



Regione Basilicata
 Provincia di Potenza
 Comuni di Cancellara e Vaglio Basilicata



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica avente potenza di connessione pari a 37,2 MW e relative opere connesse denominato "Vento del Carpine" sito nei Comuni di Cancellara e Vaglio Basilicata (PZ)

Titolo:

RELAZIONE SPECIALISTICA - STUDIO DI FATTIBILITÀ ACUSTICA

Numero documento:

Commessa						Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.
2	1	4	3	0	1	D	R	0 1 1 1	0 0

Proponente:

FRI-EL

FRI-EL S.p.A.
 Piazza della Rotonda 2
 00186 Roma (RM)
fri-elspa@legalmail.it
 P. Iva 01652230218
 Cod. Fisc. 07321020153

PROGETTO DEFINITIVO
A.6.

Progettazione:



PROGETTO ENERGIA S.R.L.
 Via Serra 8 83031 Ariano Irpino (AV)
 Tel. +39 0825 891313
www.progettoenergia.biz - info@progettoenergia.biz



SERVIZI DI INGEGNERIA INTEGRATI
 INTEGRATED ENGINEERING SERVICES

Progettista:



Sul presente documento sussiste il DIRITTO di PROPRIETÀ. Qualsiasi utilizzo non preventivamente autorizzato sarà perseguito ai sensi della normativa vigente

REVISIONI	N.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
	00	12/07/2021	EMISSIONE	C. IANDOLO	C. IANDOLO	C. IANDOLO
01	20/07/2021	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	C. IANDOLO	C. IANDOLO	C. IANDOLO	

Capitolo	Paragrafo	Indice Argomento	Pagina	
1 capitolo		Premessa	4	
		Rilievo del livello continuo equivalente "L _N "	5	
	1	Introduzione e valutazioni tecnico legislative	5	
	2	Strumentazione impiegata	5	
	3	Modalità di rilevazione dei livelli equivalenti nei punti ricettori	6	
	3.1	Criterio di scelta della strumentazione	6	
	3.2	Scelta di posizione della misura	6	
	3.3	Orientamento del microfono	6	
	3.4	Esecuzione della misura	6	
	3.5	Periodi di riferimento	7	
	4	Modalità operative	8	
	5	Tempi di riferimento, di osservazione e di misura	8	
	6	Condizioni ambientali	8	
	7	Osservanza delle condizioni normative	9	
	8	Determinazione del rumore residuo L _N (rumore di fondo)	9	
	9	Conclusioni	10	
	Allegato 1	Tabella rilievi fonometrici		
	Allegato 2	Tabella parametri meteorologici		
	Allegato 3	Tabella confronto tra L _N e limiti di zona		
2 capitolo		Simulazione del livello continuo equivalente "L _A " nei punti ricettori	11	
	1	Il modello di calcolo proposto dalla Norma ISO 9613-2	11	
	2	Equazioni di base del modello proposto dalla Norma ISO 9613-2	12	
	2.1	Attenuazione per divergenza geometrica	12	
	2.2	Attenuazione per assorbimento atmosferico	13	
	2.3	Attenuazione per effetto suolo	13	
	2.3.1	Metodo teorico	13	
	2.3.2	Metodo alternativo per terreno scosceso	14	
	2.4	Attenuazione per schermatura o barriera	14	
	2.5	Attenuazioni aggiuntive	15	
	3	Simulazione del livello L _A determinato dalla futura installazione delle pale eoliche	15	
	3.1	Livelli di potenza sonora globali e frequenziali determinati dalle turbine EOLICHE	16	
	4	Conclusioni	18	
		Allegato 4	Simulazione dei livelli equivalenti ambientali – confronto con i limiti di zona;	
		Allegato 5	Simulazione Acustica diurna;	
		Allegato 6	Simulazione Acustica notturna;	

3
capitolo

	Analisi dei livelli continui equivalenti "L _A " simulati – confronto con livelli assoluti d'immissione	19
	Le verifiche di legge	
1		19
1.1	La valutazione del disturbo secondo la legislazione vigente	19
1.2	Verifica dei limiti assoluti d'immissione ed emissione	20
1.3	Verifica del criterio differenziale	20
2	Determinazione dei livelli L _{Sext} L _{Sint} originati dalle sorgenti in corrispondenza dei ricettori	21
2.1	Valutazione del Rumore Residuo "L _N " alle diverse velocità del vento "V _w "	21
2.2	Andamenti di "L _N " ed "L _{AP} " in corrispondenza dei ricettori più svantaggiati	23
3	Previsione clima acustico	27
4	Conclusioni	28
Allegato 7	Livello ambientale previsionale L _{AP} e scarto differenziale con sorgenti attive	
Allegato 8	Livelli di emissione L _s con sorgenti attive	
Allegato 9	Simulazione dei livelli equivalenti ambientali con sorgenti attive – confronto con i limiti di emissione	
Allegato 10	certificazioni delle strumentazioni utilizzate per l'esecuzione dei rilievi	
Allegato 11	Atto notorio dell'ing. Carmine Iandolo dell'iscrizione all'Albo Nazionale dei tecnici competenti in Acustica ambientale	
Allegato 12	scheda tecnica aerogeneratore Vestas V150 da 6 MW – STRALCIO	
Allegato 13	Spettri delle misure	
Allegato 14	Planimetria impianto eolico con ubicazione degli aerogeneratori e ricettori	

Allegati

RELAZIONE TECNICA

LEGGE 447/95 IMPATTO ACUSTICO AMBIENTALE

PREVISIONALE

PREMESSA

Il presente studio di fattibilità acustica, si riferisce alla realizzazione di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica costituito da n° 6 aerogeneratori per una potenza complessiva di picco di 37,2 MW, denominato "Vento del Carpine" sito nel Comune di Cancellara (PZ), e delle relative opere connesse e delle infrastrutture indispensabili, collegato in antenna alla Rete Elettrica Nazionale mediante connessione con uno stallo a 150 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN "Vaglio" ubicata all'interno del Comune di Vaglio Basilicata(PZ).

Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto (aerogeneratore di progetto) è ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6,2 MW, avente le caratteristiche principali di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo pari a 158 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il convertitore elettronico di potenza, il trasformatore BT/MT e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio;
- altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore pari a 200,00 m;
- diametro massimo alla base del sostegno tubolare: 4,80 m;
- area spazzata massima: 19.606 m².

Nello specifico i modelli di aerogeneratore considerati risultano i seguenti:

- General Electric GE158 6,1 – HH 121m – 6,1 MW;
- Vestas V150 6.0 – HH 125m – 6,0 MW;
- Siemens Gamesa SG155 6.2 - HH 122,5m – 6,2 MW;

Le caratteristiche di dettaglio del modello commerciale più sfavorevole, utilizzate al fine di redigere il presente studio sono quelle dell'aerogeneratore tipo V150- HH 125 m.

Analisi condotta per conto dell'azienda: **FRI-EL S.p.A. Piazza della Rotonda 2 - 00186 Roma (RM)**

Misura finalizzata ad accertamenti riguardanti la seguente attività: **generatori aeraulici per la produzione di energia elettrica da installare sul territorio comunale di Cancellara (PZ)**,

Sede in cui ha avuto luogo la verifica fonometrica: presso il sito destinato ad ospitare gli aerogeneratori **contraddistinti dalle sigle: WTG C1, WTG C2, WTG C3, WTG C4, WTG C5 e WTG C6 - territorio comunale di comunale di Cancellara (PZ)**.

Sede legale dell'azienda: **FRI-EL S.p.A. Piazza della Rotonda 2 - 00186 Roma (RM)**.

Tecnico esecutore delle indagini acustiche: **Ing. Carmine Iandolo**, esperto in *Acustica*, iscritto nell'elenco Nazionale dei Tecnici Competenti (n° riferimento n.8561/2018) (secondo quanto prescritto dalla legge 447/95) ed all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Avellino, col n° 1249.

Tipologia di verifica

Capitolo 1: operazioni di rilievo del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", definito "L_n", in corrispondenza dei punti ricettori, secondo le prescrizioni del D.P.C.M. 14/11/97;

Capitolo 2: procedura di simulazione del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", definito "L_A", determinato, sempre in corrispondenza dei punti ricettori, dagli aerogeneratori da collocare nell'ambito territoriale del **Comune di Cancellara (PZ)** – Norma ISO 9613-2;

Capitolo 3: analisi dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderati "A" (L_A) simulati, per il confronto con i livelli limite assoluti d'immissione – Tab. C del D.P.C.M. 14/11/97.

CAPITOLO 1

Rilievo del livello continuo equivalente "L_N"

1. Introduzione e valutazioni tecnico legislative

L'azienda committente, in ottemperanza a quanto disposto dalla Legge 447/95, ha conferito l'incarico ai succitati tecnici, esperti in acustica, allo scopo di procedere alla valutazione dell'impatto acustico che sarà determinato, in corrispondenza dei punti ricettori, dall'impianto eolico contraddistinto con le sigle: **WTG C1, WTG C2, WTG C3, WTG C4, WTG C5 e WTG C6, di proprietà della società FRI-EL S.p.A. Piazza della Rotonda 2 - 00186 Roma (RM)**, da ubicare nel **Comune di Cancellara (PZ)**. Esso è individuabile nella tavola della corografia generale, scala 1:10.000, in corrispondenza del territorio comunale di **Cancellara (PZ)**, con l'ausilio del sistema di coordinate UTM. Nella fattispecie, è stata analizzata l'incidenza sull'acustica ambientale determinabile dal funzionamento, nei periodi di riferimento diurno (06,00 ÷ 22,00) e notturno (22,00 ÷ 06,00), della citata macchina destinata alla produzione di energia elettrica.

L'analisi, inoltre, è stata anche realizzata in conformità a quanto previsto dalle disposizioni legislative emanate ad integrazione ed a supporto della Legge n° 447 del 1995. Esse sono:

- D.P.C.M. 1/3/91;
- D.P.C.M. 14/11/97;
- D.M.A. 16/3/98;
- Norma ISO 9613;
- CEI EN 61400;
- UNI/TS 11143-7;
- DGR Campania n. 569 del 28/12/2020.

2. Strumentazione impiegata

Il sistema di rilevamento utilizzato è costituito da un fonometro integratore Brüel & Kjaer, modello 2260, numero di serie 2124569, equipaggiato con capsula microfonica.

Sia i singoli componenti che il sistema nel suo complesso risultano essere, inoltre, conformi alle norme IEC 651 ed IEC 804 gruppo 1, essendo accompagnati da un apposito certificato di calibrazione, rilasciato dal Centro di Taratura 185 SIT denominato "Sonora S.r.l."

Comunque, prima di partire con i rilievi ed al termine della loro esecuzione, si è proceduto alla calibrazione del fonometro grazie all'utilizzo del L&D CAL 200, matricola n° 13342, anch'esso munito di apposito certificato, rilasciato dalla "Sonora S.r.l."

Il sistema di misura è completato da una centralina microclimatica digitale, del tipo Lutron AM-4206, destinata al rilievo degli altri parametri da abbinare a quelli fonometrici, quali la velocità e la direzione del vento, la temperatura e l'umidità relativa, oltre ad un sistema GPS per l'acquisizione delle coordinate UTM. Le caratteristiche principali di questo rilevatore prevedono un tempo di campionamento di circa 1 sec., un range di acquisizione dei dati di velocità del vento tra 0,4÷25 m/s (risoluzione 0,01 m/s), un range di acquisizione dei dati di temperatura tra 0÷50°C (risoluzione 0,1°C), un range di acquisizione dei dati di UR tra 0÷100 RH (risoluzione 0,1% RH). La strumentazione

è munita di certificato di calibrazione destinato a garantire le precisioni dichiarate sul manuale d'uso.

3. Modalità di rilevazione dei livelli equivalenti nei punti ricettori

Al fine di procedere ad una corretta campagna di misure, sono state osservate le prescrizioni dettate dal D.M. del 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico". L'osservanza del citato Decreto, infatti, consente di conseguire la cosiddetta "qualità della misura", intesa come l'insieme dei fattori che ne fanno un dato di riferimento oggettivo.

3.1 Criterio di scelta della strumentazione

Il sistema di misura adottato soddisfa le specifiche, indicate all'art 2 del summenzionato Decreto, relative alla classe 1 delle Norme EN 60651/1994 ed EN 60804/1994. In dipendenza di ciò, è stato utilizzato un fonometro, conforme alla classe 1, in grado di acquisire le misure e corredato di apposito calibratore per la registrazione del segnale di calibrazione.

Dovendo le misure, inoltre, fornire informazioni circa il contenuto spettrale del rumore, la strumentazione era provvista di filtri in banda di terzo d'ottava, secondo quanto prescritto dalla Norma di riferimento seguita.

3.2 Scelta della posizione di misura

Particolare attenzione è stata posta anche nella scelta dei punti adatti all'esecuzione dei rilievi. Perciò, essendo la valutazione finalizzata alla misurazione del rumore di fondo nei punti ricettori, sono state scelte delle postazioni, in corrispondenza delle abitazioni più vicine alle macchine da installare, ciò al fine di relazionare i valori acquisiti con i limiti di immissione riportati nella tabella C del D.P.C.M. del 14/11/97.

3.3 Orientamento del microfono

Si è fatto uso di un microfono adatto all'acquisizione di un rumore proveniente da tutte le direzioni. Esso è stato montato su apposito sostegno e collegato direttamente al fonometro. Per i rilievi, il fonometro, corredato di capsula microfonica è stato posizionato su di un tripode ad un'altezza di m 1,50 e ad una distanza di m 1,00 da superfici riflettenti. Le misure a partire dai dati rilevati in prossimità dei ricettori, sono state simulate mediante apposito software sia a finestre aperte che chiuse, ciò al fine di individuare la situazione più gravosa. L'operatore, durante l'esecuzione delle misure, si è mantenuto ad una distanza minima di 3 metri dal microfono.

3.4 Esecuzione della misura

Prima di dar corso ai rilievi si è proceduto alla calibrazione della catena di misura. L'operazione è stata eseguita con l'ausilio di una sorgente di riferimento, denominata calibratore, in grado di eseguire la verifica circa la corretta acquisizione dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderati "A". La calibrazione, inoltre, è stata ripetuta al termine delle misure, al fine di accertarsi della correttezza dei rilievi eseguiti.

3.5 Periodi di riferimento

Essendo la fonte del rumore costituita essenzialmente dal movimento di rotazione imposto alle pale dai venti presenti in zona, sono state eseguite delle misure all'interno di entrambe le fasce di riferimento contemplate dalla normativa, la diurna (6.00 - 22.00) e la notturna (22.00-06.00), proprio perché il funzionamento degli aerogeneratori può considerarsi di tipo continuo.

4. Modalità operative

Le fasi misurative, allo scopo di rilevare e riprodurre fedelmente i parametri a maggior valenza per la determinazione dei livelli sonori, si sono protratte per tempi opportunamente scelti e collocati in periodi della giornata durante i quali i valori d'immissione risultano essere rappresentativi della condizione di massimo disturbo. In particolare, trovandoci nella fase preliminare di valutazione, si è proceduto al rilievo del rumore residuo in corrispondenza dei punti ricettori situati nelle posizioni più prossime al sito che dovrà accogliere nell'immediato futuro l'impianto eolico.

