



Progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, ai sensi del Dlgs. n.387 del 2003, composto da n°10 aerogeneratori, per una potenza di 60 MW, sito nel comune di Cellere(VT)



REGIONE
LAZIO

PROPONENTE



COMUNE
DI
CELLERE

**Cogein
Energy**

Cogein Energy S.r.l.
Via Diocleziano, 107 – 80125 Napoli
Tel. 081.19566613 – Fax. 081.7618640
www.newgreen.it
compinvestimenti@libero.it
cogeinenergy@pec.it



COMUNE
DI
PIANSANO

ELABORATO

ELAB.12 RELAZIONE PREVISIONALE DI
IMPATTO ACUSTICO



COMUNE
DI
ARLENA
DI
CASTRO

SCALA

REVISIONE

0

DATA 03/2022

PROGETTAZIONE

REDATTO

Ing. Sandro Ruopolo

VERIFICATO

Ing. Sandro Ruopolo

APPROVATO

Ing. Sandro Ruopolo



COMUNE
DI
TUSCANIA

Sommario

1	Premessa	3
2	Descrizione e inquadramento territoriale dell'impianto	6
2.1	Valutazione della risorsa eolica e analisi della producibilità	10
2.1.1	Misurazione anemometrica	10
2.1.2	Caratteristiche anemometriche dell'area	10
2.1.3	Analisi dei dati	11
2.1.4	Stima della producibilità	12
2.1.5	Parametri di simulazione	14
3	Emissioni acustiche di un impianto eolico	16
4	Quadro di riferimento normativo	18
4.1	Normativa di settore	18
4.2	Zonizzazione acustica delle aree di interesse	20
4.3	Considerazioni sulla normativa	26
5	Determinazione del Rumore Residuo L_R	28
5.1	Caratterizzazione del Rumore Residuo alle diverse velocità del vento	28
5.2	Identificazione dei ricettori e dei punti di misura	30
5.3	Rilievi fonometrici del Rumore Residuo L_R	33
5.3.1	Strumentazione impiegata	35
5.3.2	Modalità di rilevazione	36
5.4	Valori del Rumore Residuo (ante operam)	39
5.5	Considerazioni sui valori del Rumore Residuo misurati	46
6	Valutazione previsionale dell'impatto acustico	51
6.1	La propagazione del suono in campo libero	51
6.2	Il modello di calcolo proposto dalla Norma ISO 9613 – 1, 2	55
6.2.1	Equazione di base del modello proposto dalla Norma ISO 9613-2	56
6.2.1.1	Attenuazione per divergenza geometrica	57
6.2.1.2	Attenuazione per assorbimento atmosferico	57
6.2.1.3	Attenuazione per effetto suolo	58
6.2.1.4	Attenuazione per schermatura o barriera	60
6.2.1.5	Attenuazioni addizionali	61
6.3	Modello di calcolo adottato	62
6.3.1	Software di calcolo SoundPLAN 8.2	62
6.3.1.1	Modellazione matematica del rumore	62

6.3.1.2	Tecnica di tracciamento dei raggi.....	62
6.3.1.3	Tipologia di sorgenti	63
6.3.1.4	Standard implementati nel modello di calcolo	64
6.3.2	Modellazione digitale del terreno (DGM – Digital Ground Model)	65
6.3.3	Dati di input utilizzati nel modello di calcolo	66
6.4	Specifiche tecniche degli aerogeneratori	66
6.5	Distanza Sorgente Sonora - Ricettore	74
6.6	Valutazione dei livelli di Rumore Ambientale L_A determinato dalla futura installazione dell'impianto eolico	82
7	Confronto dei livelli di Rumore Ambientale L_A previsti con i livelli assoluti e differenziali di immissione.....	85
7.1	La valutazione del disturbo secondo la legislazione vigente	85
7.2	Valori limiti assoluti di immissione ed emissione	87
7.3	Valori limiti differenziali di immissione (criterio differenziale)	87
7.3.1	Determinazione dei livelli $L_{P_{ext}}$ e $L_{P_{int}}$ originati dalle sorgenti in corrispondenza dei ricettori	89
7.4	Considerazioni sui risultati del modello previsionale con i limiti imposti dalla normativa vigente.....	91
7.4.1	Verifica dei valori limiti di emissione e assoluti di immissione	91
7.4.2	Verifica dei valori limiti differenziali di immissione (criterio differenziale).....	97
7.4.3	Considerazioni sui risultati in corrispondenza del ricettore R18.....	101
8	Valutazione degli impatti cumulativi	104
9	Valutazione previsionale di impatto acustico in fase di cantiere.....	108
10	Conclusioni generali.....	111
11	Allegati	113

1 Premessa

Il sottoscritto **Ing. Ruopolo Sandro**, con studio in Pagani (Sa) in via B. Mangino, n. 60, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli al n. 19151, tecnico competente in acustica ambientale, autorizzato con **Decreto Dirigenziale Regionale n. 08 del 01.07.2014, N° Iscrizione Elenco Regionale: 2014/000057, N° Iscrizione Elenco Nazionale: 9175**, a seguito dell'incarico ricevuto dalla società "**COGEIN ENERGY S.r.l.**", con sede in via Diocleziano n. 107, Napoli, **ha redatto** il presente documento di **Valutazione Previsionale di Impatto Acustico** ambientale ai sensi della Legge 447/95, del D.P.C.M. 14/11/97 e del DPCM 01/03/91 in riferimento alla realizzazione di **un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica da realizzarsi nel comune di Cellere (VT) in località "Monte Marano", "Poggio Peruzzo", "Poggio Grispignano" e "Casale De Simoni"**.

Tale impianto eolico sarà caratterizzato da una potenza elettrica nominale pari a **60,0 MW**, ottenuta attraverso l'impiego di **n. 10 aerogeneratori** eolici ciascuno da **6,0 MW**, ricadenti, come detto, nel territorio del Comune di Cellere (VT).

Il sito interessato dalle opere di progetto è posto a una quota media compresa tra 407 m s.l.m. e 533 m s.l.m.; rispetto al centro abitato di Cellere si pone a una distanza in linea d'aria di circa 1,5 km nel punto più vicino.

Rispetto ai comuni confinanti il layout di progetto dista: circa 2 km dal centro abitato di Ischia di Castro (VT), circa 2,5 km dal centro abitato di Valentano (VT), circa 900 m dal centro abitato di Piansano (VT), circa 4 km dal centro abitato di Arlena di Castro (VT), circa 2,5 km dal centro abitato di Tessennano (VT), circa 5 km dal centro abitato di Canino (VT).

L'area risulta essere caratterizzata da vegetazione a carattere prevalentemente agricolo, lontana da centri abitati.

Il layout dell'impianto è stato progettato per avere la massima efficienza energetica utilizzando nel modo migliore la risorsa eolica e per avere contemporaneamente il minimo impatto ambientale.

Si è provveduto a redigere la presente relazione di previsione di impatto acustico sulla base in particolare delle motivazioni di seguito riportate:

- la distanza tra il ricettore e la sorgente sonora è stata calcolata come distanza effettiva e non come proiezione della stessa su piano orizzontale;

- le caratteristiche anemologiche generali del sito sono state ottenute da simulazioni e campagne di misura condotte dalla società proponente;
- nelle valutazioni sono stati considerati i valori di **Rumore Residuo L_R** ottenuti mediante misure fonometriche effettuate nel periodo **02 - 05/03/2022** nella **postazione P1**, in corrispondenza del ricettore **R14**, nella **postazione P2**, in corrispondenza del ricettore **R8**, nella **postazione P3**, in corrispondenza del ricettore **R19** (- cfr. **Allegato 1; Allegato 2**); come descritto più dettagliatamente successivamente, le misure del **Rumore Residuo L_R** ottenute in corrispondenza del ricettore **R14** nella **postazione P1** (- cfr. **Allegato 1; Allegato 2**), **alla luce delle caratteristiche simili dal punto di vista della rumorosità residua e quindi del clima acustico analogo, sono state considerate rappresentative anche del Rumore Residuo L_R dei ricettori R1, R2, R6, R11, R12, R13, R15 e R21 e quindi ad essi associate; analogamente, le misure del Rumore Residuo L_R ottenute in corrispondenza del ricettore R8 nella postazione P2 (- cfr. Allegato 1; Allegato 2), sono state considerate rappresentative anche del Rumore Residuo L_R dei ricettori R3, R4, R5, R7, R9, R10, R18 e quindi ad essi associate; le misure del Rumore Residuo L_R ottenute in corrispondenza del ricettore R19 nella postazione P3 (- cfr. Allegato 1; Allegato 2), sono state considerate rappresentative anche del Rumore Residuo L_R dei ricettori R16, R17 e R20 e quindi ad essi associate;**
- in riferimento alle informazioni riguardanti le emissioni di rumore degli aerogeneratori di progetto, prevedendosi l'installazione di un aerogeneratore tipo **Vestas V162 da 6,0 MW**, sono stati presi in considerazione valori di velocità intere comprese tra **6 m/s e 10 m/s (a 10 m dal suolo)** ricavate dalla scheda tecnica dell'aerogeneratore di progetto. A tali velocità sono stati valutati il rispetto dei valori di emissione, di immissione e del criterio differenziale previsti dalla normativa vigente presso i ricettori, con la dovuta correzione del rumore di fondo;
- l'individuazione dei ricettori sensibili ricadenti nell'**area vasta (buffer)** individuata nella superficie data dall'unione delle aree di **800 mt** di raggio centrate sulla proiezione a terra dell'asse degli aerogeneratori di progetto;
- inoltre, sui singoli ricettori così individuati, si è considerato anche **l'effetto cumulato** generato dal contributo dovuto anche agli **aerogeneratori esistenti e/o autorizzati** ricadenti nell'area **data dall'unione delle aree aventi raggio di 3.000 mt e centrate sulla**

proiezione a terra dell'asse degli aerogeneratori di progetto e, nel caso in oggetto, ricadenti nei comuni di Cellere (VT) e Piansano (VT) (- cfr. Allegato 1).

La presente relazione, pertanto, fornisce una previsione del potenziale impatto acustico causato dall'esercizio degli aerogeneratori in oggetto e **gli effetti cumulati con quelli già esistenti e/o autorizzati**; è stata condotta un'analisi dei possibili rischi di inquinamento acustico derivanti dalle emissioni sonore prodotte dal regolare funzionamento degli aerogeneratori, valutandone gli effetti in ambiente esterno e in corrispondenza dei ricettori sensibili individuati, ovvero in ambienti abitativi ubicati nelle immediate vicinanze degli aerogeneratori (- **cfr. Allegato 1**) ad una **distanza considerata significativa pari a 800 mt** (superiore ai **500 mt** suggeriti dalla **Norma UNI/TS 11143-7** del Febbraio 2013), il tutto finalizzato ad individuare i livelli di immissione di rumore da confrontare con i valori limite previsti dalla normativa vigente in materia di inquinamento acustico.

Nella fattispecie, è stata analizzata l'incidenza sull'acustica ambientale determinabile dal funzionamento degli aerogeneratori citati, nei periodi di riferimento **diurno** (06.00 ÷ 22.00) e **notturno** (22,00 ÷ 06,00).

Il fine ultimo della presente analisi è quello, comunque, di evidenziare l'insorgere di eventuali criticità ambientali mediante la stima previsionale di valori significativi e **non** quello di definire quantitativamente un esatto scenario fisico; è pertanto in tale ottica che va interpretata la valenza dei risultati, che sono da considerarsi sempre come indicativi, così come tutti i risultati di modelli fisico-matematici di simulazione previsionale, poiché oltre che dall'approssimazione dell'algoritmo di calcolo implementato, dipendono anche dalla reale attendibilità dei dati di ingresso forniti dal proponente.

In seguito alla costruzione ed avviamento dell'impianto un'indagine fonometrica potrà certificare e verificare il non superamento dei limiti di legge previsti in questa fase e di concludere lo studio, accertando in tal modo il completo rispetto dell'ambiente e delle attività presenti sul territorio.

2 Descrizione e inquadramento territoriale dell'impianto

Il progetto dell'impianto eolico in esame, bene si inquadra nella Direttiva 2001/77/CE della Comunità Europea, sulla promozione dell'energia elettrica, prodotta da fonti energetiche rinnovabili, quest'ultima è stata recepita dal D.Lgs. n. 387 del 19 dicembre 2003.

L'energia eolica è una delle fonti di energia rinnovabile il cui incremento in termini di potenza installata è auspicabile in un prossimo futuro. I suoi principali vantaggi sono facilmente intuibili: l'energia elettrica necessaria per le attività umane viene generata utilizzando l'energia del vento, evitando pertanto l'utilizzo di combustibili fossili e quindi le dannose emissioni di gas clima-alteranti che caratterizzano i sistemi di produzione di energia termica ed elettrica. A tale insindacabile beneficio per la salute dell'uomo e dell'ambiente si sommano poi due importanti fattori: il rilevante risparmio di risorse naturali e la diminuzione dell'inquinamento, non sempre di carattere locale e controllato, che immancabilmente consegue all'estrazione ed al trasporto delle fonti fossili.

L'impianto oggetto di studio si basa sul principio che l'energia del vento viene captata dalla macchina eolica che la trasforma in energia meccanica di rotazione, utilizzabile per la produzione di energia elettrica: nel caso specifico il sistema di conversione viene denominato aerogeneratore. L'impianto sarà costituito dai seguenti sistemi:

- di produzione, trasformazione e trasmissione dell'energia elettrica;
- di misura, controllo e monitoraggio della centrale;
- di sicurezza e controllo.

Il sito in esame viene a ricadere in un'area giudicata idonea per la produzione di energia elettrica dal vento. Difatti attraverso una serie di analisi basate su dati reali registrati dall'anemometro installato dalla società, si è riscontrato che il sito rientra nell'intervallo tipico di ventosità delle centrali eoliche in Italia.

L'impianto di produzione sarà costituito da n. **10 aerogeneratori**, della potenza ciascuno di **6,0 MW**; rispetto al centro abitato di Cellere si pone a una distanza in linea d'aria di circa 1,5 km nel punto più vicino. Rispetto ai comuni confinanti il layout di progetto dista: circa 2 km dal centro abitato di Ischia di Castro (VT), circa 2,5 km dal centro abitato di Valentano (VT), circa 900 m dal centro abitato di Piansano (VT), circa 4 km dal centro abitato di Arlena di Castro (VT), circa 2,5 km dal centro abitato di Tessennano (VT), circa 5 km dal centro abitato di Canino (VT).

L'aerogeneratore sarà ad asse orizzontale, costituito da un sistema tripala, con generatore di tipo asincrono trifase a basso voltaggio e con raffreddamento ad aria.

La tipologia di aerogeneratore scelta dalla COGEIN ENERGY s.r.l., è del tipo **Vestas V162 da 6,0 MW**, con altezza al mozzo pari a **119,0 mt** e diametro del rotore pari a **162 mt**.

Il layout è stato progettato per massimizzare i benefici derivati dall'utilizzo ai fini energetici della risorsa eolica e, contemporaneamente, per minimizzare i possibili impatti ambientali.

L'impianto sarà costituito da **n° 10 aerogeneratori** le cui coordinate espresse nel sistema di riferimento **WGS84 (fuso 32)** e **Gauss Boaga (fuso 32)** risultano:

WTG	WGS84 fuso 32		GAUSS BOAGA fuso 32	
	NORD	EST	NORD	EST
VT1	4711583.90	728285.98	4711596.754	1728317.599
VT2	4712350.83	728724.66	4712363.694	1728756.303
VT3	4712809.89	729843.31	4712822.756	1729874.987
VT4	4711791.00	729164.55	4711803.853	1729196.193
VT5	4711980.79	730695.12	4711993.639	1730726.801
VT6	4711527.51	731093.63	4711540.350	1731125.312
VT7	4713843.62	729890.01	4713856.503	1729921.707
VT8	4711333.21	729331.11	4711346.055	1729362.748
VT9	4711186.36	731436.98	4711199.193	1731468.664
VT10	4709626.29	730489.63	4709639.103	1730521.263

Tabella 1 – Coordinate aerogeneratori di progetto.

Si riporta di seguito, in **Fig. 1 e 2**, l'inquadramento territoriale dell'impianto eolico.

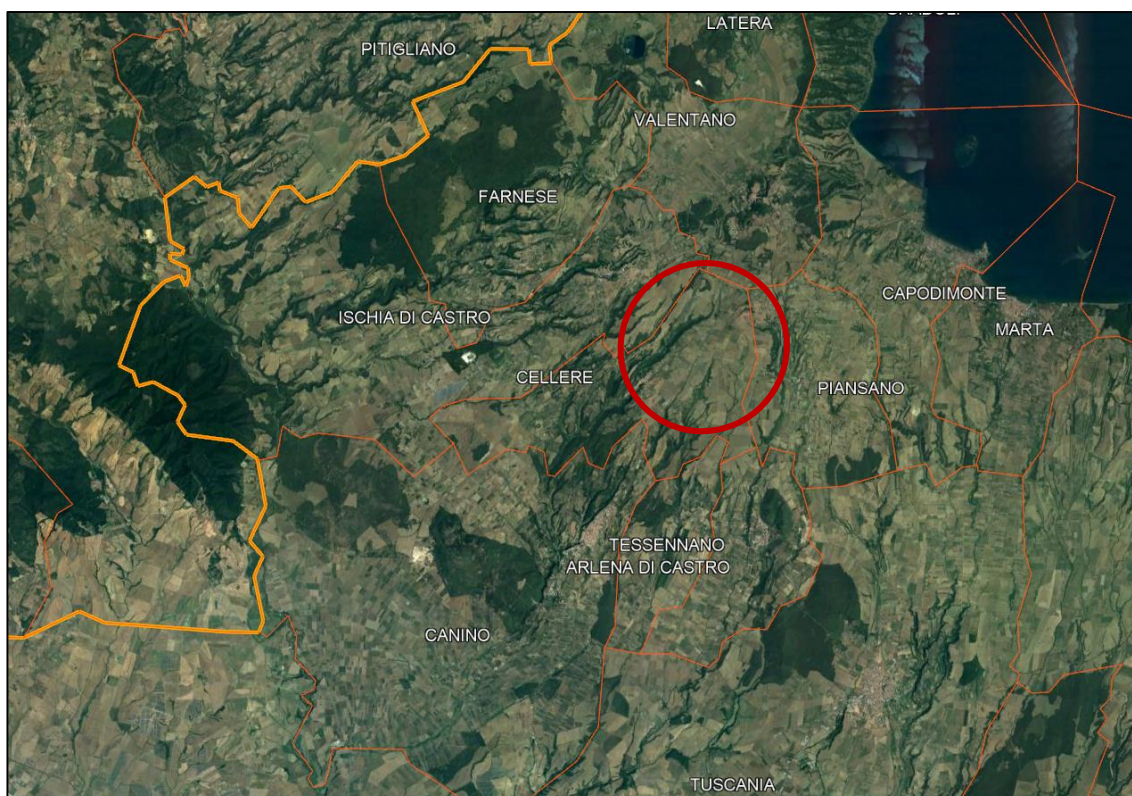


Figura 1 - Inquadramento territoriale dell'impianto eolico su ortofoto.



Figura 2 – Inquadramento territoriale degli aerogeneratori su ortofoto.

L'analisi del territorio e degli strumenti urbanistici vigenti confermano che l'area interessata dal posizionamento delle turbine eoliche, comunque distanti dal nucleo abitato, non ha alcuna

vocazione turistica o commerciale come dimostra la totale assenza di ristoranti, centri commerciali, strutture commerciali, ricettive o altri luoghi destinati a usi simili per la collettività.

Dall'esame del **P.R.G.** del Comune di Cellere emerge che l'area destinata all'installazione degli aerogeneratori ricade in **Zona E – Zona Agricola**.

In particolare l'aerogeneratore **VT8** ricade in **sottozona E1 - Area agricola normale**, gli aerogeneratori **VT3, VT4, VT5, VT6 e VT9** in **sottozona E2 - Area agricola speciale**, l'aerogeneratore **VT1** in **sottozona E3 - Area agricola boschiva e/o di particolare pregio paesaggistico**, mentre gli aerogeneratori **VT2 e VT7** ricadono parzialmente in **sottozona E2** e parzialmente in **sottozona E3**.

2.1 Valutazione della risorsa eolica e analisi della producibilità

2.1.1 Misurazione anemometrica

Il parametro meteo climatico più importante, in relazione all'impianto in progetto è costituito, ovviamente, dal regime anemometrico, dal momento che su di esso si basano i criteri di individuazione del sito e l'intera progettazione del parco eolico.

La qualità di un sito, infatti, relativamente alla sua capacità di produrre energia dal vento, è strettamente legata a due fattori:

- Ventosità del sito;
- Corretta ubicazione e scelta degli aerogeneratori.

Il calcolo del campo di vento (Atlas) e la conseguente stima della produzione annua del progetto sono stati effettuati attraverso l'utilizzo di un Anemometro Virtuale scalato nella posizione del parco eolico all'altezza di 119 m.

I dati utilizzati per la stima di producibilità del parco eolico risultano quindi da un'interpolazione di dati derivanti da anemometri installati nelle zone adiacenti alla società proponente.

2.1.2 Caratteristiche anemometriche dell'area

Il rilevamento dei dati è stato fatto in modo tale da essere rappresentativo per tutta l'area sulla quale si intende realizzare il campo ed evitando ostacoli o irregolarità territoriali che potrebbero influire fortemente sul flusso indisturbato della vena fluida.

Le stazioni sono soggette a costanti controlli e manutenzioni ordinarie e straordinarie, per il corretto funzionamento, da società leader nel settore dei servizi tecnici per lo sviluppo dei parchi eolici. Tale assistenza ha garantito un fermo complessivo degli strumenti nella norma, si evince che le stazioni non hanno subito malfunzionamenti di lunghe durate garantendo una continuità del periodo di misurazione.

Dall'elaborazione dei dati del vento si è potuto estrapolare le rose dei venti che caratterizzano tali pali anemometrici, funzione delle frequenze e dell'intensità del vento.

Tale studio preliminare ha consentito un primo imprinting di layout, successivamente ottimizzato.

2.1.3 Analisi dei dati

In **Figura 3** si nota come il sito sia esposto a venti sinottici, infatti l'andamento delle medie mensili presenta valori maggiori nei mesi Autunnali e Invernali, per l'anemometro preso in considerazione.

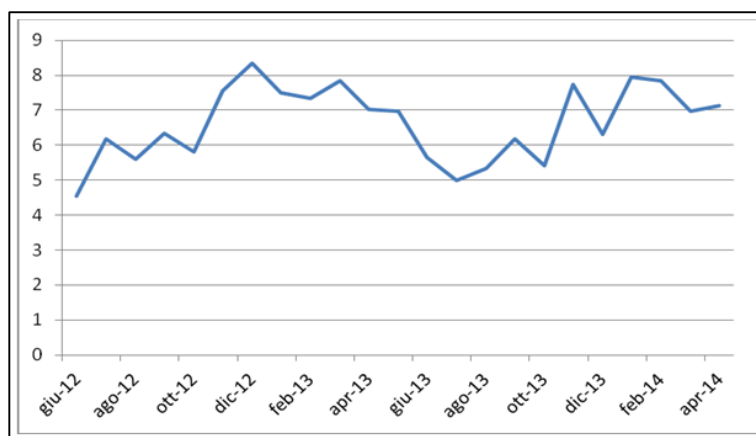


Figura 3 – Andamento medio mensile delle velocità misurate.

In **Figura 4** è riportata la rosa dei venti in frequenze, ove si mette in evidenza la netta prevalenza dei venti da nord-est e da sud che caratterizzano il sito.

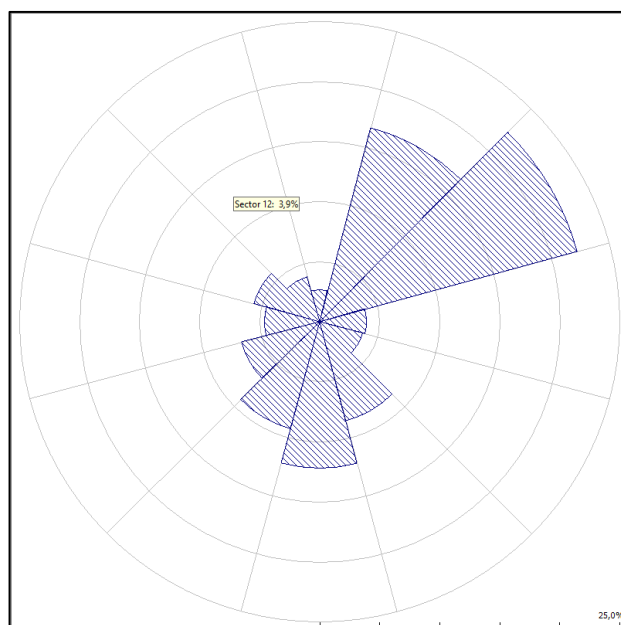


Figura 4 – Rosa dei venti.

L'installazione dei sensori sui pali anemometrici potrebbero, se non installati in maniera adeguata, causare effetti scia o di accelerazioni sulle direzioni prevalente dei venti, con errori sulla valutazione dei dati anemologici, e di conseguenza sulla stima di producibilità del campo.

Il palo anemometrico ha riscontrato un'assenza dell'effetto di shading sui sensori di velocità da parte delle strutture di sostegno come evidenzia la **Figura 5**.

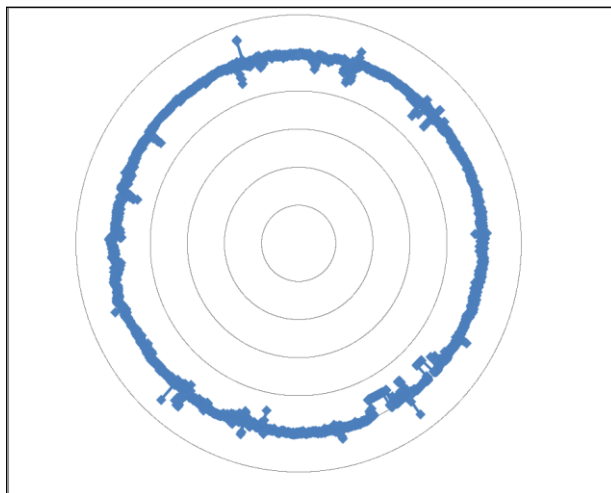


Figura 5 – Effetto di shading, riferiti ai sensori di velocità.

Sulla base della rosa dei venti è stato determinato il layout del parco e il rendimento del parco stesso, nonché con opportuni e ripetuti sopralluoghi in situ.

La tipologia di aerogeneratori considerata, in questa fase di studio, è quella appartenente alla classe di grande taglia 6 MW con un'altezza al mozzo di 119 m con diametro delle pale di 162 m.

2.1.4 Stima della producibilità

Il rendimento del parco è funzione sì dell'orografia circostante e dell'intensità del vento, ma l'ottimizzazione del layout, accuratamente elaborato, permette una drastica diminuzione degli effetti scia e la conseguente diminuzione del rendimento del parco che si hanno nel caso di macchine ravvicinate, a causa delle modifiche causate dalla presenza di queste nella vena fluida che le attraversa; le perdite di cui sopra, definite come perdite per effetto scia, sono dovute al fatto che la velocità del vento risulta rallentata, in quanto il rotore cattura parte dell'energia cinetica per trasformarla in energia meccanica. Venendo a contatto con la corrente indisturbata, il flusso di vento riprende a poco a poco le proprie caratteristiche di velocità.

Per quanto riguarda il fattore "corretta ubicazione degli aerogeneratori" esso tiene conto di una serie di parametri peculiari del territorio quali l'orografia, la rugosità (ostacoli vari: fitta

vegetazione, edifici, ecc.), presenza di recettori sensibili (abitazioni sparse, ecc.), vincoli idrogeologici, ecc...

Le misure di vento raccolte attraverso l'installazione della stazione anemometrica e quindi riferite ad una determinata posizione del campo ed a una determinata quota, sono state estrapolate sia spazialmente (verticalmente e orizzontalmente) sia temporalmente, attraverso modelli di calcolo numerici, con i quali sarà possibile definire, nel modo più attendibile possibile, una previsione di producibilità del parco eolico in esame e decidere il modello di aerogeneratore che maggiormente si adatta al sito oggetto di studio.

Infatti, gli aerogeneratori riescono a catturare solo parte della potenza eolica disponibile in un sito e per tale motivo sono progettati e costruiti in maniera specifica per i diversi regimi di vento esistenti.

2.1.5 Parametri di simulazione

Per la stima della producibilità del parco in oggetto, il proponente, si è avvalso dei più comuni ed avanzati software di modellistica fluidodinamica. In particolare sono stati utilizzati i seguenti programmi:

- Nomad2;
- Wasp;
- Wind Farmer.

I dati anemometrici sono stati filtrati e ripuliti da eventuali malfunzionamenti, prima di essere utilizzati, in modo da rendere gli stessi maggiormente attendibili. La procedura, per il calcolo della stima di producibilità, ha previsto la creazione di una mappa dei venti, tecnicamente definita "risorsa eolica".

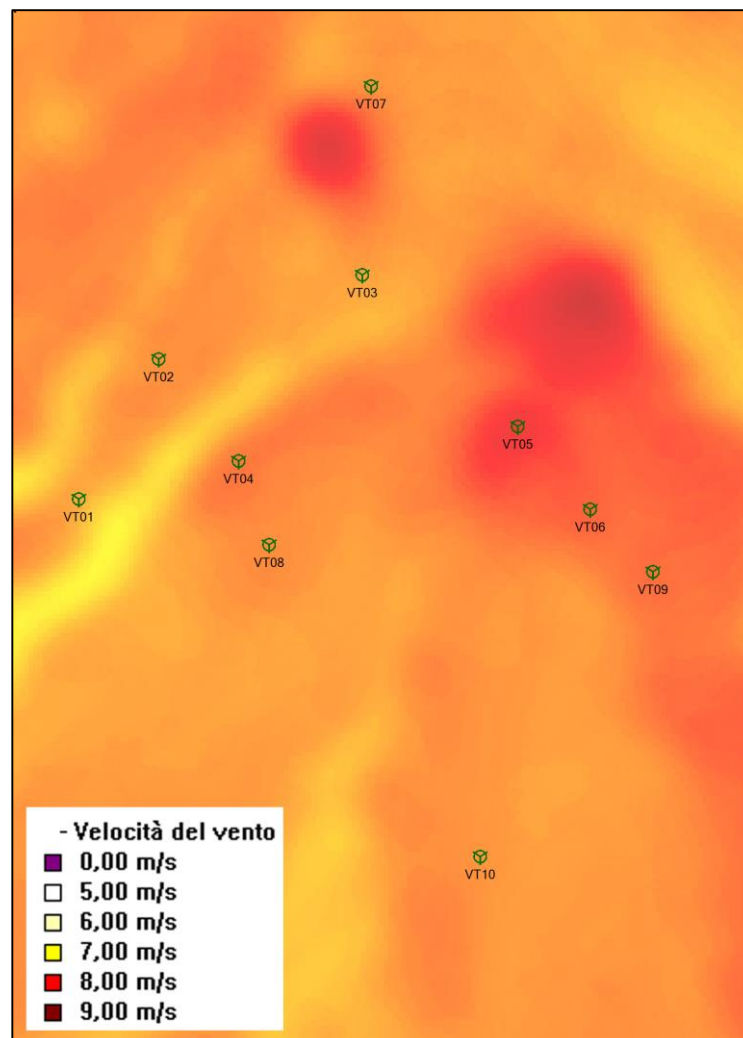


Figura 6 – Risorsa eolica a 119 m di altezza.

