

Parco Eolico "San Leone"

Comune di Crotone, Cutro, Scandale (KR)

Proponente



Renantis Italia Srl
Corso Italia 3, 20122 Milano
P.IVA/CF: 10500140966
www.renantis.com



STUDIO DI FATTIBILITA' ACUSTICA

Progettista



Tiemes Srl
Via Riccardo Galli, 9 – 20148 Milano
tel. 024983104/ fax. 0249631510
www.tiemes.it

		Prima emissione	CR	VDA		
0	21/03/2023	Descrizione	Preparato	Approvato		
Rev.	Data emiss	CODICE ELABORATO				
		Commessa	Proc.	Tipo doc	Num	Rev
		22048 SCN	PD	R	08	00
Origine File:	Proprietà e diritti del presente documento sono riservati – la riproduzione è vietata / Ownership and copyright are reserved – reproduction is strictly forbidden					

INDICE

1	Premessa	3
2	Scopo	4
3	Proponente	5
4	La misura del rumore	6
5	Definizioni tecniche	6
6	Inquinamento acustico	10
7	Strumentazione utilizzata	14
8	Inquadramento dell'area di interesse	14
9	Rapporto tecnico	18
9.1	Rilievi fonometrici ante operam e determinazione del rumore residuo L _R	19
9.2	Risultati delle misure ante opera valore del rumore residuo L _R	21
10	Valutazione previsionale di impatto acustico	37
10.1	Modello di calcolo	38
10.2	Schematizzazione delle sorgenti sonore.....	40
10.3	Risultati delle simulazioni – contributo delle sorgenti disturbanti.....	43
11	Stima dell'impatto acustico in fase di cantiere	45
11.1	Transito veicolare.....	45
11.2	Scavi per i cavidotti e realizzazione delle piste di accesso	46
11.3	Realizzazione opere civili e installazione degli aerogeneratori	47
12	Conclusioni	48
	ALLEGATO I	49
	ALLEGATO II	50
	ALLEGATO III	52

1 Premessa

La società Renantis Italia Srl, d'ora in avanti il Proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella provincia Crotona (KR), in agro dei comuni di Crotona, Cutro e Scandale.

L'impianto, denominato parco eolico "San Leone", sarà costituito da 12 aerogeneratori di potenza unitaria nominale fino a 6,2 MW, per una potenza installata complessiva fino a 74,4 MW, abbinato a un sistema di accumulo elettrochimico di potenza nominale pari a 10 MW e capacità 40 MWh. Le opere di progetto si inseriscono su terreni agricoli coltivati a seminativo semplice, localizzati in prossimità della Stazione Elettrica (SE) della rete di trasmissione nazionale (RTN) di Scandale (KR), adiacente alla centrale elettrica a ciclo combinato "Ergosud".

Data la potenza dell'impianto, superiore ai 10.000 kW, il servizio di connessione sarà erogato in alta tensione (AT), ai sensi della Delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 23 luglio 2008 n.99 e s.m.i. In accordo con la soluzione tecnica minima generale (STMG) trasmessa da Terna in data 02/12/2022 e formalmente accettata dal Proponente, l'impianto è collegato in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica a 380/150/36 kV della RTN da inserire in entrata-uscita alla linea RTN a 380 kV "Belcastro – Scandale", nel seguito Nuova SE.

Gli aerogeneratori forniscono energia elettrica in bassa tensione (690V) e sono pertanto dotati di un trasformatore MT/BT ciascuno, alloggiato all'interno dell'aerogeneratore stesso e in grado di elevare la tensione a quella della rete del parco. La rete del parco è costituita da un elettrodotto interrato a 36 kV, tramite il quale l'energia elettrica viene convogliata dagli aerogeneratori alla sottostazione elettrica (SSE) di raccolta di proprietà del Proponente che sarà collegata a una nuova Stazione Elettrica a 380/150/36 kV di proprietà di Terna Spa da inserire in entrata – uscita alla linea RTN a 380 kV "Belcastro - Scandale" (nel seguito "nuova SE").

Le opere progettuali sono quindi sintetizzate nel seguente elenco:

- parco eolico composto da 12 aerogeneratori, da 6,2 MW ciascuno, con torre di altezza fino a 125 m e diametro del rotore fino a 170 m, e dalle relative opere civili connesse quali strade di accesso, piazzole e fondazioni;
- impianto di utenza per la connessione alla RTN, consistente nella rete di terra, nella rete di comunicazione in fibra ottica, nel cavidotto in media tensione interamente interrato e sviluppato principalmente sotto strade esistenti, nella SSE di raccolta di proprietà del Proponente e nell'elettrodotto interrato a 36 kV di collegamento tra la SSE e la nuova SE.
- Impianto di rete per la connessione alla RTN, consistente in una nuova SE a 380/150/36 kV della RTN da inserire in entrata – uscita alla linea RTN a 380 kV "Belcastro - Scandale" e nello stallo di arrivo produttore a 36 kV della nuova SE.

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di interesse pubblico (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importate) e in quanto tali sono indifferibili e urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, stipulato a Kyoto l'11 dicembre 1997" e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" e s.m.i..

2 Scopo

Lo scopo del presente studio, richiesto dalla società proponente, è stato quello di valutare tramite uno screening "ante operam" gli eventuali impatti di natura acustica derivanti dall'esercizio del parco eolico in progetto, con riferimento alla normativa nazionale sull'inquinamento acustico attualmente in vigore.

La normativa in materia di rumore è comparsa sul panorama nazionale con l'entrata in vigore del DPCM 1 marzo 1991 "Limiti di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" che ha costituito il primo testo organico di limitazione dei livelli di rumorosità delle sorgenti sonore, a tutela della popolazione esposta.

Dal 1991 ad oggi vi è stato un incessante fermento, grazie soprattutto alle numerose direttive europee, che ha determinato l'emanazione della norma che attualmente rappresenta il punto di riferimento in materia di rumore, ossia la Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico". L'art. 2 della legge 447/1995 definisce l'inquinamento acustico come "l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime funzioni degli ambienti stessi". Da ciò ne consegue che non è sufficiente la semplice emissione sonora per essere in presenza di "inquinamento acustico", ma è necessario che la stessa sia in grado di produrre determinate conseguenze negative sull'uomo o sull'ambiente. Di seguito sono riportati i principali riferimenti legislativi e norme tecniche considerati per l'elaborazione della presente Valutazione Previsionale:

Riferimenti Legislativi Nazionali

- **DPCM 1 marzo 1991:** "Limiti di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".
- **Legge n. 447/1995:** "Legge quadro sull'inquinamento acustico".
- **D.lgs 19 agosto 2005, n. 194** "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale".
- **D.lgs 17 febbraio 2017, n. 42** "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico - Modifiche al D.lgs 194/2005 e alla legge 447/1995".
- **DM 11 novembre 1996:** "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo".
- **DPCM 14 novembre 1997:** "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".
- **DM 16 marzo 1998:** "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".
- **DPCM 31 marzo 1998:** "Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del Tecnico competente in acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lettera b), e dell'art. 2 commi 6,7 e 8 della Legge 26 ottobre 1995 n. 447".

Altri riferimenti normativi

- **DM 2 aprile 1968, n. 1444:** "Limiti inderogabili di densità edilizia, di altezza, di distanza fra i fabbricati e rapporti massimi tra spazi destinati agli insediamenti

residenziali e produttivi e spazi pubblici o riservati alle attività collettive, al verde pubblico o a parcheggi da osservare ai fini della formazione dei nuovi strumenti urbanistici o della revisione di quelli esistenti, ai sensi dell'art. 17 della legge 6 agosto 1967, n. 765".

- **Circolare del 6 settembre 2004 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio:** Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.

Norme Tecniche di riferimento

- **UNI ISO 9613-1** - "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Calcolo dell'assorbimento atmosferico".
- **UNI ISO 9613-2** - "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Metodo generale di calcolo".
- **UNI 11143** – "Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti".

Tali disposizioni nel loro complesso forniscono sia i metodi di misura che i limiti da rispettare in funzione della destinazione d'uso dell'area interessata dall'intervento in oggetto. La valutazione dell'immissione sonora in ambiente esterno avviene, al momento attuale, attraverso il confronto dei valori di livello equivalente ponderato A (Leq dB(A)), calcolati e/o misurati con i limiti stabiliti:

- dal D.P.C.M. 1 marzo 1991, se nel Comune di appartenenza del sito in esame non è ancora operativa la "zonizzazione acustica";
- dal D.P.C.M. 14 novembre 1997, se nel Comune di appartenenza del sito in esame è stato approvato il "piano di zonizzazione acustica".

3 Proponente

Il soggetto proponente del progetto in esame è Renantis Italia S.r.l., operatore internazionale nel campo delle energie rinnovabili, attivo nello sviluppo, nella progettazione, realizzazione e gestione di impianti di produzione di energia pulita. Fornisce, inoltre, servizi altamente specializzati di gestione energetica, sia a produttori sia a consumatori di energia, sfruttando la propria esperienza anche per la gestione tecnico-amministrativa di impianti di terzi.

Renantis nasce nel 2002 come Actelios SpA, la cui missione principale è la produzione di energia pulita. La società decide di investire in modo pionieristico nelle rinnovabili, specialmente nel Regno Unito. Fin dagli esordi il modello di investimento è virtuoso e le comunità locali partecipano in minima parte all'investimento, beneficiando degli utili dell'impianto. Oggi la crescita della Società è sostenuta da fondi infrastrutturali di cui JP Morgan è advisor, che assicurano prospettive di stabilità e una visione a lungo termine.

Il Gruppo Renantis è presente in Italia, Regno Unito, Francia, Spagna, Norvegia, Svezia e Stati Uniti, per un totale di 1420 MW installati principalmente da fonte eolica e fotovoltaica. In Italia ha una capacità installata di 354 MW con numerosi impianti in diverse Regioni italiane, tra cui vanno ricordati l'impianto eolico più grande del nostro Paese a Buddusò in Sardegna (138 MW) e l'impianto di San Sostene in Calabria (79,5 MW).

La sostenibilità permea ogni nostra decisione e processo aziendale e ricalca l'impegno verso un futuro decarbonizzato e l'attenzione al contesto in costante evoluzione. Tutto lo sviluppo ruota intorno al concetto di partnership con i proprietari dei terreni, con le comunità locali che vivono vicino agli impianti, con le aziende del territorio e con gli amministratori pubblici, garantendo a ciascuna di queste controparti rispetto, ascolto ed impegno.

4 La misura del rumore

Il rumore fa parte della categoria degli inquinamenti "diffusi", cioè determinati da un numero elevato di punti di emissione ampiamente distribuiti sul territorio. Il propagarsi di un'onda sonora in un mezzo provoca una serie di depressioni e compressioni, quindi delle variazioni di pressione sonora che possono essere rilevate con apposite strumentazioni ed espresse in Pascal (Pa). Una persona di udito medio riesce a percepire suoni in un arco molto esteso di pressione, compreso fra i 20 micropascal e i 100 Pascal.

Utilizzare la misura in Pascal della pressione sonora per descrivere l'ampiezza di un'onda sonora è molto scomodo, poiché i valori interesserebbero troppi ordini di grandezza (ampia dinamica). Per cui è stata definita una grandezza, il decibel appunto (dB), che essendo di natura logaritmica ed esprimendo un rapporto con una pressione sonora di riferimento, supera la difficoltà suddetta. Il dB non rappresenta quindi l'unità di misura della pressione sonora, ma solo un modo più comodo che esprime il valore della pressione sonora stessa. Quindi, al fine di esprimere in dB il livello di pressione sonora di un fenomeno acustico, ci si serve della seguente relazione: $L_p = 10 \log p^2/p_0^2$, dove p è la pressione sonora misurata in Pascal e p_0 è la pressione di riferimento che si assume uguale a 20 micropascal. La scala logaritmica dei dB fa sì che a un raddoppio dell'energia sonora emessa da una sorgente corrisponde un aumento del livello sonoro di tre dB. L'orecchio umano presenta per sua natura una differente sensibilità alle varie frequenze: alle frequenze medie ed elevate la soglia uditiva risulta essere più bassa, cioè si sentono anche suoni aventi una bassa pressione. Per tenere conto di queste diverse sensibilità dell'orecchio, s'introducono delle correzioni al livello sonoro, utilizzando delle curve di ponderazione che mettono in relazione frequenze e livelli sonori. Sono curve normalizzate contraddistinte dalle lettere A, B, C, D: nella maggiore parte dei casi si usa la curva A e i livelli di pressione sonora ponderati con questa curva vengono allora indicati con dB(A).

Un altro aspetto importante nel valutare il rumore è la sua variazione nel tempo. Quasi sempre il livello sonoro non è costante, ma oscilla in modo continuo fra un valore massimo e uno minimo. All'andamento variabile del livello sonoro si sostituisce allora un *livello equivalente*, cioè un livello costante di pressione sonora che emetta una quantità di energia equivalente a quella del corrispondente livello variabile. Tale livello equivalente viene indicato con l'espressione L_{Aeq} .

5 Definizioni tecniche

Nel presente paragrafo si riportano alcune definizioni tratte dalla normativa sopra citata.

rumore: qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente;

inquinamento acustico: l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo e alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti;

ambiente abitativo: ogni ambiente interno a un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al Decreto Legislativo 15 agosto 1991, n. 277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive;

ambiente di lavoro: è un ambiente confinato in cui operano uno o più lavoratori subordinati, alle dipendenze sotto l'altrui direzione, anche al solo scopo di apprendere un'arte, un mestiere od una professione;

sorgenti sonore fisse: gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali e agricole; i parcheggi; le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; le aree adibite a attività sportive e ricreative;

sorgenti sonore mobili: tutte le sorgenti sonore non comprese nel punto precedente;

sorgente sonora specifica: sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico;

valore di emissione: il valore di rumore emesso da una sorgente sonora;

valore di immissione: il valore di rumore immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno;

valore limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora. Il livello di emissione deve essere confrontato con i valori limite di emissione riferiti tuttavia all'intero periodo di riferimento. Secondo quanto indicato dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 i valori limite devono essere rispettati in corrispondenza dei luoghi o spazi utilizzati da persone o comunità;

valore limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo e nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori. Questi sono suddivisi in valori limite assoluti (quando determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale) ed in valori limite differenziali (quando determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale e il rumore residuo). Il livello di immissione assoluto deve essere confrontato con i valori limite di immissione riferiti tuttavia all'intero periodo di riferimento. Il livello di immissione differenziale deve essere confrontato con i valori limite di immissione differenziale riferiti tuttavia al periodo di misura in cui si verifica il fenomeno da rispettare;

tempo di riferimento (T_R): rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le h 06:00 e le h 22:00 e quello notturno compreso tra le h 22:00 e le h 06:00;

tempo di osservazione (T_O): è un periodo di tempo compreso in T_R nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare;

tempo di misura (T_M): all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (T_M) di durata pari o minore del tempo di osservazione, in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno;

tempo a lungo termine (T_L): rappresenta un insieme sufficientemente ampio di T_R all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di T_L è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità a lungo periodo;

livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A": L_{AS} , L_{AF} , L_{AI} esprimono i valori efficaci in media logaritmica della pressione sonora ponderata "A" L_{pA} secondo le costanti di tempo "slow", "fast" e "impulse".

livelli dei valori massimi di pressione sonora: L_{ASMAX} , L_{AFMAX} , L_{AIMAX} esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e costanti di tempo "slow", "fast" e "impulse".

livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" (L_{Aeq}): valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \quad \text{dB(A)}$$

Dove L_{Aeq} è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t_1 e termina all'istante t_2 ; $p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); p_0 è la pressione sonora di riferimento (20 μ Pa);

livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine T_L : è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine $L_{Aeq,TL}$, può essere riferito:

- al valore medio su tutto il periodo, con riferimento al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo a tutto il tempo TL , espresso dalla relazione

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1(L_{Aeq,Tr})} \right] \text{dB(A)}$$

essendo N i tempi di riferimento considerati;

- al singolo intervallo orario nei TR. In questo caso si individua un TM di 1 ora all'interno del TO nel quale si svolge il fenomeno in esame. $L_{Aeq,TL}$ rappresenta il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" risultante dalla somma degli M tempi di misura TM, espresso dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M 10^{0.1(L_{Aeq,TM})_i} \right] \text{dB(A)}$$

dove i è il singolo intervallo di 1 ora nell' i -esimo T_R .

È il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

Livello sonoro di un singolo evento L_{AE} (SEL): è il livello sonoro misurato in un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l'evento. È dato dalla formula

$$SEL = L_{AE} = 10 \log \left[\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \text{dB(A)}$$

dove: $t_2 - t_1$ è un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l'evento e t_0 è la durata di riferimento (1 s);

livello di rumore ambientale (L_A): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. È il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

- nel caso dei limiti differenziali, è riferito a T_M
- nel caso di limiti assoluti è riferito a T_R

livello di rumore residuo (L_R): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con

le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici;

livello differenziale di rumore (L_D): differenza tra livello di rumore ambientale (L_A) e quello di rumore residuo (L_R), in base al quale, negli ambienti abitativi non deve essere superato un ΔL_{eqA} di +5 dB(A) nel periodo diurno o +3 dB(A) in quello notturno;

livello di emissione: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica. È il livello che si confronta con i limiti di emissione;

livello di immissione: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che può essere immesso da una o più sorgenti sonore, misurato in prossimità dei ricettori;

fattore correttivo (K_i): è la correzione in dB(A) introdotta per tener conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato (i fattori correttivi non si applicano alle infrastrutture dei trasporti):

- per la presenza di componenti impulsive $K_I = 3$ dB
- per la presenza di componenti tonali $K_T = 3$ dB
- per la presenza di componenti in bassa frequenza $K_B = 3$ dB

rumore con componenti impulsive: emissione sonora nella quale sono chiaramente udibili e strumentalmente rilevabili eventi sonori di durata inferiore al secondo. In particolare, il rumore è considerato avere componenti impulsive quando sono verificate le seguenti condizioni:

- l'evento risulta ripetitivo;
- la differenza tra L_{AIMAX} ed L_{ASMAX} è superiore a 6 dB;
- la durata dell'evento a -10 dB dal valore L_{AFMAX} è inferiore ad 1 s.

L'evento sonoro impulsivo si considera ripetitivo quando si verifica almeno 10 volte nell'arco di un'ora nel periodo diurno ed almeno 2 volte nell'arco di un'ora nel periodo notturno.

rumore con componenti tonali: emissioni sonore all'interno delle quali siano evidenziabili suoni corrispondenti ad un tono puro o contenuti entro 1/3 d'ottava e che siano chiaramente udibili (confronto con curva di Loudness ISO 226) e strumentalmente rilevabili. Quindi, al fine di individuare la presenza di componenti tonali nel rumore è necessario effettuare un'analisi spettrale in bande di 1/3 di ottava. L'analisi deve essere condotta nell'intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 20 kHz (con pesatura lineare). Si è in presenza di una componente tonale se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti di almeno 5 dB. Si applica il fattore correttivo K_T solo se la componente tonale individuata tocca un'isofonica uguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti dello spettro.

rumore con componenti spettrali in bassa frequenza: se l'analisi in frequenza svolta con le modalità indicate al punto precedente rivela la presenza di componenti tonali tali da consentire l'applicazione del fattore correttivo K_T nell'intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 200 Hz, si applica anche la correzione K_B esclusivamente nel tempo di riferimento notturno.

presenza di rumore a tempo parziale: esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno, si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora. Qualora il tempo parziale sia compreso in 1 ora il valore del rumore ambientale, misurato in L_{Aeq} deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il L_{Aeq} deve essere diminuito di 5 dB(A);

livello di rumore corretto (L_C): è definito dalla relazione: $L_C = L_A + K_I + K_T + K_B$ dB(A).

6 Inquinamento acustico

Si definisce rumore qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbati o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente. I dati disponibili sull'esposizione al rumore, se paragonati a quelli relativi ad altri fattori di inquinamento, sono piuttosto scarsi e inoltre poco confrontabili tra di loro a seguito delle diverse metodologie di rilevamento applicate. L'esposizione al rumore in ambiente di vita può solo eccezionalmente causare danni di tipo specifico (otopatia da rumore), mentre invece sono assai diffusi gli effetti di tipo extrauditivo, che non sono affatto trascurabili. Esistono degli effetti di tipo psicosociale che riguardano la trasmissione e la comprensione della parola, l'efficienza il rendimento lavorativo e il sonno, su quest'ultimo in particolare esiste una relazione tra l'aumento del rumore e gli effetti prodotti come indicato nella tabella di seguito riportata.

Tabella 6.1 – Effetti del rumore sul sonno

Livelli [dB(A)]	Effetti
35 ÷ 45	Allungamento del tempo di addormentamento di almeno 20 minuti. Risvegli nel 10% dei soggetti esposti
45 ÷ 50	Disturbi nell'architettura del sonno e reazioni neurovegetative
50 ÷ 60	Tempo di addormentamento prolungato sino a 1,5 ore o più. Si svegliano i bambini
60 ÷ 70	Gravi alterazioni della qualità e della durata del sonno. Frequenti risvegli
70 ÷ 75	La maggior parte dei soggetti esposti si sveglia molto frequentemente. Forte riduzione delle fasi IV e REM del sonno

La legge n. 447 del 26 ottobre 1995 ha come finalità la tutela dell'ambiente esterno e abitativo dall'inquinamento acustico e ha introdotto nuovi criteri di definizione dei valori di rumore che vengono distinti in: limite, attenzione e qualità a cui corrispondono, rispettivamente, un inquinamento acustico, un rischio di inquinamento e un equilibrio acustico. Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14 novembre 1997 rappresenta la norma di riferimento in materia di limiti di rumorosità per le sorgenti sonore fisse, sia in relazione ai valori limite assoluti, riferiti all'ambiente esterno, sia a quelli differenziali, riferiti all'ambiente abitativo interno. I valori assoluti indicano il valore limite di rumorosità per l'ambiente esterno, in relazione a quanto disposto dalla classificazione acustica del territorio comunale, e sono verificati attraverso la misura del livello continuo equivalente di pressione sonora LAeq nel periodo di riferimento diurno e/o notturno. I limiti assoluti si distinguono in limiti di emissione, di immissione, di attenzione e qualità. Il DPCM sopra citato, individua anche le classi di destinazione d'uso del territorio comunale dalla I alla VI, definendo per ciascuna di esse i valori limite di emissione, di immissione, di attenzione e di qualità. La normativa vigente fornisce, a seconda della destinazione d'uso delle aree oggetto di disturbo e del periodo di riferimento, i valori limite del Leq in dB(A) per la rumorosità indotta, come di seguito riportato (se il Comune ha approvato la zonizzazione acustica del territorio):

Tabella 6.2 – Valori limite di emissione – DPCM 14/11/1997 art.2 (in tal caso valgono i limiti riportati nella tabella B [valori limite di emissione] dell'allegato al DPCM 14/11/1997)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Periodi di riferimento Leq [dB(A)]	
	Diurno (06:00-22:00)	Notturno (22:00-06:00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 6.3 – Valori limite di emissione – DPCM 14/11/1997 art.3 (in tal caso valgono i limiti riportati nella tabella C [valori limite assoluti di immissione] dell'allegato al DPCM 14/11/1997)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Periodi di riferimento Leq [dB(A)]	
	Diurno (06:00-22:00)	Notturno (22:00-06:00)
I aree particolarmente protette	50	35
II aree prevalentemente residenziali	55	40
III aree di tipo misto	60	45
IV aree di intensa attività umana	65	50
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 6.4 – Valori limite di emissione – DPCM 14/11/1997 art.7(in tal caso valgono i limiti riportati nella tabella D [valori di qualità] dell'allegato al DPCM 14/11/1997)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Periodi di riferimento Leq [dB(A)]	
	Diurno (06:00-22:00)	Notturno (22:00-06:00)
I aree particolarmente protette	47	37
II aree prevalentemente residenziali	52	42
III aree di tipo misto	57	47
IV aree di intensa attività umana	62	52
V aree prevalentemente industriali	67	57
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Tale decreto prevede che i Comuni provvedano alla suddivisione del territorio in classi di destinazione d'uso, per i quali sono fissati i rispettivi limiti massimi dei livelli sonori equivalenti. In assenza di zonizzazione acustica si rispettano i limiti assoluti di immissione come riportato nella sottostante.

Tabella 6.5 – limiti assoluti di immissione se nel Comune manca la zonizzazione acustica (in tal caso valgono i limiti provvisori definiti dall'art. 6 del DPCM 1 marzo 1991)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Periodi di riferimento Leq [dB(A)]	
	Diurno (06:00-22:00)	Notturno (22:00-06:00)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (decreto ministeriale n. 1444/68)	65	55
Zona B (decreto ministeriale n. 1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

valori limite differenziali di immissione, come definiti dalla più volte citata l. n. 447/1995, sono di 5 dB per il periodo diurno e di 3 dB per quello notturno. Il rumore ambientale, pertanto, non deve superare di oltre 5 dB il livello sonoro del rumore residuo in periodo diurno e di 3 dB in periodo notturno, **all'interno degli ambienti abitativi**. Tali limiti non si applicano nelle aree esclusivamente industriali e nei seguenti casi:

- se il rumore misurato a finestre aperte risulta inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
- se il rumore misurato a finestre chiuse risulta inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.

I limiti differenziali si applicano sia in caso di zonizzazione acustica comunale che in sua assenza (Circolare del Ministero dell'Ambiente del 6 settembre 2004). Le metodologie di misura sono sempre quelle descritte dal dm 16 marzo 1998.

Presenza di rumore impulsivo

Il rumore è considerato avere componenti impulsive quando sono verificate le seguenti condizioni:

- l'evento risulta ripetitivo;
- la differenza tra LAImax e LASmax è superiore a 6 dB;
- la durata dell'evento a -10 dB dal valore LAFmax è inferiore ad 1 s.

l'evento sonoro impulsivo si considera ripetitivo quando si verifica almeno 10 volte nell'arco di un'ora nel periodo diurno ed almeno 2 volte nell'arco di un'ora nel periodo notturno. In queste condizioni si ha una penalizzazione di 3 dB su ogni lettura registrata ($K_I = 3$ dB).

Presenza di componenti tonali

Al fine di individuare la presenza di componenti tonali nel rumore è necessario effettuare un'analisi spettrale in bande di 1/3 di ottava. L'analisi deve essere condotta nell'intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 20 kHz (con pesatura lineare). Si è in presenza di una componente tonale se il livello minimo di una banda supera i livelli minimi delle bande adiacenti di almeno 5 dB. Si applica il fattore correttivo KT come definito al punto 15 dell'allegato A solo se la componente tonale individuata tocca un'isofonica uguale o superiore a quella più elevata raggiunta dalle altre componenti dello spettro.

