

REGIONE
SICILIA



PROVINCIA DI
AGRIGRENTO



PROVINCIA DI
PALERMO



Committente:

Eni Plenitude Technical Services S.r.l.
Via Dismano 1280
47522 Cesena (FC)

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO "SAMBUCA"

Elaborato:

Studio acustico

PROGETTO	DISCIPLINA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	SCALA
W-SAM	A	RE		10	

NOME FILE:

W-SAM-A-RE-10_Studio acustico

Progettazione:



Ing. Giacomo Pettinelli

Rev:	Prima Emissione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	12/2023	PRIMA EMISSIONE	IRIDE	GEMSA PRO	Eni Plenitude Technical Services S.r.l.

Indice

1	Premessa	4
2	Impostazione metodologica.....	6
3	Quadro conoscitivo	8
3.1	<i>Inquadramento normativo e definizione dei limiti acustici di riferimento</i>	<i>8</i>
3.2	<i>Descrizione del contesto territoriale.....</i>	<i>11</i>
3.3	<i>Caratteristiche anemologiche del sito</i>	<i>13</i>
3.3.1	Il dato storico	13
3.3.2	Il contesto anemologico durante la campagna fonometrica	18
3.4	<i>Individuazione dell'ambito di studio e censimento dei ricettori</i>	<i>22</i>
3.4.1	Definizione delle attuali sorgenti acustiche sul territorio	24
3.5	<i>Caratterizzazione del clima acustico attuale.....</i>	<i>25</i>
3.5.1	La campagna fonometrica eseguita per la caratterizzazione del rumore allo stato attuale 25	
3.5.2	Interazione tra il rumore residuo allo stato attuale e la velocità del vento.....	32
4	Clima acustico nella fase di esercizio	35
4.1	<i>Le caratteristiche emissive degli aerogeneratori.....</i>	<i>35</i>
4.2	<i>La modellazione acustica.....</i>	<i>37</i>
4.2.1	Il software SoundPlan.....	37
4.2.2	Il metodo di calcolo ISO 9613-2	38
4.2.3	Dati di input al modello.....	39
4.3	<i>Il rumore indotto dal funzionamento del campo eolico</i>	<i>39</i>
4.4	<i>La verifica della compatibilità acustica del campo eolico</i>	<i>40</i>
5	Clima acustico nella fase di cantiere	42
5.1	<i>Analisi delle potenziali interferenze acustiche indotte dal Cantiere Mobile</i>	<i>42</i>
5.1.1	Le attività di cantiere previste per la realizzazione del parco eolico	42
5.1.2	La modellazione acustica.....	45
5.1.3	Il rumore indotto dalle attività di cantiere.....	45
5.1.4	La verifica della compatibilità acustica delle attività di cantiere	47
5.1.5	La tipologia di interventi di mitigazione.....	47
5.2	<i>Analisi delle potenziali interferenze acustiche indotte dal Cantiere Fisso.....</i>	<i>49</i>
5.2.1	Le attività di cantiere previste per la realizzazione del parco eolico	49
5.2.2	La modellazione acustica.....	50

5.2.3	Il rumore indotto dalle attività di cantiere	51
5.2.4	La verifica della compatibilità acustica delle attività di cantiere	51
6	Conclusioni	53
6.1	<i>Fase di esercizio</i>	54
6.2	<i>Fase di cantiere</i>	54
7	Appendice A	56
8	Appendice B	60
9	Appendice C	61
10	Appendice D	70
11	Appendice E	74

1 PREMESSA

Nei Comuni di Sambuca di Sicilia (AG), Contessa Entellina (PA) e Santa Margherita di Belice (AG) è prevista la realizzazione di un campo eolico costituito da 20 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 4,5 MW.



Figure 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]	
S01	Contessa Entellina	335417.00	4177748.00	487
S02	Contessa Entellina	334933.00	4177100.00	464
S03	Contessa Entellina	334123.00	4177157.00	388
S04	Contessa Entellina	335479.00	4176182.00	516
S05	Contessa Entellina	332891.00	4176003.00	361
S06	Contessa Entellina	334550.00	4174771.00	515
S07	Contessa Entellina	331802.00	4175522.00	323
S08	Contessa Entellina	333685.00	4174746.00	455
S09	Contessa Entellina	332368.00	4174045.00	427
S10	Sambuca di Sicilia	333922.00	4173948.00	535
S11	Sambuca di Sicilia	333103.00	4173643.00	503
S12	Sambuca di Sicilia	330944.00	4173154.00	288
S13	Sambuca di Sicilia	332087.00	4173020.00	422
S14	Santa Margherita di Belice	329811.00	4172313.00	281
S15	Sambuca di Sicilia	332273.00	4172066.00	342
S16	Santa Margherita di Belice	329540.00	4170743.00	282
S17	Sambuca di Sicilia	331057.00	4170800.00	265
S18	Sambuca di Sicilia	331869.00	4170442.00	276
S19	Sambuca di Sicilia	332399.00	4171074.00	297
S20	Santa Margherita di Belice	329404.00	4169651.00	247

Tabella 1-1 Coordinate geografiche puntuali turbine d'impianto

La torre dell'aerogeneratore è costituita da un tubolare tronco conico suddiviso in più sezioni per una altezza complessiva di 113 m mentre l'altezza massima dell'aerogeneratore (torre + pala) è di 194,5 m. Il rotore ha un diametro max pari a 163 m.

2 IMPOSTAZIONE METODOLOGICA

Lo studio acustico ha tenuto conto di tutti gli aspetti connessi necessari sia alla caratterizzazione acustica ambientale attuale del territorio interessato sia 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 di riferimento, oltre ad individuare i limiti normativi territoriali sulla scorta della normativa nazionale, regionale e comunale vigente, 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 20 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 ambientale attuale o residuo 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 (maggiore è l'intensità del vento, maggiore è la potenza sonora emessa dall'aerogeneratore) 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.

Nello specifico, la campagna fonometrica è stata condotta considerando tre postazioni differenti e misurando i livelli acustici in due periodi di campionamento, uno nel periodo diurno (6.00-22.00) ed uno nel periodo notturno (22.00-6.00). In particolare, al fine di coprire le situazioni di ventosità e direzione del vento a terra e in quota tipiche del sito oggetto di indagine, sono state eseguite 6 misure di tipo "spot", ovvero con durata pari a un'ora. Confrontando il dato anemologico storico (1971-2000) con quello caratterizzante il periodo nel quale sono stati eseguiti i rilievi fonometrici è stato possibile verificare che i dati ottenuti non facciano riferimento ad outliers meteorologici che potrebbero inficiare l'intero processo di analisi. Dalla già menzionata indagine si è appurato che le condizioni in cui sono stati eseguiti i rilievi rispecchiano le condizioni anemologiche tipiche del sito in esame.

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 giorno e notte 104,3 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 20 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 emissione, di immissione assoluta e differenziale 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, riportata in questo paragrafo. 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.

Con Decreto dell'11 settembre 2007 la Regione Sicilia ha emanato le linee guida per la classificazione in zone acustiche del territorio dei comuni della Regione siciliana. Queste, oltre che contenere le metodiche che i Comuni devono seguire durante la fase di redazione del proprio Piano di classificazione acustica, contengono anche indicazioni riguardo le attività temporanee, tra cui i cantieri, e le modalità di autorizzazione della deroga ai limiti di emissione.

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.

Zone	Limite diurno Leq(A)	Limite notturno Leq(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60

Zona A (*)	65	55
Zona B (*)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70
(*) Zone di cui all'art.2 del decreto ministeriale n 1444 del 2/04/1968		

Tabella 3-1).

Zone	Limite diurno Leq(A)	Limite notturno Leq(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (*)	65	55
Zona B (*)	60	50
Zona esclusivamente industriale	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 poiché l'area edificata è inferiore allo 0,5% del totale, né tantomeno di tipo esclusivamente industriale, in quanto quest'ultimo tipo di sorgenti sono poste a buona distanza dalla porzione di territorio indagata. 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). A questi si considerano inoltre i valori di immissione differenziale, ovvero le differenze tra il livello equivalente del rumore ambientale e quello del rumore residuo, fissati a 5 dB(A) nel periodo diurno e 3 dB(A) in quello notturno. A riguardo, il DPCM 14.11.1997 stabilisce che il criterio differenziale non si applica, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile, se il rumore misurato a finestre aperte è inferiore a 50 dB(A) nel periodo diurno (35 dB(A) nel caso di finestre chiuse) e inferiore a 40 dB(A) nel periodo notturno (25 dB(A) nel caso di finestre chiuse).

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 succitate Linee guida regionali disciplinano le attività di cantiere stabilendo orari di lavoro (8:00-19:00, salvo ulteriori restrizioni da parte del Comune), limiti di riferimento (70 dB(A), ovvero 65 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

I comuni di Sambuca di Sicilia e Santa Margherita di Belice sono situati nel territorio della provincia di Agrigento, mentre il comune di Contessa Entellina è situato nella provincia di Palermo.

Il comune di Sambuca di Sicilia si estende per 96,37 km², ha una densità abitativa di 55,27 abitanti/ km² e si trova ad un'altitudine di 350 metri sul livello del mare. Il comune di Santa Margherita di Belice si estende per 67,28 km², ha una densità abitativa di 89,64 abitanti/ km² e si trova ad un'altitudine di 400 metri sul livello del mare. Infine, il comune di Contessa Entellina, si estende per 136,48 km², ha una densità abitativa di 11,02 abitanti/ km² e si trova ad un'altitudine di 571 metri sul livello del mare.

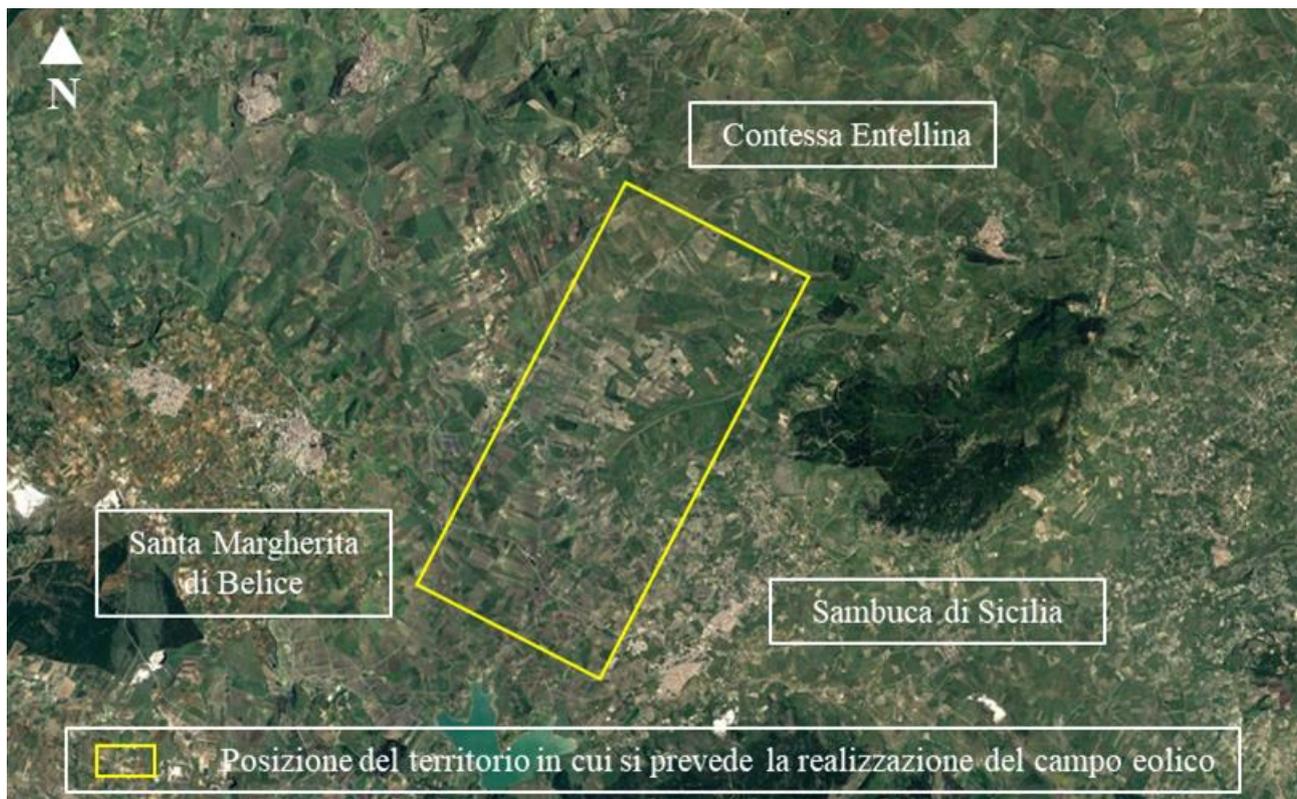


Figure 3-1 Contesto territoriale in cui si prevede l'inserimento del campo eolico

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

- a Nord Est dal centro abitato di Contessa Entellina;
- a Sud Est dal centro abitato di Sambuca di Sicilia;
- a Sud Ovest dal centro abitato di Santa Margherita di Belice oltreché dalla strada statale 683;
- ad Ovest dalla strada statale 624;
- a Sud dalla strada statale 188.

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 dal campo eolico di progetto.

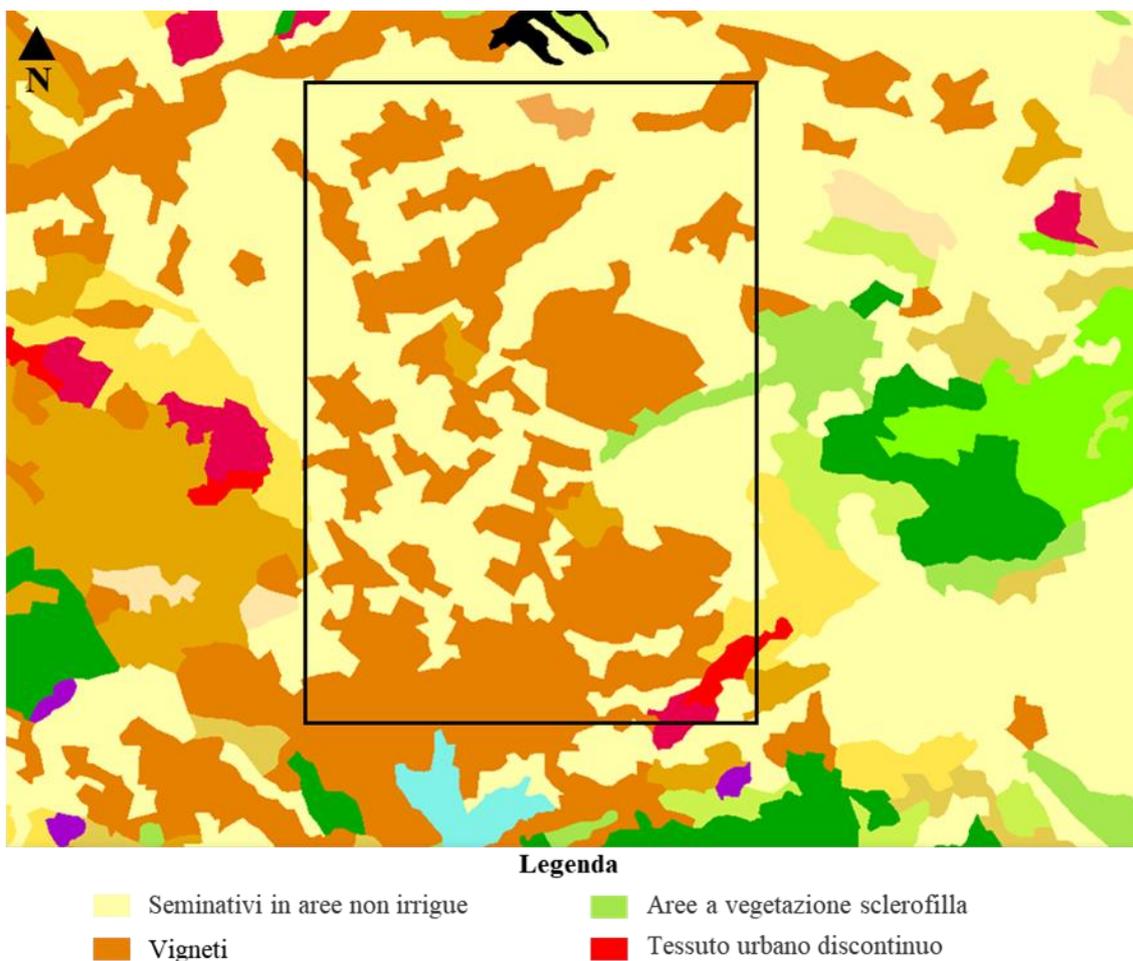


Figura 3-1 Inquadramento area di intervento su Carta uso suolo Corine Land Cover, fonte: Geo portale Regione Sicilia

Come si evince dalla figura, l'area di progetto ricade prevalentemente in terreni ad uso seminativo e vigneti, ed in minima parte da aree a vegetazione sclerofilla e da tessuto urbano discontinuo.