La mappa della risorsa eolica è stata calcolata ad un'altezza pari all'altezza hub con un passo di 25 m; in seguito è stata sovrapposta all'area di studio per individuare le zone di maggior interesse anemologico. L'area di maggior interesse, sulla base dei riscontri anemometrici ottenuti, presenta una buona ventosità e, tenuto conto dei limiti dai centri abitativi e/o case sparse, ed i vincoli desunti dalle tavole tecniche, ove presenti, si è quindi giunti ad un layout del parco ottimizzato.

Con tali assunzioni tramite modelli matematici, su citati, si è estrapolato il potenziale di producibilità che risulta essere **superiore alle 2100 ore equivalenti**, come si evince dalla seguente tabella:

WTG		Potenza nominale aerogeneratore	Resa netta stimata	ORE/EQ
WGT	Vestas V162-6MW	MWh/anno	h	
VT01	6	12642	2032	
VT02	6	12803	2058	
VT03	6	12880	2070	
VT04	6	12677	2037	
VT05	6	14056	2259	
VT06	6	13342	2144	
VT07	6	13265	2132	
VT08	6	13083	2103	
VT09	6	13538	2176	
VT10	6	13188	2120	
TOTALI		131474	2113	

Figura 7 – Potenziale di producibilità.

Possiamo concludere che nonostante l'utilizzo di macchine di grande taglia, pari a 6 MW per ciascun aerogeneratore, il layout risulta essere performante grazie ad una ottimizzazione dello stesso e alla presenza di una risorsa eolica congeniale alle energie rinnovabili.

3 Emissioni acustiche di un impianto eolico

Secondo la legge quadro Legge del 26 ottobre 1995 n.447, l'inquinamento acustico è 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 fruizioni degli ambienti stessi.

Con riferimento al potenziale rumore di un impianto eolico in esercizio, si osserva che le sorgenti di emissione sonora possono essere divise in due categorie:

- la prima riconducibile all'interazione della vena fluida con le pale del rotore in movimento, anche se a tal proposito il rumore aerodinamico ad essa associato tende ad essere minimizzato in sede di progettazione e realizzazione delle pale;
- la seconda dovuta al moltiplicatore di giri ed al generatore elettrico; anche in questo caso il miglioramento della tecnologia ha permesso una riduzione notevole del rumore, che viene circoscritto il più possibile alla navicella con l'impiego di materiali fonoassorbenti.

Sostanzialmente il rumore prodotto da un aerogeneratore è da imputare al movimento delle pale nell'aria e, secondariamente, ai macchinari alloggiati nella navicella (**Fig. 8**) che, almeno negli ultimi modelli di aerogeneratori risulta molto contenuto e quindi trascurabile rispetto al primo.

Inoltre, grazie alle nuove tecnologie, in relazione alle specifiche caratteristiche del sito, è possibile ottimizzare la scelta della macchina al fine di minimizzare le emissioni sonore, con riduzioni modeste delle prestazioni, e quindi ottenere nei pressi di un aerogeneratore, livelli di rumore alquanto contenuti.

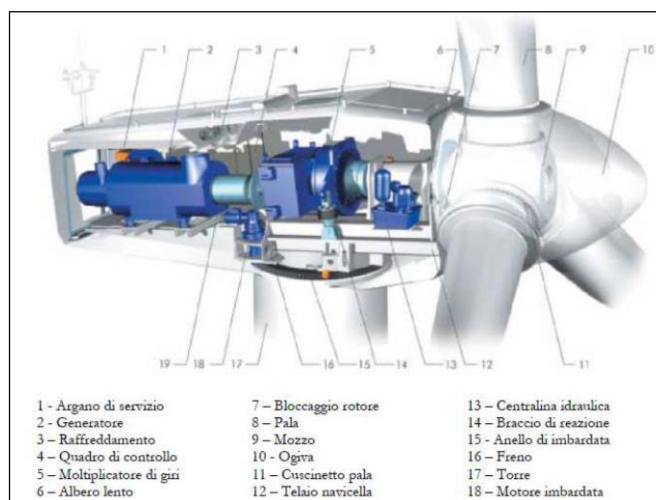


Figura 8 – Schema di una moderna turbina eolica.

Peraltro è opportuno osservare che anche il **rumore di fondo** generato dal vento aumenta con la velocità (*di circa 2-3 dB per ogni m/s di velocità del vento*), cosicché nelle moderne macchine oltre determinati valori di velocità, il rumore prodotto dalla turbina viene di fatto mascherato dallo stesso rumore di fondo.

Studi della BWEA (British Wind Energy Association) hanno dimostrato che a distanza di poche centinaia di metri, ovvero alle distanze tipiche di confine ormai canonizzate per limitare eventuali rischi per gli abitanti delle aree circostanti, questo diviene pressoché indistinguibile dal rumore di fondo.

A tal proposito l'emissione sonora di un parco eolico, misurato in un range di 35-45 dB ad una distanza di 350 m dalle turbine, è paragonabile al rumore di fondo presente in una qualsiasi casa (Global wind energy out look 2008).

In definitiva l'esperienza dimostra che migliaia di impianti eolici sono stati installati nel mondo, su terreni ubicati a poche centinaia di metri dalle abitazioni, con minimi problemi di impatto acustico.

4 Quadro di riferimento normativo

4.1 Normativa di settore

L'analisi è stata effettuata in ottemperanza alle seguenti disposizioni legislative integrative ed aggiuntive alla legge quadro sull'inquinamento acustico **N. 447 del 26 Ottobre 1995**:

- **D.M. 16 marzo 1998** *“Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”*; in esso sono contenute le metodologie di acquisizione del segnale sia in ambiente esterno che interno e fissa anche delle metodologie di analisi del segnale per l'identificazione dei toni puri e dei segnali impulsivi, con una serie di coefficienti correttivi da applicare nel caso vi fossero componenti peggiorative;
- **D.P.C.M. 14 novembre 1997** *“Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”*: in attuazione dell'art. 3, comma 1, della legge 26.10.1995 n. 447, determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione e valori limite differenziali di immissione;
- **D.P.C.M. 1 marzo 1991** *“Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”*: in cui il legislatore sancisce che ai fini della determinazione dei limiti massimi dei livelli sonori equivalenti i Comuni debbono adottare la classificazione in zone e che gli stessi debbono essere forniti in relazione alla diversa destinazione d'uso del territorio; inoltre chiarisce che: *“per le zone non esclusivamente industriali bisogna tener conto anche del criterio differenziale, secondo cui la differenza tra il livello equivalente del Rumore Ambientale e quello del Rumore Residuo (rumore di fondo) non deve superare 5 dB(A) durante il periodo diurno e 3 dB(A) durante il periodo notturno (22.00-06.00)”*;
- **Norma UNI ISO 9613-1, 2** che fornisce un metodo tecnico progettuale per calcolare l'attenuazione del suono nella propagazione all'aperto allo scopo di valutare i livelli di rumore ambientale a determinate distanze dalla sorgente. Il metodo valuta il livello di pressione sonora ponderato A in condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione da sorgenti di emissione sonora nota;
- **D.P.C.M 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 – Legge quadro sull'inquinamento acustico”*;

- **Norme UNI/TS 11143-7;**
- **L.R. LAZIO N. 18 del 3 Agosto 2001;**
- **Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Cellere (VT)** approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 10 del 18/03/2004;
- **Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Ischia di Castro (VT)** (Anno 2006).

4.2 Zonizzazione acustica delle aree di interesse

L'esigenza di tutelare il benessere pubblico dallo stress acustico urbano è garantita dal **Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 1 marzo 1991**, integrato dalla legge **447 del 26/10/1995**.

Tale Decreto, che rappresenta il primo atto legislativo nazionale relativo all'inquinamento acustico in ambiente esterno ed interno, prevede la classificazione del territorio comunale in "zone acustiche", mediante l'assegnazione di limiti massimi di accettabilità per il rumore, in funzione della destinazione d'uso. Esso, pur essendo stato in parte cancellato per effetto della sentenza 517/1991 della Corte Costituzionale e non applicabile per alcune particolari attività (aeroportuali, cantieri edili e manifestazioni pubbliche temporanee), rappresenta il principale punto di riferimento atto a regolamentare l'acustica territoriale.

L'articolo **2 del D.P.C.M. 1 Marzo 1991** definisce sei diverse zone o classi possibili per il territorio comunale, riportate in tabella 1 del Decreto, individuabili in funzione di parametri urbanistici generali, così da permettere una "zonizzazione" in relazione alle varie componenti inquinanti di rumore. Per ciascuna di tali classi il decreto individua i livelli massimi consentiti di immissione acustica durante i periodi diurno (dalle 6:00 alle 22:00) e notturno (dalle 22:00 alle 6:00) riportati nella seguente **Tabella 2**.

Classe	Tipologia	Descrizione	L _{eq} in dB(A)	
			diurno	notturno
I	Aree particolarmente protette	Rientrano in queste classi le aree per cui la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo e allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.	50	40
II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.	55	45
III	Aree di tipo misto	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciale, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciale e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da insediamenti industriali e prive di insediamenti abitativi.	70	70

Tabella 2 - Valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente (Leq A) relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio di riferimento – D.P.C.M. 1° Marzo 1991.

Il D.P.C.M. 1 marzo 1991 individua, inoltre il criterio differenziale del rumore, ed obbliga i Comuni a predisporre, seguendo le direttive delle Regioni, i piani di risanamento.

Successivamente la “Legge Quadro sull’Inquinamento Acustico” del 26 ottobre 1995 n° 447, introduce altre importanti novità:

- i piani comunali di zonizzazione acustica del territorio devono tenere conto delle preesistenti destinazioni d’uso;
- i comuni con popolazione superiore a 50.000 abitanti devono presentare una relazione biennale sullo stato acustico del Comune;
- il contatto diretto di aree, anche appartenenti a Comuni confinanti, i cui valori limite si discostano in misura di 5 dB(A), deve essere evitato nella zonizzazione acustica;
- è vietata la radiodiffusione di messaggi pubblicitari aventi potenza sonora superiore rispetto al programma che precede o segue il messaggio;
- alcune categorie di opere e utilizzazioni soggette ad autorizzazione devono integrare l’iter autorizzativo con una relazione sull’Impatto Acustico;
- per l’effettuazione di studi, progetti, controlli e misure acustiche è stata introdotta la figura del tecnico competente che può esercitare, previa istanza corredata di curriculum da presentarsi alla Regione.

Successivamente, **il D.P.C.M. 14 Novembre 1997** ha determinato, in attuazione dell’**art.3 comma 1 lettera A della legge del 26 Ottobre 1995 n° 447**, i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione e i valori di qualità, sempre riferiti alle classi di destinazione d’uso del territorio riportate nella **Tabella 2**.

In riferimento ai valori limite assoluti di immissione, il D.P.C.M. 14 Novembre 1997, conferma la suddivisione in classi e i valori numerici riportati in Tabella 2 definiti dal D.P.C.M. 1 Marzo 1991.

Nelle successive **Tabelle 3 e 4** sono riportati i valori limite di emissione ed immissione come previsti dal D.P.C.M. 14 Novembre 1997:

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di Riferimento	
	Diurno	Notturmo
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 3 – Tabella B: **valori limite di emissione** - Leq in dB (A) (art.2 - D.P.C.M. 14/11/1997).

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di Riferimento	
	Diurno	Notturmo
I Aree particolarmente protette	50	40
II Aree prevalentemente residenziali	55	45
III Aree di tipo misto	60	50
IV Aree di intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 4 – Tabella C: **valori limite assoluti di immissione** - Leq in dB (A) (art. 3 - D.P.C.M. 14/11/1997).

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): tuttavia, nel caso in cui il Comune non abbia ancora approvato il Piano di Zonizzazione Acustica si applicano (art.8 D.P.C.M. 14/11/97) per le sorgenti sonore fisse i limiti indicati nella seguente **Tabella 5** (art. 6 del D.P.C.M. 1 marzo 1991):

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di Riferimento	
	Diurno	Notturmo
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

Tabella 5 - Valori limite di immissione validi **in regime transitorio** ai sensi del D.P.C.M. 1/3/1991 - Leq in dB (A)

Il **Comune di Cellere (VT)** ha provveduto alla classificazione acustica del proprio territorio comunale, ai sensi dell'art. 6 Legge n. 447/95 ed è dotato di Piano di Zonizzazione Acustica comunale approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 10 del 18/03/2004.

Dal punto di vista della classificazione acustica, le aree in cui si prevede l'ubicazione delle pale eoliche ricadono in aree classificate con **Classe I – Aree particolarmente protette**.

Conseguentemente, nel caso in esame trovano applicazione i **valori limite di emissione** riportati nella **Tabella B allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997** e nel **Piano di Zonizzazione Acustica Comunale** pari a **45 dB(A) [periodo diurno]** e **35 dB(A) [periodo notturno]**.

Inoltre, trovano applicazione i **valori limite assoluti di immissione** che possono essere immessi nell'ambiente abitativo e/o nell'ambiente esterno, **da misurarsi in prossimità dei ricettori**, riportati nella **Tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997** e nel **Piano di Zonizzazione Acustica Comunale** pari a **50 dB(A) [periodo diurno]** e **40 dB(A) [periodo notturno]**.

Per i ricettori considerati e ricadenti nell'area vasta (buffer) individuata nella superficie data dall'unione delle aree di **800 m** di raggio centrate sulla proiezione a terra dell'asse degli aerogeneratori di progetto e **ricadenti nei comuni di Cellere (VT) e Ischia di Castro (VT)**, nella **Tabella 6** si riporta la rispettiva Classe acustica in cui ricadono e i rispettivi valori limite di emissione e di immissione, come desumibili dal **Piano di Zonizzazione Acustica comunale di Cellere (VT) e di Ischia di Castro (VT)** (- cfr. Allegato 3).

Comune	Ricettori potenziali	Classe Acustica	Valori limite dB(A)			
			Emissione		Immissione	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
ISCHIA DI CASTRO	R1	III	55	45	60	50
	R2	III	55	45	60	50
CELLERE	R3	III	55	45	60	50
	R4	II	50	40	55	45
	R5	II	50	40	55	45
ISCHIA DI CASTRO	R6	III	55	45	60	50
CELLERE	R7	IV	60	50	65	55
	R8	III	55	45	60	50
	R9	IV	60	50	65	55
	R10	V	65	55	70	60
	R11	I	45	35	50	40
	R12	I	45	35	50	40
	R13	I	45	35	50	40
ISCHIA DI CASTRO	R14	III	55	45	60	50
	R15	III	55	45	60	50
CELLERE	R16	I	45	35	50	40
	R17	I	45	35	50	40
	R18	I	45	35	50	40
	R19	I	45	35	50	40
	R20	I	45	35	50	40
CELLERE	R21	I	45	35	50	40

Tabella 6 – Classe acustica dei ricettori individuati.

Si deve, inoltre, verificare il rispetto del “criterio differenziale”, così come definito dall’art. 2 comma del D.P.C.M. 1 marzo 1991: infatti, nelle zone non esclusivamente industriali, oltre ai limiti massimi assoluti per il rumore, sono stabilite, secondo il cosiddetto “**criterio differenziale**”, anche le seguenti differenze da non superare tra il livello equivalente del **Rumore Ambientale (L_A) (con sorgente accesa)** e quello del **Rumore Residuo (L_R) (con sorgente spenta)** da valutarsi all’interno degli ambienti abitativi:

- 5 dB(A) durante il periodo diurno;
- 3 dB(A) durante il periodo notturno.

Inoltre, il D.P.C.M. del 14 novembre 1997 definisce, art. 4, i **valori assoluti di soglia negli ambienti abitativi** sotto i quali non si applicano i valori limite differenziali d’immissione.

Infatti, ogni effetto del disturbo sonoro è ritenuto trascurabile (art.4 comma 2) e, quindi, il livello di rumore ambientale deve considerarsi accettabile nei seguenti casi:

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

Nel caso in cui si verifica il superamento di tali limiti, i valori limite differenziali non dovranno superare, come detto, **5 dB(A)** durante il periodo diurno e **3 dB(A)** durante il periodo notturno.

I valori limite differenziali si determinano come differenza tra il **Rumore Ambientale L_A** ed il **Rumore Residuo (Rumore di fondo) L_R** .

Al fine di valutare correttamente l'impatto acustico generato dall'impianto eolico sull'ambiente circostante, è stata condotta una campagna di misurazione attraverso rilievi fonometrici **ante operam** per individuare il rumore residuo presente prima dell'installazione degli aerogeneratori.

Attraverso l'applicazione di un modello di propagazione delle onde sonore, si è calcolato il livello di pressione sonora generato dagli aerogeneratori al variare delle distanze.

Il rumore residuo individuato, sommato al rumore previsionale generato dalle turbine eoliche, rappresenta il livello di rumore ambientale totale emesso dalla sorgente.

Infine, verrà effettuata una verifica del rispetto dei limiti di legge per i ricettori sensibili attraverso la verifica del criterio assoluto e del criterio differenziale.

4.3 Considerazioni sulla normativa

In via generale l'insieme dei riferimenti normativi si dimostra piuttosto lacunosa verso lo specifico caso di un impianto eolico; la problematica fondamentale riguarda la classificazione delle aree in cui si insediano gli impianti eolici. Infatti, vengono realizzati in aree caratterizzate da una buona risorsa eolica che spesso coincidono con zone collinari o montane lontane dai centri urbani, prevalentemente aree rurali. D'altro canto un parco eolico è un vero e proprio impianto industriale per la produzione di energia. Nei comuni in cui è presente la risorsa eolica, lo strumento urbanistico generale prevede per le zone E (agricole) una sottocategoria destinata allo sviluppo energetico (con chiaro riferimento all'eolico ed alle biomasse). Le classi di destinazione d'uso del territorio previste dal DPCM 1/3/91, vigenti nel caso di assenza di un piano di zonizzazione acustica, evidenziano un conflitto tra la natura dell'area e la tipologia di insediamento (il parco eolico).

Nella valutazione previsionale risulta abbastanza agevole la verifica sul territorio dei limiti di immissione assoluta, sono infatti ben noti i valori emissivi della sorgente, in potenza, anche per bande spettrali. Nella pratica anche per turbine di grande taglia con valori di potenza sonora che supera i 105 dB(A), difficilmente si supera il limite di 50 dB(A) al ricettore se questo è posto ad una distanza superiore ai 250 m.

Molto più delicata è la verifica previsionale dei limiti al differenziale che nascono soprattutto con l'intento di tutelare le persone da forti differenze di pressione sonora che potrebbero disturbare il riposo, oppure le normali attività quotidiane. Tali limiti infatti, dovrebbero essere verificati quando la sorgente è esistente, sul singolo recettore abitativo, all'interno nei luoghi più sensibili quali camere da letto e vani più esposti alla sorgente. Le misure andrebbero fatte a finestre aperte e chiuse accendendo e spegnendo la sorgente.

Purtroppo, da un punto di vista pratico, non è pensabile di poter fare delle misure preventive in tutti i recettori, per tutte le stanze e/o facciate di ciascun ricettore nelle diverse condizioni di ventosità e di immissione dell'impianto eolico.

Inoltre, è doveroso sottolineare che secondo 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 principio poiché si potrebbe dimostrare di riuscire agevolmente a soddisfare entrambe le condizioni di esclusione di applicabilità della legge quadro.

Tuttavia ai fini di una massima tutela e comprensione dell'impatto viene di seguito eseguita una valutazione previsionale dei limiti al differenziale per ogni singolo ricettore nelle ipotesi come meglio successivamente descritto.

5 Determinazione del Rumore Residuo L_R

5.1 Caratterizzazione del Rumore Residuo alle diverse velocità del vento

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. Infatti, quando il rumore residuo e quello immesso dalla turbina sono dello stesso ordine di grandezza, il secondo tende a perdersi nel primo.

Fonti del rumore residuo sono l'interazione del vento con l'orografia, la vegetazione e ostacoli solidi quali coperture e costruzioni edili, fienili, linee elettriche, ecc..., sia la presenza di attività umane quali traffico veicolare, rumori emessi da attività industriali, attività agricole, attività ludiche, ma anche dalla presenza di animali domestici, uccelli, ecc....

Il suo livello sonoro, dipende, dunque, da velocità e direzione del vento, dalla quantità di attività umane e anche dall'ora del giorno in cui le attività sono più o meno concentrate e legate a quel determinato periodo del giorno durante il quale si effettuano i rilievi.

In generale, il livello del rumore residuo aumenta in modo significativo all'aumentare della velocità del vento: sia il livello di emissione del rumore della turbina che il livello di pressione sonora ambientale sono funzioni della velocità del vento, pertanto se il rumore emesso dalla turbina eccede il livello sonoro residuo, dipende da come ciascuno di questi varia con la velocità del vento.

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 su un ambiente rurale 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:

$$L_R = aV_w + b$$

dove, la variabile predetta **L_R**, 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 **V_w** (velocità del vento in m/s) mediante una relazione di tipo lineare.

Le costanti **a** e **b** sono determinate sperimentalmente in corrispondenza dei ricettori considerati.

Per il sito oggetto della verifica i valori sono stati misurati a seguito di idonea campagna di misurazione di cui alle misure allegate.

I risultati dei rilievi compiuti presso i ricettori sono descritti nel **Par. 5.4** e riportati nell'**Allegato 2**.

5.2 Identificazione dei ricettori e dei punti di misura

Ai fini della previsione degli impatti indotti dall'impianto eolico di progetto e, in particolare, dell'impatto acustico, sono stati individuati, **con l'ausilio dei progettisti e tecnici della committenza ed a seguito di sopralluoghi di verifica**, i "ricettori sensibili", ciò in riferimento anche a quanto stabilito dal DPCM 14/11/97 e dalla Legge Quadro n.447/95 le quali stabiliscono **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 per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.Lgs. 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”.*

Alla luce di tale indicazione, il criterio utilizzato per individuare, tra i potenziali ricettori presenti nell'area considerata, quelli effettivamente da prendere in considerazione in quanto potenziali ricettori sensibili ai fini della presente valutazione previsionale di impatto acustico, è stato il seguente:

- 1) Rilievo dei manufatti in loco;
- 2) Localizzazione su cartografia aerofotogrammetrica e catastale;
- 3) Visura catastale dei manufatti;
- 4) Individuazione dei soli fabbricati censiti con categoria catastale "A" che corrisponde alla categoria delle civili abitazioni o censiti quali **fabbricati rurali** effettivamente abitati; eventuale individuazione di ulteriori ricettori sensibili quali case di cura, scuole, ospedali, ecc...

Per maggiore completezza, sono stati inoltre considerati quei fabbricati classificati con categoria catastale D/10 “fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole” e in qualche caso D/1 “opifici”; per tali tipologie di ricettori (R2, R4, R5, R6, R9, R11, R12, R13, R16, R17, R19, R20, R21 – cfr. Tabella 7), alla luce della loro destinazione e utilizzo (frequenziazione solo diurna), la verifica del rispetto dei valori di emissione, immissione e differenziale è stata svolta in riferimento al solo periodo di riferimento diurno (06:00 – 22:00).

Alla luce di tale indicazione, sono stati individuati **n. 21 ricettori, in qualche caso costituiti da raggruppamenti di ricettori laddove costituenti un unico nucleo di edifici**, rappresentati essenzialmente da **fabbricati rurali, edifici ad uso abitativo e fabbricati per attività agricole**, di cui si riporta di seguito la localizzazione, e presi in considerazione in quanto potenziali ricettori sensibili ai fini della presente valutazione previsionale di impatto acustico.

Comune	Ricettori potenziali	Est [m]	Nord [m]	Quota [m]	Categoria catastale
ISCHIA DI CASTRO	R1	728002,00	4712383,00	431,0	A/3
	R2	727931,00	4712331,00	429,0	D/10
CELLERE	R3	730231,00	4713317,00	460,0	A/2
	R4	730183,00	4713310,00	459,0	D/10
	R5	730167,00	4713268,00	460,0	D/10
ISCHIA DI CASTRO	R6	729341,00	4714112,00	487,0	D/10
CELLERE	R7	731119,00	4712339,00	526,0	F/2
	R8	730156,00	4712121,00	465,0	A/3
	R9	730242,00	4712521,00	463,0	D/10
	R10	730646,00	4712574,00	509,0	A/2
	R11	729603,00	4713139,00	462,0	D/10
	R12	729466,19	4713167,39	466,0	D/10
	R13	729111,14	4712773,23	449,0	D/10
ISCHIA DI CASTRO	R14	728661,00	4713079,00	454,0	A/7
	R15	728704,45	4713154,22	457,0	D/1 - D/10
CELLERE	R16	731515,43	4710896,19	454,0	C/2
	R17	730607,00	4710648,00	434,0	D/10
	R18	730553,00	4713558,00	471,0	-
	R19	731064,00	4709810,00	411,0	D/10
	R20	730952,00	4709059,00	402,0	D/1 - C/2
CELLERE	R21	728374,00	4711300,00	364,0	D/10

Tabella 7 – Individuazione dei ricettori.

La verifica dell'osservanza dei limiti sarà effettuata per i ricettori sensibili così individuati.

Ciò doverosamente premesso, complessivamente, i ricettori sensibili ricadenti nell'area vasta (buffer) individuata nella superficie data dall'unione delle aree di **800 m** di raggio centrate

sulla proiezione a terra dell'asse degli aerogeneratori di progetto, maggiormente esposti e presi in considerazione ai fini della presente valutazione previsionale di impatto acustico, sono quelli riportati negli stralci aerofotogrammetrici allegati (**cf. Allegato 1**) e nella **Tabella 8**; sono principalmente costituiti, come detto, da fabbricati rurali, da case isolate e/o fabbricati a servizio di attività agricole.

In Tabella 8 sono indicate le postazioni di misura per i rilievi fonometrici del Rumore Residuo LR in corrispondenza di alcuni ricettori sensibili individuati.

POSTAZIONI DI RILIEVO FONOMETRICO	COORDINATE		QUOTA [mt]
	UTM WGS 84 (FUSO 32)		
	EST	NORD	
P1	728603,00	4713116,00	499,0
P2	730020,00	4712033,00	458,0
P3	731149,00	4709837,00	412,0

Tabella 8 – Posizione dei punti di misura in prossimità dei ricettori in coordinate UTM WGS84.

Nelle **Tablelle 26 – 27 – 28 - 29 – 30** riportate successivamente sono riportate oltre alla posizione degli aerogeneratori (di progetto, esistenti in esercizio e autorizzati non realizzati) e dei ricettori considerati, le distanze (diagonale) tra i ricettori e gli aerogeneratori considerati.

5.3 Rilievi fonometrici del Rumore Residuo L_R

Per la determinazione del **Rumore Residuo L_R** (**rumore di fondo** attualmente presente nella zona) sono stati effettuati, dopo opportuni sopralluoghi, rilievi fonometrici **in corrispondenza** di alcuni ricettori sensibili individuati nell'area (**cf. Allegato 1**) sia nel periodo **diurno** che nel periodo **notturno**, in condizioni di velocità del vento al suolo non superiori a **5 m/s** e misure della durata tra i **20** e i **30 min** (**Postazioni P1, P2, P3**).

Le misure del **Rumore Residuo L_R** ottenute in tali postazioni, nel periodo diurno e notturno, **sono state considerate rappresentative del rumore residuo** dell'intera area interessata dall'installazione dell'impianto e **pertanto estese e prese a riferimento anche per gli altri ricettori sensibili presenti nell'area**.

In particolare, sono state effettuate campagne di misurazione del **Rumore Residuo L_R** in corrispondenza del ricettore **R14** nella **postazione P1**, in corrispondenza del ricettore **R8** nella **postazione P2**, in corrispondenza del ricettore **R19** nella **postazione P3** (- **cf. Allegato 1; Allegato 2**).

Le misure del **Rumore Residuo L_R** ottenute in corrispondenza del ricettore **R14** nella **postazione P1** (- **cf. Allegato 1; Allegato 2**), **alla luce delle caratteristiche simili dal punto di vista della rumorosità residua e quindi del clima acustico analogo**, sono state considerate **rappresentative anche del Rumore Residuo L_R** dei ricettori **R1, R2, R6, R11, R12, R13, R15 e R21** e quindi ad essi associate.

Analogamente, le misure del **Rumore Residuo L_R** ottenute in corrispondenza del ricettore **R8** nella **postazione P2** (- **cf. Allegato 1; Allegato 2**), sono state considerate **rappresentative anche del Rumore Residuo L_R** dei ricettori **R3, R4, R5, R7, R9, R10 e R18** e quindi ad essi associate; le misure del **Rumore Residuo L_R** ottenute in corrispondenza del ricettore **R19** nella **postazione P3** (- **cf. Allegato 1; Allegato 2**), sono state considerate **rappresentative anche del Rumore Residuo L_R** dei ricettori **R16, R17 e R20** e quindi ad essi associate.

Infatti, nel caso di gruppi di ricettori o di ricettori con caratteristiche simili dal punto di vista della rumorosità residua la misura presso un singolo ricettore è stata considerata rappresentativa anche di altri ricettori limitrofi.

Nella scelta delle posizioni di misura, sono stati utilizzati i seguenti criteri:

- **Accessibilità del punto di misura;**
- **Presenza di proprietà private con divieto di accesso;**
- **Rappresentatività della misura eseguita;**
- **Distribuzione dei punti di misura nell'area di studio.**

Nella **Tabella 9** che segue **è riportata la postazione di misura per i rilievi fonometrici ed i ricettori associati alle corrispondenti misure:**

POSTAZIONE DI RILIEVO	RICETTORI ASSOCIATI
P1	R1 - R2 - R6 - R11 - R12 - R13 - R14 - R15 - R21
P2	R3 - R4 - R5 - R7 - R8 - R9 - R10 - R18
P3	R16 - R17 - R19 - R20

Tabella 9 – Posizione dei punti di misura e ricettori associati alla misura.

