

**REGIONE SARDEGNA  
Provincia di Sassari  
Comune di Ossi**

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN  
IMPIANTO EOLICO DA 31 MW E DELLE OPERE DI  
CONNESSIONE ALLA RTN NEL COMUNE DI OSSI**

ELABORATO

**A.15**

**STUDIO PREVISIONALE DI  
IMPATTO ACUSTICO**

PROPONENTE:



**GRV WIND SARDEGNA 3 S.r.l.**

Via Durini n°9  
20122 Milano (MI)  
[grvwindsardegna3@legalmail.it](mailto:grvwindsardegna3@legalmail.it)  
[segreteria@grvalue.com](mailto:segreteria@grvalue.com)

REDAZIONE:



[www.iatprogetti.it](http://www.iatprogetti.it)

**Gruppo di lavoro**

Ing. Giuseppe Frongia  
(coordinatore e responsabile)

Ing. Enrica Batzella  
Dott. Andrea Cappai  
Dott. Antonio Dedoni (Rumore)  
Dott. Nat. Fabio Schirru (Flora e vegetazione)  
Ing. Gianluca Melis  
Ing. Elisa Roych  
Ing. Emanuela Spiga

PAGINE: 56

CODICE ELABORATO: DC\_WOSS20\_A15

DATA	REV	DESCRIZIONE	ELABORATO	APPROVATO
28/09/2021	0	Prima emissione	IAT	Diliberto

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b><u>PREMessa</u></b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b><u>LEGISLAZIONE E NORME TECNICHE APPLICABILI</u></b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b><u>DEFINIZIONI</u></b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b><u>TIPOLOGIA DELL'OPERA E SUA UBICAZIONE</u></b>	<b>8</b>
4.1	TIPOLOGIA DELL'OPERA	8
4.2	UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E AREA DI INFLUENZA	8
<b>5</b>	<b><u>CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI LOCALI</u></b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b><u>SORGENTI RUMOROSE CONNESSE ALL'OPERA</u></b>	<b>11</b>
6.1	ASPETTI GENERALI	11
6.1.1	DATI CARATTERISTICI	11
6.2	CARATTERISTICHE DI RUMOROSITÀ	14
<b>7</b>	<b><u>ORARI DI ATTIVITÀ</u></b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b><u>CLASSE ACUSTICA DELL'AREA</u></b>	<b>18</b>
8.1	LEGISLAZIONE NAZIONALE	18
8.2	CLASSIFICAZIONE ACUSTICA COMUNALE	22
<b>9</b>	<b><u>RICETTORI NELL'AREA DI STUDIO</u></b>	<b>24</b>
<b>10</b>	<b><u>PRINCIPALI SORGENTI SONORE GIÀ PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO</u></b>	<b>30</b>
<b>11</b>	<b><u>CALCOLO PREVISIONALE DEI LIVELLI SONORI GENERATI DALL'OPERA NEI CONFRONTI DEI RICETTORI E DELL'AMBIENTE CIRCOSTANTE</u></b>	<b>31</b>
11.1	PREMESSA	31

<b>11.2 RICOSTRUZIONE DEL CAMPO SONORO CON IL MODELLO WINDPRO-DECIBEL BASATO SULLA UNI ISO 9613-2:2006.....</b>	<b>31</b>
11.2.1 OROGRAFIA.....	32
11.2.2 EFFETTO SUOLO .....	32
<b>11.3 IL MODELLO NORD2000 .....</b>	<b>32</b>
<b>11.4 CLIMA ACUSTICO ESISTENTE.....</b>	<b>35</b>
<b>11.5 RISULTATI .....</b>	<b>38</b>
11.5.1 VERIFICA PREVISIONALE DEL LIMITE ASSOLUTO DI EMISSIONE .....	38
11.5.2 VERIFICA PREVISIONALE DEL RISPETTO DEL LIMITE ASSOLUTO DI IMMISSIONE SONORA.....	41
11.5.3 VERIFICA PREVISIONALE CIRCA IL RISPETTO DEL LIMITE DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE .....	45
<b>12 <u>INCREMENTO DEI LIVELLI SONORI ATTRIBUIBILE AD UN EVENTUALE AUMENTO DEL TRAFFICO VEICOLARE INDOTTO DALL'INTERVENTO.....</u></b>	<b>49</b>
<b>13 <u>INTERVENTI PER LA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI SONORE.....</u></b>	<b>50</b>
<b>14 <u>IMPATTO ACUSTICO NELLA FASE DI REALIZZAZIONE.....</u></b>	<b>51</b>
14.1 SCELTA DELLE MACCHINE, DELLE ATTREZZATURE E MIGLIORAMENTO DELLE PRESTAZIONI .....	52
14.2 MANUTENZIONE DEI MEZZI E DELLE ATTREZZATURE .....	52
14.3 MODALITÀ OPERAZIONALI E PREDISPOSIZIONE DEL CANTIERE .....	52
<b>15 <u>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</u></b>	<b>53</b>
<b>16 <u>APPENDICE 1 – DATI DI EMISSIONE SONORA DEGLI AEROGENERATORI.....</u></b>	<b>55</b>
<b>17 <u>APPENDICE 2 - REPORT DEI RISULTATI DEL CALCOLO MODELLISTICO – MODELLO NORD2000.....</u></b>	<b>56</b>

## 1 Premessa

Il presente documento è stato redatto ai fini dell'espletamento della procedura di VIA concernente la realizzazione del parco eolico da ubicarsi in territorio comunale di Ossi (SS), in prossimità dell'area estrattiva di *Sas Renas*.

Il progetto proposto prevede l'installazione di n. 5 turbine della potenza unitaria di 6.2 MW (diametro indicativo del rotore 162 m) posizionate su torri di sostegno metalliche dell'altezza massima di 125 m, nonché l'appontamento delle opere accessorie indispensabili per un ottimale funzionamento e gestione degli aerogeneratori (viabilità e piazzole di servizio, distribuzione elettrica di impianto, stazione di trasformazione MT/AT, opere elettromeccaniche per la successiva immissione dell'energia prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale). La potenza nominale complessiva del parco eolico sarà di 31 MW in accordo con la soluzione di connessione impartita da Terna.

Lo studio, concernente la valutazione previsionale di impatto acustico dell'impianto, è stato redatto secondo le indicazioni di cui alla parte IV della D.G.R n. 62/9 del 14.11.2008 della regione Autonoma della Sardegna (*Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale” e disposizioni in materia di acustica ambientale*). Il documento è stato predisposto dalla I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. sotto il coordinamento dell'ing. Giuseppe Frongia e la responsabilità dell'ing. Antonio Dedoni, in possesso della qualifica di tecnico competente in acustica ambientale (art. 2, commi 6 e 7, L. 447/95) ed iscritto all'elenco regionale della Regione Autonoma della Sardegna con il numero 221.

Nell'ambito della valutazione previsionale dell'impatto acustico dell'impianto eolico, il campo sonoro determinato dal funzionamento degli aerogeneratori è stato stimato mediante un modello di simulazione basato sugli algoritmi contenuti nella norma ISO 9613-2 e quindi utilizzabile per le valutazioni di impatto acustico che richiedono il calcolo della propagazione del rumore in ambiente esterno.

Ai fini della stima dei livelli sonori in corrispondenza dei ricettori individuati nell'area di influenza dell'impianto eolico, l'analisi previsionale è stata integrata dalle risultanze del modello di propagazione Nord 2000, avuto riguardo delle indicazioni sulla scelta dei modelli di propagazione contenute nelle Linee Guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici pubblicate dall'ISPRA nel 2013.

## **2 Legge e norme tecniche applicabili**

D.M. 28 novembre 1987 "Metodiche di misura del rumore e livelli massimi per compressori, gru a torre, gruppi elettrogeni e martelli demolitori"

D.P.C.M. 1 marzo 1991 "Primi limiti di esposizione al rumore negli ambienti abitativi in attesa dell'emanazione della legge quadro sull'inquinamento acustico"

D.Lgs. n. 135/1992 "Attuazione delle direttive 86/662 e 89/514 in materia di limitazione del rumore prodotto dagli escavatori idraulici e a funi, apripista e pale caricatrici"

Legge n. 447/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"

D.M. 11 dicembre 1996 "Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo"

D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"

D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Requisiti acustici passivi degli edifici"

D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione"

Circolare 6 settembre 2004 Ministero dell'Ambiente e tutela del territorio Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.

Deliberazione Regione Sardegna N.30/9 del 8.7.2005 "Criteri e linee guida sull'inquinamento acustico"

Deliberazione Regione Sardegna N.62/9 del 14.11.2008 e ss.mm.ii. "Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale" e disposizioni in materia di acustica ambientale

Deliberazione Regione Sardegna N.50/4 del 16.10.2015 "Disposizioni in materia di requisiti acustici passivi degli edifici"

UNI/TS 11143-1:2005 "Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 1: Generalità"

UNI/TS 11143-7:2013 "Acustica – Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti – Parte 7: Rumore degli aerogeneratori"

CEI 29-4 (IEC 22 5) Filtri di banda di ottava, di mezza ottava e di terzi di ottava per analisi acustiche

CEI EN 60651 (IEC 60651) Misuratori di livello sonoro (fonometri)

CEI EN 60804 (IEC 60804) Fonometri integratori mediatori

CEI EN 60942 (IEC 60942) Elettroacustica. Calibratori acustici

CEI EN 61094-1 (IEC 61094-1) Microfoni di misura - Parte 1: specifiche per microfoni campione di laboratorio

CEI EN 61094-2 (IEC 61094-2) Microfoni di misura - Parte 2: metodo primario per la taratura in pressione di microfoni campione di laboratorio con la tecnica di reciprocità

CEI EN 61094-3 (IEC 61094-3) Microfoni di misura - Parte 3: metodo primario per la taratura in campo libero dei microfoni campione di laboratorio con la tecnica della reciprocità

CEI EN 61094-4 (IEC 61094-4) Microfoni di misura - Parte 4: specifiche dei microfoni campione di lavoro

CEI EN 61260 (IEC 1260) Elettroacustica - Filtri di banda di ottava e di frazione di ottava

UNI ISO 226 Acustica. Curve isolivello di sensazione sonora per i toni puri

UNI ISO 9613-1:2006 Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto

ISPRA 2013 "Linee Guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici"

### 3 Definizioni

Per le finalità del presente documento sono valide tutte le definizioni di cui alla L. n. 447/95, al D.P.C.M. 14.11.97 e al D.M. 16.03.98.

Avuto riguardo della specificità dell'opera proposta e delle modalità di esecuzione delle attività misura del clima acustico "*ante operam*", si ripropongono di seguito alcune definizioni mutuate dalla Norma UNI/TS 11143-7 del febbraio 2013.

- **area di influenza:** Porzione o porzioni di territorio in cui la realizzazione di una nuova opera, o di modifiche a un'opera esistente, potrebbe determinare una variazione significativa dei livelli di rumore ambientale, rispetto alla situazione "ante-operam".  
[UNI 11143-1:2005, punto 3.1]<sup>1</sup>.
- **clima acustico:** Andamento spaziale e temporale del rumore presente in un determinato sito. [UNI 11143-1:2005, punto 3.2].
- **condizione di sottovento/sopravento:** Posizione di un ricettore rispetto alla sorgente sonora quando il vento spira dalla sorgente verso il ricevitore/dal ricevitore verso la sorgente, entro un angolo di  $\pm 45^\circ$  rispetto alla congiungente ricevitore - sorgente (vertice dell'angolo sulla sorgente). Al di fuori delle situazioni indicate, il vento si indica come "laterale".
- **impatto acustico:** Variazione del clima acustico indotta dalle nuove sorgenti sonore. [UNI 11143-1:2005, punto 3.3].
- **livelli sorgente;  $L_{s,i}$ :** Livelli di pressione sonora equivalenti ponderati A dovuti alla sorgente specifica di rumore che si manifesta in un determinato luogo e durante un determinato tempo, valutati all'interno di ciascun gruppo omogeneo, in funzione della i-esima classe di velocità del vento.
- **livello percentile N-esimo;  $L_{AN}$ :** Livello di pressione sonora ponderato A che è superato per l'N% del tempo di misura<sup>2 3</sup>.
- **ricettore:** Qualsiasi edificio adibito ad "ambiente abitativo"<sup>4</sup>, comprese le relative aree esterne di pertinenza.

---

<sup>1</sup> Nel caso dei parchi eolici, l'area di influenza è individuata dal tecnico sulla base dei seguenti elementi: classificazione acustica della zona, morfologia del territorio, presenza di ricettori, eventuali regolamentazioni regionali o nazionali, presenza di altre sorgenti. La UNI 11143-1:2005 suggerisce comunque di considerare un'area il cui perimetro dista dai singoli aerogeneratori almeno 500 m.

<sup>2</sup> La definizione fa riferimento alla distribuzione statistica retro-cumulata

<sup>3</sup>  $L_{A90}$ , rappresenta il livello di pressione sonora ponderato A superato per il 90% del tempo di misura

<sup>4</sup> Per la definizione di "ambiente abitativo", si rimanda al punto 1 b) dell'articolo 2 della Legge 26 ottobre 1995, N° 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"

## 4 Tipologia dell'opera e sua ubicazione

### 4.1 Tipologia dell'opera

Il progetto proposto prevede l'installazione di n. 5 turbine di grande taglia (diametro indicativo del rotore 162 m) posizionate su torri di sostegno metalliche dell'altezza massima di 125 m, nonché l'appontamento delle opere accessorie indispensabili per un ottimale funzionamento e gestione degli aerogeneratori (viabilità e piazzole di servizio, distribuzione elettrica di impianto, stazione di trasformazione MT/AT, opere elettromeccaniche per la successiva immissione dell'energia prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale). La potenza nominale complessiva del parco eolico sarà di 31 MW in accordo con la soluzione di connessione impartita da Terna.