I rilievi fonometrici sono stati eseguiti il giorno 27 e 28 giugno dell'anno 2021, realizzando diverse postazioni di misura, in condizioni meteorologiche ottimali ed in presenza di venti di intensità variabile 1,4 e 4,5 m/s. Le misure sono state suddivise tra due intervalli di vento: 1,4 m/s – 2,8 m/s e 3,5 m/s – 4,5 m/s (a 10 metri di altezza dal suolo). Il fonometro, per i rilievi, è stato posizionato su di un cavalletto (al fine di non causare interferenze sui rilievi) ad un'altezza da terra di m 1,50, con l'osservanza di rispettare la distanza minima di m 1,00 dalle superfici interferenti (costituite dalle facciate degli edifici e dalle pareti interne alle abitazioni), come descritto al punto n° 3 dell'allegato B al D.P.C.M. dell'1/03/1991. Relativamente alla misura dell' L_{Aeq} , si è utilizzato il metodo per "Integrazione Continua", di cui al D.M. del 16/03/1998, mentre per quanto riguarda il microfono in dotazione allo strumento, esso è stato munito di cuffia antivento ed orientato in modo da rilevare tutte le fonti di rumore attualmente presenti.

5. Tempi di riferimento, di osservazione e di misura

Allo scopo di porsi nelle condizioni atte a garantire la ripetibilità delle misure, sono state osservate le prescrizioni richiamate ai punti 3, 4 e 5 dell'allegato "A" al D.M. del 16 marzo 1998, procedendo nel seguente modo:

1. T_R diurno (06.00÷22.00) e notturno (22.00÷06.00);
2. T_O preso in modo da verificare le condizioni di rumorosità da valutare;
3. T_M estendentesi, per ogni misura, dai 10 ai 20 min, in modo da rendere le misure rappresentative del fenomeno da studiare.

6. Condizioni ambientali

Le condizioni meteorologiche all'atto delle misurazioni erano ottimali, con venti di intensità compresa tra 1,4 e 4,5 m/s, la temperatura oscillante tra 16 e circa 27 °C, la percentuale di umidità variabile tra il 70 ed il 85%. Comunque, nell'allestimento della catena di misura e durante i rilievi sono state osservate le indicazioni riportate al punto 7 dell'allegato "B" al D.M. del 16 marzo 1998.

Tutte le simulazioni della presente relazione sono state effettuate ponendoci nella condizione peggiore, utilizzando i valori rilevati nella fascia di vento tra i 3,5 m/s e 4,5 m/s a terra (10 metri).

7. Osservanza delle condizioni normative

La legge Quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995, n° 447 impone ai Comuni [art. 6, comma a)] la classificazione del territorio secondo i criteri previsti dall'art. 4, comma 1, lettera a). Comunque, siccome il Comune di Cancellara e Vaglio (PZ) attualmente non hanno recepito la normativa summenzionata, si applicano al caso in esame i limiti di accettabilità stabiliti all'art. 6 del D.P.C.M. 1° Marzo 1991 (Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno).

<i>Zonizzazione</i>	<i>Limite diurno</i>	<i>Limite notturno</i>
	Leq (A)	Leq (A)
<i>Tutto il territorio nazionale</i>	70	60
<i>Zona A (decreto ministeriale n. 1444/68) (*)</i>	65	55
<i>Zona B (decreto ministeriale n. 1444/68) (*)</i>	60	50
<i>Zona esclusivamente industriale</i>	70	70

(*) Zone di cui all'art. 2 del decreto ministeriale 2 aprile 1968.

La zona destinata ad ospitare gli aerogeneratori del tipo E (richiamata nel D.M. n° 1444 del 1968), con limite diurno di 70 dB(A) e notturno di 60 dB(A), nel caso in esame ci siamo posti nella condizione peggiore, in quanto in una futura zonizzazione acustica tale zona ricadrà in una classe III, pertanto applichiamo i valori limite assoluti di immissione riportati nella tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997:

Tabella C - valori limite assoluti di immissione - Leq in dB(A) (Art. 3)

<i>classi di destinazione d'uso del territorio</i>	<i>tempo di riferimento</i>	<i>tempo di riferimento</i>
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
<i>I aree particolarmente protette</i>	50	40
<i>II aree prevalentemente residenziali</i>	55	45
<i>III aree di tipo misto</i>	60	50
<i>IV aree di intensa attività umana</i>	65	55
<i>V aree prevalentemente industriali</i>	70	60
<i>VI aree esclusivamente industriali</i>	70	70

Il D.P.C.M. del 14 novembre 1997 definisce, art. n° 4, i valori assoluti di soglia negli ambienti abitativi sotto i quali non si applicano i valori limite differenziali d'immissione.

Per il periodo notturno sono:

- 25 dB(A) a finestre chiuse;
- 40 dB(A) a finestre aperte.

Per il periodo diurno sono:

- 35 dB(A) a finestre chiuse;
- 50 dB(A) a finestre aperte.

Nel caso in cui si verifica il superamento di tali limiti, i valori limite differenziali non dovranno superare:

- 3 dB(A) di notte;
- 5 dB(A) di giorno.

I valori limite differenziali si determinano come differenza tra L_A ed L_N .

8. Determinazione del rumore residuo L_N (rumore di fondo)

La determinazione del rumore residuo L_N (clima sonoro attualmente presente) è stata effettuata procedendo a dei rilievi strumentali presi nelle postazioni (ricevitori) precedentemente individuate (in corrispondenza delle abitazioni più vicine alle macchine da installare – paragrafo 3.2).

I punti di rilievo sono stati identificati con i simboli **R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13**, risultano evidenziati sulla planimetria allegata. Si precisa, che sono stati presi in considerazione i ricevitori presenti sul territorio più svantaggiati al fine della verifica acustica e ricevitori acustici ai sensi della legge 445/95 e smi.

Per quanto concerne i risultati, essi sono elencati nelle tabelle, sotto indicate, allegate alla relazione:

- Allegato 1: Tabella rilievi fonometrici;
- Allegato 2: Tabella parametri meteorologici;
- Allegato 3: Tabella confronto tra L_N e limiti di zona.

RECETTORI ACUSTICI SENSIBILI						
RECELTTORE	UTM - WGS84		Foglio	Particella	Destinazione d'uso	Ricevitore acustico
	Long. E [m]	Lat. N [m]				
R1	579031,0	4507407,3	31	53	Attività Rurale	NO
R2	579129,9	4507420,8	31	57	Attività Rurale	NO
R3	579129,1	4507624,6	31	97-100	D10	NO
R4	579131,6	4507668,3	31	99	A2	SI
R5	579175,0	4507673,3	31	102-103-105	A3/D10	SI
R6	579228,5	4507627,5	31	107	C2/C6/A4	SI
R7	579234,0	4507598,6	31	108	C6	NO
R8	579262,4	4507598,6	24	568	C2	NO
R9	579258,2	4507553,8	24	570	C2	NO
R10	577402,3	4506504,1	35	227	A2/D10	SI
R11	577413,6	4506456,4	35	228	D10	NO
R12	577452,1	4506472,3	35	229	D10	NO
R13	577423,4	4506540,4	35	230	D10	NO

AEROGENERATORI DA INSTALLARE		
Torre	UTM - WGS84	
	Long. E [m]	Lat. N [m]
WTG C1	578209,0	4507547,0
WTG C2	578798,0	4507219,0
WTG C3	577912,0	4506900,0
WTG C4	579643,0	4506941,0
WTG C5	577311,0	4507128,0
WTG C6	577228,0	4507755,0

AEROGENERATORI ESISTENTI		
Torre	UTM - WGS84	
	Long. E [m]	Lat. N [m]
AE01	576707,22	4506789,51
AE02	576443,61	4506468,78
AE03	576464,69	4506396,86
AE04	576826,85	4506135,14

9. Conclusioni

Siccome la zona di destinazione dell'aerogeneratore è di tipo rurale, essa rientra tra quelle classificate "di tipo misto" – CLASSE III, allegato A del D.P.C.M. 14/11/97 – con limiti d'immissione pari a 60 dB(A) in fase diurna e 50 dB(A) in quella notturna.

Come si evince dai risultati delle misure riportati nelle tabelle di cui al punto precedente, i livelli limite di immissione sonora relativi alla CLASSE III di destinazione urbanistica (60 dB(A) diurno e 50 dB(A) notturno) sono ampiamente rispettati, essendo i valori massimi rilevati inferiori.

CAPITOLO 2

Simulazione del livello continuo equivalente “ L_A ” nei punti ricettori

1. Il modello di calcolo proposto dalla Norma ISO 9613-1,2

Lo scopo della norma ISO 9613-2.2 è quello di specificare i metodi per calcolare l'attenuazione del suono, nella propagazione in campo aperto, al fine di predeterminare i livelli di rumore, in un punto prestabilito, causati da sorgenti di natura diversa.

La norma si divide in due parti: la prima tratta dell'attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico, 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 è noto.

Il metodo prevede la determinazione dei livelli di pressione sonora per bande d'ottava comprese tra 63 Hz e 8000 Hz. L'origine del rumore viene fatta coincidere con una sorgente che, come

$$L_{AT} = 10 \log \left[\left(\frac{1}{T} \right) \int_0^T \frac{p_A^2}{p_o^2} dt \right]$$

definisce la norma, può essere sia fissa, sia mobile. Tale metodo è, quindi, applicabile ad un'ampia serie di sorgenti. Dapprima la norma introduce alcune definizioni, quali il livello di pressione equivalente ponderato A:

dove p_A è il livello di pressione sonora globale ponderato A ed il parametro tempo T dev'essere di entità tale da consentire di mediare gli effetti di variazioni meteorologiche.

Analogamente si definisce il livello di pressione equivalente per banda di ottava:

$$L_{IT} = 10 \log \left[\left(\frac{1}{T} \right) \int_0^T \frac{p_f^2(t)}{p_o^2} dt \right]$$

in cui p_f è la pressione istantanea per banda d'ottava di una sorgente sonora.

Si definisce, inoltre, attenuazione per inserzione ("insertion loss") la differenza, in decibel, tra i livelli di pressione sonora che si hanno con uno schermo inserito e quelli che si hanno in assenza dello stesso, senza che nessun altro parametro abbia subito rilevanti modifiche.

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.

2. Equazioni di base del modello proposto dalla Norma ISO 9613-2

L'equazione fondamentale del metodo teorico è la seguente:

$$L_p(f) = L_w(f) + D(f) - A(f)$$

dove:

- ❖ $L_p(f)$ è il livello di pressione sonora in decibel, per banda d'ottava, generato nel punto "p" dalla sorgente "w" alla frequenza "f";
- ❖ $L_w(f)$ è il livello di potenza sonora in decibel, per banda d'ottava, prodotto dalla sorgente puntuale;
- ❖ $D(f)$ è la correzione dovuta alla direzionalità dell'emissione della sorgente ed è nulla per sorgenti omnidirezionali;
- ❖ $A(f)$ è l'attenuazione per banda d'ottava che avviene durante la propagazione.

In forza di quanto asserito, possiamo definire l'attenuazione come composta da più termini:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

dove le varie attenuazioni sono dovute a:

- A_{div} alla divergenza geometrica;
- A_{atm} all'assorbimento atmosferico;
- A_{gr} ad effetti connessi con la presenza del suolo;
- A_{bar} alla eventuale presenza di barriere antirumore o schermi naturali;
- A_{misc} ad elementi addizionali, come la presenza di siti industriali, di zone abitate o verdi.

Il calcolo del livello globale equivalente continuo ponderato A si effettua sommando i vari contributi, calcolati per ogni sorgente puntiforme e per ogni banda d'ottava, secondo la seguente formula:

$$L_{eq} = 10 \log_{10} \left[\sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^8 10^{0,1(L_p(i,j) + A(j))} \right]$$

dove:

- ❖ "i" rappresenta il numero di sorgenti;
- ❖ "j" indica le otto frequenze standard in banda d'ottava da 63 Hz ad 8 KHz;
- ❖ $A(j)$ il coefficiente della curva.

Nel seguito si riportano, sinteticamente, i metodi che la norma stabilisce per calcolare le diverse attenuazioni.

2.1 Attenuazione per divergenza geometrica

Il fenomeno della divergenza geometrica si esplica sotto forma di onde sferiche che si propagano in campo libero a partire dalla sorgente puntiforme.

Il calcolo di tale contributo avviene sulla base della seguente relazione:

$$A_{div} = \left[20 \log \left(\frac{d}{d_0} \right) + 11 \right] dB$$

dove "d" è la distanza della sorgente dal ricevente e "d₀" è la distanza di riferimento pari ad 1 metro.

2.2 Attenuazione per assorbimento atmosferico

L'attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico, nella propagazione in un tratto di lunghezza "d" (in metri), può essere valutata tramite l'equazione sotto riportata:

$$A_{aim} = \frac{\alpha * d}{1000}$$

dove "a" è il coefficiente di assorbimento atmosferico per chilometro.

I valori di tale coefficiente sono tabulati e dipendono dalle condizioni ambientali, come temperatura ed umidità relativa, in cui si vuole effettuare la misura.

I valori di "a" forniti dalla norma vengono riassunti in tabella 1.

Il valore massimo previsto, per ogni banda d'ottava, relativamente a tale attenuazione è di 15 dB.

Tabella 2.1: coefficiente di attenuazione atmosferica a in decibel per km, per ogni banda di frequenza, in funzione della temperatura e dell'umidità relativa.

T(°C) UR(%)	63 (Hz)	125 (Hz)	250 (Hz)	500 (Hz)	1000 (Hz)	2000 (Hz)	4000 (Hz)	8000 (Hz)
10 – 70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117,0
20 – 70	0,1	0,3	1,1	2,8	5,0	9,0	22,9	76,6
30 – 70	0,1	0,3	1,0	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3
15 – 20	0,3	0,6	1,2	2,7	8,2	28,2	88,8	202,0
15 – 50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	36,2	129,0
15 – 80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8

N.B.: per valori di T(°C) ed UR(%) diversi da quelli indicati, i coefficienti sono determinati per interpolazione.

2.3 Attenuazione per effetto suolo

2.3.1 Metodo teorico

L'attenuazione dovuta alla presenza del suolo è il risultato dell'interazione che avviene tra l'onda diretta e quella riflessa dal terreno. L'attenuazione maggiore è provocata in prossimità della sorgente e del ricevente.

Il metodo proposto dalla norma ISO è applicabile solo a terreni approssimativamente lineari, orizzontali o, per lo meno, con pendenza costante.

Tale metodo prevede la distinzione del terreno compreso tra sorgente e ricevente in tre zone:

- una prima zona, chiamata "la regione della sorgente", di estensione pari a 30 volte l'altezza della sorgente sul piano di campagna ed un valore massimo pari alla distanza "d" tra sorgente e ricevente;
- una seconda zona, chiamata "la regione del ricevente", anche questa di estensione pari a 30 volte l'altezza del ricevente sul piano di campagna;
- una zona intermedia, che si trova tra le due zone precedenti, la cui esistenza è subordinata al rapporto tra la distanza "d" esistente tra sorgente e ricevente e l'estensione delle due prime zone.

Le proprietà acustiche di ciascuna zona sono specificate da un coefficiente "G", chiamato fattore suolo.