Le tecniche e le modalità di misura sono stabilite dal DPCM 16/03/1998, con riferimento alle caratteristiche degli strumenti da utilizzare, alle condizioni climatiche necessarie per la validità delle misure e alla durata delle misure stesse.

5.3.1 Strumentazione impiegata

Il sistema di rilevamento utilizzato per la campagna di misurazione effettuata nel periodo **02 - 05/03/2022** è costituito da:

- Fonometro Integratore di Classe I conforme alla IEC 651 gruppo 1 ed alla IEC 804 gruppo 1, **Larson Davis - mod. L&D 831 – matricola 0001035.**
- Calibratore Acustico **Larson Davis - mod. L&D CAL 200 - matricola 4600**

La strumentazione di misura è rispondente ai requisiti richiesti **dall'art. 2 del Decreto Ministeriale del 16.03.1998 (cfr. Allegato 6)** essendo accompagnati da apposito certificato di taratura, LAT 185/10122 rilasciato in data 26/01/2021 dal Centro di Taratura LAT N° 185 “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 **Calibratore Acustico Larson – Davis** modello CAL 200, matricola n° 4600, anch'esso munito di apposito certificato di taratura LAT 185/10082, rilasciato in data 07/01/2021 dal Centro di Taratura LAT N° 185 “Sonora S.r.l.”.

Il sistema di misura utilizzato soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. Le misure sono state effettuate direttamente con un fonometro conforme alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994.

Il microfono utilizzato per le misure è conforme, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260), EN 61094-1/1994, EN 61094-1/1994, EN 61094-2/ 1993, EN 61094-3/1995, EN 61094-4/1995 ed il calibratore è conforme alle norme CEI 29-4.

La strumentazione è stata controllata con un calibratore di classe 1, prima e dopo ogni ciclo di misura secondo la norma IEC 942/1988 dando differenze inferiori a 0.5 dB.

In allegato sono riportati i certificati di taratura relativa alla strumentazione in esame (**cfr. Allegato 6**).

5.3.2 Modalità di rilevazione

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.

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 fase 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.

Il rilevamento è stato effettuato misurando il Livello sonoro continuo equivalente ponderato in curva A, come è previsto nelle disposizioni tecniche del D.P.C.M. 16/03/1998.

Particolare attenzione è stata posta anche nella scelta dei punti adatti all’esecuzione dei rilievi.

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 ed essendo le misurazioni finalizzate alla valutazione del **rumore residuo indicativo dell’intera area in esame**, sono state scelte delle postazioni rappresentative delle condizioni acustiche dell’area, in prossimità dei ricettori sensibili individuati.

I rilievi fonometrici sono stati eseguiti nel periodo **02 - 05 marzo 2022**, in condizioni meteorologiche normali, sia nel periodo **diurno** che nel periodo **notturno**, in condizioni di **velocità del vento al suolo** non superiori a **5 m/s** e misure della durata tra i **20** e i **30 min**.

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 eseguiti il microfono, corredato di cuffia antivento, 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.

L'operatore, durante l'esecuzione delle misure, si è mantenuto ad una distanza minima di 3 metri dal microfono.

Le misure sono state arrotondate a 0,5 dB.

Prima di dar corso ai rilievi si è proceduto alla calibrazione della catena di misura. L'operazione è stata eseguita con l'ausilio di un 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.

La strumentazione utilizzata fornisce la rilevazione del livello sonoro equivalente, ossia del livello di pressione sonora costante in grado di produrre gli stessi effetti sull'udito di un livello sonoro variabile in un determinato intervallo di tempo T_e di misura.

Il calcolo dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento ($L_{Aeq,TR}$) è stato seguito con tecniche di campionamento.

Il valore $L_{Aeq,TR}$ viene calcolato come media dei valori dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A" relativo agli interventi nel tempo di osservazione (T_o)i.

Il valore di $L_{Aeq,TR}$ è dato dalla relazione:

$$L_{Aeq,TR} = 10 * \log_{10} \left[\frac{1}{T_R} \sum (T_o)_i * 10^{0,1L_{AEQ,T_{oi}}} \right] \text{dB(A)}$$

In pratica, nel caso in esame, essendo l'impianto supposto in funzione 24/24 ore, il valore di immissione coincide con il valore di rumorosità ambientale.

In relazione al **periodo 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.

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. **TR diurno** (06.00 ÷ 22.00) e **notturno** (22.00 ÷ 06.00);
2. **To** preso in modo da verificare le condizioni di rumorosità da valutare;
3. **T_M** estendendosi, per ogni misura, per un tempo compreso tra i **20** e i **30 min**, in modo da rendere le misure rappresentative del fenomeno da studiare.

Per la misura del vento al suolo si è adoperato un **anemometro portatile digitale** WINDMASTER 2 della Kindl Electronic, con display LCD, funzioni di velocità attuale, velocità media, velocità massima del vento, barografo Beaufort, visualizzazione dati in Km/h, KTS, M/S, MPH, range di misurazione 2,5-150 Km/h (1,3-81 KTS), range temperatura di esercizio -20/+50 °C, sensore a coppe protetto all'interno di una gabbia d'acciaio, esposta a 360°.

5.4 Valori del Rumore Residuo (ante operam)

Nella seguente **Tabella 10** sono riportati i valori analitici del **Rumore Residuo L_R** misurati per l'impianto eolico di progetto sia in condizioni diurne che notturne, nelle postazioni di misura **P1, P2 e P3** riportate nel **Paragrafo 5.3. - Tabella 9**.

Le misure sono state arrotondate a 0,5 dB come previsto nelle disposizioni tecniche del D.P.C.M. 16/03/1998.

Lo scopo della campagna di misura è stato quello di poter disporre per una stessa postazione di almeno due misure con diverse condizioni di ventosità, al fine di poter estrapolare i dati di dipendenza dal vento in base alla legge di regressione lineare nota in letteratura, caratterizzandone le costanti.

Inoltre, come detto, nel caso di gruppi di ricettori o di ricettori con caratteristiche simili dal punto di vista della rumorosità residua, la misura presso un singolo ricettore nella postazione individuata, è stata considerata rappresentativa anche degli altri ricettori limitrofi.

Nella seguente **Tabella 10** si riportano i risultati delle misure fonometriche eseguite ed i **ricettori associati** alla misura.

Postazione di misura	Ricettori associati	RUMORE RESIDUO - PERIODO DIURNO						RUMORE RESIDUO - NOTTURNO					
		Data di misura	Tempo di osservazione (TO)	Tempo di misura (TM)	Livello di rumore misurato dB(A)	Livello di rumore corretto dB(A)	V _w al suolo (m/s)	Data di misura	Tempo di osservazione (TO)	Tempo di misura (TM)	Livello di rumore misurato dB(A)	Livello di rumore corretto dB(A)	V _w al suolo (m/s)
P1	R1 - R2 - R6 - R11 - R12 - R13 - R14 - R15 - R21	02/03/2022	06:00 - 22:00	10:35 - 10:55	35,8	36,0	4,2	02/03/2022	22:00 - 06:00	22:20 - 22:42	30,7	30,5	1,2
		02/03/2022	06:00 - 22:00	11:45 - 12:05	32,9	33,0	2,7	02/03/2022	22:00 - 06:00	23:25 - 23:45	32,2	32,0	1,5
		02/03/2022	06:00 - 22:00	13:05 - 13:25	34,3	34,5	2,8	03/03/2022	22:00 - 06:00	00:35 - 00:57	33,7	33,5	3,4
		02/03/2022	06:00 - 22:00	18:30 - 18:50	32,2	32,0	1,3	03/03/2022	22:00 - 06:00	01:10 - 01:32	35,7	35,5	4,4
P2	R3 - R4 - R5 - R7 - R8 - R9 - R10 - R18	03/03/2022	06:00 - 22:00	09:30 - 09:51	37,2	37,0	3,4	03/03/2022	22:00 - 06:00	22:04 - 22:27	33,2	33,0	1,4
		03/03/2022	06:00 - 22:00	11:17 - 11:38	35,7	35,5	2,4	03/03/2022	22:00 - 06:00	22:54 - 23:19	35,2	35,0	2,3
		03/03/2022	06:00 - 22:00	13:16 - 13:36	35,3	35,5	1,7	04/03/2022	22:00 - 06:00	00:40 - 01:02	37,1	37,0	4,8
		03/03/2022	06:00 - 22:00	16:41 - 17:06	34,0	34,0	1,4	04/03/2022	22:00 - 06:00	01:40 - 02:02	37,7	37,5	4,5
P3	R16 - R17 - R19 - R20	04/03/2022	06:00 - 22:00	10:45 - 11:08	36,1	36,0	4,5	04/03/2022	22:00 - 06:00	22:15 - 22:42	33,1	33,0	2,4
		04/03/2022	06:00 - 22:00	13:15 - 13:36	37,6	37,5	4,3	04/03/2022	22:00 - 06:00	23:13 - 23:38	31,6	31,5	2,3
		04/03/2022	06:00 - 22:00	16:33 - 16:53	35,4	35,5	3,1	05/03/2022	22:00 - 06:00	00:38 - 01:06	30,9	31,0	1,7
		04/03/2022	06:00 - 22:00	21:17 - 21:42	33,2	33,0	2,0	05/03/2022	22:00 - 06:00	01:33 - 02:04	30,2	30,0	0,7

Tabella 10 – Livelli di Rumore Residuo L_R misurati (periodo diurno e notturno) e **ricettori associati**.

In generale, in aree a carattere prevalentemente agricole, analoghe a quella in esame, il rumore di fondo è sostanzialmente generato dal passaggio delle autovetture, dalla tipologia dell'asfalto, dal regime fluidodinamico del vento e da svariati altri fattori che influenzano in maniera significativa, il valore della misura quali vicinanza di avifauna in canto, presenza di vegetazione che provoca fruscii, ecc. Ne risulta pertanto che le misurazioni effettuate possono variare nel tempo a seconda del variare delle condizioni di misura indipendenti dall'operatore. Per l'area in esame dai rilievi in situ si è osservato che le principali sorgenti di rumore sono riconducibili all'avifauna in canto, al fruscio delle piante e all'attività antropica in genere.

Dalle misure eseguite presso ogni postazione fonometrica si sono resi disponibili **quattro valori** del livello equivalente di pressione sonora pesato A, per diverse velocità del vento al suolo.

Tale disponibilità ha consentito, in fase di elaborazione dei dati, di calcolare i valori del livello equivalente di pressione sonora pesato A per ogni singola postazione fonometrica in funzione della velocità del vento utilizzando, come detto, una **regressione lineare semplice**.

Le misure così acquisite sono state depurate dai dati derivanti da eventi sonori atipici, anomali e/o accidentali e in grado di alterare la rumorosità registrata, e successivamente correlate alle diverse velocità del vento al suolo (da 0 a 5 m/s) rilevate in prossimità del ricettore stesso (ad una quota di 3 m dal piano campagna), nella postazione fonometrica individuata.

In alcuni casi, il passaggio proprio in prossimità della strumentazione di misura di automezzi (auto, trattori) o di aerei in lontananza ha falsato la misura del rumore residuo reale dell'area; in tali casi, pertanto, al fine di ottenere un valore della misura non falsato, si è provveduto ad eliminare/mascherare il rilevamento nell'intervallo anomalo corrispondente ai passaggi di tali mezzi.

Per ciascun periodo di riferimento (diurno e notturno) e per ciascuna postazione fonometrica prescelta, sono stati prodotti diagrammi a dispersione recanti i valori di L_R in funzione dei valori di velocità del vento al suolo misurati (da 0 a 5 m/s), e per ciascun periodo di riferimento è stata calcolata la retta di regressione lineare per interpolare i dati acquisiti; **in tal modo, tale retta, è stata utilizzata per estrapolare i dati anche per quelle classi di velocità vento superiori ai 5 m/s.**

Nei seguenti grafici (Figg. 9 – 10, 11 – 12, 13 – 14), per ciascun periodo di riferimento e per la postazione fonometrica individuata, è rappresentato l'andamento della retta di regressione lineare del rumore residuo in funzione della variazione della velocità del vento al suolo; inoltre,

nelle **Tabelle 11, 12 e 13** che seguono si è provveduto a tabulare le corrispondenti rette di regressione (periodo diurno e notturno) per la postazione fonometrica individuata.

POSTAZIONE P1

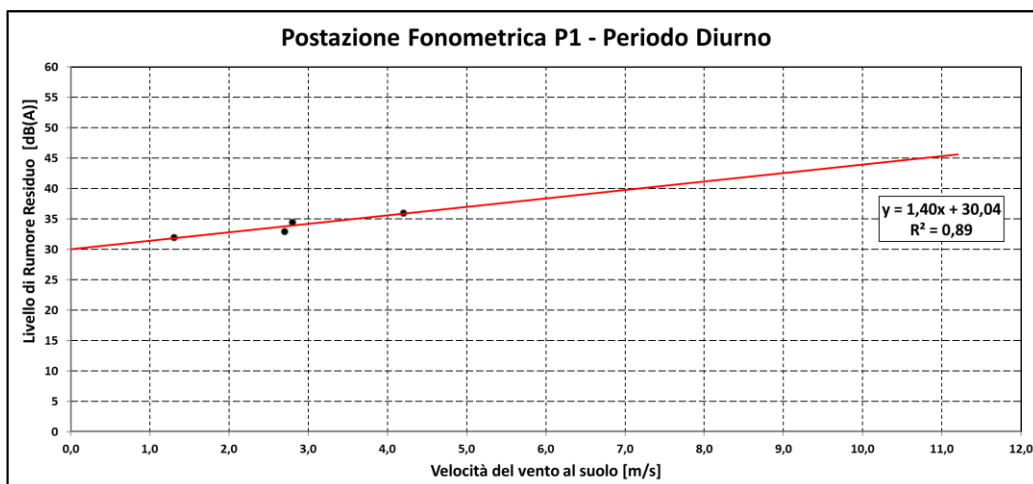


Figura 9 – Regressione lineare dei valori di rumore residuo misurati in funzione della velocità del vento al suolo (periodo diurno – Postazione 1).

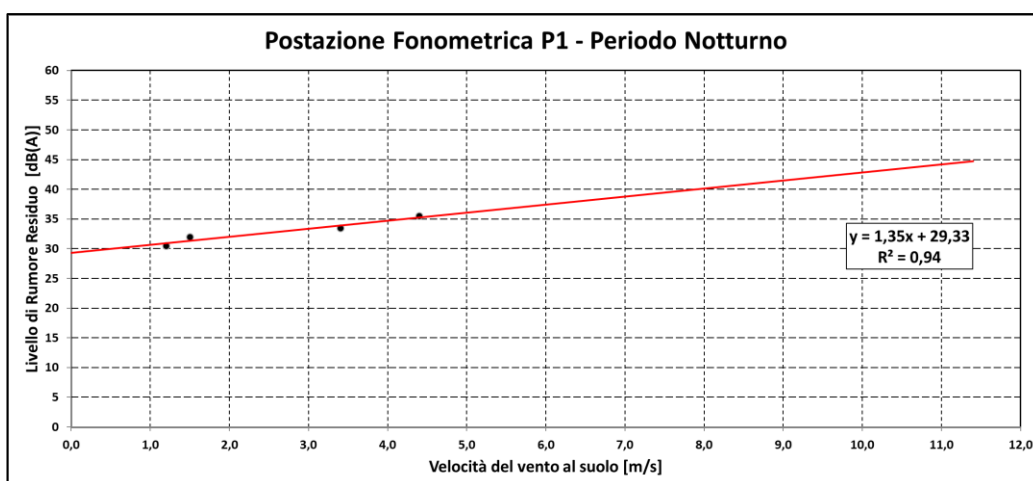


Figura 10 – Regressione lineare dei valori di rumore residuo misurati in funzione della velocità del vento al suolo (periodo notturno – Postazione 1).

Retta di regressione (Periodo Diurno)				Retta di regressione (Periodo Notturno)			
a	b	V _w al suolo (m/s)	L _R dB(A)	a	b	V _w al suolo (m/s)	L _R dB(A)
1,40	30,04	0,0	30,0	1,35	29,33	0,0	29,3
1,40	30,04	1,0	31,4	1,35	29,33	1,0	30,7
1,40	30,04	2,0	32,8	1,35	29,33	2,0	32,0
1,40	30,04	3,0	34,2	1,35	29,33	3,0	33,4
1,40	30,04	4,0	35,6	1,35	29,33	4,0	34,7
1,40	30,04	5,0	37,0	1,35	29,33	5,0	36,1
1,40	30,04	6,0	38,4	1,35	29,33	6,0	37,4
1,40	30,04	7,0	39,8	1,35	29,33	7,0	38,8
1,40	30,04	8,0	41,2	1,35	29,33	8,0	40,1
1,40	30,04	9,0	42,6	1,35	29,33	9,0	41,5
1,40	30,04	10,0	44,0	1,35	29,33	10,0	42,8

Tabella 11 – Tabulazioni Rette di regressione (periodo diurno e notturno – Postazione 1 – ricettori associati R1, R2, R6, R11, R12, R13, R14, R15, R21).

POSTAZIONE P2

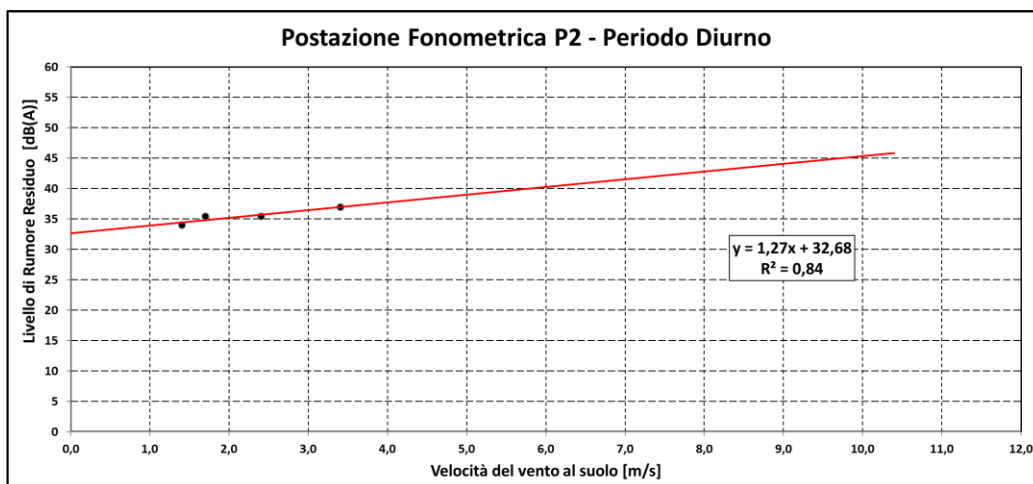


Figura 11 – Regressione lineare dei valori di rumore residuo misurati in funzione della velocità del vento al suolo (periodo diurno – Postazione 2).

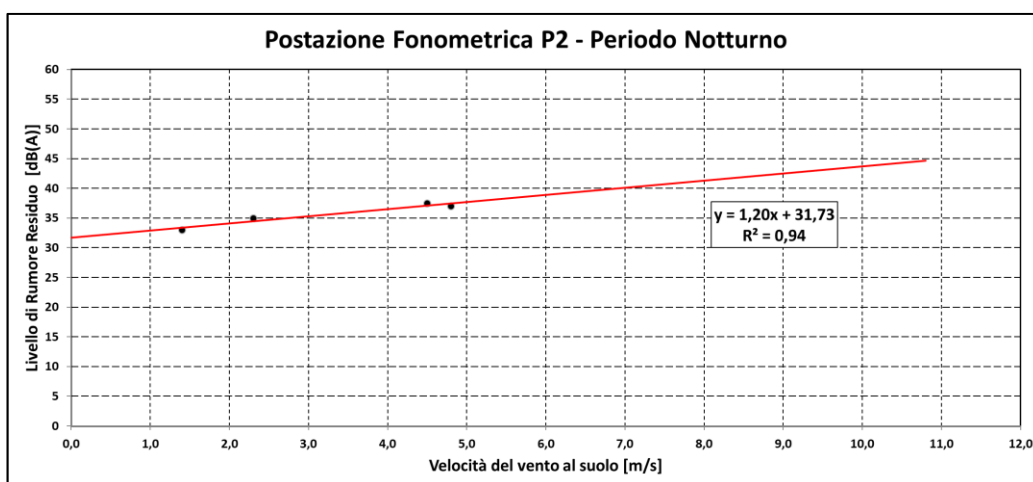


Figura 12 – Regressione lineare dei valori di rumore residuo misurati in funzione della velocità del vento al suolo (periodo notturno – Postazione 2).

Retta di regressione (Periodo Diurno)				Retta di regressione (Periodo Notturno)			
a	b	V _w al suolo (m/s)	L _R dB(A)	a	b	V _w al suolo (m/s)	L _R dB(A)
1,27	32,68	0,0	32,7	1,20	31,73	0,0	31,7
1,27	32,68	1,0	34,0	1,20	31,73	1,0	32,9
1,27	32,68	2,0	35,2	1,20	31,73	2,0	34,1
1,27	32,68	3,0	36,5	1,20	31,73	3,0	35,3
1,27	32,68	4,0	37,8	1,20	31,73	4,0	36,5
1,27	32,68	5,0	39,0	1,20	31,73	5,0	37,7
1,27	32,68	6,0	40,3	1,20	31,73	6,0	38,9
1,27	32,68	7,0	41,6	1,20	31,73	7,0	40,1
1,27	32,68	8,0	42,8	1,20	31,73	8,0	41,3
1,27	32,68	9,0	44,1	1,20	31,73	9,0	42,5
1,27	32,68	10,0	45,4	1,20	31,73	10,0	43,7

Tabella 12 – Tabulazioni Rette di regressione (periodo diurno e notturno – Postazione 2 – ricettori associati R3, R4, R5, R7, R8, R9, R10, R18).

POSTAZIONE P3

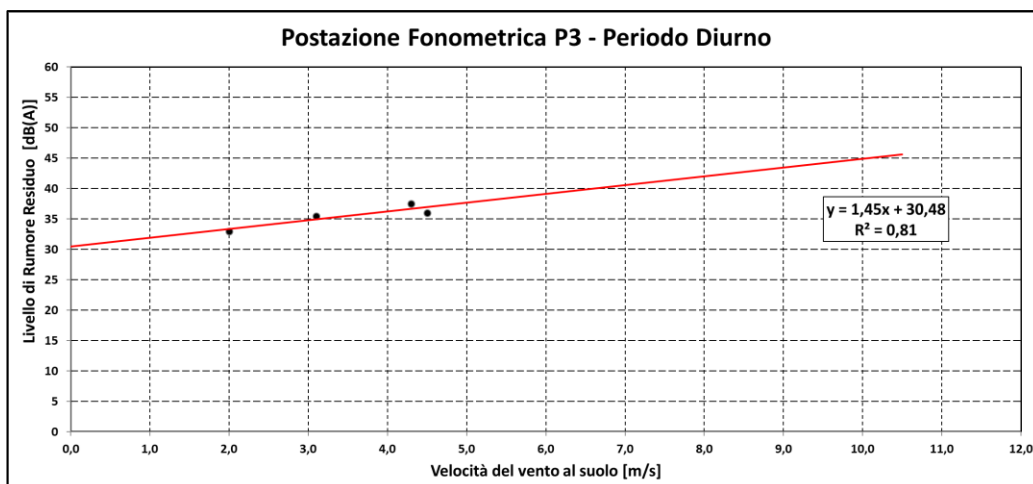


Figura 13 – Regressione lineare dei valori di rumore residuo misurati in funzione della velocità del vento al suolo (periodo diurno – Postazione 3).

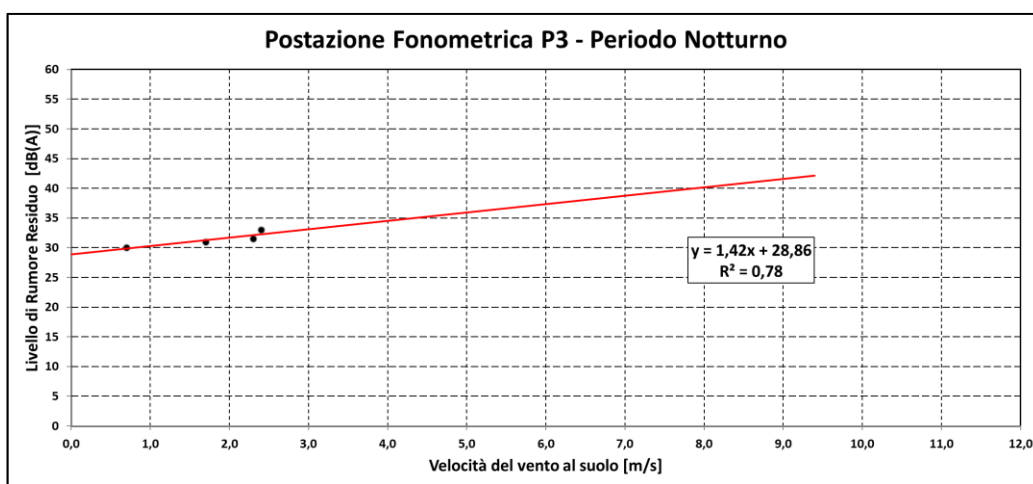


Figura 14 – Regressione lineare dei valori di rumore residuo misurati in funzione della velocità del vento al suolo (periodo notturno – Postazione 3).

Retta di regressione (Periodo Diurno)				Retta di regressione (Periodo Notturno)			
a	b	V _w al suolo (m/s)	L _R dB(A)	a	b	V _w al suolo (m/s)	L _R dB(A)
1,45	30,48	0,0	30,5	1,42	28,86	0,0	28,9
1,45	30,48	1,0	31,9	1,42	28,86	1,0	30,3
1,45	30,48	2,0	33,4	1,42	28,86	2,0	31,7
1,45	30,48	3,0	34,8	1,42	28,86	3,0	33,1
1,45	30,48	4,0	36,3	1,42	28,86	4,0	34,5
1,45	30,48	5,0	37,7	1,42	28,86	5,0	36,0
1,45	30,48	6,0	39,2	1,42	28,86	6,0	37,4
1,45	30,48	7,0	40,6	1,42	28,86	7,0	38,8
1,45	30,48	8,0	42,1	1,42	28,86	8,0	40,2
1,45	30,48	9,0	43,5	1,42	28,86	9,0	41,6
1,45	30,48	10,0	45,0	1,42	28,86	10,0	43,1

Tabella 13 – Tabulazioni Rette di regressione (periodo diurno e notturno – Postazione 3 – ricettori associati R16, R17, R19, R20).

Una volta tabulate le rette di regressione (per il periodo diurno e notturno) e alla luce delle considerazioni descritte nel successivo **Par. 5.5**, si è proceduto alla verifica dei **limiti di emissione e assoluti di immissione diurni e notturni presso i ricettori considerati e del criterio differenziale (Par. 7).**

La tipologia di aerogeneratore scelta dalla Cogein Energy S.r.l., è del tipo **Vestas V162 – 6,0 MW**, con altezza al mozzo pari a **119,0 mt** e diametro del rotore pari a **162,0 mt**.

Pertanto, nel presente studio, ai fini dell'analisi di previsione di impatto acustico, per gli aerogeneratori di progetto della società Cogein Energy S.r.l., sarà preso in considerazione tale modello di aerogeneratore, con caratteristiche tecniche come descritte nel successivo Par. 6.4.

5.5 Considerazioni sui valori del Rumore Residuo misurati

Come detto, oltre agli aerogeneratori di progetto della società Cogein Energy S.r.l., nel presente lavoro sono stati presi in considerazione **anche gli aerogeneratori esistenti in esercizio e gli aerogeneratori autorizzati ma non ancora realizzati ricadenti nell'area data dall'unione delle aree aventi raggio di 3.000 mt e centrate sulla proiezione a terra dell'asse degli aerogeneratori di progetto e, nel caso in oggetto, ricadenti nei comuni di Cellere (VT) e Piansano (VT) (- cfr. Allegato 1)**, ciò al fine di valutare sui ricettori individuati il possibile effetto cumulato delle diverse pale considerate.

Nella **Tabella 14** seguente sono riportati gli **aerogeneratori esistenti in esercizio** e gli **aerogeneratori autorizzati ma non ancora realizzati** individuati; **trattasi di aerogeneratori minieolici**.

Comune	Aerogeneratore	Stato	Coordinate UTM WGS 84		Altezza mozzo [m]
			Est [m]	Nord [m]	
CELLERE	MIN01	esistente in esercizio	730906,00	4712892,00	40,0
	MIN02	esistente in esercizio	730905,00	4712981,00	36,0
	MIN03	esistente in esercizio	731046,00	4713001,00	40,0
	MIN04	esistente in esercizio	730806,00	4712753,00	40,0
PIANSANO	MIN05	esistente in esercizio	731732,00	4709917,00	40,0
	MIN06	esistente in esercizio	731609,00	4709238,00	40,0
	MIN07	esistente in esercizio	731999,00	4709387,00	40,0
	MIN08	esistente in esercizio	732060,00	4709044,00	40,0
	MIN09	esistente in esercizio	732388,00	4709613,00	40,0
CELLERE	MIN10	esistente in esercizio	730347,00	4710138,00	40,0
	MIN11	esistente in esercizio	730327,00	4710245,00	40,0
	MIN12	esistente in esercizio	730323,00	4710353,00	40,0
	MIN13	esistente in esercizio	730313,00	4710470,00	40,0
	MIN14	esistente in esercizio	730306,00	4710582,00	40,0
	MIN15	esistente in esercizio	730290,00	4710741,00	40,0
	MIN16	esistente in esercizio	730338,00	4710895,00	40,0
	MIN17	esistente in esercizio	729288,00	4712515,00	40,0
	MIN18	esistente in esercizio	729463,00	4712499,00	40,0
	MIN19	esistente in esercizio	729051,00	4712849,00	40,0
	MIN20	esistente in esercizio	729360,00	4713225,00	40,0
PIANSANO	MIN21	esistente in esercizio	732700,00	4708478,00	40,0
	MIN22	esistente in esercizio	733948,00	4709701,00	40,0
CELLERE	MIN23	esistente in esercizio	731122,00	4713132,00	40,0
PIANSANO	MIN24	esistente in esercizio	733878,00	4710506,00	40,0

Comune	Aerogeneratore	Stato	Coordinate UTM WGS 84		Altezza mozzo [m]
			Est [m]	Nord [m]	
CELLERE	MIN25	esistente in esercizio	729930,00	4711079,00	70,0
	MIN26	esistente in esercizio	729388,00	4713350,00	40,0
	MIN27	autorizzato non realizzato	729775,00	4713221,00	67,0
	MIN28	autorizzato non realizzato	730625,00	4713185,00	40,0
	MIN29	autorizzato non realizzato	730526,00	4711367,00	40,0
	MIN30	esistente in esercizio	730989,00	4711132,00	70,0
	MIN31	autorizzato non realizzato	729365,00	4712651,00	37,0
	MIN32	autorizzato non realizzato	731472,00	4708508,00	28,0
	MIN33	autorizzato non realizzato	730374,00	4711445,00	30,0
	MIN34	autorizzato non realizzato	731503,00	4708458,00	30,0
	MIN35	autorizzato non realizzato	730391,00	4711173,00	40,0
	MIN36	autorizzato non realizzato	730865,00	4709113,00	46,0
	MIN37	esistente in esercizio	729626,00	4712667,00	36,0
	MIN38	esistente in esercizio	730777,00	4713373,00	50,0
	MIN39	autorizzato non realizzato	730859,00	4712760,00	30,0
	MIN40	autorizzato non realizzato	730035,00	4711204,00	40,0
	MIN41	autorizzato non realizzato	729249,00	4712442,00	37,0
MIN42	autorizzato non realizzato	730150,00	4708581,00	46,0	
MIN43	autorizzato non realizzato	730522,00	4709314,00	46,0	

Tabella 14 – Aerogeneratori minieolici esistenti in esercizio e autorizzati non ancora realizzati considerati nel raggio di 3,0 km.