Gli aerogeneratori in progetto saranno dislocati tra quote altimetriche indicativamente comprese nell'intervallo 504÷445 m s.l.m.

Nel presente studio, ai fini delle simulazioni, si assumeranno i parametri di emissione sonora della turbina Vestas modello "V162-6.0 MW 50/60 Hz" con altezza della torre pari a 125 metri, rappresentativa di quella prevista per le turbine in progetto. Si tratta di una macchina di ultima generazione, scelta in funzione delle caratteristiche anemologiche del sito in esame.

Ferme restando le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore, la scelta definitiva potrà anche ricadere su un modello similare con migliori prestazioni di esercizio, qualora disponibile sul mercato prima del conseguimento dell'Autorizzazione Unica alla costruzione ed esercizio dell'impianto ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. 387/2003.

Si rimanda al Progetto definitivo ed agli altri elaborati dello Studio di impatto ambientale per informazioni impiantistiche di maggior dettaglio; saranno qui sottolineati i dati rilevanti ai fini della valutazione dell'impatto acustico.

### 4.2 Ubicazione dell'intervento e area di influenza

Il proposto parco eolico ricade nella porzione centro-meridionale del territorio comunale di Ossi (Provincia di Sassari), a circa 1,9 km a sud del centro abitato; l'impianto si estende in direzione prevalente NW-SE tra le località di *Badde* e *Su Littigheddu*, in prossimità dell'area estrattiva di *Sas Renas*.

In funzione della direzione di provenienza dei venti dominanti, il layout di impianto si sviluppa secondo due allineamenti principali di aerogeneratori aventi direzione indicativa NW-SE: turbine WTG2, WTG3, WTG1 nella porzione occidentale del parco e turbine WTG5 e WTG4 nella porzione orientale.

Sotto il profilo dell'uso del suolo, le aree di sedime delle macchine si collocano a quote indicativamente comprese tra 504 m s.l.m. (WTG4 presso *M. Corona 'e Teula*) e 445 metri s.l.m. (WTG1 poco a est di *Funtana s'Iorgheddu*).

Ai fini della valutazione dell'impatto acustico generato dal funzionamento delle turbine, l'area di interesse è principalmente individuabile entro il territorio di Ossi e, limitatamente alla porzione orientale del parco eolico, nei limitrofi territori di Florinas e Cargeghe.

Come si evince dall'esame degli elaborati grafici di progetto, le installazioni eoliche proposte, in accordo con quanto disposto dalla disciplina regionale di settore, si collocano ad una distanza minima superiore ai 500 metri ai più vicini centri urbani, riferibili all'abitato di Cargeghe, Florinas e Ossi, nonché dagli edifici sparsi nell'agro per i quali sia stata accertata o presunta la destinazione d'uso abitativa.

L'ambito interessato dal progetto è raggiungibile dal centro urbano di Ossi percorrendo la viabilità comunale verso l'area estrattiva di *Sas Renas*, nonché percorrendo la S.P. 97 verso Sud per poi immettersi a sinistra, in località *S. Margherita*, lungo la viabilità che conduce all'area di coltivazione.

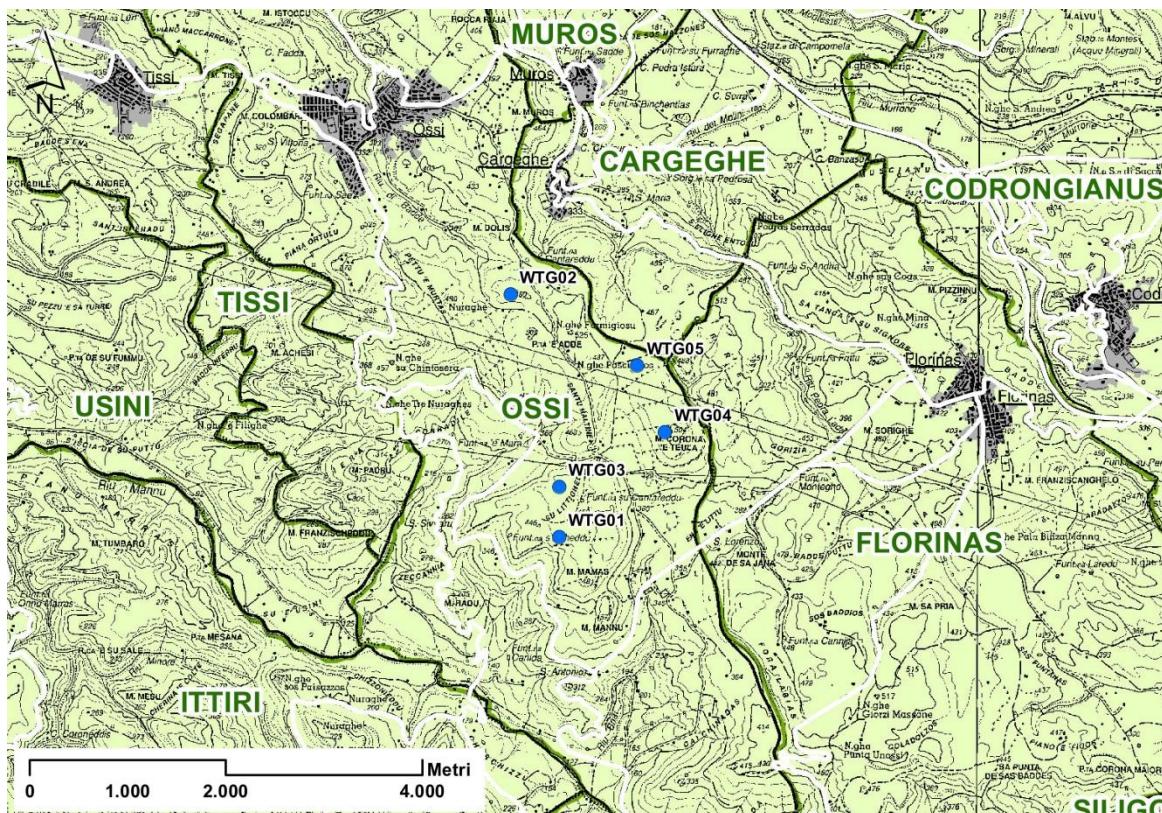


Figura 4.1– Ubicazione degli aerogeneratori in progetto (in blu)

## 5 Caratteristiche costruttive dei locali

Poiché l'impianto oggetto del presente studio non è confinato all'interno di un edificio o di un capannone, e non essendo presente alcuna significativa sorgente di rumore all'interno dei modesti fabbricati funzionali all'operatività dell'impianto (interni alla stazione elettrica di utenza), si ritiene tale punto non applicabile.

## 6 Sorgenti rumorose connesse all'opera

### 6.1 Aspetti generali

Per quanto espresso al precedente paragrafo, le emissioni sonore riconducibili all'impianto eolico in progetto derivano sostanzialmente dal funzionamento degli aerogeneratori.

L'impianto eolico sarà composto da n. 5 macchine per una potenza complessiva di 31MW.

Il tipo di aerogeneratore previsto (“aerogeneratore di progetto”) è ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6,2 MW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo pari a 162 m, posto sopravento alla torre di sostengo, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il trasformatore BT/MT e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore pari a massimi 125 m;
- altezza complessiva massima fuori terra dell'aerogeneratore pari a 206,0 m; diametro massimo alla base del sostegno tubolare: ~ 5 m;
- area spazzata massima: 20.612 m<sup>2</sup>.

#### 6.1.1 Dati caratteristici

Posizione rotore:	sopravento
Regolazione di potenza:	a passo variabile
Diametro rotore:	max 162 m
Area spazzata:	max 20.612 m <sup>2</sup>
Direzione di rotazione:	senso orario
Temperatura di esercizio:	-20°C / +45°C
Velocità del vento all'avviamento:	min 3 m/s
Arresto per eccesso di velocità del vento:	24 m/s
Freni aerodinamici:	messa in bandiera totale
Numero di pale:	3
Modalità di trasporto di tutti i componenti da porto navale a sito: mezzi di trasporto eccezionale standard/speciali aventi uno snodo ed il componente fissato al rimorchio in senso orizzontale	
Modalità trasporto singola pala da area di trasbordo al sito di installazione: mezzo speciale “blade lifter” per il sollevamento della pala fino ad un'inclinazione di 60° rispetto al suolo.	

La Curva di potenza dell'aerogeneratore (alla densità atmosferica del livello del mare) è riportata in Tabella 6.1.

Tabella 6.1 – Curva di potenza dell'aerogeneratore di progetto

Wind speed [m/s]	Power [kW]
3,0	32
3,5	150
4,0	292
4,5	467
5,0	676
5,5	927
6,0	1229
6,5	1584
7,0	2000
7,5	2476
8,0	3017
8,5	3624
9,0	4264
9,5	4859
10,0	5380
10,5	5734
11,0	5932
11,5	5983
12,0	5998
12,5	6000
13,0	6000
13,5	6000
14,0	6000
14,5	6000
15,0	6000
15,5	6000
16,0	6000
16,5	6000
17,0	6000
17,5	6000
18,0	5846
18,5	5581
19,0	5360
19,5	5128
20,0	4844

Ai fini degli approfondimenti progettuali e dei relativi studi specialistici, si sono individuati alcuni specifici modelli commerciali di aerogeneratore ad oggi esistenti sul mercato, idonei a rispondere alle caratteristiche tecnico-dimensionali previste in progetto.

Nello specifico, per le finalità del presente studio, si farà riferimento alle caratteristiche geometriche e di rumorosità del modello Vestas V162-6.0 MW 50/60 Hz illustrato in Figura 6.1

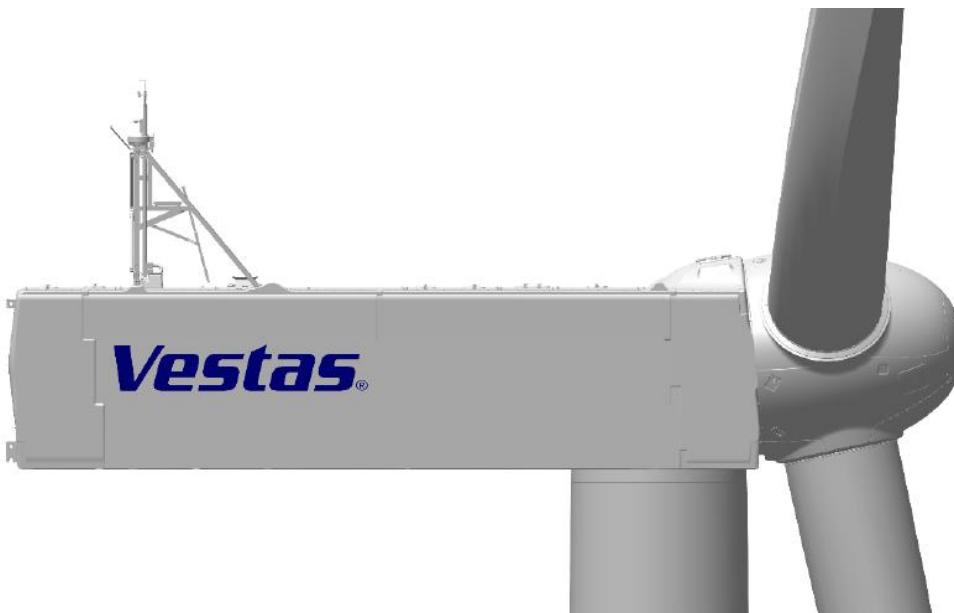


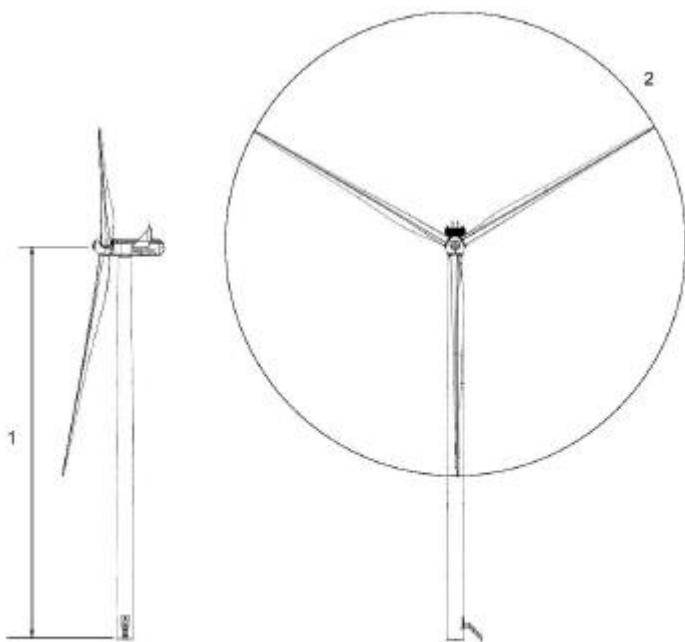
Figura 6.1 – Aerogeneratore Vestas tipo V162-6.0 MW 50/60 Hz

I componenti principali dell'aerogeneratore sono i seguenti:

- il rotore;
- il generatore elettrico;
- il sistema di orientamento che consente la rotazione orizzontale del sistema motore;
- la gondola o navicella (carenatura che racchiude il sistema motore e gli ausiliari);
- la torre di sostegno;
- il trasformatore di macchina che modifica la tensione generata in quella di rete;

Le caratteristiche geometriche principali delle macchine sono illustrate in Figura 6.2 e negli Elaborati progettuali.

