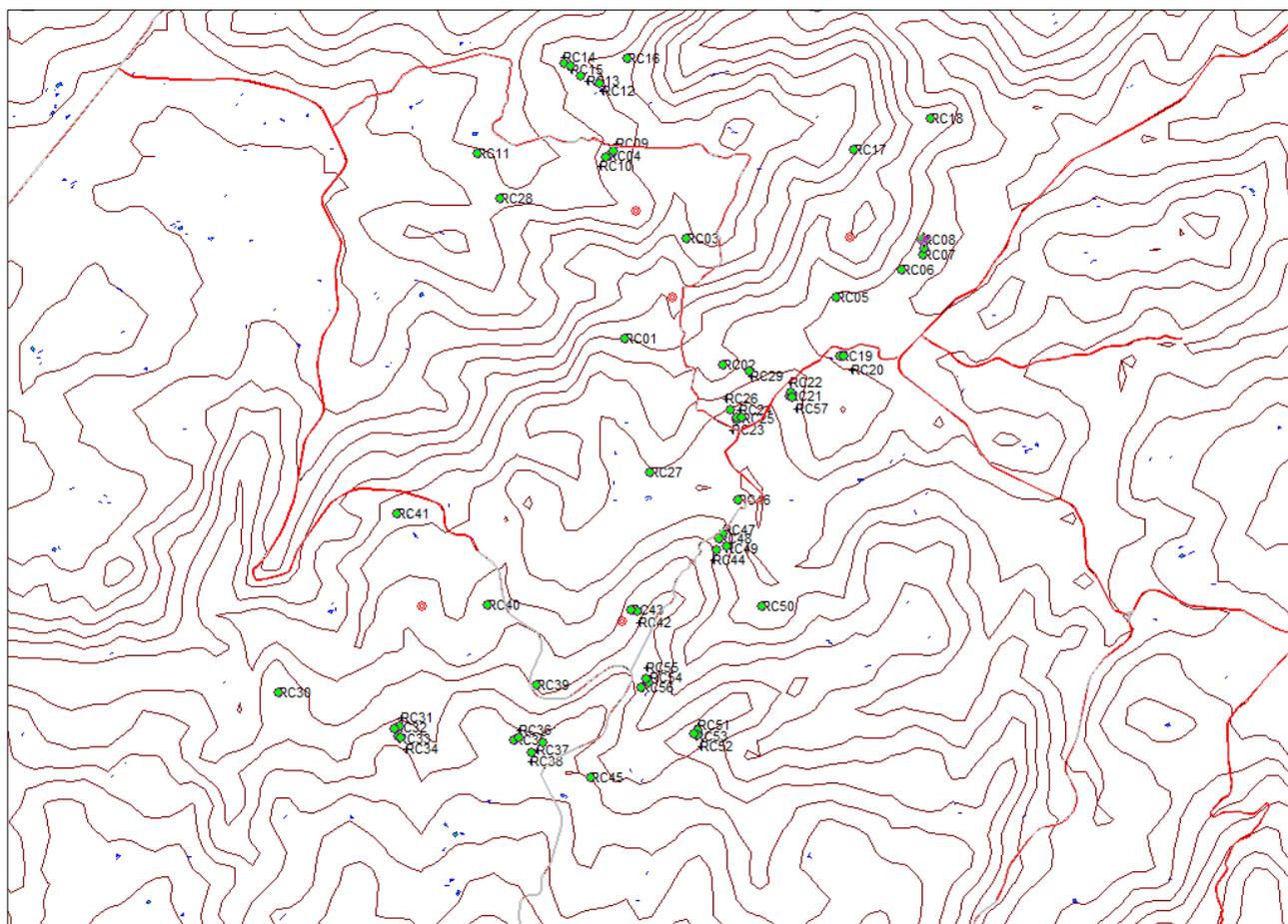
Nell'analizzare i valori di pressione sonora sul territorio, sono state considerate le immissioni sia nel periodo diurno che nel periodo notturno. Le mappe di isolivello, per via delle riflessioni degli edifici, possono, apparentemente, discostarsi dai valori puntuali sui ricettori. I valori riportati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

### 7.4.1 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 7-4: Ricettori considerati**

#### **7.4.2 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.

Le tabelle relative al rumore residuo sono visibili nell'Allegato 03.

In mancanza di Classificazione Acustica del territorio, i valori limite con cui confrontarsi sono quelli di 70 dBA nel periodo di riferimento diurno (06.00-22.00) e di 60 dBA nel periodo notturno (22.00-06.00).

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

### **7.4.3 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*.

I valori limite con cui confrontarsi sono quelli di 70 dBA nel periodo di riferimento diurno (06.00-22.00) e di 60 dBA nel periodo notturno (22.00-06.00).

Le tabelle relative al rumore emesso nello stato di progetto sono visibili nell'Allegato 04.