Gli aerogeneratori esistenti (ed in esercizio) individuati, come noto, costituiscono una componente del **Rumore Residuo L_R** , essendo parte integrante delle condizioni ambientali al momento della loro rappresentazione.

Tuttavia, **durante le misure del Rumore Residuo effettuate in loco**, data la evidente variabilità della ventosità locale, normalmente si riscontra che in taluni periodi di misura **le pale esistenti individuate non sono in esercizio, in altri periodi solo alcune lo sono, in altri periodi lo sono tutte.**

Si ritiene pertanto che il rumore residuo così misurato non possa essere considerato rappresentativo anche del contributo complessivo di tutti gli aerogeneratori esistenti in esercizio.

Pertanto, adottando un approccio cautelativo, si è considerato il **Rumore Residuo rilevato** privo del contributo delle pale esistenti in esercizio, alle diverse condizioni di vento presenti (-cfr. Tabella 15); a tale scopo, **le postazioni di misura P1, P2 e P3 rispettivamente nei pressi dei ricettori R14, R8 e R19 sono state individuate a distanze dalle pale esistenti**

tali che i rilievi effettuati si possano considerare non influenzati dal loro contributo emissivo e quindi possano considerarsi privi del contributo degli aerogeneratori esistenti.

Successivamente, a tale rumore, si è sommata (con dati derivanti dalle schede tecniche degli aerogeneratori esistenti in esercizio e autorizzati ma non ancora realizzati o schede di modelli analoghi **come riportato nel par. 6.4)** la **stima del contributo emissivo, alle diverse velocità del vento, degli aerogeneratori esistenti in esercizio e autorizzati ma non ancora realizzati nel raggio di 3,0 km, considerati in esercizio tutti contemporaneamente.**

Il valore così ottenuto, somma logaritmica del **Rumore Residuo rilevato** (considerato privo del contributo degli aerogeneratori esistenti) e **della stima del valore di emissione degli aerogeneratori esistenti in esercizio e degli aerogeneratori autorizzati ma non ancora realizzati**, alle diverse velocità del vento, è stato considerato rappresentativo del **Rumore Residuo L_R** e preso in considerazione per le successive analisi.

Ciò premesso, nelle ipotesi sopra descritte, i valori di **Rumore Residuo L_R complessivo** alle diverse velocità del vento, nei periodi diurni e notturni, nei pressi dei ricettori sensibili individuati, sono riportati nella **Tabella 16**.

Identificativo ricettore	Rumore Residuo rilevato dB(A) [privo del contributo degli aerogeneratori esistenti in esercizio]									
	Periodo diurno					Periodo notturno				
	Velocità del vento (m/s)					Velocità del vento (m/s)				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
R1	38,4	39,8	41,2	42,6	44,0	37,4	38,8	40,1	41,5	42,8
R2	38,4	39,8	41,2	42,6	44,0	37,4	38,8	40,1	41,5	42,8
R3	40,3	41,6	42,8	44,1	45,4	38,9	40,1	41,3	42,5	43,7
R4	40,3	41,6	42,8	44,1	45,4	38,9	40,1	41,3	42,5	43,7
R5	40,3	41,6	42,8	44,1	45,4	38,9	40,1	41,3	42,5	43,7
R6	38,4	39,8	41,2	42,6	44,0	37,4	38,8	40,1	41,5	42,8
R7	40,3	41,6	42,8	44,1	45,4	38,9	40,1	41,3	42,5	43,7
R8	40,3	41,6	42,8	44,1	45,4	38,9	40,1	41,3	42,5	43,7
R9	40,3	41,6	42,8	44,1	45,4	38,9	40,1	41,3	42,5	43,7
R10	40,3	41,6	42,8	44,1	45,4	38,9	40,1	41,3	42,5	43,7
R11	38,4	39,8	41,2	42,6	44,0	37,4	38,8	40,1	41,5	42,8
R12	38,4	39,8	41,2	42,6	44,0	37,4	38,8	40,1	41,5	42,8
R13	38,4	39,8	41,2	42,6	44,0	37,4	38,8	40,1	41,5	42,8
R14	38,4	39,8	41,2	42,6	44,0	37,4	38,8	40,1	41,5	42,8
R15	38,4	39,8	41,2	42,6	44,0	37,4	38,8	40,1	41,5	42,8
R16	39,2	40,6	42,1	43,5	45,0	37,4	38,8	40,2	41,6	43,1
R17	39,2	40,6	42,1	43,5	45,0	37,4	38,8	40,2	41,6	43,1
R18	40,3	41,6	42,8	44,1	45,4	38,9	40,1	41,3	42,5	43,7
R19	39,2	40,6	42,1	43,5	45,0	37,4	38,8	40,2	41,6	43,1
R20	39,2	40,6	42,1	43,5	45,0	37,4	38,8	40,2	41,6	43,1
R21	38,4	39,8	41,2	42,6	44,0	37,4	38,8	40,1	41,5	42,8

Tabella 15 – Rumore Residuo rilevato privo del contributo delle pale esistenti in esercizio.

Identificativo ricettore	Rumore Residuo complessivo L _R dB(A) [Somma del Rumore Residuo rilevato privo del contributo degli aerogeneratori esistenti in esercizio e della stima cumulativa del contributo emissivo dovuto ad altri aerogeneratori esistenti in esercizio e autorizzati ma non ancora realizzati]									
	Periodo <u>diurno</u>					Periodo <u>notturno</u>				
	Velocità del vento (m/s)					Velocità del vento (m/s)				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
R1	38,5	39,9	41,3	42,7	44,1	37,5	38,9	40,2	41,6	42,9
R2	38,5	39,9	41,3	42,7	44,1	37,5	38,9	40,2	41,6	42,9
R3	41,6	42,8	43,9	45,2	46,4	40,6	41,7	42,8	44,0	45,2
R4	41,6	42,7	43,9	45,2	46,4	40,6	41,6	42,8	44,0	45,1
R5	41,6	42,8	43,9	45,2	46,4	40,6	41,7	42,8	44,0	45,2
R6	38,8	40,1	41,5	42,9	44,3	37,8	39,2	40,5	41,8	43,1
R7	41,0	42,2	43,4	44,8	46,1	39,8	40,9	42,2	43,4	44,8
R8	40,9	42,1	43,3	44,6	46,0	39,7	40,8	42,0	43,2	44,5
R9	41,1	42,3	43,5	44,8	46,1	39,9	41,0	42,2	43,5	44,8
R10	42,2	43,3	44,6	46,0	47,4	41,4	42,4	43,6	45,0	46,5
R11	42,8	43,9	45,0	46,3	47,5	42,5	43,5	44,6	45,8	47,0
R12	44,2	45,1	46,4	47,7	49,2	44,0	44,8	46,1	47,4	48,8
R13	43,9	44,9	46,2	47,8	49,6	43,7	44,6	45,9	47,5	49,3
R14	39,2	40,5	41,8	43,3	44,7	38,3	39,6	40,9	42,3	43,7
R15	39,2	40,5	41,9	43,3	44,7	38,4	39,7	40,9	42,4	43,7
R16	39,7	41,0	42,5	43,9	45,4	38,1	39,4	40,8	42,2	43,6
R17	41,8	42,9	44,3	45,8	47,4	40,9	41,9	43,3	44,8	46,4
R18	42,1	43,2	44,3	45,6	46,7	41,2	42,2	43,3	44,5	45,6
R19	39,9	41,2	42,7	44,1	45,6	38,4	39,7	41,1	42,5	44,0
R20	45,3	46,3	47,3	48,4	49,4	44,9	45,9	46,9	47,9	48,8
R21	38,5	39,9	41,3	42,7	44,1	37,5	38,9	40,2	41,6	42,9

Tabella 16 – Rumore Residuo complessivo considerato.

6 Valutazione previsionale dell'impatto acustico

6.1 La propagazione del suono in campo libero

Nell'aria libera il suono si propaga uniformemente in tutte le direzioni, le onde sonore si allontanano dalla sorgente subendo il fenomeno della divergenza geometrica, ovvero dell'attenuazione dovuta al fatto che aumentando la distanza aumenta la superficie di propagazione e di conseguenza la potenza dell'emissione sonora diminuisce d'intensità.

La propagazione del rumore dipende dal tipo di sorgente sonora; in un ambiente aperto (senza riflessioni) valgono i seguenti criteri:

- **Sorgenti piane:** il livello sonoro decresce a breve distanza, poi progressivamente diminuisce fino a 6 dB per ogni raddoppiamento della distanza sorgente-ricettore;
- **Sorgenti lineari:** il livello sonoro decresce inizialmente di 3 dB per ogni raddoppiamento della distanza sorgente-ricettore, poi progressivamente fino a 6 dB per ogni raddoppiamento;
- **Sorgenti omnidirezionali:** il livello sonoro diminuisce di 6 dB per ogni raddoppiamento della distanza sorgente-ricettore.

Nelle situazioni più ordinarie il rumore si propaga nell'ambiente aereo che la circonda con modalità riconducibili a queste tipologie fondamentali:

- Propagazione secondo onde piane (ad esempio in prossimità di superfici piane irradianti rumore, o, in prima approssimazione, all'interno di un canale di sezione costante);
- Propagazione secondo onde cilindriche (determinata da sorgenti sonore lineari, ad es. tubazioni);
- Propagazione secondo onde sferiche (causata ad es. da sorgenti omnidirezionali in un ambiente omogeneo).

La propagazione acustica nella realtà assume modalità più complesse in relazione a:

- Caratteristiche di direttività della sorgente sonora;
- Caratteristiche ambientali (riflessioni, assorbimento e diffusione causati da elementi presenti nell'ambiente, condizioni metereologiche, morfologia del terreno, vegetazione, ecc.).

Le relazioni utilizzate per calcolare il livello di pressione sonora generato da una sorgente nel suo intorno sono quindi funzione dell'ambiente in cui si trova la sorgente e della sorgente stessa.

Nel caso generale di **propagazione all'aperto** si può considerare la relazione:

$$L_p = L_w + D - A_{div} - \sum_i A_i$$

dove:

- “ L_p ” L_p il livello di pressione sonora nella posizione del ricevitore;
- “ L_w ” L_w rappresenta il livello di potenza sonora della sorgente;
- “ $D=10\log Q$ ” è definito come l’Indice di Direttività [dB]; Q =fattore di direttività L_w ;
- A_{div} = Attenuazione per divergenza geometrica;
- $\sum_i A_i$ = ulteriori fattori di attenuazione.

In particolare, come detto, l’indice di direttività di una sorgente è dato dalla relazione $D = 10\log Q$, dove il valore del **fattore di direttività Q**, può essere inteso come rapporto tra l’intensità sonora in un punto ad una certa distanza dalla sorgente in esame e l’intensità sonora che si sarebbe avuta nello stesso punto nel caso di sorgente sonora omnidirezionale (si suppone, ovviamente, che entrambe le sorgenti emettano la stessa potenza sonora).

Quindi il fattore Q serve a computare gli effetti legati all’esistenza di superfici riflettenti, responsabili di incrementi del livello di pressione sonora generati da una propagazione “preferenziale” dell’energia nell’intorno della sorgente considerata.

A tal proposito, in **Fig. 15**, si riportano i valori assunti dal parametro Q e di conseguenza quelli assunti dal parametro D, in relazione alla posizione assunta dalla sorgente (casistica per sorgenti puntiformi omnidirezionale).

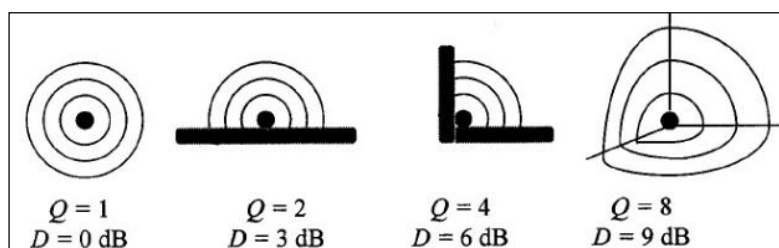


Figura 15 – Curve iso-intensità, fattori (Q) ed indici di direttività (D) in funzione della posizione di una sorgente puntiforme omnidirezionale

Nella presente relazione si considera un Indice di direttività $D=10\log Q=0$ (nullo), poiché si assimila l’aerogeneratore ad una sorgente puntiforme in campo libero (omnidirezionale sospesa a mezz’aria) che irradia una potenza sonora indipendente dall’ambiente in cui la stessa viene collocata, l’energia totale è distribuita su di una superficie sferica avente come centro la sorgente stessa.

È importante osservare che la schematizzazione di sorgenti sonore più complesse (parco eolico), possano sempre essere studiate con la sovrapposizione degli effetti di un ragionevole numero di sorgenti puntiformi.

In queste ipotesi la formula per la propagazione di sorgenti puntiformi all'aperto può essere espressa dalla relazione:

$$L_p = L_w - A_{div} - \sum_i A_i$$

Come detto, per stimare il livello di pressione sonora generato da un aerogeneratore in un punto, si presuppone l'assunzione di una sorgente **puntiforme irradiante in ambiente esterno**.

Pertanto nelle ipotesi di:

- propagazione **sferica** delle onde sonore;
- energia sonora emessa in modo uniforme e con la stessa intensità in tutte le direzioni (**sorgente omnidirezionale**)

l'attenuazione per divergenza geometrica (divergenza sferica nel caso delle sorgenti puntiformi qui considerate) è calcolabile con la seguente relazione:

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

dove:

- “*d*” distanza sorgente ricevitore;
- “*d*₀” distanza di riferimento pari a 1 m;

In queste ulteriori ipotesi, la relazione generale di propagazione all'aperto diventa:

$$L_p = L_w - 20 \cdot \log r - 11 - \sum_i A_i$$

che individua il livello di pressione sonora per propagazione di una **sorgente puntiforme omnidirezionale in campo libero**.

Tuttavia, in generale, all'aperto il livello sonoro decade con **r** più rapidamente di quanto previsto dalle relazioni relative ai soli effetti geometrici. Le cause principali dell'eccesso d'attenuazione sono dovute ad ulteriori fattori di attenuazione A_i che influenzano il percorso delle onde sonore:

$$\sum_i A_i = A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_n + A_{misc}$$

- **A_{atm} = Attenuazione per assorbimento atmosferico:** tale fenomeno dipende dalla frequenza del suono, dalle condizioni locali di pressione, temperatura e umidità relativa dell'aria. Questo tipo di assorbimento è di solito trascurabile se la distanza dalla sorgente non supera il centinaio di metri, risulta quindi sensibile solo per grandi distanze e per alte frequenze (es. impatto acustico velivoli);
- **A_{gr} = Attenuazione per effetto del suolo:** fenomeno causato dalla riflessione ed assorbimento del terreno, dipendente a sua volta dall'altezza della sorgente, dalle proprietà del terreno, dalla frequenza, ecc;
- **A_{bar} = Attenuazione per la presenza di ostacoli e barriere;** questi infatti possono generare effetti di blocco o schermo delle onde sonore;
- **A_n = Attenuazione per effetto di variazioni** di gradienti verticali di temperatura, velocità del vento e turbolenza atmosferica;
- **A_{misc} = Attenuazione aggiuntiva dovuta a vari effetti:** per attraversamento di vegetazione, per attraversamento di siti industriali, per attraversamento di siti residenziali.

Pertanto, per stimare il livello effettivo di pressione sonora in un luogo all'aperto occorrerà sottrarre al valore **L_p** calcolato solo sulla base della divergenza geometrica delle onde sonore, anche gli ulteriori contributi di attenuazione **A_i** presenti dovuti ai singoli fattori sopra elencati.

6.2 Il modello di calcolo proposto dalla Norma ISO 9613 – 1, 2

L'impostazione della presente valutazione previsionale di impatto acustico si basa sul modello di calcolo suggerito dalla letteratura tecnica (la norma ISO 9613 parte 1 e 2):

- **UNI ISO 9613-1: 2006** “Acustica – Attenuazione sonora nella propagazione all’aperto. Parte 1: Calcolo dell’assorbimento atmosferico”;
- **UNI ISO 9613-2: 2006** “Acustica – Attenuazione sonora nella propagazione all’aperto. Parte 2: Metodo generale di calcolo”

e fondato su ipotesi di propagazione del suono, prodotto da sorgente puntiforme (onda sferica), in campo libero lontano.

Lo scopo della **Norma ISO 9613 – 1,2** 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 con molto dettaglio dell’attenuazione del suono 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 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:

$$L_{AT} = 10 \log \left[(1/T) \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \text{ dB}$$

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:

$$L_{fT} = 10 \log \left[(1/T) \int_0^T \frac{p_f^2(t)}{p_0^2} dt \right] \text{ dB}$$

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

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.

6.2.1 Equazione 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 w relativa ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt;
- $D(f)$ è la correzione dovuta alla direzionalità dell'emissione della sorgente **ed è nulla per sorgenti omnidirezionali**;
- $A(f)$ è l'attenuazione sonora per banda d'ottava alla frequenza f che avviene durante la propagazione del suono dalla sorgente w al ricevitore p.

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_{ass} 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 (descritti nell'appendice della norma).

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:

$$L_{eq}(dBA) = 10 \log_{10} \left\{ \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^8 10^{0,1[L_P(ij)+A_f(j)]} \right] \right\}$$

dove:

- “n” rappresenta il numero di sorgenti;
- “j” indica le otto frequenze standard in banda d'ottava da 63 Hz ad 8 KHz;
- “A_f” il coefficiente della curva di ponderazione A.

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

6.2.1.1 Attenuazione per divergenza geometrica

Il fenomeno della divergenza geometrica, come detto, 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 (par. 7.1 ISO 9313-2):

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

dove “d” è la distanza della sorgente dal ricevente e “d_o” è la distanza di riferimento pari ad 1 metro.

6.2.1.2 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 (par.7.2 ISO 9613-2):

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

dove “α” è il coefficiente di assorbimento atmosferico per chilometro.

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

I valori di “α” forniti dalla norma vengono riassunti in **Tabella 17**.

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

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

Tabella 17 – Coefficiente di attenuazione atmosferica α in decibel per km, per ogni banda di frequenza, in funzione della temperatura e dell'umidità relativa.

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

6.2.1.3 Attenuazione per effetto suolo

- **Metodo completo**

Il metodo completo descritto nel paragrafo 7.3.1 della Norma ISO 9613-2, si basa sull'ipotesi che nelle condizioni meteorologiche di propagazione del suono previste dalla norma, l'attenuazione dovuta all'interferenza del suono si realizzi principalmente in due aree limitate, una vicina alla sorgente e una vicina al ricevente.

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:

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

dove:

- 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).

La tabella seguente riporta lo schema di calcolo descritto nella norma:

Hz	A_s, A_r (dB)	A_m (dB)
63	-1,5	-3q
125	-1,5+Ga(h)	-3q(1-Gm)
250	-1,5+Gb(h)	-3q(1-Gm)
500	-1,5+Gc(h)	-3q(1-Gm)
1000	-1,5+Gd(h)	-3q(1-Gm)
2000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)
4000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)
8000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)

dove

$$\begin{aligned}
 a(h) &= 1,5 + 3 \cdot e^{-0,12(h-5)^2} (1 - e^{-d/50}) + 5,7 \cdot e^{-0,09h^2} (1 - e^{-2,8 \cdot 10^{-6} \cdot d^2}) \\
 b(h) &= 1,5 + 8,6 \cdot e^{-0,09h^2} (1 - e^{-d/50}) \\
 c(h) &= 1,5 + 14 \cdot e^{-0,46h^2} (1 - e^{-d/50}) \\
 d(h) &= 1,5 + 5 \cdot e^{-0,9h^2} (1 - e^{-d/50})
 \end{aligned}$$

e

- **h**: nel calcolo di A_s rappresenta l'altezza sul suolo in metri della sorgente, nel calcolo di A_r rappresenta l'altezza sul suolo in metri del ricettore;
- **d**: è la proiezione sul piano della distanza in metri tra sorgente e ricettore;
- **q**=0 se $d \leq 30 (h_s+h_r)$;
- **q**= $1 - \frac{30(h_s+h_r)}{d}$ se $d \geq 30 (h_s+h_r)$;
- **G**: Ground factor, fattore che descrive le proprietà acustiche del terreno compreso tra 0 (Hard Ground) e 1 (Porous Ground).

- **Metodo alternativo per terreno non piatto**

In caso di terreno non piatto la Norma ISO 9613-2 (par. 7.3.2) prevede anche un secondo metodo semplificato di valutazione dell'attenuazione dovuta all'effetto del suolo, non per banda d'ottava ma globale, riferito alla scala con ponderazione A.

La formula, per valutare tale contributo, nel caso di terreno prevalentemente poroso, è la seguente:

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

dove:

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

Questo metodo è applicabile solo quando la propagazione del suono avviene su terreni porosi o prevalentemente porosi; tale attenuazione non trova applicazione di sorta nel caso in cui il ricettore si trovi a brevi distanze ($d = 250 - 300$ mt).

6.2.1.4 Attenuazione per schermatura o barriera

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

- la densità superficiale è pari ad almeno 10 kg/m^2 ;
- 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.

Tali contributi sono calcolati con diverse formule riportate nella norma.

6.2.1.5 Attenuazioni addizionali

La norma, oltre ai quattro tipi principali di attenuazione prima analizzati, prevede anche tre tipi di attenuazione addizionali chiamati nella loro globalità A_{misc} , che appunto comprende le attenuazioni per presenza di vegetazione, per presenza di siti industriali e per presenza di zone edificate.

Il calcolo di questi contributi dipende dalla distanza di propagazione attraverso vegetazione, siti industriali o zone abitate.

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

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

La norma ISO prende in considerazione anche i fenomeni di riflessione che si possono presentare nel caso in cui l'onda sonora incontri un ostacolo come, ad esempio, le facciate degli edifici. Tali fenomeni vengono trattati in termini di sorgenti immaginarie. Il metodo di calcolo di tali fenomeni, come proposto dalla norma, avviene attraverso la determinazione del livello di potenza della sorgente immaginaria. Gli effetti delle riflessioni provocate dal terreno non vengono considerati, in quanto sono inclusi nell'attenuazione dovuta all'effetto del suolo.

6.3 Modello di calcolo adottato

Attraverso uno specifico software di simulazione ambientale, si è provveduto a modellare l'area di studio, ottenendo in tal modo il Digital Ground Model (DGM), per poter poi simulare la propagazione del rumore generato dalle sorgenti previste, e poter quindi valutare i livelli che si avranno nella configurazione di progetto.

La ricostruzione tridimensionale della zona è di fondamentale importanza al fine di valutare anche le riflessioni sonore generate dagli eventuali diversi edifici presenti.

6.3.1 Software di calcolo SoundPLAN 8.2

6.3.1.1 Modellazione matematica del rumore

La valutazione del clima acustico di progetto è stata effettuata utilizzando un complesso programma di calcolo, il quale permette di valutare la propagazione del rumore tenendo conto della morfologia del territorio, in accordo con decine di standard nazionali deliberati per il calcolo delle sorgenti di rumore e, basandosi sul metodo del Ray Tracing, in grado di definire la propagazione del rumore sia su grandi aree, fornendone la mappatura, sia per singoli punti fornendo i livelli globali e la loro scomposizione direzionale.

Il software di calcolo implementa, inoltre, tutti gli Standard normativi richiesti dalla Direttiva Europea 2002/49/CE e recepiti con il D.Lgs. 19 Agosto 2005 n.194 e tutti quelli che fanno riferimento alle future norme europee in via di pubblicazione (COM2000-468).

I risultati possono essere visualizzati graficamente in forma di isofoniche sovrapposte alla topografia dell'area.

6.3.1.2 Tecnica di tracciamento dei raggi

Per la restituzione del livello sonoro nei diversi punti della rappresentazione spaziale dell'area di calcolo, è stata utilizzata la tecnica del ray-tracing.

Mediante questa tecnica dalla sorgente sonora sono fatti partire una serie di "raggi sonori" con energia iniziale dipendente dalla direttività della sorgente nella particolare direzione considerata. Il modello segue il percorso dei raggi, che sono sottoposti a rimbalzi, dovuti alle superfici presenti nell'area di calcolo (terreno, edifici, barriere, ecc.), e che provocano delle riduzioni dell'energia posseduta dai raggi stessi, determinate dall'assorbimento delle superfici incontrate, in funzione delle loro caratteristiche intrinseche e dell'angolo di incidenza dei raggi.

A questo tipo di attenuazione si somma quella dovuta alla dissipazione del mezzo attraversato (aria) e alla divergenza sferica dei raggi dovuta all'allontanamento dalla sorgente.

In sostanza, vengono emessi dei raggi che partono dalle diverse sorgenti e quando un raggio colpisce un ostacolo il punto di proiezione diventa esso stesso una sorgente di tipo puntiforme.

Viene infine calcolato il contributo dei diversi raggi che arrivano al recettore come somma energetica dei livelli.

La tecnica del ray-tracing viene descritta nella figura seguente.

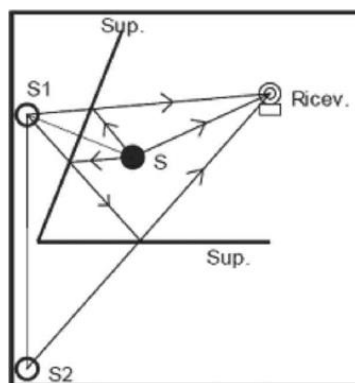


Figura 16 – Emissione dei raggi di tracciamento.

6.3.1.3 Tipologia di sorgenti

Le sorgenti sonore possono essere schematizzate fondamentalmente in tre modi:

- puntiformi;
- lineari;
- areali.

L'impostazione del presente studio, come detto, si basa su un modello di calcolo suggerito dalla letteratura tecnica di settore e fondato su ipotesi di **propagazione del suono, prodotto da sorgente puntiforme omnidirezionale, in campo libero lontano.**

Il livello di L_w potenza sonora della sorgente (aerogeneratore) " L_w " è ottenuto dalle specifiche tecniche del modello di turbina previsto, come riportato nel paragrafo seguente.

Nel modello considerato, l'aerogeneratore di progetto della società Cogein Energy S.r.l. è stato schematizzato come sorgente puntuale **senza specifica direttività** posta ad un'altezza al mozzo dalla base del terreno pari a **119,0 mt** e diametro del rotore pari a **162,0 mt**, aerogeneratore del tipo **Vestas V162 – 6,0 MW**.

6.3.1.4 Standard implementati nel modello di calcolo

Per quanto riguarda l'accuratezza del modello utilizzato va precisato che questo è stato verificato in molte condizioni reali anche nel nostro paese e gli algoritmi di calcolo sono conformi alle seguenti linee guida e normative Europee:

- ISO 9613-1 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Method of calculation of the attenuation of sound by atmospheric absorption"
- ISO 9613-2 "Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: A general method of calculation"
- VDI 2714 "Sound propagation outdoors"
- VDI 2720 "Noise control by screening"
- RLS90 "Guideline for noise protection along highways"
- SHALL 03 "Guideline for calculating sound immersion of railroads"
- VDI 2751 "Sound radiation of industrial buildings"

Gli standard utilizzati per la diffusione del rumore industriale sono i criteri internazionali della norma ISO 9613. Secondo questo standard il livello di pressione sonora presso il ricevitore per ogni singola frequenza è calcolato secondo la relazione:

$$L_s = [L_w + D_i + K_o] - [D_s + \Sigma D]$$

dove:

- L_s livello di pressione sonora
- L_w potenza sonora
- D_i direttività della sorgente
- K_o modello di propagazione sferica = $10 \cdot \lg(4 \cdot \pi / \Omega)$ dB(A) (Ω angolo solido)
- D_s diffusione = $20 \cdot \log r + 11$ dB(A)
- D vari contributi di assorbimento (terreno, aria...) o schermatura.

6.3.2 Modellazione digitale del terreno (DGM – Digital Ground Model)

Partendo dal file dxf dell'area oggetto di studio, isolando unicamente le curve di livello principali e secondarie, nonché i punti quota, è possibile generare il modello digitale del terreno, che rappresenta la base del sistema rappresentativo; il DGM influenza la propagazione tra sorgenti e ricevitori, e quindi è di particolare importanza in corrispondenza delle sorgenti e dei ricevitori inseriti.

Successivamente è stato necessario ricostruire la distribuzione dei fabbricati ad uso civile, nonché le infrastrutture viarie.

È stato infine necessario inserire tutti quegli elementi che fungono da schermo alla normale diffusione delle onde sonore che normalmente si avrebbe in campo aperto.

Si riportano a seguire stralcio della rappresentazione tridimensionale del Digital Ground Model dell'area in esame.