Le turbine avranno altezza indicativa al mozzo di 125 m ed altezza complessiva 206 m dal suolo.



*Figure 11-1: Illustration of outer dimensions – structure*

**1** Hub heights: See Performance Specification

**2** Rotor diameter: 150/162 m

*Figura 6.2 – Aerogeneratore tipo V162-6.0 MW 50/60 Hz altezza al mozzo (1) 125 m, e diametro rotore (2) di 162 m*

## 6.2 Caratteristiche di rumorosità

In generale, il rumore emesso da una turbina eolica è dovuto alla combinazione di due contributi principali: un primo contributo imputabile al movimento delle parti meccaniche ed un secondo contributo dovuto all’interazione della vena fluida con le pale del rotore in movimento (rumore aerodinamico). Un’ulteriore, meno significativa, sorgente di rumorosità consegue al funzionamento del trasformatore di macchina BT/MT.

Le pale, in particolare, esercitano una resistenza aerodinamica al vento, producendo un’alterazione del campo di flusso atmosferico locale e generando regioni di scie e turbolenza connesse con variazioni locali della velocità e della pressione statica dell’aria; da ciò consegue la generazione di un campo sonoro libero che si sovrappone a quello già esistente a causa del flusso atmosferico e della sua interferenza con le strutture naturali dell’ambiente, quali la vegetazione e l’orografia. Rispetto al rumore aerodinamico, la rumorosità generata dalle parti meccaniche e dal trasformatore di macchina può ritenersi trascurabile; pertanto, ciascun aerogeneratore può essere considerato come una sorgente sonora puntuale posizionata ad un’altezza dal suolo pari a quella della torre di sostegno dell’aerogeneratore.

Per quanto riguarda la rumorosità delle turbine previste in progetto, come accennato in precedenza, si è fatto riferimento alle specifiche dell’aerogeneratore del tipo “V162-6.0 MW 50/60 Hz” della potenza di picco di 6 MW, con altezza della torre tubolare in acciaio pari a 125 metri, le cui caratteristiche di emissione sonora sono riportate in Appendice.

La

Tabella 6.2 riporta le specifiche curve di potenza sonora in funzione della velocità del vento all'altezza del mozzo dell'aerogeneratore ( $v_{hub}$ ), riferite alle condizioni standard di funzionamento della turbina.

*Tabella 6.2 - Livello di potenza sonora ponderato A dell'aerogeneratore Vestas V162-6.0 MW 50/60 Hz condizioni di funzionamento per pale con seghettature e senza, alle diverse velocità del vento*

Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Mode PO6000-0S (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

Con riferimento alle caratteristiche di emissione acustica, il modello di aerogeneratore prescelto prevede le due possibili configurazioni delle pale (

Tabella 6.2): nella prima configurazione (“*Blades with serrated trailing edge*”) l'aerogeneratore è provvisto di pale dotate di seghettature lungo il bordo che “tagliano” la lama d'aria; nella seconda configurazione, le pale presentano una configurazione tradizionale (“*Blades without serrated trailing edge*”). La seghettatura aiuta a

migliorare il flusso d'aria sul profilo della pala eolica, riducendo la turbolenza, migliorando l'aerodinamica e riducendo il rumore (Mathew et al 2016 J. Phys.: Conf. Ser. 753 022019, 2016). Durante il funzionamento, l'aria scorre sopra la pala della turbina fino al bordo finale: qui, il flusso d'aria ad alta pressione da un lato si mescola con l'aria a bassa pressione che scorre sulla faccia opposta della pala; è proprio questa turbolenta collisione dei due flussi d'aria a causare rumore. In definitiva, la seghettatura favorisce il mescolamento dei suddetti flussi d'aria a diversa pressione. L'effetto conseguente, in termini di attenuazione del livello di potenza sonora, è significativo e valutabile in circa -3 dB per ciascuna classe di velocità del vento (Tabella 6.2).

Dall'analisi dei dati di emissione sonora si osserva come, nella configurazione **Mode PO6000-OS**, il livello di potenza sonora raggiunga il valore massimo in corrispondenza della velocità  $v_{hub}$  pari a 10 m/s mantenendosi costante fino alla velocità di 20 m/s, oltre la quale entrano in funzione i sistemi di frenatura e l'aerogeneratore viene bloccato per ragioni di sicurezza (*cut-off*).

Le condizioni di massima rumorosità dell'impianto, assunte come riferimento per le simulazioni (par. 11) sono, pertanto, da intendersi riferite ad una velocità del vento pari a 10 m/s a 125 metri dal suolo ( $v_{hub}$ ).

## **7    Orari di attività**

Gli aerogeneratori che costituiranno il nuovo parco eolico non saranno sempre in funzione, ma si attiveranno solo in presenza del vento. In tali periodi potranno comunque funzionare nell'arco di tutta la giornata e, quindi, sia nel periodo diurno che in quello notturno.

## 8 Classe acustica dell'area

### 8.1 Legislazione nazionale

I limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno sono stati definiti per la prima volta, in Italia, dal D.P.C.M. 01.03.91 (*Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*), che ha istituito in Italia il criterio della classificazione del territorio comunale in zone, ognuna soggetta ad un diverso limite di rumorosità diurna e notturna.

Sono poi stati emanati, in particolare, la L. 26.10.95 n. 447 (*Legge quadro sull'inquinamento acustico*), il D.P.C.M. 14.11.97 (*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*) e il D.M. 16.03.98 (*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*).

La L. 26.10.95 n. 447 definisce l'inquinamento acustico come l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo e alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi.

Sussiste una situazione di inquinamento acustico nei casi in cui non siano rispettati i livelli sonori ammissibili definiti dalle norme di legge.

La ripartizione del territorio comunale in classi acustiche, definita dal D.P.C.M. 14.11.1997, è riportata in Tabella 8.1.

Tabella 8.1 – Ripartizione del territorio comunale in classi acustiche (D.P.C.M. 14.11.97, art. 1).

CLASSE	DEFINIZIONE
I	Aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
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 e artigianali.
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 presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
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 commerciali 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.
V	Aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
VI	Aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

In Tabella 8.2 sono riportati i **valori limite di emissione** stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.97. Un valore limite di emissione è definito come il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa. In base al decreto (art. 2, comma 3), i rilevamenti e le verifiche relativi al rispetto dei valori limite di emissione sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

Tabella 8.2 - Valori limite di emissione (D.P.C.M. 14.11.97, art. 2). Leq in dBA.

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I	Aree particolarmente protette	45	35
II	Aree prevalentemente residenziali	50	40
III	Aree di tipo misto	55	45
IV	Aree di intensa attività umana	60	50
V	Aree prevalentemente industriali	65	55
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65

Nella Tabella 8.3 e nella Tabella 8.4 sono riportati, rispettivamente, i **valori limite assoluti di immissione** e i **valori di qualità** stabiliti dal D.P.C.M. 14.11.97.

Il livello che si confronta con i valori suddetti è il **livello di rumore ambientale  $L_A$** , del quale è già stata richiamata la definizione.

Tabella 8.3 - Valori limite assoluti di immissione (D.P.C.M. 14.11.97, art. 3). Leq in dBA.

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
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 8.4 - Valori di qualità (D.P.C.M. 14.11.97, art. 7).Leq in dBA.

Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I	Aree particolarmente protette	47	37
II	Aree prevalentemente residenziali	52	42
III	Aree di tipo misto	57	47
IV	Aree di intensa attività umana	62	52
V	Aree prevalentemente industriali	67	57
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Il D.P.C.M. 14.11.97 (art. 4, comma 1) definisce, inoltre, i **valori limite differenziali** di immissione, pari a 5 dB per il periodo di riferimento diurno (dalle 06.00 alle 22.00) e a 3 dB per il periodo di riferimento notturno (dalle 22.00 alle 06.00).

I valori limite differenziali di immissione si applicano all'interno degli ambienti abitativi, con l'esclusione delle aree classificate nella Classe VI (aree esclusivamente industriali).

Il parametro da confrontare con il suddetto limite differenziale è il **livello differenziale** di rumore  $L_D$ , definito come differenza tra il **livello di rumore ambientale**  $L_A$  e il **livello di rumore residuo**  $L_R$  (D.M. 16.03.98, allegato A, punto 13).

Il livello di rumore residuo  $L_R$  è definito dal D.M. 16.03.98 (allegato A, punto 12) come il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato «A», che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

Nel caso dei Comuni che non abbiano ancora provveduto in merito, in attesa della suddivisione del territorio comunale nelle zone di cui alla Tabella 8.1 si applicano per le sorgenti sonore fisse i limiti di accettabilità riportati in Tabella 8.5.

Tabella 8.5 - Limiti di accettabilità (D.P.C.M. 01.03.91, art. 6). Leq in dBA.

Zonizzazione	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M. n. 1444/68) (*)	65	55
Zona B (D.M. n. 1444/68) (*)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70
(*) Zone di cui all'art. 2 del decreto ministeriale 2 aprile 1968		
57		

## 8.2 Classificazione acustica comunale

L’area di influenza acustica dell’impianto eolico interessa principalmente il comune di Ossi - ove si prevede l’installazione di tutti gli aerogeneratori – e, in subordine, i limitrofi territori di Cargeghe e Florinas, dove sono ubicati alcuni dei potenziali ricettori di interesse per le presenti valutazioni previsionali di impatto acustico.

Alla data di predisposizione del presente studio, solo il comune di Cargeghe ha adottato il proprio Piano di Classificazione Acustica (PCA), elaborato ai sensi dell’art. 6, comma 1, lettera a), della legge 447/95 e redatto nel Settembre 2007.

Tra i fabbricati individuati come potenziali ricettori significativi nell’ambito del presente Studio, uno è ubicato in comune di Cargeghe (F59), individuato in corrispondenza del limite dell’area urbana del paese (cfr. Elaborato DC\_WOSS20\_A09 - Report dei fabbricati censiti in prossimità del parco eolico) e ricadente in Classe acustica I (“Aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.”). I limiti applicabili per tale ricettore sono indicati in

Tabella 8.6.

Tabella 8.6 - Limiti applicabili al caso di studio per il fabbricato in territorio comunale di Cargeghe

Ricettore	Comune	Classe acustica I	Limite Classe acustica Diurno [dBA]	Limite Classe acustica Notturno [dBA]
F59	CARGEHE	Limite assoluto di emissione	45	35
		Limite assoluto di immissione	50	40

Alla data di predisposizione del presente elaborato, i comuni di Ossi e Florinas non risultano in possesso di Piani di Classificazione Acustica. In attesa della suddivisione del territorio comunale nelle Classi acustiche, si applicano per le sorgenti sonore fisse i limiti di accettabilità indicati in Tabella 8.7, validi in tutto il territorio nazionale (art. 6 del D.P.C.M. 01.03.91).

Tabella 8.7 - Limiti applicabili al caso di studio per i fabbricati in territorio comunale di Ossi e Florinas

Zonizzazione	Limite diurno Leq (A)	Limite notturno Leq (A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (*)	65	55
Zona B (*)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Tutti gli aerogeneratori in progetto ricadono nel comune di Ossi, nella Zonizzazione riferita a “Tutto il territorio nazionale” secondo i disposti del D.P.C.M. 01.03.91, art. 6 c.1.

## 9 Ricettori nell'area di studio

Per le finalità del presente studio, con l'intento di meglio inquadrare i criteri di individuazione dei potenziali edifici sensibili (o ricettori) del proposto impianto eolico, si ritiene opportuno richiamare i contenuti della D.G.R. RAS n. 59/90 del 2020 e s.m.i. (*Indicazione per la realizzazione di impianti eolici in Sardegna*) e segnatamente il punto 4.3.3 “*Distanze di rispetto dagli insediamenti rurali*”.

“*Al fine di limitare gli impatti visivi, acustici e di ombreggiamento, ogni singolo aerogeneratore dovrà rispettare una distanza pari a:*

- *300 metri da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno (h. 6.00 – h. 22.00);*
- *500 metri da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno (h. 22.00 – 6.00), o case rurali ad utilizzazione residenziale di carattere stagionale;*
- *500 metri da nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale, così come definiti all'art. 82 delle NTA del PPR.”*

Secondo tale impostazione, pertanto, possono individuarsi le seguenti categorie di edifici:

*Cat. 1 - nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale, così come definiti all'art. 82 delle NTA del PPR;*

*Cat. 2a - corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno;*

*Cat. 2b - corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno;*

*Cat. 3 - fabbricati ad utilizzazione agro-pastorale con presenza discontinua di personale;*

*Cat. 4 - fabbricati di supporto alle attività agricole (ricoveri, depositi, stalle);*

*Cat. 5 - ruderi/fabbricati in abbandono;*

Muovendo da tale classificazione, al fine di procedere all'individuazione di potenziali ricettori nelle aree più direttamente interessate dalle installazioni eoliche, ricomprese entro una distanza massima di 1000 m dalle postazioni di macchina, si è proceduto ad una individuazione complessiva dei fabbricati con l'ausilio della cartografia ufficiale di riferimento (Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000). Successivamente si è proceduto a verificarne l'effettiva esistenza e consistenza dall'esame di foto aeree e satellitari nonché attraverso specifici sopralluoghi sul campo. In tal modo sono state acquisite le necessarie informazioni preliminari sulle caratteristiche tipologico-costruttive e le condizioni di utilizzo degli edifici. Per completezza di analisi sono stati inclusi nel censimento anche quei fabbricati che, in modo manifesto, non presentavano caratteristiche di potenziali ambienti abitativi (p.e. ruderi o depositi). A valle di tali riscontri, è stata inoltre accertata la categoria catastale di appartenenza degli edifici, laddove disponibile.