### **7.4.4 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.

In mancanza di Classificazione Acustica del territorio, i valori limite con cui confrontarsi sono quelli di 70 dBA nel periodo di riferimento diurno (06.00-22.00) e di 60 dBA nel periodo notturno (22.00-06.00).

Le tabelle relative al rumore immesso nello stato di progetto sono visibili nell'Allegato 05.

#### 7.4.5 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 visibili nell'Allegato 06. Si assiste al lieve superamento del limite differenziale per il solo ricettore RC42, tuttavia si segnala che dalle analisi svolte da desk e durante i sopralluoghi in campo si è constatato che il ricettore in questione è in stato di abbandono e diruto.

## 8 STATO DI CANTIERE

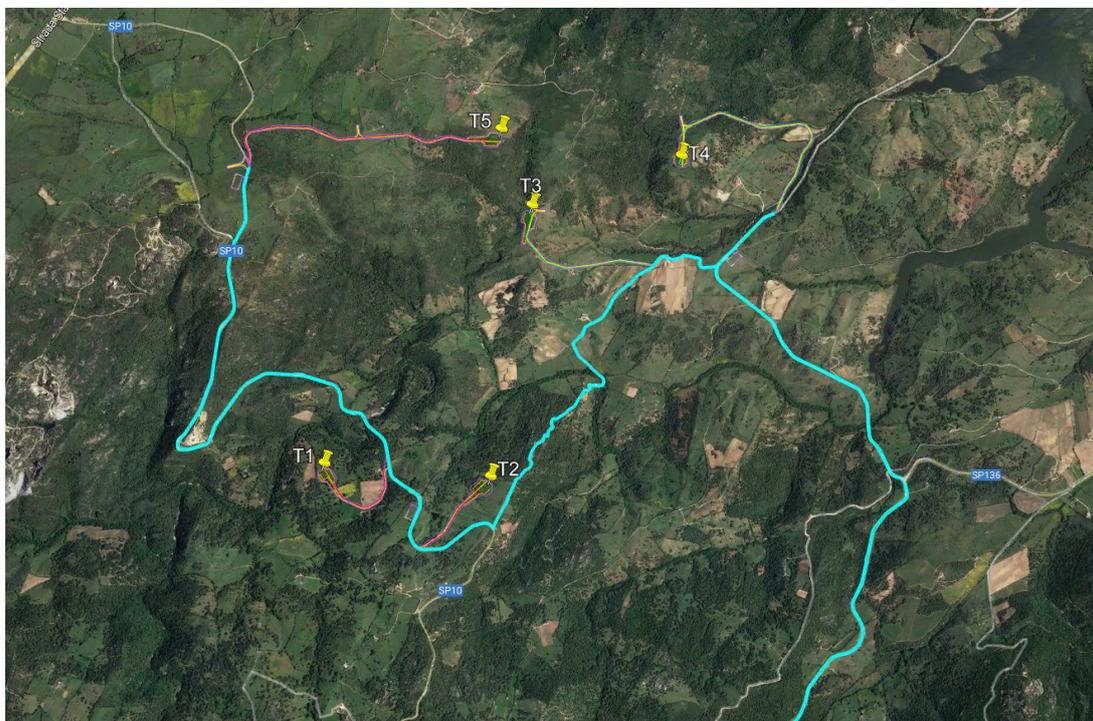
La realizzazione del progetto comporterà la costituzione di un cantiere per l'installazione delle nuove turbine eoliche. Le attività di cantiere avranno una durata di circa 340 giorni, come descritto nell'elaborato LUR.02 – *Cronoprogramma dei lavori di realizzazione dell'impianto*.

Data la contemporaneità delle attività, tutte le lavorazioni previste sono state racchiuse in una singola fase di cantiere, considerando quindi la situazione più sfavorevole.

La Fase di cantiere comprende le seguenti operazioni:

- Realizzazione strade e piazzole
- Realizzazione scavo, pali e plinti di fondazione
- Montaggio aerogeneratori
- Posa cavidotti interrati 33 kV e 36 kV
- Realizzazione SSE e BESS
- Commissioning e test

Per maggiori informazioni si faccia riferimento all'elaborato LUR.02 – *Cronoprogramma dei lavori di realizzazione dell'impianto*.



**Figura 8-1: Inquadramento generale del progetto su ortofoto**

## 8.1 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 23: Elenco dei mezzi e strumenti utilizzati nel cantiere**

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
	Apertura trincee	Escavatore cingolato	104.2
		Taglia asfalto	108.0
Sottostazione elettrica + BESS	Scavo/riporto	Pala meccanica cingolata	102.3
		Bobcat	106.9
		Rullo ferro-gomma	113
		Autocarro	101.1
	Posa calcestruzzo/platea	Betoniera	90.3
		Pompa	107.9
	Trasporto componenti	Automezzo speciale	96.2
		Gru	101
Montaggio	Gru	101	
Montaggio aerogeneratori	Trasporto componenti	Automezzo speciale (4)	96.2
		Gru	101.0
	Montaggio	Gru	101.0

## 9 ANALISI DELLE ATTIVITÀ DI CANTIERE ATTRAVERSO IL MODELLO MATEMATICO

### 9.1 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.

#### 9.1.1 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.

Le tabelle relative al rumore residuo sono visibili nell'Allegato 03.