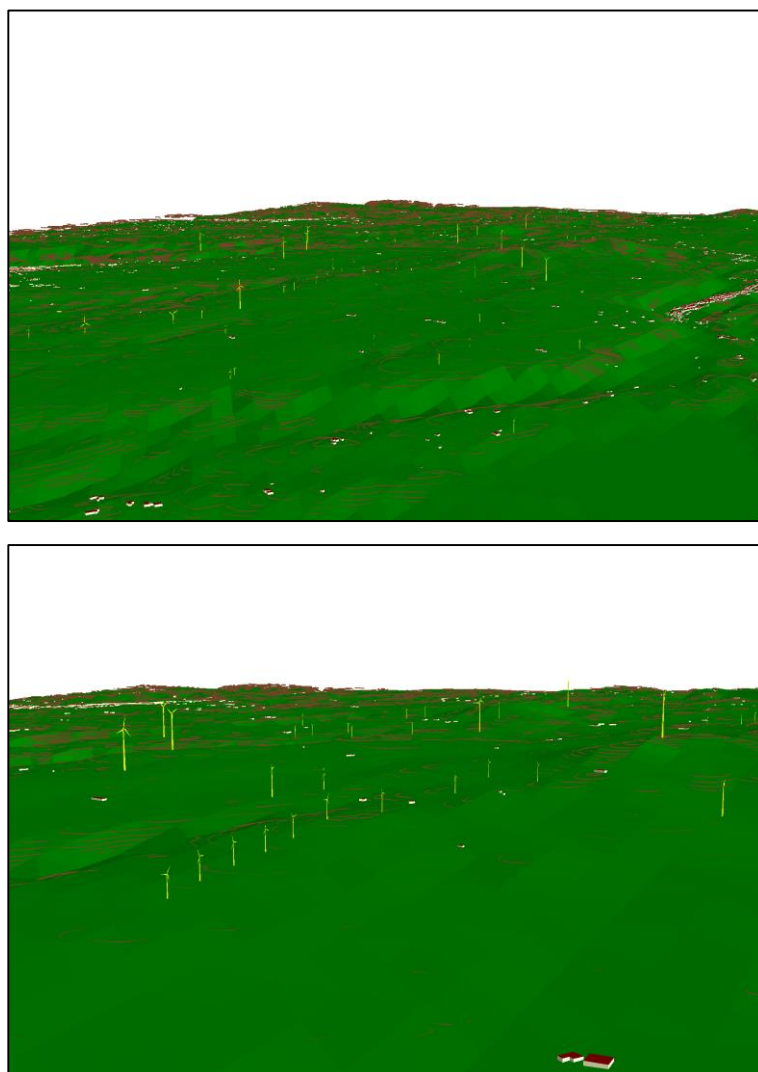


Figura 17 – Modellazione impianto mediante SP 8.2 – Rappresentazione tridimensionale.

6.3.3 Dati di input utilizzati nel modello di calcolo

Il livello di potenza sonora della sorgente (aerogeneratore) “ L_w ” è ottenuto dalle specifiche tecniche del modello di turbina previsto, esistente o autorizzato, come riportato nel paragrafo seguente. In riferimento ai **dati di input** utilizzati nel modello di calcolo previsionale utilizzato, si rimanda al tabulato di calcolo inserito nell’**Allegato 9**.

6.4 Specifiche tecniche degli aerogeneratori

Come detto, nelle simulazioni condotte, **per gli aerogeneratori di progetto della società Cogein Energy S.r.l.**, è stato preso in considerazione, secondo quanto indicato **dai progettisti e tecnici della committenza**, il modello di turbina **Vestas V162 – 6.0 MW 50/60 HZ**, con altezza al mozzo pari a **119,0 mt** e diametro del rotore pari a **162 mt**.

In particolare, si prevede l’utilizzo del suddetto modello di turbina **nella configurazione Mode PO6000 (Blades with serrated trailing edge) ovvero dotati di pale con bordi posteriori seghettati.**

Tale configurazione, come riportato nella scheda tecnica, consente di ottenere valori di potenza sonora inferiori.

Di seguito se ne riportano le caratteristiche tecniche, in particolare il valore del livello di potenza sonora indotto dalla turbina **al variare della velocità del vento ad altezza hub**, valori desunti dalla scheda tecnica del modello di aerogeneratore considerato.

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	93.9	96.7
4	94.1	96.9
5	94.3	97.1
6	96.2	99.0
7	99.2	102.0
8	102.0	104.8
9	104.1	106.9
10	104.3	107.1
11	104.3	107.1
12	104.3	107.1
13	104.3	107.1
14	104.3	107.1
15	104.3	107.1
16	104.3	107.1
17	104.3	107.1
18	104.3	107.1
19	104.3	107.1
20	104.3	107.1

Tabella 18 – Stima del livello di potenza sonora L_w della **turbina Vestas V162 – 6.0 MW** per differenti velocità del vento ad altezza hub (Mode PO6000 – Blades with serrated trailing edge).

Tale scheda tecnica, riporta i valori di potenza sonora riferendosi alle diverse velocità del vento ad altezza Hub, mentre il report di altri aerogeneratori considerati per l'effetto cumulativo riportano i valori di potenza sonora per velocità del vento a 10 m di altezza dal suolo (altezza di riferimento).

Al fine di uniformare i valori di potenza sonora presi in considerazione, considerando la seguente formula logaritmica per la valutazione del profilo di velocità del vento:

$$V(h_2) = V(h_1) \frac{\log\left(\frac{h_2}{z_0}\right)}{\log\left(\frac{h_1}{z_0}\right)} \quad (1)$$

dove:

- h_1 = 10 m dal suolo;
- $V(h_1)$ = velocità del vento di riferimento valutata a h_1 = **10 m** dal suolo;

- $h_2 = 119$ m (altezza Hub);
- $V(h_2)$ = velocità del vento ad altezza Hub;
- $z_0 = 0,05$ rugosità del terreno

si ricavano, per valori della velocità del vento a 10 m dal suolo pari a 6 – 7 – 8 – 9 – 10 m/s, i seguenti valori di potenza sonora ad altezza Hub:

V (m/s) a 10 m dal suolo	V (m/s) ad altezza Hub	Lw (dB(A))
6	8,8	104,1
7	10,3	104,3
8	11,7	104,3
9	13,2	104,3
10	14,7	104,3

Tabella 19 – Stima del livello di potenza sonora Lw della turbina Vestas V162 – 6.0 MW per differenti velocità del vento a 10 m dal suolo (Blades with serrated trailing edge).

Come detto, oltre agli aerogeneratori di progetto previsti per l'impianto eolico di Cellere (VT) della società Cogein Energy S.r.l., nel presente lavoro sono stati presi in considerazione **anche gli aerogeneratori esistenti in esercizio** e gli aerogeneratori **autorizzati ma non ancora realizzati** ricadenti nell'area data dall'unione delle aree aventi raggio di 3.000 mt e centrate sulla proiezione a terra dell'asse degli aerogeneratori di progetto e, nel caso in oggetto, ricadenti nei comuni di Cellere (VT) e Piansano (VT) (- cfr. Allegato 1), ciò al fine di valutare sui ricettori individuati il possibile **effetto cumulato** delle diverse pale considerate.

Si riportano nella seguente Tabella 20 gli aerogeneratori complessivamente considerati e, successivamente, sono descritte le relative caratteristiche tecniche ed emissive derivanti ove possibile, dalle rispettive schede tecniche, quando non possibile da schede tecniche di modelli analoghi.

Comune	Aerogeneratore	Stato	Coordinate UTM WGS 84		Potenza (MW)
			Est [m]	Nord [m]	
CELLERE	VT1	di progetto	728285,98	4711583,90	6,0
	VT2	di progetto	728724,66	4712350,83	6,0
	VT3	di progetto	729843,31	4712809,89	6,0
	VT4	di progetto	729164,55	4711791,00	6,0
	VT5	di progetto	730695,12	4711980,79	6,0
	VT6	di progetto	731093,63	4711527,51	6,0
	VT7	di progetto	729890,01	4713843,62	6,0
	VT8	di progetto	729331,11	4711333,21	6,0
	VT9	di progetto	731436,98	4711186,36	6,0
	VT10	di progetto	730489,63	4709626,29	6,0

Comune	Aerogeneratore	Stato	Coordinate UTM WGS 84		Potenza (kW)
			Est [m]	Nord [m]	
CELLERE	MIN01	esistente in esercizio	730906,00	4712892,00	100,0
	MIN02	esistente in esercizio	730905,00	4712981,00	100,0
	MIN03	esistente in esercizio	731046,00	4713001,00	100,0
	MIN04	esistente in esercizio	730806,00	4712753,00	100,0
PIANSANO	MIN05	esistente in esercizio	731732,00	4709917,00	100,0
	MIN06	esistente in esercizio	731609,00	4709238,00	100,0
	MIN07	esistente in esercizio	731999,00	4709387,00	100,0
	MIN08	esistente in esercizio	732060,00	4709044,00	100,0
	MIN09	esistente in esercizio	732388,00	4709613,00	100,0
CELLERE	MIN10	esistente in esercizio	730347,00	4710138,00	100,0
	MIN11	esistente in esercizio	730327,00	4710245,00	100,0
	MIN12	esistente in esercizio	730323,00	4710353,00	100,0
	MIN13	esistente in esercizio	730313,00	4710470,00	100,0
	MIN14	esistente in esercizio	730306,00	4710582,00	100,0
	MIN15	esistente in esercizio	730290,00	4710741,00	100,0
	MIN16	esistente in esercizio	730338,00	4710895,00	100,0
	MIN17	esistente in esercizio	729288,00	4712515,00	100,0
	MIN18	esistente in esercizio	729463,00	4712499,00	100,0
	MIN19	esistente in esercizio	729051,00	4712849,00	100,0
	MIN20	esistente in esercizio	729360,00	4713225,00	100,0
PIANSANO	MIN21	esistente in esercizio	732700,00	4708478,00	100,0
	MIN22	esistente in esercizio	733948,00	4709701,00	100,0
CELLERE	MIN23	esistente in esercizio	731122,00	4713132,00	100,0
PIANSANO	MIN24	esistente in esercizio	733878,00	4710506,00	100,0

Comune	Aerogeneratore	Stato	Coordinate UTM WGS 84		Potenza (kW)
			Est [m]	Nord [m]	
CELLERE	MIN25	esistente in esercizio	729930,00	4711079,00	600,0
	MIN26	esistente in esercizio	729388,00	4713350,00	600,0
	MIN27	autorizzato non realizzato	729775,00	4713221,00	600,0
	MIN28	autorizzato non realizzato	730625,00	4713185,00	600,0
	MIN29	autorizzato non realizzato	730526,00	4711367,00	100,0
	MIN30	esistente in esercizio	730989,00	4711132,00	600,0
	MIN31	autorizzato non realizzato	729365,00	4712651,00	100,0
	MIN32	autorizzato non realizzato	731472,00	4708508,00	100,0
	MIN33	autorizzato non realizzato	730374,00	4711445,00	100,0
	MIN34	autorizzato non realizzato	731503,00	4708458,00	100,0
	MIN35	autorizzato non realizzato	730391,00	4711173,00	600,0
	MIN36	autorizzato non realizzato	730865,00	4709113,00	600,0
	MIN37	esistente in esercizio	729626,00	4712667,00	100,0
	MIN38	esistente in esercizio	730777,00	4713373,00	600,0
	MIN39	autorizzato non realizzato	730859,00	4712760,00	100,0
	MIN40	autorizzato non realizzato	730035,00	4711204,00	100,0
MIN41	autorizzato non realizzato	729249,00	4712442,00	100,0	
MIN42	autorizzato non realizzato	730150,00	4708581,00	600,0	
MIN43	autorizzato non realizzato	730522,00	4709314,00	600,0	

Tabella 20 – Aerogeneratori complessivamente considerati nel raggio di 3,0 km.

- **Aerogeneratori minieolici da 100 kW esistenti in esercizio (da MIN01 a MIN24 e MIN37) e autorizzati ma non ancora realizzati (MIN29, MIN31, MIN32, MIN33, MIN34, MIN39, MIN40, MIN41):**

Nelle simulazioni condotte, per gli aerogeneratori minieolici da 100 kW **esistenti in esercizio** (da MIN01 a MIN24 e MIN37) ricadenti nei comuni di Cellere (VT) e Piansano (VT) e per quelli **autorizzati ma non ancora realizzati** (MIN29, MIN31, MIN32, MIN33, MIN34, MIN39, MIN40, MIN41) ricadenti nel Comune di Cellere (VT) (– cfr. Allegato 1), in assenza di informazioni tecniche di dettaglio ovvero della scheda tecnica della tipologia di aerogeneratore installato, secondo quanto **indicato dai progettisti e tecnici della committenza**, si è preso in considerazione un modello di turbina con caratteristiche simili a quelli esistenti e autorizzati ovvero è stato preso in considerazione il modello di turbina **NORTHERN POWER SYSTEM NW100** da 100 kW con altezza al mozzo pari a **30,0 mt** e diametro del rotore pari a **21,0 mt**; **in assenza di scheda tecnica per tale aerogeneratore, le caratteristiche di emissione sonora sono state desunte da uno studio effettuato su tale modello di turbina.**

Di seguito, se ne riportano le caratteristiche tecniche, in particolare il valore del livello di potenza sonora indotto dalla turbina al variare della velocità del vento, per velocità del vento a

10 m di altezza dal suolo, valori desunti, come detto, da uno studio effettuato su tale modello di turbina.

Wind Turbine Noise Summary for NW100 at Cloud County Community College					
Integer Wind Speed, V_s (m/s)	6	7	8	9	10
Wind Turbine + Background Sound Pressure Levels, $L_{Aeq,k}$ (dB)	54.1	54.8	56.2	58.0	59.9
Background Sound Pressure Levels, $L_{Aeq,k}$ (dB)	39.6	40.5	42.0	44.3	45.5
Wind Turbine Sound Pressure Levels, $L_{Aeq,c,k}$ (dB)	53.9	54.6	56.1	57.8	59.7
Wind Turbine Apparent Sound Power Levels, $L_{WA,k}$ (dB)	93.1	93.8	95.2	96.9	98.8
Total Uncertainty of Apparent Sound Power Level, U_C (dB)	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9

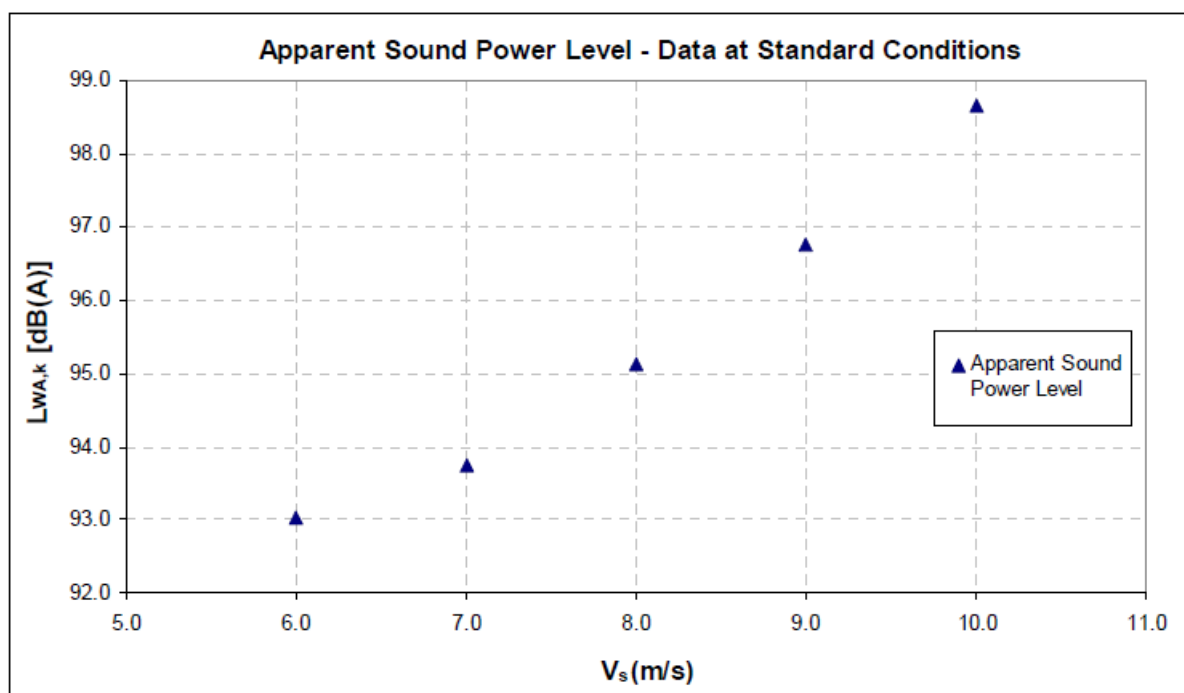


Tabella 21 – Valutazione del livello di **potenza sonora L_w** della turbina NPS NW100 per differenti **velocità del vento a 10 m dal suolo**.

- **Aerogeneratori minieolici da 600 kW esistenti in esercizio (MIN25, MIN26, MIN30, MIN38) e autorizzati ma non ancora realizzati (MIN27, MIN28, MIN35, MIN36, MIN42, MIN43):**

Nelle simulazioni condotte, per gli aerogeneratori minieolici da 600 kW **esistenti in esercizio** (MIN25, MIN26, MIN30, MIN38) e per quelli **autorizzati ma non ancora realizzati** (MIN27, MIN28, MIN35, MIN36, MIN42, MIN43) ricadenti nel Comune di Cellere (VT) (– cfr. Allegato 1), in assenza di informazioni tecniche di dettaglio ovvero della scheda tecnica della tipologia di aerogeneratore installato, secondo quanto **indicato dai progettisti e tecnici della committenza**, si è preso in considerazione un modello di turbina con caratteristiche simili a quelli esistenti e autorizzati ovvero è stato preso in considerazione il modello di turbina **ENERCON E40 (50 HZ) da 600 kW** con altezza al mozzo pari a **46,0 mt** e diametro del rotore pari a **44,0 mt**.

Di seguito, se ne riportano le caratteristiche tecniche, in particolare il valore del livello di potenza sonora indotto dalla turbina al variare della velocità del vento, per diverse velocità del vento a **10 m di altezza dal suolo**.

Noice Curve 600kW, 50Hz	
Hub Height - 46m	Lw [dB(A)]
Wind Speed 7.7m/s	97.8
Wind Speed 9m/s	98.9
Wind Speed da 10.3 m/s	99.8

Tabella 22 – Valutazione del livello di **potenza sonora Lw** della turbina **ENERCON E40 – 600 kW** per differenti **velocità del vento a 10 m dal suolo**.

Interpolando i valori riportati nella precedente **Tabella 22**, si riportano in **Tabella 23** i valori del livello di potenza sonora indotto dalla turbina al variare della velocità del vento, per velocità del vento a **10 m di altezza dal suolo** pari a **6 m/s, 7 m/s, 8 m/s, 9 m/s e 10 m/s**.

V (m/s) a 10 m dal suolo	Lw [dB(A)]
6	96,4
7	97,2
8	98,1
9	98,9
10	99,6

Tabella 23 – Valutazione del livello di **potenza sonora Lw** della turbina **ENERCON E40 – 600 kW** per **velocità del vento a 10 m dal suolo** pari a **6 – 7 – 8 – 9 – 10 m/s**.

Per la valutazione del livello del **Rumore Ambientale L_A** presso i recettori individuati, in riferimento ai diversi modelli di turbina **di progetto** riportati, sono stati considerati livelli di potenza sonora **L_w** per velocità del vento **a 10 m di altezza dal suolo** pari a **6 m/s, 7 m/s, 8 m/s, 9 m/s e 10 m/s**.

Pertanto, le verifiche relative al soddisfacimento dei valori previsti dalla normativa vigente sono state svolte in corrispondenza dei livelli di potenza sonora emessi dagli aerogeneratori di progetto, esistenti in esercizio e autorizzati non realizzati con riferimento a valori di velocità del vento come sopra riportati.

6.5 Distanza Sorgente Sonora - Ricettore

Per la stima del livello sonoro presso i ricettori il modello adottato prende in considerazione l'effettiva distanza d tra sorgenti e ricettori, come schematizzato nell'immagine seguente:

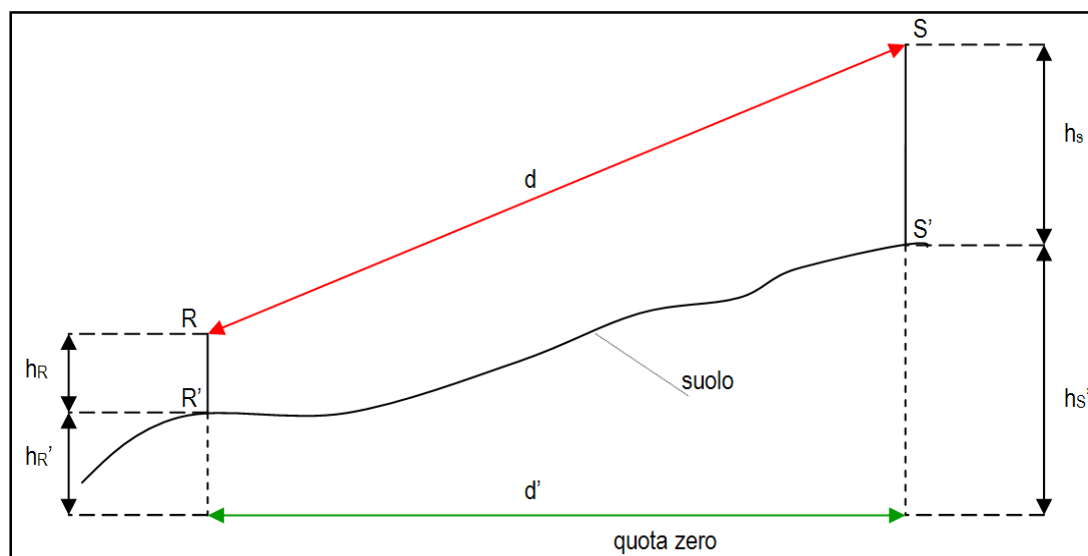


Figura 18 - Distanza sorgente - ricettore

dove:

- S = sorgente sonora;
- S' = proiezione al suolo della sorgente sonora;
- R = ricettore;
- R' = proiezione al suolo del ricettore;
- h_R = altezza del ricettore dal piano di campagna;
- $h_{R'}$ = quota altimetrica del ricettore;
- h_S = altezza della sorgente dal piano di campagna (H_{HUB});
- $h_{S'}$ = quota altimetrica della sorgente;
- d = distanza sorgente – ricettore;
- d' = proiezione sul piano orizzontale della distanza sorgente – ricettore

Si riportano di seguito (Tabella 24 e 25) i parametri geometrici utilizzati per il calcolo delle distanze in riferimento agli aerogeneratori di progetto, a quelli esistenti in esercizio, a quelli autorizzati non ancora realizzati e ai ricettori considerati.

Come detto, oltre agli aerogeneratori di progetto previsti per l'impianto eolico di Cellere (VT) della società Cogein Energy S.r.l., nel presente lavoro sono stati presi in considerazione **anche gli aerogeneratori esistenti in esercizio** e gli **aerogeneratori autorizzati ma non ancora realizzati** ricadenti nell'area data dall'unione delle aree aventi raggio di 3.000 mt e centrate sulla proiezione a terra dell'asse degli aerogeneratori di progetto e, nel caso in oggetto, ricadenti nei comuni di Cellere (VT) e Piansano (VT) (- cfr. Allegato 1), ciò al fine di valutare sui ricettori individuati il possibile **effetto cumulato** delle diverse pale considerate.

Comune	Aerogeneratore	Coordinate UTM WGS 84		Quota terreno [m]	Altezza mozzo [m]	Quota mozzo [m]
		Est [m]	Nord [m]			
CELLERE	VT1	728285,98	4711583,90	407,0	119,0	526,0
	VT2	728724,66	4712350,83	432,0	119,0	551,0
	VT3	729843,31	4712809,89	455,0	119,0	574,0
	VT4	729164,55	4711791,00	448,0	119,0	567,0
	VT5	730695,12	4711980,79	533,0	119,0	652,0
	VT6	731093,63	4711527,51	479,0	119,0	598,0
	VT7	729890,01	4713843,62	491,0	119,0	610,0
	VT8	729331,11	4711333,21	437,0	119,0	556,0
	VT9	731436,98	4711186,36	464,0	119,0	583,0
	VT10	730489,63	4709626,29	413,0	119,0	532,0
CELLERE	MIN01	730906,00	4712892,00	507,0	40,0	547,0
	MIN02	730905,00	4712981,00	499,0	36,0	535,0
	MIN03	731046,00	4713001,00	496,0	40,0	536,0
	MIN04	730806,00	4712753,00	504,0	40,0	544,0
PIANSANO	MIN05	731732,00	4709917,00	425,0	40,0	465,0
	MIN06	731609,00	4709238,00	410,0	40,0	450,0
	MIN07	731999,00	4709387,00	421,0	40,0	461,0
	MIN08	732060,00	4709044,00	414,0	40,0	454,0
	MIN09	732388,00	4709613,00	418,0	40,0	458,0
CELLERE	MIN10	730347,00	4710138,00	424,0	40,0	464,0
	MIN11	730327,00	4710245,00	431,0	40,0	471,0
	MIN12	730323,00	4710353,00	429,0	40,0	469,0
	MIN13	730313,00	4710470,00	436,0	40,0	476,0
	MIN14	730306,00	4710582,00	440,0	40,0	480,0
	MIN15	730290,00	4710741,00	451,0	40,0	491,0
	MIN16	730338,00	4710895,00	447,0	40,0	487,0
	MIN17	729288,00	4712515,00	445,0	40,0	485,0
	MIN18	729463,00	4712499,00	443,0	40,0	483,0
	MIN19	729051,00	4712849,00	453,0	40,0	493,0
PIANSANO	MIN20	729360,00	4713225,00	465,0	40,0	505,0
	MIN21	732700,00	4708478,00	373,0	40,0	413,0
PIANSANO	MIN22	733948,00	4709701,00	385,0	40,0	425,0
	CELLERE	MIN23	731122,00	4713132,00	493,0	40,0
PIANSANO	MIN24	733878,00	4710506,00	372,0	40,0	412,0

Comune	Aerogeneratore	Coordinate UTM WGS 84		Quota terreno [m]	Altezza mozzo [m]	Quota mozzo [m]
		Est [m]	Nord [m]			
CELLERE	MIN25	729930,00	4711079,00	432,0	70,0	502,0
	MIN26	729388,00	4713350,00	464,0	40,0	504,0
	MIN27	729775,00	4713221,00	477,0	67,0	544,0
	MIN28	730625,00	4713185,00	470,0	40,0	510,0
	MIN29	730526,00	4711367,00	466,0	40,0	506,0
	MIN30	730989,00	4711132,00	446,0	70,0	516,0
	MIN31	729365,00	4712651,00	447,0	37,0	484,0
	MIN32	731472,00	4708508,00	394,0	28,0	422,0
	MIN33	730374,00	4711445,00	393,0	30,0	423,0
	MIN34	731503,00	4708458,00	393,0	30,0	423,0
	MIN35	730391,00	4711173,00	453,0	40,0	493,0
	MIN36	730865,00	4709113,00	401,0	46,0	447,0
	MIN37	729626,00	4712667,00	454,0	36,0	490,0
	MIN38	730777,00	4713373,00	480,0	50,0	530,0
	MIN39	730859,00	4712760,00	523,0	30,0	553,0
	MIN40	730035,00	4711204,00	437,0	40,0	477,0
MIN41	729249,00	4712442,00	436,0	37,0	473,0	
MIN42	730150,00	4708581,00	383,0	46,0	429,0	
MIN43	730522,00	4709314,00	410,0	46,0	456,0	

Tabella 24 – Caratteristiche e localizzazione aerogeneratori.

Comune	Ricettori potenziali	Est [m]	Nord [m]	Quota [m]
ISCHIA DI CASTRO	R1	728002,00	4712383,00	431,0
	R2	727931,00	4712331,00	429,0
CELLERE	R3	730231,00	4713317,00	460,0
	R4	730183,00	4713310,00	459,0
	R5	730167,00	4713268,00	460,0
ISCHIA DI CASTRO	R6	729341,00	4714112,00	487,0
CELLERE	R7	731119,00	4712339,00	526,0
	R8	730156,00	4712121,00	465,0
	R9	730242,00	4712521,00	463,0
	R10	730646,00	4712574,00	509,0
	R11	729603,00	4713139,00	462,0
	R12	729466,19	4713167,39	466,0
	R13	729111,14	4712773,23	449,0
ISCHIA DI CASTRO	R14	728661,00	4713079,00	454,0
	R15	728704,45	4713154,22	457,0
CELLERE	R16	731515,43	4710896,19	454,0
	R17	730607,00	4710648,00	434,0
	R18	730553,00	4713558,00	471,0
	R19	731064,00	4709810,00	411,0
	R20	730952,00	4709059,00	402,0
CELLERE	R21	728374,00	4711300,00	364,0

Tabella 25 – Localizzazione ricettori considerati.

Le effettive distanze tra sorgenti e recettori sono riportate nelle seguenti **Tablelle 26 – 27 – 28 – 29 - 30**.