In generale, l'area interessata dalla realizzazione del parco eolico è omogenea per conformazione e caratteristiche meteo climatiche in quanto tutto l'ambito di studio ricade su territori collinari con elevazione compresa tra i 245 m e 535 m s.l.m.

3.3 Caratteristiche anemologiche del sito

Il presente paragrafo è volto all'analisi delle caratteristiche anemologiche dell'area di studio. Tale analisi è strutturata al fine di perseguire una finalità costituita da due fasi consequenziali: in primis occorre analizzare dal punto di vista "storico" il contesto di intervento, definendo in un arco temporale ampio le condizioni di vento che hanno caratterizzato l'area interessata dall'iniziativa progettuale in esame, secondariamente occorre analizzare il dato anemologico che ha caratterizzato le giornate in cui è stata svolta la campagna fonometrica per la caratterizzazione del clima acustico attuale. In questo modo è possibile verificare la coerenza con il dato storico e validare i risultati ottenuti, in quanto non potranno essere associati ad outliers meteorologici che potrebbero inficiare l'intero processo di analisi.

La presente trattazione, pertanto, sarà divisa in due parti principali: "il dato storico" che descrive l'analisi nell'arco temporale di riferimento 1971-2000 e l'analisi del "contesto anemologico di misura" in cui è stata svolta la campagna fonometrica.

3.3.1 Il dato storico

L'analisi delle caratteristiche anemologiche storiche del sito è stata effettuata sulla base dei dati presenti nell'Atlante Climatico dell'Aeronautica Militare. Il quale raccoglie i dati relativi ad un arco temporale di un trentennio, permettendo così la ricostruzione, in termini medi, delle caratteristiche tipiche e prevalenti durante i diversi periodi dell'anno.

L'Atlante è gestito dall'Aeronautica Militare e risulta coerente con quanto espresso dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) dove il clima in generale è definito come lo stato medio delle variabili fisiche atmosferiche, con riferimento ad uno specifico periodo temporale e ad un'area circoscritta.

In particolare, questo paragrafo ha l'obiettivo di analizzare e definire le distribuzioni di frequenza ed intensità dei venti al suolo.

Per il rilevamento dei dati anemologici è stata scelta la stazione meteo più vicina all'area oggetto di studio e per la quale erano disponibili i dati necessari all'analisi. Si tratta, pertanto, della stazione meteorologica di Palermo, distante dall'area di studio circa 50 km dall'area di intervento (cfr. Figura 3-2), che può essere ritenuta significativa delle condizioni meteorologiche dell'area in esame, in

quanto, come riporta il documento dell'APAT "Dati e informazioni per la caratterizzazione della componente Atmosfera e prassi corrente di utilizzo dei modelli di qualità dell'aria nell'ambito della procedura di V.I.A.", le osservazioni rilevate dalle stazioni meteo dell'Aeronautica Militare sono rappresentative di un'area di circa 70 km di raggio.

La stazione meteo di riferimento è inquadrata in Figura 3-2, con le seguenti coordinate UTM:

- Lat: 38,18;
- Long: 13.09.

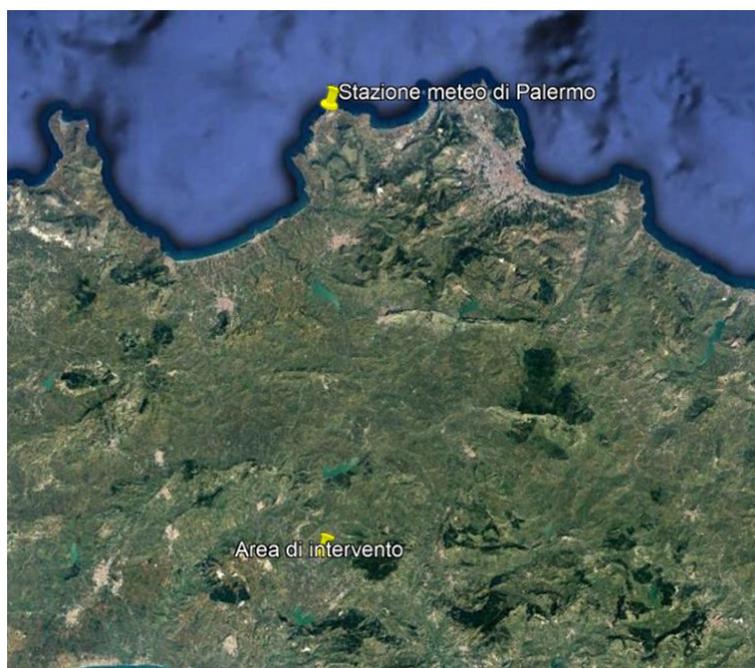


Figura 3-2 Localizzazione della Stazione meteorologica di Palermo, rispetto al campo eolico di progetto

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificare sia la direzione, sia l'entità espressa in m/s, suddivise nelle seguenti classi:

- 0,5 – 3 m/s;
- 3 – 6 m/s;
- > 6 m/s.

Nelle figure seguenti viene riportata, per ciascuna stagione, la rosa dei venti, in cui viene riportata ad ogni direzione di provenienza dei venti la frequenza percentuale e le frequenze percentuali associate di velocità dei venti, espresse in m/s.

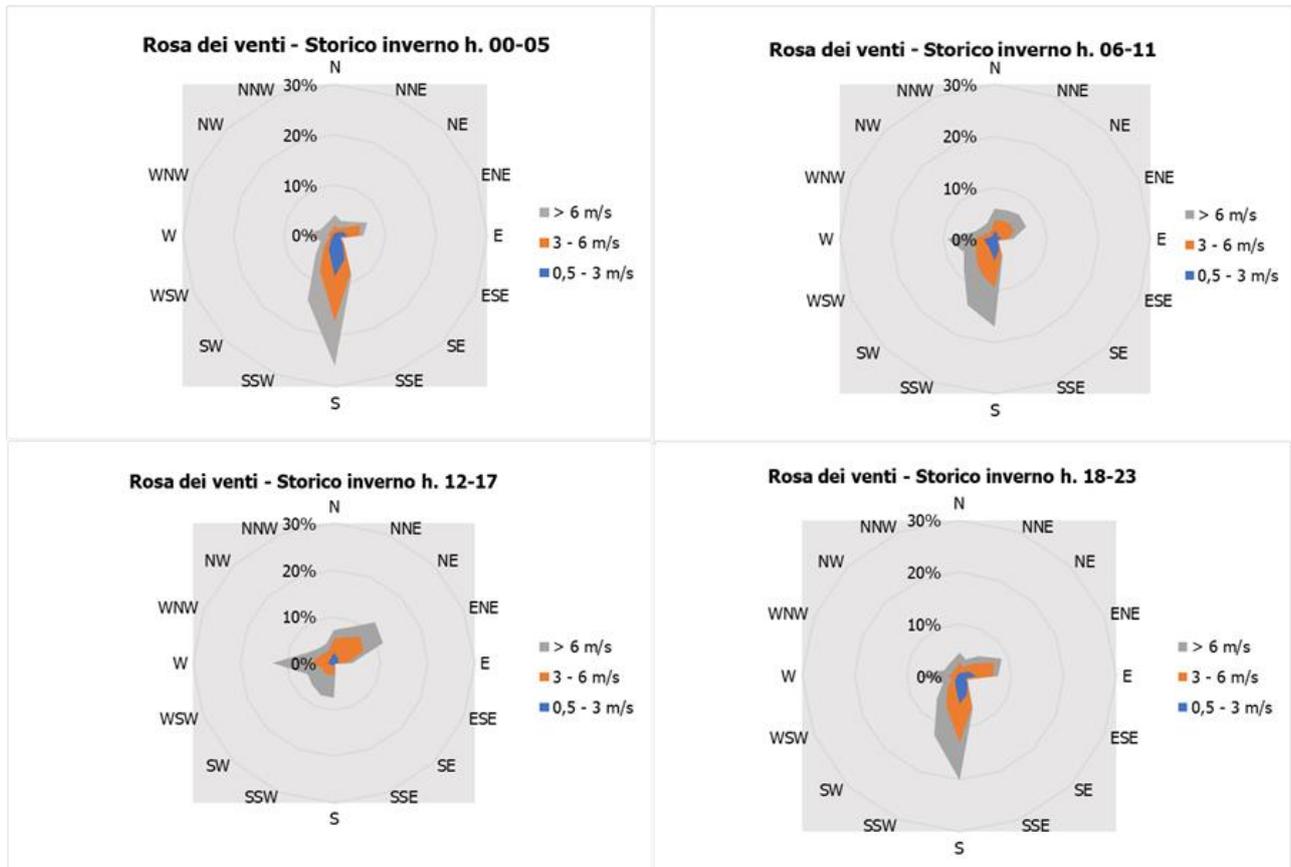


Figura 3-3 Regime anemometrico invernale nei 4 intervalli orari di riferimento (Fonte: Elaborazione dati stazione di Palermo)

L'analisi dei diagrammi mostra per la stagione invernale una prevalenza di venti che spirano dalla direzione S in tutti gli intervalli temporali analizzati, con l'eccezione dell'intervallo 12-17 in cui si registra come direzione prevalente ENE. Le velocità sono concentrate quasi interamente nelle ultime due classi, connotando di fatto una forte stabilità in termini anemometrici.

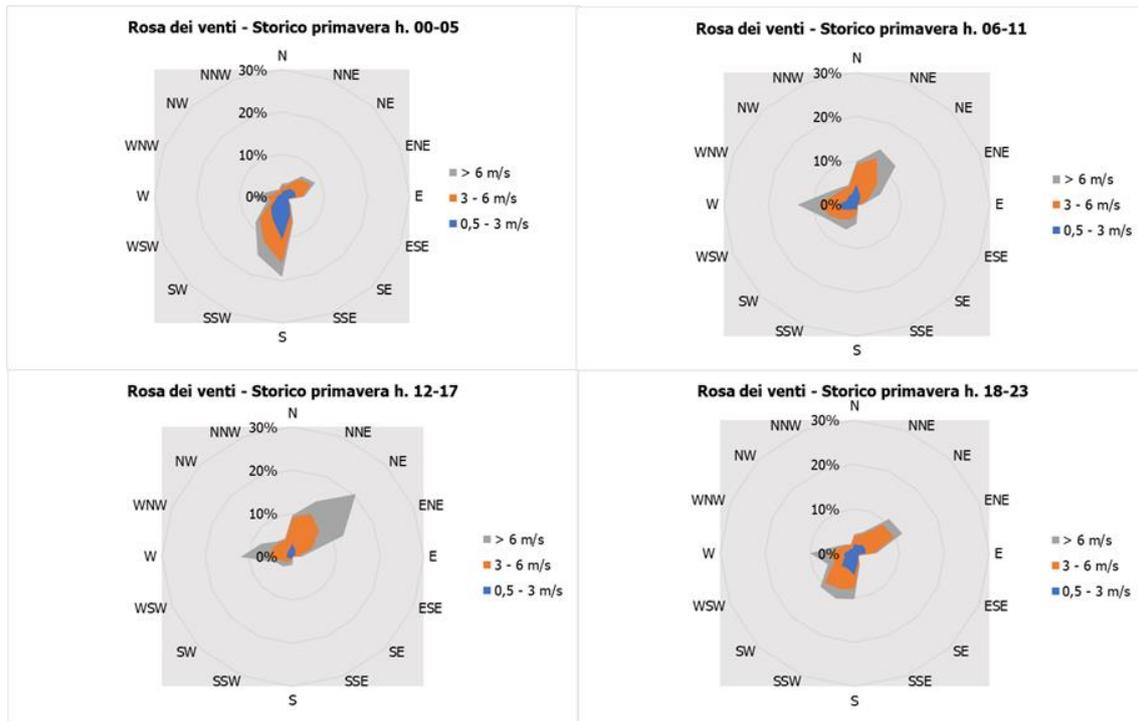


Figura 3-4 Regime anemometrico primaverile nei 4 intervalli orari di riferimento (Fonte: Elaborazione dati stazione di Palermo)

Anche per la stagione primaverile si osserva la stessa tendenza dei venti a spirare con maggiore frequenza da S per la maggioranza degli intervalli temporali, a cui si aggiunge però per il periodo 12-17 una maggiore frequenza di venti che spirano da ENE. La distribuzione di velocità dei venti è simile a quella vista per il periodo invernale.

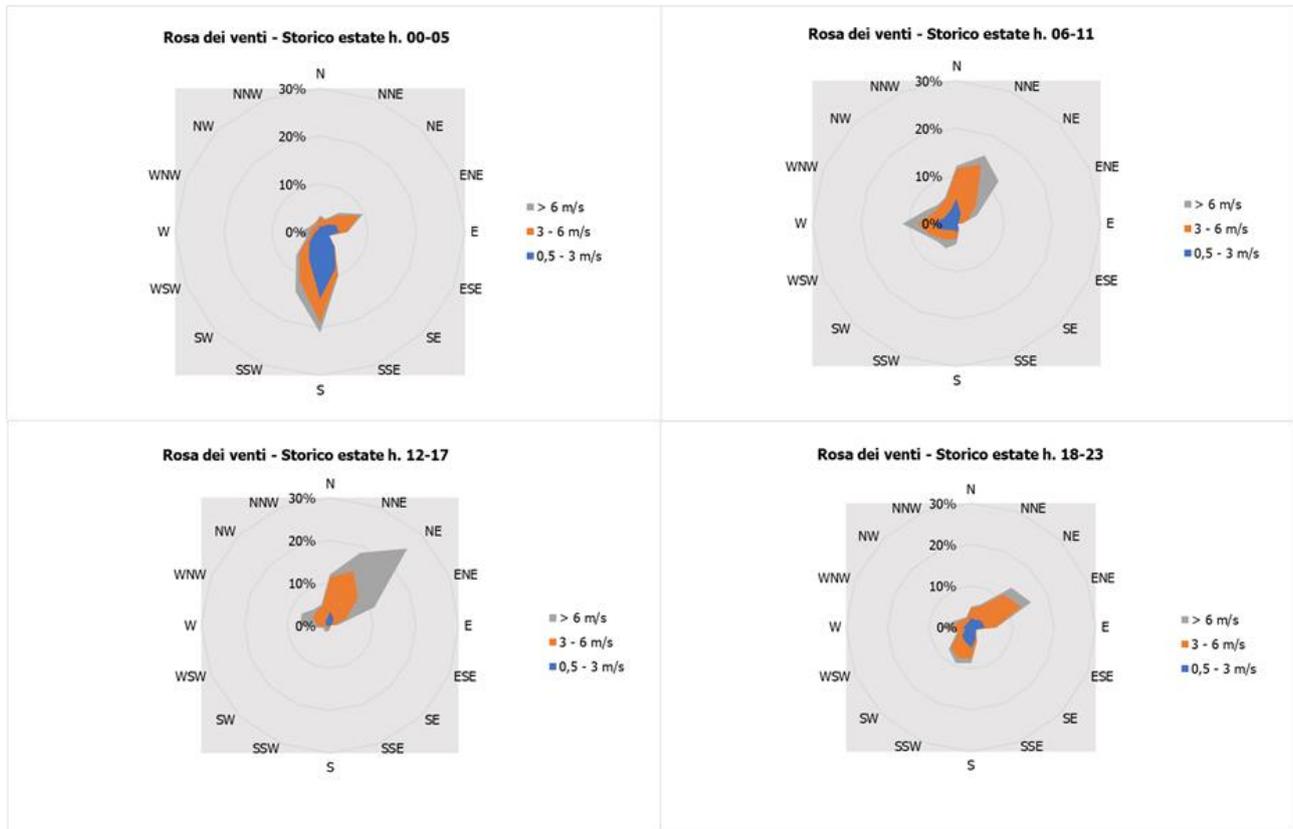


Figura 3-5 Regime anemometrico estivo nei 4 intervalli orari di riferimento (Fonte: Elaborazione dati stazione di Palermo)

Relativamente alla stagione estiva, l'andamento dei venti e le velocità ad essi associate sono pressoché uguali al periodo primaverile.