Secondo la norma si possono classificare i terreni nelle seguenti tre categorie:

- suolo "duro", che include superfici coperte d'acqua o ghiaccio e tutte quelle che possiedono una scarsa porosità. Per questo tipo di terreni il valore del coefficiente "G" è pari a zero;
- suolo "poroso", cioè ad esempio tutti i terreni coperti da verde, da alberi o in generale da vegetazione. In questo caso il coefficiente è pari ad uno;
- suolo "misto", di caratteristiche intermedie alle due situazioni precedenti. Il valore del coefficiente "G" è compreso tra zero ed uno.

Nel calcolo dell'attenuazione dovuta al suolo per una specifica banda d'ottava si calcolano le componenti A_s , A_r , A_m , corrispondenti a ciascuna zona, applicando il rispettivo coefficiente "G".

L'attenuazione totale dovuta all'effetto suolo è fornita dalla seguente equazione:

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m$$

- A_s , attenuazione determinata nella regione della sorgente;
- A_r , attenuazione determinata nella regione del ricevitore;
- A_m , attenuazione determinata nella regione intermedia (può non esserci).

2.3.2 Metodo alternativo per terreno scosceso

La norma prevede anche un secondo metodo di valutazione dell'attenuazione dovuta all'effetto del suolo, non per banda d'ottava ma globale, riferito alla scala con ponderazione A.

Si riporta la formula per valutare tale contributo. Essa, nel caso di terreno prevalentemente poroso, è così sintetizzabile:

$$A_{gr} = 4,8 - \left(\frac{2h_m}{d} \right) \left[17 + \frac{300}{d} \right]$$

dove:

- h_m indica l'altezza media della propagazione sul suolo.
- "d" rappresenta la distanza tra sorgente e ricevitore in metri.

2.4 Attenuazione per schermatura o barriera

Secondo la norma, un oggetto costituisce una barriera o uno schermo se possiede queste tre caratteristiche:

- la massa areica è pari ad almeno 10 kg/m²;
- l'oggetto in considerazione ha una superficie chiusa senza fessure;
- la dimensione orizzontale dell'oggetto, normale alla linea che collega la sorgente al ricevente, è maggiore della lunghezza d'onda considerata.

L'intenzione della norma ISO è quella di trattare la valutazione dell'attenuazione, per l'interposizione di una barriera, come un problema di "insertion loss".

L'effetto della diffrazione è importante, sia sulla sommità della barriera, sia sugli estremi laterali. È necessario, quindi, considerare entrambi i tipi di diffrazione.

2.5 Attenuazioni aggiuntive

Queste sono rappresentate dalla A_{misc} , che appunto comprende le attenuazioni per presenza di vegetazione, per presenza di siti industriali e per presenza di zone edificate.

Alla fine le tre componenti sono sommate in un'unica entità:

$$A_{misc} = A_{foliage} + A_{site} + A_{housing}$$

Tuttavia, nel processo di simulazione non terremo in conto le attenuazioni dovute a barriere (assenti) e quelle aggiuntive (assenti).

3. Simulazione del livello L_A determinato dalla futura installazione del PARCO EOLICO

Al fine di determinare il livello continuo equivalente ambientale, prodotto dalla futura utilizzazione dell'aerogeneratore, prenderemo in considerazione:

- la fonte del rumore alle frequenze fondamentali
- il suo massimo livello di rumorosità
- la sua distanza dai ricettori
- il tipo di rumore
- il tempo di emissione

Il tipo di attività consiste nella produzione di energia elettrica grazie all'impiego di un generatore aerodinamico Vestas V150 6.0 – HH 122m – 6,2 MW composto da un rotore da 150 m. provvisto di tre pale in vetroresina, una turbina eolica, un trasformatore di tensione per la conversione bT+MT ed una torre tubolare di acciaio zincato di altezza 122 metri lineari. Le pale in vetroresina sono calettate direttamente sull'asse della turbina avente la funzione di trasformare l'energia cinetica, prodotta dalla rotazione imposta dal vento sui profili alari, in elettrica. Quest'ultima viene, poi, inviata, per mezzo di cavi elettrici di sezione adeguata, verso una sottostazione di trasformazione che realizza il passaggio dalla media alla alta tensione.

La fonte del rumore sarà costituita essenzialmente dal movimento di rotazione imposto alle pale dai venti presenti in zona, mentre per quanto attiene le fasce di riferimento, si considereranno sia la diurna (6.00-22.00) sia la notturna (22.00-06.00), in quanto il funzionamento dell'aerogeneratore è di tipo continuo.

3.1 Livelli di potenza sonora globali e frequenziali determinati dalla turbina EOLICA

Nella tabella sotto riportata sono indicati, in funzione della sorgente considerata, il livello di potenza sonora globale e quelli parziali determinati alle 8 frequenze fondamentali ed alla distanza di 1 m dalla sorgente stessa.

Tabella 2.2: $L_w(f)$ ed L_s – sorgente (106,9dB(A) - 9 m/s)

AEROGENERATORE Vestas V150 6.0 – HH 122 m – 6,2 MW;	
VELOCITA' (m/s)	L_w (dBA)
	Mode 0-0S (Blades without serrated trailing edge)
3	94.8
4	95.0
5	96.8
6	99.7
7	102.7
8	105.5
9	107.4
10	107.6
11	107.7
12	107.7
13	107.7
14	107.7
15	107.7
16	107.7
17	107.7
18	107.7
19	107.7
20	107.7

A partire dai dati d'ingresso sopra riportati, tenendo conto dei rilievi eseguiti con gli aerogeneratori presenti sul territorio (tabella pg.9), si è proceduto alla simulazione considerando il contributo dovuto alla presenza delle summenzionate macchine. Pertanto, è stata realizzata la simulazione ambientale $L_A = (L_s + L_N)$, dove L_s ed L_n costituiscono, rispettivamente, L_s il rumore simulato degli aerogeneratori da installare + rumore generato dagli aerogeneratori presenti sul territorio, in corrispondenza dei punti ricettori dove sono stati rilevati i valori di rumore residuo L_N nei periodi diurno e notturno. Il software utilizzato per la simulazione è conforme alla norma UNI 9613.

A tal proposito, si ribadisce che la sorgente considerata nella simulazione è la **TURBINA EOLICA sopra riportata**.

Inoltre, si è fatto uso dei seguenti altri dati di partenza:

- Sorgente posizionata ad un'altezza di circa 150 m dal suolo;
- Ricettori posti ad 1,6 m dal piano di calpestio;
- Terreno vegetale di tipo poroso con coefficiente $\alpha = 0,95$;
- Simulazione grafica riportata su reticolo con coordinate UTM.

Alla $f = 63$ Hz, si ha:

$$L_p(63) = L_w(63) + D(63) - A(63)$$

Alla $f = 125$ Hz, si ha:

$$L_p(125) = L_w(125) + D(125) - A(125)$$

Alla $f = 250$ Hz, si ha:

$$L_p(250) = L_w(250) + D(250) - A(250)$$

Alla $f = 500$ Hz, si ha:

$$L_p(500) = L_w(500) + D(500) - A(500)$$

Alla $f = 1000$ Hz, si ha:

$$L_p(1000) = L_w(1000) + D(1000) - A(1000)$$

Alla $f = 2000$ Hz, si ha:

$$L_p(2000) = L_w(2000) + D(2000) - A(2000)$$

Alla $f = 4000$ Hz, si ha:

$$L_p(4000) = L_w(4000) + D(4000) - A(4000)$$

Alla $f = 8000$ Hz, si ha:

$$L_p(8000) = L_w(8000) + D(8000) - A(8000)$$

La composizione di questi otto livelli equivalenti, valutati ad una qualsiasi distanza dal sito di installazione della pala eolica (quindi anche in corrispondenza dei ricettori), consente di determinare il livello equivalente di emissione legato alla singola sorgente L_s . Aggiungendo a tale livello di emissione quello di fondo misurato sul campo, si calcola il livello ambientale nei singoli punti ricettori.

In tal modo si esegue la simulazione dell'andamento futuro dei livelli equivalenti ambientali in osservanza della Norma ISO 9613-2.

I risultati di questa simulazione sono riportati nei seguenti allegati tabellari e planimetrici:

- Allegato 4: Simulazione dei livelli equivalenti ambientali con sorgente attive – confronto con i limiti di zona;
- Allegato 5: Simulazione Acustica diurna;
- Allegato 6: Simulazione Acustica notturna;

4. Conclusioni

In riferimento alle simulazioni dei livelli equivalenti di emissione prodotti dagli aerogeneratori, e, conseguentemente, a quelle dei livelli equivalenti ambientali in corrispondenza dei punti ricettori, si possono effettuare le seguenti considerazioni:

- I. In corrispondenza di tutti i ricettori, il livello equivalente ambientale LA è inferiore ai valori d'immissione contemplati nel D.P.C.M. del 14 novembre 1997;
- II. Le simulazioni sono state condotte con i due tipi di sorgenti precedentemente indicate.

CAPITOLO 3

Analisi dei livelli continui equivalenti “*L_A*” simulati – confronto con i livelli assoluti d'immissione

1. Le verifiche di legge

1.1 La valutazione del disturbo secondo la legislazione vigente

La normativa acustica di riferimento che fissa i limiti dei livelli di rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno è il DPCM 14 novembre 1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”. Il decreto stabilisce, in attuazione dell'art. 3 della Legge Quadro sull'inquinamento acustico (Legge 447/95), i limiti di emissione e di immissione di rumore, confermando quanto già disposto dal DPCM 1 marzo 1991 per quanto riguarda la suddivisione del territorio in sei classi acusticamente omogenee e per i valori limite di immissione.

I valori limite di immissione, riportati in tabella 3.1, rappresentano i livelli massimi che in una determinata area non debbono essere superati considerando i contributi di tutte le sorgenti sonore.

Tabella 3.1

<i>classi di destinazione d'uso del territorio</i>	<i>tempo di riferimento</i>	<i>tempo di riferimento</i>
	diurno (06.00-22.00)	notturno (22.00-06.00)
<i>I aree particolarmente protette</i>	50	40
<i>II aree prevalentemente residenziali</i>	55	45
<i>III aree di tipo misto</i>	60	50
<i>IV aree di intensa attività umana</i>	65	55
<i>V aree prevalentemente industriali</i>	70	60
<i>VI aree esclusivamente industriali</i>	70	70

I limiti di emissione, introdotti con la Legge 447/95, si riferiscono alla singola sorgente sonora e sono inferiori di 5 dB(A) rispetto a quelli di immissione. Il fatto che tali limiti siano inferiori a quelli di immissione sembra derivare (in carenza di chiarimenti ufficiali del legislatore) dalla necessità di escludere sorgenti sonore in grado di “saturare”, da sole, il limite di immissione, permettendo la coesistenza di più sorgenti sonore di diversa natura in grado di rispettare complessivamente i valori massimi. A titolo di esempio la differenza di 5 dB(A) consentirebbe di rispettare i limiti di immissione, quando tre sorgenti sonore generano al ricevitore ciascuna un livello sonoro pari al limite di emissione.

Oltre ai limiti di emissione ed immissione che caratterizzano il valore assoluto delle sorgenti, vi è un'ulteriore prescrizione (art.4 del DPCM. 14 novembre 1997) per quanto riguarda l'incremento massimo di rumore generato da una specifica sorgente rispetto al livello residuo (si tratta del cosiddetto "criterio differenziale"). I valori limite sono assunti pari a 5 dB(A) per il periodo diurno e 3 dB(A) per il periodo notturno e vanno applicati solo all'interno degli ambienti abitativi. Le prescrizioni di tale articolo non si applicano:

- alle aree esclusivamente industriali (Classe VI);
- alle emissioni acustiche generate da infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- alle emissioni acustiche generate da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;
- alle emissioni acustiche generate da servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Secondo il Decreto, i valori limite differenziali non si applicano, inoltre, quando si verificano contestualmente i seguenti casi:

- il livello di rumore ambientale misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
- 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.
- In campo impiantistico tali limiti sono molto importanti poiché spesso sono quelli che vincolano maggiormente le immissioni di rumore negli ambienti abitativi.

1.2 Verifica dei limiti assoluti d'immissione ed emissione

La struttura dei decreti attuativi della Legge Quadro prevede che il controllo debba essere effettuato a due livelli:

- Verifica dei limiti assoluti (immissione, emissione);
- Verifica dei limiti differenziali di immissione.

Il DPCM 14 novembre 1997 stabilisce, inoltre, la validità dei limiti provvisori dell'art.6 del DPCM 1 marzo 1991, qualora i Comuni non abbiano ancora provveduto agli adempimenti relativi alla classificazione acustica del proprio territorio. Per quanto concerne il limite differenziale, anche se non esplicitamente citato dalla legislazione, si osserva che esso va rispettato anche nel caso in cui i Comuni non abbiano ancora provveduto alla classificazione acustica del territorio comunale.

Al fine, quindi, di eseguire una corretta verifica dei limiti differenziali d'immissione, si devono sommare ai livelli di emissione prodotti dalle sorgenti quelli residui riscontrati sul territorio.

1.3 Verifica del criterio differenziale

Nota il valore del livello di pressione sonora generato dalle sorgenti considerate sulla facciata esterna di un edificio (luogo di potenziale disturbo), la verifica, in fase di progettazione, dei valori limite differenziali di immissione richiede la conoscenza dei seguenti livelli:

- il livello di rumore residuo;

- il livello di rumore prodotto dalla sorgente all'interno dell'ambiente.

L'acquisizione di misure sperimentali è certamente utile, tenendo, tuttavia, presente che vi è la possibilità che nuovi insediamenti possano incrementare in futuro le attività della zona e conseguentemente modificare il livello di rumore residuo.

In base a rilievi sperimentali, effettuati secondo la norma ISO 140-5, si può notare come il valore medio di attenuazione tra esterno e interno (differenza di livello di pressione sonora) nel caso di finestre aperte sia di circa 5÷6 dB, mentre nel caso di finestre chiuse possa arrivare anche a 9÷10 dB.

2. Determinazione dei livelli L_{Sext} L_{Sint} originati dalle sorgenti in corrispondenza dei ricettori

Se indichiamo con L_{Sext} ed L_{Sint} i livelli, rispettivamente, esterno ed interno (previsti) connessi alla singola sorgente, si può determinare, con un'attenuazione media a "f. a." del valore precedentemente indicato (5÷6 dB), l' L_{Sint} , conoscendo quello esterno, nel modo seguente:

$$L_{Sint} = L_{Sext} - A$$

Conseguentemente, il livello ambientale L_A , oggetto di verifica, è pari alla somma energetica del livello L_{Sint} e del livello residuo L_N .

Come visto in precedenza per il rispetto del limite differenziale notturno, è necessario sottostare, alternativamente, ad uno dei seguenti requisiti:

$$L_A \leq 40dB(A);$$

$$L_D = L_A - L_R$$

dove L_D è il differenziale massimo consentito dalla legge.

Il rispetto del limite differenziale, indipendentemente dall'entità del livello residuo, può essere, pertanto, ottenuto in due differenti condizioni:

Prima condizione - quando il valore di L_A è inferiore a 40 dB(A) ed il livello residuo L_R è trascurabile;

Seconda condizione - quando il livello residuo L_R è particolarmente alto e tale da non differire per più di 3 dB(A) da quello ambientale L_A .

Allo stesso modo si agisce sia per la verifica del criterio differenziale notturno a "f.c." che per la verifica di quelli diurni a "f.a." e a "f.c.".