	VT1		VT2		VT3		VT4		VT5		VT6		VT7		VT8		VT9		VT10	
	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]
	728285,98	471583,90	728734,66	4712350,83	729843,31	4712809,89	729164,55	4711791,00	730695,12	4711980,79	731093,63	4711527,51	729890,01	4713843,62	729931,11	4711333,21	731436,98	4711186,36	730489,63	4709626,29
R1																				
Est [m]	853,4		733,3		1895,5		1311,7		2731,9		3212,2		2393,7		1698,3		3640,6		3714,6	
728002,00		4712383,00																		
R2																				
Est [m]	832,8		803,2		1976,7		1353,6		2795,1		3267,5		2481,6		1724,0		3691,3		3724,6	
727931,00		4712331,00																		
R3																				
Est [m]	2606,0		1791,9		648,4		1864,8		1427,5		1991,3		645,1		2180,5		2451,4		3700,5	
730231,00		4713317,00																		
R4																				
Est [m]	2565,7		1747,9		615,4		1832,0		1437,5		2006,4		627,2		2154,7		2469,3		3697,2	
730183,00		4713310,00																		
R5																				
Est [m]	2525,6		1711,7		572,4		1788,3		1404,5		1976,6		656,2		2109,8		2441,6		3656,7	
730167,00		4713268,00																		
R6																				
Est [m]	2739,7		1867,0		1398,3		2329,1		2530,4		3124,7		623,4		2779,7		3600,2		4630,7	
729341,00		4714112,00																		
R7																				
Est [m]	2931,9		2394,5		1360,7		2030,2		569,1		815,1		1944,6		2051,6		1197,1		2784,8	
731119,00		4712339,00																		
R8																				
Est [m]	1946,6		1452,2		764,3		1049,9		587,6		1117,6		1749,1		1144,3		1590,1		2517,8	
730156,00		4712121,00																		
R9																				
Est [m]	2169,8		1529,4		504,7		1305,6		730,0		1315,5		1376,5		1499,7		1795,5		2906,1	
730242,00		4712521,00																		
R10																				
Est [m]	2559,4		1934,7		839,2		1676,6		612,2		1141,7		1481,1		1808,5		1599,0		2951,9	
730646,00		4712574,00																		
R11																				
Est [m]	2038,9		1183,5		422,6		1421,4		1603,2		2199,4		775,1		1828,6		2681,6		3623,6	
729603,00		4713139,00																		
R12																				
Est [m]	1975,8		1106,3		530,7		1412,7		1718,4		2314,1		811,0		1841,3		2796,8		3686,6	
729466,20		4713167,40																		
R13																				
Est [m]	1449,6		581,5		743,7		990,7		1782,7		2346,1		1333,5		1460,6		2818,8		3436,6	
729111,10		4712773,20																		
R14																				
Est [m]	1543,1		737,4		1218,5		1387,5		2320,1		2888,9		1455,8		1872,8		3362,3		3907,8	
728661,00		4713079,00																		
R15																				
Est [m]	1626,6		809,1		1195,5		1443,0		2319,0		2893,8		1379,9		1928,4		3369,7		3954,6	
728704,50		4713154,20																		
R16																				
Est [m]	3302,6		3148,6		2544,1		2518,0		1374,2		772,8		3369,5		2229,9		327,1		1634,3	
731515,40		4710896,20																		
R17																				
Est [m]	2504,3		2541,0		2297,1		1845,2		1353,4		1018,5		3279,8		1453,4		1000,4		1033,1	
730607,00		4710648,00																		
R18																				
Est [m]	3006,6		2192,4		1036,3		2249,3		1593,9		2105,1		735,2		2539,7		2533,5		3932,7	
730553,00		4713558,00																		
R19																				
Est [m]	3298,1		3456,6		3242,8		2748,9		2215,1		1727,9		4205,7		2311,7		1436,3		615,1	
731064,00		4709810,00																		
R20																				
Est [m]	3674,0		3977,4		3915,1		3268,9		2943,7		2480,3		4905,5		2797,0		2189,4		743,3	
730952,00		4709059,00																		
R21																				
Est [m]	338,5		1123,5		2117,2		952,5		2436,0		2739,1		2971,3		976,7		3072,9		2702,9	
728374,00		4711300,00																		

Tabella 26 - Distanze espresse in metri tra aerogeneratori (di progetto, esistenti in esercizio e autorizzati non realizzati) e ricettori considerati.

	MIN01		MIN02		MIN03		MIN04		MIN05		MIN06		MIN07		MIN08		MIN09		MIN10		MIN11		MIN12	
	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]
R1	730906,00	4712892,00	730905,00	4712981,00	731046,00	4713001,00	730806,00	4712753,00	731732,00	4709917,00	731609,00	4709238,00	731999,00	4709387,00	732060,00	4709044,00	732388,00	4709613,00	730347,00	4710138,00	730327,00	4710245,00	730323,00	4710353,00
Est [m]	2950,6		2965,8		3107,9		2830,6		4471,6		4785,6		4995,3		5255,2		5187,5		3246,6		3158,8		3083,7	
Nord [m]	4712802,00		4712383,00																					
R2	727931,00	4712331,00																						
Est [m]	3029,7		3046,0		3188,0		2908,1		4502,9		4805,7		5021,6		5277,7		5220,5		3263,1		3177,1		3104,2	
Nord [m]	4712331,00																							
R3	730231,00	4713317,00																						
Est [m]	802,4		756,8		877,4		809,8		3716,6		4305,5		4309,4		4648,0		4286,3		3181,1		3073,5		2965,4	
Nord [m]	4713317,00																							
R4	730183,00	4713310,00																						
Est [m]	839,8		797,1		919,9		840,0		3729,9		4314,5		4322,9		4660,7		4304,6		3176,2		3068,4		2960,3	
Nord [m]	4713310,00																							
R5	730167,00	4713268,00																						
Est [m]	833,7		795,4		921,8		825,0		3698,4		4280,2		4291,7		4628,8		4276,9		3135,2		3027,3		2919,2	
Nord [m]	4713268,00																							
R6	729341,00	4714112,00																						
Est [m]	1985,3		1930,7		2035,6		1999,1		4828,6		5376,0		5421,4		5751,4		5433,8		4099,4		3990,8		3885,2	
Nord [m]	4714112,00																							
R7	731119,00	4712339,00																						
Est [m]	593,0		676,8		666,1		519,3		2499,1		3140,4		3081,1		3427,5		3007,7		2333,3		2239,4		2140,3	
Nord [m]	4712339,00																							
R8	730156,0	4712121,0																						
Est [m]	1078,7		1142,6		1253,6		910,0		2709,5		3228,5		3297,2		3618,5		3357,4		1992,2		1883,8		1775,9	
Nord [m]	4712121,0																							
R9	730242,0	4712521,0																						
Est [m]	765,2		810,2		939,2		615,2		3000,2		3556,3		3592,9		3923,6		3614,1		2385,3		2277,6		2169,5	
Nord [m]	4712521,0																							
R10	730646,0	4712574,0																						
Est [m]	412,5		483,1		585,7		242,6		2870,7		3472,7		3462,6		3803,1		3435,8		2454,7		2351,1		2244,7	
Nord [m]	4712574,0																							
R11	729603,0	4713139,0																						
Est [m]	1328,9		1313,6		1451,5		1266,1		3861,9		4386,6		4451,8		4775,6		4493,2		3091,9		2983,2		2877,5	
Nord [m]	4713139,0																							
R12	729466,2	4713167,4																						
Est [m]	1468,1		1452,5		1590,1		1404,6		3962,2		4475,7		4550,4		4871,4		4601,2		3154,8		3046,5		2941,9	
Nord [m]	4713167,4																							
R13	729111,1	4712773,2																						
Est [m]	1801,5		1807,9		1950,2		1697,6		3876,5		4328,6		4450,4		4754,3		4552,5		2910,7		2805,5		2706,8	
Nord [m]	4712773,2																							
R14	728661,0	4713079,0																						
Est [m]	2254,7		2247,6		2387,7		2171,5		4407,9		4841,9		4977,3		5275,8		5089,6		3390,0		3287,5		3192,7	
Nord [m]	4713079,0																							
R15	728704,5	4713154,2																						
Est [m]	2218,9		2208,7		2347,9		2141,3		4432,3		4875,8		5004,6		5306,0		5109,7		3434,5		3331,1		3235,2	
Nord [m]	4713154,2																							
R16	731515,4	4710896,2																						
Est [m]	2088,9		2173,8		2158,1		1989,8		1002,9		1660,8		1584,8		1930,6		1551,8		1392,9		1355,3		1310,4	
Nord [m]	4710896,2																							
R17	730607,0	4710648,0																						
Est [m]	2266,7		2354,1		2395,8		2117,2		1342,0		1729,8		1878,4		2164,4		2060,0		573,2		492,1		411,0	
Nord [m]	4710648,0																							
R18	730553,0	4713558,0																						
Est [m]	757,6		678,9		746,7		847,0		3827,1		4447,2		4414,6		4758,9		4350,9		3426,2		3320,7		3213,2	
Nord [m]	4713558,0																							
R19	731064,0	4709810,0																						
Est [m]	3089,0		3177,4		3193,5		2957,3		678,7		791,0		1027,5		1257,2		1339,4		790,2		857,9		920,5	
Nord [m]	4709810,0																							
R20	730982,0	4709059,0																						
Est [m]	3836,0		3924,5		3945,4		3699,6		1161,3		682,6		1098,8		1109,3		1540,2		1238,6		1342,4		1440,3	
Nord [m]	4709059,0																							
R21	728374,0	4711300,0																						
Est [m]	2996,5		3043,2		3172,2		2838,7		3633,1		3837,2		4100,0		4322,5		4355,1		2291,9		2222,3		2169,4	
Nord [m]	4711300,0																							

Tabella 27 - Distanze espresse in metri tra aerogeneratori (di progetto, esistenti in esercizio e autorizzati non realizzati) e ricettori considerati.

	MIN25		MIN26		MIN27		MIN28		MIN29		MIN30		MIN31		MIN32		MIN33		MIN34		MIN35		MIN36		MIN37			
	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]	Est [m]	Nord [m]		
R1	729930,00	4711079,00	729588,00	4713350,00	729775,00	4713221,00	730625,00	4713185,00	730526,00	4711367,00	730989,00	4711132,00	729365,00	4712651,00	731472,00	4708508,00	730374,00	4711445,00	731503,00	4708458,00	730591,00	4711173,00	730865,00	4709113,00	729626,00	4712667,00		
Est [m]	728002,00	4712383,00																										
R2		2359,8		1779,6		2050,8		2827,3		2769,3		3285,8		1470,3		5211,0		2598,7		5268,7		2719,7		4354,8		1729,1		
Est [m]	727931,00	4712331,00																										
R3		2258,5		844,8		473,5		418,5		1972,7		2313,4		1092,7		4966,7		1877,8		5022,9		2150,2		4251,6		888,5		
Est [m]	730231,00	4713317,00																										
R4		2245,7		797,3		426,2		462,2		1973,6		2323,1		1050,7		4972,1		1875,1		5028,5		2147,4		4252,1		851,3		
Est [m]	730183,00	4713310,00																										
R5		2202,2		784,5		403,6		468,1		1935,1		2289,4		1012,2		4935,8		1835,1		4992,2		2107,2		4213,2		809,2		
Est [m]	730167,00	4713268,00																										
R6		3089,7		763,6		992,7		1583,8		2989,9		3405,5		1461,2		5995,8		2860,8		6053,6		3120,9		5226,3		1472,8		
Est [m]	729341,00	4714112,00																										
R7		1732,6		2004,7		1607,7		979,8		1138,8		1214,0		1782,0		3848,6		1168,3		3901,3		1375,0		3236,9		1529,0		
Est [m]	731119,00	4712339,00																										
R8		1066,9		1449,8		1166,8		1163,7		840,9		1294,1		952,3		3845,4		711,5		3903,0		977,1		3090,5		761,3		
Est [m]	730156,00	4712121,00																										
R9		1475,9		1190,9		845,4		768,0		1189,2		1578,0		886,8		4197,5		1084,8		4254,4		1356,5		3464,5		633,6		
Est [m]	730242,00	4712521,00																										
R10		1657,6		1478,1		1085,6		611,4		1213,0		1482,2		1283,6		4150,0		1164,5		4205,2		1424,1		3468,5		1024,4		
Est [m]	730646,00	4712574,00																										
R11		2086,2		304,2		207,4		1024,2		1998,5		2439,7		543,4		4994,1		1861,6		5052,1		2118,3		4219,2		473,4		
Est [m]	729603,00	4713139,00																										
R12		2139,6		202,2		323,0		1159,8		2089,5		2542,5		526,5		5073,0		1947,5		5131,2		2198,5		4289,0		525,8		
Est [m]	729466,20	4713167,40																										
R13		1882,5		642,1		806,4		1570,0		1995,6		2494,9		283,9		4875,1		1832,9		4933,9		2049,6		4058,7		527,3		
Est [m]	729111,10	4712773,20																										
R14		2369,1		777,5		1126,6		1967,7		2532,2		3035,5		824,4		5366,3		2367,5		5425,1		2574,3		4537,3		1049,9		
Est [m]	728661,00	4713079,00																										
R15		2410,5		712,6		1076,2		1921,5		2552,4		3051,6		830,8		5408,1		2389,6		5466,9		2602,1		4582,5		1042,9		
Est [m]	728704,50	4713154,20																										
R16		1596,7		3248,0		2905,5		2456,6		1097,0		580,2		2775,7		2388,8		1266,9		2438,4		1158,7		1898,1		2589,8		
Est [m]	731515,40	4710896,20																										
R17		805,4		2965,1		2706,4		2538,2		727,1		622,0		2357,3		2308,2		830,4		2366,2		570,8		1556,6		2245,4		
Est [m]	730607,00	4710648,00																										
R18		2556,3		1183,9		851,0		381,9		2191,4		2465,3		1494,7		5133,2		2121,1		5187,9		2390,6		4456,0		1285,9		
Est [m]	730553,00	4713558,00																										
R19		1704,3		3917,8		3648,9		3404,9		1650,1		1328,3		3311,1		1364,5		1774,7		1421,5		1522,3		725,7		3199,5		
Est [m]	731064,00	4709810,00																										
R20		2266,0		4568,3		4327,6		4140,3		2349,3		2076,5		3927,8		757,9		2455,1		815,6		2189,1		111,8		3845,0		
Est [m]	730952,00	4709689,00																										
R21		1577,7		2291,4		2384,4		2939,6		2157,7		2624,8		1679,8		4170,9		2006,1		4227,4		2025,1		3315,9		1858,0		
Est [m]	728374,00	4711300,00																										

Tabella 29 - Distanze espresse in metri tra aerogeneratori (di progetto, esistenti in esercizio e autorizzati non realizzati) e ricettori considerati.

	MIN38		MIN39		MIN40		MIN41		MIN42		MIN43	
	Est [m]	Noord [m]	Est [m]	Noord [m]	Est [m]	Noord [m]	Est [m]	Noord [m]	Est [m]	Noord [m]	Est [m]	Noord [m]
	730777,00	4713373,00	730859,00	4712760,00	730035,00	4711204,00	729249,00	4712442,00	730150,00	4708881,00	730822,00	4709314,00
R1												
Est [m]												
Noord [m]												
728002,00												
4712383,00												
R2												
Est [m]												
Noord [m]												
727931,00												
4712331,00												
R3												
Est [m]												
Noord [m]												
730231,00												
4713317,00												
R4												
Est [m]												
Noord [m]												
730183,00												
4713310,00												
R5												
Est [m]												
Noord [m]												
730167,00												
4713268,00												
R6												
Est [m]												
Noord [m]												
729341,00												
4714112,00												
R7												
Est [m]												
Noord [m]												
731119,00												
4712339,00												
R8												
Est [m]												
Noord [m]												
730156,00												
4712121,00												
R9												
Est [m]												
Noord [m]												
730242,00												
4712521,00												
R10												
Est [m]												
Noord [m]												
730646,00												
4712374,00												
R11												
Est [m]												
Noord [m]												
729603,00												
4713139,00												
R12												
Est [m]												
Noord [m]												
729466,20												
4713167,40												
R13												
Est [m]												
Noord [m]												
729111,10												
4712773,20												
R14												
Est [m]												
Noord [m]												
728661,00												
4713079,00												
R15												
Est [m]												
Noord [m]												
728704,50												
4713154,20												
R16												
Est [m]												
Noord [m]												
731515,40												
4710896,20												
R17												
Est [m]												
Noord [m]												
730607,00												
4710648,00												
R18												
Est [m]												
Noord [m]												
730533,00												
4713558,00												
R19												
Est [m]												
Noord [m]												
731064,00												
4709810,00												
R20												
Est [m]												
Noord [m]												
730952,00												
4709059,00												
R21												
Est [m]												
Noord [m]												
728374,00												
4711300,00												

Tabella 30 - Distanze espresse in metri tra aerogeneratori (di progetto, esistenti in esercizio e autorizzati non realizzati) e ricettori considerati.

Ai fini dei calcoli del livello di emissione e del rumore ambientale che seguiranno, come già detto, è stato preso in considerazione il contributo determinato **dagli aerogeneratori di progetto, esistenti in esercizio e autorizzati non realizzati ricadenti nell'area data dall'unione delle aree aventi raggio di 3.000 mt e centrate sulla proiezione a terra dell'asse degli aerogeneratori di progetto** della società Cogein Energy S.r.l. sui ricettori ricadenti nell'area vasta (**buffer**) individuata nella superficie data dall'unione delle aree di **800 mt di raggio** centrate sulla proiezione a terra dell'asse degli aerogeneratori di progetto, poiché per distanze superiori può considerarsi trascurabile il contributo della sorgente di progetto; è stato considerato, pertanto, **l'effetto cumulativo** sui ricettori così individuati determinato dalla presenza dei suddetti **aerogeneratori**.

6.6 Valutazione dei livelli di Rumore Ambientale L_A determinato dalla futura installazione dell'impianto eolico

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

- la fonte del rumore;
- il suo livello di rumorosità;
- la sua distanza dai ricettori;
- il tipo di rumore;
- il periodo di emissione.

Il tipo di attività consiste nella produzione di energia elettrica grazie all'impiego di **n. 10 aerogeneratori eolici (VESTAS V162 – 6,0 MW)** composti da un rotore del diametro di 162 metri 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 pari a circa **119 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** (06.00-22.00) sia la **notturna** (22.00-06.00), in quanto il funzionamento degli aerogeneratori è considerato di tipo continuo.

A partire dai dati d'ingresso riportati nei paragrafi precedenti, tenendo conto dei rilievi di **Rumore Residuo L_R** eseguiti, si è proceduto, come detto, alla simulazione dei livelli sonori presso i ricettori individuati **per velocità del vento a 10 m dal suolo pari a 6 m/s, 7 m/s, 8 m/s, 9 m/s e 10 m/s.**

Pertanto, è stata realizzata la Valutazione dei livelli di **Rumore Ambientale**:

$$L_A = \left(\sum_i L_{Pi} \right) \oplus L_R \quad (\text{somma logaritmica})$$

dove:

- L_A : valore del **Rumore Ambientale** in corrispondenza dei ricettori nei periodi diurno e notturno;
- $\sum_i L_{Pi}$: valore del **Rumore (pressione sonora) complessivo** dovuto agli aerogeneratori **di progetto** della società Cogein Energy S.r.l. in corrispondenza dei ricettori considerati ricadenti nell'**area vasta** individuata;
- L_R : valore del **Rumore Residuo complessivo** ottenuto come somma logaritmica del **Rumore Residuo rilevato** (considerato privo del contributo degli aerogeneratori esistenti) e della stima del valore di emissione degli aerogeneratori esistenti in esercizio e degli aerogeneratori autorizzati ma non ancora realizzati, alle diverse velocità del vento, come descritto nel Par. 5.5, nei periodi diurni e notturni, nei pressi dei ricettori sensibili individuati.

Pertanto, la relazione

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

valutata ad una qualsiasi distanza dal sito di installazione delle pale eoliche (quindi anche in corrispondenza dei ricettori), consente di determinare il livello equivalente di emissione legato alla singola sorgente L_{Pi} e, conseguentemente, a più sorgenti interessate:

$$L_{P_{tot}} = \left(\sum_i L_{Pi} \right)$$

Aggiungendo (*sempre logaritmicamente*) a tale livello di emissione, quello **residuo** ottenuto da quello misurato sul campo e da quello dovuto agli aerogeneratori esistenti, nei periodi notturno e diurno, attraverso la relazione

$$L_A = L_{P_{tot}} \oplus L_R$$

si calcola il livello ambientale L_A in prossimità dei singoli ricettori, per ciascun periodo di riferimento diurno e notturno.

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

I risultati della simulazione descritta sono riportati nei seguenti allegati tabellari:

- **Allegato 4:** Punti ricettori: confronto tra i **valori previsionali di emissione e del Rumore Ambientale L_A** ed i **valori limite di emissione e assoluti di immissione** di zona;
- **Allegato 5:** Confronto tra i valori previsionali del **Rumore Ambientale L_{Aint}** ed i **valori limite differenziali di immissione (finestre aperte)**.

7 Confronto dei livelli di Rumore Ambientale L_A previsti con i livelli assoluti e differenziali di immissione

7.1 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 D.P.C.M. 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 31**, rappresentano i livelli massimi che in una determinata area non debbono essere superati considerando i contributi di **tutte le sorgenti sonore**.

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di Riferimento	
	Diurno	Notturmo
I Aree particolarmente protette	50	40
II Aree prevalentemente residenziali	55	45
III Aree di tipo misto	60	50
IV Aree di intensa attività umana	65	55
V Aree prevalentemente industriali	70	60
VI Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 31 - Tabella C - valori limite assoluti di **immissione** - Leq in dB(A) (art. 3 D.P.C.M. 14/11/1997)

I limiti di **emissione**, invece, 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.

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di Riferimento	
	Diurno	Notturmo
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 32 – Tabella B - valori limite di **emissione** - Leq in dB (A) (art.2 - D.P.C.M. 14/11/1997).

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 differenziali di immissione** 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 di immissione **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.

7.2 Valori limiti assoluti di 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 valori limiti differenziali di immissione.

Il D.P.C.M. 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.

7.3 Valori limiti differenziali di immissione (criterio differenziale)

Noto il valore del livello di pressione sonora generato da una o più sorgenti sulla facciata **esterna** di un edificio (luogo di potenziale disturbo), la verifica, in fase di previsione, 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.

Al fine di valutare tale effetto è indispensabile conoscere preliminarmente le caratteristiche geometriche e di assorbimento acustico del locale ipoteticamente disturbato, nonché la superficie e il potere fonoisolante di ciascun elemento che ne costituisce le pareti perimetrali; parametri di difficile acquisizione.

Come già precedentemente anticipato, da un punto di vista pratico, **non è pensabile di poter fare delle misure preventive in tutti i recettori, per tutte le stanze e/o facciate di ciascun ricettore nelle diverse condizioni di ventosità e di immissione dell'impianto eolico.**

Inoltre, è doveroso sottolineare che secondo 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 principio poiché si potrebbe dimostrare di riuscire agevolmente a soddisfare entrambe le condizioni di esclusione di applicabilità della legge quadro.

Tuttavia ai fini di una massima tutela e comprensione dell'impatto viene di seguito eseguita una valutazione previsionale dei limiti al differenziale per ogni singolo ricettore nelle ipotesi come meglio successivamente descritto.

Per quanto riguarda il livello residuo, 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.

Una possibile indicazione in fase previsionale è quella di valutare il livello indotto della specifica sorgente all'interno dell'ambiente abitativo, in modo da verificare in ogni caso il soddisfacimento di quanto prescritto dall'art. 4 del DPCM 14 novembre 1997.

Si ipotizzi, ad esempio, di prevedere un livello di rumore **L**, generato da una sorgente sulla facciata di un edificio.

Considerando la situazione, ad esempio, **a finestre aperte**, è possibile ottenere il corrispondente livello interno **L_i**, sottraendo, dal livello sonoro esterno, l'attenuazione **A** tra esterno e interno dell'ambiente (sempre a finestre aperte).

Il livello di pressione sonora che si ottiene risulta pertanto **$L_i = L - A$** .

In accordo con la **Norma UNI/TS 11143-7**, numerosi riferimenti bibliografici indicano per una parete con finestra completamente **aperta** un isolamento sonoro (ovvero valore medio di attenuazione tra esterno e interno) compreso nell'intervallo da **5 dB a 10 dB** ponderati **A** (in mancanza di informazioni si suggerisce **6 dB** in riferimento al valore di attenuazione più ricorrente in letteratura), mentre nel caso di finestre chiuse può arrivare anche a **9 ÷ 10 dB**.

Per l'abbattimento tra **esterno** e **interno** nel caso di **finestre chiuse** altri studi indicano un valore pari a **21,5 dB (A)**:

- ***“Banca dati del potere fonoisolante” risultante da misurazioni eseguite dal 1953 al 1999 nei Laboratori dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale “Galileo Ferraris” di Torino. Le misure sperimentali riferite al serramento con minor potere fonoisolante, costituito da telaio in legno e lastra in vetro singola con spessore 3 mm, restituiscono un valore dell'indice di valutazione del potere fonoisolante (R_w) pari a 21,5 dB(A).***

7.3.1 Determinazione dei livelli $L_{P_{ext}}$ e $L_{P_{int}}$ originati dalle sorgenti in corrispondenza dei ricettori

Alla luce delle considerazioni precedentemente fatte, se indichiamo con $L_{P_{ext}}$ e $L_{P_{int}}$ i livelli di rumore, rispettivamente, **esterno** ed **interno (previsti)** ai ricettori connessi alla sorgente, si può determinare, con un'attenuazione media pari a **6 dB**, nel caso di “**finestre aperte – f.a.**”, il livello interno $L_{P_{int}}$, conoscendo quello esterno $L_{P_{ext}}$, nel modo seguente:

$$L_{P_{int}} = L_{P_{ext}} - A$$

Conseguentemente, il livello ambientale $L_{A_{int}}$, oggetto di verifica, è pari alla somma energetica del livello $L_{P_{int}}$ e del livello residuo $L_{R_{int}}$, anche quest'ultimo ottenuto considerando un'attenuazione tra interno ed esterno pari a **6 dB (a finestre aperte)**.

Pertanto si ottiene:

$$L_{A_{int}} = 10 \cdot \text{Log} \left[10^{\frac{L_{P_{int}}}{10}} + 10^{\frac{L_{R_{int}}}{10}} \right]$$

Come visto in precedenza, secondo il Decreto, i **valori limite differenziali di immissione (criterio differenziale) 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.

Nel caso in cui si verifica il superamento di tali limiti, i valori limite differenziali di immissione **all'interno degli ambienti** non dovranno superare:

- 5 dB(A) periodo diurno.
- 3 dB(A) periodo notturno

Nel presente studio, comunque, si procederà all'esecuzione della verifica relativa alla peggiore condizione che è quella a finestre aperte “f.a.”.

Al termine dell'iter procedurale utilizzato è stato redatto un confronto tra i livelli continui equivalenti L_A simulati e quelli di immissione ed emissione, allo scopo di effettuare una stima previsionale dell'impatto 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 4:** Punti ricettori: confronto tra i **valori previsionali di emissione** e del **Rumore Ambientale L_A** ed i **valori limite di emissione e assoluti di immissione** di zona;
- **Allegato 5:** Confronto tra i valori previsionali del **Rumore Ambientale L_{Aint}** ed i **valori limite differenziali di immissione (finestre aperte)**.

7.4 Considerazioni sui risultati del modello previsionale con i limiti imposti dalla normativa vigente

La realizzazione e l'esercizio di un impianto eolico genera un cambiamento del clima acustico nell'area in cui si realizza l'intervento. La variazione del clima acustico è stata valutata con un modello previsionale di propagazione del rumore, i cui risultati sono riportati negli **Allegati 4 e 5**.

L'applicazione del modello previsionale ha permesso la verifica dei valori assoluti di immissione ed emissione e la verifica mediante il criterio differenziale presso i ricettori sensibili individuati, secondo le indicazioni fornite dalle normative vigenti nel settore acustico.

A seguito delle rilevazioni effettuate in corrispondenza dei punti ricettori e delle valutazioni previsionali eseguite, si è verificata la conformità dei valori determinati alle prescrizioni del D.P.C.M. del 14 novembre 1997.

Le analisi sono state redatte sempre utilizzando le sorgenti indicate precedentemente.

7.4.1 Verifica dei valori limiti di emissione e assoluti di immissione

L'applicazione del criterio assoluto consiste nella valutazione dei livelli di pressione sonora, **in corrispondenza dei ricettori sensibili individuati**, e nel confronto con i limiti della classe di riferimento acustica in cui essi ricadono.

A tal proposito si osserva, come precedentemente descritto, che il **Comune di Cellere (VT)** ha provveduto alla classificazione acustica del proprio territorio comunale, ai sensi dell'art. 6 Legge n. 447/95 ed è dotato di Piano di Zonizzazione Acustica comunale approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 10 del 18/03/2004.

Dal punto di vista della classificazione acustica, le aree in cui si prevede l'ubicazione delle pale eoliche ricadono in aree classificate con **Classe I – Aree particolarmente protette**.

Conseguentemente, nel caso in esame trovano applicazione i **valori limite di emissione** riportati nella **Tabella B allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997** e nel **Piano di Zonizzazione Acustica Comunale** pari a **45 dB(A) [periodo diurno]** e **35 dB(A) [periodo notturno]**.

Inoltre, trovano applicazione i **valori limite assoluti di immissione** che possono essere immessi nell'ambiente abitativo e/o nell'ambiente esterno, **da misurarsi in prossimità dei ricettori**, riportati nella **Tabella C allegata al D.P.C.M. del 14 novembre 1997** e nel **Piano di Zonizzazione Acustica Comunale** pari a **50 dB(A) [periodo diurno]** e **40 dB(A) [periodo notturno]**.

Per i ricettori considerati e ricadenti nell'area vasta (buffer) individuata nella superficie data dall'unione delle aree di 800 m di raggio centrate sulla proiezione a terra dell'asse degli aerogeneratori di progetto e ricadenti nei comuni di Cellere (VT) e Ischia di Castro (VT), nella Tabella 33 si riporta la rispettiva Classe acustica in cui ricadono e i rispettivi valori limite di emissione e di immissione, come desumibili dal Piano di Zonizzazione Acustica comunale di Cellere (VT) e di Ischia di Castro (VT) (- cfr. Allegato 3).

Comune	Ricettori potenziali	Classe Acustica	Valori limite dB(A)			
			Emissione		Immissione	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
ISCHIA DI CASTRO	R1	III	55	45	60	50
	R2	III	55	45	60	50
CELLERE	R3	III	55	45	60	50
	R4	II	50	40	55	45
	R5	II	50	40	55	45
ISCHIA DI CASTRO	R6	III	55	45	60	50
CELLERE	R7	IV	60	50	65	55
	R8	III	55	45	60	50
	R9	IV	60	50	65	55
	R10	V	65	55	70	60
	R11	I	45	35	50	40
	R12	I	45	35	50	40
	R13	I	45	35	50	40
ISCHIA DI CASTRO	R14	III	55	45	60	50
	R15	III	55	45	60	50
CELLERE	R16	I	45	35	50	40
	R17	I	45	35	50	40
	R18	I	45	35	50	40
	R19	I	45	35	50	40
	R20	I	45	35	50	40
CELLERE	R21	I	45	35	50	40

Tabella 33 – Classe acustica dei ricettori individuati.

Come detto, per maggiore completezza, sono stati considerati anche quei fabbricati classificati con categoria catastale D/10 “fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole” e in qualche caso D/1 “opifici”; per tali tipologie di ricettori (R2, R4, R5, R6, R9, R11, R12, R13, R16, R17, R19, R20, R21 – cfr. Tabella 33), alla luce della loro destinazione e utilizzo (frequenziazione solo diurna), la verifica del rispetto dei valori di emissione e di immissione è stata svolta in riferimento al solo periodo di riferimento diurno (06:00 – 22:00).