Presenza di componenti spettrali in bassa frequenza

Se l'analisi in frequenza svolta con le modalità indicate al punto precedente rivela la presenza di componenti tonali tali da consentire l'applicazione del fattore correttivo KT nell'intervallo di frequenza compreso tra 20 Hz e 200 Hz, si applica anche la correzione KB così come definita al punto 15 dell'allegato A, esclusivamente nel tempo di riferimento notturno.

*Si precisa che uno dei comuni interessati dall'opera in progetto, ovvero il comune di Cutro, si è dotato, come previsto dall'art. 6 comma 1, lettera a) della Legge quadro n. 447 del 26/11/1995, di un Piano di Zonizzazione Acustica Comunale, si evidenzia che in tale territorio non si hanno ricettori sensibili. Mentre per quanto concerne gli altri due Comuni interessati dal progetto essi non sono dotati di Piano di Zonizzazione Acustica, pertanto dal punto di vista della classificazione acustica, l'area è ascrivibile nella Classe "Tutto il Territorio Nazionale" i cui i valori limite di emissione definiti dall'art. 6 del DPCM 1 marzo 1991 pari a 70 dB(A) [periodo diurno] e 60 dB(A) [periodo notturno]. **Tuttavia, a titolo cautelativo, valutando la prevalente destinazione d'uso del territorio, (tipologia urbanistica: Zona E – agricola), si può ipotizzare una futura assegnazione in classe III "area di tipo misto". Dalle tabelle di riferimento del DPCM 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", si ipotizza che il valore massimo di immissione in Leq(A) sarà pari a 60 dB(A) [periodo diurno] e 50 dB(A) [periodo notturno].***

Tabella 6.6 – Limiti assoluti da rispettare in classe acustica III (DPCM 14/11/1997)

LIMITI MASSIMI CONSENTITI PER TIPOLOGIA DI ZONA				
CLASSE DI DESTINAZIONE D'USO DEL TERRITORIO	Limiti di emissione		Limiti di immissione	
	Giorno	Notte	Giorno	Notte
III - Aree di tipo misto	55	45	60	50

Si rammenta inoltre che l'art. 2, comma 3, lettera b) della legge 26 ottobre 1995, n. 447, definisce anche il valore limite differenziale come differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il livello equivalente di rumore residuo; l'art. 4, comma 1, del DPCM 14 novembre 1997, impone, per tali limiti differenziali, i valori massimi, all'interno degli ambienti abitativi, di 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno. Tali valori non si applicano:

- se il rumore misurato a finestre aperte è inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
- se il livello di rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.

I valori limite differenziali si determinano come differenza tra il livello equivalente del Rumore Ambientale LA (con sorgente attiva) e quello del Rumore Residuo (con sorgente spenta, anche noto come Rumore di fondo) LR da valutarsi all'interno degli ambienti abitativi. Allo scopo di valutare correttamente l'impatto acustico generato dall'impianto in progetto sull'ambiente circostante, è stata condotta una campagna di misura attraverso rilievi fonometrici ante operam per individuare il rumore residuo presente prima dell'installazione degli aerogeneratori e caratterizzare l'area dal punto di vista acustico. Attraverso l'applicazione di un modello di propagazione delle onde sonore, si è calcolato il livello di pressione sonora generato dagli aerogeneratori al variare della distanza sorgente-ricettore. Il rumore residuo individuato, sommato al rumore previsionale generato dagli aerogeneratori rappresenta il livello di rumore ambientale totale emesso dalle sorgenti. In merito alla verifica del rispetto dei limiti normativi, la criticità è in genere rappresentata da quelli differenziali che nascono soprattutto con l'intento di tutelare le persone da forti differenze di pressione sonora che potrebbero disturbare le normali attività quotidiane, compreso il riposo. Tali limiti, dovrebbero essere verificati sul singolo recettore abitativo, all'interno degli spazi abitativi più sensibili quali camere da letto e tutti quei vani più esposti all'azione della specifica sorgente. Le misure andrebbero fatte sia finestre aperte che chiuse con sorgente attiva e disattiva. Nella pratica, però, non è pensabile poter fare delle misure preventive presso tutti i recettori, per ogni ambiente abitativo e/o per ogni facciata nelle diverse condizioni di ventosità e di immissione dell'impianto eolico. Inoltre, bisogna considerare che, nel rispetto della normativa, un edificio che possiede o richiede di ottenere il riconoscimento dei requisiti di agibilità dovrebbe assicurare dei requisiti acustici passivi di fono-isolamento (R_w) delle pareti superiori ai 40 dB(A). Tale condizione rende, in genere, intrinsecamente soddisfatto il limite al differenziale in quanto porterebbe alla non applicabilità del criterio poiché si potrebbe dimostrare di riuscire agevolmente a soddisfare entrambe le condizioni di esclusione di applicabilità della legge quadro.

7 Strumentazione utilizzata

La strumentazione di misura utilizzata per le misure fonometriche è quella riportata nella tabella seguente. La calibrazione di detta strumentazione è stata effettuata prima e dopo ogni ciclo di misura. I risultati non differivano mai più di 0.5 dB.

Tabella 7.1 – Caratteristiche strumento utilizzato

Strumento	Tipo	Matricola
Fonometro Integratore 01 dB	Fusion	14845
Filtri 1/1 e 1/3 ottave 01 dB	Filtro	14845
Calibratore Acustico 01 dB	Cal31	99778

8 Inquadramento dell'area di interesse

L'area individuata per la realizzazione della presente proposta progettuale interessa i territori comunali di Crotona, Cutro e Scandale, in provincia di Crotona. Il parco eolico in oggetto, costituito da 12 aerogeneratori di potenza unitaria nominale fino a 6,2 MW, per una potenza installata complessiva a 74,4 MW, abbinato a un sistema di accumulo elettrochimico di potenza

nominale pari a 10 MW e capacità 40 MWh. Il modello di aerogeneratore previsto dalla proposta progettuale è caratterizzato da un diametro di 170 m, da un'altezza al mozzo di 125 m, quindi si tratterà di macchine di grande taglia.

Gli aerogeneratori saranno così distribuiti sul territorio:

- l'aerogeneratore D03 nel comune di Crotona,
- gli aerogeneratori D01, D02, D04, D05, D07, D08 nel comune di Scandale,
- gli aerogeneratori D06, D09, D10, D11 e D12 nel comune di Cutro

Le particelle interessate dall'intervento sono identificate in Catasto ai seguenti Fogli e p.lle:

- Comune di Scandale

- D01: Foglio 16 – P.IIa 41
- D02: Foglio 15 – P.IIa 170
- D04: Foglio 17 – P.IIa 43
- D05: Foglio 17 – P.IIa 6
- D07: Foglio 17 – P.IIa 63
- D08: Foglio 17 – P.IIa 64

- Comune di Crotona

- D03: Foglio 28 – P.IIe 24, 142, 345

- Comune di Cutro

- D06: Foglio 1 – P.IIa 4
- D09: Foglio 1 – P.IIa 78
- D10: Foglio 1 – P.IIa 78
- D11: Foglio 2 – P.IIa 27
- D12: Foglio 2 – P.IIa 31

Il territorio interessato dall'intervento non presenta nuclei abitativi estesi, ma è caratterizzato da piccoli insediamenti formati da masserie (relativi fabbricati rustici di servizio necessari alla coltivazione di prodotti agricoli locali ed all'allevamento zootecnico), poste comunque ad una distanza almeno pari o superiore a 500 m dagli aerogeneratori previsti in progetto, come può evincersi dalla cartografia tematica allegata, per cui, presumibilmente, non subiranno turbamenti dovuti alla presenza delle pale eoliche. L'unica eccezione è data dal fabbricato A07, posto a una distanza minima di circa 270 m dall'aerogeneratore D8. Tale ricettore, considerato sensibile in quanto censito a catasto come abitazione di tipo economico (categoria A/3), da indagini in campo e contatti con il proprietario risulta non permanentemente abitato. La vegetazione dell'area direttamente interessata dal progetto è costituita in prevalenza da pascolo alberato con larghe aree coltivate a seminativi estensivi, mentre l'area estesa presenta anche seminativi arborei, pascoli naturali, cespuglieti ed arbusteti e boschi, che saranno comunque tutelati. La scelta dell'area è stata dettata dalla presenza di buone condizioni di vento con bassa incidenza su aree protette. Il sito ha buone caratteristiche orografiche, complessivamente dispone di una buona viabilità di accesso. È stata valutata positivamente la prossimità del sito all'agglomerato

industriale di Passovecchio oltre che la presenza della SE 380/150 kV di Scandale, distante meno di 1 km in linea d'aria dall'aerogeneratore D03. Sono state considerate:

- le caratteristiche anemologiche locali;
- la mutua distanza tra aerogeneratori, al fine di contenere l'impatto visivo dell'opera e contemporaneamente minimizzare le perdite per turbolenza ed effetti scia;
- le abitazioni presenti, anche in relazione alla variazione di clima acustico nelle vicinanze dei ricettori;
- la non inclusione di Siti di Interesse Comunitario, Zone di Protezione Speciale e di altre aree non idonee;
- l'orografia del sito, l'assenza di vegetazione arborea e le caratteristiche geologiche delle aree utilizzate per gli aerogeneratori.

Nella figura di seguito riportata è possibile visualizzare il lay-out del parco in oggetto su base ortofoto insieme ai potenziali ricettori sensibili considerati in questa valutazione previsionale. Nello specifico, i potenziali ricettori considerati nella valutazione sono stati individuati in un buffer di 1500 m da ciascun aerogeneratore del parco eolico in progetto; inoltre, in tale buffer non è presente alcun ricettore sensibile quali scuole, ospedali case di cura e/o riposo ecc...

Tabella 8.1 – Dati catastali e coordinate dei ricettori sensibili presenti nell'area

ID	Comune	Foglio	Particella	Categoria	Coordinate WGS84 UTM 32N		Elevazione e [m.s.l.m.]
A01	Crotona	23	583	A03	676197 m E	4328446 m N	37
A02	Crotona	23	584	A03	676187 m E	4328412 m N	37
A03	Crotona	23	814	A03 / C06	676142 m E	4328411 m N	37
A04	Crotona	23	806	A03	676033 m E	4328469 m N	40
A05	Crotona	28	323	A02 / C03	675596 m E	4328830 m N	69
A06	Scandale	14	283	A03	672468 m E	4330413 m N	102
A07	Scandale	17	61	A03 / D10	672619 m E	4328646 m N	164

Tabella 8.2 – Legenda categorie catastali

Categoria	Descrizione
A/2	Abitazioni di tipo civile
A/3	Abitazioni di tipo economico
A/4	Abitazioni di tipo popolare

C/2	Magazzini e locali di deposito
C/6	Stalle, scuderie, rimesse, autorimesse (senza fine di lucro)
D/10	Fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole
E/3	Costruzioni e fabbricati per speciali esigenze pubbliche
F/3	Unità in corso di costruzione

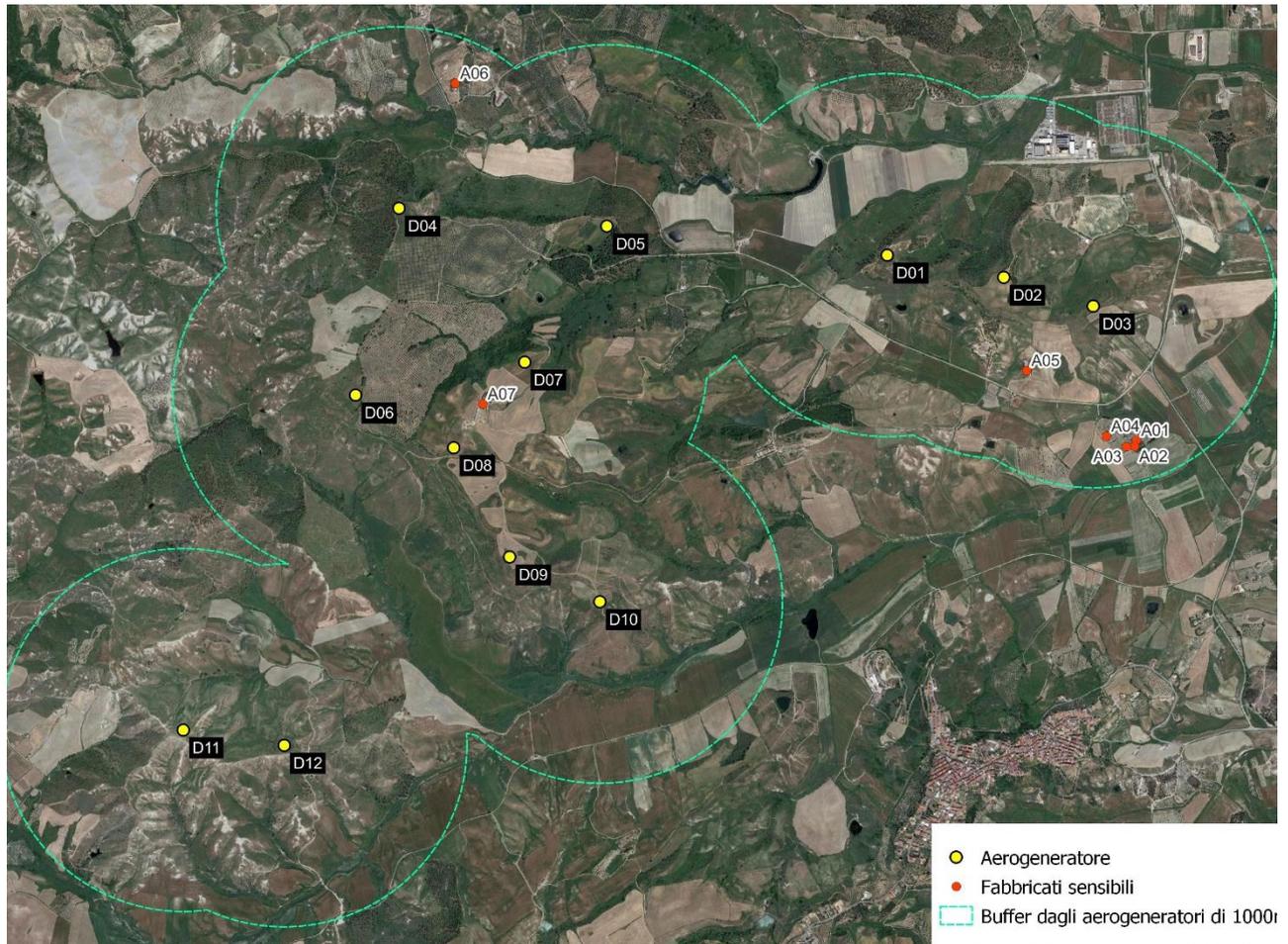


Figura 8-1 – Localizzazione recettori sensibili presenti nell'area di impianto

Tabella 8.3 - Coordinate nel SR UTM-WGS 84 degli aerogeneratori in progetto

AEROGENERATORE	UTM-WGS 84	
	EST	NORD
D01	674833	4329466
D02	675471	4329344
D03	675961	4329185
D04	672160	4329725
D05	673298	4329626
D06	671922	4328695
D07	672848	4328877
D08	672460	4328405
D09	672766	4327804
D10	673259	4327557
D11	670979	4326850
D12	671532	4326765

9 Rapporto tecnico

Al fine di valutare in via previsionale l'impatto acustico generato in fase di esercizio dall'impianto eolico oggetto di studio, si è proceduto attraverso i seguenti step:

- una campagna di misure ante-operam finalizzata alla caratterizzazione del clima acustico dell'area interessata dalla realizzazione dell'intervento;
- l'applicazione di un modello previsionale al fine di stimare l'alterazione del clima acustico dell'area a seguito dell'entrata in esercizio dell'impianto eolico;
- il confronto dei risultati ottenuti a valle della simulazione di propagazione del rumore con i limiti normativi di riferimento sia assoluti che differenziali.

Prima dell'inizio della campagna di misure sono state acquisite tutte le informazioni utili a definire il metodo, i tempi e le posizioni di misura più idonee considerando la presenza di ricettori o di sorgenti specifiche che contribuissero al livello di rumore dell'area.

Si specifica che, in relazione alla specifica localizzazione dell'opera, sono stati considerati ricettori sensibili, soltanto gli edifici accatastati, la cui classificazione catastale è risultata essere appartenente al Gruppo A (da A/1 ad A/11), ovvero abitazioni, oppure alla categoria D10 (Fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole).

In particolare, si è proceduto ad effettuare un rilievo fonometrico di durata complessiva pari a circa 4 ore nell'area in esame, tra i giorni 06 e 07 marzo 2023. Tali misure si ritengono rappresentative del clima acustico relativo ai potenziali ricettori individuati nel dominio di analisi.

9.1 Rilievi fonometrici ante operam e determinazione del rumore residuo L_R

Nel presente studio, allo scopo di prevedere l'impatto indotto dall'impianto in progetto sono stati individuati i potenziali ricettori sensibili, in riferimento anche a quanto stabilito dal DPCM 14/11/97 e dalla Legge Quadro n.447/95, ovvero che le misure dei limiti di emissione acustica vanno effettuate in corrispondenza degli ambienti abitativi, definiti come "ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive". In particolare, come sopra riportato, sono stati presi in esame i fabbricati ritenuti significativi, vale a dire quelli accatastati ed appartenenti alla categoria (da A/1 ad A/11), ovvero abitazioni.

Per quanto riguarda i descrittori acustici, il DPCM 01.03.1991 indica il livello di pressione sonora come il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro espresso mediante la scala logaritmica dei decibel (dB) e dato dalla seguente espressione:

$$L_p = 10 \log(p^2/p_0^2)$$

dove p è il valore efficace della pressione sonora misurata in Pascal (Pa) e p_0 è la pressione di riferimento che si assume uguale a 20 micropascal in condizioni standard. Inoltre, e in accordo con quanto ormai internazionalmente accettato, tutte le normative esaminate prescrivono che la misura della rumorosità ambientale venga effettuata attraverso la valutazione del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", anch'esso espresso in decibel.

Gli accorgimenti nel corso delle misurazioni sono state:

- esecuzione delle misure ad almeno un metro di distanza da superfici interferenti;
- mantenimento del microfono ad una altezza di 1.5 metri dal suolo;
- mantenimento dell'osservatore a sufficiente distanza dal microfono (almeno 3 m).

Le rilevazioni sono state eseguite rilevando anche la velocità del vento per cui è stato possibile escludere tutte le misure di rumore in corrispondenza di velocità superiori a 5 m/s come richiesto dalla normativa (il microfono dello strumento è stato comunque dotato di cuffia antivento come prescritto dalla normativa); in merito al posizionamento del microfono, sono state rispettate le disposizioni di cui all'allegato B del dm 16.03.1998. Sono stati individuati 7 potenziali ricettori costituiti essenzialmente da edifici rurali per la maggior parte non abitati con continuità, si riporta di seguito la localizzazione di tali recettori.

Tabella 9.1 – Potenziali ricettori sensibili acustici considerati

Ricettore	Coordinate UTM-WGS 84 fuso 33		Comune	Categoria catastale	Limiti applicabili DPCM 14/11/97
	Est [m]	Nord [m]			
A01	676197	4328446	Crotona	A03	classe III
A02	676187	4328412	Crotona	A03	classe III
A03	676142	4328411	Crotona	A03 / C06	classe III
A04	676033	4328469	Crotona	A03	classe III
A05	675596	4328830	Crotona	A02 / C03	classe III
A06	672468	4330413	Scandale	A03	classe III
A07	672619	4328646	Scandale	A03 / D10	classe III

I ricettori sensibili considerati sono stati selezionati all'interno di un'area buffer di pari a 1000 centrata sulla proiezione a terra dell'asse degli aerogeneratori previsti in progetto (superiore ai 500 m suggeriti dalla Norma UNI/TS 11143-7 del febbraio 2013). Come già illustrato al paragrafo

10 i ricettori sono considerati a titolo cautelativo ricadenti in area di classe III ai sensi del DPCM 14/11/1997.

Tutti i ricettori si trovano ad almeno 500m dagli aerogeneratori fatta eccezione del fabbricato A07, posto a una distanza minima di circa 270 m dall'aerogeneratore D8. Tale ricettore, considerato sensibile in quanto censito a catasto come abitazione di tipo economico (categoria A/3), da indagini in campo risulta non permanentemente abitato.

Tabella 9.2 – Scheda ricettore A07

	<p>Ricettore A07</p> <p>Comune di Scandale</p> <p>Foglio 17, Particella 61</p> <p><u>Categoria:</u> Abitazione di tipo economico, non permanentemente abitato</p>
	

Nella tabella di seguito riportata è indicata la posizione della postazione impiegata per i rilievi acustici del rumore residuo L_R .

Tabella 9.3 – Postazioni interessate dai rilievi acustici

Postazione di misura	Coordinate UTM-WGS 84 fuso 33	
	Est	Nord
P1	676149	4329600
P2	673962	4329524

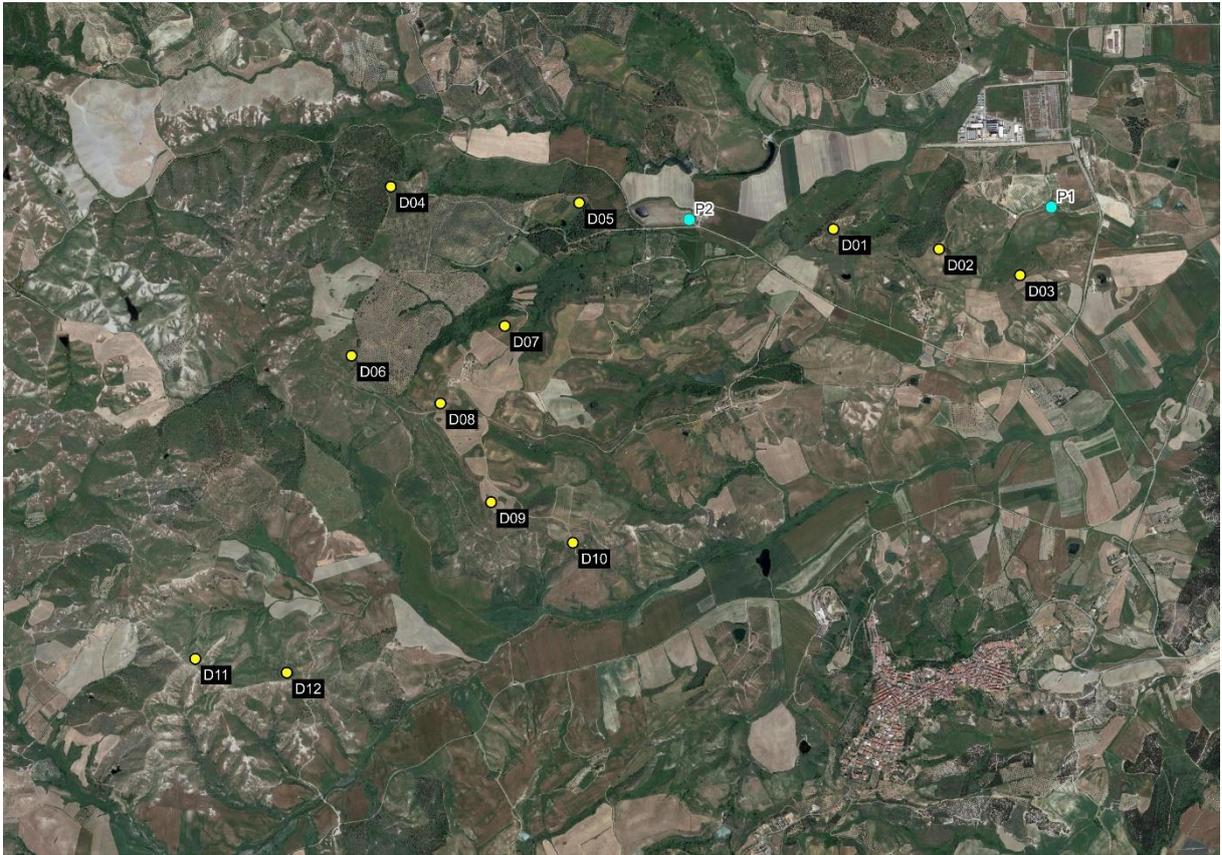


Figura 9-1 – Localizzazione dei punti di campionamento (in colore azzurro)

Le misure del Rumore Residuo L_R ottenute in tale postazione, nel periodo diurno e notturno, sono state considerate rappresentative del clima acustico dell'area interessata dall'opera in progetto e pertanto sono state prese a riferimento anche per tutti i ricettori sensibili presenti nell'area. Lo strumento impiegato rileva e memorizza i livelli sonori con tutte le costanti di tempo normalizzate (Fast, Slow, Impulse, Picco, Massimo e Minimo), consentendo una lettura diretta del livello equivalente (L_{eq}) non solo come valore globale pesato (A), ma anche come traccia del suo andamento temporale e di quello relativo ad ogni banda di 1/3 d'ottava. I rilievi sono stati acquisiti nella memoria interna del fonometro e successivamente scaricati su personal computer e analizzati con l'ausilio di software specifici, con i quali è possibile "depurare" le rilevazioni dagli eventi sonori occasionali estranei ai fenomeni acustici in esame.

9.2 Risultati delle misure ante opera valore del rumore residuo L_R

Si ritiene che le condizioni acustiche del territorio in esame osservate durante il tempo di misura siano risultate rappresentative per la stima del clima acustico ante operam in quanto, durante il tempo di misura, non si sono verificati eventi sonori atipici (rispetto alle normali attività agricole e zootecniche ed alla presenza di qualche cane nell'area). Si riportano di seguito i risultati dei rilievi del rumore residuo, sia per il periodo di riferimento diurno che per quello notturno. Le misure, per la verifica dei limiti normativi, sono state arrotondate a 0.5 dB come previsto nelle disposizioni tecniche del DPCM 16/03/1998.