Comunque, si procederà all'esecuzione della verifica relativa alla peggiore condizione che è quella a finestre aperte "f.a."

2.1 Valutazione del Rumore Residuo " L_N " alle diverse velocità del vento " V_w "

La presenza di un aerogeneratore, posizionato in una località prefissata, può essere percepita in dipendenza del livello di pressione sonora normalmente esistente in quel dato ambiente. Nel momento in cui il rumore residuo e quello immesso dalla turbina sono dello stesso ordine di grandezza, il secondo tende a perdersi nel primo.

L'interazione del vento con l'orografia ed i vari ostacoli presenti sul territorio considerato, come anche le attività antropiche di vario genere (uso di macchine agricole, traffico locale, allevamenti

di vari tipi di animali), incidono sul livello di rumore residuo che si può, di volta in volta, rilevare. Pertanto, si evince che il livello di rumore residuo, riscontrabile in una data zona, è legato inscindibilmente alle particolari condizioni atmosferiche presenti in quel determinato periodo del giorno durante il quale si effettuano i rilievi. Nel nostro caso, le fonti più probabili dei rumori generati dal vento sono le interazioni fra vento e vegetazione e l'entità dell'emissione dipende di più dalla forma superficiale della vegetazione esposta al vento che dalla densità del fogliame o dal suo volume. Inoltre, la pressione sonora a banda larga pesata "A", generata dall'impatto del vento sul fogliame è stata indicata essere approssimativamente proporzionale al logaritmo in base 10 della velocità del vento. Pertanto, il contributo del vento all'entità del rumore residuo tende ad aumentare progressivamente in funzione dell'incremento del primo. La conseguenza di quanto affermato è che esiste una diretta correlazione tra il livello di rumore residuo e la velocità del vento, correlazione evidenziabile attraverso una regressione lineare semplice del tipo:

$$L_N = a * V_W + b;$$

dove:

- L_N è la **variabile** dipendente o **predetta**;
- V_W è la **variabile** indipendente (predittiva) o **regressore**;
- $a * V_W + b$ è la **retta di regressione**;
- b è l'**intercetta** della retta di regressione;
- a è il **coefficiente angolare** della retta di regressione.

La variabile predetta L_N , rappresentante il rumore residuo, risulta, quindi, essere legata, tramite l'intercetta b , variabile tra 25 e 50 dB, ed il coefficiente angolare a , variabile tra 0,8 e 2,5 dB/(m/s), alla variabile predittiva mediante una relazione di tipo lineare. Pertanto, l'andamento grafico della retta di regressione considerata si definisce, in riferimento ad ognuno dei ricettori da considerare, attribuendo al coefficiente angolare e all'intercetta gli opportuni valori determinati sperimentalmente. I risultati dei rilievi compiuti presso i ricettori sono, quindi, trattati attraverso gli operatori statistici di media, scarto, scarto quadratico, varianza e covarianza:

$$\bar{V}_W = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{W_i}; \text{ valor medio della velocità del vento;}$$

$$\bar{L}_N = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{N_i}; \text{ valor medio del rumore residuo;}$$

$$V_{W_i} - \bar{V}_W; L_{N_i} - \bar{L}_N; \text{ scarti tra valori delle variabili e valori medi;}$$

$$(V_{W_i} - \bar{V}_W)^2; (L_{N_i} - \bar{L}_N)^2; \text{ scarti quadratici;}$$

$$\sigma_{V_W}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_{W_i} - \bar{V}_W)^2; \text{ varianza della velocità del vento;}$$

$$\sigma_{L_N}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (L_{N_i} - \bar{L}_{N_i})^2; \text{ varianza del rumore residuo;}$$

$$\text{Cov}(V_W, L_N) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_{W_i} - \bar{V}_{W_i})(L_{N_i} - \bar{L}_{N_i})$$

2.2 Andamenti di "L_N" ed "L_{AP}" in corrispondenza dei ricettori più svantaggiati alle varie velocità del vento (UNI/TS 11143-7)

Si svolge un ulteriore approfondimento delle condizioni di massimo disturbo, considerando in maniera particolareggiata quei ricettori che, per la posizione occupata rispetto agli aerogeneratori previsti in sede di progettazione preliminare, possono subire disturbo da un complesso di due o più macchine. In pratica, si osservano quelle condizioni particolari di emissione che comportano come effetto un innalzamento del livello di emissione sonora a causa della sovrapposizione di più fonti rumorose. Tra i ricettori considerati nella valutazione di impatto acustico ambientale, quello indicato con la sigla **R₁₀** risulta essere, come evidenziato nell'allegato 4 alla predetta valutazione, il sito più soggetto all'incidenza del rumore generato dagli aerogeneratori. Pertanto, in relazione ad esso rappresentiamo l'andamento di regressione lineare del rumore residuo in funzione della variazione della velocità del vento e la correlazione esistente tra "L_N" e livello ambientale "L_A" alla cui formazione concorre il valore di emissione determinato dal futuro funzionamento dell'aerogeneratore da installare e da quelli previsti in fase progettuale da altre società.

In aggiunta, quindi, a tali informazioni si rappresenta che, sul predetto ricettore **R₁₀**, il valore di emissione, quantificato in 43,6 dB(A), è il risultato del contributo dovuto in maniera diretta all'impianto oggetto della presente relazione.

Fatte, perciò, tali considerazioni aggiuntive, si indicano i parametri relativi alla retta di regressione, riferita al ricettore più svantaggiato **R₁₀**, valutata nel periodo diurno ed in quello notturno.

Periodo diurno		Periodo notturno	
a	b	a	b
dB/(m/s)	dB	dB/(m/s)	dB
1,26	35,3	0,90	35,02

A partire da tali dati si possono costruire o tabellare le rette di regressione. Nel nostro caso, essendo equivalenti le due cose, provvederemo a tabellare tali rette, procedendo, quindi, alla verifica dei limiti di immissione diurni e notturni, di quelli di emissione diurni e notturni ed, infine, del criterio differenziale.

Retta di regressione in fase Diurna				
a	b	V _w (m/s)	V _w *a	L _N dB(A)
1,26	35,3	0	0	35,3
1,26	35,3	1	1,26	36,6
1,26	35,3	2	2,52	37,8
1,26	35,3	3	3,78	39,1
1,26	35,3	4	5,04	40,3
1,26	35,3	5	6,3	41,6
1,26	35,3	6	7,56	42,9
1,26	35,3	7	8,82	44,1

Retta di regressione in fase Notturna				
a	b	V _w (m/s)	V _w *a	L _N dB(A)
0,9	34,02	0	0	34,0
0,9	34,02	1	0,9	34,9
0,9	34,02	2	1,8	35,8
0,9	34,02	3	2,7	36,7
0,9	34,02	4	3,6	37,6
0,9	34,02	5	4,5	38,5
0,9	34,02	6	5,4	39,4
0,9	34,02	7	6,3	40,3

Una volta tabellate le rette di regressione diurna e notturna, si passa alla verifica dei limiti di immissione ed emissione diurni e notturni.

Verifica esterna dei limiti di immissione ed emissione diurni					
V _w (m/s)	L _N dB(A)	L _E dB(A)	L _{Aeq} dB(A)	Limite immissione diurno dB(A)	Limite emissione diurno dB(A)
3	39,1	38,7	41,9	60	55
4	40,3	38,9	42,7	60	55
5	41,6	40,7	44,2	60	55
6	42,9	43,6	46,3	60	55
7	44,1	43,6	46,9	60	55
8	45,4	43,6	47,6	60	55
9	46,6	43,6	48,4	60	55
10	47,9	43,6	49,3	60	55
11	49,2	43,6	50,2	60	55

Verifica esterna dei limiti di immissione ed emissione notturni					
V_w (m/s)	L_N dB(A)	L_E dB(A)	L_{Aeq} dB(A)	Limite immissione notturno dB(A)	Limite emissione notturno dB(A)
36,7	38,7	40,8	36,7	50	45
37,6	38,9	41,3	37,6	50	45
38,5	40,7	42,8	38,5	50	45
39,4	43,6	45,0	39,4	50	45
40,3	43,6	45,3	40,3	50	45
41,2	43,6	45,6	41,2	50	45
42,1	43,6	45,9	42,1	50	45
43,0	43,6	46,3	43,0	50	45
43,9	43,6	46,8	43,9	50	45

In conclusione, si passa all'analisi del criterio differenziale nel caso più gravoso delle finestre aperte. Per far ciò, sempre riferendoci allo stesso ricettore **R10** più svantaggiato, consideriamo, internamente all'abitazione considerata, il rumore residuo a finestre aperte ridotto di 5 dB rispetto al corrispondente valore misurato esternamente, così come della stessa quantità viene attenuato il valore di emissione degli aerogeneratori.

Verifica interna diurna a f. a. del criterio differenziale					
V_w (m/s)	L_N dB(A)	L_E dB(A)	L_{AP} dB(A)	Scarto differenziale (L_{AP} - L_N) dB(A)	Val. Ass. Th. f.a. dB(A)
34,1	33,7	36,9	34,1	Non si applica	50
35,3	33,9	37,7	35,3	Non si applica	50
36,6	35,7	39,2	36,6	Non si applica	50
37,9	38,6	41,3	37,9	Non si applica	50
39,1	38,6	41,9	39,1	Non si applica	50
40,4	38,6	42,6	40,4	Non si applica	50
41,6	38,6	43,4	41,6	Non si applica	50
42,9	38,6	44,3	42,9	Non si applica	50
44,2	38,6	45,2	44,2	Non si applica	50

Verifica interna notturna a f. a. del criterio differenziale					
V_w (m/s)	L_N dB(A)	L_E dB(A)	L_{AP} dB(A)	Scarto differenziale (L_{AP} - L_N) dB(A)	Val. Ass. Th. f.a. dB(A)
3	31,7	33,7	35,8	Non si applica	40
4	32,6	33,9	36,3	Non si applica	40
5	33,5	35,7	37,8	Non si applica	40
6	34,4	38,6	40,0	Non si applica	40
7	35,3	38,6	40,3	Non si applica	40
8	36,2	38,6	40,6	Non si applica	40
9	37,1	38,6	40,9	Non si applica	40
10	38,0	38,6	41,3	Non si applica	40
11	38,9	38,6	41,8	Non si applica	40

In definitiva, si riscontra come i valori ambientali previsionali **L_{AP}** siano tutti, sia in fase diurna che notturna, inferiori ai rispettivi valori di soglia, per cui lo scarto di differenziale non si applica come prescritto dalla normativa. Per finire, si evidenzia che le verifiche, relative al soddisfacimento dei limiti di immissione ed emissione come quelle destinate al soddisfacimento del criterio differenziale, si fermano a valori della velocità del vento di 11 m/s, in quanto già in corrispondenza dei 11 m/s il livello di potenza sonora delle macchine utilizzate raggiunge il massimo pari a 107,7 dB(A).

La relazione di impatto acustico previsionale è stata redatta in conformità a quanto riportato nella norma UNI/TS 11143-7, in quanto si è effettuato lo studio dei ricettori più svantaggiati, considerando il rumore ambientale **L_A** per tutte le classi del vento da 3 m/s (**V_{cut-in}**) fino a 11 m/s (**V_{Lwmax}**).

Lo studio del rumore ambientale **L_A** presso i ricettori più svantaggiati si può considerare fino a 11 m/s (**V_{Lwmax}**) della velocità del vento, in quanto a partire da 11 m/s il livello di emissione della turbina è costante e pari a 107,7 dBA e resta invariato all'aumentare della velocità del vento, quindi non contribuisce più al rumore **L_A** presso i ricettori in quanto raggiunge la massima emissione di potenza sonora.

3. Previsione di clima acustico

Al termine dell'iter procedurale utilizzato è stato redatto un confronto tra i livelli continui equivalenti L_A simulati e quelli di immissione e di emissione, allo scopo di effettuare una stima previsionale del clima acustico conseguente all'installazione degli aerogeneratori presso i siti di destinazione riportati negli allegati grafici. Tale confronto, eseguito in forma tabellare, è riportato nei seguenti allegati:

- Allegato 7: livello ambientale previsionale L_{AP} e scarto differenziale con sorgenti attive;
- Allegato 8: livelli di emissione L_S con sorgenti attive;
- Allegato 9: Simulazione dei livelli equivalenti ambientali con sorgenti attive – confronto con i limiti di emissione;
- Allegato 10: certificazioni delle strumentazioni utilizzate per l'esecuzione dei rilievi;
- Allegato 11: atto notorio dell'ing. Carmine Iandolo dell'iscrizione all'Albo nazionale dei tecnici competenti in acustica ambientale;
- Allegato 12: scheda tecnica aerogeneratore Vestas V150 da 6 MW – STRALCIO.

4. Conclusioni generali

A seguito delle rilevazioni effettuate in corrispondenza dei punti ricettori, della simulazione eseguita (Capitolo 2) e della previsione di clima acustico riportata negli allegati indicati al punto precedente, si osserva che i valori determinati sono conformi alle prescrizioni del D.P.C.M. del 14 novembre 1997. Le analisi sono state redatte sempre utilizzando la sorgente indicata al capitolo precedente e tenendo in debito conto il funzionamento di eventuali ulteriori aerogeneratori esistenti sul territorio localizzati in prossimità di quelli da realizzare.

In particolare, si evidenzia che:

- a) **Dall'esame dell'Allegato 7 risultano rispettati i criteri differenziali;**
- b) **Dall'esame dell'Allegato 4 risultano rispettati i limiti di immissione diurni e notturni;**
- c) **Dall'esame dell'Allegato 9 risultano rispettati i limiti di emissione diurni e notturni.**

Per ultimo, è necessario, comunque, evidenziare come, nella fase di esecuzione dei rilievi, la direzione di propagazione del rumore ed il relativo livello equivalente presso i ricettori risentano della fluttuazione della direzione e della velocità del vento, con evidente ricaduta negativa sull'aleatorietà dei calcoli previsionali. Pertanto, la società proponente il progetto di impianto eolico dichiara la propria disponibilità ad eseguire, nel caso in cui dovessero rivelarsi necessari, nuovi rilievi fonometrici in seguito alla messa in opera dell'intero impianto, ciò al fine di verificare il rispetto dei limiti imposti dalla normativa vigente ed a tutto ciò che dovesse rendersi indispensabile per la piena rispondenza dell'impianto.

Avellino, lì 20/07/2021

Il tecnico competente
Dott. Ing. Carmine Iarobolo



Riferimenti normativi	Norma	Data	Argomento
	Legge n° 447	26/10/95	"Legge Quadro sull'inquinamento acustico"
	D.P.C.M.	14/11/97	"Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
	D.P.C.M.	01/03/91	"Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
	D.M.A.	16/03/98	"Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"
	ISO 9613-2	1996	"Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation", ISO 1996
	UNI/TS 11143-7	2013	Metodo di stima dell'impatto clima acustico per tipologia sorgenti - rumore aerogeneratori

ALLEGATI:

- Allegato 1: Tabella rilievi fonometrici;
- Allegato 2: Tabella parametri meteorologici;
- Allegato 3: Tabella confronto tra L_N e limiti di zona.
- Allegato 4: Simulazione dei livelli equivalenti ambientali con sorgente attive – confronto con i limiti di zona;
- Allegato 5: Simulazione Acustica diurna parte;
- Allegato 6: Simulazione Acustica diurna notturna;
- Allegato 7: livello ambientale previsionale L_{AP} e scarto differenziale con sorgenti attive;
- Allegato 8: livelli di emissione L_S con sorgenti attive;
- Allegato 9: Simulazione dei livelli equivalenti ambientali con sorgenti attive – confronto con i limiti di emissione;
- Allegato 10: certificazioni delle strumentazioni utilizzate per l'esecuzione dei rilievi;
- Allegato 11: atto notorio dell'ing. Carmine Iandolo dell'iscrizione all'Albo nazionale dei tecnici competenti in acustica ambientale;
- Allegato 12: scheda tecnica aerogeneratore Vestas V150 da 6 MW – STRALCIO;
- Allegato 13: spettri delle misure
- Allegato 14: planimetria impianto eolico con ubicazione aerogeneratori e ricettori.