L'Elaborato DC\_WOSS20\_A09 (Report dei Fabbricati censiti in prossimità del Parco Eolico) riporta l'individuazione dei fabbricati censiti in accordo con la metodologia precedentemente indicata. Nel Report è contenuto inoltre lo stralcio della ripresa aerea zenitale, la categoria catastale di appartenenza ed una fotografia prospettica dei fabbricati censiti.

Il censimento ha condotto ad individuare n. 141 edifici, o complessi di fabbricati agricoli; tra questi è stata riscontrata la prevalente presenza di corpi edilizi a servizio di attività dei settori terziario e commerciale, come: negozi e botteghe, magazzini e locali di deposito (categoria catastale prevalente C2 - Magazzini e locali di deposito, con 22 edifici). La frequentazione di tali edifici è saltuaria e, in prossimità dell'area di impianto, principalmente legata alle esigenze di conduzione dei fondi agricoli. È stata inoltre verificata la presenza di: 10 edifici con categoria catastale A (abitazioni), un agriturismo (ascritto al catasto come D10) e 10 fabbricati con categoria catastale D (9 di categoria D10, Fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole e uno con categoria D1, opificio). I restanti edifici individuati al momento della ricognizione dei fabbricati entro i 1000 metri dai WTG in progetto, non sono accatastati come Fabbricati quindi la loro destinazione catastale riportata nel "Report dei Fabbricati censiti in prossimità del Parco Eolico" è quella del "Catastro Terreni".

Ai fini dell'individuazione dei ricettori di interesse per le finalità del presente Studio previsionale di impatto acustico, in accordo con gli enunciati criteri della DGR 59/90 del 2020, si è pervenuti a individuare come appartenenti alla Categoria 1 gli edifici catastalmente classificati come A2 (Abitazioni di tipo civile) e A3 (Abitazioni di tipo economico), assumendo prudenzialmente la presenza continuativa di persone in periodo diurno e notturno. Alla medesima categoria di fabbricato (Cat. 1) è stato ricondotto un agriturismo (fabbricato identificato con codice F154 e accatastato come D10-Fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole).

L'insieme di ricettori di interesse (Tabella 9.1) è stato integrato, infine, da 6 ulteriori fabbricati che, per caratteristiche tipologico-costruttive dell'edificio o per manifeste condizioni d'uso (edifici della limitrofa area estrattiva), suggeriscono una possibile frequentazione di persone nel periodo diurno, ancorché discontinua. Tali fabbricati sono stati pertanto ricondotti alla Categoria 3.

Nella Tabella 9.2 sono riportate le caratteristiche dei ricettori presi in considerazione per le verifiche previste dalla normativa mentre la Tabella 9.3 riporta un quadro sinottico delle distanze degli aerogeneratori in progetto rispetto ai ricettori individuati.

Tabella 9.1 – Fabbricati di interesse ai fini delle valutazioni previsionali di impatto acustico

Ricettore	Comune	Categoria catastale	Categoria ex DGR 59/90
F04	OSSI	A2	Cat.1
F06	OSSI	A3	Cat.1
F09	OSSI	A2	Cat.1
F12	OSSI	A3	Cat.1
F21	OSSI	A3	Cat.1
F25	OSSI	C1	Cat.3
F59	CARGEGHE	A3	Cat.1
F84	OSSI	A3	Cat.1
F96	FLORINAS	A3	Cat.1
F117	OSSI	A3	Cat.1
F125	OSSI	A3	Cat.1
F138	OSSI	D1	Cat.3
F154	OSSI	D10	Cat.1
F100	OSSI	D10	Cat.3
F119	OSSI	D10	Cat.3
F33	OSSI	Seminativo	Cat.3
F35	OSSI	C2	Cat.3

Tabella 9.2 – Potenziali ricettori rappresentativi esposti alla rumorosità dell’impianto eolico, ubicati entro una distanza di 1.000 m dagli aerogeneratori in progetto

Ricettore	Comune	Coordinate GB Est	Coordinate GB Nord	WTG più prossimo	Distanza dalla torre eolica (m)	Classe acustica	Limiti assoluti di immissione	
							Diurno	Notturno
F04	OSSI	1466941	4501887	WTG02	911	Territorio nazionale	70	60
F06	OSSI	1467093	4501808	WTG02	835	Territorio nazionale	70	60
F09	OSSI	1466986	4501684	WTG02	706	Territorio nazionale	70	60
F12	OSSI	1467036	4501536	WTG02	559	Territorio nazionale	70	60
F21	OSSI	1466362	4501630	WTG02	913	Territorio nazionale	70	60
F25	OSSI	1466221	4500809	WTG02	800	Territorio nazionale	70	60
F59	CARGEGHE	1467500	4501769	WTG02	896	I	50	40
F84	OSSI	1467409	4500611	WTG02	548	Territorio nazionale	70	60
F96	FLORINAS	1468792	4500350	WTG05	509	Territorio nazionale	70	60
F117	OSSI	1467197	4499654	WTG03	698	Territorio nazionale	70	60
F125	OSSI	1467033	4499280	WTG03	524	Territorio nazionale	70	60
F138	OSSI	1468540	4498739	WTG04	842	Territorio nazionale	70	60
F154	OSSI	1466861	4498596	WTG01	642	Territorio nazionale	70	60
F100	OSSI	1468302	4499628	WTG04	277	Territorio nazionale	70	60
F119	OSSI	1466959	4499642	WTG03	820	Territorio nazionale	70	60
F33	OSSI	1466610	4500248	WTG02	829	Territorio nazionale	70	60
F35	OSSI	1466737	4500133	WTG02	885	Territorio nazionale	70	60

Note:

- sono indicati in rosso i fabbricati in corrispondenza dei quali le verifiche di impatto acustico hanno riguardato i periodi diurno e notturno
- gli ulteriori edifici si riferiscono a corpi edilizi di supporto all’attività agricola e di cava (categorie catastali “D”) con presenza discontinua di personale rispetto a cui si è proceduto alla verifica dei limiti di legge nel solo periodo diurno.

L’esame della Tabella 9.3 mette in evidenza come i ricettori con potenziale presenza di persone nel periodo di riferimento notturno (F04, F06, F09, F12, F21, F59, F84, F96, F117, F125, F154) siano ubicati a distanze superiori ai 500 metri dagli aerogeneratori in progetto, in accordo con i criteri indicati dalla DGR 59/90 del 2020.

La soluzione progettuale proposta si ritiene del tutto in linea, e più cautelativa, con le misure di mitigazione indicate all'Allegato 4, paragrafo 5.3 del D.M. 10 settembre 2010 ("Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili"), ove si suggerisce una *"minima distanza di ciascun aerogeneratore da unità abitative munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate, non inferiore ai 200 m"*.

Nello stesso Decreto 10 settembre 2010 ("Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili") si precisa, inoltre, che *"[...] la distanza più opportuna tra i potenziali corpi ricettori ed il parco eolico dipende dalla topografia locale, dal rumore di fondo esistente, nonché dalla taglia del progetto da realizzare"*. Tale scelta è pertanto lasciata al progettista sulla base dell'osservanza dei limiti di rumorosità previsti dalla normativa vigente (*"E' opportuno eseguire i rilevamenti prima della realizzazione dell'impianto per accettare il livello di rumore di fondo e, successivamente, effettuare una previsione dell'alterazione del clima acustico prodotta dall'impianto, anche al fine di adottare possibili misure di mitigazione dell'impatto sonoro, dirette o indirette, qualora siano riscontrati livelli di rumorosità ambientale non compatibili con la zonizzazione acustica comunale, con particolare riferimento ai ricettori sensibili"*).

Per gli altri fabbricati, rispetto a cui non è ipotizzabile una presenza continuata di personale, la predetta D.G.R. non impone l'osservanza di specifiche distanze di rispetto.

*Tabella 9.3 – Distanze in metri degli aerogeneratori in progetto rispetto ai ricettori rappresentativi individuati*

Fabbricato	WTG02	WTG01	WTG03	WTG04	WTG05
F04	911	3422	2917	2828	2116
F06	835	3322	2814	2676	1959
F09	706	3214	2709	2637	1933
F12	559	3061	2555	2490	1792
F21	914	3320	2843	3017	2368
F25	800	2629	2195	2656	2143
F59	896	3263	2750	2480	1749
F84	548	2102	1590	1557	950
F96	1898	2249	1853	800	509
F117	1339	1182	698	1380	1250
F125	1729	877	524	1585	1620
F138	2718	1068	1081	842	1541
F154	2388	642	768	1977	2194
F33	829	1951	1513	2076	1682
F35	886	1792	1345	1920	1560
F100	1875	1377	1006	277	631
F119	1337	1253	820	1617	1468

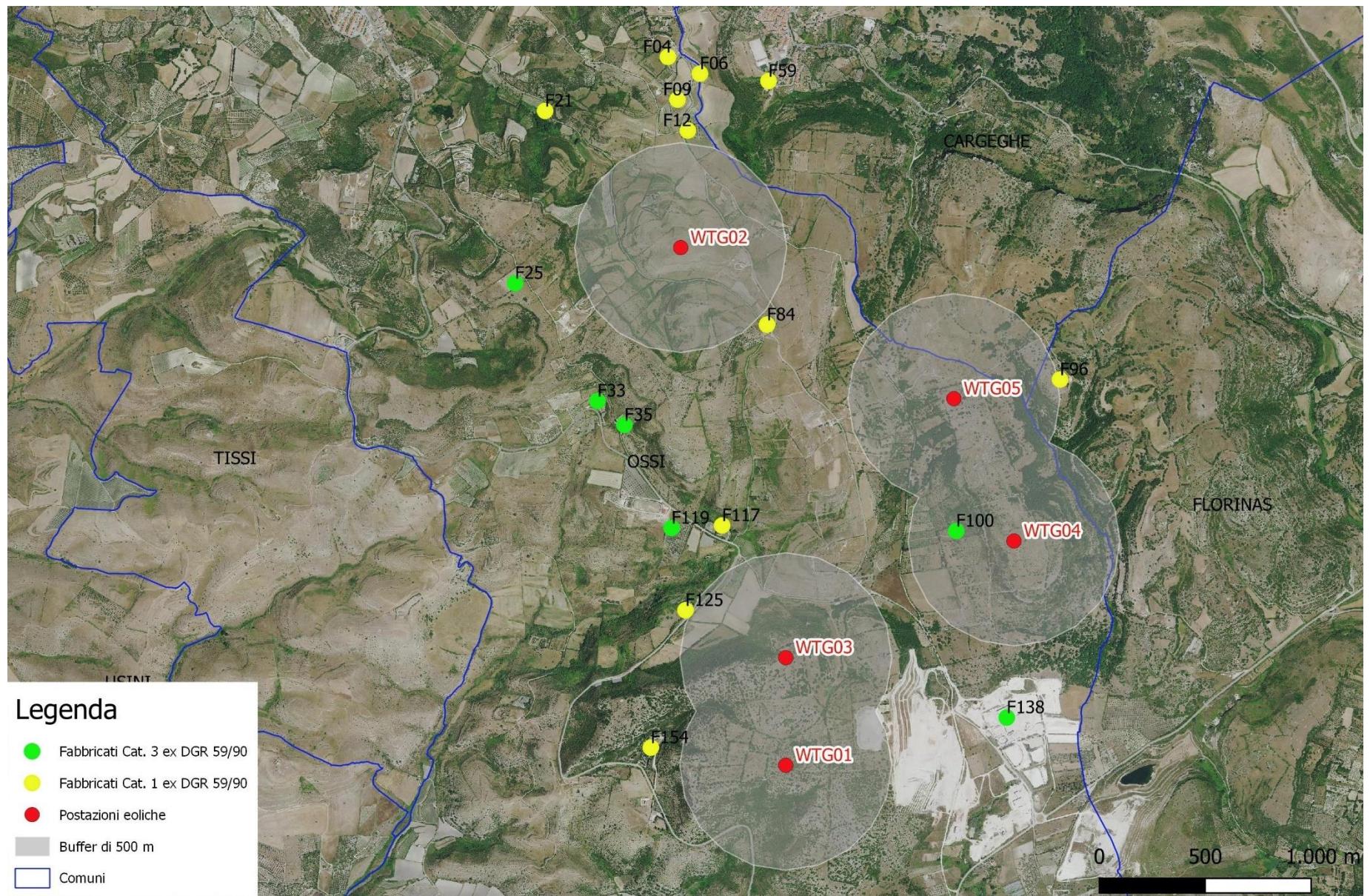


Figura 9.1 – Individuazione planimetrica dei ricettori rappresentativi per l'analisi di impatto acustico

## **10 Principali sorgenti sonore già presenti nell'area di studio**

Nell'area direttamente interessata dall'impianto in progetto non sono presenti sorgenti sonore significative; il territorio è attraversato da un parziale tratto di SP97 nonché da strade rurali a bassissimo traffico veicolare nel periodo di riferimento notturno.