Misura P1 – Diurna

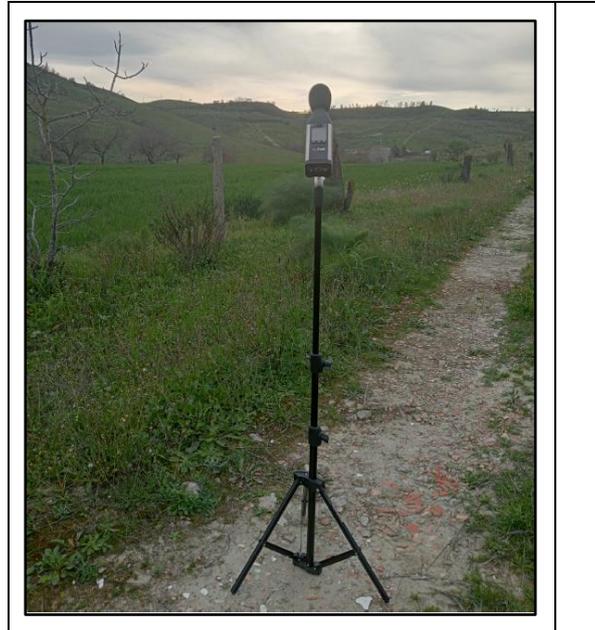


Tabella 9.4 – Valori del rumore residuo in ambito diurno misura P1

File	20230306_150540_160547.cmg											
Ubicazione	MY_LOC											
Tipo dati	Leq											
Pesatura	A											
Inizio	06/03/2023 15:05:40											
Fine	06/03/2023 16:05:47											
Sorgente	Leq Sorgente dB	Leq (parziale) dB	Lmin dB	Lmax dB	L99 dB	L95 dB	L90 dB	L50 dB	L10 dB	L5 dB	L1 dB	Durata complessivo h:min:s
Disturbo	58.4	32.8	34.6	66.5	34.5	34.5	36.1	41.2	66.4	66.4	66.4	00:00:10
Non codificato	40.1	40.1	28.2	57.6	30.0	31.4	32.2	36.1	43.2	45.8	49.8	00:59:57
Globale	40.9	40.9	28.2	66.5	30.0	31.5	32.2	36.1	43.2	45.8	49.9	01:00:07

Tabella 9.5 – Storia temporale misura ambito diurno P1

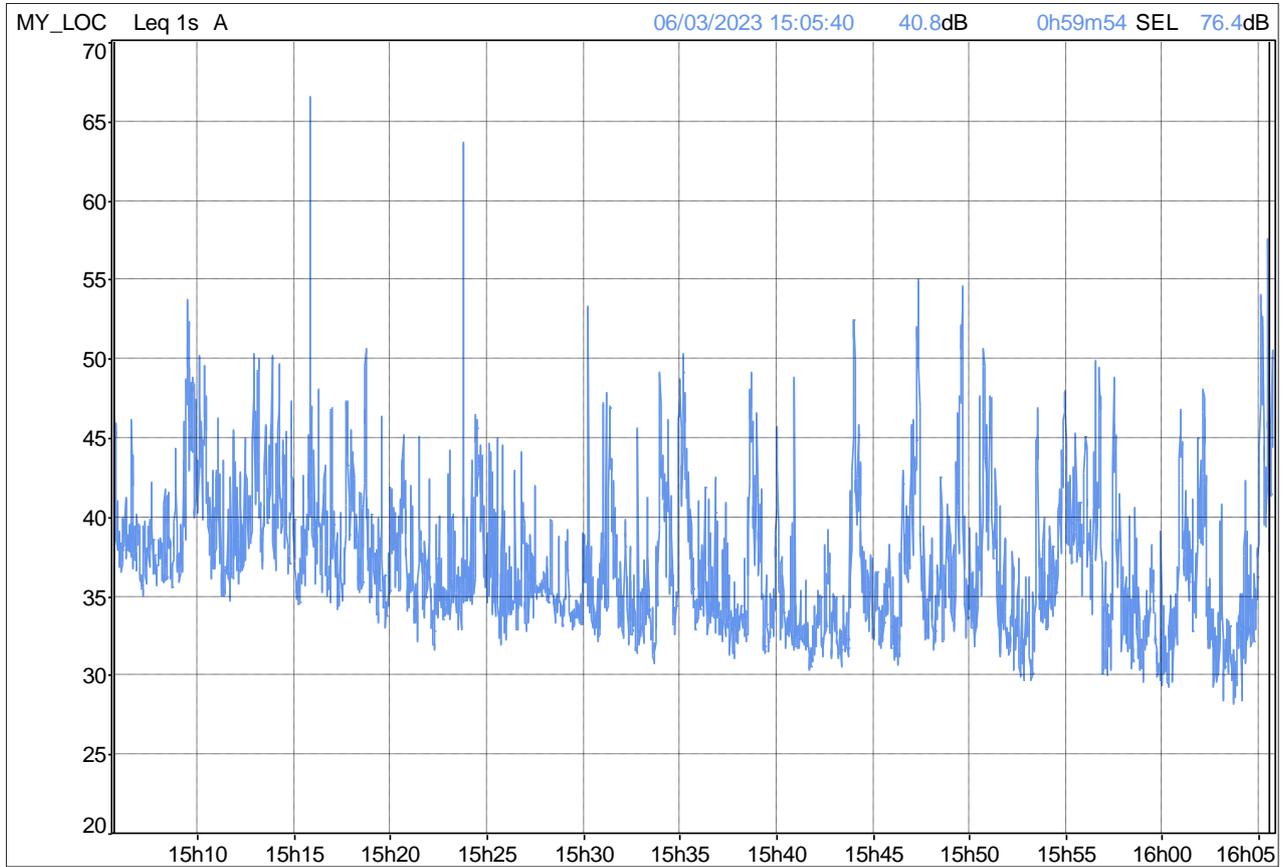


Tabella 9.6 – Spettro medio misura ambito diurno P1

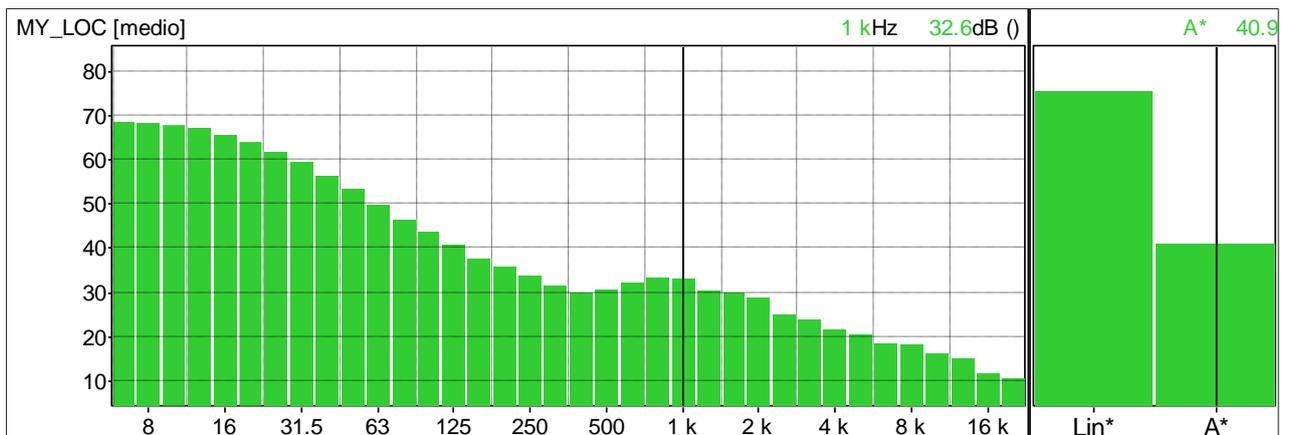


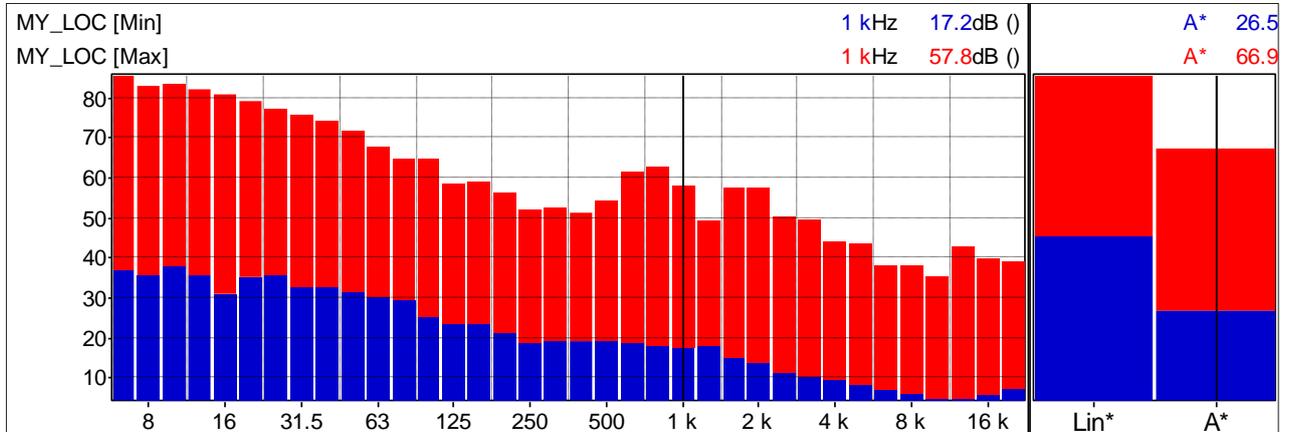
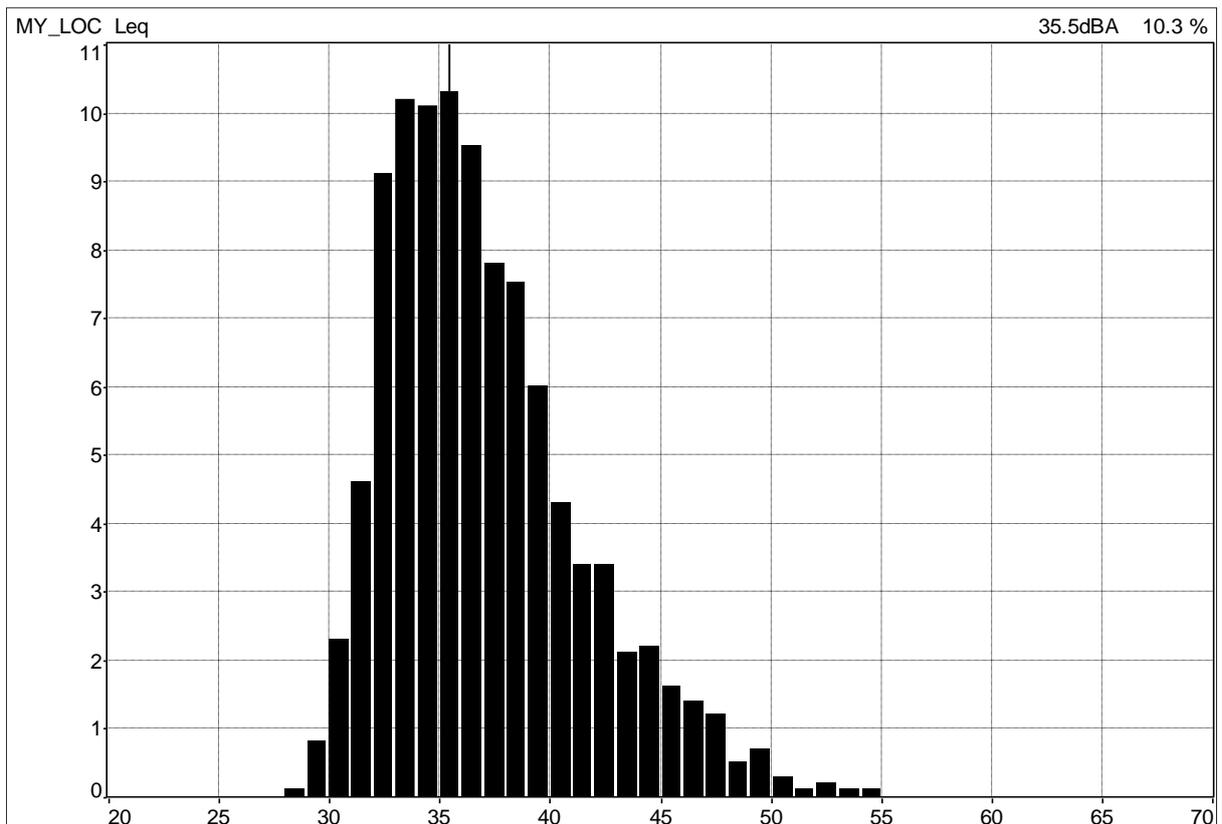
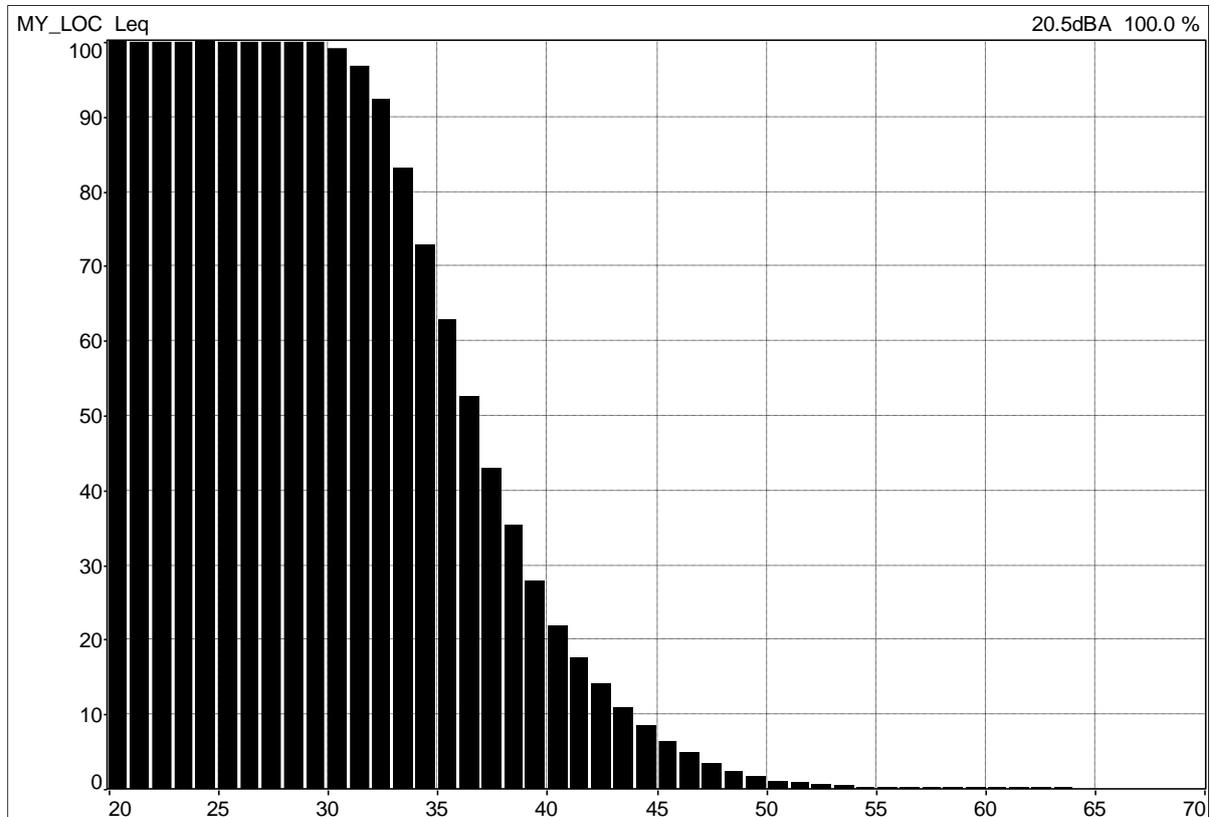
Tabella 9.7 – Spettro minimo e massimo misura ambito diurno P1

Tabella 9.8 – Distribuzione d'ampiezza misura ambito diurno P1


Tabella 9.9 – Curva Cumulata misura ambito diurno P1

Misura P1 – Notturna
Tabella 9.10 – Valori del rumore residuo in ambito notturno P1

File	20230306_175307_185355.cmg											
Ubicazione	MY_LOC											
Tipo dati	Leq											
Pesatura	A											
Inizio	06/03/2023 22:53:07											
Fine	06/03/2023 23:53:55											
Sorgente	Leq Sorgente dB	Leq (parziale) dB	Lmin dB	Lmax dB	L99 dB	L95 dB	L90 dB	L50 dB	L10 dB	L5 dB	L1 dB	Durata complessivo h:min:s
auto	43.7	31.6	28.4	52.1	29.2	30.6	31.6	37.7	48.7	49.9	51.2	00:03:41
Non codificato	32.3	32.0	21.7	43.4	23.0	25.2	26.0	31.0	35.4	36.7	38.4	00:57:07
Globale	34.8	34.8	21.7	52.1	23.1	25.2	26.1	31.3	36.2	37.8	46.9	01:00:48

Tabella 9.11 – Storia temporale misura ambito notturna P1

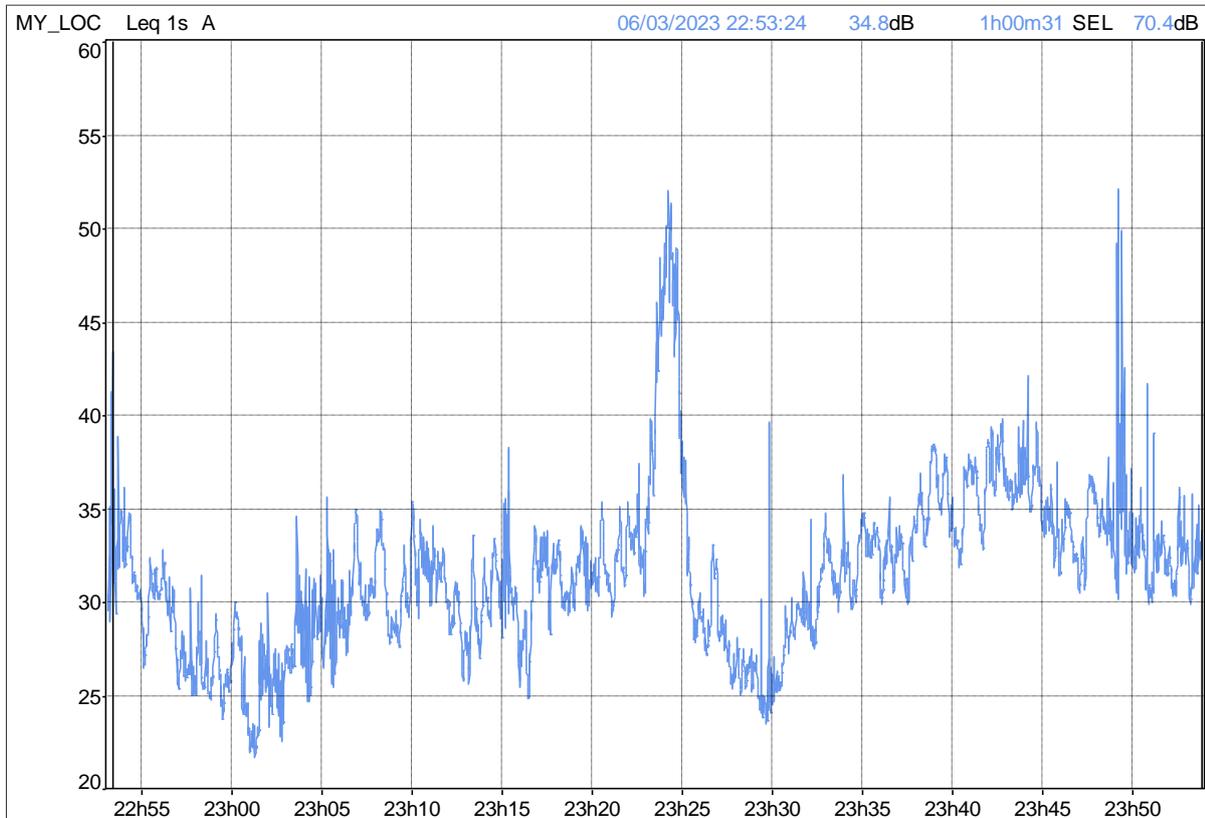


Tabella 9.12 – Spettro medio misura ambito notturna P1

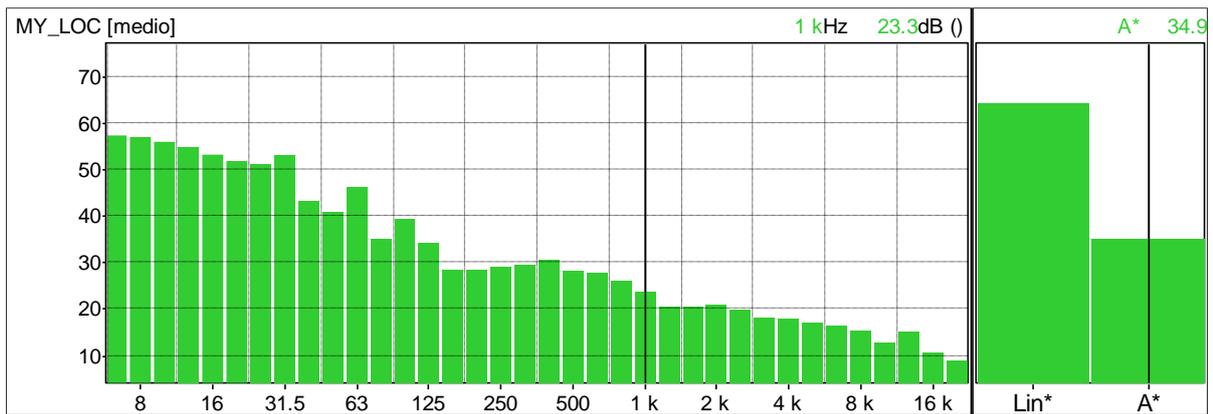


Tabella 9.13 – Spettro minimo e massimo misura ambito notturna P1

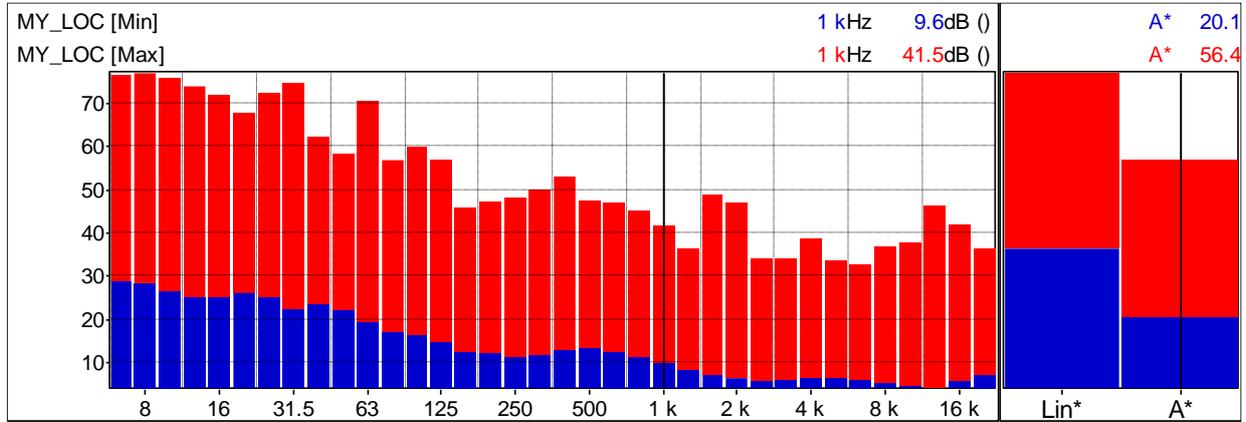


Tabella 9.14 – Distribuzione d'ampiezza misura ambito notturna P1

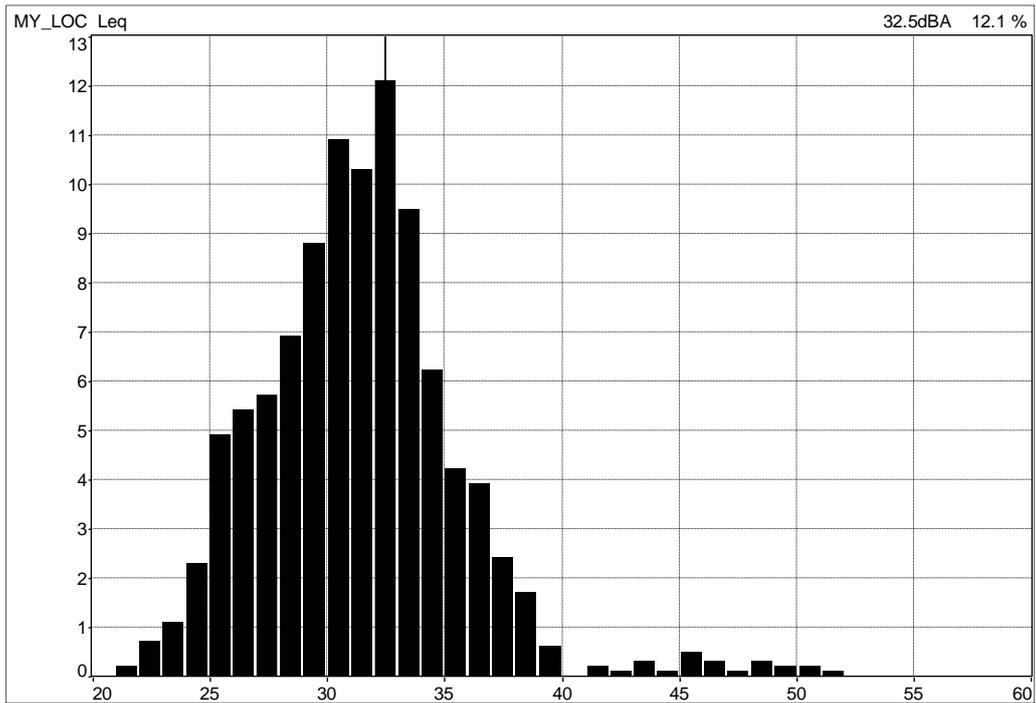
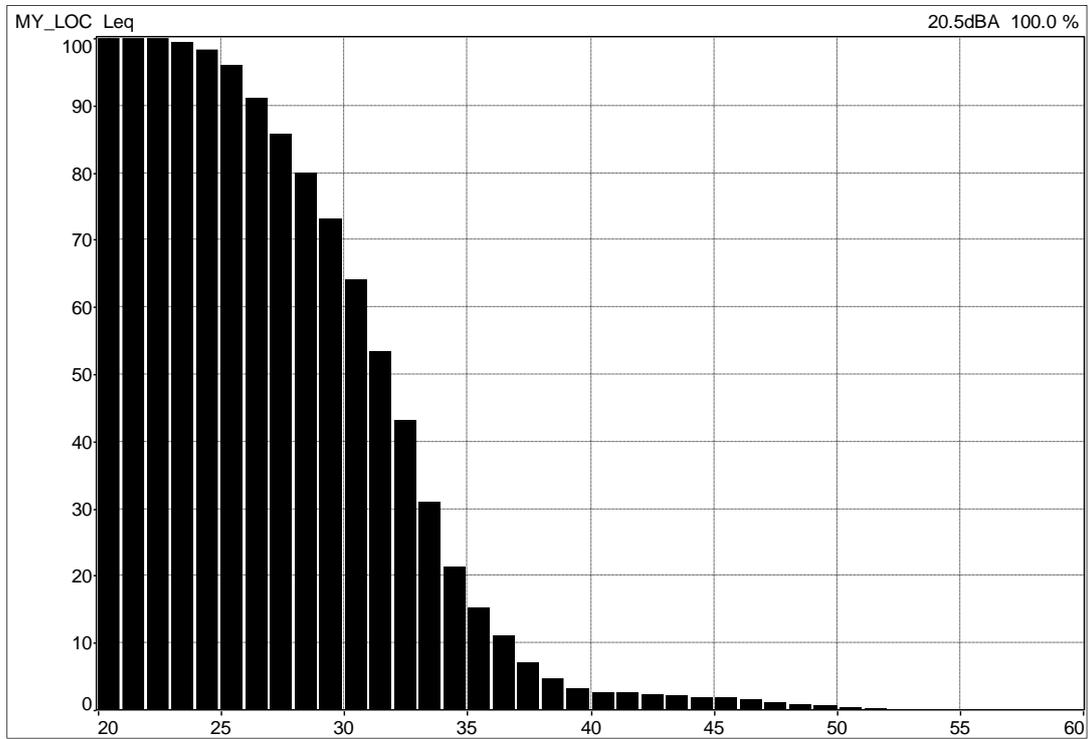