Comune di CANCELLARA (PZ) - Parco Eolico														
Valori Ln in corrispondenza dei possibili disturbi (rumore residuo)														
Luogo	E	N	data rilievo	periodo di riferimento		Identific. disturbato	Codice Identif. ne	Liv. Equiv. "Ln" ext dB(A)	Liv. Equiv. "Ln" int dB(A)		dati delle misure 28/06/2021		dati delle misure 27/06/2021	
				D	N				f.a.	f.c.	intervallo velocità vento	Liv. Equiv. "Ln" ext dB(A)	intervallo velocità vento	Liv. Equiv. "Ln" ext dB(A)
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579132	4507668	27-28/06/2021	X		edificio	R4	40,9	35,9	30,9	3,5 - 4,5	40,9	1,4 - 2,8	37,9
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579132	4507668	27-28/06/2021		X	edificio	R4	38,7	33,7	28,7	3,5 - 4,5	38,7	1,4 - 2,8	35,7
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579175	4507673	27-28/06/2021	X		edificio	R5	40,6	35,6	30,6	3,5 - 4,5	40,6	1,4 - 2,8	38,0
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579175	4507673	27-28/06/2021		X	edificio	R5	38,5	33,5	28,5	3,5 - 4,5	38,5	1,4 - 2,8	35,9
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579229	4507628	27-28/06/2021	X		edificio	R6	41,0	36,0	31,0	3,5 - 4,5	41,0	1,4 - 2,8	37,8
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579229	4507628	27-28/06/2021		X	edificio	R6	38,8	33,8	28,8	3,5 - 4,5	38,8	1,4 - 2,8	35,6
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	577402	4506504	27-28/06/2021	X		edificio	R10	40,5	35,5	30,5	3,5 - 4,5	40,5	1,4 - 2,8	38,0
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	577402	4506504	27-28/06/2021		X	edificio	R10	38,3	33,3	28,3	3,5 - 4,5	38,3	1,4 - 2,8	36,0

D = diurno; N = notturno;
f.a. = finestre aperte;
f.c. = finestre chiuse

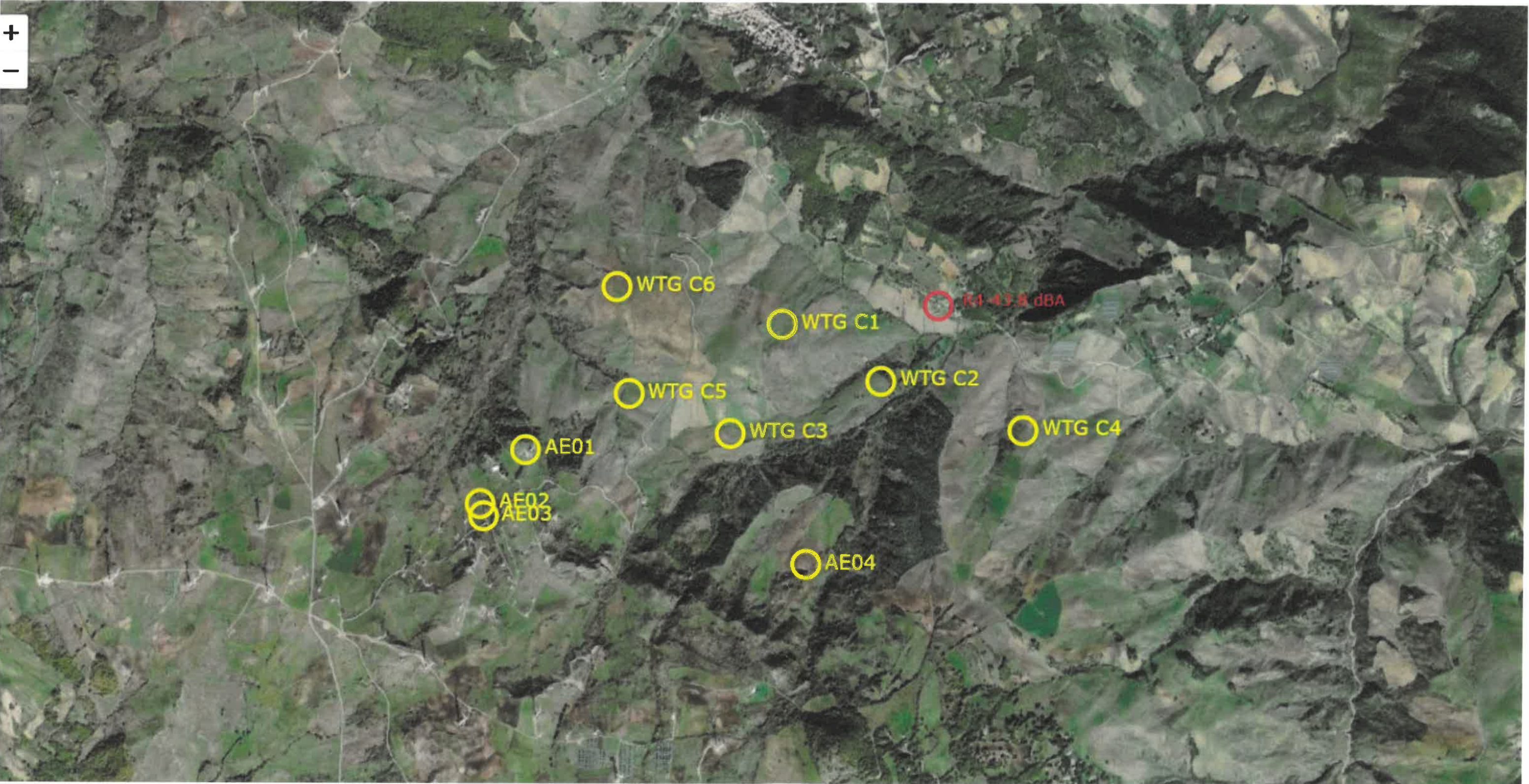
Comune di CANCELLARA (PZ) - Parco Eolico										
Parametri ambientali valutati in corrispondenza dei Valori Ln										
Luogo	X(m)	Y(m)	data rilievo	periodo di riferimento		Identific. disturbato	Codice Identif.ne	V _w (m/s)	Temp. "T" [°C]	Umidità relativa "UR" (%)
				D	N					
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579132	4507668	27-28/06/2021	x		edificio	R4	1,4-4,5	16-27	70-85
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579132	4507668	27-28/06/2021		x	edificio	R4	1,4-4,5	16-27	70-85
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579175	4507673	27-28/06/2021	x		edificio	R5	1,4-4,5	16-27	70-85
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579175	4507673	27-28/06/2021		x	edificio	R5	1,4-4,5	16-27	70-85
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579229	4507628	27-28/06/2021	x		edificio	R6	1,4-4,5	16-27	70-85
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579229	4507628	27-28/06/2021		x	edificio	R6	1,4-4,5	16-27	70-85
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	577402	4506504	27-28/06/2021	x		edificio	R10	1,4-4,5	16-27	70-85
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	577402	4506504	27-28/06/2021		x	edificio	R10	1,4-4,5	16-27	70-85

Comune di CANCELLARA (PZ) - Parco Eolico										
Confronto tra i valori Ln rilevati ed i limiti di zona										
Luogo	E	N	Z(m)	data rilievo	Identific. disturbato	Codice Identif.n e	Liv. Equiv. "Ln" ext dB(A)	Limite diurno dB(A)	Liv. Equiv. "Ln" ext dB(A)	Limite notturno dB(A)
							D		N	
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579132	4507668	1,5	27-28/06/2021	edificio	R4	40,9	60	38,7	50
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579175	4507673	1,5	27-28/06/2021	edificio	R5	40,6	60	38,5	50
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579229	4507628	1,5	27-28/06/2021	edificio	R6	41,0	60	38,8	50
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	577402	4506504	1,5	27-28/06/2021	edificio	R10	40,5	60	38,3	50

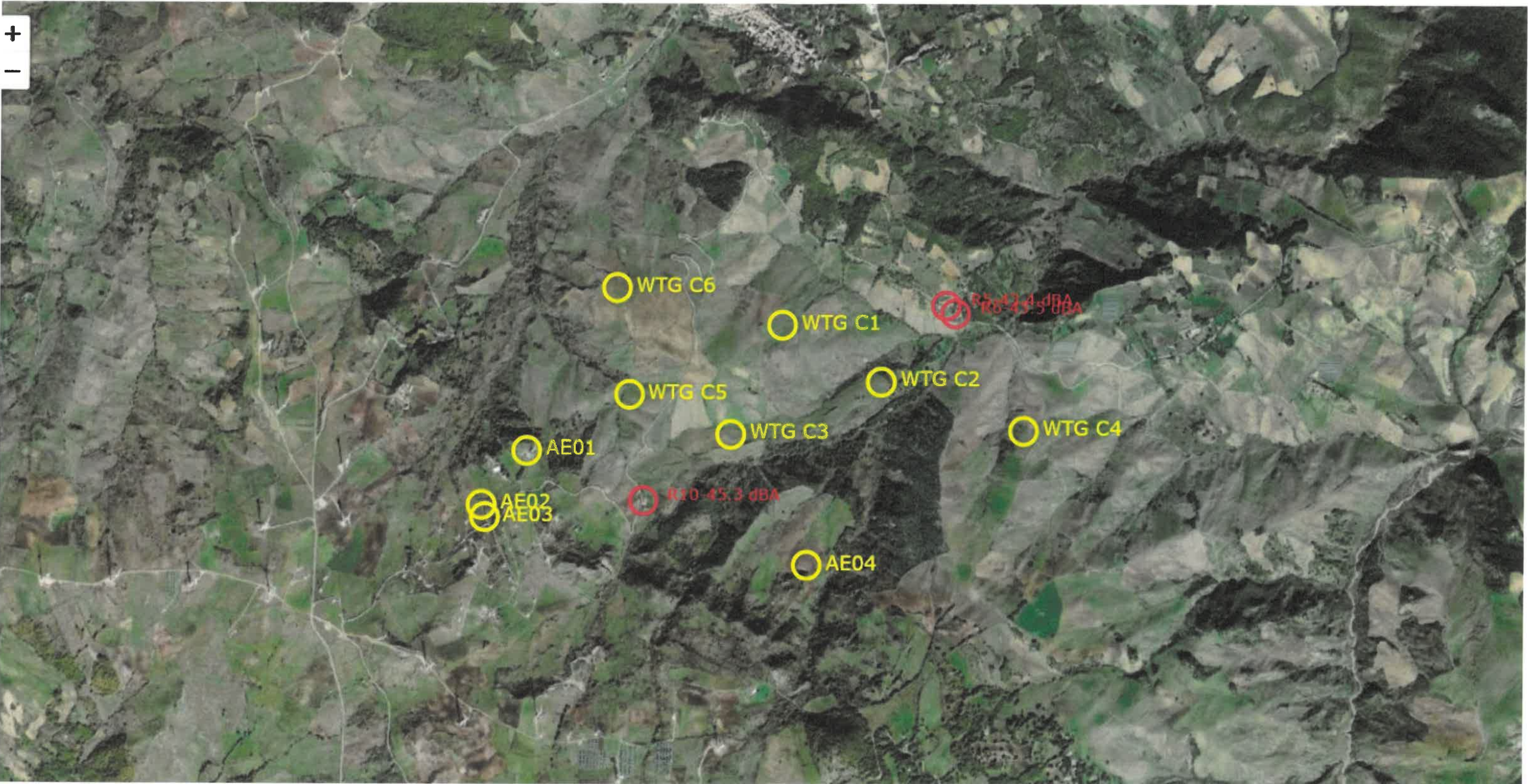
Comune di CANCELLARA (PZ) - Parco Eolico										
Punti ricettori: confronto tra i valori L _A simulati - Sorgenti attive - ed i limiti di zona										
Luogo	E	N	Z(m)	data rilievo	Identific. disturbato	Codice Identif.ne	Liv. Equiv. "L _A " ext dB(A)	Limite diurno dB(A)	Liv. Equiv. "L _A " ext dB(A)	Limite notturno dB(A)
							D		N	
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579132	4507668	1,5	27-28/06/2021	edificio	R4	43,8	60	42,8	50
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579175	4507673	1,5	27-28/06/2021	edificio	R5	43,4	60	42,5	50
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579229	4507628	1,5	27-28/06/2021	edificio	R6	43,5	60	42,4	50
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	577402	4506504	1,5	27-28/06/2021	edificio	R10	45,3	60	44,7	50

Allegato 5: Simulazione Acustica diurna;