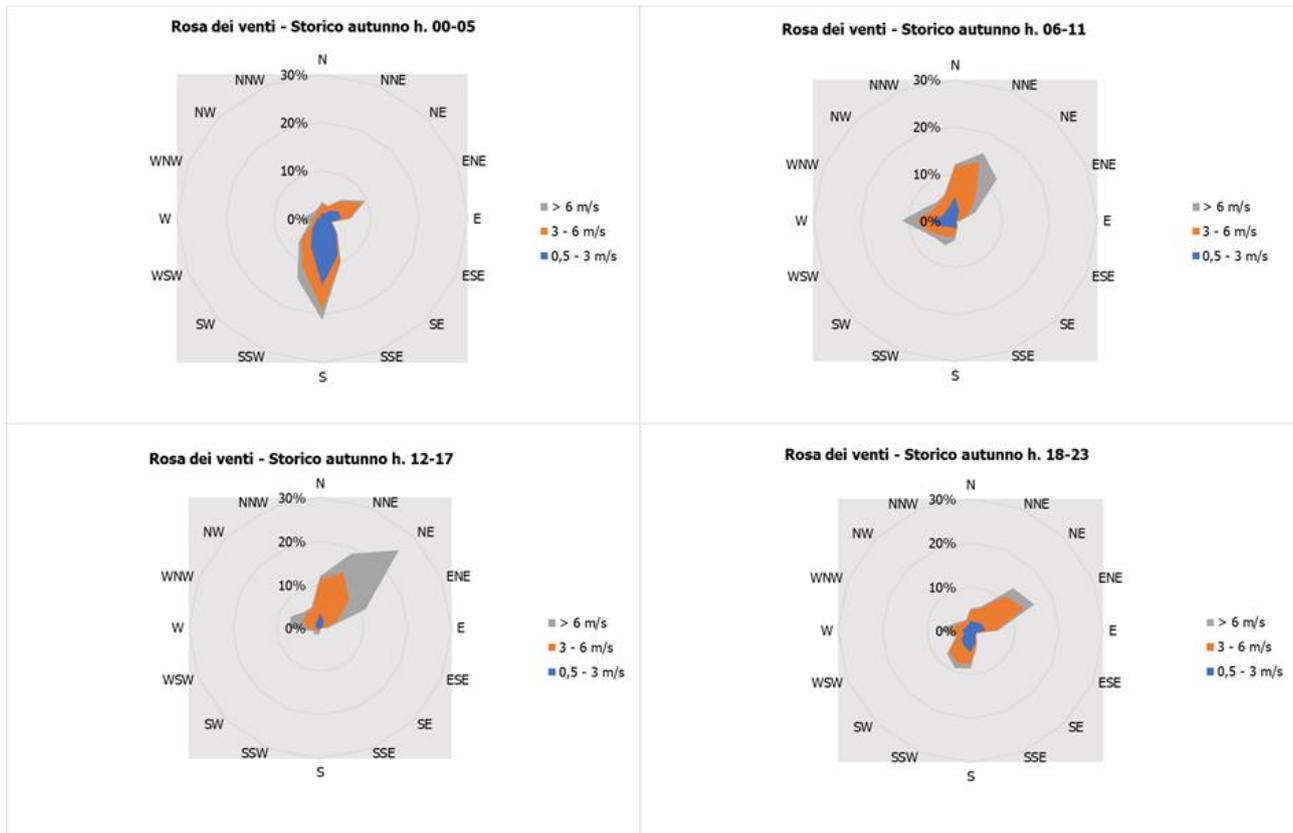


Figura 3-6 Regime anemometrico autunnale nei 4 intervalli orari di riferimento (Fonte: Elaborazione dati stazione di Palermo)

Infine, relativamente alla stagione autunnale, l'andamento dei venti e le velocità ad essi associate sono pressoché uguali alle altre stagioni.

3.3.2 Il contesto anemologico durante la campagna fonometrica

I dati meteorologici vengono costantemente rilevati dagli osservatori e dalle stazioni per poi essere aggregati per l'utilizzo, la trasmissione e l'archiviazione, al fine di potere definire e valutare lo stato meteorologico dell'area di interesse.

In particolare, i dati meteorologici relativi al dato attuale sono stati ricavati a partire dalle misurazioni registrate dalla stazione di Palermo utilizzata per effettuare l'analisi storica dei principali parametri meteorologici caratterizzanti il territorio. Nello specifico, la stazione di monitoraggio scelta ha registrato, per l'anno 2022, misurazioni con una frequenza di 30 minuti, per un totale di 2 misurazioni l'ora.

L'intensità del vento registrata si mantiene pressoché costante durante l'anno. In particolare, l'intensità del vento raggiunge diversi picchi presentando però un valore massimo a novembre pari a 18 m/s. La velocità media annua dei venti è pari a circa 4,4 m/s.

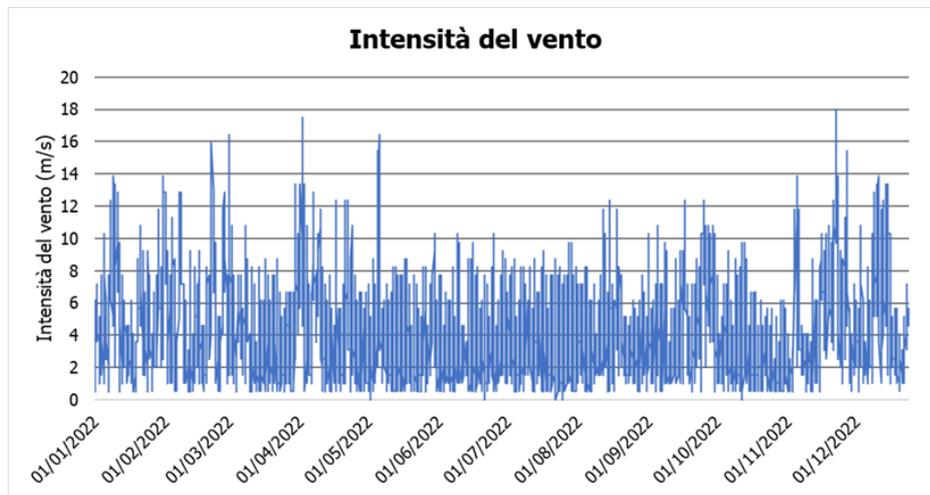


Figura 3-7 Intensità del vento (Fonte: Elaborazione dati stazione di Palermo)

In relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento, Figura 3-8, si nota come le direzioni prevalenti siano S, che si verifica in circa il 15% delle ore dell'anno, e NE - NNE, che invece si verificano in circa il 12% delle ore dell'anno.

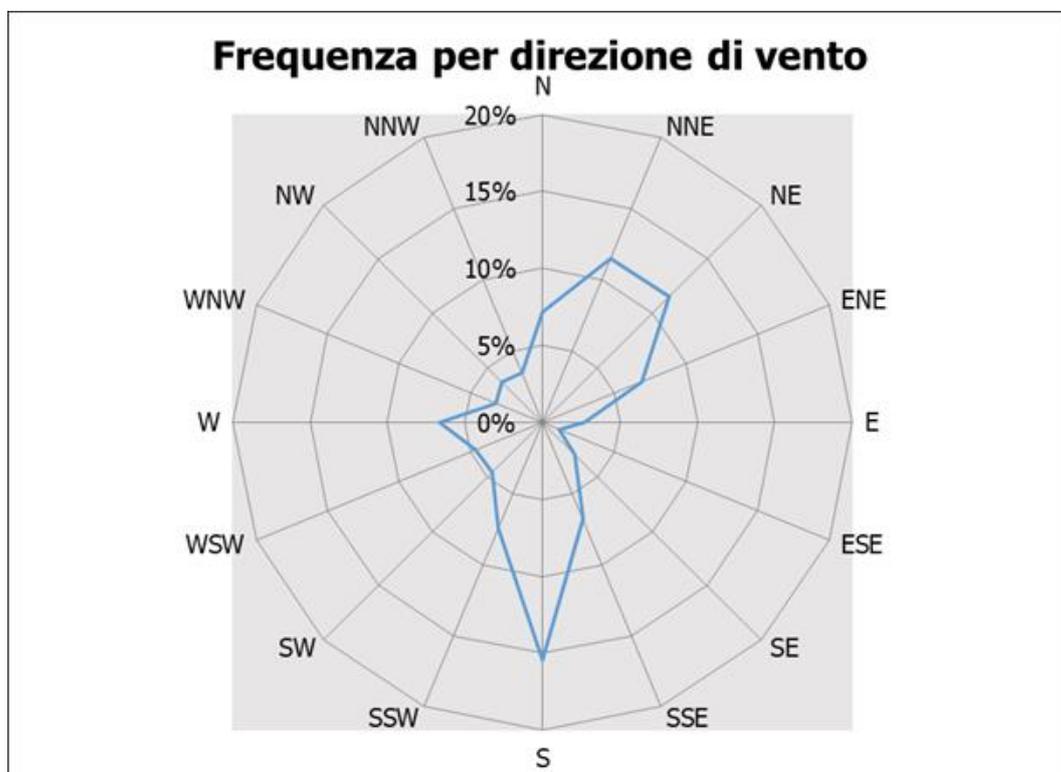


Figura 3-8 Frequenza per direzione di vento (Fonte: Elaborazione dati stazione di Palermo)

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi. Tale analisi, precedentemente effettuata negli anni dal 1992 al 2021, è stata ripetuta per l'anno di riferimento in modo tale da poter effettuare un confronto.

Dalle figure seguenti si può effettuare il confronto tra i dati storici con i dati relativi all'anno di riferimento, suddivisi per stagioni. In coerenza a quanto visto per il dato storico, la prima stagione analizzata è la stagione invernale.

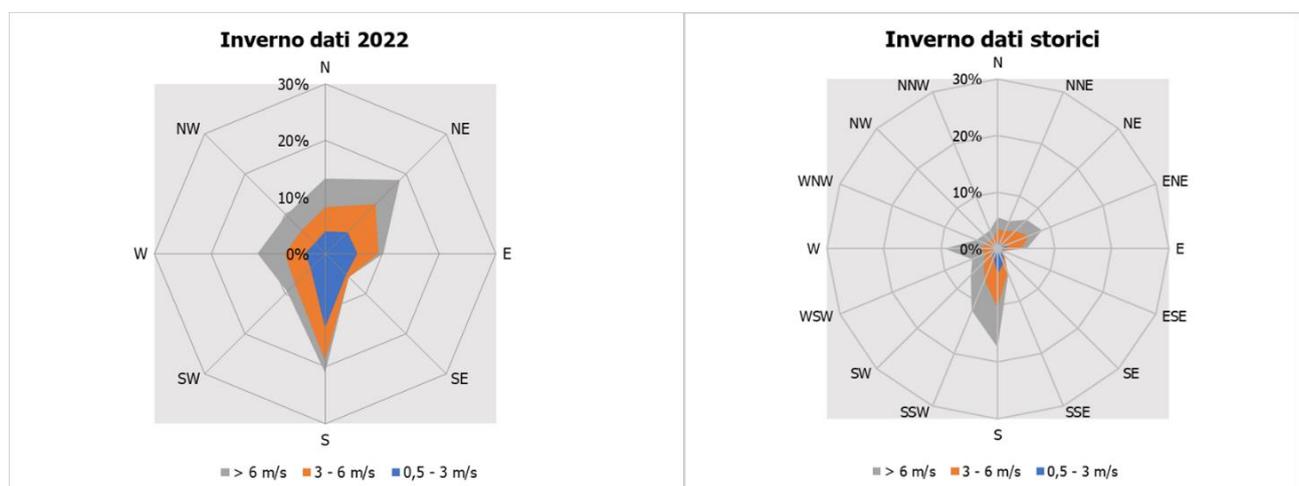


Figura 3-9 Confronto dati anemometrici stagione invernale

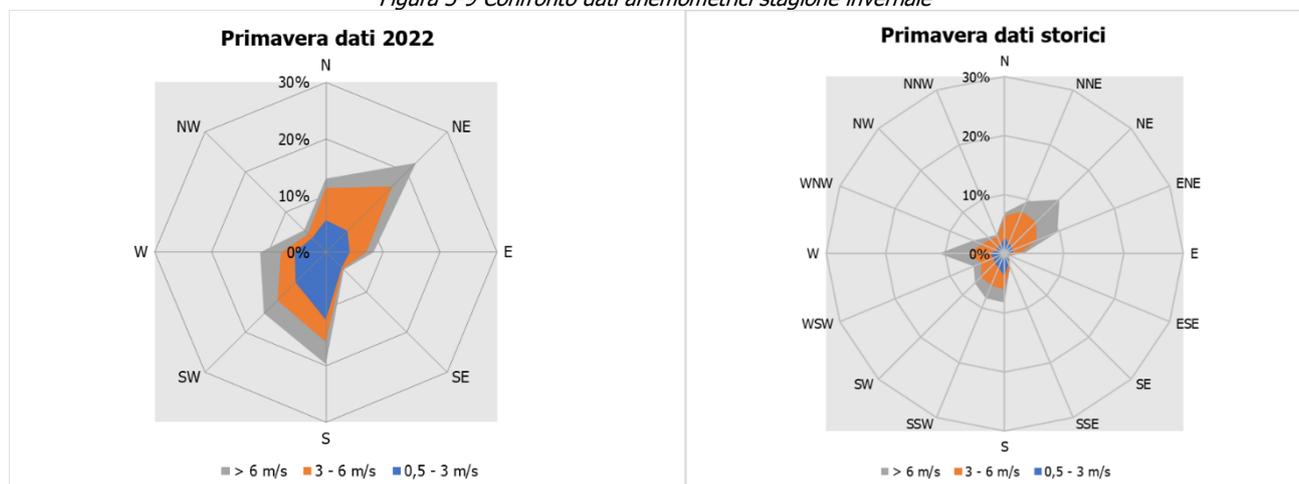


Figura 3-10 Confronto dati anemometrici stagione primaverile

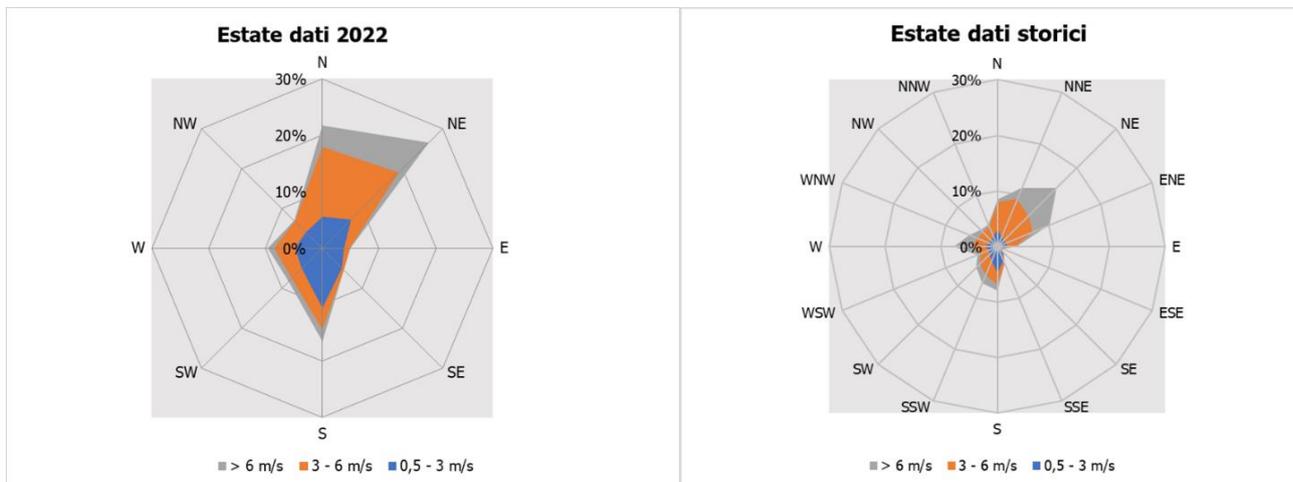


Figura 3-11 Confronto dati anemometrici stagione estiva

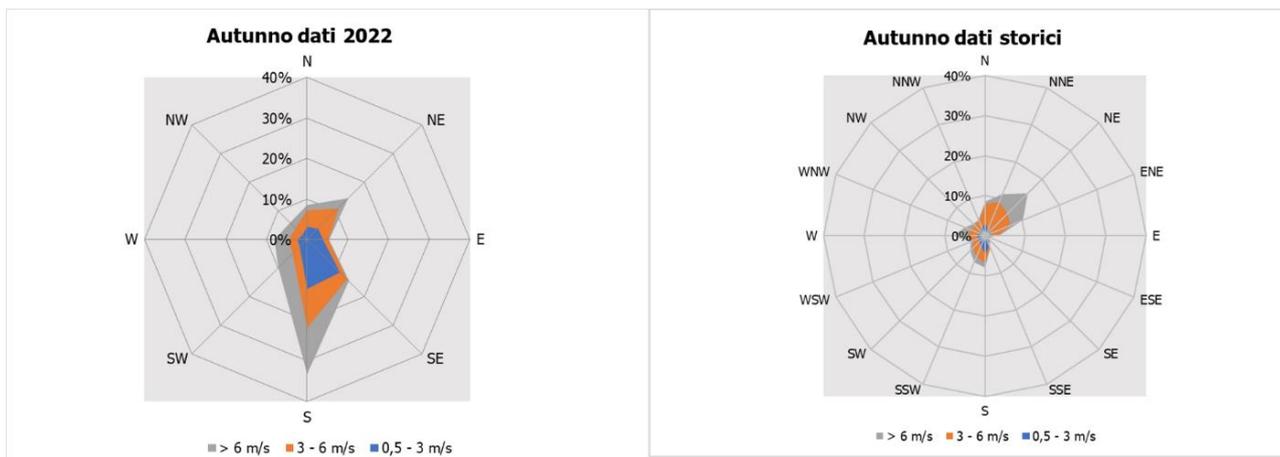


Figura 3-12 Confronto dati anemometrici stagione autunnale

Dal confronto risulta come le direzioni principali dei venti siano rimaste invariate nell'anno preso in esame.