Tabella 9.15 – Curva Cumulata misura ambito notturna P1



Misura P2 – Diurno

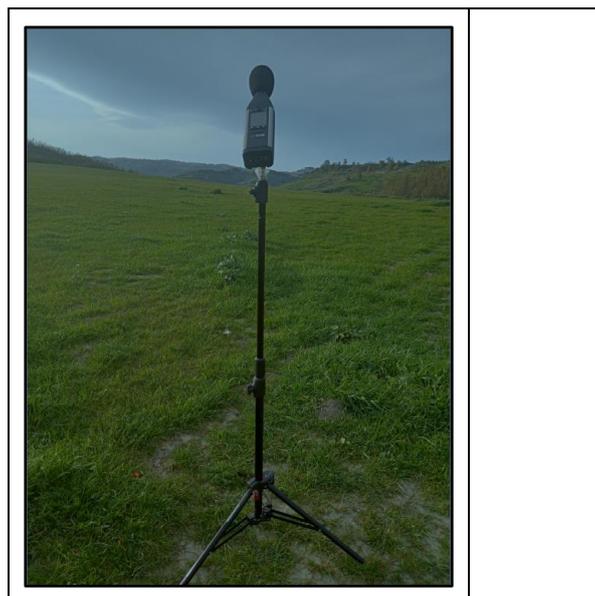


Tabella 9.16 – Valori del rumore residuo in ambito diurno misura P2

File	20230306_164249_174302.cmg											
Ubicazione	MY_LOC											
Tipo dati	Leq											
Pesatura	A											
Inizio	06/03/2023 16:42:49											
Fine	06/03/2023 17:43:03											
Sorgente	Leq Sorgente dB	Leq (parziale) dB	Lmin dB	Lmax dB	L99 dB	L95 dB	L90 dB	L50 dB	L10 dB	L5 dB	L1 dB	Durata complessivo h:min:s
cani	44.9	34.8	24.1	65.6	25.0	26.6	27.4	30.3	45.1	49.8	58.2	00:05:57
disturbo	53.9	33.6	24.6	69.2	24.5	24.9	25.2	29.0	32.5	37.9	69.1	00:00:34
Non codificato	36.2	35.7	22.1	53.2	23.7	25.3	26.4	30.4	38.6	42.1	47.9	00:53:43
Globale	39.6	39.6	22.1	69.2	23.8	25.3	26.4	30.3	39.0	42.9	49.2	01:00:14

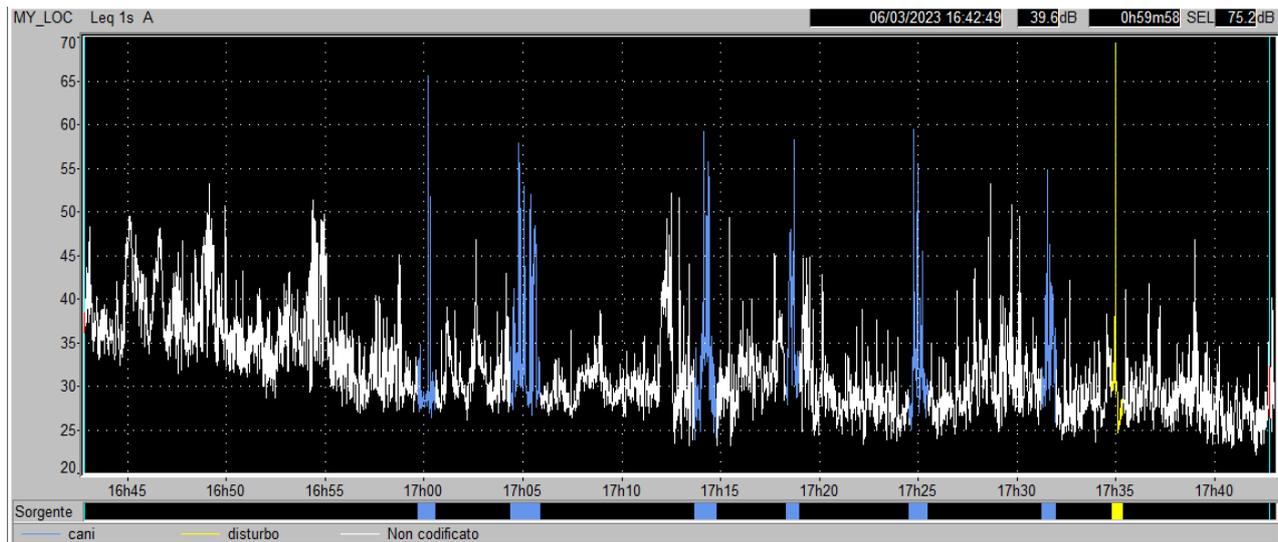
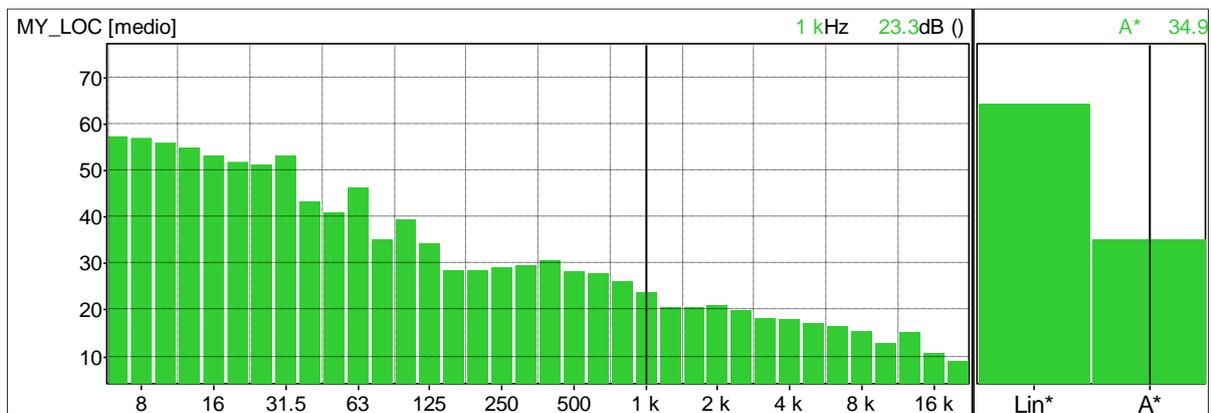
Tabella 9.17 – Storia temporale misura ambito diurno P2

Tabella 9.18 – Spettro medio misura ambito diurno P2

Tabella 9-19 – Spettro minimo e massimo misura ambito diurno P2

Tabella 9.20 – Spettro minimo e massimo misura ambito diurno P2

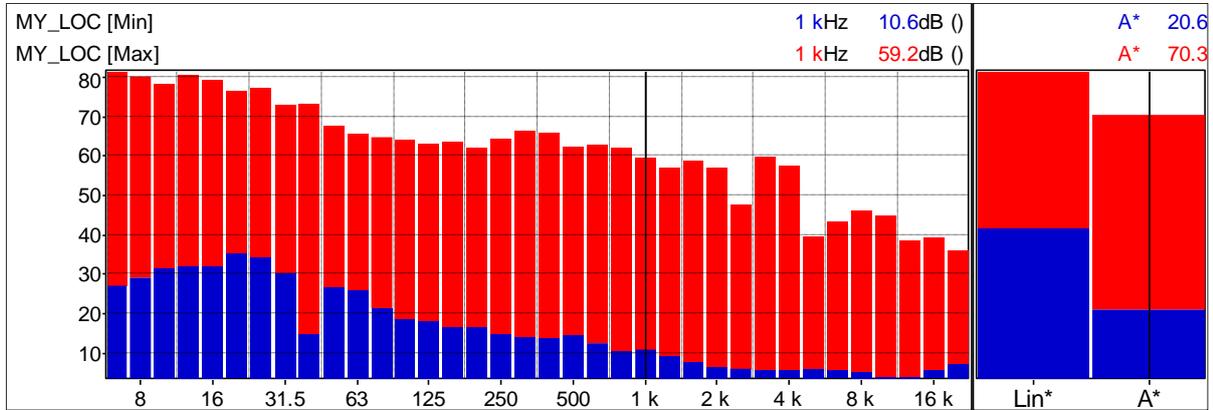


Tabella 9.21 – Distribuzione d'ampiezza misura ambito diurno P2

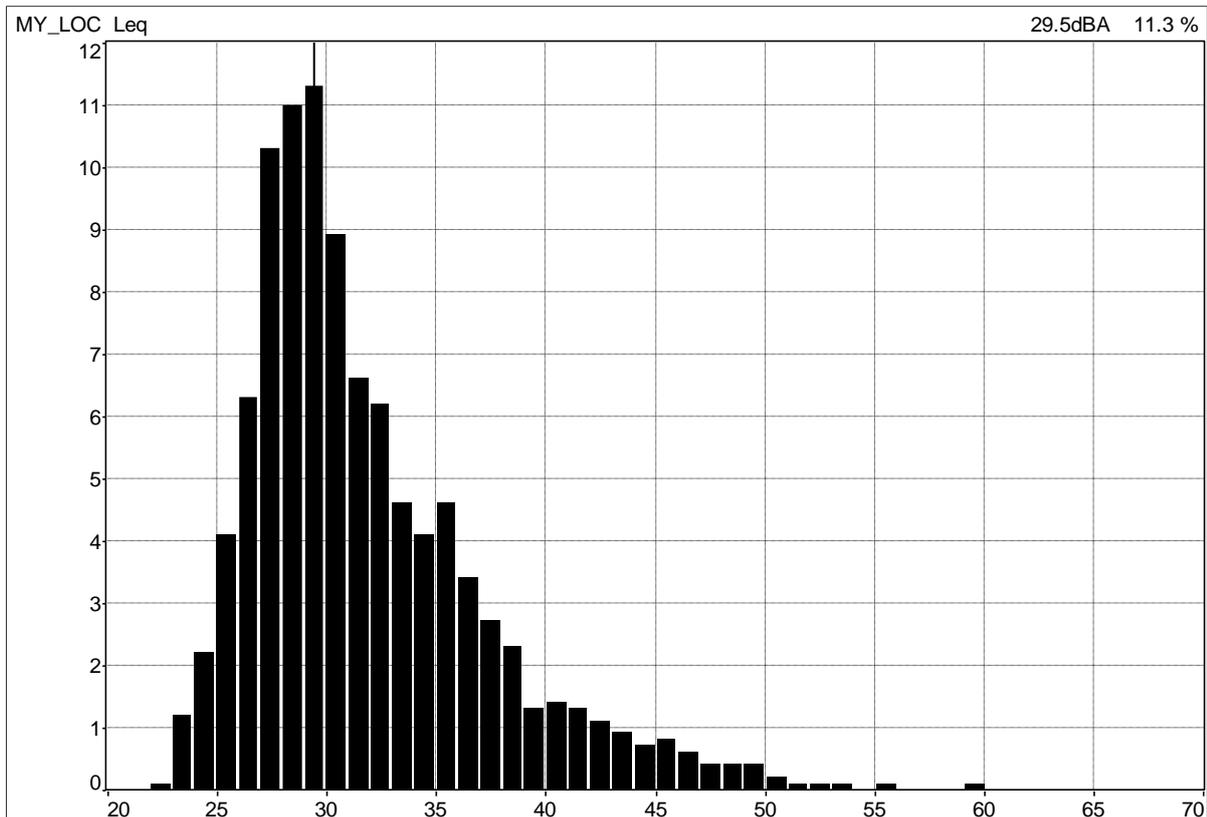
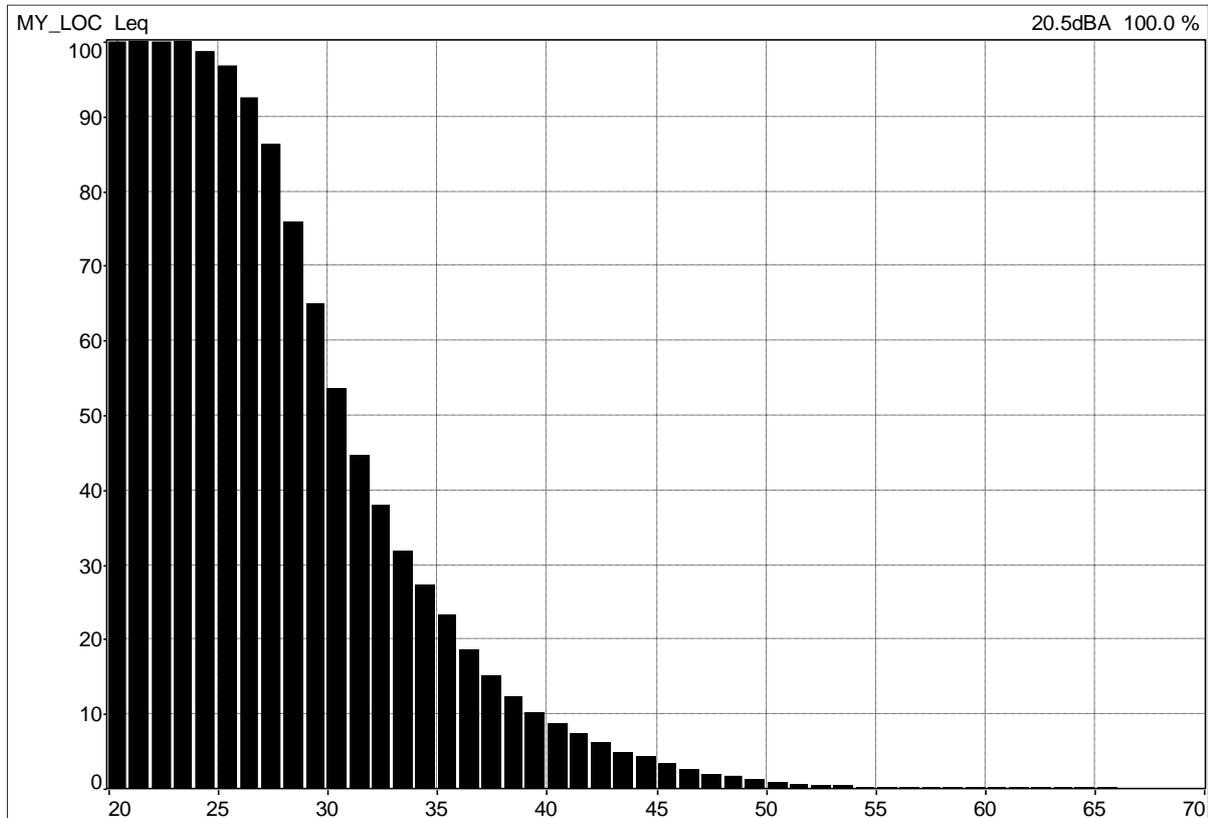


Tabella 9.22 – Curva Cumulata misura ambito diurno P2

Misura P2 – Notturmo
Tabella 9.23 – Valori del rumore residuo in ambito notturno P2

File	20230306_190816_200845.cmg											
Ubicazione	MY_LOC											
Tipo dati	Leq											
Pesatura	A											
Inizio	07/03/2023 00:08:16											
Fine	07/03/2023 01:08:45											
	Leq	Leq	Lmin	Lmax	L99	L95	L90	L50	L10	L5	L1	Durata
Sorgente	Sorgente	(parziale)										complessivo
disturbo	51.4	39.1	20.1	68.3	20.4	22.3	23.3	36.1	47.8	57.1	65.3	h:min:s
Non codificato	38.1	37.9	16.5	53.6	17.7	21.1	25.3	33.6	41.2	43.8	48.9	00:03:34
Globale	41.6	41.6	16.5	68.3	17.8	21.4	25.2	33.7	41.5	44.2	50.7	00:56:55
												01:00:29

Tabella 9.24 – Storia temporale misura ambito notturno P2

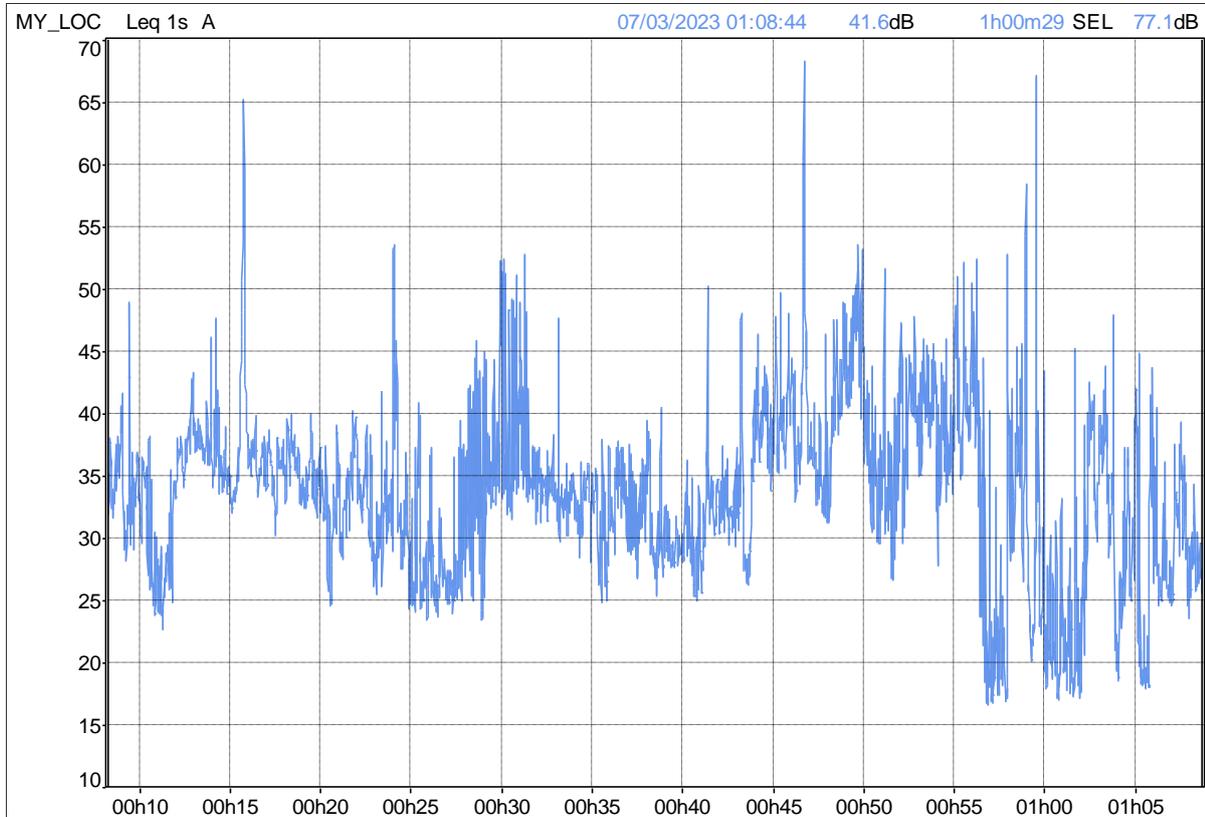


Tabella 9.25 – Spettro medio misura ambito notturno P2

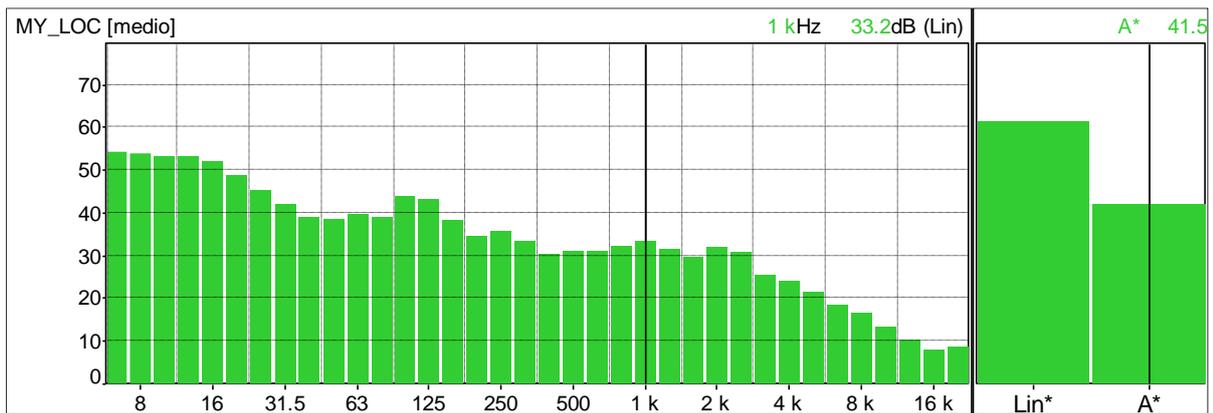


Tabella 9.26 – Spettro minimo e massimo misura ambito notturno P2

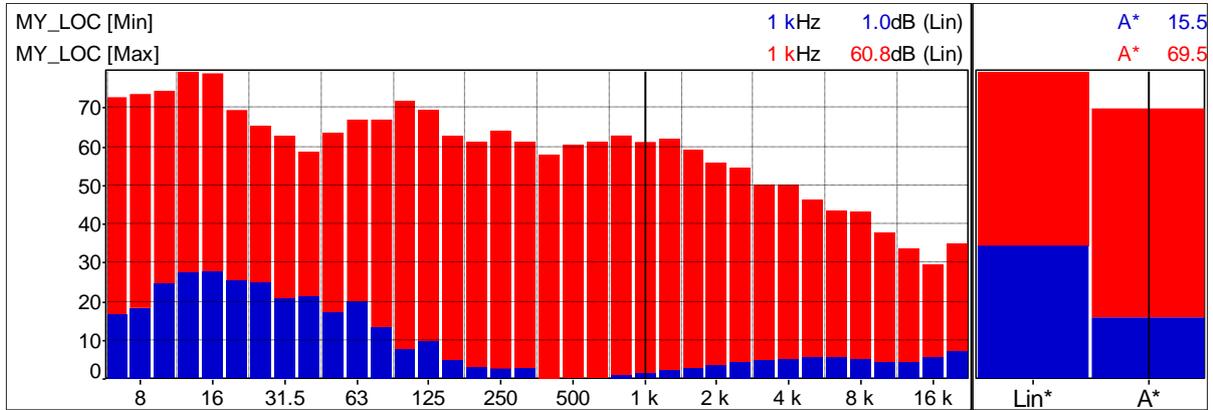


Tabella 9.27 – Distribuzione d'ampiezza misura ambito notturno P2

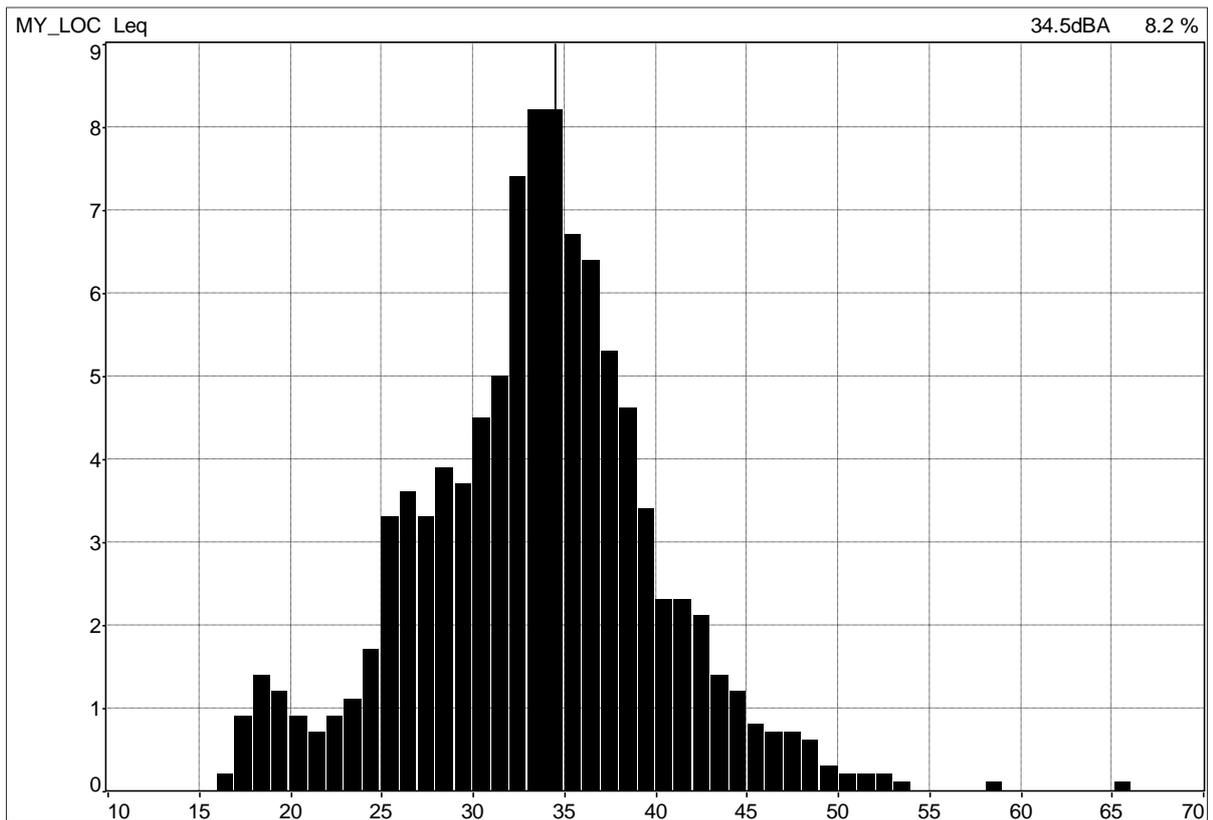
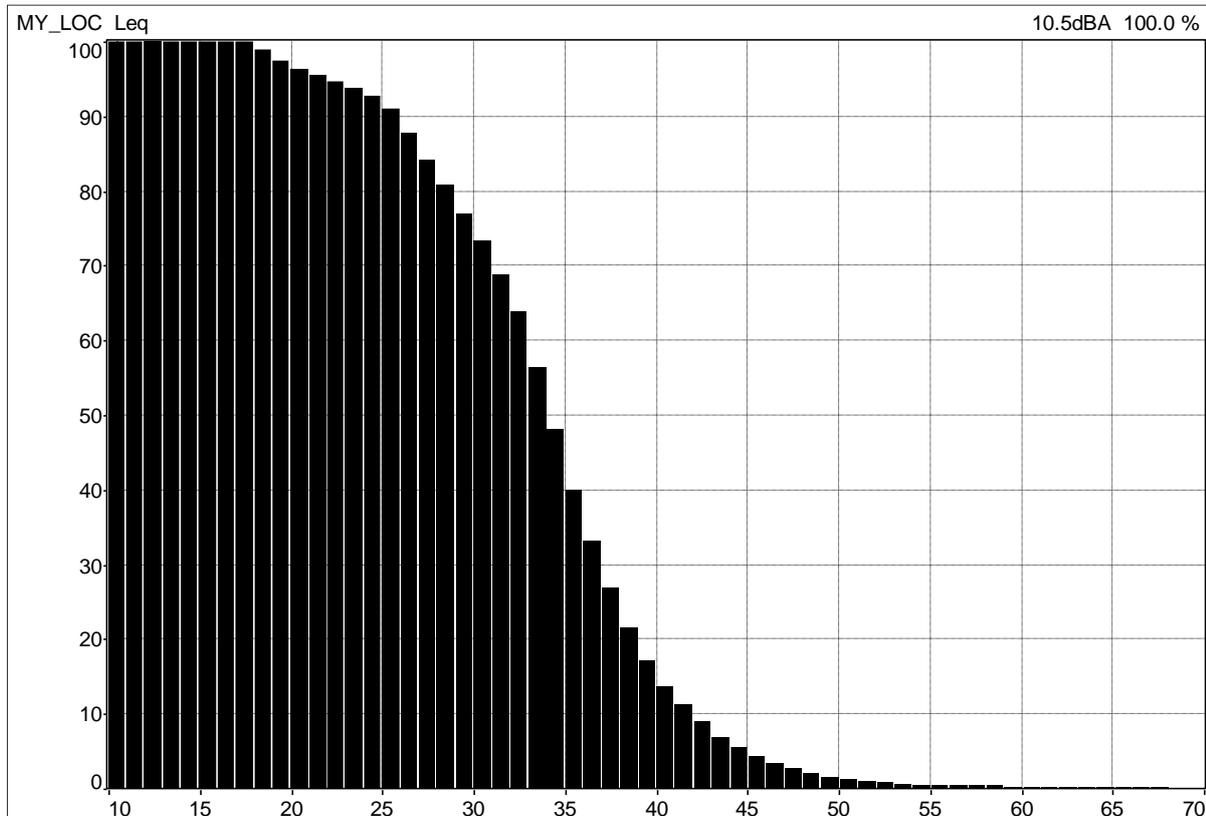