All.5 | Simulazione acustica Diurna | Panoramica MID

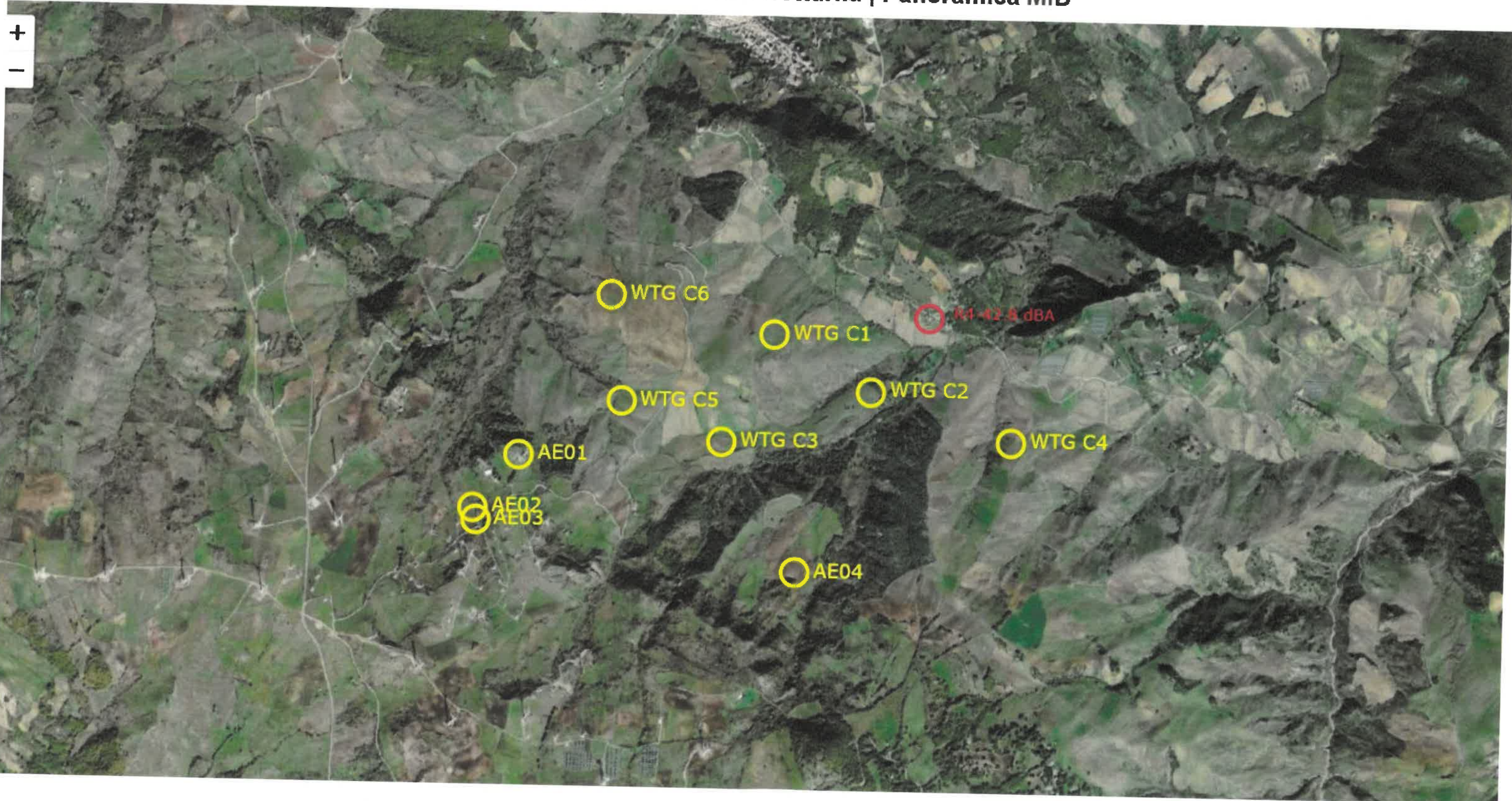


All.5 | Simulazione acustica Diurna | Panoramica MID

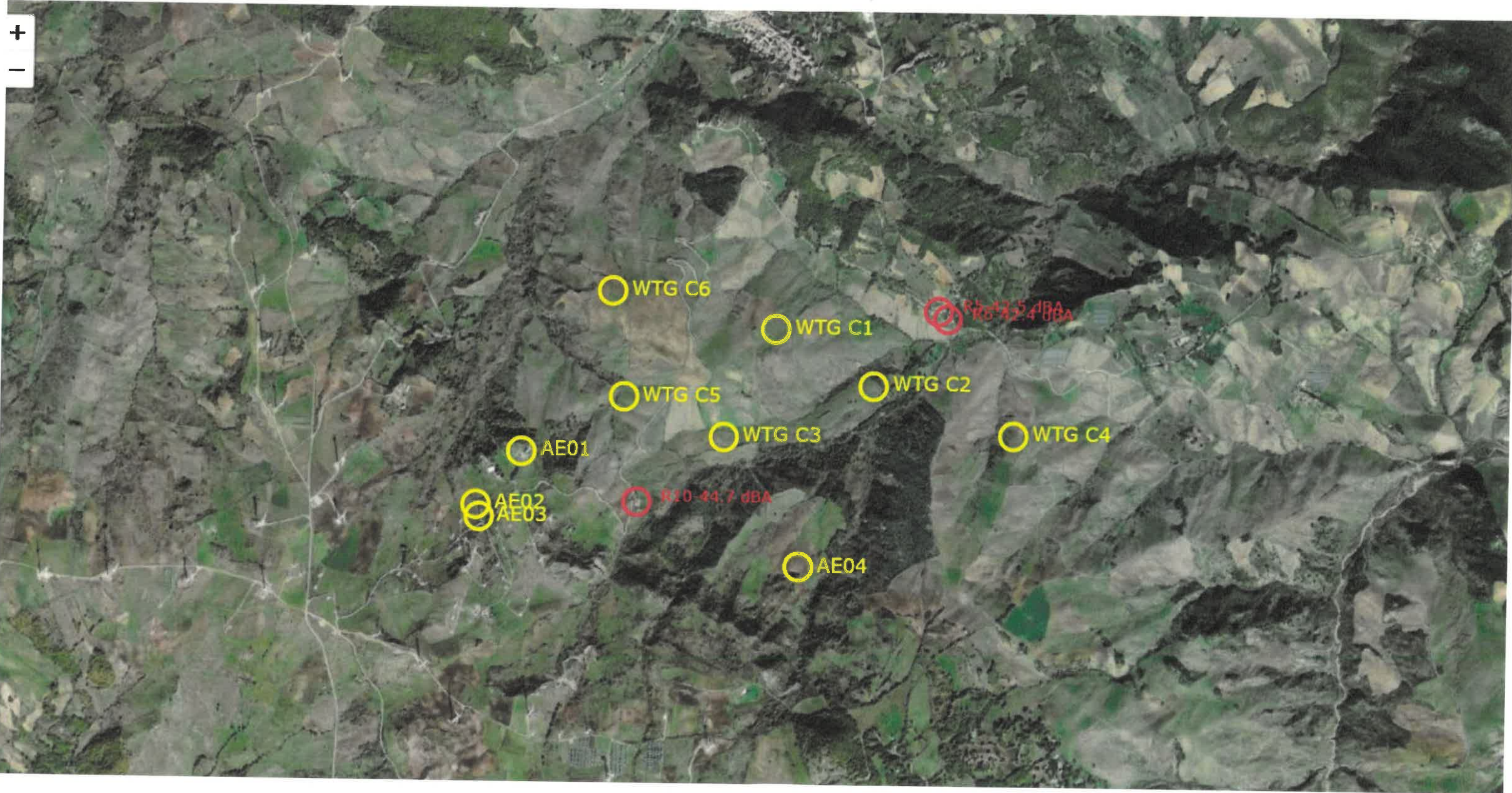


Allegato 6: Simulazione Acustica notturna;

All.6 | Simulazione acustica Notturba | Panoramica MID



All.6 | Simulazione acustica Notturna | Panoramica MID



Comune di CANCELLARA (PZ) - Parco Eolico												
Tutte le Sorgenti attive: livello ambientale previsionale LAP e Scarto differenziale												
Luogo	E	N	data rilievo	periodo di riferi		Identific. disturbato	Codice Identif.ne	Val. Ass. Th. f.a. dB(A)	Val. Ass. Th. f.c. dB(A)	Liv. Equiv. "LAP" int dB(A)	Scarto differenziale (LAP - L _N) dB(A)	
				D	N						f.a.	f.a.
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579132	4507668	27-28/06/2021	X		edificio	R4	50	35	38,8	33,8	non si applica
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579132	4507668	27-28/06/2021		X	edificio	R4	40	25	37,8	32,8	non si applica
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579175	4507673	27-28/06/2021	X		edificio	R5	50	35	38,4	33,4	non si applica
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579175	4507673	27-28/06/2021		X	edificio	R5	40	25	37,5	32,5	non si applica
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579229	4507628	27-28/06/2021	X		edificio	R6	50	35	38,5	33,5	non si applica
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579229	4507628	27-28/06/2021		X	edificio	R6	40	25	37,4	32,4	non si applica
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	577402	4506504	27-28/06/2021	X		edificio	R10	50	35	40,3	35,3	non si applica
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	577402	4506504	27-28/06/2021		X	edificio	R10	40	25	39,7	34,7	non si applica

D = diurno; N = notturno;

f.a. = finestre aperte;

f.c. = finestre chiuse

Comune di CANCELLARA (PZ) - Parco Eolico							
<i>Punti ricettori: Livelli di emissione L_s con tutte le sorgenti attive</i>							
Luogo	E	N	Z(m)	data rilievo	Identific. disturbato	Codice Identif.ne	Liv. Equiv. "Ls" dB(A)
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579132	4507668,3	1,5	27-28/06/2021	edificio	R4	40,7
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579175	4507673,3	1,5	27-28/06/2021	edificio	R5	40,3
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579229	4507627,5	1,5	27-28/06/2021	edificio	R6	39,9
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	577402	4506504,1	1,5	27-28/06/2021	edificio	R10	43,6

Comune di CANCELLARA (PZ) - Parco Eolico										
Punti ricettori: confronto tra i valori L_s simulati ed i limiti di emissione										
Luogo	E	N	Z(m)	data rilievo	Identific. disturbato	Codice Identif.ne	Liv. Equiv. "Ls" ext dB(A)	Limite diurno dB(A)	Liv. Equiv. "Ls" ext dB(A)	Limite notturno dB(A)
							D		N	
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579132	4507668	1,5	27-28/06/2021	edificio	R4	40,7	55	40,7	45
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579175	4507673	1,5	27-28/06/2021	edificio	R5	40,3	55	40,3	45
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	579229	4507628	1,5	27-28/06/2021	edificio	R6	39,9	55	39,9	45
Comune di CANCELLARA (PZ) Parco Eolico	577402	4506504	1,5	27-28/06/2021	edificio	R10	43,6	55	43,6	45

Allegato 10: certificazioni delle strumentazioni utilizzate per l'esecuzione dei rilievi



CENTRO DI TARATURA LAT N° 185

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura

Sonora S.r.l.

Servizi di Ingegneria Acustica

Via dei Bersaglieri, 9 - Caserta

Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196

www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



LAT N°185

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/194

Certificate of Calibration

Pagina 1 di 11

Page 1 of 11

- **Data di Emissione:** 2020/01/16
date of issue

- **cliente** Ing. Iandolo Carmine
customer
Via Macchia, 24
83100 - Avellino (AV)

- **destinatario** Ing. Iandolo Carmine
addressee
Via Macchia, 24
83100 - Avellino (AV)

- **richiesta** 35/20
application

- **in data** 2020/01/15
date

- **Si riferisce a:**
Referring to

- **oggetto** Fonometro
item

- **costruttore** Bruel & Kjaer
manufacturer

- **modello** 2260 Investigator
model

- **matricola** 2124569
serial number

- **data delle misure** 2020/01/16
date of measurements

- **registro di laboratorio** -
laboratory reference

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 185 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

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

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 185 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

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

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

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

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

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre

Ernesto Monaco
Ing. Ernesto MONACO



CENTRO DI TARATURA LAT N° 185
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura

Sonora S.r.l.
Servizi di Ingegneria Acustica
Via dei Bersaglieri, 9 - Caserta
Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196
www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



LAT N°185

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF ed ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/193
Certificate of Calibration

Pagina 1 di 5
Page 1 of 5

- **Data di Emissione:** 2020/01/16
date of issue

- **cliente** Ing. Iandolo Carmine
customer Via Macchia, 24
83100 - Avellino (AV)

- **destinatario** Ing. Iandolo Carmine
addressee Via Macchia, 24
83100 - Avellino (AV)

- **richiesta** 35/20
application

- **in data** 2020/01/15
date

- **Si riferisce a:**
Referring to

- **oggetto** Calibratore
item

- **costruttore** Larson Davis
manufacturer

- **modello** CAL200
model

- **matricola** 13342
serial number

- **data delle misure** 2020/01/16
date of measurements

- **registro di laboratorio** -
laboratory reference

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 185 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

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

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 185 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

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

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

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

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

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre


Ing. Ernesto MONACO

Allegato 11: atto notorio dell'ing. Carmine Iandolo dell'iscrizione all'Albo nazionale dei tecnici competenti in acustica ambientale.

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI ATTO NOTORIO

Art. 47 del D.P.R. 28 dicembre 2000, n.445

Il sottoscritto ing. Carmine Iandolo nato ad Avellino il 18/08/1965 ed ivi residente in via Macchia n.23A, avente codice fiscale NDLCMN 65M18A509W, consapevole delle sanzioni penali, in caso di dichiarazioni non veritiere, di formazione o di uso di atti falsi, richiamate dall'art. 76 del D.P.R. 28 dicembre 2000 n.445, sotto la propria responsabilità

dichiara

di essere iscritto all'albo Nazionale dei tecnici competenti in acustica ambientale n.8561.

Avellino, lì 08/04/2021

Ing. Carmine Iandolo



Nome **CARMINE**
 nato il **18/08/1965**
 (carta n. **1518**, I **1A 1965**)
AVELLINO (AV)
 Cittadinanza **ITALIANA**
 Residenza **AVELLINO**
 Via **CONTRADA MACCHIA L. 11/A**
 Stato civile **CONIUGATO**
 Professione **INGEGNERE**
 CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI
 Statura **M. 1.75**
 Capelli **CASTANI**
 Occhi **VERDI**
 Segni particolari **PORTA LENTI**
FISSE



Firma del titolare *Carmine*
AVELLINO il **21/06/2012**
 Il SINDACO
INGEGNERE
(Signature)

RENDICONTI ANNUALI
 N. AT 67922899
 CARTA D'IDENTITÀ
 AVELLINO
 COMUNE DI
 REPUBBLICA ITALIANA

AT 67922899
 Diritto seg. 0,26
 Bordo II 18/08/2022
 C.T. 10,33
 28
 € 518
 MUNICIPIO DI AVELLINO

Allegato 12: scheda tecnica aerogeneratore Vestas V150 da 6 MW

CONFIDENTIAL

Restricted
Document no.: 0098-0749 V00
2020-09-10

Performance Specification

EnVentus™

V150-6.0 MW 50/60 Hz



Original Instruction: T05 0098-0749 VER 00

T05 0098-0749 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-09-11 by FRPIC

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Aarhus N · Denmark · www.vestas.com

Vestas

Classification: Restricted

VESTAS PROPRIETARY NOTICE: This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

Table of contents

1 GENERAL DESCRIPTION4
2 TYPE APPROVALS AND AVAILABLE HUB HEIGHTS.....4
3 OPERATIONAL ENVELOPE AND PERFORMANCE GUIDELINES5
3.1 CLIMATE AND SITE CONDITIONS.....5
3.1.1 Wind Power Plant Layout5
3.2 OPERATIONAL ENVELOPE – WIND.....6
3.3 OPERATIONAL ENVELOPE – TEMPERATURE AND ALTITUDE7
3.3.1 Temperature dependent operation7
3.4 OPERATIONAL ENVELOPE – CONDITIONS FOR POWER CURVE AND Ct VALUES (AT HUB HEIGHT).....8
3.5 OPERATIONAL ENVELOPE – REACTIVE POWER CAPABILITY9
3.6 SOUND MODES10
4 DRAWINGS11
4.1 TURBINE VISUAL IMPRESSION – SIDE VIEW.....11
5 GENERAL RESERVATIONS, NOTES AND DISCLAIMERS.....12
6 POWER CURVES, CT VALUES AND SOUND CURVES, MODE PO6000/PO6000-0S13
6.1 POWER CURVES, MODE PO6000/PO6000-0S13
6.2 CT VALUES, MODE PO6000/PO6000-0S14
6.3 SOUND CURVES, MODE PO6000/PO6000-0S.....15
7 POWER CURVES, CT VALUES AND SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODES.....16
7.1 POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO016
7.2 CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO017
7.3 SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO0.....18
7.4 POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO219
7.5 CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO220
7.6 SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO2.....21
7.7 POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO322
7.8 CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO323
7.9 SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO3.....24
7.10 POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO425
7.11 CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO426
7.12 SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO4.....27
7.13 POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO528
7.14 CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO529
7.15 SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO5.....30
7.16 POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO631
7.17 CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO632
7.18 SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO6.....33

Original Instruction: T05 0098-0749 VER 00

T05 0098-0749 Ver 00 - Approved- Exported from DMS: 2020-09-11 by FRPIC



CONFIDENTIAL

Document no.: 0098-0749 V00
Document owner: Onshore Turbines
Type: T05 - General Description

Performance Specification
EnVentus™
V150-6.0 MW 50/60 Hz

Date: 2020-09-10
Restricted
Page 3 of 33

Recipient acknowledges that (i) this Performance Specification is provided for recipient's information only, and, does not create or constitute a warranty, guarantee, promise, commitment, or other representation (Commitment) by Vestas Wind Systems or any of its affiliated or subsidiary companies (Vestas), all of which are disclaimed by Vestas and (ii) any and all Commitments by Vestas to recipient as to this Performance Specification (or any of the contents herein) are to be contained exclusively in signed written contracts between recipient and Vestas, and not within this document.