Definiti i limiti di emissione e di immissione dell'area di interesse, **la stima dei valori di emissione e di immissione assoluti** è stata ottenuta dall'applicazione del modello di propagazione del rumore, nelle ipotesi descritte.

I risultati ottenuti in corrispondenza di ogni singolo ricettore individuato sono riportati nella seguente **Tabella 34** e nell'**Allegato 4**.

V = 6 m/s											
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rext} dB(A)		L _{pext_tot} dB(A)	Valore limite di emissione dB(A)		L _{Aext} dB(A)	L _{Aext} dB(A)	Valore limite assoluto di immissione dB(A)	
	Est [m]	Nord [m]	Diurno	Notturno		Diurno	Notturno			Diurno	Notturno
								R1	728002,00		
R2	727931,00	4712331,00	38,5	37,5	34,5	55,0	-----	39,9	-----	60,0	-----
R3	730231,00	4713317,00	41,6	40,6	37,1	55,0	45,0	42,9	42,2	60,0	50,0
R4	730183,00	4713310,00	41,6	40,6	37,5	50,0	-----	43,0	-----	55,0	-----
R5	730167,00	4713268,00	41,6	40,6	37,8	50,0	-----	43,1	-----	55,0	-----
R6	729341,00	4714112,00	38,8	37,8	34,6	55,0	-----	40,2	-----	60,0	-----
R7	731119,00	4712339,00	41,0	39,8	37,2	60,0	50,0	42,5	41,7	65,0	55,0
R8	730156,00	4712121,00	40,9	39,7	38,0	55,0	45,0	42,7	41,9	60,0	50,0
R9	730242,00	4712521,00	41,1	39,9	38,6	60,0	-----	43,0	-----	65,0	-----
R10	730646,00	4712574,00	42,2	41,4	36,8	65,0	55,0	43,3	42,7	70,0	60,0
R11	729603,00	4713139,00	42,8	42,5	39,7	45,0	-----	44,6	-----	50,0	-----
R12	729466,19	4713167,39	44,2	44,0	37,8	45,0	-----	45,1	-----	50,0	-----
R13	729111,14	4712773,23	43,9	43,7	37,8	45,0	-----	44,9	-----	50,0	-----
R14	728661,00	4713079,00	39,2	38,3	34,1	55,0	45,0	40,3	39,7	60,0	50,0
R15	728704,45	4713154,22	39,2	38,4	33,4	55,0	45,0	40,2	39,6	60,0	50,0
R16	731515,43	4710896,19	39,7	38,1	41,7	45,0	-----	43,8	-----	50,0	-----
R17	730607,00	4710648,00	41,8	40,9	33,8	45,0	-----	42,4	-----	50,0	-----
R18*	730553,00	4713558,00	42,1	41,2	33,9	45,0	35,0	42,7	41,9	50,0	40,0
R19	731064,00	4709810,00	39,9	38,4	34,8	45,0	-----	41,1	-----	50,0	-----
R20	730952,00	4709059,00	45,3	44,9	32,2	45,0	-----	45,5	-----	50,0	-----
R21	728374,00	4711300,00	38,5	37,5	41,5	45,0	-----	43,3	-----	50,0	-----

V = 7 m/s											
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rext} dB(A)		L _{pext_tot} dB(A)	Valore limite di emissione dB(A)		L _{Aext} dB(A)	L _{Aext} dB(A)	Valore limite assoluto di immissione dB(A)	
	Est [m]	Nord [m]	Diurno	Notturno		Diurno	Notturno			Diurno	Notturno
								R1	728002,00		
R2	727931,00	4712331,00	39,9	38,9	34,7	55,0	-----	41,0	-----	60,0	-----
R3	730231,00	4713317,00	42,8	41,7	37,3	55,0	45,0	43,9	43,0	60,0	50,0
R4	730183,00	4713310,00	42,7	41,6	37,7	50,0	-----	43,9	-----	55,0	-----
R5	730167,00	4713268,00	42,8	41,7	38,0	50,0	-----	44,0	-----	55,0	-----
R6	729341,00	4714112,00	40,1	39,2	34,8	55,0	-----	41,2	-----	60,0	-----
R7	731119,00	4712339,00	42,2	40,9	37,4	60,0	50,0	43,5	42,5	65,0	55,0
R8	730156,00	4712121,00	42,1	40,8	38,2	55,0	45,0	43,6	42,7	60,0	50,0
R9	730242,00	4712521,00	42,3	41,0	38,8	60,0	-----	43,9	-----	65,0	-----
R10	730646,00	4712574,00	43,3	42,4	37,0	65,0	55,0	44,2	43,5	70,0	60,0
R11	729603,00	4713139,00	43,9	43,5	39,9	45,0	-----	45,3	-----	50,0	-----
R12	729466,19	4713167,39	45,1	44,8	38,0	45,0	-----	45,9	-----	50,0	-----
R13	729111,14	4712773,23	44,9	44,6	38,0	45,0	-----	45,7	-----	50,0	-----
R14	728661,00	4713079,00	40,5	39,6	34,3	55,0	45,0	41,4	40,7	60,0	50,0
R15	728704,45	4713154,22	40,5	39,7	33,6	55,0	45,0	41,3	40,6	60,0	50,0
R16	731515,43	4710896,19	41,0	39,4	41,9	45,0	-----	44,5	-----	50,0	-----
R17	730607,00	4710648,00	42,9	41,9	34,0	45,0	-----	43,4	-----	50,0	-----
R18*	730553,00	4713558,00	43,2	42,2	34,1	45,0	35,0	43,7	42,8	50,0	40,0
R19	731064,00	4709810,00	41,2	39,7	35,0	45,0	-----	42,2	-----	50,0	-----
R20	730952,00	4709059,00	46,3	45,9	32,4	45,0	-----	46,4	-----	50,0	-----
R21	728374,00	4711300,00	39,9	38,9	41,7	45,0	-----	43,9	-----	50,0	-----

R18*: vedi considerazioni Par. 7.4.3 della Relazione Previsionale

Legenda	
L _{Rext}	: Rumore Residuo esterno al ricettore
L _{pext_tot}	: Valore complessivo del Rumore (pressione sonora) al ricettore
L _{Aext}	: Rumore Ambientale esterno al ricettore

V = 8 m/s											
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rext} dB(A)		L _{pext_tot} dB(A)	Valore limite di emissione dB(A)		L _{Aext} dB(A)	L _{Aext} dB(A)	Valore limite assoluto di immissione dB(A)	
	Est [m]	Nord [m]	Diurno	Notturno		Diurno	Notturno			Diurno	Notturno
R1	728002,00	4712383,00	41,3	40,2	35,2	55,0	45,0	42,2	41,4	60,0	50,0
R2	727931,00	4712331,00	41,3	40,2	34,7	55,0	-----	42,1	-----	60,0	-----
R3	730231,00	4713317,00	43,9	42,8	37,3	55,0	45,0	44,8	43,9	60,0	50,0
R4	730183,00	4713310,00	43,9	42,8	37,7	50,0	-----	44,8	-----	55,0	-----
R5	730167,00	4713268,00	43,9	42,8	38,0	50,0	-----	44,9	-----	55,0	-----
R6	729341,00	4714112,00	41,5	40,5	34,8	55,0	-----	42,3	-----	60,0	-----
R7	731119,00	4712339,00	43,4	42,2	37,4	60,0	50,0	44,4	43,4	65,0	55,0
R8	730156,00	4712121,00	43,3	42,0	38,2	55,0	45,0	44,5	43,5	60,0	50,0
R9	730242,00	4712521,00	43,5	42,2	38,8	60,0	-----	44,8	-----	65,0	-----
R10	730646,00	4712574,00	44,6	43,6	37,0	65,0	55,0	45,3	44,5	70,0	60,0
R11	729603,00	4713139,00	45,0	44,6	39,9	45,0	-----	46,2	-----	50,0	-----
R12	729466,19	4713167,39	46,4	46,1	38,0	45,0	-----	47,0	-----	50,0	-----
R13	729111,14	4712773,23	46,2	45,9	38,0	45,0	-----	46,8	-----	50,0	-----
R14	728661,00	4713079,00	41,8	40,9	34,3	55,0	45,0	42,5	41,8	60,0	50,0
R15	728704,45	4713154,22	41,9	40,9	33,6	55,0	45,0	42,5	41,7	60,0	50,0
R16	731515,43	4710896,19	42,5	40,8	41,9	45,0	-----	45,2	-----	50,0	-----
R17	730607,00	4710648,00	44,3	43,3	34,0	45,0	-----	44,7	-----	50,0	-----
R18*	730553,00	4713558,00	44,3	43,3	34,1	45,0	35,0	44,7	43,8	50,0	40,0
R19	731064,00	4709810,00	42,7	41,1	35,0	45,0	-----	43,4	-----	50,0	-----
R20	730952,00	4709059,00	47,3	46,9	32,4	45,0	-----	47,5	-----	50,0	-----
R21	728374,00	4711300,00	41,3	40,2	41,7	45,0	-----	44,5	-----	50,0	-----

V = 9 m/s											
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rext} dB(A)		L _{pext_tot} dB(A)	Valore limite di emissione dB(A)		L _{Aext} dB(A)	L _{Aext} dB(A)	Valore limite assoluto di immissione dB(A)	
	Est [m]	Nord [m]	Diurno	Notturno		Diurno	Notturno			Diurno	Notturno
R1	728002,00	4712383,00	42,7	41,6	35,2	55,0	45,0	43,4	42,5	60,0	50,0
R2	727931,00	4712331,00	42,7	41,6	34,7	55,0	-----	43,3	-----	60,0	-----
R3	730231,00	4713317,00	45,2	44,0	37,3	55,0	45,0	45,8	44,8	60,0	50,0
R4	730183,00	4713310,00	45,2	44,0	37,7	50,0	-----	45,9	-----	55,0	-----
R5	730167,00	4713268,00	45,2	44,0	38,0	50,0	-----	46,0	-----	55,0	-----
R6	729341,00	4714112,00	42,9	41,8	34,8	55,0	-----	43,5	-----	60,0	-----
R7	731119,00	4712339,00	44,8	43,4	37,4	60,0	50,0	45,5	44,4	65,0	55,0
R8	730156,00	4712121,00	44,6	43,2	38,2	55,0	45,0	45,5	44,4	60,0	50,0
R9	730242,00	4712521,00	44,8	43,5	38,8	60,0	-----	45,8	-----	65,0	-----
R10	730646,00	4712574,00	46,0	45,0	37,0	65,0	55,0	46,5	45,6	70,0	60,0
R11	729603,00	4713139,00	46,3	45,8	39,9	45,0	-----	47,2	-----	50,0	-----
R12	729466,19	4713167,39	47,7	47,4	38,0	45,0	-----	48,1	-----	50,0	-----
R13	729111,14	4712773,23	47,8	47,5	38,0	45,0	-----	48,3	-----	50,0	-----
R14	728661,00	4713079,00	43,3	42,3	34,3	55,0	45,0	43,8	43,0	60,0	50,0
R15	728704,45	4713154,22	43,3	42,4	33,6	55,0	45,0	43,7	42,9	60,0	50,0
R16	731515,43	4710896,19	43,9	42,2	41,9	45,0	-----	46,0	-----	50,0	-----
R17	730607,00	4710648,00	45,8	44,8	34,0	45,0	-----	46,1	-----	50,0	-----
R18*	730553,00	4713558,00	45,6	44,5	34,1	45,0	35,0	45,9	44,9	50,0	40,0
R19	731064,00	4709810,00	44,1	42,5	35,0	45,0	-----	44,6	-----	50,0	-----
R20	730952,00	4709059,00	48,4	47,9	32,4	45,0	-----	48,5	-----	50,0	-----
R21	728374,00	4711300,00	42,7	41,6	41,7	45,0	-----	45,2	-----	50,0	-----

R18*: vedi considerazioni Par. 7.4.3 della Relazione Previsionale

Legenda	
L _{Rext}	: Rumore Residuo esterno al ricettore
L _{pext_tot}	: Valore complessivo del Rumore (pressione sonora) al ricettore
L _{Aext}	: Rumore Ambientale esterno al ricettore

V = 10 m/s											
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rext} dB(A)		L _{pext_tot} dB(A)	Valore limite di emissione dB(A)		L _{Aext} dB(A)	L _{Aext} dB(A)	Valore limite assoluto di immissione dB(A)	
	Est [m]	Nord [m]	Diurno	Notturno		Diurno	Notturno			Diurno	Notturno
R1	728002,00	4712383,00	44,1	42,9	35,2	55,0	45,0	44,6	43,6	60,0	50,0
R2	727931,00	4712331,00	44,1	42,9	34,7	55,0	-----	44,6	-----	60,0	-----
R3	730231,00	4713317,00	46,4	45,2	37,3	55,0	45,0	46,9	45,8	60,0	50,0
R4	730183,00	4713310,00	46,4	45,1	37,7	50,0	-----	47,0	-----	55,0	-----
R5	730167,00	4713268,00	46,4	45,2	38,0	50,0	-----	47,0	-----	55,0	-----
R6	729341,00	4714112,00	44,3	43,1	34,8	55,0	-----	44,7	-----	60,0	-----
R7	731119,00	4712339,00	46,1	44,8	37,4	60,0	50,0	46,7	45,5	65,0	55,0
R8	730156,00	4712121,00	46,0	44,5	38,2	55,0	45,0	46,6	45,4	60,0	50,0
R9	730242,00	4712521,00	46,1	44,8	38,8	60,0	-----	46,9	-----	65,0	-----
R10	730646,00	4712574,00	47,4	46,5	37,0	65,0	55,0	47,8	46,9	70,0	60,0
R11	729603,00	4713139,00	47,5	47,0	39,9	45,0	-----	48,2	-----	50,0	-----
R12	729466,19	4713167,39	49,2	48,8	38,0	45,0	-----	49,5	-----	50,0	-----
R13	729111,14	4712773,23	49,6	49,3	38,0	45,0	-----	49,9	-----	50,0	-----
R14	728661,00	4713079,00	44,7	43,7	34,3	55,0	45,0	45,1	44,2	60,0	50,0
R15	728704,45	4713154,22	44,7	43,7	33,6	55,0	45,0	45,0	44,1	60,0	50,0
R16	731515,43	4710896,19	45,4	43,6	41,9	45,0	-----	47,0	-----	50,0	-----
R17	730607,00	4710648,00	47,4	46,4	34,0	45,0	-----	47,6	-----	50,0	-----
R18*	730553,00	4713558,00	46,7	45,6	34,1	45,0	35,0	47,0	45,9	50,0	40,0
R19	731064,00	4709810,00	45,6	44,0	35,0	45,0	-----	45,9	-----	50,0	-----
R20	730952,00	4709059,00	49,4	48,8	32,4	45,0	-----	49,5	-----	50,0	-----
R21	728374,00	4711300,00	44,1	42,9	41,7	45,0	-----	46,1	-----	50,0	-----

R18*: vedi considerazioni Par. 7.4.3 della Relazione Previsionale

Legenda	
L _{Rext}	: Rumore Residuo esterno al ricettore
L _{pext_tot}	: Valore complessivo del Rumore (pressione sonora) al ricettore
L _{Aext}	: Rumore Ambientale esterno al ricettore

Tabella 34 – Confronto tra i valori previsionali di emissione e del Rumore Ambientale L_A ed i valori limite di emissione e assoluti di immissione.

Come si evince dalle valutazioni effettuate riportate (Tabella 34 - Allegato 4), in corrispondenza dei ricettori individuati, risultano rispettati i valori **limite di emissione** relativi alle rispettive classi individuate; inoltre il livello di **Rumore Ambientale L_A** (ovvero L_{Aext}) **presso i ricettori** è inferiore ai valori limite **assoluti di immissione** relativi alle rispettive classi individuate.

Per i ricettori R2, R4, R5, R6, R9, R11, R12, R13, R16, R17, R19, R20, R21, come detto, la verifica del rispetto dei valori di emissione e di immissione è stata svolta in riferimento al solo periodo di riferimento diurno (06:00 – 22:00), alla luce della loro destinazione e utilizzo (frequentazione solo diurna),

7.4.2 Verifica dei valori limiti differenziali di immissione (criterio differenziale)

Come detto, nelle zone non esclusivamente industriali, oltre ai limiti massimi assoluti per il rumore, sono stabilite, secondo il cosiddetto “**criterio differenziale**”, anche **le seguenti differenze da non superare tra il livello equivalente del Rumore Ambientale (L_A) (con sorgente accesa) e quello del Rumore Residuo (L_R) (con sorgente spenta) da valutarsi all’interno** degli ambienti abitativi

- 5 dB(A) durante il periodo diurno;
- 3 dB(A) durante il periodo notturno;

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

Secondo il Decreto, infatti, ogni effetto del disturbo sonoro è ritenuto trascurabile (art.4 comma 2) e, quindi, il livello di rumore ambientale deve considerarsi accettabile e quindi i **valori limite differenziali di immissione (criterio differenziale) non si applicano**, quando si verificano **contestualmente** i seguenti casi:

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

Nel caso in cui si verifica il superamento di tali limiti, i valori limite differenziali non dovranno superare, come detto, **5 dB(A)** durante il periodo diurno e **3 dB(A)** durante il periodo notturno.

I risultati ottenuti per la verifica del criterio differenziale per ogni singolo ricettore individuato, nelle **ipotesi assunte** ovvero **verifica relativa alla peggiore condizioni a finestre aperte “f.a.”**, valore medio di attenuazione tra **esterno** e **interno** ovvero differenza di livello di pressione sonora, nel caso di **finestre aperte** pari a **6 dB(A)**, sono riportati nella seguente **Tabella 35** e nell’**Allegato 5**.

V = 6 m/s													
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rint} f.a. dB(A)		L _{pin.tot} f.a. dB(A)	L _{Aint} f.a. dB(A)	Limite diurno applicabilità f.a. dB(A)	L _{aint} f.a. dB(A)	Limite notturno applicabilità f.a. dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)
	Est [m]	Nord [m]	Diurno	Notturno									
						Diurno				Notturno			
R1	728002,00	4712383,00	32,5	31,5	29,0	34,1	50,0	33,5	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R2	727931,00	4712331,00	32,5	31,5	28,5	33,9	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R3	730231,00	4713317,00	35,6	34,6	31,1	36,9	50,0	36,2	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R4	730183,00	4713310,00	35,6	34,6	31,5	37,0	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R5	730167,00	4713268,00	35,6	34,6	31,8	37,1	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R6	729341,00	4714112,00	32,8	31,8	28,6	34,2	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R7	731119,00	4712339,00	35,0	33,8	31,2	36,5	50,0	35,7	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R8	730156,00	4712121,00	34,9	33,7	32,0	36,7	50,0	35,9	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R9	730242,00	4712521,00	35,1	33,9	32,6	37,0	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R10	730646,00	4712574,00	36,2	35,4	30,8	37,3	50,0	36,7	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R11	729603,00	4713139,00	36,8	36,5	33,7	38,6	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R12	729466,19	4713167,39	38,2	38,0	31,8	39,1	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R13	729111,14	4712773,23	37,9	37,7	31,8	38,9	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R14	728661,00	4713079,00	33,2	32,3	28,1	34,3	50,0	33,7	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R15	728704,45	4713154,22	33,2	32,4	27,4	34,2	50,0	33,6	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R16	731515,43	4710896,19	33,7	32,1	35,7	37,8	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R17	730607,00	4710648,00	35,8	34,9	27,8	36,4	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R18	730553,00	4713558,00	36,1	35,2	27,9	36,7	50,0	35,9	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R19	731064,00	4709810,00	33,9	32,4	28,8	35,1	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R20	730952,00	4709059,00	39,3	38,9	26,2	39,5	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R21	728374,00	4711300,00	32,5	31,5	35,5	37,3	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----

V = 7 m/s													
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rint} f.a. dB(A)		L _{pin.tot} f.a. dB(A)	L _{Aint} f.a. dB(A)	Limite diurno applicabilità f.a. dB(A)	L _{aint} f.a. dB(A)	Limite notturno applicabilità f.a. dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)
	Est [m]	Nord [m]	Diurno	Notturno									
						Diurno				Notturno			
R1	728002,00	4712383,00	33,9	32,9	29,2	35,2	50,0	34,5	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R2	727931,00	4712331,00	33,9	32,9	28,7	35,0	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R3	730231,00	4713317,00	36,8	35,7	31,3	37,9	50,0	37,0	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R4	730183,00	4713310,00	36,7	35,6	31,7	37,9	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R5	730167,00	4713268,00	36,8	35,7	32,0	38,0	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R6	729341,00	4714112,00	34,1	33,2	28,8	35,2	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R7	731119,00	4712339,00	36,2	34,9	31,4	37,5	50,0	36,5	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R8	730156,00	4712121,00	36,1	34,8	32,2	37,6	50,0	36,7	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R9	730242,00	4712521,00	36,3	35,0	32,8	37,9	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R10	730646,00	4712574,00	37,3	36,4	31,0	38,2	50,0	37,5	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R11	729603,00	4713139,00	37,9	37,5	33,9	39,3	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R12	729466,19	4713167,39	39,1	38,8	32,0	39,9	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R13	729111,14	4712773,23	38,9	38,6	32,0	39,7	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R14	728661,00	4713079,00	34,5	33,6	28,3	35,4	50,0	34,7	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R15	728704,45	4713154,22	34,5	33,7	27,6	35,3	50,0	34,6	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R16	731515,43	4710896,19	35,0	33,4	35,9	38,5	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R17	730607,00	4710648,00	36,9	35,9	28,0	37,4	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R18	730553,00	4713558,00	37,2	36,2	28,1	37,7	50,0	36,8	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R19	731064,00	4709810,00	35,2	33,7	29,0	36,2	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R20	730952,00	4709059,00	40,3	39,9	26,4	40,4	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R21	728374,00	4711300,00	33,9	32,9	35,7	37,9	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----

Legenda	
L _{Rint}	: Rumore Residuo in ambiente abitativo a finestre aperte (f.a.)
L _{pin.tot}	: Valore del Rumore (pressione sonora) in ambiente abitativo a finestre aperte (f.a.)
L _{Aint}	: Rumore Ambientale in ambiente abitativo a finestre aperte (f.a.)
Limite applicabilità f.a.	: Valore assoluto limite per l'applicabilità del criterio differenziale negli ambienti abitativi a finestre aperte (f.a.)
Valore differenziale	: Valore differenziale tra il Rumore Ambientale L _{Aint} e il Rumore di Fondo L _{Rint}

V = 8 m/s													
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rint} f.a. dB(A)		L _{pin,tot} f.a. dB(A)	L _{Ant} f.a. dB(A)	Limite diurno applicabilità f.a. dB(A)	L _{aint} f.a. dB(A)	Limite notturno applicabilità f.a. dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)
	Est [m]	Nord [m]	Diurno	Notturno									
							Diurno		Notturno				
R1	728002,00	4712383,00	35,3	34,2	29,2	36,2	50,0	35,4	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R2	727931,00	4712331,00	35,3	34,2	28,7	36,1	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R3	730231,00	4713317,00	37,9	36,8	31,3	38,8	50,0	37,9	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R4	730183,00	4713310,00	37,9	36,8	31,7	38,8	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R5	730167,00	4713268,00	37,9	36,8	32,0	38,9	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R6	729341,00	4714112,00	35,5	34,5	28,8	36,3	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R7	731119,00	4712339,00	37,4	36,2	31,4	38,4	50,0	37,4	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R8	730156,00	4712121,00	37,3	36,0	32,2	38,5	50,0	37,5	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R9	730242,00	4712521,00	37,5	36,2	32,8	38,8	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R10	730646,00	4712574,00	38,6	37,6	31,0	39,3	50,0	38,5	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R11	729603,00	4713139,00	39,0	38,6	33,9	40,2	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R12	729466,19	4713167,39	40,4	40,1	32,0	41,0	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R13	729111,14	4712773,23	40,2	39,9	32,0	40,8	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R14	728661,00	4713079,00	35,8	34,9	28,3	36,5	50,0	35,8	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R15	728704,45	4713154,22	35,9	34,9	27,6	36,5	50,0	35,7	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R16	731515,43	4710896,19	36,5	34,8	35,9	39,2	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R17	730607,00	4710648,00	38,3	37,3	28,0	38,7	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R18	730553,00	4713558,00	38,3	37,3	28,1	38,7	50,0	37,8	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R19	731064,00	4709810,00	36,7	35,1	29,0	37,4	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R20	730952,00	4709059,00	41,3	40,9	26,4	41,5	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R21	728374,00	4711300,00	35,3	34,2	35,7	38,5	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----

V = 9 m/s													
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rint} f.a. dB(A)		L _{pin,tot} f.a. dB(A)	L _{Ant} f.a. dB(A)	Limite diurno applicabilità f.a. dB(A)	L _{aint} f.a. dB(A)	Limite notturno applicabilità f.a. dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)
	Est [m]	Nord [m]	Diurno	Notturno									
							Diurno		Notturno				
R1	728002,00	4712383,00	36,7	35,6	29,2	37,4	50,0	36,5	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R2	727931,00	4712331,00	36,7	35,6	28,7	37,3	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R3	730231,00	4713317,00	39,2	38,0	31,3	39,8	50,0	38,8	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R4	730183,00	4713310,00	39,2	38,0	31,7	39,9	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R5	730167,00	4713268,00	39,2	38,0	32,0	40,0	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R6	729341,00	4714112,00	36,9	35,8	28,8	37,5	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R7	731119,00	4712339,00	38,8	37,4	31,4	39,5	50,0	38,4	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R8	730156,00	4712121,00	38,6	37,2	32,2	39,5	50,0	38,4	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R9	730242,00	4712521,00	38,8	37,5	32,8	39,8	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R10	730646,00	4712574,00	40,0	39,0	31,0	40,5	50,0	39,6	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R11	729603,00	4713139,00	40,3	39,8	33,9	41,2	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R12	729466,19	4713167,39	41,7	41,4	32,0	42,1	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R13	729111,14	4712773,23	41,8	41,5	32,0	42,3	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R14	728661,00	4713079,00	37,3	36,3	28,3	37,8	50,0	37,0	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R15	728704,45	4713154,22	37,3	36,4	27,6	37,7	50,0	36,9	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R16	731515,43	4710896,19	37,9	36,2	35,9	40,0	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R17	730607,00	4710648,00	39,8	38,8	28,0	40,1	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R18	730553,00	4713558,00	39,6	38,5	28,1	39,9	50,0	38,9	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R19	731064,00	4709810,00	38,1	36,5	29,0	38,6	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R20	730952,00	4709059,00	42,4	41,9	26,4	42,5	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R21	728374,00	4711300,00	36,7	35,6	35,7	39,2	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----

Legenda	
L _{Rint}	: Rumore Residuo in ambiente abitato a finestre aperte (f.a.)
L _{pin,tot}	: Valore del Rumore (pressione sonora) in ambiente abitato a finestre aperte (f.a.)
L _{Ant}	: Rumore Ambientale in ambiente abitato a finestre aperte (f.a.)
Limite applicabilità f.a.	: Valore assoluto limite per l'applicabilità del criterio differenziale negli ambienti abitativi a finestre aperte (f.a.)
Valore differenziale	: Valore differenziale tra il Rumore Ambientale L _{Ant} e il Rumore di Fondo L _{Rint}

V = 10 m/s													
Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rint} f.a. dB(A)		L _{pin,tot} f.a. dB(A)	L _{Aint} f.a. dB(A)	Limite diurno applicabilità f.a. dB(A)	L _{Aint} f.a. dB(A)	Limite notturno applicabilità f.a. dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)
	Est [m]	Nord [m]	Diurno	Notturno									
						Diurno				Notturno			
R1	728002,00	4712383,00	38,1	36,9	29,2	38,6	50,0	37,6	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R2	727931,00	4712331,00	38,1	36,9	28,7	38,6	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R3	730231,00	4713317,00	40,4	39,2	31,3	40,9	50,0	39,8	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R4	730183,00	4713310,00	40,4	39,1	31,7	41,0	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R5	730167,00	4713268,00	40,4	39,2	32,0	41,0	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R6	729341,00	4714112,00	38,3	37,1	28,8	38,7	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R7	731119,00	4712339,00	40,1	38,8	31,4	40,7	50,0	39,5	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R8	730156,00	4712121,00	40,0	38,5	32,2	40,6	50,0	39,4	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R9	730242,00	4712521,00	40,1	38,8	32,8	40,9	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R10	730646,00	4712574,00	41,4	40,5	31,0	41,8	50,0	40,9	40,0	0,4	5,0	0,5	3,0
R11	729603,00	4713139,00	41,5	41,0	33,9	42,2	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R12	729466,19	4713167,39	43,2	42,8	32,0	43,5	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R13	729111,14	4712773,23	43,6	43,3	32,0	43,9	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R14	728661,00	4713079,00	38,7	37,7	28,3	39,1	50,0	38,2	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R15	728704,45	4713154,22	38,7	37,7	27,6	39,0	50,0	38,1	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R16	731515,43	4710896,19	39,4	37,6	35,9	41,0	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R17	730607,00	4710648,00	41,4	40,4	28,0	41,6	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R18	730553,00	4713558,00	40,7	39,6	28,1	41,0	50,0	39,9	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
R19	731064,00	4709810,00	39,6	38,0	29,0	39,9	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R20	730952,00	4709059,00	43,4	42,8	26,4	43,5	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----
R21	728374,00	4711300,00	38,1	36,9	35,7	40,1	50,0	-----	-----	non si applica	5,0	-----	-----

Legenda	
L _{Rint}	: Rumore Residuo in ambiente abitativo a finestre aperte (f.a.)
L _{pin,tot}	: Valore del Rumore (pressione sonora) in ambiente abitativo a finestre aperte (f.a.)
L _{Aint}	: Rumore Ambientale in ambiente abitativo a finestre aperte (f.a.)
Limite applicabilità f.a.	: Valore assoluto limite per l'applicabilità del criterio differenziale negli ambienti abitativi a finestre aperte (f.a.)
Valore differenziale	: Valore differenziale tra il Rumore Ambientale L _{Aint} e il Rumore di Fondo L _{Rint}

Tabella 35 – Confronto tra i valori previsionali del Rumore Ambientale L_A ed i valori limite differenziali di immissione (**finestre aperte**).