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti in relazione all'aspetto meteorologico, è possibile evidenziare in generale, sia in termini anemometrici che termici, una buona corrispondenza del dato attuale relativo al 2022 con i dati storici, registrati dal 1992 al 2021 dalla stazione di Palermo.

Pertanto, può essere considerato attendibile l'intervallo di analisi per l'anno 2022, che verrà nel prosieguo della trattazione adottato per le simulazioni modellistiche.

3.4 Individuazione dell'ambito di studio e censimento dei ricettori

Per 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, mentre per la realizzazione del cavidotto è stata definita una fascia con ampiezza pari a 300m per ciascun lato, che segue il tracciato del cavidotto di progetto.

L'ambito di studio complessivo del parco eolico in studio è definito dall'involuppo delle 20 singole aree, ciascuna definita per ogni aerogeneratore secondo il suddetto criterio.



Legenda

- Ambito di studio aerogeneratori
- Ambito di studio cavidotto

Figura 3-13 Ambito di studio e turbine di progetto

Prendendo dunque l'area definita in Figura 3-13 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. A scopo del tutto cautelativo, alcuni fabbricati agricoli non permanentemente abitati, sono stati considerati come residenziali.

Il territorio che ricade all'interno dell'ambito di studio è prettamente naturale, poco antropizzato, con alcune aree a destinazione agricola. 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).

Nella tabella presente in Appendice C vengono riportati i codici identificativi, l'uso in atto, i riferimenti geografici e la distanza dall'aerogeneratore di progetto più vicino ai 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.

3.4.1 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. La disamina ha consentito di escludere la presenza di qualunque tipo di sorgente che possa concorrere all'alterazione dell'attuale clima acustico e/o fornire effetti di disturbo cumulativi indotti dall'inserimento nel contesto territoriale degli aerogeneratori di progetto.

Per quanto riguarda le infrastrutture viarie, all'interno dell'ambito di studio si segnala la presenza di sorgenti acustiche, a nord la strada provinciale 37, a sud la strada statale 188 e la strada provinciale 70, ad est la strada provinciale 69 mentre ad ovest la strada provinciale 44.

In ultimo, non si rileva la presenza di linee ferroviarie interne all'ambito di studio.

La Figura 3-14 descrive dal punto di vista grafico le considerazioni appena menzionate.

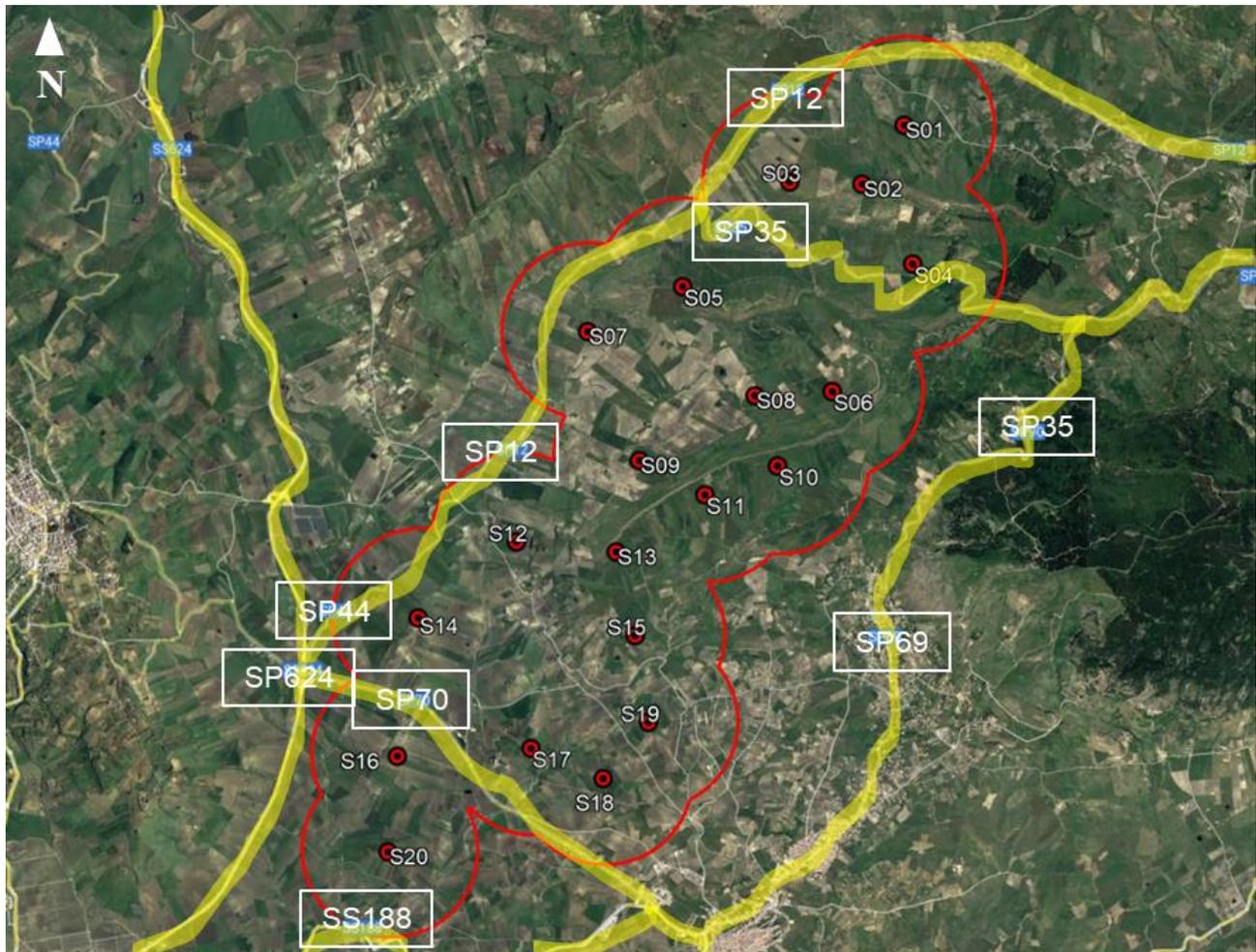


Figura 3-14 Sorgenti stradali più vicine agli aerogeneratori di progetto.

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 tre 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 18.03.1998, 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 11452 con certificato di taratura del produttore 01dB emesso in data 13 dicembre 2021 (vedi appendice A);
- Fonometro integratore e analizzatore in frequenza 01dB Fusion s/n 11140 con certificato di taratura del produttore 01dB emesso in data 16 dicembre 2021 (vedi appendice A);
- Fonometro integratore e analizzatore in frequenza 01dB Fusion s/n 12345 con certificato di taratura del produttore 01dB emesso in data 21 dicembre 2021 (vedi appendice A);
- Calibratore del livello sonoro 01dB Cal01 s/n 86764 con certificato di taratura emesso dal produttore 01dB il 9 febbraio 2023 (vedi appendice A);
- Treppiedi ed accessori di completamento;
- Sistema di analisi con software 01dB dBTrait.

Le misure sono state eseguite il 06 aprile 2023 nelle tre postazioni individuate in figura seguente RUM_01, RUM_02 e RUM_03. 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.

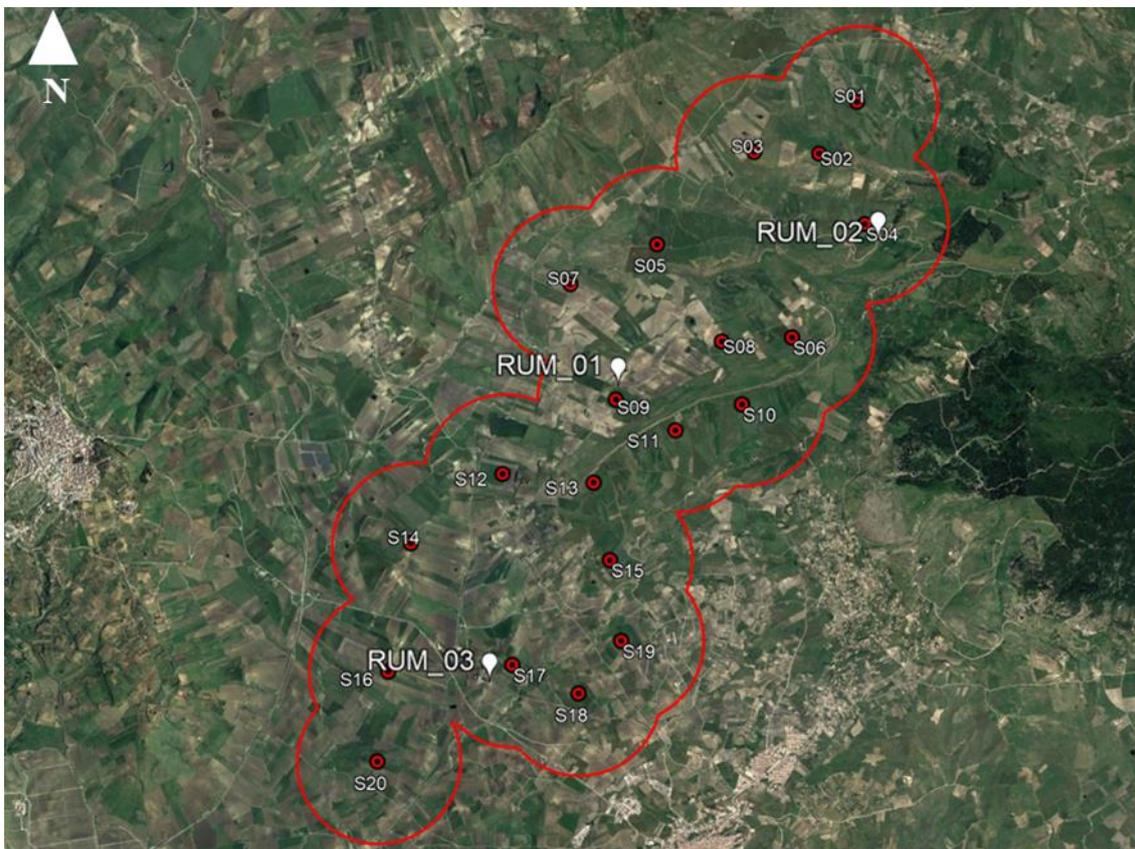


Figura 3-15 Localizzazione dei punti di misura RUM_01, RUM_02 e RUM_03 rispetto al campo eolico di progetto



RUM_01



RUM_02



RUM_03

Figura 3-16 Posizione dei fonometri nelle tre postazioni di misura RUM_01, RUM_02 e RUM_03

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 $Leq(A)$ 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.

Punto di misura: RUM_01										
Misura	Orario	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L1
1	08:00-09:00	51	27,6	69,8	32,8	36,7	39	47,3	54,8	59,9
2	00:00-01:00	46,2	18,3	88,4	18,9	19,2	19,5	22,6	30,7	49,9

Tabella 3-2 Livelli acustici rilevati per il punto RUM_01 nelle 2 misure eseguite

Punto di misura: RUM_02										
Misura	Orario	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L1
1	08:00-09:00	52,4	19,8	84	22,1	23,9	25	32,4	50	64,1
2	00:00-01:00	51,9	18,1	82,4	18,9	19,3	19,7	24,9	51,8	62,5

Tabella 3-3 Livelli acustici rilevati per il punto RUM_02 nelle 2 misure eseguite

Punto di misura: RUM_03										
Misura	Orario	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L1
1	08:00-09:00	40,2	23,4	65,4	26,1	28,1	29,2	33,5	39,4	52,1
2	00:00-01:00	31,7	19,4	54,9	20,1	21	21,4	23,5	33,2	43,8

Tabella 3-4 Livelli acustici rilevati per il punto RUM_03 nelle 2 misure eseguite

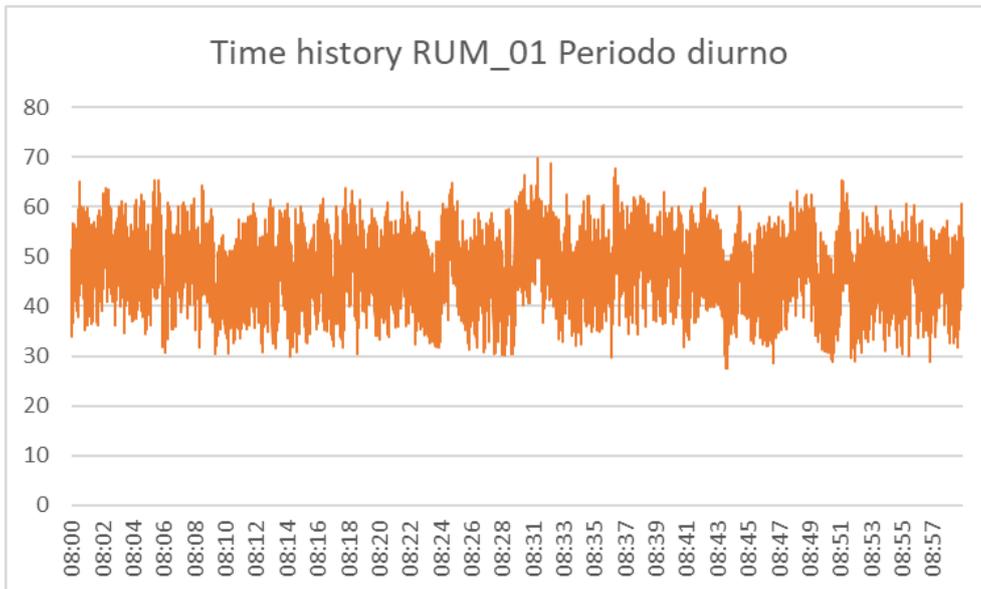


Figura 3-17 Punto di misura RUM_01: misura 1 (periodo diurno)