See general reservations, notes and disclaimers (including, Section 5, p. 12) to this Performance Specification.

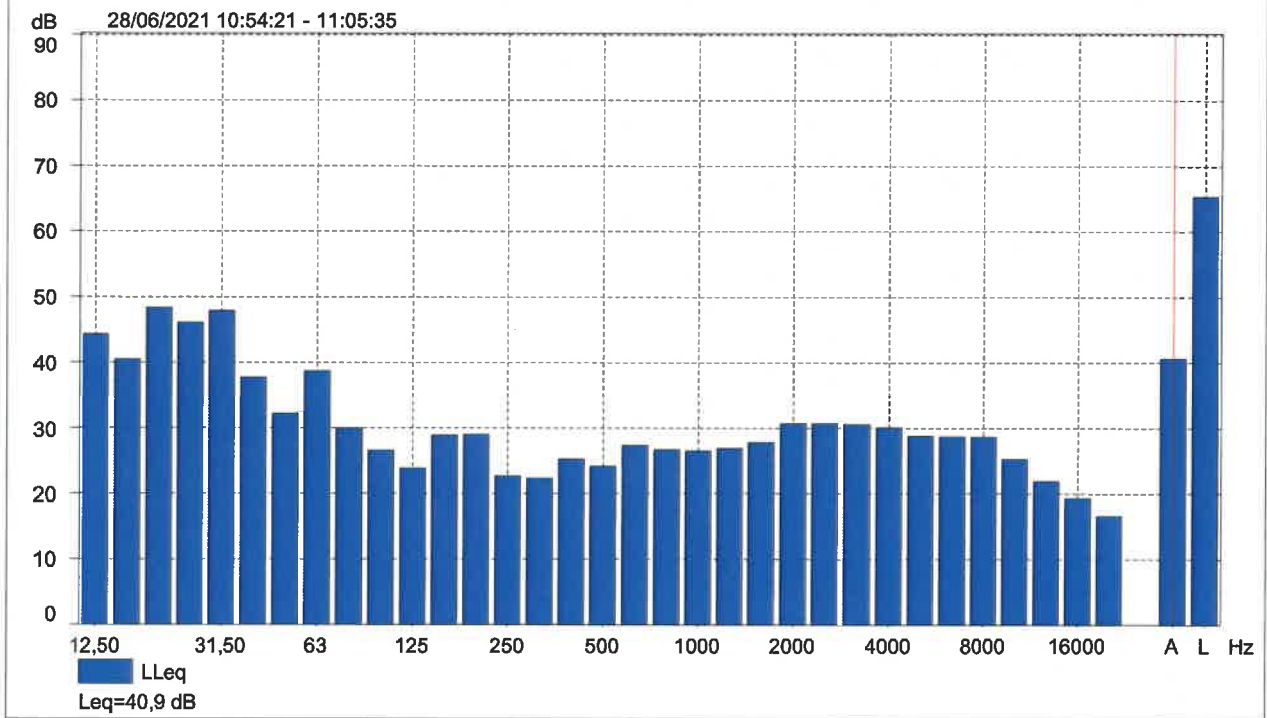
Original Instruction: T05 0098-0749 VER 00

6.3 Sound Curves, Mode PO6000/PO6000-0S

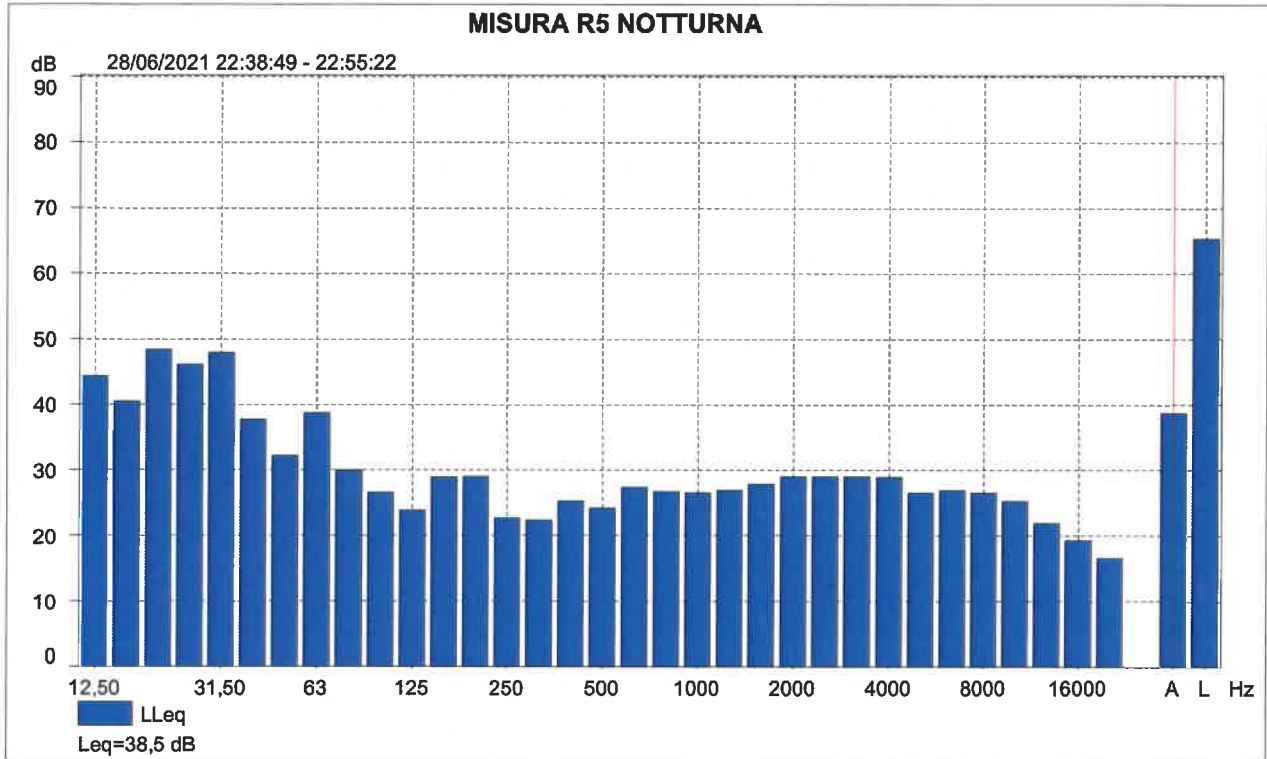
Sound Power Level at Hub Height		
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): 0 ±2° Air density: 1.225 kg/m ³	
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Mode PO6000 (Blades with serrated trailing edge)	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Mode PO6000-0S (Blades without serrated trailing edge)
3	92.0	94.8
4	92.2	95.0
5	94.0	96.8
6	96.9	99.7
7	99.9	102.7
8	102.7	105.5
9	104.6	107.4
10	104.8	107.6
11	104.9	107.7
12	104.9	107.7
13	104.9	107.7
14	104.9	107.7
15	104.9	107.7
16	104.9	107.7
17	104.9	107.7
18	104.9	107.7
19	104.9	107.7
20	104.9	107.7

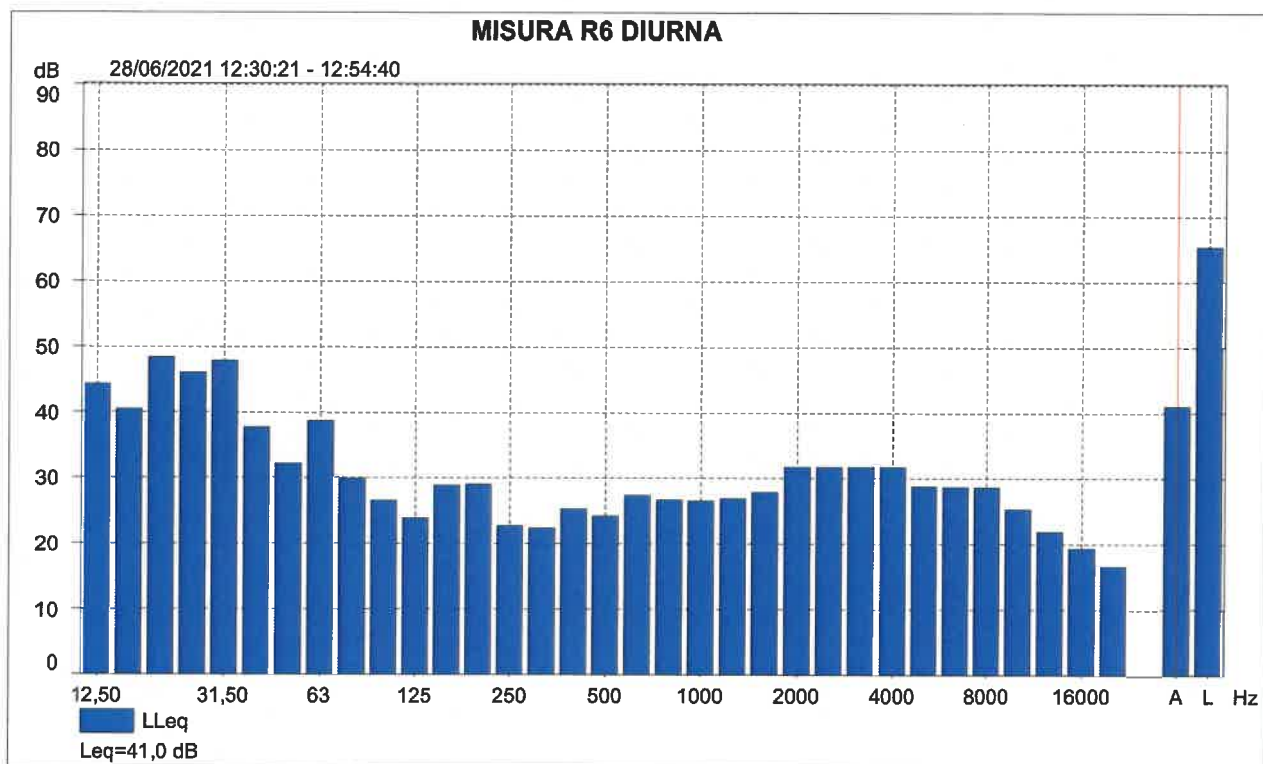
Allegato 13: spettri delle misure.