A sud est del sito in esame, ad una distanza minima di 2 km dall'impianto in progetto, si riscontra la presenza del parco eolico di Florinas in capo alla RWE Renewables Italia, composto da 10 aerogeneratori.

Le turbine in questione si trovano ampiamente all'esterno della fascia minima di influenza acustica dell'impianto (pari a 500 metri), indicata al par. 3.1.1 della norma UNI/TS 11142-7.

## 11 Calcolo previsionale dei livelli sonori generati dall'opera nei confronti dei ricettori e dell'ambiente circostante

### 11.1 Premessa

Come evidenziato in sede introduttiva, il campo sonoro determinato dal funzionamento degli aerogeneratori è stato dapprima stimato mediante un modello di simulazione basato sugli algoritmi contenuti nella norma ISO 9613-2 e quindi utilizzabile per le valutazioni di impatto acustico che richiedono il calcolo della propagazione del rumore in ambiente esterno.

Ai fini della stima dei livelli sonori in corrispondenza dei ricettori individuati nell'area di influenza dell'impianto eolico, l'analisi previsionale è stata integrata dalle risultanze del modello di propagazione Nord 2000, avuto riguardo delle indicazioni sulla scelta dei modelli di propagazione contenute nelle Linee Guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici pubblicate dall'ISPRA nel 2013.

### 11.2 Ricostruzione del campo sonoro con il modello Windpro-DECIBEL basato sulla UNI ISO 9613-2:2006

La stima del campo sonoro determinato dal funzionamento degli aerogeneratori è stata condotta mediante il programma di calcolo Windpro-DECIBEL, appositamente studiato per la modellizzazione del campo acustico generato da impianti eolici.

Il modello consente di calcolare le emissioni sonore imputabili ad un impianto eolico e di verificare il rispetto dei limiti stabiliti dalla normativa vigente in materia di inquinamento acustico.

Per quanto concerne il metodo di calcolo, il modello si basa sul metodo prescritto dalla norma ISO 9613-2:1996 (*Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation*), adottata dall'UNI nella versione in lingua italiana UNI ISO 9613-2:2006 (*Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto – Part 2: Metodo generale di calcolo*). La sopracitata norma, pertanto, possiede anche lo status di norma nazionale italiana.

Il modello consente la visualizzazione dei risultati attraverso la restituzione della mappa delle curve isovalore corrispondenti al campo acustico generato dall'impianto eolico e calcola il campo del livello di pressione sonora equivalente ponderato "A" generato da un impianto eolico, con la possibilità di tenere in considerazione, secondo gli algoritmi presenti nella norma ISO 9613, i seguenti effetti:

- divergenza geometrica;
- assorbimento atmosferico;
- effetto del suolo;
- presenza di schermi singoli o doppi;
- presenza di zone edificate, industriali, alberate.

Il programma, infine, permette di introdurre nel modello di calcolo il livello del rumore residuo, consentendo di effettuare la verifica previsionale in merito al rispetto del criterio differenziale, in corrispondenza di eventuali ricettori presenti in prossimità dell'impianto eolico. Nel caso di ricettori rappresentati da centri abitati, il programma consente di introdurre un ricettore areale rappresentato dalle coordinate corrispondenti al baricentro dell'area individuata come ricettore.

#### 11.2.1 *Orografia*

L'area in cui sarà realizzato l'intervento presenta una morfologia debolmente ondulata che localmente può influenzare la propagazione delle onde sonore. La simulazione è stata pertanto effettuata introducendo nel modello l'orografia dell'area.

#### 11.2.2 *Effetto suolo*

Il coefficiente di attenuazione atmosferica dipende fortemente dalla frequenza del suono, dalla temperatura ambiente e dall'umidità relativa dell'aria, e soltanto debolmente dalla pressione ambiente. Per il calcolo dei livelli di rumore ambientale, il coefficiente di attenuazione atmosferica dovrebbe essere basato sui valori medi delle condizioni climatiche ambientali del luogo. I calcoli mediante il programma di simulazione sono stati effettuati nelle condizioni standard della norma ISO 9613, pertanto, nelle seguenti condizioni climatiche:

- Temperatura = 10°C;
- Umidità relativa = 70%.

Tali condizioni possono essere assunte come rappresentative delle condizioni climatiche medie. Si ritiene opportuno evidenziare che, rispetto alle condizioni estive, quando l'effetto di attenuazione per assorbimento in atmosfera è maggiore, tale situazione è meno favorevole.

### 11.3 Il modello Nord2000

Di seguito si ripropone la descrizione del modello di propagazione sonora Nord2000 fornita nelle "Linee Guida per la valutazione e il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici" elaborate da ISPRA nel 2013.

Il modello di propagazione sonora Nord2000 è stato sviluppato a partire dal 1996 dalla società danese Delta, su iniziativa del Consiglio Nordico dei Ministri, organo istituzionale di cooperazione intergovernativa che dal 1971 coinvolge Danimarca, Finlandia, Islanda, Norvegia and Svezia. Lo scopo del progetto era quello di implementare una nuova generazione di metodi di previsione del rumore ambientale sulla base dei risultati ottenuti dai

precedenti modelli degli anni '70 e dei primi anni '80, abbandonando l'approccio empirico ed utilizzando algoritmi teorici di calcolo in banda di frequenza.

Il modello di propagazione Nord2000 presenta delle differenze e delle caratteristiche aggiuntive rispetto al modello di propagazione proposto dalla norma ISO 9613-2, che risulta oggi il metodo di calcolo più largamente utilizzato, adottato anche a livello internazionale da molti regolamenti legislativi e standard tecnici per una grande varietà di sorgenti, tra cui anche gli aerogeneratori. Proprio per questi ultimi, il modello Nord2000 presenta delle peculiarità aggiuntive che lo rendono meglio adattabile al caso specifico (ISPRA, 2013). Di seguito si riportano le caratteristiche comuni e le differenze sostanziali tra i due modelli.

Entrambi i modelli operano per sorgenti puntiformi e possono estendere il concetto di sorgente puntiforme alle sorgenti lineari e areali. Il calcolo eseguito con il modello Nord2000 comprende le bande di terzi d'ottava di frequenze centrali comprese tra 25 Hz e 10 kHz e risulta quindi più dettagliato rispetto al calcolo con modello ISO, il quale viene effettuato in bande d'ottava con frequenze centrali comprese tra 63 Hz e 8kHz: il Nord2000 comprende sia un intervallo più ampio dello spettro dell'udibile, sia una maggiore risoluzione spettrale, con un numero di valori dei livelli di banda che risulta all'incirca il triplo rispetto ai valori in ottava.

Dal punto di vista dei contributi di attenuazione nel percorso di propagazione sonora, caratteristiche comuni ad entrambi i modelli sono la divergenza geometrica, calcolata ovviamente con la legge propria della sorgente puntiforme, e l'attenuazione da parte dell'atmosfera, basata sui valori in funzione della distanza dettati dalla norma ISO 9613-1.

L'attenuazione del suolo viene invece calcolata in modo differente dai due modelli, adottando il Nord2000 un approccio analitico più complesso.

Oltre al calcolo in queste condizioni moderatamente favorevoli, la norma propone un calcolo dei livelli a lungo termine, in modo da tenere conto della varietà di condizioni meteo che si presentano durante un arco di tempo lungo, dell'ordine di molti mesi o di un anno. A tale scopo viene introdotto un termine di correzione meteorologica sul lungo periodo  $C_{met}$  che tiene conto della percentuale del periodo in cui si verificano condizioni meteorologiche favorevoli o meno alla propagazione del suono, calcolato sulla base delle statistiche meteorologiche del sito in funzione della disposizione geometrica di sorgente e ricevitore.

Il Nord2000 presenta un approccio molto più sofisticato riguardo alle condizioni meteo; le variabili prese in considerazione dal modello di propagazione sono:

- velocità media del vento nella direzione di propagazione e altezza alla quale il valore si riferisce;
- deviazione standard della variazione della velocità del vento;
- temperatura del terreno;
- gradiente medio di temperatura;
- deviazione standard della variazione del gradiente di temperatura;
- intensità della turbolenza dovuta rispettivamente al vento e alla temperatura;
- umidità relativa dell'aria.

Data la difficoltà a procedere alla stima di più parametri tra quelli sopra riportati, per alcuni di essi, in mancanza di dati specifici, il modello impone dei valori costanti appropriati (deviazione standard della velocità del vento e del gradiente di temperatura e parametri di intensità della turbolenza) mentre altri sono dedotti indirettamente basandosi su una serie di descrizioni appropriate che corrispondono ognuna a valori specifici (gradiente di temperatura).

Per tenere conto degli effetti meteorologici il modello considera il percorso dei raggi sonori e la curvatura che questi subiscono per effetto della variazione di velocità o della rifrazione dell'aria. Di conseguenza, il modello di propagazione Nord2000 consente il calcolo dei livelli sonori sia in condizioni sottovento che sopravento, calcolando le zone di concentrazione dei raggi sonori e di ombra acustica. Come già accennato, questa caratteristica è riconosciuta di fondamentale utilità nel caso degli aerogeneratori, soprattutto per quanto riguarda il calcolo previsionale dei livelli effettuato in fase di valutazione preventiva.

La curvatura dei raggi sonori lungo il percorso di propagazione è tenuta in considerazione anche nel caso di presenza di schermature, a differenza del modello ISO in cui vengono valutate solo le condizioni geometriche e non quelle meteorologiche.

Infine, un aspetto parimenti importante dal punto di vista dell'applicabilità di tali modelli al caso specifico delle turbine eoliche, riguarda l'altezza della sorgente e la distanza limite per la loro applicazione, che nel caso specifico raggiungono entrambi valori molto elevati (*100 m* e oltre per l'altezza della sorgente, *1-2 km* per la distanza di propagazione). Il metodo ISO nasce come modello di propagazione generale per sorgenti vicine al terreno, con un'altezza da terra della sorgente che non dovrebbe eccedere i *30 m*, circostanza non riferibile agli aerogeneratori di grande taglia, contraddistinti da un'altezza della torre sempre superiore. La distanza massima di valutazione dei livelli si attesta intorno ai *1000 m*: oltre tale distanza l'accuratezza diminuisce dando luogo a valori eccessivamente variabili per un confronto oggettivo con dei limiti stabiliti. Il modello Nord2000 anche in questo caso risulta più adattabile: da un lato permette di considerare sorgenti anche di ragguardevole altezza rispetto al terreno, dall'altro l'accuratezza dei livelli calcolati a grande distanza può essere incrementata approfondendo lo studio delle variabili meteorologiche e fissando valori adeguati.

Nel report di validazione del modello Nord2000 applicato al caso degli aerogeneratori vengono messi a confronto i valori dei livelli calcolati con entrambi i modelli di propagazione nel caso di un impianto esistente su terreno erboso pianeggiante, ad un'altezza di *50 m*, confrontando i risultati ottenuti con le misure sul campo. Dai risultati si deduce come i valori modellati con il Nord2000 siano praticamente coincidenti con quelli misurati per le frequenze tra *500* e *2000 Hz*, rimanendo a favore di sicurezza per le altre frequenze. I valori ottenuti con il modello ISO presentano generalmente scostamenti maggiori e non si mantengono a favore di sicurezza, risultando quasi sempre più bassi dei valori rilevati sul campo. Le differenze più significative tra i due modelli si manifestano comunque nel caso di propagazione sopravento: il modello Nord2000 estende l'intervallo di frequenze per le quali manifesti valori coincidenti a quelli misurati, che va da *250* a *2000 Hz*, mentre il modello ISO presenta scostamenti ancora maggiori in conseguenza della non validità del modello per le condizioni sopravento.

Nell'applicazione del modello di propagazione Nord2000 al caso degli aerogeneratori, infine, non sono state riscontrate differenze apprezzabili modellando la turbina eolica come un'unica sorgente puntiforme posta al centro della navicella oppure considerando la sorgente aerale rappresentata dall'area spazzata dalle pale.

In conclusione, le Linee Guida ISPRA evidenziano come l'applicazione del modello Nord2000 potrebbe condurre a risultati più affidabili rispetto al modello ISO, specialmente nelle condizioni di propagazione sopravento e nei casi in cui l'altimetria del terreno e le situazioni meteorologiche conducono a scenari di propagazione sonora molto complessi.

#### 11.4 Clima acustico esistente

Ai fini della valutazione previsionale dell'impatto acustico, si è proceduto all'esecuzione di misure strumentali finalizzate alla stima dei livelli del rumore residuo in prossimità di alcuni fabbricati rappresentativi. A tal fine sono state eseguite specifiche misurazioni fonometriche, condotte materialmente dall'ing. Antonio Dedoni, tecnico competente in acustica ambientale. I rilievi fonometrici sono stati condotti nel periodo di riferimento diurno e notturno il 23 febbraio 2021. Come espressamente richiesto dal D.M. 16.03.1998, le misure sono state eseguite in condizioni di velocità del vento al suolo inferiori ai 5 m/s.

I rilievi sono stati eseguiti con un fonometro Larson Lavis 831 di classe 1, conforme alle Norme IEC 651/79 e 804/85 (CEI EN 60651/82 e CEI EN 60804/99). Sono state inoltre registrate le tracce audio al superamento di una soglia minima prefissata.