Tabella 9.28 – Curva Cumulata misura ambito notturno P2

Tabella 9.29 – Risultati delle misurazioni effettuate Leq, espressi in dB(A)

Postazione di misura	Coordinate UTM-WGS 84 fuso 33		Valori	
	est	nord	diurno	notturno
P1	676149	4329600	40.9	34.8
P2	673962	4329524	39.6	41.6

Come illustrato dai grafici precedenti e come visibile in Tabella 9.29 il livello di pressione sonora (LAeq) registrato in corrispondenza del punto di misura P2, nel periodo notturno risulta nettamente maggiore di quello registrato nel periodo diurno. Tale condizione è legata alla presenza di animali, che ha interferito per la durata dei rilievi notturni. La modellizzazione del clima acustica notturno dell'area investigata si è quindi basata solo sui valori registrati presso il punto P1, meglio rappresentativi della condizione di quiete notturna (assenza traffico veicolare o altri disturbi antropici).

Nel seguito viene riportata la procedura seguita per la determinazione del livello di rumore ambientale $L_{A,eq}$ in funzione della velocità del vento.

La principale sorgente di rumorosità è dovuta alle interazioni tra vento e vegetazione, sia per quanto riguarda la densità che la volumetria. (Fègeant, 1999). Anche il livello sonoro e la

frequenza dipendono dal tipo di vegetazione presente nel sito. Il livello di rumorosità equivalente è approssimativamente proporzionale al logaritmo in base dieci della velocità del vento V (Fegeant, 1999) in base alla seguente relazione:

$$L_{A,eq} \propto \log_{10} V$$

Il rumore del vento tende ad incrementare piuttosto rapidamente per basse velocità, per poi stabilizzarsi per velocità superiori ai 12 m/s. Per esempio, per siti rurali, valori tipici di rumorosità di fondo sono 25 dBA in assenza di vento e 42 dBA con vento a 5 m/s.

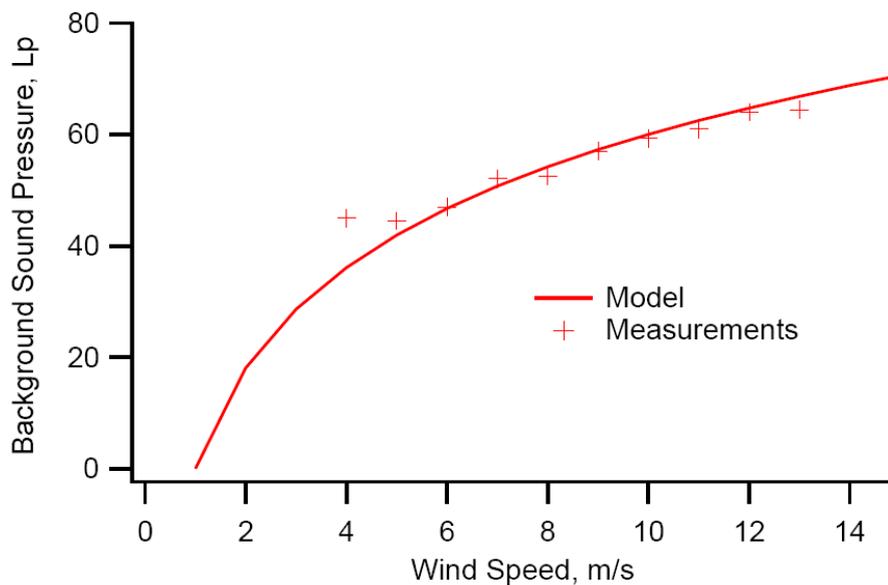


Figura 9-2 – Esempio di rumore di fondo in un ambiente rurale (fonte: Huskey/Meadors, 2001)

Al fine di indagare il rumore ambientale alle varie classi di vento, considerando che non si sono presentate tutte in concomitanza con i rilievi, si rende necessario definire una correlazione per poter estendere le misure alle classi di vento da considerare nell'analisi.

In linea con la bibliografia, come illustrato in precedenza, la correlazione tra ventosità e rumore è ben descritta da una curva logaritmica. Il rumore cresce infatti proporzionalmente al logaritmo dell'intensità di vento e, per venti bassi, la crescita risulta più repentina mentre per venti superiori a 12 m/s tende a crescere molto meno.

Per classi di vento inferiori a 5 m/s sono stati presi come riferimento i valori misurati in situ mentre per classi superiori a 5 m/s è stato preso come riferimento il modello acustico bibliografico sopra riportato (Huskey/Meadors, 2001).

La combinazione di queste informazioni ha quindi permesso la costruzione delle curve che ricevuto in ingresso un valore di ventosità, compreso tra 1 e 12 m/s, sia in grado di restituire il valore di rumore ambientale caratteristico del area analizzata. I valori di rumore registrati in sito, come indicato nella normativa vigente, sono stati approssimati a 0.5 dB.

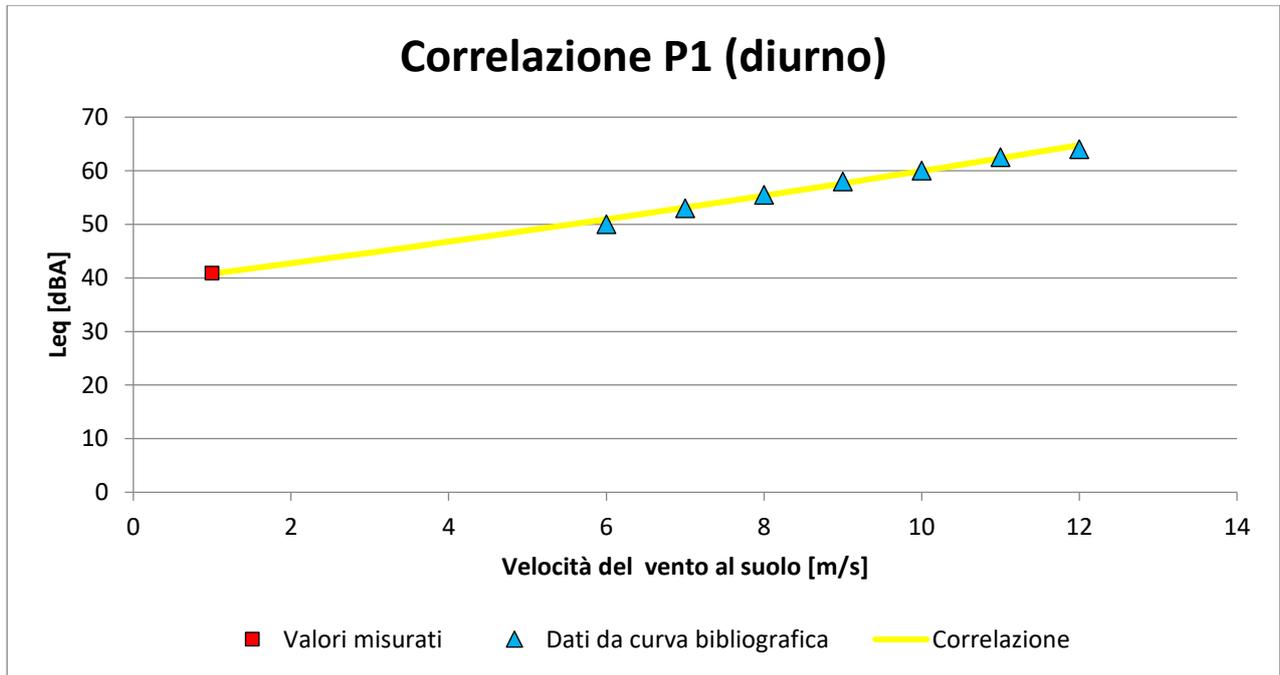


Figura 9-3 – Correlazione tra ventosità e L_{Aeq} al punto di misura P1

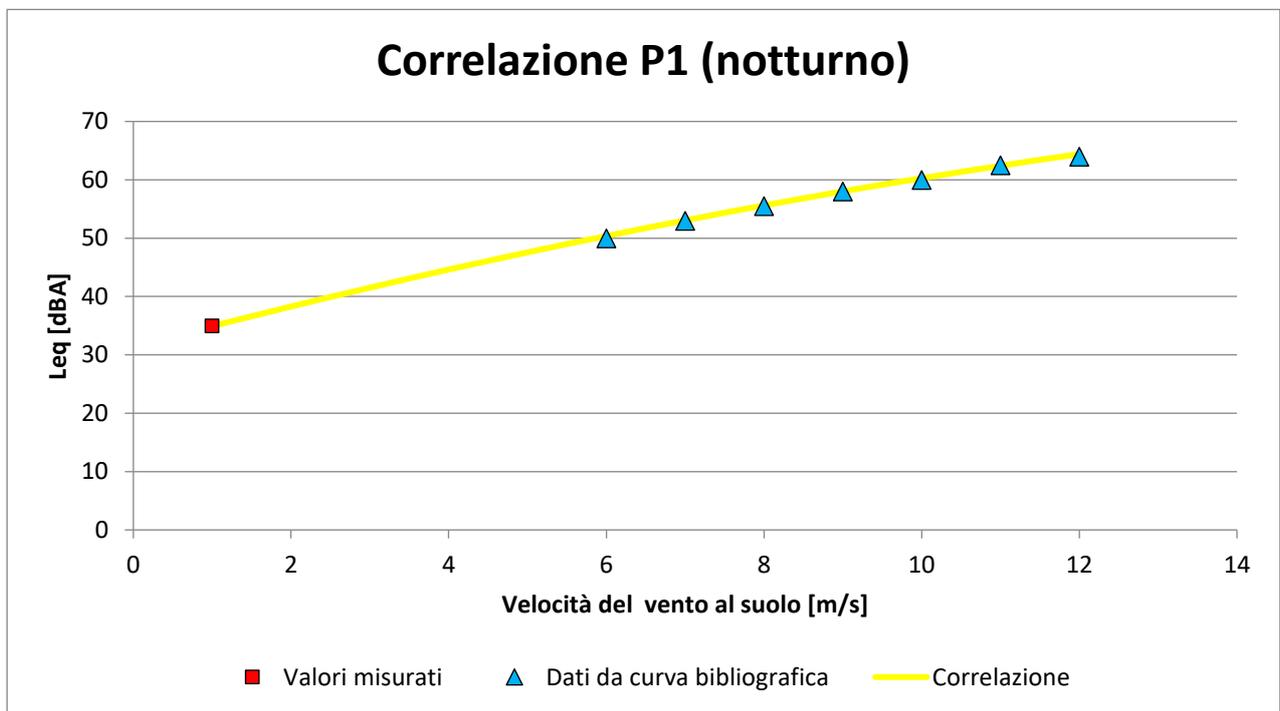


Figura 9-4 – Correlazione tra ventosità e L_{Aeq} al punto di misura P2

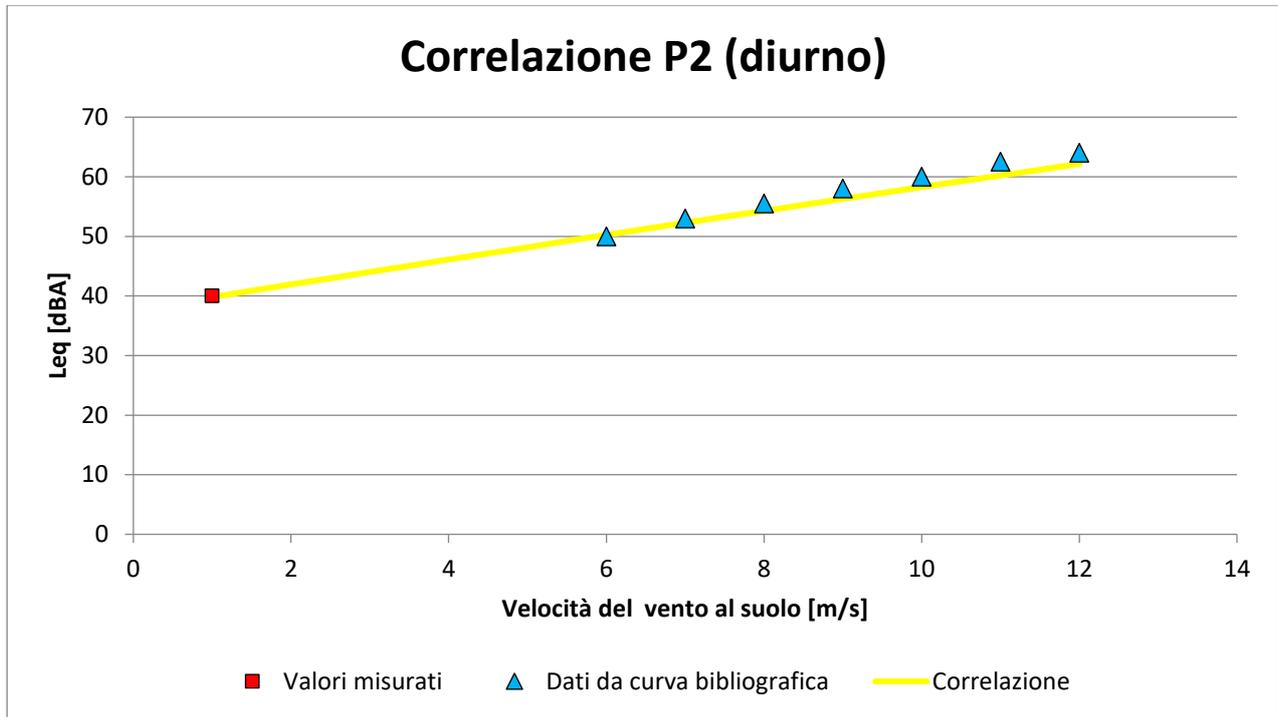


Figura 9-5 – Correlazione tra ventosità e L_{Aeq} al punto di misura P2

10 Valutazione previsionale di impatto acustico.

Il rumore di fondo attualmente presente in situ costituisce per definizione il *rumore residuo* in contrapposizione al *rumore ambientale* ovvero al rumore complessivo che vedrà come contributo quello specifico emesso dal parco eolico oggetto di indagine. L'impatto acustico causato da un impianto eolico dipende da numerosi fattori di natura meccanica ed aerodinamica. È diffuso che la percezione fisiologica del rumore è parzialmente soggettiva, tuttavia, al di sotto di un certo livello, la percezione del rumore proveniente da un impianto eolico, come da ogni altro emettitore, tende a confondersi con il rumore generale di fondo. È quindi buona norma progettuale verificare che presso eventuali ricettori sensibili (abitazioni, luoghi di lavoro o zone ad intensa attività umana) i livelli di rumore immessi si mantengano al di sotto di detti limiti.

Lo scopo del presente studio è quello di mettere in relazione una misura di rumore "*residuo*", in corrispondenza dei ricettori sensibili, con un valore di rumore "*immesso*", ovvero connesso alla presenza degli aerogeneratori ad una certa distanza dagli stessi.

Il rumore "*immesso*", proveniente dagli aerogeneratori, è la diretta conseguenza di quello propriamente "*emesso*" dagli stessi, il quale, a sua volta, dipende dalla velocità del vento che investe il rotore (vento a quota mozzo).

Il rumore "*residuo*" risulta, invece, influenzato dalla velocità del vento nell'ambiente circostante il ricettore. Ovviamente, le velocità del vento nell'ambiente all'altezza mozzo, in corrispondenza degli aerogeneratori, non potranno mai coincidere perfettamente a causa della distanza tra i punti in esame e per effetto della naturale aleatorietà del fenomeno.

10.1 Modello di calcolo

Il modello di calcolo proposto dalla letteratura tecnica ed in particolare dalla norma ISO 9613 parte 1 e 2 è fondato su ipotesi di propagazione del suono, prodotto da sorgente puntiforme (onda sferica), in campo libero lontano. Lo scopo della citata Norma è quello di definire i metodi per calcolare l'attenuazione del suono, nella propagazione in campo aperto, al fine di pervenire ai livelli di rumore causati da sorgenti di natura diversa in un punto prestabilito. La norma si divide in due parti, la prima tratta con molto dettaglio l'attenuazione del suono dovuta all'assorbimento atmosferico, mentre la seconda propone un metodo approssimato per la valutazione delle attenuazioni che si possono verificare. È in questa seconda parte che viene determinato il livello di pressione equivalente continuo ponderato A, in condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono da una sorgente il cui spettro di potenza sonora sia noto. Il metodo prevede la determinazione dei livelli di pressione sonora per bande d'ottava comprese tra 63 Hz e 8 kHz. L'origine del rumore viene fatta coincidere con una sorgente che, come definisce la norma, può essere sia fissa, sia mobile. Tale metodo risulta, quindi, applicabile ad un'ampia categoria di sorgenti. In secondo luogo la norma definisce il tipo di sorgente, trattando le sorgenti di tipo puntiforme e, nel caso in cui la sorgente sia estesa, come avviene per grandi siti industriali o per strade e ferrovie, stabilisce che la sorgente debba essere discretizzata in celle aventi ciascuna una propria potenza sonora e una certa direttività. Allo stesso tempo, essa prevede anche la possibilità di assemblare una serie di sorgenti puntiformi in una singola, situata nel mezzo del gruppo, sottostando, però, ad alcune precise condizioni.

La valutazione di impatto acustico previsionale è stata svolta per via numerica utilizzando l'apposito applicativo del pacchetto WindPro della danese EMD S.A.

L'algoritmo di calcolo utilizzato dal software per le stime previsionali è quello proposto dalla citata norma tecnica ISO 9613-2, secondo la quale il calcolo dell'attenuazione acustica del suono emesso da una determinata sorgente deve tenere conto dei seguenti aspetti:

- Assorbimento atmosferico,
- Assorbimento del terreno,
- Fluttuazioni dovute al vento, gradienti di temperatura, a turbolenza atmosferica.
- Presenza di vegetazione,
- Precipitazioni o nebbie.

Assorbimento atmosferico

Per quanto riguarda l'assorbimento atmosferico nella seguente trattazione vengono utilizzati i coefficienti proposti dalla norma ISO 9613-2, dipendenti dalla frequenza e dalla distanza come nel seguito indicato:

Tabella 10.1 – Coefficienti di assorbimento atmosferico

frequenza [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Coefficiente assorbimento aereo [dB/km]	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117.0

I seguenti coefficienti sono utilizzati per calcolare l'assorbimento atmosferico nella modellazione tramite software WindPro.

Assorbimento del terreno

Per quanto riguarda il calcolo del coefficiente di smorzamento del terreno nella seguente trattazione viene utilizzata la seguente relazione proposta dalla norma ISO 9613-2:

$$G_{gr} = 4.8 - \frac{2h_m}{d} \left(17 + \frac{300}{d} \right)$$

Dove h_m rappresenta l'altezza media tra sorgente sonora e ricettore,
 d è la distanza tra la sorgente e il ricettore.

Il Software WindPro permette di definire la classe del terreno (hard-porous) per poter considerare correttamente il relativo assorbimento. In questo caso il terreno risulta poroso.

Fluttuazioni dovute al vento e turbolenza atmosferica

La diversa velocità del vento per effetto windshear possono influenzare in maniera rilevante la propagazione del suono all'aperto. Tale fenomeno non è dovuto al trasporto dell'onda sonora nella direzione e nel verso in cui soffia il vento, bensì alla presenza di un fronte d'onda che si propaga in una certa direzione piegando verso il basso quando la velocità del vento aumenta in direzione verticale. Tale effetto induce una rotazione verso il basso del fronte d'onda. Pertanto l'osservatore che si trova sottovento riceverà valori più alti rispetto all'osservatore che si trova sopravvento. L'attenuazione può raggiungere anche valori i 20 dB.

Il software WindPro permette di inserire un coefficiente atmosferico raccomandando un massimo valore di 2 dBA. In questo caso si assume un coefficiente pari a 1 dBA.

Presenza di vegetazione

I dati sperimentali ad oggi disponibili non sono sempre concordi. Certo è che le superfici morbide assorbono energia sonora mentre quelle dure e di scie riflettono le onde sonore. Per terreno coperto da vegetazione fitta si può utilizzare come valore di attenuazione il seguente (Lazzarin – Strada, 2001):

$$A = (0.18 \log f - 0.31)r \quad dB$$

Dove r è la distanza tra la sorgente e il ricettore espressa in metri.

È sconsigliabile prendere in considerazione valori superiori a 30 dB. Per la presenza di alberi di discreta densità e coperto da fogliame è utilizzabile la seguente relazione:

$$A = 0.01 f^{\frac{1}{3}} r \quad dB$$

Dove r è la distanza tra la sorgente e il ricettore espressa in metri.

Cautelativamente non viene considerata alcuna attenuazione.

Precipitazioni o nebbie

Si conosce molto poco sull'attenuazione delle precipitazioni e della nebbia. Per quanto riguarda le precipitazioni è certo che il cadere della pioggia causa un aumento del rumore ambientale. Per

quanto riguarda la nebbia l'effetto attenuante è di piccola entità: Cavis e Cornel (1991) suggeriscono un valore di attenuazione di 0.5 dB/km.

Cautelativamente non viene considerata alcuna attenuazione.

10.2 Schematizzazione delle sorgenti sonore

Le sorgenti sonore trattate dalla norma ISO 9613-2 sono sorgenti puntiformi descritte tramite i valori di direttività e di potenza sonora in banda d'ottava (dB). In particolare:

- la potenza sonora in banda d'ottava (dB) è convenzionalmente specificata in relazione ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt; i valori vanno inseriti per ogni banda d'ottava (31Hz, 62,5Hz; 125Hz; 250Hz; 500Hz; 1kHz; 2kHz; 4kHz; 8kHz);
- la direttività (dB) è un termine che dipende dalla frequenza e dalla direzione e rappresenta la deviazione del livello equivalente di pressione sonora (SPL) in una specifica direzione rispetto al livello prodotto da una sorgente omnidirezionale.

La norma specifica, inoltre, la possibilità di descrivere sorgenti estese, anche in movimento, rappresentandole con set di sorgenti puntiformi ognuna con le proprie caratteristiche emmissive. A questo proposito la ISO 9613-2 specifica che una sorgente estesa, o una parte di una sorgente estesa, possa essere rappresentata da una sorgente puntiforme posta nel suo centro se:

- esistono le stesse condizioni di propagazione tra le varie parti della sorgente estesa e la sorgente puntiforme ed il ricettore;
- la distanza tra la sorgente puntiforme equivalente ed il ricettore è maggiore del doppio della dimensione maggiore della sorgente estesa.

Nella schematizzazione delle condizioni di propagazione del rumore è stato considerato l'effettivo andamento orografico del territorio in esame, attraverso l'impiego di un modello digitale del terreno (DTM). Il codice di calcolo impiegato, in presenza di dati altimetrici, tiene conto dell'effettiva distanza sorgente – ricettore e non, come nel caso generale, della proiezione sul piano orizzontale della suddetta distanza.