MISURA R4 DIURNA

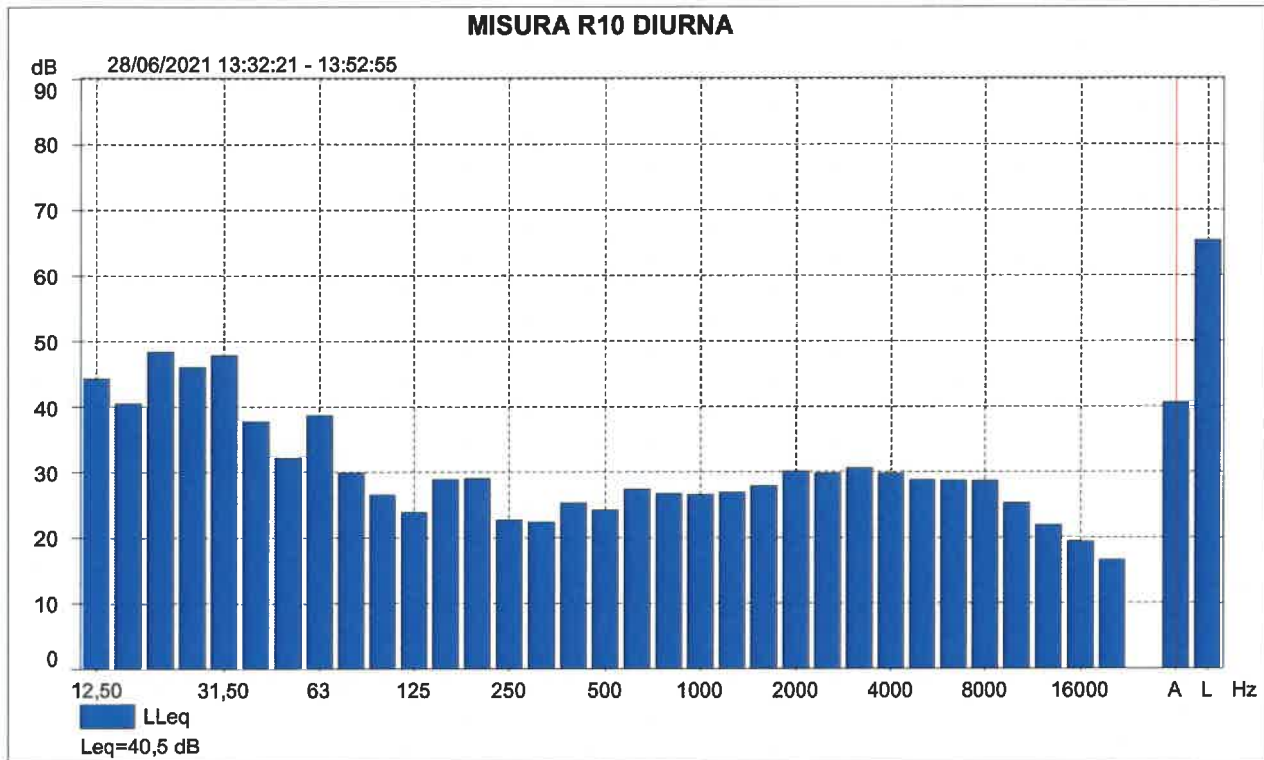


MISURA R5 NOTTURNA

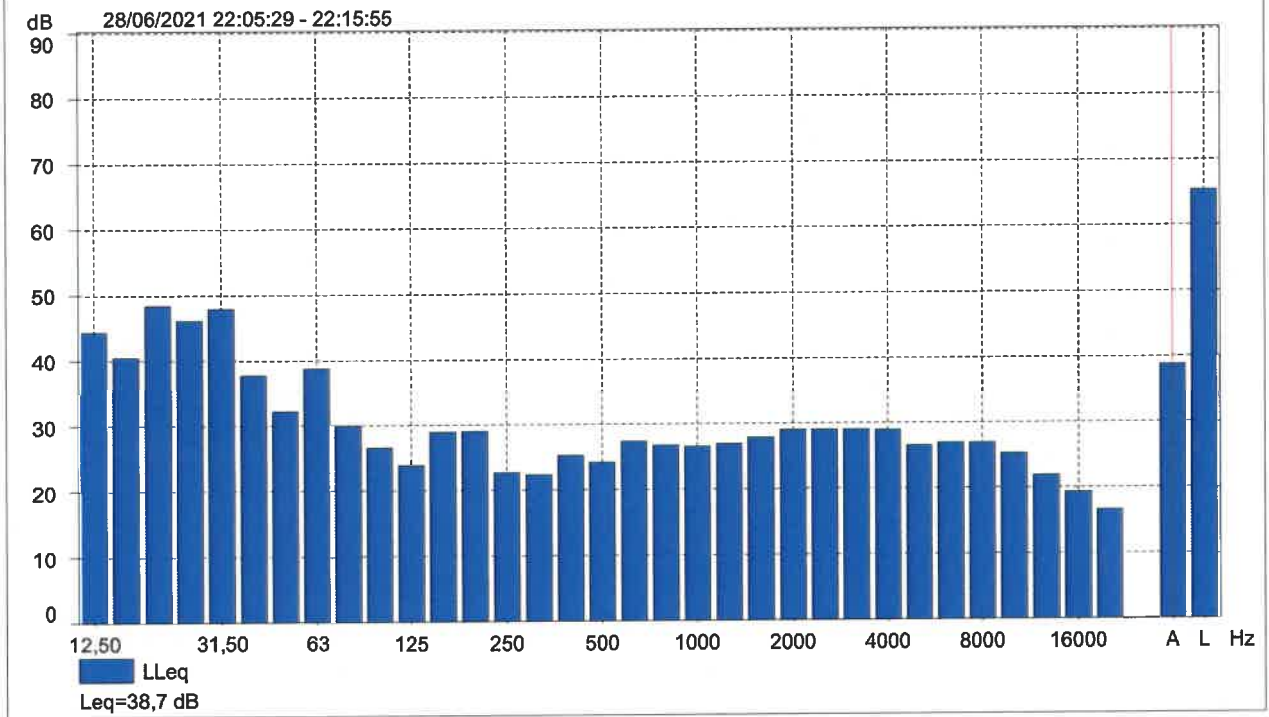




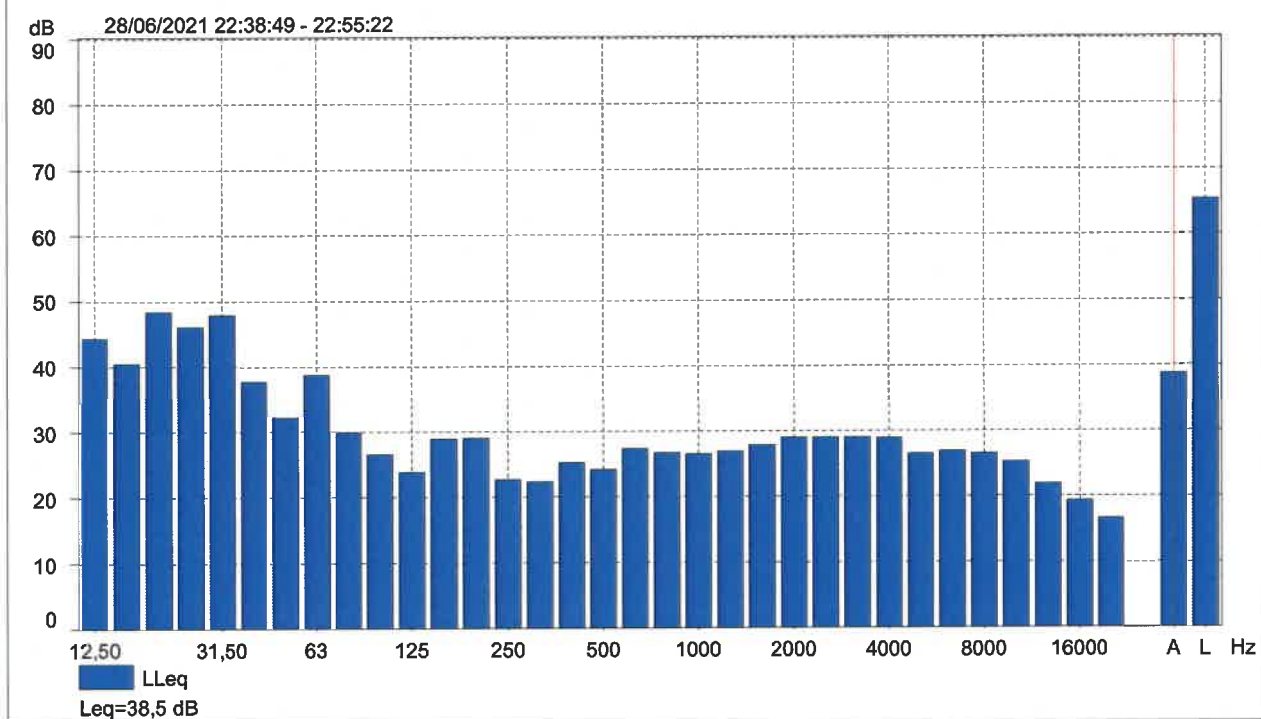
MISURA R10 DIURNA



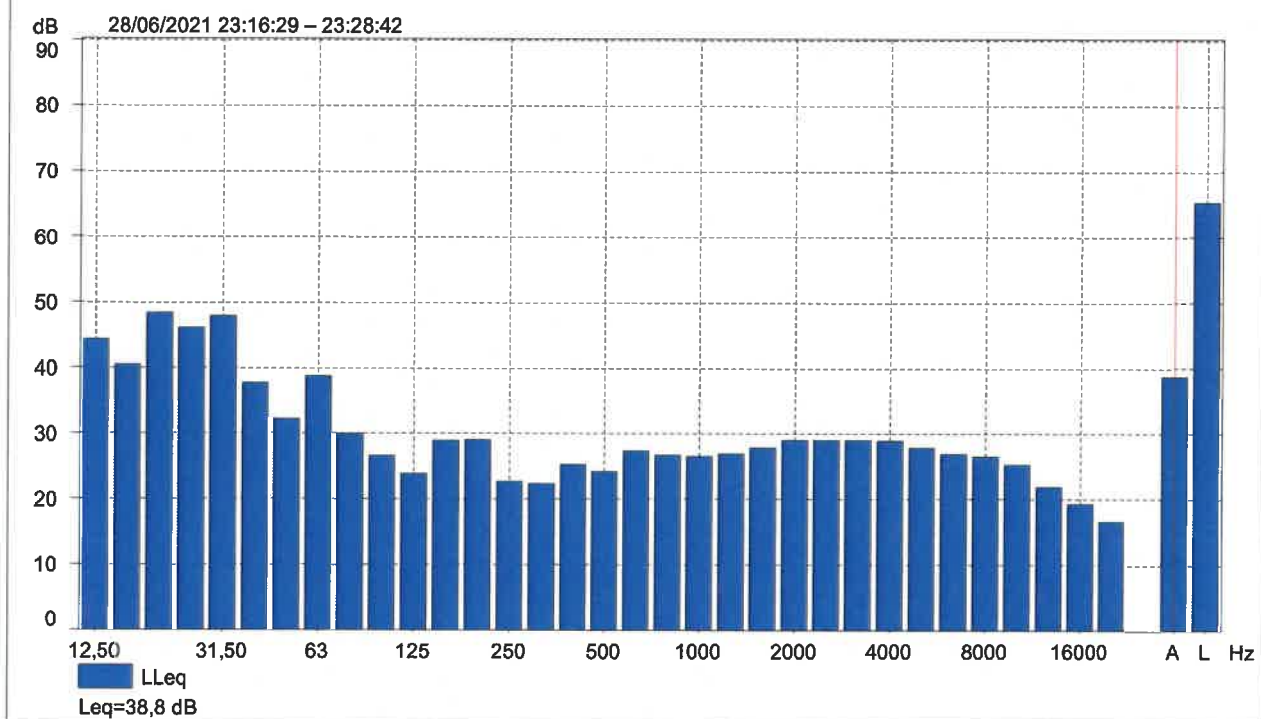
MISURA R4 NOTTURNA



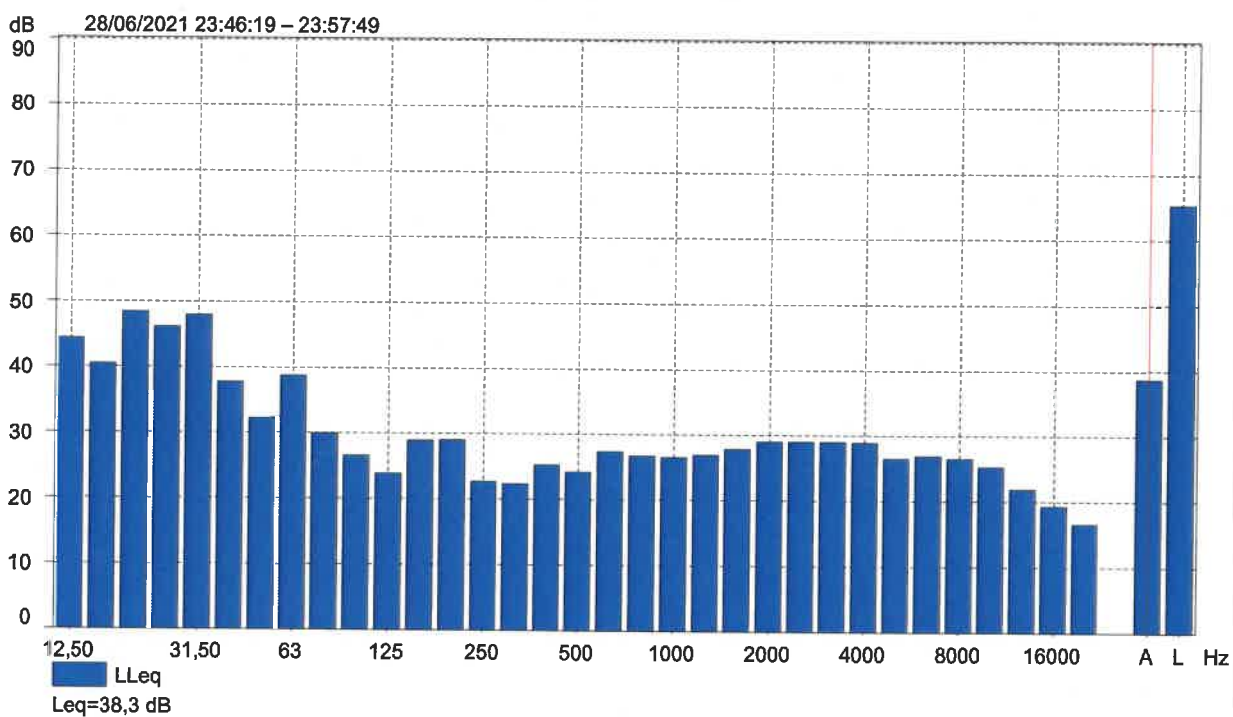
MISURA R5 NOTTURNA



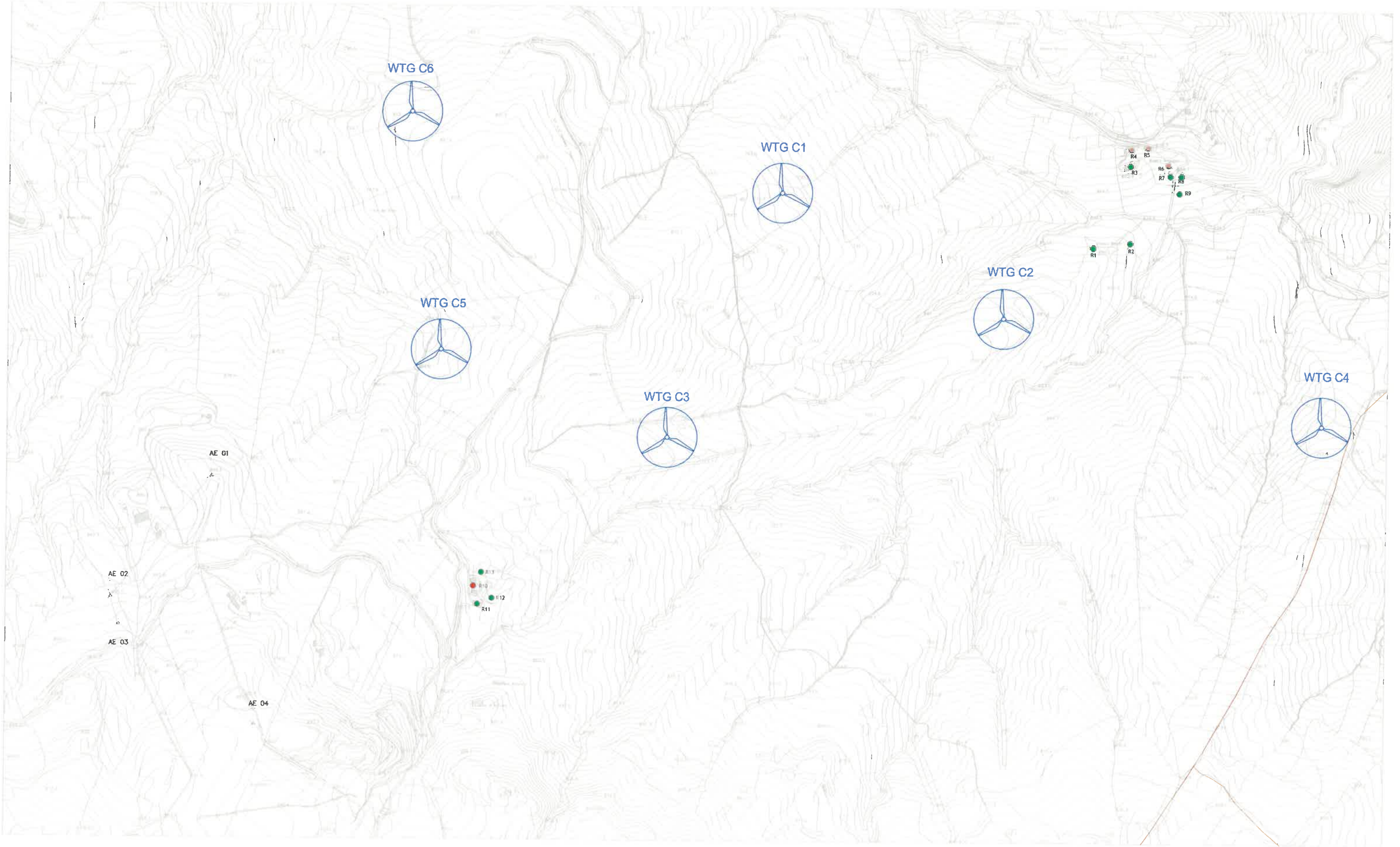
MISURA R6 NOTTURNA



MISURA R10 NOTTURNA



Planimetria impianto eolico con ubicazione degli aerogeneratori e ricettori



WTG C6

WTG C1

WTG C2

WTG C4

WTG C5

WTG C3

AE 01

AE 02

AE 03

AE 04

R4

R5

R3

R6

R7

R8

R9

R1

R2

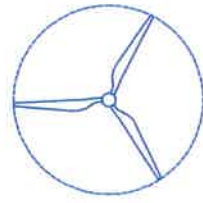
R13

R10

R12

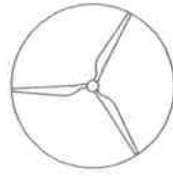
R11

LEGENDA



WTG
XX

Aerogeneratore



Exx

Aerogeneratore
esistente



Rxx

Recettore sensibile



Rxx

Altri recettori