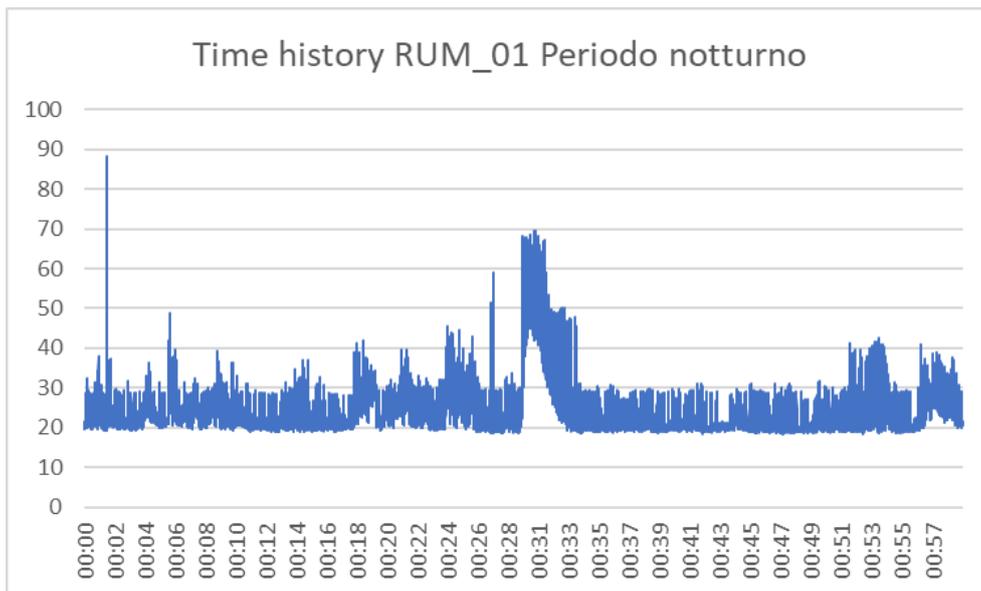


Figura 3-18 Punto di misura RUM_01: misura 2 (periodo notturno)

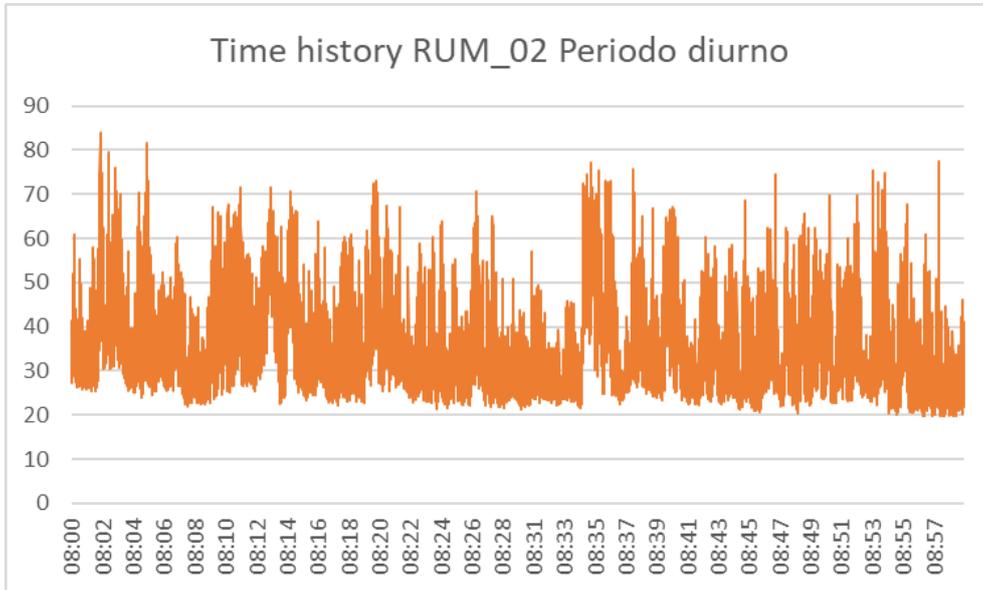


Figura 3-19 Punto di misura RUM_02: misura 1 (periodo diurno)

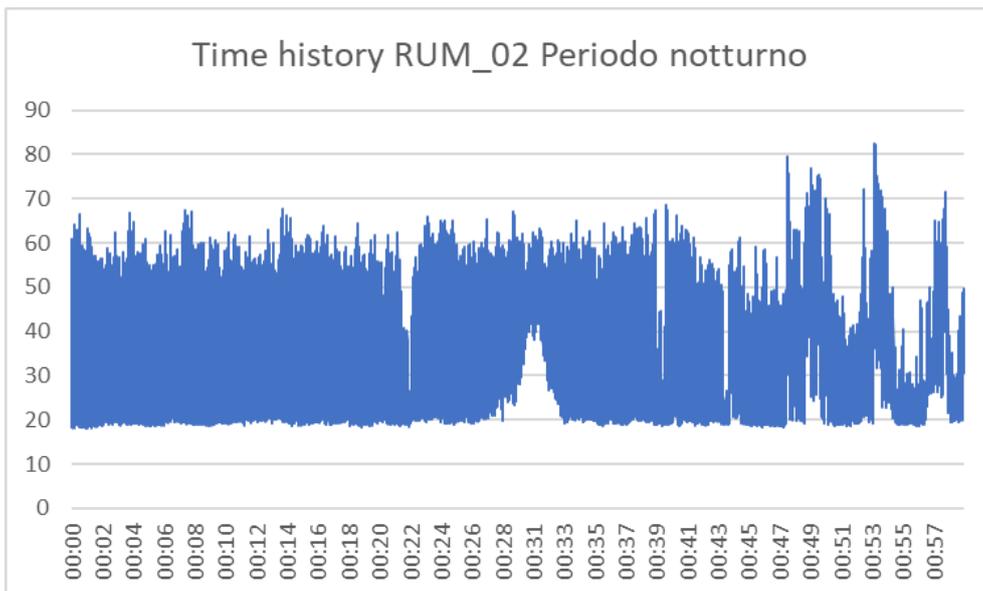


Figura 3-20 Punto di misura RUM_02: misura 2 (periodo notturno)

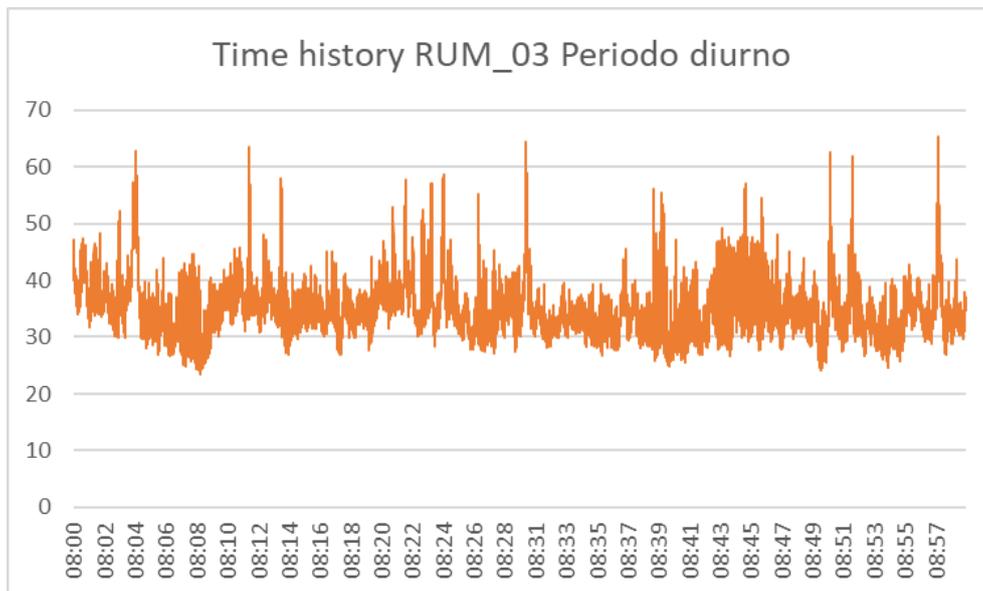


Figura 3-21 Punto di misura RUM_03: misura 1 (periodo diurno)

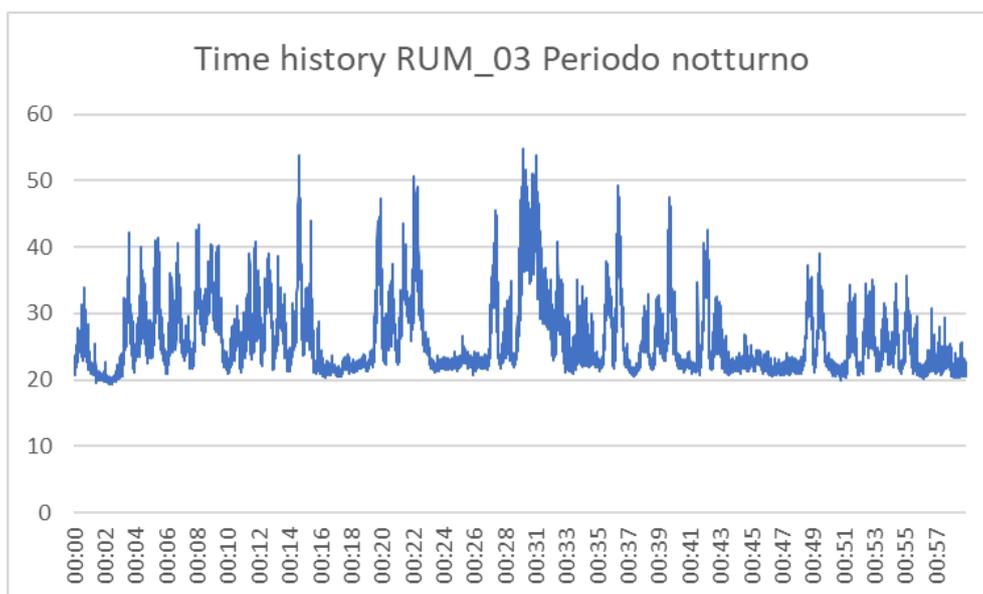


Figura 3-22 Punto di misura RUM_03: misura 2 (periodo notturno)

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	51	46,2
RUM_02	52,4	51,9
RUM_03	40,2	31,7

Tabella 3-5 Sintesi dei valori in $L_{eq}(A)$ rilevati nei tre punti nel periodo diurno e notturno

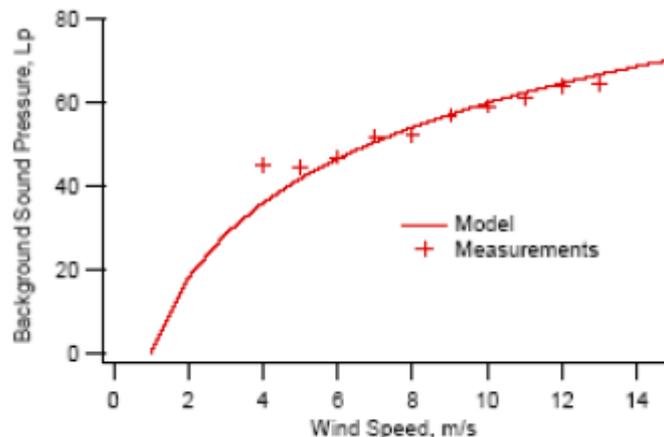
3.5.2 Interazione tra il rumore residuo allo stato attuale e la velocità del vento

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 sulla scorta dei suddetti rilievi fonometrici.

In linea generale il rumore residuo è indotto sia da fonti naturali, ovvero dall'interazione del 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 di fondo 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 $Leq(A)$ del rumore residuo. In particolare, i tre 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 in cima ad una collina a 421 m s.l.m., RUM_02 è posizionato a 543 m s.l.m., mentre RUM_03 è posizionato a 260 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.

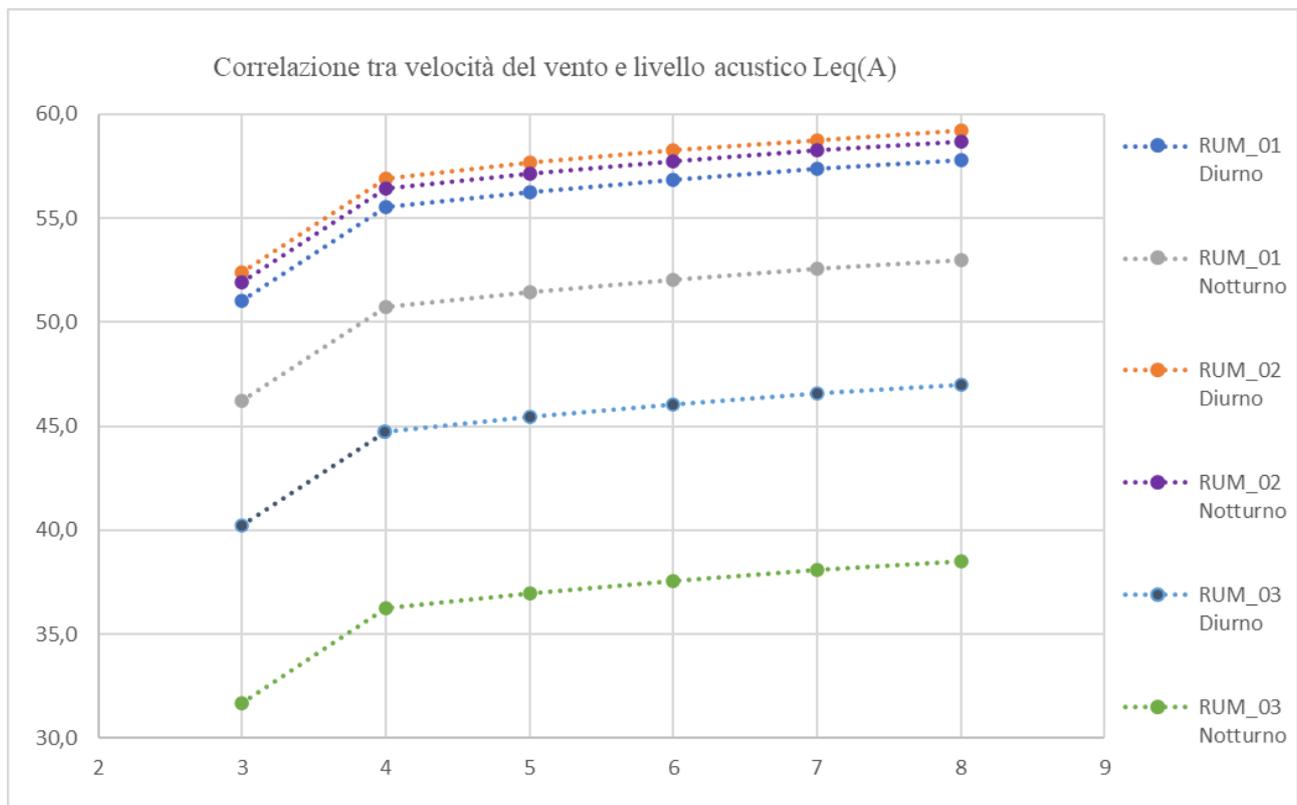


Figura 3-23 Correlazione tra velocità del vento e livello acustico $Leq(A)$ del rumore naturale di fondo (rumore residuo) sulla base dei dati fonometrici rilevati

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.

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	51,0	55,5	56,3	56,9	57,4	57,8
	Notturmo	46,2	50,7	51,5	52,1	52,6	53,0
RUM_02	Diurno	52,4	56,9	57,7	58,3	58,8	59,2
	Notturmo	51,9	56,4	57,2	57,8	58,3	58,7
RUM_03	Diurno	40,2	44,7	45,5	46,1	46,6	47,0
	Notturmo	31,7	36,2	37,0	37,6	38,1	38,5

Tabella 3-6 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 20 aerogeneratori di potenza unitaria di 4,5 MW, ciascuno dei quali caratterizzato da una altezza del mozzo di 113 m e un diametro del rotore di 163 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 un rumore di natura a banda larga 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 a quanto previsto 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 104,3 dB(A). Oltre tale velocità e fino a quella di "cut-out" la potenza sonora si mantiene costante.

Nello specifico tale modalità di funzionamento è prevista per le turbine evidenziate in tabella seguente.