Attraverso l'applicazione del modello previsionale di propagazione del rumore si è stimato il contributo sonoro dovuto alla sola presenza dell'impianto eolico (escludendo quello di qualsiasi sorgente estranea al progetto dell'opera in esame), quindi, in tal modo, i livelli di pressione sonora calcolati dal codice numerico sono da considerarsi rappresentativi dell'impianto in esame, ovvero dell'impatto acustico generato dalle sole sorgenti indagate. Tutto ciò, unitamente alla conoscenza del clima acustico ante operam, ha consentito la determinazione del livello di pressione sonora totale post operam. La formula utilizzata è stata la seguente:

$$L_{pt} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{p2}}{10}} \right)$$

dove:

L_{p1} è il livello di pressione sonora ante operam, L_{p2} il livello di pressione sonora dovuto alla sola presenza degli aerogeneratori previsti in progetto e L_{pt} il livello di pressione sonora post operam.

Si precisa che, il calcolo del livello di pressione sonora post operam (L_{pt}) è stato effettuato utilizzando, come livello di pressione sonora dovuto alla sola presenza dell'impianto eolico (L_{p2}), il

valore restituito dal software presso un punto di ricezione posto ad una quota di 3 metri di altezza dal suolo in corrispondenza dei punti della griglia di calcolo.

Le turbine eoliche rappresenteranno le principali sorgenti di emissione sonora del parco in fase di progettazione. La tipologia di macchina che si intende installare è un aerogeneratore di grande taglia. Per gli scopi del presente studio previsionale sono state considerate le prestazioni acustiche del modello di riferimento della **Siemens-Gamesa SG 6.2-170**. Le principali caratteristiche tecniche sono un diametro del rotore tripala di 170 m, altezza mozzo di 115 m. (valore cautelativo rispetto all'altezza al mozzo di 125 m per la quale si richiede autorizzazione).

Si sottolinea che ad oggi il mercato delle turbine eoliche è caratterizzato da un discreto numero di costruttori che realizzano aerogeneratori della taglia indicata e questo porta ad un livello di concorrenza sullo stato d'avanzamento della tecnologia e sulle garanzie di funzionamento degli stessi. Pertanto la scelta del costruttore e della tipologia di aerogeneratore da installare nel parco eolico avverrà al termine dell'iter autorizzativo in seguito ad una gara tra i diversi produttori di aerogeneratori presenti oggi sul mercato.

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica del vento, per la produzione di energia elettrica. Le pale sono realizzate in fibra di vetro rinforzata con resina epossidica e fibre di carbonio. Ogni pala consta di due gusci che circondano una trave portante. Le pale sono progettate per offrire caratteristiche ottimali in termini di potenza di uscita, riduzione al minimo della rumorosità e riflessione della luce. Il design dell'aerogeneratore selezionato consente di ridurre al minimo i carichi meccanici applicati alle diverse componenti. Ogni pala è dotata di un sistema di protezione contro le scariche atmosferiche costituito da appositi recettori dei fulmini all'estremità della stessa e da un conduttore in rame al suo interno.

Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono monitorate e controllate da diverse unità di controllo basate su microprocessori. L'unità di controllo assolve a numerose funzioni, tra cui il controllo della rumorosità della macchina attraverso l'impostazione di diverse modalità (Mode) di funzionamento della macchina.

In molti paesi il rumore causato dagli impianti eolici rappresenta uno degli ostacoli principali alla loro diffusione. Le moderne turbine eoliche sono di gran lunga più silenziose delle versioni precedenti, infatti, alcuni studi hanno dimostrato che, negli ultimi anni, i livelli di rumore prodotto durante il loro funzionamento si sono notevolmente abbassati registrando una riduzione media di circa 10 dB.

Preme sottolineare, in questa sede, che numerosi studi hanno dimostrato l'accettabilità del livello acustico del rumore dovuto al moto di rotazione del rotore, in quanto, il più delle volte viene confuso con il rumore di fondo dovuto al vento ed ai suoi effetti sulla vegetazione, le strutture ed in generale tutti gli elementi presenti in un dato territorio. In generale, la tecnologia attuale consente di ottenere, nei pressi di un aerogeneratore, livelli di rumore alquanto contenuti, tali da non modificare quasi il rumore di fondo, che, a sua volta, è fortemente influenzato dal vento stesso, con il risultato di "mascherare" ancor di più il contributo della macchina.

In generale, le emissioni sonore prodotte dalle turbine eoliche possono avere due origini diverse: rumore meccanico e rumore di tipo aerodinamico. Il rumore del primo tipo è generato principalmente dalle parti meccaniche in movimento quali, in particolare, il moltiplicatore di giri, il generatore oltre ai sistemi ausiliari presenti nella navicella (sistemi di raffreddamento ecc..). Questa tipologia non ha una grande rilevanza nelle turbine di ultima generazione grazie ai miglioramenti tecnici introdotti dai produttori. Sistemi molto diffusi per ridurre questo tipo di

emissione sonora comprendono l'uso di supporti e giunti per lo smorzamento delle vibrazioni della struttura e degli organi in movimento.

Per quanto riguarda la seconda tipologia, essa è prodotta da una serie di fenomeni aerodinamici: la turbolenza presente nel flusso d'aria che investe il rotore da origine ad un rumore a banda larga (fino a 1000 Hz) percepito come un fruscio allorché le pale interagiscono con i vortici presenti nella corrente. Questo fenomeno è influenzato dalla velocità di rotazione delle pale, dalla sezione del profilo oltre che dall'intensità della turbolenza¹ ed ad oggi non risulta completamente compreso dal punto di vista teorico. Le moderne turbine di grande diametro hanno una velocità di rotazione molto bassa proprio per minimizzare l'intensità di tale effetto.

Altro tipo di fenomeno acustico di natura aerodinamica è associato al profilo in sé delle pale, anche in condizioni di assenza di flusso turbolento. È quest'ultimo un rumore tipicamente a banda larga ed è prodotto da fenomeni quali:

rumore del bordo d'uscita: percepito come un fruscio a frequenze comprese nel range 750 – 2000 Hz; è causato dall'interazione della pala con lo strato limite turbolento in potenza sonora avviene in modo indiretto attraverso una serie di misurazioni dei livelli di pressione sonora attorno all'aerogeneratore in corrispondenza di diverse velocità del vento (tra 6 e 10 m/s ad intervalli di 1 m/s e misurate a 10 m di quota), compresa quella di riferimento corrispondente ad 8 m/s. Tale tecnica non separa la componente meccanica da quella aerodinamica del rumore.

Le misurazioni vengono effettuate ad una distanza R_0 dalla turbina pari a: $H + D/2$, dove H è l'altezza del mozzo e D il diametro del rotore; questa distanza è un compromesso per garantire da un lato un'adeguata distanza dalla sorgente, e, dall'altro per evitare una eccessiva influenza del suolo, delle condizioni atmosferiche e del rumore indotto dal vento stesso.

Infatti, il principale fattore di mascheramento dell'emissione sonora di un generatore eolico è rappresentato dal rumore residuo del vento stesso; inoltre, quest'ultimo è fortemente influenzato dall'orografia e dalla posizione del ricettore.

Gli aerogeneratori considerati nello studio sono stati schematizzati come sorgenti puntuali senza specifica direttività (omnidirezionali), poste a un'altezza dal p.c. pari all'altezza al mozzo.

Per quanto riguarda le emissioni acustiche, nel caso specifico in esame sono disponibili i dati forniti dal costruttore (tabella seguente).

Velocità del vento ad altezza hub [m/s]	$L_w(A)^2$ [dBA] Mode 0-AM0
3	92.0
4	92.0
5	94.5
6	98.4
7	101.8
8	104.7
9	106.0
10	106.0
11	106.0
12	106.0
13	106.0
14	106.0
15	106.0
16	106.0

¹ Wind Turbine Noise (Springer 1996), *Siegfried Wagner, Rainer BareiB, Gianfranco Guidati*

² Livello di potenza sonora, con ponderazione A, dichiarato dal costruttore a quota mozzo (hub). Il dato è riferito alle condizioni di massima producibilità della macchina.

17	106.0
18	106.0
19	106.0
20	106.0

10.3 Risultati delle simulazioni – contributo delle sorgenti disturbanti

Le simulazioni effettuate hanno permesso di verificare che l'impatto acustico generato dal parco eolico sui potenziali ricettori nel periodo diurno e in quello notturno fosse contenuto nei limiti di legge. L'Allegato I riporta gli esiti dettagliati delle simulazioni, per i diversi ricettori e per le diverse classi di vento indagate. Per la simulazione si sono considerate le classi di vento da 3 a 9 m/s, misurate al mozzo. Sopra a tale soglia, infatti, il contributo dell'aerogeneratore resta costante (106 dBA) mentre il rumore ambientale tenderà a crescere riducendo il contributo degli aerogeneratori. La simulazione effettuata in corrispondenza della velocità del vento di 9 m/s è quella per cui il livello di emissione degli aerogeneratori è maggiore ed è quindi, cautelativamente, quella riportata nelle mappe isofoniche e nelle tabelle riassuntive (Tabella 10.2 e Tabella 10.3). La soglia inferiore di 3 m/s coincide con la velocità di cut-in dell'aerogeneratore, ovvero la velocità del vento minima necessaria perché la macchina entri in funzione.

In merito al calcolo dei differenziali si sottolinea che la normativa ne prevede l'applicabilità esclusivamente nella condizione di rumore, all'interno degli ambienti abitativi a finestre aperte, superiore a 50 dBA o 40 dBA, rispettivamente per il periodo diurno e notturno. Nelle simulazioni svolte tuttavia non è stato cautelativamente considerato alcun coefficiente di attenuazione legato alla presenza di mura e/o finestre. Come riportato nelle "linee guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici" (ISPRA, 103/2013), infatti, la valutazione di scenari acustici in corrispondenza dell'ambiente interno che considerino le attenuazioni introdotte dalle finestre potrebbero comportare situazioni nelle quali viene meno il principio di cautela, data la difficoltà di modellazione della trasmissione di rumore tra esterno ed interno. Ad esempio non è scontato che le attenuazioni applicabili alle emissioni impiantistiche siano analoghe a quelle da applicare alla rumorosità residuale. "In definitiva le valutazioni del criterio differenziale si potranno certamente condurre attraverso metodi generali (anche previsionali) ma acquisteranno senza eccezione un valore del tutto orientativo nell'ambito delle valutazioni ambientali mirate alla verifica dei limiti di norma" (ISPRA, 103/2013).

Si riassumono i risultati delle simulazioni nelle tabelle seguenti, dove:

$L_p \text{ tot}$ = contributo della turbina al ricettore

L_{amb} = rumore ambientale ante-operam (coincidente con il rumore residuo in fase post-operam)

$L_p \text{ tot} + L_{amb}$ = la somma dei valori di cui sopra, pari al livello di immissione al ricettore.

Tabella 10.2 - Sintesi risultati simulazione per v=9 m/s in periodo diurno

Ricettore	L amb [dB(A)]	Lp tot [dB(A)]	Lp tot + Lamb [dB(A)]	Diff [dB(A)]	Limite di emissione Classe III [dB(A)]	Limite di immissione Classe III [dB(A)]	Limite differenziale [dB(A)]
A1	48.2	37.5	48.6	0.4	55	60	5
A2	48.2	37.3	48.5	0.3	55	60	5
A3	48.2	37.4	48.6	0.4	55	60	5
A4	48.2	38.4	48.6	0.4	55	60	5
A5	48.2	42.8	49.3	1.1	55	60	5
A6	47.6	38.4	48.1	0.5	55	60	5
A7	47.6	48.0	50.8	3.2	55	60	5

Tabella 10.3 - Sintesi risultati simulazione per v=9 m/s in periodo notturno

Ricettore	L amb [dB(A)]	Lp tot [dB(A)]	Lp tot + Lamb [dB(A)]	Diff [dB(A)]	Limite di emissione Classe III [dB(A)]	Limite di immissione Classe III [dB(A)]	Limite differenziale [dB(A)]
A1	46.7	37.5	47.2	0.5	45	50	3
A2	46.7	37.3	47.2	0.5	45	50	3
A3	46.7	37.4	47.2	0.5	45	50	3
A4	46.7	38.4	47.3	0.6	45	50	3
A5	46.7	42.8	48.2	1.5	45	50	3
A6	46.7	38.4	47.3	0.6	45	50	3
A7	46.7	48.0	50.4	3.7	45	50	3

L'Allegato I riporta gli esiti dettagliati delle simulazioni, per i diversi ricettori e per tutte le classi di vento indagate. **Si noti che in tutte le simulazioni riferite al periodo diurno sono rispettati i limiti normativi di emissione, immissione e differenziale. Anche per il periodo notturno i limiti normativi sono rispettati per tutti i ricettori ad eccezione del ricettore A7, presso il quale, a causa della ridotta distanza dagli aerogeneratori (min 270m), non sono rispettati tali limiti di emissione, immissione e differenziale. Si ricorda tuttavia che tale edificio è stato incluso nell'analisi in quanto fabbricato censito come abitazione di categoria A/3, ma che da indagini in campo e da colloqui con il proprietario risulta essere un edificio non permanentemente abitato.** L'analisi condotta inoltre è fortemente cautelativa in quanto non tiene conto dell'attenuazione dell'involucro dell'edificio; il limite differenziale si riferisce infatti agli ambienti interni dei ricettori. In ogni caso presso tale ricettore potranno essere previste eventuali opere di mitigazione finalizzate a migliorare l'isolamento acustico dell'edificio e alla riduzione del rumore registrato negli ambienti interni. Ad esempio si potrà procedere con l'installazione di doppi vetri, di guarnizioni a porte e finestre, la sostituzione dei serramenti esistenti con nuovi ad elevata prestazione fonoisolante.

Per quanto riguarda gli ultrasuoni e gli infrasuoni emessi dagli aerogeneratori, questi non sono assolutamente udibili dall'udito umano in quanto i livelli di emissione sono molto inferiori rispetto alla soglia di udibilità degli stessi. Si può ritenere trascurabile l'impatto per la salute dell'uomo in

quanto le emissioni ultrasoniche e infrasoniche delle turbine eoliche sono molto al di sotto della soglia di pericolosità. Gli ultrasuoni possono essere percepiti da alcuni animali (pipistrelli e cani) solo nelle immediate vicinanze dell'aerogeneratore. Gli infrasuoni sono uditi principalmente dagli uccelli, ma gli stessi non vengono disturbati dagli ultrasuoni in quanto una membrana interna all'orecchio diminuisce filtra il suono stesso.

11 Stima dell'impatto acustico in fase di cantiere

La costruzione dell'opera comporterà l'insorgere di rumori e vibrazioni legati principalmente alle seguenti attività:

- transito dei veicoli
- scavi
- realizzazione opere civili
- installazione degli aerogeneratori

In ogni caso le attività saranno del tutto temporanee e si cercherà di evitare che le stesse possano arrecare particolari disturbi evitando le lavorazioni più rumorose e il transito dei veicoli durante gli orari di riposo e nelle prime ore diurne (prima delle 8.00). Si evidenzia inoltre che nel caso di eccedenza delle soglie limite imposte dalla normativa sarà a cura dell'impresa la richiesta di autorizzazione alla deroga per attività rumorose, quali attività temporanee di cantiere, presso il comune, ai sensi della Legge n.447 del 26 Ottobre 1995 e del DPCM del 14 Novembre 1997.

11.1 Transito veicolare

Per effettuare una stima dell'aumento di rumorosità legato al traffico di cantiere è possibile utilizzare l'equazione di Santoboni, Gluck e Cannelli:

$$LA_{eq}(h) = 35,1 + 10\log(Q_l + 8 * Q_p) + 10\log\left(\frac{d_0}{d}\right) + \sum \Delta L_j$$

dove

LA_{eq} rappresenta il livello di pressione equivalente orario legato al flusso di veicoli lungo la strada analizzata (dBA);

Q_l è il flusso di traffico orario dei veicoli leggeri;

Q_p è il flusso di traffico orario dei veicoli pesanti;

d_0 è un valore costante pari a 25 m;

d è la distanza dal centro della carreggiata laterale più vicina alla posizione di calcolo;

ΔL_j sono dei parametri correttivi legati a velocità del flusso, riflessione degli edifici, tipologia di pavimentazione stradale, pendenza e situazione del traffico.

Lo studio dell'impatto acustico dovuto al traffico veicolare nella fase di cantiere è stato effettuato sulle aree interne al parco eolico e lungo le piste di accesso. Nelle aree fuori cantiere, infatti, si

limiterà per quanto possibile il transito dei mezzi pesanti sulle strade extraurbane già interessate da simile traffico, evitando l'ambiente urbano.

A titolo di esempio, cautelativamente si valuta l'impatto del ricettore più prossimo alla viabilità di accesso al parco eolico, ovvero il ricettore A07. La minima distanza tra il ricettore (A07) e il centro della pista di accesso alle piazzole degli aerogeneratori D08, D09 è pari a circa 50 m.



Figura 11-1 – Localizzazione del ricettore scelto per lo studio dell'impatto acustico del transito veicolare in fase di costruzione del parco eolico (A07).

Il livello di pressione sonora attualmente presente in prossimità del ricettore sensibile individuato è stato rilevato pari a 39.6 dBA in condizione di assenza di vento.

La realizzazione dell'opera comporterà un aumento del flusso veicolare presso il ricettore che, nel periodo di maggiore operosità del cantiere, può essere cautelativamente stimato pari a 5 veicoli leggeri/ora e 3 veicoli pesanti, che genera un valore di pressione equivalente oraria di 49.8 dBA.

11.2 Scavi per i cavidotti e realizzazione delle piste di accesso

Analogamente al punto precedente, la stima dell'impatto acustico connesso alla fase di scavo necessaria alla realizzazione dei cavidotti e delle piste di accesso, è stata condotta per il caso peggiore, ovvero in corrispondenza del medesimo ricettore indicato al paragrafo precedente. La distanza minima individuata è dunque 50 m (A07).

Le ipotesi dello studio sono le seguenti:

- mezzo di cantiere - escavatore idraulica con potenza sonora P 100 dBA (valore riportato nella scheda tecnica di un escavatore da 41 kW tipo caterpillar 308C CR);

- distanza sorgente sonora-ricettore sensibile $d = 45$ m;
- funzionamento escavatore – 8 ore/giorno (h_1), con emissioni sonore di durata 40 minuti/ora;
- pressione sonora ambiente – pari al rumore di fondo medio stimato 39,6 dBA;

A partire da questi dati è stato calcolato il valore di immissione al ricettore causato dall'escavatore $L_{eq\,esc}$ (pari a 55.9 dBA) con la formula:

$$L_{eq\,esc} = P - 10 \log(4\pi d^2)$$

Il valore totale di pressione sonora istantanea al ricettore $L_{eq\,tot}$ (pari a 63.0 dBA) è dato dalla somma del livello ambiente $L_{eq\,amb}$ con $L_{eq\,esc}$ secondo la seguente formula:

$$L_{eq\,tot} = 10 \log(10^{\frac{L_{eq\,amb}}{10}} + 10^{\frac{L_{eq\,esc}}{10}})$$

Il livello di pressione sonora oraria al ricettore è calcolato secondo la seguente formula:

$$L_{eq\,orario} = 10 \log\left(\frac{1}{60} (m_1 * 10^{\frac{L_{eq\,tot}}{10}} + m_2 * 10^{\frac{L_{amb}}{10}})\right)$$

con m_1 che rappresenta i minuti all'ora di funzionamento del mezzo e m_2 che rappresenta i minuti all'ora di non funzionamento. Il valore ottenuto di pressione sonora oraria è pari a 61.3 dBA.

Il livello di pressione sonora giornaliera al ricettore è calcolato secondo la seguente formula:

$$L_{eq\,diurna} = L_{eq\,oraria} * \log\left(\frac{h_1}{h_{diurna}}\right)$$

con h_{diurna} pari al numero di ore che costituisce il periodo diurno (16h).

Il valore di pressione sonora diurna totale ottenuto è pari a 58.2 dBA.

11.3 Realizzazione opere civili e installazione degli aerogeneratori

Per quanto riguarda l'aumento di rumorosità legato al funzionamento dei mezzi di cantiere, è necessario considerare che le maggiori attività verranno svolte in prossimità delle piazzole di montaggio degli aerogeneratori. Tali aree sono distanti almeno 500m dalle abitazioni. Il solo ricettore A07 dista circa 270 m dalla piazzola dell'aerogeneratore D08. Si rammenta che tale ricettore è censito come abitazione di categoria A/3, ma da indagini in campo e da colloqui con il proprietario risulta essere un edificio non permanentemente abitato.

Le ipotesi dello studio sono le seguenti:

- distanza sorgente sonora-ricettore sensibile $d = 270$ m;
- mezzi di cantiere:

- escavatore idraulica con potenza sonora P 100 dBA (valore riportato nella scheda tecnica di un escavatore da 41 kW tipo caterpillar 308C CR);
 - macchia per la trivellare i pali di fondazione con potenza sonora P 109.8 dBA (valore riportato nella scheda tecnica di una macchina per pali tipo MAIT HR130);
 - autobetoniera con potenza sonora P 90 dBA (valore riportato nella scheda tecnica di una autobetoniera tipo IVECO TAKKER CURSOR 440);
 - Gru di movimentazione carichi con potenza sonora P 101.3 dBA (valore riportato nella scheda tecnica di una gru tipo SIMMA GT 118-15).
- funzionamento contemporaneo dei mezzi di cantiere elencati;
 - pressione sonora ambiente – pari al rumore di fondo medio stimato 39.6 dBA;

Con queste assunzioni è stato calcolato il valore di immissione complessiva al ricettore causato dai mezzi di cantiere in funzione contemporaneamente $L_{eq\ mezzi}$ pari a 51.2 dBA.

Il valore totale di pressione sonora istantanea al ricettore $L_{eq\ tot}$ dato dalla somma del livello ambiente $L_{eq\ amb}$ con $L_{eq\ mezzi}$ secondo la seguente formula:

$$L_{eq\ tot} = 10\log(10^{\frac{L_{eq\ amb}}{10}} + 10^{\frac{L_{eq\ esc}}{10}})$$

risulta pari a 51.5 dBA.

12 Conclusioni

Si può concludere che il monitoraggio acustico eseguito e la correlazione con l'intensità di vento permettono di modellare in modo appropriato il clima sonoro medio dell'area.

Per quanto riguarda la fase di esercizio, con le ipotesi assunte in fase di modellazione basate sulle reali caratteristiche del luogo, l'impatto acustico generato dagli aerogeneratori è tale da rispettare i limiti imposti dalla normativa, nel periodo diurno e notturno presso tutti i ricettori dell'area. L'unica eccezione è data dal ricettore A7, presso il quale, a causa della ridotta distanza dagli aerogeneratori (min 270m), non sono rispettati i limiti di emissione, immissione e differenziale. Si ricorda tuttavia che tale edificio è stato incluso nell'analisi in quanto fabbricato censito come abitazione di categoria A/3, ma che da indagini in campo e da colloqui con il proprietario risulta essere un edificio non permanentemente abitato. In ogni caso se ritenuto necessario saranno previste opere di mitigazione finalizzate a migliorare l'isolamento acustico dell'edificio e alla riduzione del rumore registrato negli ambienti interni. Ad esempio si potrà procedere con l'installazione di doppi vetri, di guarnizioni a porte e finestre, la sostituzione dei serramenti esistenti con nuovi ad elevata prestazione fonoisolante.

Per quanto riguarda la fase di cantiere la costruzione dell'opera causerà un peggioramento del clima acustico, ma in via del tutto temporanea. Si eviteranno le lavorazioni più rumorose e il transito dei veicoli durante gli orari di riposo e nelle prime ore diurne (prima delle 8.00); e nel caso di eccedenza delle soglie limite imposte dalla normativa sarà a cura dell'impresa la richiesta

di autorizzazione alla deroga per attività rumorose, quali attività temporanee di cantiere, presso il comune, ai sensi della Legge n.447 del 26 Ottobre 1995 e del DPCM del 14 Novembre 1997.

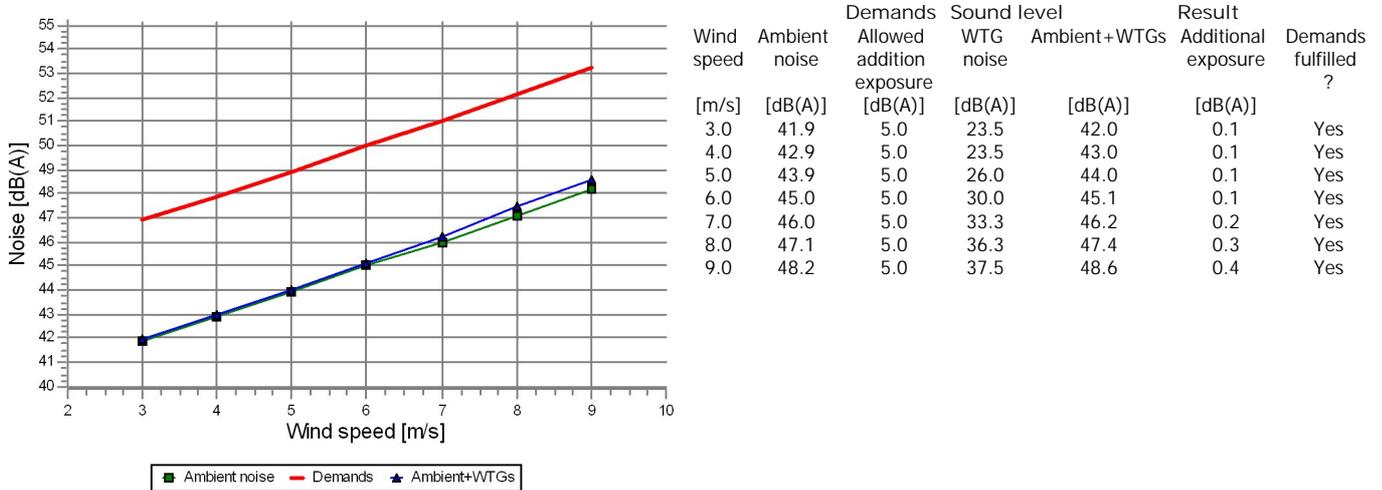
Il Proponente, tanto in fase di cantiere quanto in fase di esercizio, assicurerà un monitoraggio tale da garantire la minimizzazione dell'impatto e il rispetto dei limiti di legge vigenti; per ogni dettaglio si rimanda all'elaborato specifico, ovvero il progetto di monitoraggio ambientale.