I dati meteo sono stati misurati con una stazione Davis Vantage Pro 2, associata ad un anemometro ultrasonico DZP, posizionato ad una altezza di 4m, con un'accuratezza di misura del vento pari a 0,12 m/s

L'ubicazione delle tre postazioni di misura, tutte in comune di Ossi, è di seguito indicata:

P1 in corrispondenza del fabbricato F125

P2 a nord dell'impianto eolico, a circa 200 m dal fabbricato F12

P3 orientativamente al centro dell'impianto eolico, in località Santu Maltine.

La scelta dei punti di misura è stata improntata all'analisi delle situazioni di maggiore interesse rispetto all'impatto acustico, definendo il posizionamento delle stazioni secondo i seguenti criteri:

- accessibilità dei punti di misura;
- assicurare una buona copertura delle misure nelle porzioni di territorio maggiormente esposte alla rumorosità dell'impianto;
- garantire una accettabile rappresentatività spaziale delle misure in relazione all'area di influenza acustica del parco eolico.

Rimandando all'allegato Report di misura per maggiori approfondimenti, si richiamano nel seguito i livelli sonori registrati in relazione ai seguenti descrittori:  $L_{Aeq, TR}$ ,  $L_{A90}$  e  $L_{A95}$ . Tutte le misurazioni sono state arrotondate a 0,5 dB come stabilito dall'Allegato B, punto 3 del DPCM 01/03/1991.

Tabella 11.1 – Risultanze dei rilievi fonometrici eseguiti presso il parco eolico in progetto, nelle postazioni P1, P2 e P3 con riferimento al report delle attività di monitoraggio del clima acustico ante operam.

N.	Postazione	Classe acustica	TR	$L_{Aeq,T}$	$L_{A90,T}$	$L_{A95,T}$
1	P1	territorio nazionale	Diurno	45,00	28,50	27,50
			Notturno	34,50	21,50	21,00
2	P2	territorio nazionale	Diurno	50,50	27,50	26,50
			Notturno	27,00	20,00	20,00
3	P3	territorio nazionale	Diurno	51,50	26,00	25,50
			Notturno	29,50	20,00	19,50

Come noto, l'andamento del rumore residuo risente dell'azione del vento in relazione alla morfologia ed alle caratteristiche di copertura del suolo ed utilizzo del territorio: si ha infatti una rumorosità dovuta all'interazione del vento con la vegetazione e con ostacoli naturali o artificiali. L'entità di questo rumore è, in generale, crescente al crescere della velocità del vento.

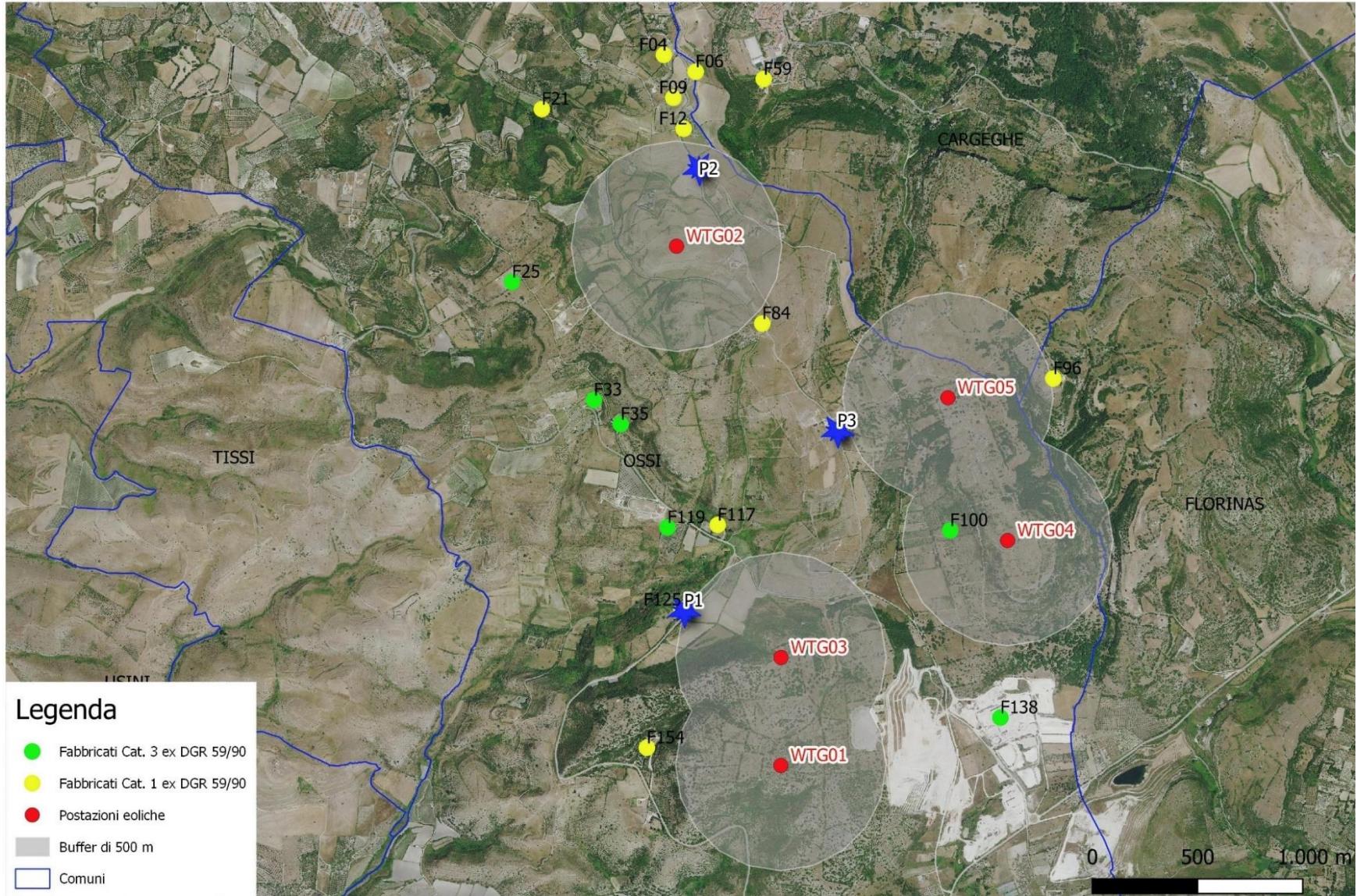


Figura 11.1 Ubicazione delle postazioni di monitoraggio acustico-

## 11.5 Risultati

Ai fini della verifica del rispetto delle soglie di legge, le simulazioni condotte sono state riferite a condizioni di ventosità al mozzo  $V_{Hub} \geq 10$  m/s, situazione corrispondente alle condizioni di massima rumorosità delle turbine previste dalla proposta eolica in esame (cfr. par. 6.2).

I risultati della simulazione eseguita con il modello Windpro-DECIBEL basato sulla UNI 9613-2:2006 sono illustrati planimetricamente nell'Elaborato DW\_WOSS20\_A26 (Campo sonoro previsionale generato dall'impianto eolico), ove sono rappresentati i livelli di rumore prevedibili a seguito dell'entrata in esercizio degli aerogeneratori. La mappa riporta le curve ad ugual valore del livello di pressione sonora ponderato A con intervallo di 1 dBA.

Dall'analisi della mappa del campo sonoro si evince che al piede delle torri di sostegno il livello di pressione sonora atteso è dell'ordine dei 53 dBA.

Ai fini delle verifiche previsionali di impatto acustico in corrispondenza dei ricettori rappresentativi, individuati in accordo con i criteri indicati al capitolo 9, si è fatto ricorso al modello Nord2000, che, in base alle indicazioni ISPRA, parrebbe prospettare risultati più affidabili e conservativi rispetto al modello ISO, specialmente nelle condizioni di propagazione sopravento rispetto ai ricettori.

I risultati numerici delle simulazioni modellistiche, condotti con riferimento a ciascuno dei modelli utilizzati sono riportati in Appendice.

### 11.5.1 Verifica previsionale del limite assoluto di emissione

Ai sensi dell'art. 2 della Legge quadro sull'inquinamento acustico (L. n. 447/1995) il "valore limite di emissione" è il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.

Il D.P.C.M. 14.11.97 ("Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"), stabilisce inoltre che "*i rilevamenti e le verifiche sono effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità*".

A tale proposito, si è valutata, per ciascun recettore considerato nella presente relazione, la possibile categoria di classificazione acustica (art. 1 del D.P.C.M. 14.11.97) in cui, i limiti di emissione (D.P.C.M. 14.11.97, art. 2) degli aerogeneratori, verrebbero rispettati. Da tale analisi si evince che:

- 6 fabbricati vedrebbero rispettato il limite di emissione acustica per la categoria I (F04, F06, F21, F59, F33 e F35);
- 9 fabbricati vedrebbero rispettato il limite di emissione acustica per la categoria II (F09, F12, F25, F84, F117, F125, F138, F154, F119);
- 2 fabbricati vedrebbero rispettato il limite di emissione acustica per la categoria III (F96 e F100).

A fini esplicativi si sono sintetizzati tali ragionamenti nella Tabella 11.2; per ogni fabbricato è valutato il rispetto del limite di emissione per la classe acustica effettivamente attribuita a seconda da quanto previsto

dal piano di zonizzazione acustica vigente (si ricorda a proposito che il comune di Ossi e di Cargeghe ne sono sprovvisti), tali limiti sono riportati nella colonna “Classe acustica”. Procedendo dall’analisi dei livelli di pressione sonora emessi dagli aerogeneratori presso i fabbricati, si è valutata una possibile classe acustica (Colonna “Classe acustica ipotizzata” della Tabella 11.2); si evidenzia come ciascuna classe acustica ipotizzata abbia limiti inferiori o uguali (F59) alla classe acustica vigente nel territorio.

Il clima acustico che si prospetta per i due fabbricati in classe III è quello di aree con media densità di popolazione, traffico veicolare locale e assenza di attività industriali. Per tutti gli altri fabbricati il limite di emissione rispetta i dettami per aree destinate ad uso prevalentemente residenziale sino a giungere ad aree particolarmente protette sotto il punto di vista acustico.

Nelle more dell’approvazione del piano di classificazione acustica di Ossi, nella prospettiva di realizzazione ed entrata in esercizio dell’impianto eolico, come suggerito al paragrafo 4.2.3. “Studio dell’impatto acustico” della DGR 59/90 del 2020, si dovrebbe ipotizzare, sentita l’Amministrazione comunale, la classe acustica da assegnare all’area interessata. In tale prospettiva, la classificazione potrebbe attuarsi nell’ambito del procedimento di Autorizzazione Unica in accordo con la disciplina dettata dall’art. 12 c. 3 del D.Lgs. 387/2003<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> La costruzione e l’esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale e riattivazione, come definiti dalla normativa vigente, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all’esercizio degli impianti stessi, sono soggetti ad una autorizzazione unica, rilasciata dalla regione o dalle province delegate dalla regione, ovvero, per impianti con potenza termica installata pari o superiore ai 300 MW, dal Ministero dello sviluppo economico, nel rispetto delle normative vigenti in materia di tutela dell’ambiente, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico, che costituisce, ove occorra, variante allo strumento urbanistico [OMISSIS]

Tabella 11.2 - Verifica del limite assoluto di emissione in corrispondenza dei ricettori rappresentativi

N.	Ricettore	Comune	Categoria catastale	Classe acustica	Limite Classe acustica Diurno [dBA]	Limite Classe acustica Notturno [dBA]	Classe acustica ipotizzata	Limite Classe acustica Diurno [dBA]	Limite Classe acustica Notturno [dBA]	$L_{PWTG}$ [dBA]	Condizioni di vento	Angolo	Rispetto limite assoluto di emissione DIURNO	Rispetto limite assoluto di emissione NOTTURNO
1	F04	OSSI	A2	Territorio nazionale	70	60	I	45	35	33,5	SE	"135"	SI	SI
2	F06	OSSI	A3	Territorio nazionale	70	60	I	45	35	33,9	SE	135	SI	SI
3	F09	OSSI	A2	Territorio nazionale	70	60	II	50	40	36,2	SO	"225"	SI	SI
4	F12	OSSI	A3	Territorio nazionale	70	60	II	50	40	38,1	SO	"225"	SI	SI
5	F21	OSSI	A3	Territorio nazionale	70	60	I	45	35	34,5	SE	"135"	SI	SI
6	F25	OSSI	C1	Territorio nazionale	70	60	II	50	40	35,1	SE	"135"	SI	SI
7	F59	CARGEDE	A3	I	45	35	I	45	35	32,7	SO	"225"	SI	SI
8	F84	OSSI	A3	Territorio nazionale	70	60	II	50	40	38,4	SE	135	SI	SI
9	F96	FLORINAS	A3	Territorio nazionale	70	60	III	55	45	40,1	SO	"225"	SI	SI
10	F117	OSSI	A3	Territorio nazionale	70	60	II	50	40	39,1	SE	"135"	SI	SI
11	F125	OSSI	A3	Territorio nazionale	70	60	II	50	40	39,2	SE	"135"	SI	SI
12	F138	OSSI	D1	Territorio nazionale	70	60	II	50	40	37,3	N - NO - SO	-45 - 315 - 45	SI	SI
13	F154	OSSI	D10	Territorio nazionale	70	60	II	50	40	37,7	SE	"135"	SI	SI
14	F100	OSSI	D10	Territorio nazionale	70	60	III	55	45	44,6	SE	"135"	SI	SI
15	F119	OSSI	D10	Territorio nazionale	70	60	II	50	40	36,2	NE	"45"	SI	SI
16	F33	OSSI	Seminativo	Territorio nazionale	70	60	I	45	35	29,8	SE	"135"	SI	SI
17	F35	OSSI	C2	Territorio nazionale	70	60	I	45	35	32,2	NE - SE	"45 - 135"	SI	SI

### 11.5.2 Verifica previsionale del rispetto del limite assoluto di immissione sonora

Ai termini della L. 447/95, i valori limite di immissione si riferiscono al valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.