Turbina	Coordinate UTM		Lw periodo diurno [dB(A)]	Lw periodo notturno [dB(A)]
	Long. E [m]	Lat. N [m]		
S01	335417.00	4177748.00	104,3	104,3
S02	334933.00	4177100.00	104,3	104,3
S03	334123.00	4177157.00	104,3	104,3
S04	335479.00	4176182.00	104,3	104,3
S05	332891.00	4176003.00	104,3	104,3
S06	334550.00	4174771.00	104,3	104,3
S07	331802.00	4175522.00	104,3	104,3
S08	333685.00	4174746.00	104,3	104,3
S09	332368.00	4174045.00	104,3	104,3
S10	333922.00	4173948.00	104,3	104,3
S11	333103.00	4173643.00	104,3	104,3
S12	330944.00	4173154.00	104,3	104,3
S13	332087.00	4173020.00	104,3	104,3
S14	329811.00	4172313.00	104,3	104,3
S15	332273.00	4172066.00	104,3	104,3
S16	329540.00	4170743.00	104,3	104,3
S17	331057.00	4170800.00	104,3	104,3
S18	331869.00	4170442.00	104,3	104,3
S19	332399.00	4171074.00	104,3	104,3
S20	329404.00	4169651.00	104,3	104,3

Tabella 4-1 Potenze sonore diurne e notturne

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

- ❖ altezza mozzo: 113 m;
- ❖ diametro rotore: 163 m;
- ❖ potenza nominale: 4,5 MW;
- ❖ livello di potenza sonora diurno: 104,3 dB(A) ad una velocità del vento di 8 m/s
- ❖ livello di potenza sonora notturno: 104,3 dB(A) ad una velocità del vento di 8 m/s

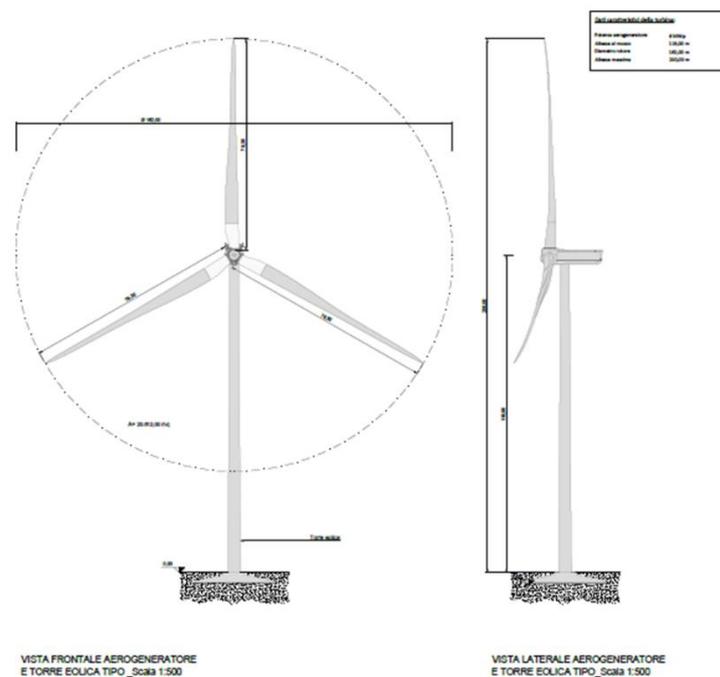


Figura 4-1 Vista aerogeneratore

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 "raggi". 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 ricevitore 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 diurne (6.00 - 22.00) degli aerogeneratori (Livello di potenza sonora singola turbina eolica pari a 104,3 dB(A)) modellate in SoundPlan con lo specifico strumento "turbina eolica";
5. Caratteristiche emissive notturne (22.00 - 6.00) degli aerogeneratori (Livello di potenza sonora singola turbina eolica pari a 104,3 dB(A)) modellate in SoundPlan con lo specifico strumento "turbina eolica";
6. 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 diurno (6.00-22.00)" e "Curve di isolivello acustico del campo eolico nella fase di funzionamento notturno (22.00-6.00)" sono riportate le mappature acustiche diurne e notturne in termini di $Leq(A)$. Le curve sono rappresentate con passo di 1 dB fino al valore dei 40 dB(A).

Si tiene a sottolineare che la potenza sonora emissiva delle turbine eoliche in questo caso specifico è costante: nel periodo diurno e notturno è assunta pari a 104,3 dB(A). Il risultato in $Leq(A)$ risulta differenziato per i due periodi di riferimento previsti dalla normativa. I suddetti elaborati grafici

rappresentano quindi le condizioni di massima emissione del campo eolico.

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 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. Tali valori sono riportati nella Tabella 9 (riga "Rumore campo eolico").

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 i comuni di Sambuca di Sicilia, Contessa Entellina e Santa Margherita di Belice (in cui ricade l'ambito di studio acustico) dotati 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 concerne 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.

In questo caso, la verifica del criterio differenziale viene eseguita all'esterno dell'edificio, in questo modo non si tiene conto di alcun fattore "standard" connesso all'abbattimento acustico dell'involucro edilizio in dB(A) che potrebbe indurre ad una eccessiva approssimazione del risultato.

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 dei comuni di Sambuca di Sicilia, Contessa Entellina e Santa Margherita di Belice;

- 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 ante operam misurato nelle tre postazioni di misura (si associa il valore della postazione di misura più vicino);
- 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.

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 Sambuca 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 si ritenga 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.



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.

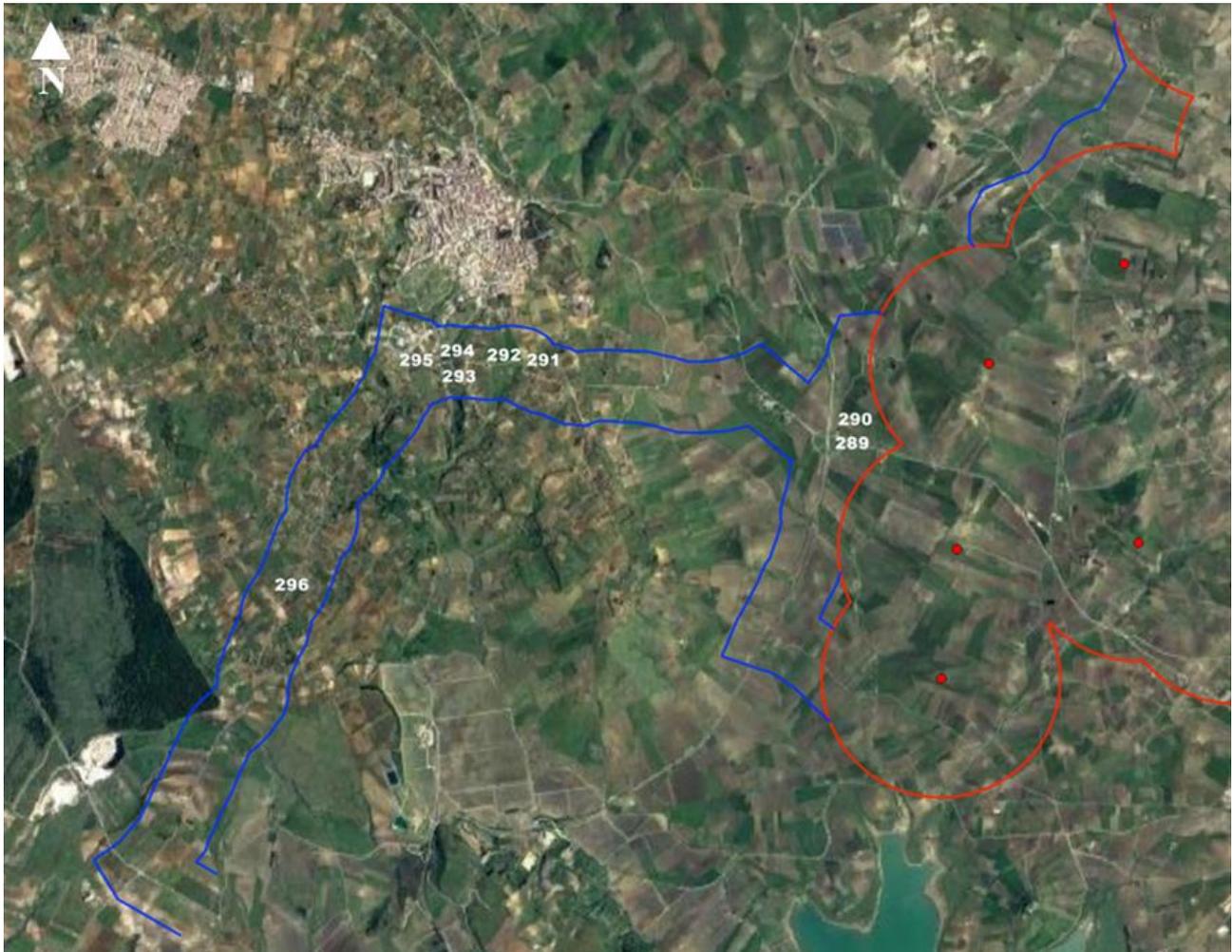


Figura 5-2 Localizzazione scenario di simulazione Cantiere Mobile

Dalla precedente figura risulta che i ricettori più prossimi all'area d'intervento sono 8, di cui 1 edificio residenziale e 7 depositi o similari censiti come "Altri ricettori".

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	
Escavatore	111,2	117,1	110,6	107,1	104,3	102,2	100,3	96	110,6	1	0,75
Autocarro	107,6	98,9	94	96	98,1	97	95,5	92,8	103,4	1	0,75
Pala gommata	115	108,1	105,1	99,5	97,4	95,7	91,9	87,8	115	1	0,9
Rullo	116	112,6	105,5	101,2	98	96,6	92,9	84,5	105,1	1	0,5
Totale con % di impiego	118,0	117,3	111,3	107,5	105,2	103,4	101,2	97,1	111,4	-	-

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 100 m e larghezza 10 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.

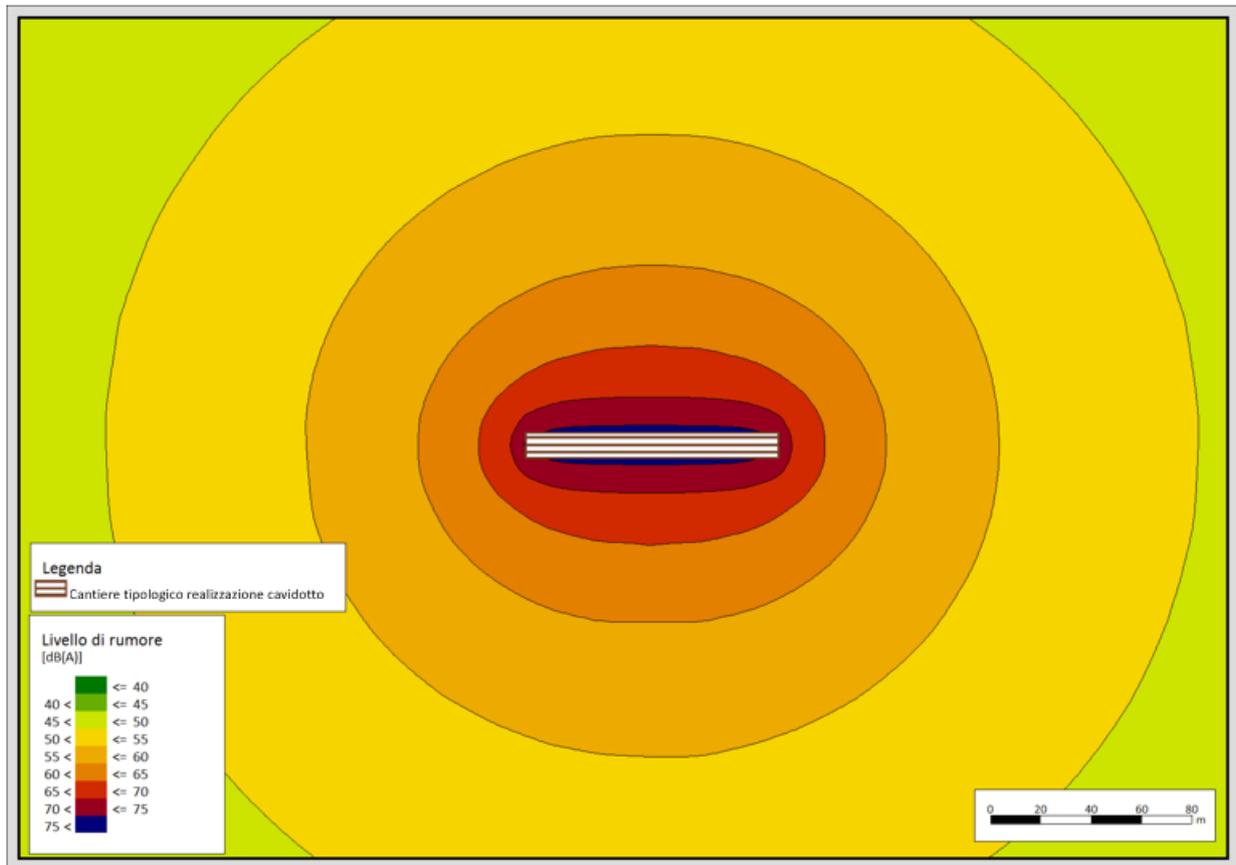


Figura 5-3 Mappatura acustica in planimetria: cantiere mobile connesso alla realizzazione del cavidotto

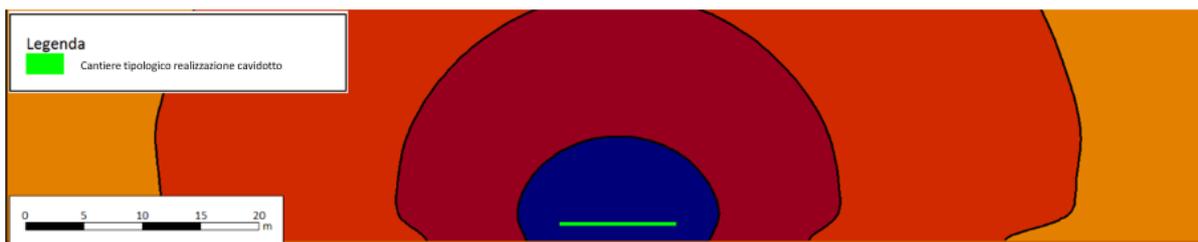


Figura 5-4 Mappatura acustica in sezione verticale: cantiere mobile connesso cantiere mobile connesso alla realizzazione del cavidotto.

A valle della mappatura acustica è stata definita la distanza che intercorre tra il fronte dell'area di lavoro e il limite della curva di isolivello dei 70 dB(A). Tale distanza è pari a circa 9 m.

5.1.4 La verifica della compatibilità acustica delle attività di cantiere

Al fine di verificare le interferenze è stata calcolata la distanza ricettore – curva limite di isolivello.

In Tabella 5-2, vengono riportate le risultanze delle analisi condotte per i soli ricettori residenziali che si trovano ad una distanza inferiore dalla curva limite di isolivello:

Codice ricettore	Destinazione d'uso	Distanza curva limite di isolivello [m]	Distanza fronte di cantiere – facciata edificio più esposta [m]
R296	Residenziale	9	6

Tabella 5-2 Edifici residenziali presenti nell'ambito di studio del cantiere mobile con distanza inferiore dalla curva limite di isolivello

5.1.5 La tipologia di interventi di mitigazione

Quale mitigazione acustica per il contenimento della rumorosità indotta dalle attività di cantiere, si è individuata l'installazione di barriere antirumore di tipo mobile lungo le aree di lavoro.

Per la modellazione delle barriere acustiche è stato considerato un coefficiente di assorbimento acustico relativo a pannelli di medie prestazioni il cui spettro delle frequenze risulta il seguente:

Frequenza [Hz]	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
Coefficiente di assorbimento	0,3	0,45	0,6	0,6	0,7	0,75	0,8	0,8	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,8	0,75	0,7

Tabella 5-3 Coefficiente di assorbimento in funzione dello spettro delle frequenze per le barriere fonoassorbenti considerate

All'interno del modello di calcolo, le barriere antirumore di tipo mobile sono state computate con un'altezza di 3 m e posizionate lungo la recinzione delle aree di lavorazione con una estensione pari a 100 metri.

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 in presenza di barriere antirumore.