ALLEGATO I

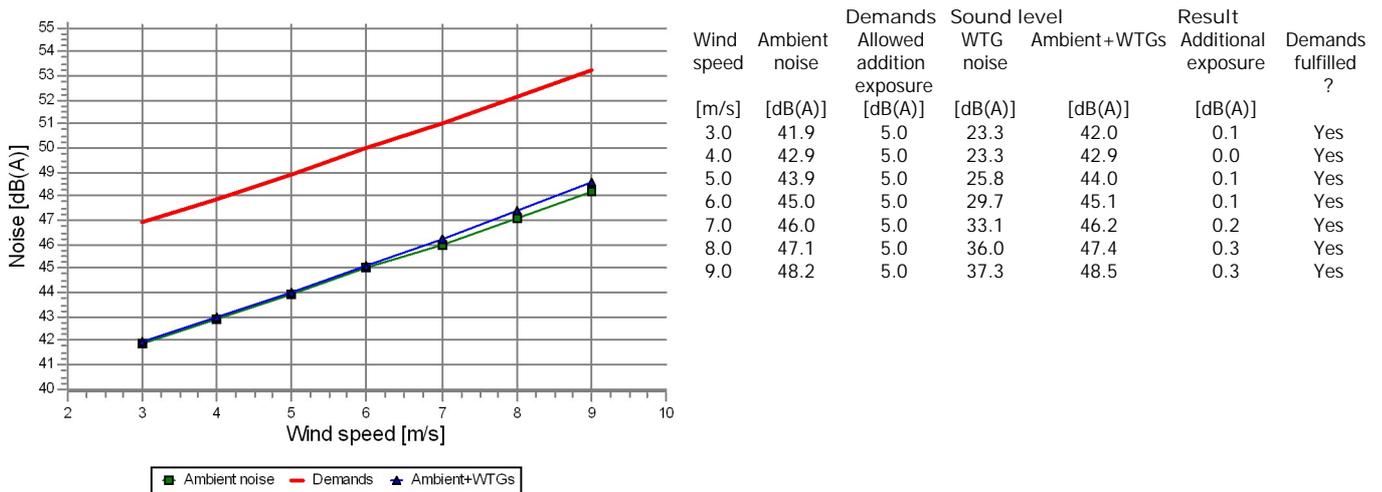
Risultati del calcolo condotto con software WindPro

DECIBEL - Detailed results, graphic

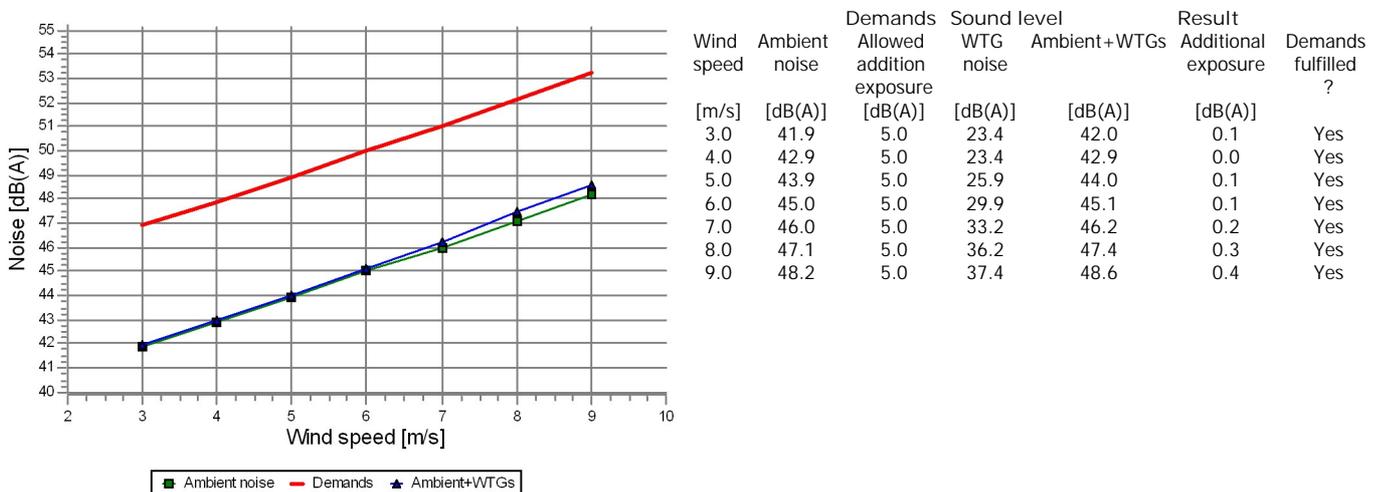
Calculation: Diurno Noise calculation model: ISO 9613-2 General
A A1 - diurno



B A2 - diurno

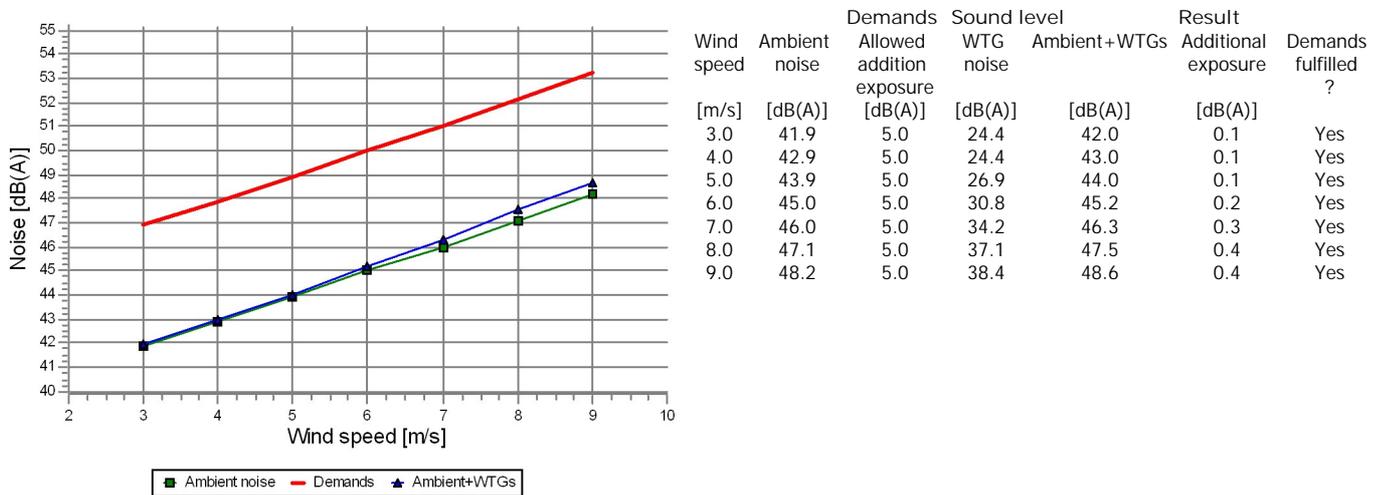


C A3 - diurno

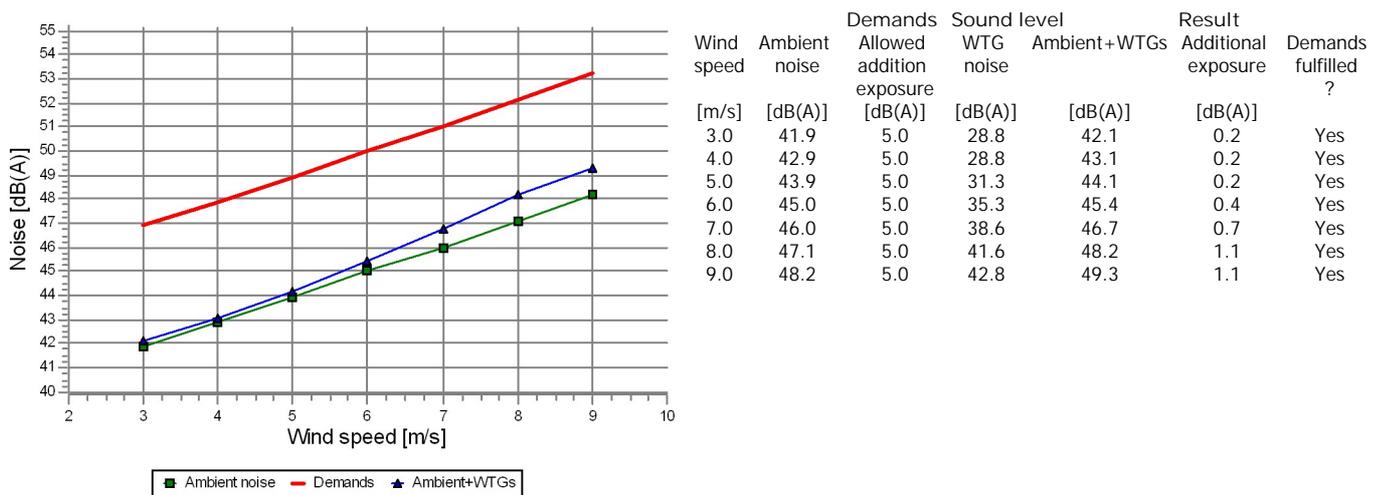


DECIBEL - Detailed results, graphic

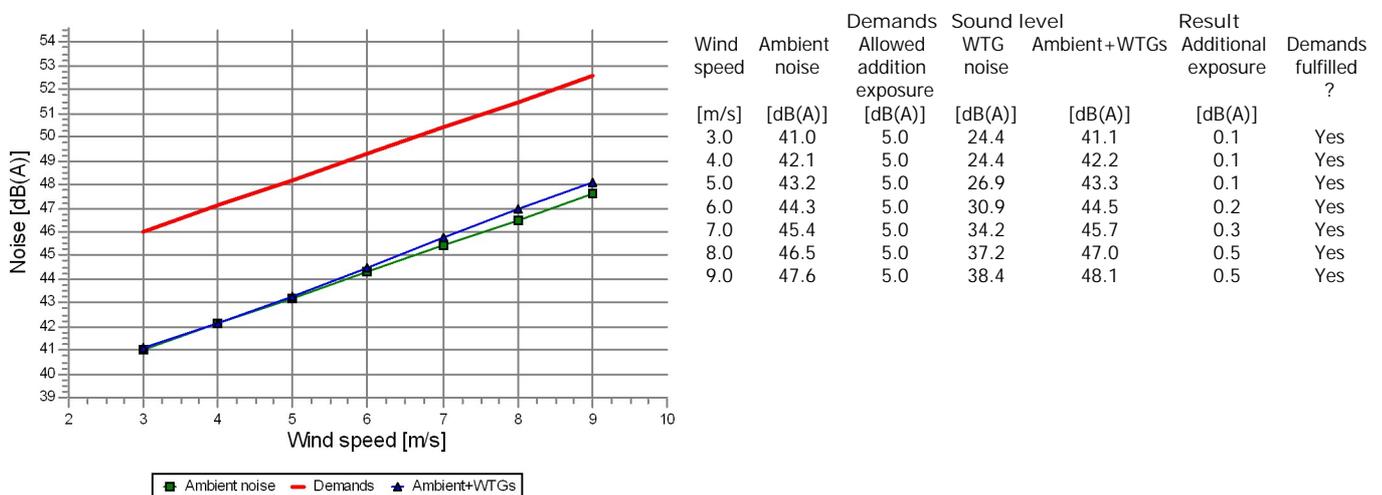
Calculation: Diurno Noise calculation model: ISO 9613-2 General
D A4 - diurno



E A5 - diurno

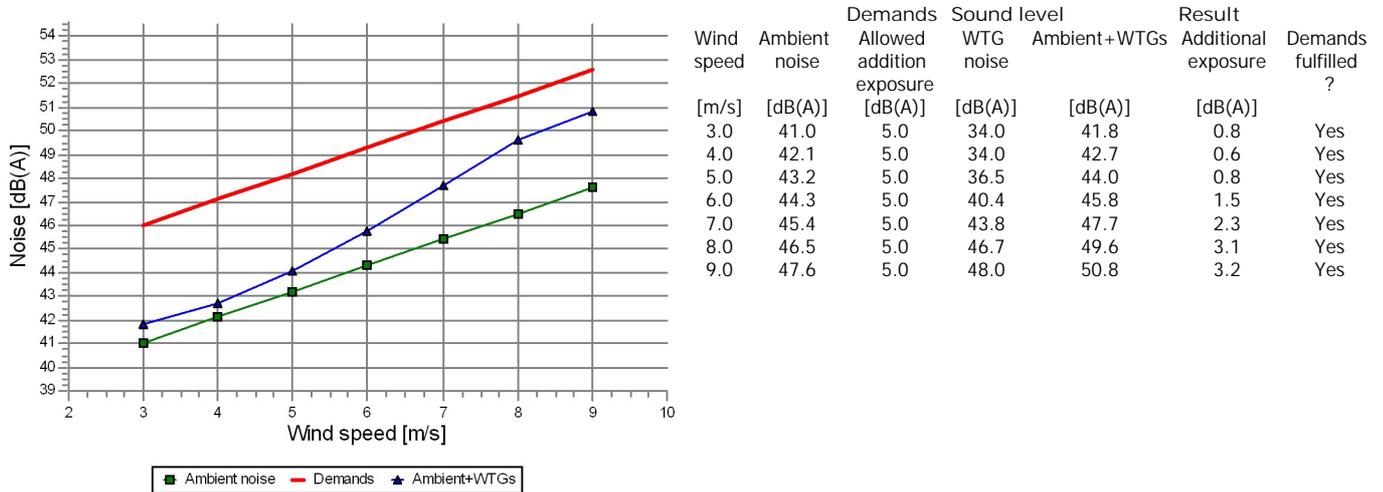


F A6 - diurno



DECIBEL - Detailed results, graphic

Calculation: Diurno Noise calculation model: ISO 9613-2 General
G A7 - diurno



Wind speed	Ambient noise	Demands	Sound level		Result	
			Allowed addition exposure	WTG noise	Additional exposure	Demands fulfilled ?
[m/s]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	
3.0	41.0	5.0	34.0	41.8	0.8	Yes
4.0	42.1	5.0	34.0	42.7	0.6	Yes
5.0	43.2	5.0	36.5	44.0	0.8	Yes
6.0	44.3	5.0	40.4	45.8	1.5	Yes
7.0	45.4	5.0	43.8	47.7	2.3	Yes
8.0	46.5	5.0	46.7	49.6	3.1	Yes
9.0	47.6	5.0	48.0	50.8	3.2	Yes

DECIBEL - Main Result

Calculation: Diurno

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed (in hubheight):

3.0 m/s - 9.0 m/s, step 1.0 m/s

Ground attenuation:

Fixed values, Agr: 0.0, Dc: 0.0

Meteorological coefficient, CO:

1.0 dB

Type of demand in calculation:

2: WTG plus ambient noise is compared to ambient noise plus margin (FR etc.)

Noise values in calculation:

All noise values are mean values (Lwa) (Normal)

Pure tones:

Ignore pure tones setting on WTG

Height above ground level, when no value in NSA object:

1.7 m; Don't allow override of model height with height from NSA object

Uncertainty margin:

0.0 dB; Uncertainty margin in NSA has priority

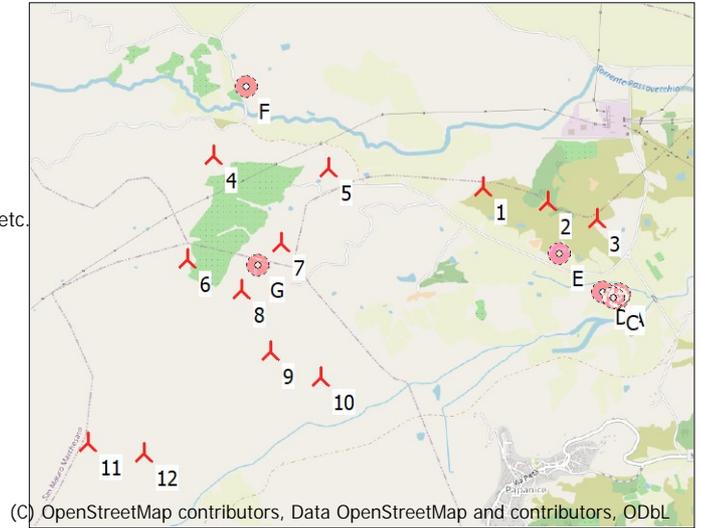
Deviation from "official" noise demands. Negative is more restrictive, positive is less restrictive.:

0.0 dB(A)

All coordinates are in

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

WTGs



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL
Scale 1:75,000
New WTG Noise sensitive area

Easting	Northing	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Noise data							
				Valid	Manufact.					Creator	Name	First wind speed	LwaRef	Last wind speed	LwaRef	Pure tones	
			[m]			[kW]	[m]	[m]			[m/s]	[dB(A)]	[m/s]	[dB(A)]			
1	674,833	4,329,466	120.0	Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
2	675,471	4,329,344	130.0	Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
3	675,961	4,329,185	110.0	Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
4	672,160	4,329,725	160.0	Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
5	673,298	4,329,626	115.6	Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
6	671,922	4,328,695	166.0	Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
7	672,848	4,328,877	150.0	Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
8	672,460	4,328,405	160.0	Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
9	672,766	4,327,804	150.5	Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
10	673,259	4,327,557	113.8	Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
11	670,979	4,326,850	146.0	Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
12	671,532	4,326,765	137.9	Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No

Calculation Results

Sound level

No.	Name	Easting	Northing	Z	Demands		Sound level			Demands fulfilled ?
					Immission height	Max Additional exposure	Max From WTGs	Max Ambient+WTGs	Max Additional exposure	
				[m]	[m]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	
A	A1 - diurno	676,197	4,328,446	40.0	1.7	5.0	37.5	48.6	0.4	Yes
B	A2 - diurno	676,187	4,328,412	40.0	1.7	5.0	37.3	48.5	0.3	Yes
C	A3 - diurno	676,142	4,328,411	40.0	1.7	5.0	37.4	48.6	0.4	Yes
D	A4 - diurno	676,033	4,328,469	40.0	1.7	5.0	38.4	48.6	0.4	Yes
E	A5 - diurno	675,594	4,328,832	62.2	1.7	5.0	42.8	49.3	1.1	Yes
F	A6 - diurno	672,468	4,330,413	90.0	1.7	5.0	38.4	48.1	0.5	Yes
G	A7 - diurno	672,619	4,328,646	160.0	1.7	5.0	48.0	50.8	3.2	Yes

Distances (m)

WTG	A	B	C	D	E	F	G
1	1704	1716	1681	1561	991	2547	2361
2	1155	1175	1149	1040	527	3187	2936
3	776	805	795	720	509	3702	3385
4	4235	4236	4193	4072	3549	754	1172
5	3130	3134	3093	2970	2430	1144	1192
6	4282	4274	4229	4117	3675	1802	699
7	3377	3371	3326	3211	2746	1582	325
8	3738	3727	3682	3574	3164	2008	289
9	3491	3475	3430	3335	3010	2626	855
10	3069	3050	3006	2920	2661	2964	1264

To be continued on next page...

Project:

22048 SCN - Scandale

Licensed user:

Tiemes Srl

Via M. Bandello 4

IT-20123 Milano

+39 02 4983104

Alice / alice.cozzi@tmsweb.it

Calculated:

28/07/2023 10:21/3.6.366

DECIBEL - Main Result

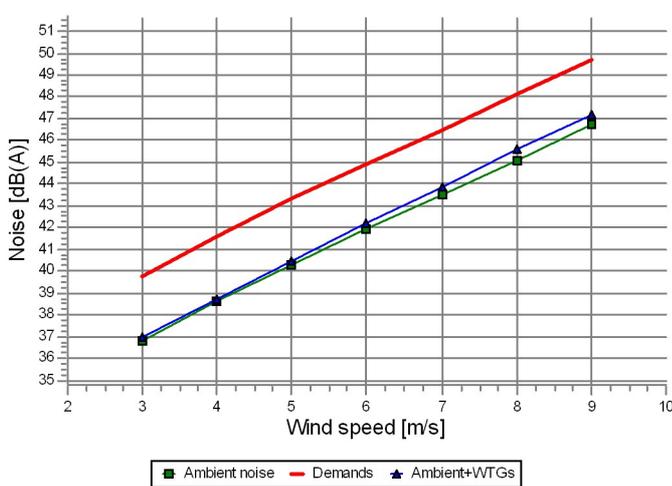
Calculation: Diurno

...continued from previous page

WTG	A	B	C	D	E	F	G
11	5457	5437	5394	5308	5023	3862	2433
12	4959	4938	4895	4814	4558	3766	2173

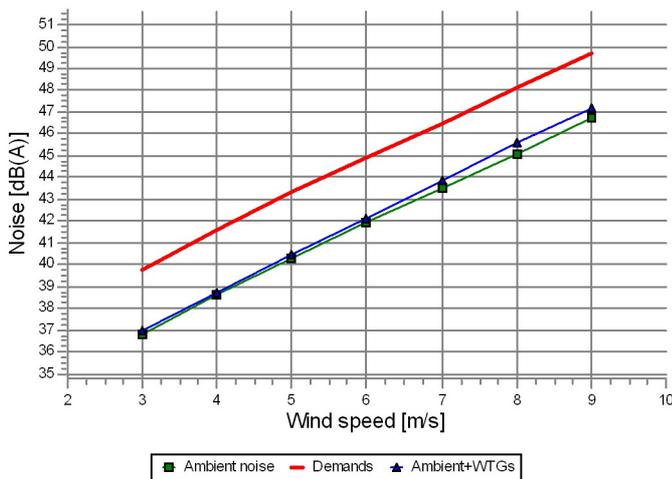
DECIBEL - Detailed results, graphic

Calculation: Notturmo Noise calculation model: ISO 9613-2 General
A A1 - notturno



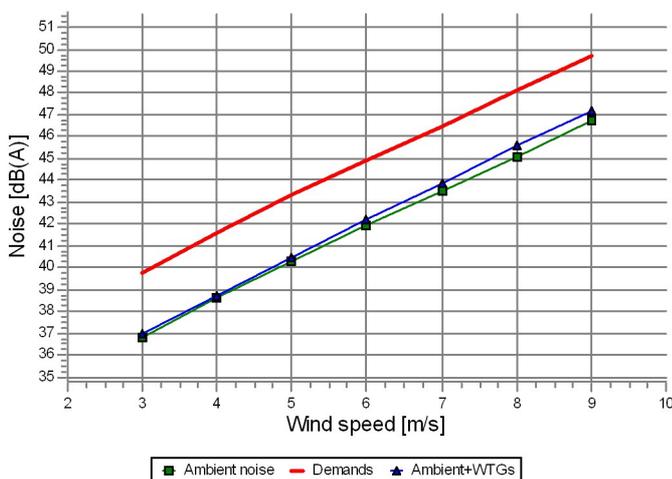
Wind speed	Ambient noise	Demands Allowed addition exposure	Sound level		Result Additional exposure	Demands fulfilled ?
			WTG	Ambient+WTGs		
[m/s]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	
3.0	36.8	3.0	23.5	37.0	0.2	Yes
4.0	38.6	3.0	23.5	38.7	0.1	Yes
5.0	40.3	3.0	26.0	40.5	0.2	Yes
6.0	41.9	3.0	30.0	42.2	0.3	Yes
7.0	43.5	3.0	33.3	43.9	0.4	Yes
8.0	45.1	3.0	36.3	45.6	0.5	Yes
9.0	46.7	3.0	37.5	47.2	0.5	Yes

B A2 - notturno



Wind speed	Ambient noise	Demands Allowed addition exposure	Sound level		Result Additional exposure	Demands fulfilled ?
			WTG	Ambient+WTGs		
[m/s]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	
3.0	36.8	3.0	23.3	37.0	0.2	Yes
4.0	38.6	3.0	23.3	38.7	0.1	Yes
5.0	40.3	3.0	25.8	40.5	0.2	Yes
6.0	41.9	3.0	29.7	42.2	0.3	Yes
7.0	43.5	3.0	33.1	43.9	0.4	Yes
8.0	45.1	3.0	36.0	45.6	0.5	Yes
9.0	46.7	3.0	37.3	47.2	0.5	Yes

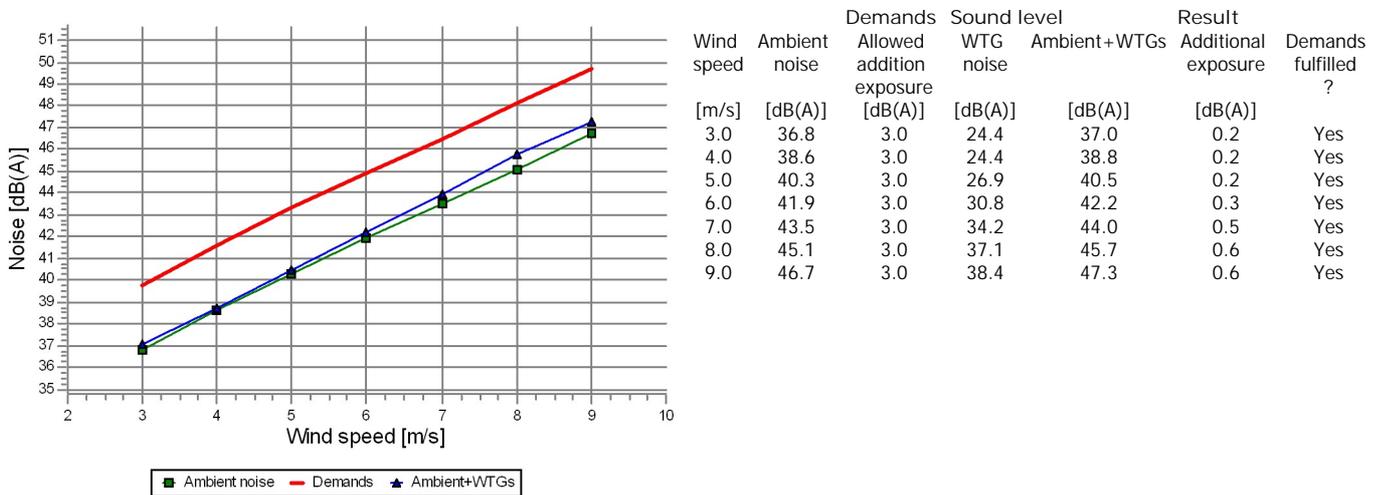
C A3 - notturno



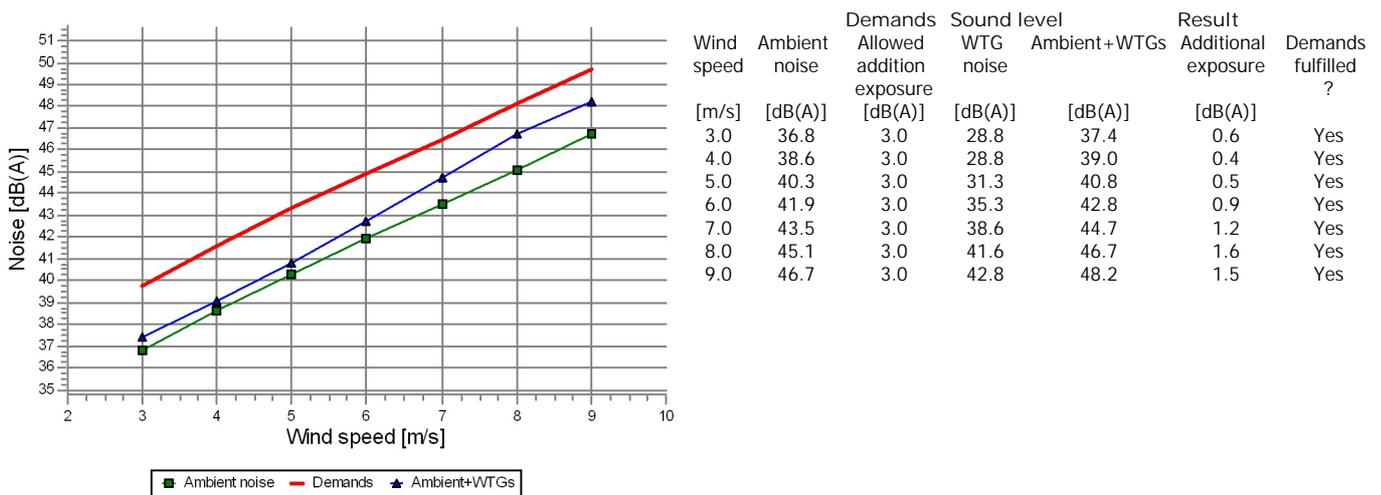
Wind speed	Ambient noise	Demands Allowed addition exposure	Sound level		Result Additional exposure	Demands fulfilled ?
			WTG	Ambient+WTGs		
[m/s]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	
3.0	36.8	3.0	23.4	37.0	0.2	Yes
4.0	38.6	3.0	23.4	38.7	0.1	Yes
5.0	40.3	3.0	25.9	40.5	0.2	Yes
6.0	41.9	3.0	29.9	42.2	0.3	Yes
7.0	43.5	3.0	33.2	43.9	0.4	Yes
8.0	45.1	3.0	36.2	45.6	0.5	Yes
9.0	46.7	3.0	37.4	47.2	0.5	Yes