Sotto il profilo della zonizzazione acustica risulta diversificata (par. 8.2) tra i tre comuni:

- Cargeghe: fabbricato F59 ricadente in Classe I della zonizzazione acustica del comune e soggetto ai limiti dettati dal D.P.C.M. 14.11.97, art. 2, sotto riportati:

Ricettore	Comune	Classe acustica I	Limite Classe acustica Diurno [dBA]	Limite Classe acustica Notturno [dBA]
F59	CARGEHE	Limite assoluto di immissione	50	40

- Ossi e Florinas: in assenza di piano di classificazione acustica si applicano le prescrizioni dell'art.6 del D.P.C.M. 01.03.91 i cui limiti sono riportati di seguito:

Comune	Zonizzazione	Limite Classe acustica Diurno [dBA]	Limite Classe acustica Notturno [dBA]
OSSI	Territorio nazionale	70	60
FLORINAS	Territorio nazionale	70	60

Ai fini dell'attribuzione dei livelli di rumore residuo agli edifici è stato adottato un criterio di rappresentatività spaziale delle misure, trattandosi di un territorio agricolo sostanzialmente omogeneo rispetto alle condizioni d'uso ed alla presenza di sorgenti sonore:

- Postazione di misura P1, considerata rappresentativa dei fabbricati ubicati nel settore meridionale del parco eolico;
- Postazione di misura P2, considerata rappresentativa dei fabbricati ubicati nel settore settentrionale del parco eolico;
- Postazione di misura P3, considerata rappresentativa dei fabbricati ubicati nel settore mediano del parco eolico.

La Tabella 11.3 riepiloga le risultanze della verifica del rispetto dei limiti assoluti di immissione in corrispondenza dei ricettori rappresentativi considerati.

Dall'esame delle risultanze delle analisi condotte si evince come, in corrispondenza di tutti i ricettori, nei territori di Ossi e Florinas, i livelli assoluti di immissione stimati risultano inferiori ai limiti di riferimento, sia nel periodo diurno che in quello notturno. Detti livelli sonori, inoltre, sarebbero compatibili con una ipotetica futura classificazione acustica nelle Classi II e III.

Per il fabbricato F59 (Categoria catastale A3) in comune di Cargeghe, si riscontra un potenziale superamento del limite assoluto di immissione diurno della Classe I (livello stimato di 50,6 dB(A) a fronte di un limite di 50 dB(A)), peraltro non riconducibile al funzionamento del proposto parco eolico. Infatti, analizzando le componenti sonore che, nello scenario di progetto, concorreranno al livello di rumore ambientale, si riscontra che il livello sonoro atteso dell'impianto in progetto - pari a 32,7 dB(A) – non apporterebbe alcun contributo al rumore ambientale, avendosi misurato un livello di rumore residuo pari a 50,50 dB(A).

Per quanto precede si ritiene che il limite assoluto di immissione sarà rispettato in tutti i ricettori considerati sia nel periodo diurno che, ove applicabile, in quello notturno.

Tabella 11.3 - Verifica del limite assoluto di immissione in corrispondenza dei ricettori rappresentativi

Ricettore	Comune	Categoria catastale	Classe acustica	Limite Classe acustica Diurno [dBA]	Limite Classe acustica Notturno [dBA]	$L_{p-WTG}$ [dBA]	Condizioni di vento modello Nord2000	Livello di rumore residuo DIURNO [dBA]	Livello di rumore residuo NOTTURNO [dBA]	Livello di rumore ambientale DIURNO [dBA]	Livello di rumore ambientale NOTTURNO [dBA]	Rispetto limite assoluto di immissione DIURNO	Rispetto limite assoluto di immissione NOTTURNO
F04	OSSI	A2	Terr. Nazionale	70	60	33,5	SE	50,50	27,00	50,6	34,4	SI	SI
F06	OSSI	A3	Terr. Nazionale	70	60	33,9	SE	50,50	27,00	50,6	34,7	SI	SI
F09	OSSI	A2	Terr. Nazionale	70	60	36,2	SO	50,50	27,00	50,7	36,7	SI	SI
F12	OSSI	A3	Terr. Nazionale	70	60	38,1	SO	50,50	27,00	50,7	38,4	SI	SI
F21	OSSI	A3	Terr. Nazionale	70	60	34,5	SE	50,50	27,00	50,6	35,2	SI	SI
F25	OSSI	C1	Terr. Nazionale	70	60	35,1	SE	50,50	27,00	50,6	35,7	SI	SI
F59	CARGEGHE	A3	I	50	40	32,7	SO	50,50	27,00	50,6	33,7	NO	SI
F84	OSSI	A3	Terr. Nazionale	70	60	38,4	SE	51,50	29,50	51,7	38,9	SI	SI
F96	FLORINAS	A3	Terr. Nazionale	70	60	40,1	SO	51,50	29,50	51,8	40,5	SI	SI
F117	OSSI	A3	Terr. Nazionale	70	60	39,1	SE	45,00	34,50	46,0	40,4	SI	SI
F125	OSSI	A3	Terr.	70	60	39,2	SE	45,00	34,50	46,0	40,5	SI	SI

Ricettore	Comune	Categoria catastale	Classe acustica	Limite Classe acustica Diurno [dBA]	Limite Classe acustica Notturno [dBA]	L <sub>p-WTG</sub> [dBA]	Condizioni di vento modello Nord2000	Livello di rumore residuo DIURNO [dBA]	Livello di rumore residuo NOTTURNO [dBA]	Livello di rumore ambientale DIURNO [dBA]	Livello di rumore ambientale NOTTURNO [dBA]	Rispetto limite assoluto di immissione DIURNO	Rispetto limite assoluto di immissione NOTTURNO
			Nazionale										
F138	OSSI	D1	Terr. Nazionale	70	60	37,3	N - NO - SO	45,00	34,50	45,7	39,1	SI	SI
F154	OSSI	D10	Terr. Nazionale	70	60	37,7	SE	45,00	34,50	45,7	39,4	SI	SI
F100	OSSI	D10	Terr. Nazionale	70	60	44,6	SE	51,50	29,50	52,3	44,7	SI	SI
F119	OSSI	D10	Terr. Nazionale	70	60	36,2	NE	45,00	34,50	45,5	38,4	SI	SI
F33	OSSI	Seminativo	Terr. Nazionale	70	60	29,8	SE	51,50	29,50	51,5	32,7	SI	SI
F35	OSSI	C2	Terr. Nazionale	70	60	32,2	NE - SE	51,50	29,50	51,6	34,1	SI	SI

Note:

1) sono indicati in rosso gli edifici con categoria catastale "A" (Abitazioni), l'agriturismo F154 e i fabbricati che per caratteristiche costruttive suggerivano presenza continuativa di persone in periodo diurno/notturno, in nero i corpi edilizi con presenza discontinua di personale (Cat. di sensibilità 3). La verifica circa il rispetto del limite di immissione notturno ha riguardato solo la prima categoria.

### 11.5.3 Verifica previsionale circa il rispetto del limite differenziale di immissione

La normativa vigente in materia di inquinamento acustico prevede che all'interno degli ambienti abitativi debba essere rispettato il criterio del limite differenziale. Secondo tale criterio, la differenza tra il livello del *rumore ambientale* ed il livello del *rumore residuo* deve essere contenuta entro i 5 dBA nel periodo diurno ed entro i 3 dBA nel periodo notturno. Ai fini delle verifiche, per livello del *rumore residuo* deve intendersi il livello di rumore dovuto alle sorgenti sonore già presenti nell'area di interesse, e quindi rappresentativo del clima acustico esistente, mentre per livello del *rumore ambientale* deve intendersi la somma del contributo dovuto alle sorgenti sonore già presenti (*rumore residuo*) e di quello imputabile alla sorgente "disturbante", ovvero il contributo apportato dalla sorgente di cui si intende valutare l'impatto su clima acustico esistente. Tuttavia, qualora il livello del rumore ambientale misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dBA durante il periodo diurno e a 40 dBA durante il periodo notturno, il criterio non trova applicazione. Il criterio non si applica, inoltre, nel caso in cui il rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dBA durante il periodo diurno e a 25 dBA durante il periodo di riferimento notturno. Ai sensi di quanto stabilito dall'art. 4 del D.P.C.M. 14.11.1997, infatti, in tali condizioni ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile.

Come illustrato al cap. 9, nell'area di influenza dell'impianto eolico in progetto sono stati individuati 11 edifici in corrispondenza dei quali si è ritenuto opportuno procedere alla verifica previsionale del criterio differenziale nei periodi di riferimento diurno e notturno.

Avuto riguardo delle caratteristiche tipologico-costruttive di alcuni ulteriori corpi aziendali, con presenza discontinua di personale, si è proceduto, anche per questi, alla verifica previsionale del rispetto del criterio differenziale, circoscrivendola al solo periodo di riferimento diurno (cfr. cap. 9). Trattasi, infatti, di edifici di supporto all'attività agricola classificati catastalmente fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole, D10, di cava o come attività commerciali, per i quali si può ragionevolmente ipotizzare una frequentazione, ancorché non continuata, nel solo periodo diurno.

Con riferimento al **periodo diurno**, la verifica, ha riguardato tutti i ricettori rappresentativi. Per quanto concerne il **periodo notturno**, come detto, la valutazione previsionale ha riguardato i soli edifici con categoria catastale "A" e l'agriturismo (accatastato come D10).

Ai fini delle stime del rumore ambientale all'interno degli ambienti abitativi è stata assunta un'attenuazione sonora di 6 dBA tra il livello di rumore atteso all'esterno dell'edificio (in facciata) e quello prevedibile al suo interno a finestre aperte. Tale assunzione è stata assunta in conformità alla richiamata UNI/TS 11143-7/2013 che suggerisce di applicare un valore di attenuazione esterno-interno pari a 6 dBA<sup>6</sup>, rappresentativo

---

<sup>6</sup> UNI/TS 11143-7/2013 punto 4.5.2 "Nota 3: Numerosi riferimenti bibliografici indicano per una parete con finestra completamente aperta un isolamento sonoro compreso nell'intervallo da 5 dB a 10 dB ponderati A (in mancanza di informazioni si suggerisce 6 dB in riferimento al valore più ricorrente in letteratura), mentre, in presenza di un serramento senza particolari prestazioni acustiche si può

del dato più frequente riscontrato in bibliografia (p.e. Iannace G., Maffei L., Rivista italiana di acustica Gen-Mar 1995).

La Tabella 11.4 e la Tabella 11.5 riepilogano le risultanze delle verifiche condotte sulla scorta di tali assunzioni, con riferimento al periodo diurno e notturno rispettivamente.

Per ciò che riguarda il periodo diurno, le stime evidenziano come, all'interno degli ambienti considerati, non si raggiunga in nessun caso un rumore ambientale di 50 dB(A), soglia di applicabilità del criterio differenziale nel periodo di riferimento diurno a finestre aperte, al disotto della quale ogni effetto di disturbo del rumore è da ritenersi trascurabile (art. 4, comma 2 del DPCM 14/11/97).

Per il periodo notturno, i calcoli riportano l'assenza di alcuna situazione di superamento di 40 dB(A) del rumore ambientale, soglia di applicabilità del criterio differenziale nel periodo di riferimento notturno a finestre aperte, al disotto della quale ogni effetto di disturbo del rumore è da ritenersi trascurabile (art. 4, comma 2 del DPCM 14/11/97).

Ad ogni buon conto, al fine di verificare l'attendibilità delle stime ed ipotesi sopra riportate, in fase di esercizio dell'impianto si dovrà procedere all'esecuzione di verifiche strumentali da condursi in accordo con le procedure previste dalla legislazione vigente e dalle norme tecniche applicabili. Laddove, in sede di monitoraggio *post-operam*, si dovesse riscontrare un sensibile scostamento tra i valori di rumore stimati e quelli misurati, tale da non assicurare il rispetto del criterio limite di immissione differenziale, potranno comunque prevedersi efficaci misure mitigative. Tali accorgimenti possono individuarsi prioritariamente nella messa in atto di interventi di isolamento acustico passivo dell'edificio o, laddove tali misure risultassero insufficienti, nella regolazione automatizzata dell'emissione acustica degli aerogeneratori maggiormente impattanti, in concomitanza con determinate condizioni di velocità e provenienza del vento. Il controllo del rumore è conseguito attraverso la regolazione dell'angolo di incidenza delle pale, con inevitabili effetti sulle prestazioni energetiche della turbina.