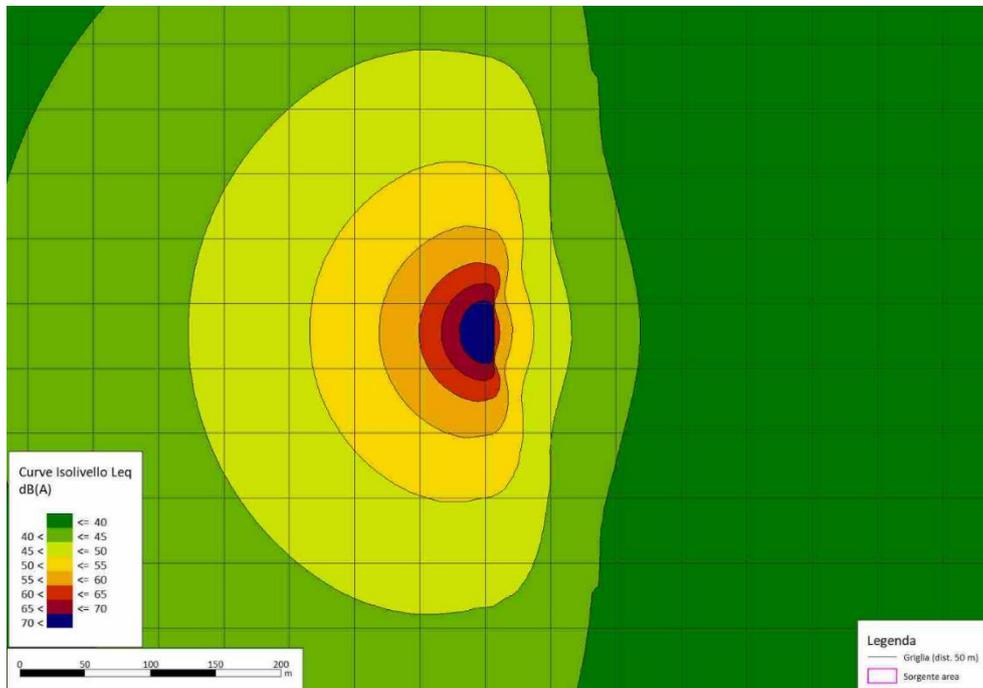


Figure 5-1 Mappatura acustica in planimetria: cantiere mobile in presenza di barriera antirumore

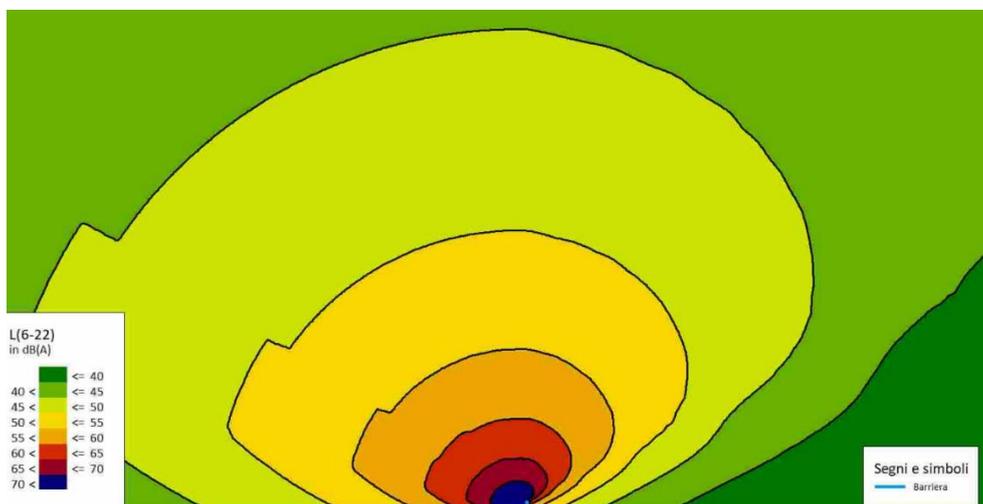


Figure 5-2 Mappatura acustica in sezione verticale: cantiere mobile in presenza di barriera antirumore

Nella tabella seguente si riporta la distanza tra il fronte dei lavori e il limite della curva di isolivello in presenza di barriera antirumore.

Codice ricettore	Destinazione d'uso	Distanza curva limite di isolivello con barriera antirumore [m]	Distanza fronte di cantiere – facciata edificio più esposta [m]
R296	Residenziale	3	6

Tabella 5-4 Edificio residenziale con precedente superamento e distanza curva limite di isolivello con barriera antirumore

Attraverso l'adozione degli interventi di mitigazione descritti, il ricettore R296, il quale presentava un superamento dei limiti normativi, risulta mitigato.

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 5-5, 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.

Stima della potenza sonora complessiva per singola fase di cantiere			
Fondazioni aerogeneratori			
<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 ferri armatura	Autocarro	96,2	96,2
Posa del calcestruzzo	Betoniera	99,6	108,5
	Pompa	107,9	
Reinterro	Escavatore	107,4	107,4
Piazzole e strade di accesso			
<i>Fase lavorativa</i>	<i>Macchinari utilizzati</i>	<i>Potenze sonore</i>	<i>Somma</i>

		<i>dB(A)</i>	<i>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
Montaggio aerogeneratori			
<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 5-5 Livelli di potenza sonora complessivi per fase lavorativa

A partire dai livelli di potenza sonora complessivi individuati in Tabella 5-5, 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 per tutto il periodo diurno e 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.

Come detto, la lavorazione più critica è costituita dall'insieme dei macchinari necessari al riporto del terreno relativo alla realizzazione di piazzole e strade di accesso, virtù del maggior numero di mezzi impiegati e delle relative potenze sonore emissive. 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.

Le curve della mappatura acustica rappresentate fino al livello dei 50 dB(A) e passo 2 dB(A) sono riportate nell'elaborato grafico "Curve di isolivello acustico del campo eolico nella fase di corso d'opera". Queste si riferiscono al solo periodo diurno essendo le attività di cantiere previste di giorno per una durata complessiva di 8 ore.

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 (riga "Rumore 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 dalle linee guida approvate dalla Regione con Decreto dell'11 settembre 2007 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 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 succitate linee guida regionali. Queste individuano un valore di riferimento di 70 dB(A) in corrispondenza dei ricettori che si riduce a 65 dB(A) nel caso di livelli acustici all'interno delle abitazioni.

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 che dei 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.

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

- Rumore indotto dalla fase di cantiere (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 postazioni di misura;
- Rumore ambientale, ovvero il rumore complessivo dato dalla somma dei due suddetti contributi.

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.

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 20 aerogeneratori nei comuni di Sambuca di Sicilia e Santa Margherita di Belice situati nella provincia di Agrigento e nel comune di Contessa Entellina in provincia di Palermo.

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 20 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 residuo attuale, 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 (104,3 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).

6.1 Fase di esercizio

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.

Il rumore aerodinamico è un rumore di natura a banda larga 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.

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 104,3 dB(A). Oltre tale velocità e fino a quella di "cut-out" la potenza sonora si mantiene costante.

La Legge Quadro sull'inquinamento acustico 447/95 stabilisce che non vada effettuata la verifica dei limiti acustici definiti al paragrafo precedente 3.1 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.

6.2 Fase di cantiere

Le principali attività di cantiere sono quelle connesse alla realizzazione degli aerogeneratori, in quanto opere principali del parco eolico.

L'impostazione metodologica assunta per la fase di corso d'opera prevede la verifica dell'interferenza sul clima acustico attuale indotta dalla fase di cantiere più critica, ovvero quella a maggior emissione acustica.

A tal fine sono stati valutati due distinti scenari: il primo relativo al fronte avanzamento lavori per lo scavo del cavidotto ed un secondo legato alle attività svolte presso i cantieri di tipo fisso.

Per entrambi gli scenari è stata considerata una durata delle lavorazioni pari a un turno di otto ore nel periodo di riferimento diurno.

Come fatto per l'analisi previsionale relativa all'esercizio del nuovo campo eolico, 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 quanto riguarda il cantiere mobile, 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. Per ciascun cantiere la potenza emissiva acustica è pari alla somma energetica delle potenze sonore dei macchinari impiegati.

Nello specifico sono state considerate quali attività maggiormente impattanti quelle relative allo scavo del cavidotto per le quali sono stati considerati i mezzi di cantiere riportati in Tabella 5-1-

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.

Al fine di verificare le interferenze è stata calcolata la distanza ricevitore – curva limite di isolivello dalla quale si evince come sussistano condizioni di superamento del livello limite dei 70 dB(A) nel periodo diurno di un ricevitore e per il quale è previsto l'utilizzo di opere di mitigazione acustica. Quale mitigazione acustica per il contenimento della rumorosità indotta dalle attività di cantiere, si è individuata l'installazione di barriere antirumore di tipo mobile lungo le aree di lavoro.

Attraverso l'adozione degli interventi di mitigazione, ovvero di barriere antirumore, il ricevitore residenziale R296, per il quale nello scenario corso d'opera presentava un superamento dei limiti normativi, rispetta i limiti normativi vigenti.

7 APPENDICE A

Certificati di taratura della strumentazione



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

06 2023263 06 2023263
www.laisas.com info@laisas.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



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

06 2023263 06 2023263
www.laisas.com info@laisas.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 227/2882
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 10
Page 1 of 10

- Data di Emissione: **2021/12/16**
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 **11140**
serial number

- data delle misure **2021/12/16**
date of measurements

- registro di laboratorio **CT 376/21**
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 Saffroni



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

06 2023263 06 2023263
www.laisax.com info@laisax.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 227/2884
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 10
Page 1 of 10

- Data di Emissione: 2021/12/21
date of issue

- cliente I.R.I.D.E. S.r.l.
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 12345
serial number

- data delle misure 2021/12/21
date of measurements

- registro di laboratorio CT 378/21
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 Sistioli



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

06 2022263 06 2022263
www.laitar.com info@laitar.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 227/3265
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 5
Page 1 of 5

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

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

- destinatario: **Idem**
address

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
(Assessing Officer)


Refano Santoli

8 APPENDICE B

Tecnico competente in acustica ambientale


Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica

- Home
- Tecnici Competenti in Acustica
- Corsi
- Login

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

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

9 APPENDICE C

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R1	Altri ricettori	694,23	328813,49	4172352,97
R2	Altri ricettori	700,13	328819,76	4172292,26
R3	Altri ricettori	675,08	328836,57	4172344,69
R4	Altri ricettori	676,17	328842,90	4172279,60
R5	Altri ricettori	679,46	328840,71	4172298,60
R6	Altri ricettori	664,46	328853,91	4172325,95
R7	Altri ricettori	659,99	328857,08	4172350,16
R8	Altri ricettori	645,08	328874,11	4172349,23
R9	Altri ricettori	777,34	328903,21	4171509,01
R10	Altri ricettori	751,19	329051,24	4168892,81
R11	Altri ricettori	517,24	329068,65	4169128,27
R12	Altri ricettori	372,34	329079,14	4169272,40
R13	Altri ricettori	385,16	329123,39	4170398,39
R14	Altri ricettori	632,03	329151,13	4169008,38
R15	Altri ricettori	678,53	329183,77	4168955,31
R16	Altri ricettori	400,36	329210,73	4170366,87
R17	Altri ricettori	435,03	329217,39	4170325,69
R18	Altri ricettori	231,67	329290,21	4170534,46
R19	Altri ricettori	483,76	329309,81	4170289,47
R20	Altri ricettori	491,55	329340,08	4172850,82
R21	Altri ricettori	900,32	329352,73	4168742,22
R22	Altri ricettori	189,56	329479,56	4169472,64
R23	Altri ricettori	527,07	329807,65	4169304,55
R24	Altri ricettori	767,37	329972,95	4169130,52
R25	Altri ricettori	612,87	330016,23	4169728,66
R26	Altri ricettori	684,71	330117,27	4171123,60
R27	Altri ricettori	677,84	330151,48	4171042,78
R28	Altri ricettori	679,17	330158,79	4171032,71
R29	Altri ricettori	679,43	330162,49	4171024,74
R30	Altri ricettori	678,70	330186,16	4170996,47
R31	Altri ricettori	919,31	330265,00	4170018,06

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R32	Altri ricettori	925,78	330271,51	4169999,23
R33	Industriale	687,62	330389,51	4171021,66
R34	Altri ricettori	788,33	330395,61	4171242,86
R35	Altri ricettori	651,49	330424,12	4172551,27
R36	Altri ricettori	764,65	330437,49	4170345,15
R37	Altri ricettori	500,10	330439,20	4172815,69
R38	Altri ricettori	737,01	330469,90	4171254,15
R39	Altri ricettori	364,17	330504,28	4172935,48
R40	Altri ricettori	591,60	330529,18	4171077,55
R41	Altri ricettori	391,65	330566,86	4172883,39
R42	Altri ricettori	494,52	330584,02	4170641,48
R43	Residenziale	424,68	330638,02	4170644,43
R44	Altri ricettori	771,24	330635,68	4170149,82
R45	Altri ricettori	433,19	330654,91	4170621,49
R46	Altri ricettori	402,04	330661,06	4170684,50
R47	Altri ricettori	480,68	330679,62	4170498,56
R48	Altri ricettori	31,98	330685,64	4173219,16
R49	Altri ricettori	452,13	330692,29	4170526,34
R50	Altri ricettori	167,56	330722,74	4173432,38
R51	Altri ricettori	967,09	330728,64	4171988,26
R52	Altri ricettori	143,01	330733,22	4173400,81
R53	Altri ricettori	460,76	330746,81	4173733,80
R54	Altri ricettori	977,87	330737,95	4171988,49
R55	Altri ricettori	769,08	330739,34	4170098,12
R56	Residenziale	352,15	330757,81	4171000,78
R57	Altri ricettori	814,90	330771,25	4170032,89
R58	Residenziale	765,46	330791,01	4171541,04
R59	Residenziale	762,48	330826,20	4171551,68
R60	Altri ricettori	543,25	330848,85	4170295,86
R61	Altri ricettori	437,63	330939,04	4172708,26
R62	Altri ricettori	387,28	330946,61	4173555,37
R63	Altri ricettori	661,70	330986,90	4173861,22
R64	Altri ricettori	963,19	331006,55	4172179,09

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R65	Altri ricettori	540,72	331013,94	4172607,41
R66	Altri ricettori	346,18	331030,16	4171180,57
R67	Altri ricettori	575,32	331044,27	4172582,26
R68	Altri ricettori	182,74	331062,56	4171016,51
R69	Altri ricettori	695,64	331067,11	4174988,78
R70	Altri ricettori	803,35	331071,92	4173969,36
R71	Altri ricettori	415,45	331100,64	4175501,96
R72	Altri ricettori	916,60	331104,70	4174092,66
R73	Residenziale	559,09	331105,61	4175142,70
R74	Altri ricettori	401,43	331111,28	4172777,13
R75	Altri ricettori	425,99	331115,37	4172758,20
R76	Altri ricettori	640,16	331154,91	4170059,06
R77	Altri ricettori	795,96	331168,40	4172093,62
R78	Altri ricettori	772,40	331192,37	4172123,61
R79	Altri ricettori	361,54	331180,52	4175652,93
R80	Altri ricettori	599,86	331211,13	4171431,50
R81	Altri ricettori	363,15	331239,68	4175762,63
R82	Altri ricettori	274,37	331248,95	4175595,49
R83	Altri ricettori	333,35	331276,21	4173052,68
R84	Altri ricettori	720,49	331268,71	4172295,83
R85	Altri ricettori	681,10	331306,42	4172303,12
R86	Altri ricettori	566,07	331306,76	4172713,66
R87	Altri ricettori	361,48	331317,54	4175827,35
R88	Altri ricettori	664,96	331327,29	4172314,73
R89	Altri ricettori	745,89	331347,60	4171767,37
R90	Altri ricettori	731,26	331354,69	4171781,99
R91	Altri ricettori	608,56	331370,40	4172113,68
R92	Altri ricettori	743,09	331374,68	4171733,16
R93	Altri ricettori	327,18	331382,12	4175223,63
R94	Residenziale	912,01	331450,66	4169620,74
R95	Altri ricettori	547,22	331462,37	4172364,71
R96	Altri ricettori	99,40	331468,18	4170619,87
R97	Altri ricettori	99,86	331480,42	4170642,81