DECIBEL - Detailed results, graphic

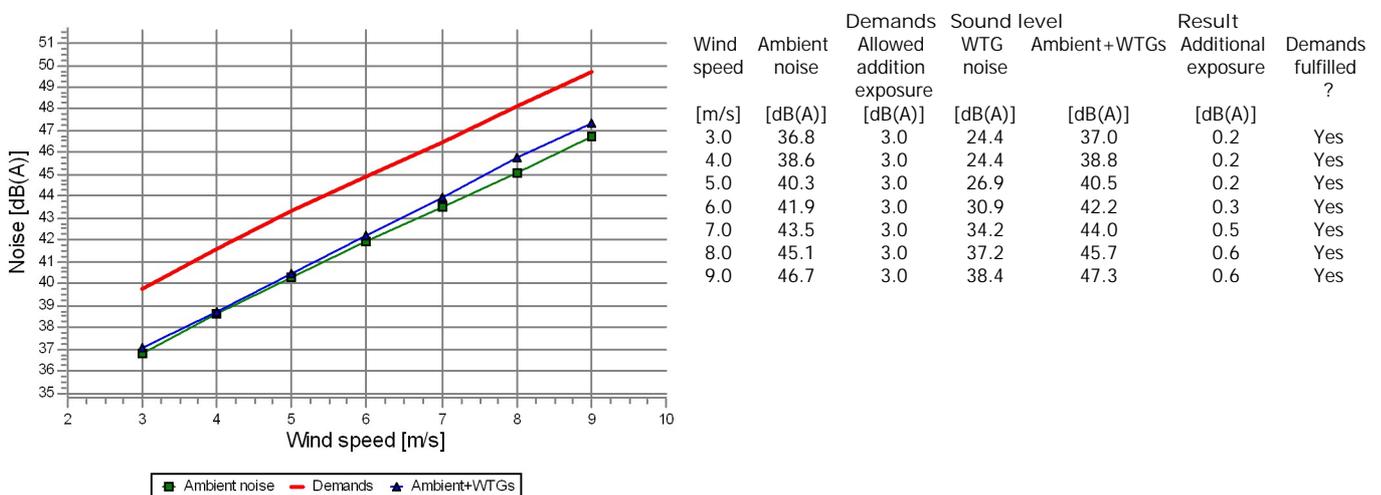
Calculation: Notturmo Noise calculation model: ISO 9613-2 General
D A4 - notturno



E A5 - notturno

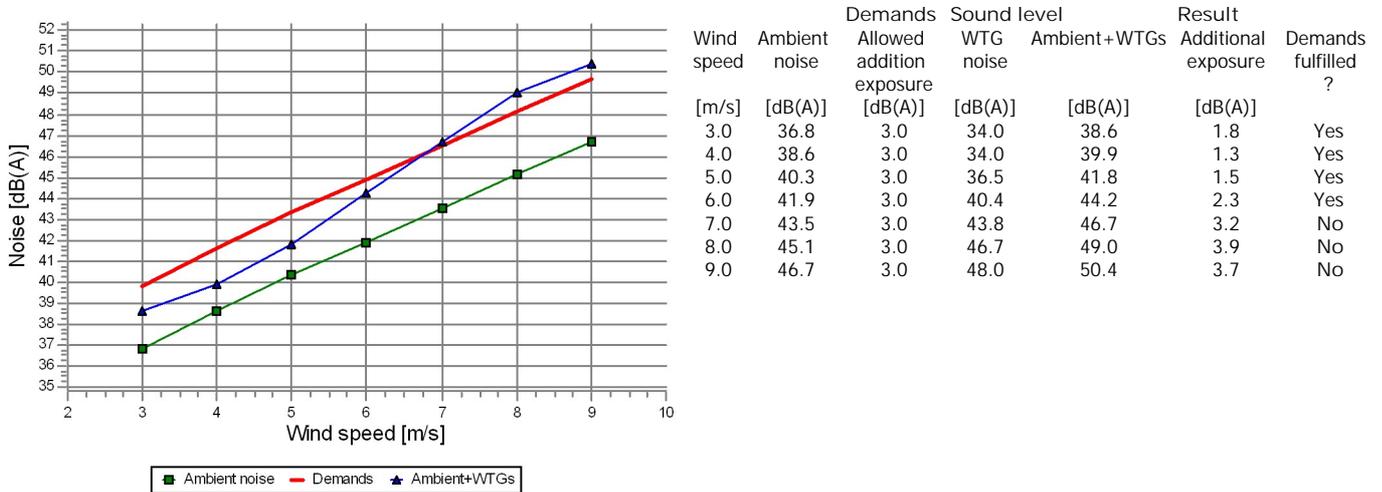


F A6 - notturno



DECIBEL - Detailed results, graphic

Calculation: Notturmo Noise calculation model: ISO 9613-2 General
G A7 - notturno



DECIBEL - Main Result

Calculation: Notturmo

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed (in hubheight):

3.0 m/s - 9.0 m/s, step 1.0 m/s

Ground attenuation:

Fixed values, Agr: 0.0, Dc: 0.0

Meteorological coefficient, CO:

1.0 dB

Type of demand in calculation:

2: WTG plus ambient noise is compared to ambient noise plus margin (FR etc.)

Noise values in calculation:

All noise values are mean values (Lwa) (Normal)

Pure tones:

Ignore pure tones setting on WTG

Height above ground level, when no value in NSA object:

1.7 m; Don't allow override of model height with height from NSA object

Uncertainty margin:

0.0 dB; Uncertainty margin in NSA has priority

Deviation from "official" noise demands. Negative is more

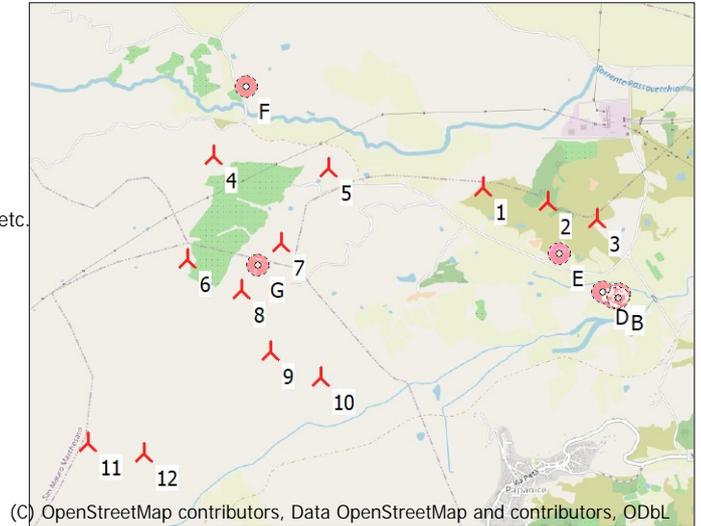
restrictive, positive is less restrictive.:

0.0 dB(A)

All coordinates are in

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

WTGs



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL
Scale 1:75,000
New WTG Noise sensitive area

Easting	Northing	Z	Row data/Description	WTG type		Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Noise data						
				Valid	Manufact.					Creator	Name	First wind speed [m/s]	LwaRef [dB(A)]	Last wind speed [m/s]	LwaRef [dB(A)]	Pure tones
1	674,833	4,329,466	120.0 Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
2	675,471	4,329,344	130.0 Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
3	675,961	4,329,185	110.0 Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
4	672,160	4,329,725	160.0 Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
5	673,298	4,329,626	115.6 Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
6	671,922	4,328,695	166.0 Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
7	672,848	4,328,877	150.0 Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
8	672,460	4,328,405	160.0 Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
9	672,766	4,327,804	150.5 Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
10	673,259	4,327,557	113.8 Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
11	670,979	4,326,850	146.0 Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No
12	671,532	4,326,765	137.9 Siemens Gamesa SG 170 6...	Yes	Siemens Gamesa	SG 170-6,000	6,000	170.0	125.0	USER	Noise SG170	3.0	92.0	9.0	106.0	No

Calculation Results

Sound level

Noise sensitive area

No.	Name	Easting	Northing	Z	Immission height [m]	Demands		Sound level		Max Additional exposure [dB(A)]	Demands fulfilled ?
						Max	Additional	Max From WTGs [dB(A)]	Max Ambient+WTGs [dB(A)]		
A	A1 - notturno	676,197	4,328,446	40.0	1.7	3.0	37.5	47.2	0.5	Yes	
B	A2 - notturno	676,187	4,328,412	40.0	1.7	3.0	37.3	47.2	0.5	Yes	
C	A3 - notturno	676,142	4,328,411	40.0	1.7	3.0	37.4	47.2	0.5	Yes	
D	A4 - notturno	676,033	4,328,469	40.0	1.7	3.0	38.4	47.3	0.6	Yes	
E	A5 - notturno	675,594	4,328,832	62.2	1.7	3.0	42.8	48.2	1.6	Yes	
F	A6 - notturno	672,468	4,330,413	90.0	1.7	3.0	38.4	47.3	0.6	Yes	
G	A7 - notturno	672,619	4,328,646	160.0	1.7	3.0	48.0	50.4	3.9	No	

Distances (m)

WTG	A	B	C	D	E	F	G
1	1704	1716	1681	1561	991	2547	2361
2	1155	1175	1149	1040	527	3187	2936
3	776	805	795	720	509	3702	3385
4	4235	4236	4193	4072	3549	754	1172
5	3130	3134	3093	2970	2430	1144	1192
6	4282	4274	4229	4117	3675	1802	699
7	3377	3371	3326	3211	2746	1582	325
8	3738	3727	3682	3574	3164	2008	289
9	3491	3475	3430	3335	3010	2626	855
10	3069	3050	3006	2920	2661	2964	1264

To be continued on next page...

Project:
22048 SCN - Scandale

Licensed user:
Tiemes Srl
Via M. Bandello 4
IT-20123 Milano
+39 02 4983104
Alice / alice.cozzi@tmsweb.it
Calculated:
28/07/2023 10:28/3.6.366

DECIBEL - Main Result

Calculation: Notturmo

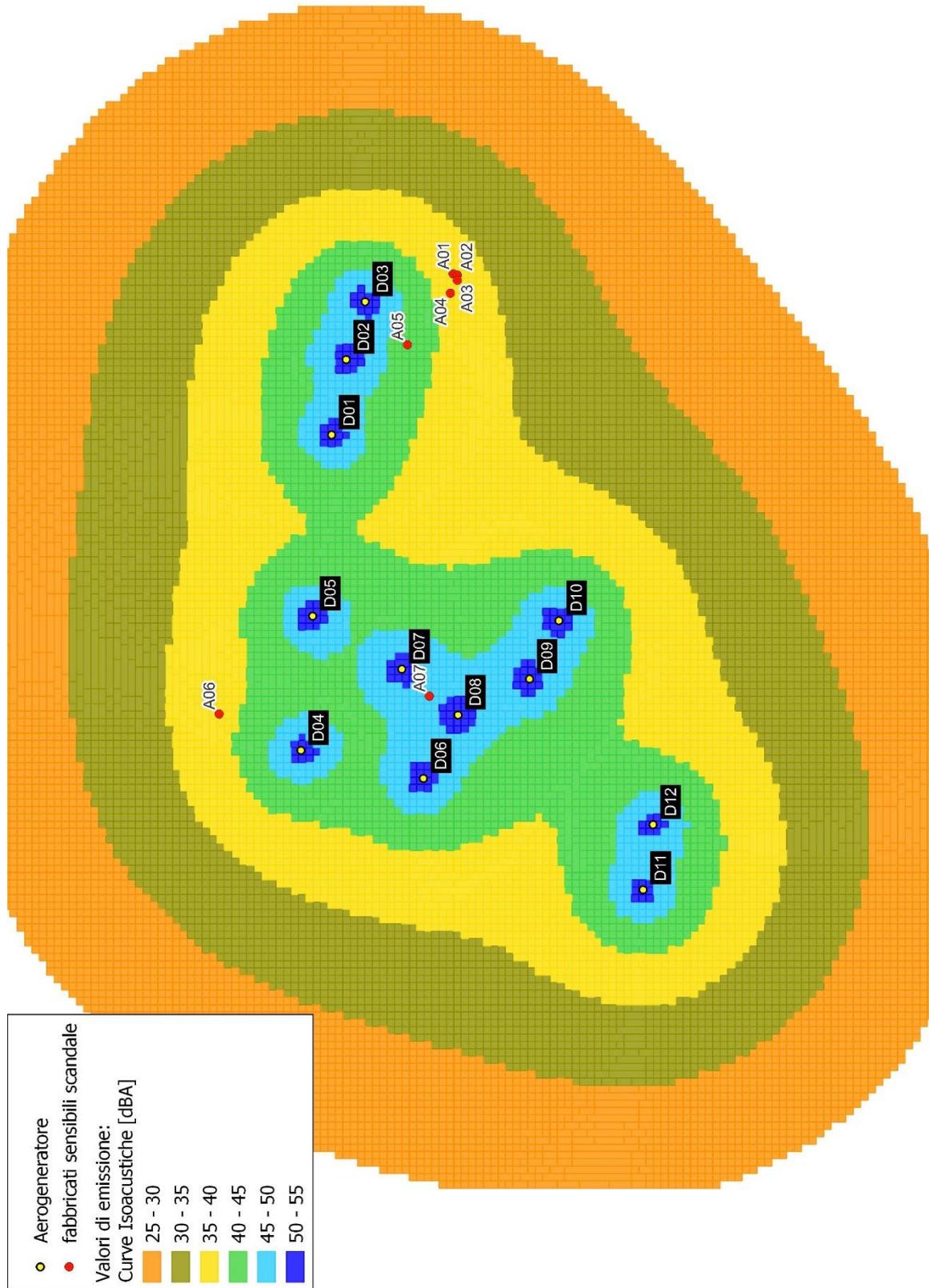
...continued from previous page

WTG	A	B	C	D	E	F	G
11	5457	5437	5394	5308	5023	3862	2433
12	4959	4938	4895	4814	4558	3766	2173

ALLEGATO II

Curve isofoniche

(velocità vento = 9 m/s al mozzo)



ALLEGATO III

Certificati strumentazione e Tecnico Competente



Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica

[Home](#)[Tecnici Competenti in Acustica](#)[Corsi](#)[Login](#)[Home](#) / [Tecnici Competenti in Acustica](#) **Numero Iscrizione****Elenco Nazionale** Numero Iscrizione Elenco Nazic**Regione** Lombardia**Cognome** D'Ascanio**Nome** Vincenzo

Numero Iscrizione Elenco Nazionale	Regione	Cognome	Nome	Data pubblicazione in elenco	
10820	Lombardia	D'ASCANIO	VINCENZO MARIA	05/07/2019	

Chapitre 2. CERTIFICAT D'ETALONNAGE CALIBRATION CERTIFICATE

DELIVRE PAR : ACOEM
ISSUED BY: ACOEM

Service Métrologie
85 route de Marcilly
69380 LISSIEU
France

INSTRUMENT ETALONNE
CALIBRATED INSTRUMENT
Désignation : **Sonomètre Intégrateur-Moyennneur**
Designation : **Integrating-Averaging Sound Level Meter**

Constructeur : **01dB**
Manufacturer:
Type : **FUSION** N° de série : **14845**
Type : Serial number:

N° d'identification :
Identification number
Date d'émission : **07/12/2022**
Date of issue:

Ce certificat comprend 10 Pages
This certificate includes Pages

LE RESPONSABLE PRODUCTION
MANUFACTURING MANAGER
Francis FERASIN

LA REPRODUCTION DE CE CERTIFICAT N'EST AUTORISEE QUE
SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE PHOTOGRAPHIQUE INTEGRAL.
THIS CERTIFICATE MAY NOT BE REPRODUCED OTHER THAN IN FULL
BY PHOTODUPLICATION PROCESS

CE CERTIFICAT EST CONFORME AU FAC-SIMILE DE
DOCUMENTATION PD X 07-012.
THIS CERTIFICATE IS COMPLIANT WITH THE PD X 07-012
STANDARD DOCUMENTATION

CE-DTE-L-22-PVE-83667

IDENTIFICATION :
IDENTIFICATION:

	Sonomètre Sound level meter	Préamplificateur Pre-amplifier	Microphone Microphone
Constructeur Manufacturer	01dB		GRAS
Type	FUSION	Interne - Internal	40CD
Numero de série Serial number	14845		494262

METHODE D'ETALONNAGE :
CALIBRATION PROCEDURE:

Ce Sonomètre a été étalonné sur les caractéristiques suivantes :
• Réponse en fréquence du sonomètre en champ libre
• Linéarité
• Pondérations fréquentielles A-B-C-Z
The Sound level meter has been calibrated on the following characteristics:
• Free field frequency response of the sound level meter
• Linearity
• A-B-C-Z frequency weightings

METHODE D'ETALONNAGE :
CALIBRATION METHOD:

L'appareil est étalonné dans une salle climatisée. Les caractéristiques sont étalonnées avec un multimètre et un générateur étalonnés en amplitude et en fréquence. Des corrections constructeurs sont appliquées pour prendre en compte les effets des accessoires et du boîtier selon la norme IEC 61672-3
The instrument is calibrated in an air conditioned room. The other characteristics are verified with multimeter and generator calibrated in amplitude and in frequency. Some manufacturer's corrections have been applied to account the acoustical effect from the case of the sound level meter and his accessories (IEC 61672-3).

CONDITIONS D'ETALONNAGE :
CALIBRATION CONDITIONS:

Date de l'étalonnage : .7 - 12 - 2022.
Date of Calibration (month/year)
Nom de l'opérateur : **Telmo Monteiro**
Operator Name
Instruction d'étalonnage : **P118-NOT-01**
Calibration instruction

Pression atmosphérique : **99,17 kPa**
Static pressure
Température : **17,5 °C**
Temperature
Taux d'humidité relative : **38,4 %HR**
Relative humidity

CE-DTE-L-22-PVE-83667

MOYENS DE MESURES UTILISES POUR L'ETALONNAGE :
INSTRUMENTS USED FOR CALIBRATION:

Désignation	Constructeur	Type	N° de série	N° d'identification
Designation	Manufacturer	Type	Serial number	Identification number
Générateur BF / Waveform generator	Helweg-Packard	33120A	US36036418	APM 8399
Calibrateur acoustique / Calibrator	01dB-Metrawib	CAL31	94751	APM 8236
Boîte à décades / Decade box	01dB-Metrawib	OUT168A	1605204	APM 5543
Pré-amplificateur / pre-amplifier	01dB-Metrawib	PRE21A	20453	APM 1435

Tous les moyens de mesure utilisés sont raccordés aux étalons de référence de la société ACOEM. Les étalons de référence de la société ACOEM sont raccordés aux étalons nationaux par un étalonnage COFRAC. La liste de ces étalons est disponible sur simple demande auprès du responsable métrologique du laboratoire.
All the measuring instruments are calibrated using the ACOEM reference standards. ACOEM reference standards are calibrated to national standard with COFRAC certificate of calibration. The reference standards list is available on simple request to the head of the Metrology lab.

RESULTATS :
RESULTS:

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux incertitudes types (k=2). Les incertitudes types sont calculées en tenant compte des différentes composantes d'incertitudes, étalons de référence, moyens d'étalonnage, conditions d'environnement, contribution de l'instrument étalonné, répétabilité...
Mentioned expanded uncertainties correspond to two standard uncertainty types (k=2). Standard uncertainties are calculated including different uncertainty components, reference standards, instruments used, environmental conditions, calibrated instrument contribution, repeatability...

CE-DTE-L-22-PVE-83667

Pondération fréquentielle (voie interne) - Frequency weighting (primary)					
0° Short windscreen	Z	A	B	C	Incertitude uncertainty (dB)
63 Hz	-0,7	-29,0	-10,1	-1,5	0,45
125 Hz	-0,6	-16,9	-4,6	-0,6	0,45
250 Hz	-0,6	-9,3	-1,9	-0,6	0,29
500 Hz	-0,4	-3,6	-0,6	-0,3	0,29
1000 Hz	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	0,29
2000 Hz	0,1	1,3	0,0	-0,1	0,29
4000 Hz	-0,7	0,3	-1,4	-1,5	0,39
8000 Hz	-1,1	-2,7	-4,5	-4,6	0,61
16000 Hz	-0,7	-12,7	-14,4	-14,6	0,61

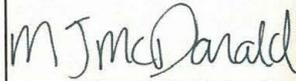
CE-DTE-L-22-PVE-83667

Linéarité
Linearity

Linéarité (voie principale) Linearity (Primary channel)	Valeur nominale Nominal value (dB)	Valeur affichée Displayed value (dB)	Incertitude Uncertainty (dB)
Leq 35 dBZ / 8000 Hz	35,0	34,9	0,23
Leq 40 dBZ / 8000 Hz	40,0	40,0	0,23
Leq 50 dBZ / 8000 Hz	50,0	50,0	0,20
Leq 60 dBZ / 8000 Hz	60,0	60,0	0,20
Leq 70 dBZ / 8000 Hz	70,0	70,0	0,20
Leq 80 dBZ / 8000 Hz	80,0	80,0	0,20
Leq 90 dBZ / 8000 Hz	90,0	90,0	0,20
Leq 100 dBZ / 8000 Hz	100,0	100,0	0,20
Leq 110 dBZ / 8000 Hz	110,0	109,8	0,20
Leq 120 dBZ / 8000 Hz	120,0	119,7	0,20
Leq 130 dBZ / 8000 Hz	130,0	129,7	0,20
Leq 134 dBZ / 8000 Hz	134,0	133,7	0,20
Leq 134 dBA / 8000 Hz	134,0	133,7	0,20
Leq 130 dBA / 8000 Hz	130,0	129,7	0,20
Leq 120 dBA / 8000 Hz	120,0	119,7	0,20
Leq 110 dBA / 8000 Hz	110,0	109,8	0,20
Leq 100 dBA / 8000 Hz	100,0	100,0	0,20
Leq 90 dBA / 8000 Hz	90,0	90,0	0,20
Leq 80 dBA / 8000 Hz	80,0	80,0	0,20
Leq 70 dBA / 8000 Hz	70,0	70,0	0,20
Leq 60 dBA / 8000 Hz	60,0	60,0	0,20
Leq 50 dBA / 8000 Hz	50,0	50,0	0,20
Leq 40 dBA / 8000 Hz	40,0	40,0	0,23
Leq 30 dBA / 8000 Hz	30,0	30,1	0,23
Leq 25 dBA / 8000 Hz	25,0	26,1	0,23

CERTIFICATE OF CALIBRATIONISSUED BY **01dB**DATE OF ISSUE **13 September 2022** CERTIFICATE NUMBER **180093**CRplc c/o: 01dB-Metravib SAS
Acoustic House
YO14 0PH

Page 1 of 2

Approved signatory
M.McDonald
Electronically signed:**Sound Calibrator : IEC 60942:2003****Instrument information****Manufacturer:** 01dB
Model: CAL31
Serial number: 99778
Class: 1**Notes:****Test summary****Date of calibration:** 07 September 2022

The sound calibrator detailed above has been calibrated to the published data as described in the operating manual and in the half-inch configuration. The procedures and techniques used are as described in IEC60942_2003 Annex B – Periodic Tests and three determinations of the sound pressure level, frequency and total distortion were made.

The sound pressure level was measured using a WS2F condenser microphone type MK:224 manufactured by Cirrus Research plc.

The results have been corrected to the reference pressure of 101.33 kPa using the manufacturer's data.

The manufacturer's product information indicates that this model of sound calibrator has been formally pattern approved to IEC60942_2003 Annex A to Class 1. This has been confirmed by Laboratoire National d'Essais (LNE) and Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB).

Notes:

This certificate provides traceability of measurement to the SI system of units and/or to units of measurement realised at the National Physical Laboratory or other recognised national metrology institutes. This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory. The results within this certificate relate only to the items calibrated. The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k=2$, providing a coverage probability of approximately 95%.

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Certificate Number:

180093

Page 2 of 2

Environmental conditions

The following conditions were recorded at the time of the test:

Pressure: 100.40 kPa
Temperature: 23.9 °C
Humidity: 56.4 %**Test equipment**

Equipment	Manufacturer	Model	Serial number
Multimeter	Fluke	8845A	9440017
Distortion Meter	Keithley	2015	1175401
Acoustic Calibrator	Bruel and Kjaer	4231	1795641

Results

	Expected	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Average	Deviation	Tolerance	Uncertainty
Level (dB)	94.00	94.00	93.99	93.97	93.99	-0.01	±0.40	0.11 dB
Distortion (%)	< 3.00	1.45	1.34	1.45	1.41	1.41	+3.00	0.13 %
Frequency (Hz)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	0.0	±10.0	0.1 Hz

The measured quantities or deviations (as applicable), extended by the expanded combined uncertainty of measurement, must not exceed the corresponding tolerance.

End of results