Come si evince dalle valutazioni effettuate riportate (**Tabella 35 e Allegato 5**), **in corrispondenza di tutti i ricettori individuati, nelle ipotesi assunte**, si riscontrano o valori di immissione inferiori ai limiti di applicabilità del criterio differenziale [livello di rumore ambientale in ambiente abitativo **a finestre aperte** inferiore a 50 dB(A) nel periodo diurno ed a 40 dB(A) nel periodo notturno] **oppure**, nei casi in cui si riscontra il superamento di tali limiti, i valori differenziali non superano **5 dB(A)** durante il periodo diurno e **3 dB(A)** durante il periodo notturno.

Per i ricettori R2, R4, R5, R6, R9, R11, R12, R13, R16, R17, R19, R20, R21, come detto, la verifica del rispetto dei valori differenziali di immissione è stata svolta in riferimento al solo periodo di riferimento diurno (06:00 – 22:00), alla luce della loro destinazione e utilizzo (frequentazione solo diurna).

7.4.3 Considerazioni sui risultati in corrispondenza del ricettore R18

Tra i ricettori individuati ricadenti nel comune di Cellere (VT), è stato **considerato, nell'analisi, il ricettore identificato con R18 (casale attualmente disabitato), distante circa 735,0 mt dall'aerogeneratore di progetto dell'impianto più vicino (aerogeneratore VT7).**

Per esso risultano i limiti acustici della Classe I – Aree particolarmente protette per la quale trovano applicazione i **valori limite di emissione** pari a 45 dB(A) [periodo diurno] e 35 dB(A) [periodo notturno] e i **valori limite assoluti di immissione** pari a 50 dB(A) [periodo diurno] e 40 dB(A) [periodo notturno].

Come si evince dalle valutazioni effettuate riportate (Tabella 34 - Allegato 3), **in corrispondenza di tale ricettore**, risulta rispettato il valore **limite di emissione** relativo alla classe individuata [45 dB(A) diurno e 35 dB(A) notturno] risultando il **valore di emissione complessivo degli aerogeneratori di progetto in corrispondenza di tale ricettore sempre inferiore a 35 dB(A) [per $v = 6$ m/s, 33,9 dB(A), per $v = 7 - 8 - 9 - 10$ m/s, 34,1 dB(A)].**

Il livello di **Rumore Ambientale L_A** (ovvero L_{Aext}) presso tale ricettore, **somma dei livelli di emissione sonora degli aerogeneratori di progetto e del Rumore Residuo L_R** , risulterebbe invece in alcuni casi superiore ai **valori limite assoluti di immissione** relativi alla classe acustica individuata per tale ricettore [50 dB(A) diurno e 40 dB(A) notturno].

In particolare nel periodo notturno, per le velocità del vento considerate ($> 6,0$ m/s) si avrebbero valori sempre **superiori al valore limite assoluto di immissione notturno pari a 40 dB(A)**.

Tali superamenti non sono certamente da imputarsi al contributo emissivo degli aerogeneratori di progetto in corrispondenza di tale ricettore, che, come è stato evidenziato, è sempre inferiore a 34,5 dB(A) ed **ininfluente rispetto al Rumore Residuo L_R** , il quale, invece, è **fortemente influenzato dal contributo del vento di gran lunga predominante anche rispetto al contributo che forniscono gli aerogeneratori in esercizio all'entità del Rumore Residuo L_R** .

Infatti, il contributo del vento che, come noto, tende ad aumentare progressivamente in funzione dell'incremento della velocità, **determina**, nel caso in oggetto, **valori del Rumore Residuo L_R** , alle diverse velocità del vento, **superiori al contributo emissivo degli aerogeneratori di progetto in prossimità del ricettore**.

Per le velocità del vento considerate ($> 6,0$ m/s), infatti (Tabella 36), **alla luce del solo contributo dato dal vento** (senza pertanto il contributo dei minieolici esistenti) il valore del

Rumore Residuo L_R , nel periodo notturno ($v = 7 - 8 - 9 - 10$ m/s), risulta **addirittura già da solo superiore** al valore limite assoluto di immissione notturno [40 dB(A) notturno] e superiore di oltre 5,0 dB(A) il livello di pressione sonora determinato dagli aerogeneratori di progetto [per $v = 6$ m/s, 33,9 dB(A), per $v = 7 - 8 - 9 - 10$ m/s, 34,1 dB(A)].

Identificativo ricettore	Rumore Residuo rilevato dB(A) [privo del contributo degli aerogeneratori esistenti in esercizio]									
	Periodo <u>diurno</u>					Periodo <u>notturno</u>				
	Velocità del vento (m/s)					Velocità del vento (m/s)				
	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
R18	40,3	41,6	42,8	44,1	45,4	38,9	40,1	41,3	42,5	43,7

Tabella 36 – Rumore Residuo privo del contributo degli aerogeneratori esistenti in esercizio in prossimità del ricettore **R18**.

Del resto, nell'ipotesi più gravosa di velocità del vento $v = 0$ m/s ovvero assenza di vento presso il ricettore e quindi di Rumore Residuo L_R non influenzato dal vento ed emissione massima degli aerogeneratori di progetto (per $v = 10$ m/s) come si evince dalla valutazione effettuata riportata (Tabella 37), **in corrispondenza del ricettore R18**, risultano rispettati i valori limite di emissione relativi alla classe individuata [45 dB(A) diurno e 35 dB(A) notturno], riscontrandosi un valore di emissione previsionale degli aerogeneratori di progetto pari a 34,1 dB(A).

Inoltre il livello di Rumore Ambientale L_A (ovvero L_{Aext}) è inferiore ai valori limite assoluti di immissione relativi alla classe individuata [50 dB(A) diurno e 40 dB(A) notturno], riscontrandosi un valore previsionale pari a 36,5 dB(A) nel periodo diurno e 36,1 dB(A) nel periodo notturno.

Ricettore considerato	Coordinate		L_{Rext} dB(A)		$L_{pext,tot}$ dB(A)	Valore limite di emissione dB(A)		L_{Aext} dB(A)		Valore limite assoluto di immissione dB(A)	
	Est [m]	Nord [m]	Diurno	Notturno		Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
R18	730553,00	4713558,00	32,7	31,7	34,1	45,0	35,0	36,5	36,1	50,0	40,0
Legenda											
L_{Rext} : Rumore Residuo esterno al ricettore $L_{pext,tot}$: Valore complessivo del Rumore (pressione sonora) al ricettore L_{Aext} : Rumore Ambientale esterno al ricettore											

Tabella 37 – Confronto tra i valori previsionali di emissione e del Rumore Ambientale L_A ed i valori limite di emissione e assoluti di immissione in corrispondenza del ricettore **R18** considerando $v=0$ m/s presso il ricettore e $v=10$ m/s presso gli aerogeneratori di progetto.

Inoltre, **in corrispondenza di tale ricettore, nelle ipotesi assunte**, si riscontrano (**Tabella 38**) **valori di immissione inferiori ai limiti di applicabilità del criterio differenziale** [livello di rumore ambientale **in ambiente abitativo a finestre aperte** inferiore a **50 dB(A)** nel periodo diurno ed a **40 dB(A)** nel periodo notturno], riscontrandosi **un valore previsionale pari a 30,5 dB(A) nel periodo diurno e 30,1 dB(A) nel periodo notturno.**

Ricettore considerato	Coordinate		L _{Rint} f.a. dB(A)		L _{pin.tot} f.a. dB(A)	L _{Aint} f.a. dB(A)	Limite diurno applicabilità f.a. dB(A)	L _{aint} f.a. dB(A)	Limite notturno applicabilità f.a. dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)	Valore differenziale dB(A)	Valore limite differenziale dB(A)
	Est [m]	Nord [m]	Diurno	Notturmo									
											Diurno	Notturmo	
R18	730553,00	4713558,00	26,7	25,7	28,1	30,5	50,0	30,1	40,0	non si applica	5,0	non si applica	3,0
Legenda													
L _{Rint} : Rumore Residuo in ambiente abitativo a finestre aperte (f.a.)													
L _{pin.tot} : Valore del Rumore (pressione sonora) in ambiente abitativo a finestre aperte (f.a.)													
L _{Aint} : Rumore Ambientale in ambiente abitativo a finestre aperte (f.a.)													
Limite applicabilità f.a. : Valore assoluto limite per l'applicabilità del criterio differenziale negli ambienti abitativi a finestre aperte (f.a.)													
Valore differenziale : Valore differenziale tra il Rumore Ambientale L _{Aint} e il Rumore di Fondo L _{Rint}													

Tabella 38 – Confronto tra i valori previsionali del **Rumore Ambientale L_A** ed i valori limite differenziali di immissione (**finestre aperte**) in corrispondenza del ricettore **R18** considerando **v=0 m/s** presso il ricettore e **v=10 m/s** presso gli aerogeneratori di progetto.

In conclusione, nell'analisi previsionale condotta, pertanto, il superamento in alcuni casi presso tale ricettore dei valori limite di immissione (**periodo notturno**) è **da imputarsi esclusivamente** agli elevati valori del Rumore Residuo **L_R** determinati, specificatamente, **dal contributo del vento** che, in particolare nel periodo notturno (**v = 7 – 8 – 9 - 10 m/s**), risulta **addirittura già da solo superiore al valore limite assoluto di immissione [40 dB(A) notturno]**.

Tali superamenti non sono certamente da imputarsi al contributo emissivo degli aerogeneratori di progetto in corrispondenza di tale ricettore, che come è stato evidenziato, è sempre inferiore ai **34,5 dB(A) e poco influente rispetto al Rumore Residuo L_R**.

8 Valutazione degli impatti cumulativi

Come detto, oltre agli aerogeneratori di progetto della società Cogein Energy S.r.l., nel presente lavoro sono stati presi in considerazione **anche gli aerogeneratori esistenti in esercizio** e gli **aerogeneratori autorizzati ma non ancora realizzati ricadenti nell'area data dall'unione delle aree aventi raggio di 3.000 mt e centrate sulla proiezione a terra dell'asse degli aerogeneratori di progetto** e, nel caso in oggetto, **ricadenti nei comuni di Cellere (VT) e Piansano (VT) (- cfr. Allegato 1)**, ciò al fine di valutare sui ricettori individuati il possibile **effetto cumulato** delle diverse pale considerate.

Gli aerogeneratori esistenti in esercizio e quelli autorizzati ma non ancora realizzati individuati, sono stati considerati una componente del **Rumore Residuo LR**, essendo parte integrante delle condizioni ambientali al momento della loro rappresentazione o comunque previsti a breve e medio termine.

In particolare, a seguito di sopralluoghi in loco e di accesso agli atti presso i comuni interessati, in tale areale, sono stati rilevati aerogeneratori **esistenti in esercizio** e **aerogeneratori autorizzati ma non ancora realizzati** riportati in **Figura 19** e **nella Tabella 39**.

Come già visto, trattasi di **aerogeneratori minieolici da 100 kW e 600 kW di altezza variabile ricadenti nel Comune di Cellere (VT) e nel Comune di Piansano (VT)**.

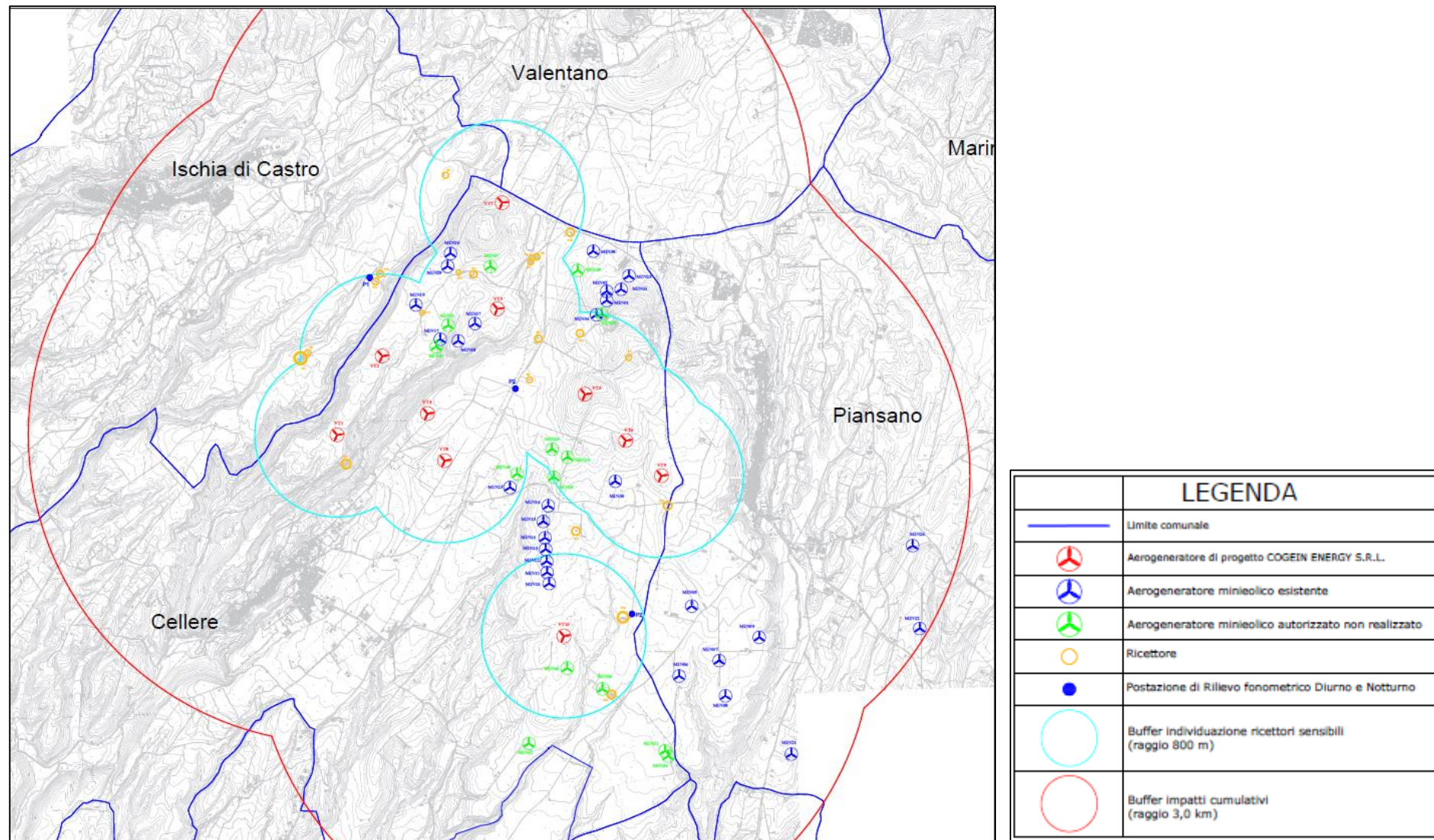


Figura 19 – Impianti esistenti in esercizio e autorizzati non realizzati nel raggio di 3,0 km.

*Progetto per la realizzazione di un impianto eolico da 60,0 MW
nel territorio del Comune di Cellere (VT) in località “Monte Marano”, “Poggio Peruzzo”,
“Poggio Grispignano” e “Casale De Simoni”*

Pertanto, nella seguente **Tabella 39**, si riportano, oltre agli **aerogeneratori di progetto** della società Cogein Energy S.r.l., gli **impianti esistenti in esercizio** e gli **impianti autorizzati ma non ancora realizzati** (- cfr. cartografia Allegato 1) complessivamente considerati ricadenti nell'area data dall'unione delle aree aventi raggio di 3,0 km e centrate sulla proiezione a terra dell'asse degli aerogeneratori di progetto in esame, per la valutazione condotta dell'impatto cumulativo.

Comune	Aerogeneratore	Stato	Coordinate UTM WGS 84		Altezza mozzo [m]	Potenza (MW)
			Est [m]	Nord [m]		
CELLERE	VT1	di progetto	728285,98	4711583,90	119,0	6,0
	VT2	di progetto	728724,66	4712350,83	119,0	6,0
	VT3	di progetto	729843,31	4712809,89	119,0	6,0
	VT4	di progetto	729164,55	4711791,00	119,0	6,0
	VT5	di progetto	730695,12	4711980,79	119,0	6,0
	VT6	di progetto	731093,63	4711527,51	119,0	6,0
	VT7	di progetto	729890,01	4713843,62	119,0	6,0
	VT8	di progetto	729331,11	4711333,21	119,0	6,0
	VT9	di progetto	731436,98	4711186,36	119,0	6,0
	VT10	di progetto	730489,63	4709626,29	119,0	6,0

Comune	Aerogeneratore	Stato	Coordinate UTM WGS 84		Altezza mozzo [m]	Potenza (kW)
			Est [m]	Nord [m]		
CELLERE	MIN01	esistente in esercizio	730906,00	4712892,00	40,0	100,0
	MIN02	esistente in esercizio	730905,00	4712981,00	36,0	100,0
	MIN03	esistente in esercizio	731046,00	4713001,00	40,0	100,0
	MIN04	esistente in esercizio	730806,00	4712753,00	40,0	100,0
PIANSANO	MIN05	esistente in esercizio	731732,00	4709917,00	40,0	100,0
	MIN06	esistente in esercizio	731609,00	4709238,00	40,0	100,0
	MIN07	esistente in esercizio	731999,00	4709387,00	40,0	100,0
	MIN08	esistente in esercizio	732060,00	4709044,00	40,0	100,0
	MIN09	esistente in esercizio	732388,00	4709613,00	40,0	100,0
CELLERE	MIN10	esistente in esercizio	730347,00	4710138,00	40,0	100,0
	MIN11	esistente in esercizio	730327,00	4710245,00	40,0	100,0
	MIN12	esistente in esercizio	730323,00	4710353,00	40,0	100,0
	MIN13	esistente in esercizio	730313,00	4710470,00	40,0	100,0
	MIN14	esistente in esercizio	730306,00	4710582,00	40,0	100,0
	MIN15	esistente in esercizio	730290,00	4710741,00	40,0	100,0
	MIN16	esistente in esercizio	730338,00	4710895,00	40,0	100,0
	MIN17	esistente in esercizio	729288,00	4712515,00	40,0	100,0
	MIN18	esistente in esercizio	729463,00	4712499,00	40,0	100,0
	MIN19	esistente in esercizio	729051,00	4712849,00	40,0	100,0
MIN20	esistente in esercizio	729360,00	4713225,00	40,0	100,0	
PIANSANO	MIN21	esistente in esercizio	732700,00	4708478,00	40,0	100,0
	MIN22	esistente in esercizio	733948,00	4709701,00	40,0	100,0
CELLERE	MIN23	esistente in esercizio	731122,00	4713132,00	40,0	100,0
PIANSANO	MIN24	esistente in esercizio	733878,00	4710506,00	40,0	100,0

Comune	Aerogeneratore	Stato	Coordinate UTM WGS 84		Altezza mozzo [m]	Potenza (kW)
			Est [m]	Nord [m]		
CELLERE	MIN25	esistente in esercizio	729930,00	4711079,00	70,0	600,0
	MIN26	esistente in esercizio	729388,00	4713350,00	40,0	600,0
	MIN27	autorizzato non realizzato	729775,00	4713221,00	67,0	600,0
	MIN28	autorizzato non realizzato	730625,00	4713185,00	40,0	600,0
	MIN29	autorizzato non realizzato	730526,00	4711367,00	40,0	100,0
	MIN30	esistente in esercizio	730989,00	4711132,00	70,0	600,0
	MIN31	autorizzato non realizzato	729365,00	4712651,00	37,0	100,0
	MIN32	autorizzato non realizzato	731472,00	4708508,00	28,0	100,0
	MIN33	autorizzato non realizzato	730374,00	4711445,00	30,0	100,0
	MIN34	autorizzato non realizzato	731503,00	4708458,00	30,0	100,0
	MIN35	autorizzato non realizzato	730391,00	4711173,00	40,0	600,0
	MIN36	autorizzato non realizzato	730865,00	4709113,00	46,0	600,0
	MIN37	esistente in esercizio	729626,00	4712667,00	36,0	100,0
	MIN38	esistente in esercizio	730777,00	4713373,00	50,0	600,0
	MIN39	autorizzato non realizzato	730859,00	4712760,00	30,0	100,0
	MIN40	autorizzato non realizzato	730035,00	4711204,00	40,0	100,0
	MIN41	autorizzato non realizzato	729249,00	4712442,00	37,0	100,0
MIN42	autorizzato non realizzato	730150,00	4708581,00	46,0	600,0	
MIN43	autorizzato non realizzato	730522,00	4709314,00	46,0	600,0	

Tabella 39 – Aerogeneratori complessivamente considerati nel raggio di **3,0 km**.

Come descritto nei precedenti paragrafi, il contributo emissivo degli impianti (aerogeneratori minieolici) esistenti in esercizio e autorizzato ma non ancora realizzati è stato considerato come componente del Rumore Residuo L_R, nelle ipotesi descritte nel Par. 5.5.

I risultati della valutazione previsionale cumulativa effettuata come descritto nei precedenti **Par. 5, 6 e 7** e nelle ipotesi lì assunte, mostrano che l’impatto dovuto alla coesistenza nell’area dei suddetti impianti eolici è **trascurabile**.

In particolare, si è riscontrato che i livelli di pressione sonora calcolati in facciata dei ricettori esaminati non subiscono sensibili incrementi dovuti alla coesistenza dei suddetti impianti eolici, come descritto e riportato nei **Par. 6 e 7** e riportato negli **Allegati 4 e 5**.

9 Valutazione previsionale di impatto acustico in fase di cantiere

La valutazione dell'impatto acustico previsto in fase di cantiere, è stata condotta considerando le principali fasi lavorative "tipo" che saranno effettuate per la messa in opera degli aerogeneratori.

La valutazione è stata effettuata prendendo a riferimento i dati di potenza acustica di macchinari/attrezzature disponibili nella banca dati realizzata dal CPT di Torino.

Nella tabella seguente, per ogni fase di cantiere sono indicati i principali macchinari/attrezzature che potranno essere utilizzati e le rispettive potenze sonore.

Le principali fasi di realizzazione, con riferimento agli aerogeneratori, possono essere sommariamente descritte come di seguito illustrato:

FASI DI CANTIERE	MACCHINARI E ATTREZZATURE	Lw dB(A)
REALIZZAZIONE DELLE OPERE CIVILI	Escavatore a cingoli	104
	Macchina per pali	110
	Betoniera	90
MONTAGGIO AEROGENERATORE	Autocarro	103
	Gru	101
SISTEMAZIONE PIAZZOLE E VIABILITA' DI ACCESSO	Pala gommata (ruspa)	104
	Rullo compattatore	105
	Autocarro	103
REALIZZAZIONE CAVIDOTTO	Escavatore a cingoli	104

Noti i livelli di potenza acustica, associabili ad ogni fase di lavorazione, attraverso l'utilizzo della formula di **propagazione sonora relativa alle sorgenti puntiformi in campo emisferico** (*sorgente al suolo*), ed in via cautelativa considerando solo il decadimento per divergenza geometrica, sono stati calcolati i livelli di pressione sonora per ciascuna fase di cantiere considerata.

Come detto, per fare ciò, si è utilizzata la formula per il calcolo della divergenza sonora per sorgente puntiforme in campo emisferico:

$$L_{Pi} = L_{wi} - 8 - 20\text{Log}(d)$$

dove d rappresenta la distanza in pianta della sorgente (posta al centro dell'area di cantiere) dal ricettore, L_{Pi} il livello di pressione sonora previsto e L_{Wi} il livello di potenza sonora della specifica sorgente.

Considerando inoltre come ulteriore **condizione peggiorativa** che, per ciascuna fase di cantiere vi sia un **utilizzo contemporaneo di tutte le attrezzature previste in ogni fase**, dal calcolo è evidente che a **300 metri** di distanza dall'area di cantiere (distanza del ricettore più vicino **R16** dall'aerogeneratore **VT9**) il livello di pressione sonora complessivo è sempre inferiore a **54 dB(A)**, avendo considerato, tra i valori misurati di **Rumore Residuo L_R** nel periodo diurno in prossimità di tale ricettore e per velocità del vento inferiori a 5 m/s, un **valore medio pari a 35,5 dB(A)**.

FASI DI CANTIERE	MACCHINARI E ATTREZZATURE	L_{Wi} dB(A)	d (m)	L_{Ei} dB(A)	L_R dB(A)	L_{Pi} dB(A)	L_{P_TOT} dB(A)
REALIZZAZIONE DELLE OPERE CIVILI	Escavatore a cingoli	104	300	46,5	35,5	46,8	53,7
	Macchina per pali	110		52,5		52,5	
	Betoniera	90		32,5		37,3	
MONTAGGIO AEROGENERATORE	Autocarro	103		45,5		45,9	48,1
	Gru	101		43,5		44,1	
SISTEMAZIONE PIAZZOLE E VIABILITA' DI ACCESSO	Pala gommata (ruspa)	104		46,5		46,8	51,6
	Rullo compattatore	105		47,5		47,7	
	Autocarro	103		45,5		45,9	
REALIZZAZIONE CAVIDOTTO	Escavatore a cingoli	104		46,5		46,8	46,8

Secondo quanto stabilito dall'art. 17 (Modalità per il rilascio delle autorizzazioni comunali per le attività rumorose temporanee), comma 1 della L.R. N.18 del 03/08/2001 della Regione Lazio, "Si intendono per attività rumorose temporanee quelle attività limitate nel tempo che utilizzano macchinari e impianti rumorosi. Rientrano in tale definizione, tra l'altro, **cantieri edili, ...**".

Inoltre, come riportato al **comma 2** del medesimo articolo "le attività rumorose temporanee sono autorizzate dal comune, **anche in deroga ai valori di cui all'articolo 2, comma 3 della L. 447/1995 ...**".

Per le attività di cantiere pertanto si provvederà eventualmente a chiedere apposita autorizzazione al comune; tuttavia, poiché tali attività saranno condotte esclusivamente nella fascia oraria diurna e che il ricettore più vicino (**R16**) dista circa **300 metri** dall'area di installazione dell'aerogeneratore più vicino **VT9**, è possibile affermare che non ci saranno problemi legati all'impatto acustico in fase di cantiere per tutte le operazioni di realizzazione degli aerogeneratori di progetto.

Si precisa, inoltre, che sarà assicurata la conformità dei macchinari utilizzati a quanto previsto dalla normativa della Unione europea e che si farà ricorso a tutte le misure necessarie a ridurre ulteriormente il disturbo, salvo eventuali deroghe autorizzate dal Comune.

Per la realizzazione del cavidotto si transiterà anche in prossimità di alcuni edifici abitati, tuttavia si prevede che il disturbo ipotizzato sarà molto limitato nel tempo, in quanto per ciascun edificio sarà esclusivamente relativo allo scavo ed al rinterro del tratto di cavidotto nelle immediate vicinanze.

10 Conclusioni generali

Il presente Studio previsionale di impatto acustico è stato redatto ai sensi della L.447/95, del DPCM 14/11/97, del DPCM 01/03/91 e dei Piani di Zonizzazione acustica comunali, in riferimento al progetto di realizzazione di un **impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica** che la società “Cogein Energy s.r.l.”, intende realizzare nel **comune di Cellere (VT)**.

In particolare sono stati individuati i ricettori sensibili e sono state condotte le misure del rumore residuo in loro prossimità.

Successivamente lo sviluppo di un modello previsionale di propagazione del rumore, generato dall’impianto eolico di progetto e dagli aerogeneratori esistenti in esercizio e autorizzati ma non ancora realizzati, ha permesso di effettuare le verifiche del rispetto dei valori assoluti di immissione presso i ricettori sensibili, nonché la verifica del criterio differenziale presso gli stessi.

A seguito delle rilevazioni effettuate in corrispondenza dei punti ricettori considerati e delle valutazioni previsionali eseguite, si osserva che i valori determinati sono conformi alle prescrizioni del D.P.C.M. del 14 novembre 1997.

Come si evince dalle valutazioni effettuate riportate nelle tabelle (cfr. - **Allegato 4 - 5**), in corrispondenza dei ricettori individuati, in riferimento alle rispettive Classi acustiche in cui i ricettori ricadono:

- a) dall’esame dell’**Allegato 4** risultano rispettati i **valori limite di emissione** ed i **valori limite assoluti di immissione** diurni e notturni;
- b) dall’esame dell’**Allegato 5** risultano rispettati i **valori limite differenziali di immissione (criterio differenziale)**.

In definitiva si può dichiarare che il livello di pressione sonora prodotto dall’impianto eolico in progetto non altera il clima acustico nella zona e non arreca danni all’ambiente e alla salute pubblica e risulta compatibile con la programmazione territoriale e urbanistica.


Per ultimo, è necessario, comunque, evidenziare come, nella fase di esecuzione dei rilievi del rumore residuo, 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 possibile influenza sui calcoli previsionali.

Pertanto, la società proponente il progetto dell'impianto eolico dichiara la propria disponibilità ad eseguire 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.

Per cui, se dalla rilevazione della situazione di fatto riscontrata, dovessero risultare necessarie l'adozione di misure di mitigazione del rumore introdotto, il proponente provvederà a tutto ciò che dovesse rendersi indispensabile per la piena rispondenza dell'impianto.

Pagani (Sa), lì Marzo 2022

in fede
Il tecnico incaricato
Ing. Sandro Ruopolo



11 Allegati

- Allegato 1

- Stralci mappa aerofotogrammetrica della zona con indicazione dei ricettori sensibili individuati, degli aerogeneratori di progetto, di quelli esistenti in esercizio e di quelli autorizzati non realizzati e **delle postazioni di rilievo fonometrico** – scala 1:30.000/10.000

- Allegato 2:

- Rapporti di misura e spettri dei rilievi fonometrici effettuati (Rumore Residuo)

- Allegato 3:

- Stralcio Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Cellere (VT) approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 10 del 18/03/2004;
- Stralcio Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Ischia di Castro (VT) (Anno 2006).

- Allegato 4:

- Punti ricettori: confronto tra i valori previsionali di emissione e del Rumore Ambientale L_A ed i valori limite di emissione e assoluti di immissione di zona

- Allegato 5:

- Confronto tra i valori previsionali del Rumore Ambientale L_{Aint} ed i valori limite differenziali di immissione (***finestre aperte***)

- Allegato 6:

- Certificati di Taratura del Fonometro e del Calibratore

- Allegato 7:

- Titolo Abilitativo ai fini dell'esercizio dell'attività di Tecnico Competente in Acustica Ambientale

- Allegato 8:

- Mappe delle curve isolivello (**isofoniche**) relative alla **immissione sonora cumulata** delle turbine (di progetto, esistenti in esercizio e autorizzate non ancora realizzate) per **v=10,0 m/s**;

- **Allegato 9:**

- Tabulati di calcolo software SoundPLAN 8.2