#### 9.1.2 Risultati della simulazione modellistica – Cantiere fase 1

Al fine di valutare le immissioni sonore del parco eolico sono state considerate come sorgenti acustiche sia quelle del cantiere in Fase 1 che le strade ed il rumore del vento.

Le tabelle relative al rumore dello stato di Cantiere Fase 1 sono visibili nell'Allegato 07.

In mancanza di Classificazione Acustica del territorio, i valori limite con cui confrontarsi sono quelli di 70 dBA nel periodo di riferimento diurno (06.00-22.00) e di 60 dBA nel periodo notturno (22.00-06.00).

#### 9.1.3 Risultati della simulazione modellistica – Cantiere fase 2

Al fine di valutare le immissioni sonore del parco eolico sono state considerate come sorgenti acustiche sia quelle del cantiere in Fase 2 che le strade ed il rumore del vento.

Le tabelle relative al rumore dello stato di Cantiere Fase 2 sono visibili nell'Allegato 07.

In mancanza di Classificazione Acustica del territorio, i valori limite con cui confrontarsi sono quelli di 70 dBA nel periodo di riferimento diurno (06.00-22.00) e di 60 dBA nel periodo notturno (22.00-06.00).

#### **9.1.4 Valutazione dei Risultati – Criterio differenziale**

Come per la fase di progetto, di seguito viene analizzato il rispetto del criterio differenziale, con riferimento a tutte le premesse riportate nei paragrafi precedenti. Le tabelle relative alla valutazione del criterio differenziale per le fasi di cantiere sono visibili nell'Allegato 08.. Per quanto riguarda la rumorosità di cantiere, si assiste su alcuni ricettori a superamenti del limite differenziale.

## 10 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.

Non essendovi un Classificazione Acustica non è possibile svolgere il confronto riguardante i limiti di Emissione, mentre possiamo analizzare quelli di Immissione e Differenziali.

- LIMITI DI IMMISSIONE – ANALISI DELLA SITUAZIONE FUTURA.

I valori di Immissione possono essere confrontati con i limiti provvisori previsti dal DPCM 1/3/1991, che vedono l'area inquadrata come "Tutto il Territorio Nazionale" con valori limite di 70 dBA nel periodo di riferimento diurno (06.00-22.00) e 60 dBA nel periodo di riferimento notturno.

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

- LIMITI DI IMMISSIONE DIFFERENZIALI – ANALISI DELLA SITUAZIONE FUTURA.

### Fase di esercizio

Per quanto riguarda il periodo di riferimento diurno (06.00-22.00), non si sono rilevati problemi in quanto, dai valori previsti, inferiori ai 50 dBA, tale Criterio non risulta applicabile.

Per quanto riguarda il periodo di riferimento notturno (22.00-06.00), dalle considerazioni effettuate, all'interno dell'ambiente abitativo, nella maggioranza dei casi non si riscontrano livelli superiori ai 40 dBA; anche in tali casi quindi, non ci sono le condizioni per l'applicabilità di tale criterio. Dove la condizione invece viene soddisfatta, la differenza fra rumore ambientale e residuo è comunque inferiore o uguale a 3 dB e quindi il limite risulta rispettato, eccetto per il ricettore RC42 nel periodo notturno, alle velocità di 4 e 5 m/s. Tuttavia si segnala che dalle analisi svolte da desk e durante i sopralluoghi in campo si è constatato che il recettore in questione è in stato di abbandono e diruto.

### Fase di cantiere

Per quanto riguarda la rumorosità di cantiere, non si verificano superamenti dei valori limite.

Opera 05-02-2023

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 – CICIPND 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

## 11 ALLEGATI

Allegato 01 – Misure fonometriche effettuate

Allegato 02 - Mappe acustiche di rumore residuo, stato di progetto, stato di cantiere e di inquadramento generale

Allegato 03 – Tabelle residuo

Allegato 04 - Tabelle Emissione Stato di Progetto

Allegato 05 - Tabelle Immissione Stato di Progetto

Allegato 06 - Tabelle Differenziale Stato di Progetto

Allegato 07 - Tabelle Immissione Fasi di Cantiere

Allegato 08 - Tabelle Differenziale Fasi di Cantiere

Allegato 09 – Certificati di Taratura delle catene strumentali

Allegato 10 – Note tecniche (Normativa, Intensimetria, Modelli, Incertezze associate)