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R98	Altri ricettori	609,29	331481,57	4171810,54
R99	Altri ricettori	556,63	331494,28	4172452,65
R100	Altri ricettori	558,66	331501,20	4171878,39
R101	Altri ricettori	654,15	331515,64	4171705,23
R102	Altri ricettori	521,03	331524,27	4172426,14
R103	Altri ricettori	242,65	331541,10	4173224,93
R104	Altri ricettori	916,47	331554,85	4169570,75
R105	Altri ricettori	603,87	331576,07	4171715,48
R106	Altri ricettori	288,86	331588,79	4172913,64
R107	Altri ricettori	295,23	331599,60	4172895,43
R108	Altri ricettori	568,52	331601,53	4171494,30
R109	Altri ricettori	462,28	331612,12	4171881,60
R110	Altri ricettori	552,58	331619,46	4172603,32
R111	Altri ricettori	478,51	331623,59	4171342,72
R112	Altri ricettori	511,33	331616,37	4171399,73
R113	Residenziale	504,57	331626,26	4171411,86
R114	Altri ricettori	124,37	331654,77	4173194,37
R115	Altri ricettori	468,22	331656,76	4171393,04
R116	Altri ricettori	124,66	331653,92	4173169,47
R117	Altri ricettori	278,07	331670,27	4170835,75
R118	Altri ricettori	319,82	331682,50	4170174,73
R119	Altri ricettori	423,27	331699,88	4171373,85
R120	Altri ricettori	314,52	331754,75	4175203,46
R121	Altri ricettori	538,81	331751,07	4171620,18
R122	Altri ricettori	325,43	331779,21	4175856,00
R123	Industriale	958,19	331782,63	4169479,90
R124	Industriale	910,95	331797,47	4169512,64
R125	Altri ricettori	330,27	331786,05	4171053,76
R126	Altri ricettori	527,63	331792,96	4171638,50
R127	Altri ricettori	564,82	331803,20	4174952,82
R128	Altri ricettori	872,79	331812,80	4176436,66
R129	Altri ricettori	391,12	331818,10	4171806,24
R130	Residenziale	435,55	331825,95	4171556,52

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R131	Altri ricettori	332,80	331840,10	4171424,35
R132	Altri ricettori	404,53	331848,44	4171532,89
R133	Altri ricettori	308,94	331875,88	4171427,37
R134	Altri ricettori	390,61	331879,67	4171786,39
R135	Altri ricettori	379,52	331885,16	4170057,98
R136	Altri ricettori	166,33	331932,19	4172335,33
R137	Altri ricettori	211,01	331944,68	4171956,14
R138	Altri ricettori	115,44	331966,93	4172295,17
R139	Residenziale	369,64	331959,73	4172277,32
R140	Altri ricettori	395,53	331986,67	4170057,32
R141	Altri ricettori	125,65	332029,12	4173905,72
R142	Altri ricettori	35,00	332049,10	4171211,75
R143	Altri ricettori	63,40	332052,84	4172149,95
R144	Altri ricettori	366,52	332081,60	4175275,15
R145	Altri ricettori	843,74	332100,39	4169620,77
R146	Altri ricettori	408,56	332121,09	4171677,67
R147	Altri ricettori	712,51	332129,99	4169772,66
R148	Altri ricettori	350,99	332141,04	4170828,01
R149	Altri ricettori	241,02	332157,01	4171440,80
R150	Altri ricettori	957,06	332208,81	4169541,14
R151	Altri ricettori	428,24	332215,15	4175666,88
R152	Altri ricettori	441,84	332233,54	4175658,30
R153	Altri ricettori	416,21	332293,14	4170404,64
R154	Altri ricettori	206,45	332320,87	4171853,19
R155	Altri ricettori	264,75	332371,20	4170805,75
R156	Altri ricettori	353,46	332369,47	4170719,13
R157	Altri ricettori	209,48	332385,60	4174263,33
R158	Altri ricettori	519,95	332392,90	4170413,67
R159	Altri ricettori	406,26	332404,46	4171485,46
R160	Residenziale	630,77	332500,16	4170346,04
R161	Altri ricettori	746,58	332529,35	4170082,52
R162	Altri ricettori	750,91	332544,75	4176876,82
R163	Altri ricettori	199,80	332566,51	4174113,59

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R164	Altri ricettori	351,58	332580,38	4171881,03
R165	Residenziale	200,94	332587,57	4170982,73
R166	Altri ricettori	368,36	332588,27	4170749,65
R167	Altri ricettori	428,97	332610,94	4172338,85
R168	Residenziale	264,31	332672,99	4171103,12
R169	Altri ricettori	423,87	332695,38	4172149,57
R170	Altri ricettori	449,49	332722,13	4172203,04
R171	Altri ricettori	345,73	332717,54	4170927,90
R172	Residenziale	822,27	332750,77	4170321,12
R173	Altri ricettori	781,70	332758,88	4170371,70
R174	Altri ricettori	921,87	332762,43	4170178,11
R175	Altri ricettori	569,89	332767,51	4170631,73
R176	Residenziale	427,79	332777,67	4170849,33
R177	Residenziale	698,32	332776,47	4170473,63
R178	Altri ricettori	797,08	332775,38	4170363,72
R179	Altri ricettori	566,72	332790,54	4170654,45
R180	Residenziale	414,44	332794,97	4170930,39
R181	Altri ricettori	962,65	332798,91	4170164,53
R182	Residenziale	401,92	332806,56	4171136,24
R183	Residenziale	404,64	332814,11	4171068,40
R184	Altri ricettori	576,95	332815,97	4170667,49
R185	Altri ricettori	507,86	332822,96	4170785,64
R186	Residenziale	509,19	332837,03	4171354,82
R187	Altri ricettori	677,47	332837,32	4171680,66
R188	Altri ricettori	530,80	332846,63	4170779,46
R189	Residenziale	661,87	332855,82	4171734,50
R190	Altri ricettori	602,75	332855,06	4170673,80
R191	Altri ricettori	678,71	332860,32	4171717,47
R192	Residenziale	466,26	332873,84	4171062,44
R193	Altri ricettori	506,24	332887,18	4176573,81
R194	Altri ricettori	537,74	332896,38	4170843,76
R195	Residenziale	715,70	332896,57	4171699,84
R196	Residenziale	503,74	332910,23	4171054,18

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R197	Altri ricettori	882,62	332913,88	4172689,43
R198	Altri ricettori	897,60	332926,94	4172686,77
R199	Industriale	528,00	332936,03	4171083,90
R200	Industriale	529,05	332937,04	4171053,79
R201	Altri ricettori	799,10	332937,98	4170475,08
R202	Industriale	544,41	332974,11	4171101,68
R203	Altri ricettori	929,62	332967,73	4170329,36
R204	Altri ricettori	713,69	332982,36	4171494,74
R205	Residenziale	609,57	333002,77	4171224,73
R206	Altri ricettori	652,91	333057,71	4171054,88
R207	Altri ricettori	511,73	333070,66	4175292,39
R208	Altri ricettori	852,69	333085,45	4170544,42
R209	Residenziale	901,03	333083,48	4170473,07
R210	Residenziale	735,10	333103,56	4171315,05
R211	Altri ricettori	860,41	333111,13	4170572,64
R212	Altri ricettori	915,62	333130,31	4171635,49
R213	Residenziale	761,49	333137,50	4171294,92
R214	Residenziale	903,58	333153,88	4171831,81
R215	Residenziale	971,39	333178,80	4171688,22
R216	Altri ricettori	802,26	333175,53	4170847,32
R217	Altri ricettori	852,40	333184,24	4171423,19
R218	Altri ricettori	830,44	333212,55	4170883,81
R219	Altri ricettori	820,51	333223,61	4171143,68
R220	Altri ricettori	930,75	333262,71	4171434,93
R221	Altri ricettori	255,63	333298,92	4174615,12
R222	Residenziale	988,80	333305,84	4170658,36
R223	Residenziale	922,28	333326,27	4171151,18
R224	Altri ricettori	970,77	333338,87	4170815,88
R225	Residenziale	972,55	333346,07	4171334,31
R226	Altri ricettori	977,57	333349,79	4171315,11
R227	Altri ricettori	976,13	333351,86	4171306,58
R228	Residenziale	961,99	333361,09	4171225,58
R229	Altri ricettori	737,52	333626,20	4173109,61

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R230	Altri ricettori	548,46	333702,10	4177821,03
R231	Altri ricettori	595,49	333912,72	4175324,75
R232	Altri ricettori	595,35	334028,34	4173279,63
R233	Altri ricettori	637,74	334059,57	4173251,26
R234	Altri ricettori	919,29	334097,96	4178157,13
R235	Altri ricettori	50,36	334244,51	4174778,32
R236	Altri ricettori	317,63	334405,11	4177356,61
R237	Altri ricettori	800,51	334465,36	4175885,80
R238	Altri ricettori	573,45	334471,13	4174136,19
R239	Altri ricettori	904,69	334637,59	4173380,32
R240	Altri ricettori	607,00	334639,86	4175382,69
R241	Altri ricettori	787,93	334670,56	4173688,43
R242	Altri ricettori	516,54	334763,69	4178263,71
R243	Altri ricettori	278,69	335057,88	4178153,09
R244	Altri ricettori	124,94	335054,92	4177054,83
R245	Altri ricettori	182,45	335063,50	4178052,90
R246	Altri ricettori	224,50	335064,81	4178091,72
R247	Altri ricettori	185,07	335083,91	4178068,39
R248	Altri ricettori	748,00	335150,59	4178630,32
R249	Altri ricettori	727,90	335158,09	4178606,69
R250	Altri ricettori	231,56	335158,58	4178106,46
R251	Altri ricettori	741,10	335170,95	4178617,95
R252	Altri ricettori	383,74	335315,23	4175827,15
R253	Altri ricettori	375,44	335449,35	4178127,08
R254	Altri ricettori	932,60	335475,65	4174631,86
R255	Altri ricettori	863,96	335513,55	4175303,58
R256	Altri ricettori	253,01	335625,76	4175966,92
R257	Residenziale	832,85	335680,81	4178549,35
R258	Altri ricettori	606,07	335699,82	4177189,97
R259	Residenziale	819,61	335681,89	4178529,41
R260	Commerciale	915,16	335735,25	4178614,63
R261	Altri ricettori	483,11	335783,74	4178070,62
R262	Residenziale	936,82	335823,25	4178602,03

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R263	Altri ricettori	923,04	335831,55	4178577,25
R264	Residenziale	958,22	335856,83	4178607,98
R265	Altri ricettori	492,28	335880,43	4177951,35
R266	Residenziale	985,80	335910,92	4178610,12
R267	Altri ricettori	994,56	335908,65	4178617,80
R268	Altri ricettori	935,71	335949,17	4178525,79
R269	Altri ricettori	642,12	335988,79	4178047,92
R270	Altri ricettori	595,65	335999,97	4177608,07
R271	Altri ricettori	960,06	336016,62	4178510,11
R272	Altri ricettori	703,99	336025,78	4177381,59
R273	Altri ricettori	628,57	336032,22	4177603,64
R274	Altri ricettori	799,10	336052,93	4178241,15
R275	Altri ricettori	575,09	336063,02	4176229,87
R276	Altri ricettori	596,92	336086,65	4176165,63
R277	Altri ricettori	607,17	336091,86	4176129,82
R278	Altri ricettori	775,79	336165,94	4177970,90
R279	Altri ricettori	748,75	336173,88	4177776,64
R280	Altri ricettori	794,27	336187,98	4177965,11
R281	Altri ricettori	814,40	336193,18	4175775,46
R282	Altri ricettori	797,88	336204,89	4177573,25
R283	Altri ricettori	814,28	336223,22	4177579,17
R284	Residenziale	947,62	336249,13	4178215,73
R285	Altri ricettori	916,70	336267,34	4178100,11
R286	Altri ricettori	917,93	336335,70	4177865,52
R287	Altri ricettori	991,86	336355,25	4177414,11
R288	Altri ricettori	954,77	336375,17	4177792,75

Tabella 9-1 Classificazione ricettori (in evidenza i ricettori di tipo residenziale)

10 APPENDICE D

Ricettore	Cod.	R43	R56	R58	R59	R73	R94	R113	R130	R139	R160
Rumore campo eolico (A)	LeqD	45,1	46,9	38,9	39	38,4	37,5	40,7	42,1	46,6	42,6
	LeqN	45,1	46,9	38,9	39	38,4	37,5	40,7	42,1	46,6	42,6
Rumore residuo (B)	LeqD	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
	LeqN	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
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	57,2	57,3	57,0	57,0	57,0	56,9	57,0	57,0	57,3	57,1
	LeqN	55,4	55,6	55,1	55,1	55,1	55,1	55,2	55,2	55,6	55,2
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	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,4	0,2
	LeqN	0,4	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,6	0,2

Ricettore	Cod.	R165	R168	R172	R176	R177	R180	R182	R183	R186	R189
Rumore campo eolico (A)	LeqD	51,1	49,2	39,9	45,7	41,1	45,8	46,1	48,4	44	42,1
	LeqN	51,1	49,2	39,9	45,7	41,1	45,8	46,1	48,4	44	42,1
Rumore residuo (B)	LeqD	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
	LeqN	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
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	57,9	57,6	57,0	57,2	57,0	57,2	57,2	57,5	57,1	57,0
	LeqN	56,5	56,0	55,1	55,5	55,2	55,5	55,5	55,9	55,3	55,2
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	1,0	0,7	0,1	0,3	0,1	0,3	0,3	0,6	0,2	0,1
	LeqN	1,5	1,0	0,1	0,5	0,2	0,5	0,5	0,9	0,3	0,2

Ricettore	Cod.	R192	R195	R196	R205	R209	R210	R213	R214	R215	R222
Rumore campo eolico (A)	LeqD	44,9	41,7	43,9	42,7	38,1	40,3	40,1	38,8	39,5	37,1
	LeqN	44,9	41,7	43,9	42,7	38,1	40,3	40,1	38,8	39,5	37,1
Rumore residuo (B)	LeqD	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
	LeqN	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
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	57,2	57,0	57,1	57,1	57,0	57,0	57,0	57,0	57,0	56,9
	LeqN	55,4	55,2	55,3	55,2	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1
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	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
	LeqN	0,4	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Ricettore	Cod.	R223	R225	R228	R257	R259	R262	R264	R266	R284
Rumore campo eolico (A)	LeqD	37,8	37,7	38,3	37,1	37,3	36	35,6	35,3	35,6
	LeqN	37,8	37,7	38,3	37,1	37,3	36	35,6	35,3	35,6
Rumore residuo (B)	LeqD	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
	LeqN	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
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	57,0	57,0	57,0	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
	LeqN	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,1	55,0	55,0
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	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	LeqN	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0

11 APPENDICE E

Ricettore	Cod.	R43	R56	R58	R59	R73	R94	R113	R130	R139	R160
Rumore Cantiere (A)	LeqD	48,5	50,4	43,9	44,3	43,9	43,1	45,8	46,9	50	47,3
Rumore Residuo (B)	LeqD	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
Limite di immissione assoluta	LeqD	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Rumore Ambientale (C)	LeqD	57,5	57,8	57,1	57,1	57,1	57,1	57,2	57,3	57,7	57,4

Ricettore	Cod.	R165	R168	R172	R176	R177	R180	R182	R183	R186	R189
Rumore Cantiere (A)	LeqD	55,4	52,9	45,2	49,2	46,1	49,2	49,7	51,9	48	46,9
Rumore Residuo (B)	LeqD	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
Limite di immissione assoluta	LeqD	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Rumore Ambientale (C)	LeqD	59,2	58,4	57,2	57,6	57,2	57,6	57,7	58,1	57,4	57,3

Ricettore	Cod.	R192	R195	R196	R205	R209	R210	R213	R214	R215	R222
Rumore Cantiere (A)	LeqD	48,3	46,6	47,6	46,8	43,5	45,4	45,6	44,4	44,9	42,8
Rumore Residuo (B)	LeqD	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
Limite di immissione assoluta	LeqD	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Rumore Ambientale (C)	LeqD	57,5	57,3	57,4	57,3	57,1	57,2	57,2	57,1	57,2	57,1

Ricettore	Cod.	R223	R225	R228	R257	R259	R262	R264	R266	R284
Rumore Cantiere (A)	LeqD	43,3	43,3	44	42,5	42,7	41,7	41,2	40,9	39,4
Rumore Residuo (B)	LeqD	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9	56,9
Limite di immissione assoluta	LeqD	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Rumore Ambientale (C)	LeqD	57,1	57,1	57,1	57,1	57,1	57,0	57,0	57,0	57,0