---

*indicativamente assumere un isolamento sonoro di almeno 15 dB circa. Prodotti specifici consentono di ottenere prestazioni molto più elevate".*

Tabella 11.4 - Verifica del criterio differenziale nel periodo di riferimento diurno in corrispondenza dei ricettori rappresentativi

Ricettore	Comune	Categoria catastale	Classe acustica	L <sub>p-WTG</sub> [dBA]	Condizioni di vento modello Nord2000	Livello di rumore residuo DIURNO [dBA]	Rumore ambientale in facciata DIURNO [dBA]	Rumore ambientale interno = Rumore amb. Esterno -6 dBA DIURNO	Applicazione differenziale DIURNO
F04	OSSI	A2	Terr. Nazionale	33,5	SE	50,50	50,50	44,6	n.a.
F06	OSSI	A3	Terr. Nazionale	33,9	SE	50,50	50,50	44,6	n.a.
F09	OSSI	A2	Terr. Nazionale	36,2	SO	50,50	50,50	44,7	n.a.
F12	OSSI	A3	Terr. Nazionale	38,1	SO	50,50	50,50	44,7	n.a.
F21	OSSI	A3	Terr. Nazionale	34,5	SE	50,50	50,50	44,6	n.a.
F25	OSSI	C1	Terr. Nazionale	35,1	SE	50,50	50,50	44,6	n.a.
F59	CARGEGHE	A3	I	32,7	SO	50,50	50,50	44,6	n.a.
F84	OSSI	A3	Terr. Nazionale	38,4	SE	51,50	51,50	45,7	n.a.
F96	FLORINAS	A3	Terr. Nazionale	40,1	SO	51,50	51,50	45,8	n.a.
F117	OSSI	A3	Terr. Nazionale	39,1	SE	51,50	45,00	40,0	n.a.
F125	OSSI	A3	Terr. Nazionale	39,2	SE	45,00	45,00	40,0	n.a.
F138	OSSI	D1	Terr. Nazionale	37,3	N - NO - SO	45,00	45,00	39,7	n.a.
F154	OSSI	D10	Terr. Nazionale	37,7	SE	45,00	45,00	39,7	n.a.
F100	OSSI	D10	Terr. Nazionale	44,6	SE	51,50	51,50	46,3	n.a.
F119	OSSI	D10	Terr. Nazionale	36,2	NE	45,00	45,00	39,5	n.a.
F33	OSSI	Seminativo	Terr. Nazionale	29,8	SE	45,00	51,50	45,5	n.a.
F35	OSSI	C2	Terr. Nazionale	32,2	NE - SE	45,00	51,50	45,6	n.a.

Tabella 11.5 - Verifica del criterio differenziale nel periodo di riferimento notturno in corrispondenza dei ricettori rappresentativi

Ricettore	Comune	Categoria catastale	Classe acustica	$L_{p-WTG}$ [dBA]	Condizioni di vento modello Nord2000	Livello di rumore residuo NOTTURNO [dBA]	Rumore ambientale in facciata NOTTURNO [dBA]	Rumore ambientale interno = Rumore amb. Esterno -6 dBA NOTTURNO	Applicazione differenziale NOTTURNO
F04	OSSI	A2	Terr. nazionale	33,5	SE	27,00	34,4	28,4	n.a.
F06	OSSI	A3	Terr. nazionale	33,9	SE	27,00	34,7	28,7	n.a.
F09	OSSI	A2	Terr. nazionale	36,2	SO	27,00	36,7	30,7	n.a.
F12	OSSI	A3	Terr. nazionale	38,1	SO	27,00	38,4	32,4	n.a.
F21	OSSI	A3	Terr. nazionale	34,5	SE	27,00	35,2	29,2	n.a.
F59	CARGEGHE	A3	I	32,7	SO	27,00	33,7	27,7	n.a.
F84	OSSI	A3	Terr. nazionale	38,4	SE	29,50	38,9	32,9	n.a.
F96	FLORINAS	A3	Terr. nazionale	40,1	SO	29,50	40,5	34,5	n.a.
F117	OSSI	A3	Terr. nazionale	39,1	SE	34,50	40,4	34,4	n.a.
F125	OSSI	A3	Terr. nazionale	39,2	SE	34,50	40,5	34,5	n.a.
F154	OSSI	D10	Terr. nazionale	37,7	SE	34,50	39,4	33,4	n.a.

## **12 Incremento dei livelli sonori attribuibile ad un eventuale aumento del traffico veicolare indotto dall'intervento**

Con specifico riferimento all'intervento oggetto del presente studio non si ipotizza un incremento del traffico veicolare rispetto a quello che attualmente interessa le strade carrabili presenti nel sito in esame. Il funzionamento di un impianto eolico, infatti, non comporta l'impiego costante di personale, né le manutenzioni da esso richieste sono tali da determinare un significativo incremento dell'attuale numero di passaggi veicolari. Pertanto, non si prevedono apprezzabili incrementi dei livelli di rumorosità imputabili ad un aumento del traffico veicolare.

### **13 Interventi per la riduzione delle emissioni sonore**

Come illustrato al par. 11.5.3, sulla base delle valutazioni condotte in merito al rispetto del criterio differenziale, si può concludere che, verosimilmente, non sussisteranno i presupposti normativi per l'applicazione del criterio né durante il periodo diurno, né durante quello notturno.

Alla luce di quanto sopra, non si è ritenuto necessario, nell'ambito della presente trattazione, prevedere alcun intervento di attenuazione della rumorosità a tutela dei ricettori individuati.

Per ciò che concerne i limiti di emissione, mancando il Piano di zonizzazione acustica del territorio di Ossi, nella prospettiva di realizzazione ed entrata in esercizio dell'impianto eolico, come suggerito al paragrafo 4.2.3. "Studio dell'impatto acustico" della DGR 59/90 del 2020, si dovrebbe ipotizzare, sentita l'Amministrazione comunale, la classe acustica da assegnare all'area interessata. In tale scenario, la classificazione potrebbe attuarsi nell'ambito del procedimento di Autorizzazione Unica in accordo al fine di armonizzare lo scenario con quello di utilizzo del territorio delineato dal progetto, in analogia con le procedure ordinariamente previste nell'ambito dell'autorizzazione di parchi eolici da realizzarsi in area agricola.

## 14 Impatto acustico nella fase di realizzazione

Sebbene allo stato attuale non si disponga di un dettagliato piano di cantiere, la cui redazione sarà possibile solo in fase esecutiva in funzione dell'organizzazione delle imprese coinvolte ed a seguito della predisposizione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, è possibile effettuare alcune considerazioni in merito alla rumorosità ipotizzabile durante la fase costruttiva, la cui durata è stimata in 18 mesi circa.

Per quanto concerne i macchinari e le attrezzature, si prevede l'utilizzo di escavatori, per le attività di scavo e movimento terra, e di betoniere per la messa in opera di strutture in C.A. Altri macchinari, inoltre, potranno rendersi necessari per la realizzazione della viabilità interna all'impianto.

In primo luogo, occorre ricordare che gli escavatori rientrano tra le macchine ed attrezzature soggette a limiti di emissione acustica, ai sensi del D. Lgs. 262/02 (Attuazione della Direttiva 200/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto). Ai sensi del sopracitato decreto, il limite ammesso per il livello di potenza sonora è pari a 93 dBA nel caso di escavatori con potenza netta installata  $P \leq 15$  kW, e di  $(80 + 11\log P)$  dBA nel caso di escavatori con potenza netta installata  $P > 15$  kW.

Ipotizzando un escavatore da 75 kW di potenza netta, questo potrebbe emettere, nella peggiore delle ipotesi, una potenza sonora non superiore a 100,6 dBA, che già ad una distanza di 100 m comporterebbe un livello di pressione sonora non superiore a 52,6 dBA. All'aumentare della potenza netta dell'escavatore l'aumento della rumorosità è piuttosto contenuto: un escavatore da 100 kW di potenza netta, ad esempio, potrebbe generare una potenza sonora massima di 102,0 dBA, con un corrispondente livello di pressione sonora a 100 m non superiore a 54,0 dBA. Per quanto concerne le betoniere, queste attrezzature rientrano tra quelle per le quali il D.Lgs. 262/02 prevede la marcatura CE e l'indicazione del livello di potenza sonora garantito. Sul mercato sono disponibili betoniere silenziate i cui livelli di potenza sonora sono contenuti entro i 90dBA. Nell'ipotesi di una betoniera avente una potenza sonora di 90dBA, a questa corrisponderebbe un livello di pressione sonora a 100 m non superiore 42,0 dBA.

Qualora, successivamente all'accordo di classificazione acustica del territorio di Ossi, dovessero superarsi i limiti di rumorosità consentiti, in prossimità dei recettori, la normativa vigente in materia di inquinamento acustico consente l'esercizio di attività rumorose all'aperto (quali appunto quelle associate all'apertura di cantieri edili) in deroga ai limiti stabiliti dalla normativa. L'autorizzazione, rilasciata nell'ambito del procedimento di Autorizzazione Unica di cui al D.Lgs. 387/2003, stabilirà le opportune prescrizioni per limitare l'inquinamento acustico, avuto riguardo del parere della competente ASL (art. 1, comma 4 del D.P.C.M. 01/03/1991).

A tale proposito si ritiene utile suggerire alcuni accorgimenti di carattere generale che possono essere adottati dall'impresa durante la fase di cantiere.

#### 14.1 Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramento delle prestazioni

- selezione di macchine e attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali;
- impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate;
- installazione di silenziatori sugli scarichi, in particolare sulle macchine di una certa potenza;
- utilizzo di impianti fissi schermanti;
- utilizzo di gruppo elettrogeni e di compressori di recente fabbricazione ed insonorizzati.

#### 14.2 Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature

- eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione;
- sostituzione dei pezzi usurati soggetti a giochi meccanici;
- controllo e serraggio delle giunzioni;
- bilanciamento delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.

#### 14.3 Modalità operazionali e predisposizione del cantiere

- orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori);
- localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici;
- utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio;
- imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di fare cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati, ecc.);
- divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.

## 15 Considerazioni conclusive

Alla luce dei risultati precedentemente illustrati ed in ragione degli scopi per i quali il presente studio è stato redatto, si ritiene opportuno esprimere alcune considerazioni conclusive di seguito riportate.

In primo luogo si evidenzia come il livello di emissione sonora, essendo definito come il livello di rumore misurato in prossimità della sorgente, non sia la principale grandezza atta a rappresentare l'impatto acustico imputabile ad una sorgente; tale grandezza, piuttosto, è rappresentativa delle caratteristiche emissive di una sorgente sonora, mentre la fissazione del relativo limite di emissione fornisce una indicazione delle tipologie di sorgenti sonore che possono essere installate in una determinata area, in relazione alle loro potenziali caratteristiche di rumorosità. Il livello di emissione sonora, pertanto, può essere considerato un indicatore indiretto degli effetti che una determinata sorgente di rumore potrebbe determinare su un campo sonoro esistente.

Il livello di immissione sonora, invece, è un indicatore diretto dell'impatto acustico imputabile ad una o più sorgenti di rumore su un campo sonoro esistente. Esso, infatti, rappresenta la rumorosità ambientale imputabile a tutte le sorgenti sonore attive in una determinata porzione di territorio, mentre la fissazione del relativo limite di immissione fornisce una misura del livello di rumorosità ambientale che, in relazione alle destinazioni d'uso previste dal Piano di classificazione acustica, non deve essere superato.

Per quanto concerne il rispetto dei limiti di legge, le simulazioni modellistiche sono state condotte secondo principi di prudenza, adottando algoritmi accreditati per la particolare categoria di intervento ed in grado di esprimere, secondo approcci rigorosi e sperimentalmente validati, l'influenza delle condizioni meteorologiche sulla propagazione del rumore.

I risultati della simulazione condotta nell'ambito del presente studio mostrano che la realizzazione del proposto parco eolico, in corrispondenza dei potenziali ricettori rappresentativi individuati, non prefigura un superamento dei limiti di accettabilità (D.P.C.M. 01.03.91, art. 6); detti livelli sonori sarebbero inoltre compatibili con una ipotetica futura classe acustica nelle Classi II e III. Solo per il fabbricato F59 (Categoria catastale A3), in comune di Cargeghe, può ipotizzarsi un superamento limite assoluto di immissione diurno della classe I, avendosi un limite imposto dalla normativa di 50 dB(A) a fronte di un livello stimato di poco superiore ( 50,6 dB(A) ). A tale riguardo, peraltro, avendosi un contributo sonoro degli aerogeneratori - nelle condizioni di ventosità peggiori – di appena 32,7 dB(A), si può concludere che il rumore emesso dalle turbine non apporti un contributo apprezzabile al rumore ambientale e, pertanto, il paventato superamento del limite non sia riconducibile al funzionamento del proposto parco eolico.

Per quanto precede si ritiene che il limite assoluto di immissione sarà rispettato in tutti i ricettori considerati sia nel periodo diurno che, ove applicabile, in quello notturno.

Con riferimento alla verifica del criterio differenziale in corrispondenza degli ambienti abitativi individuati, le verifiche condotte hanno mostrato come, in nessun caso, sia atteso un superamento delle soglie di applicabilità del criterio differenziale nei periodi di riferimento diurno e notturno a finestre aperte, al disotto delle quali ogni effetto di disturbo del rumore è da ritenersi trascurabile (art. 4, comma 2 del DPCM 14/11/97).

Al fine di verificare l'attendibilità delle stime ed ipotesi di calcolo più sopra illustrate, in fase di esercizio dell'impianto si dovrà comunque procedere all'esecuzione di verifiche strumentali da condursi in accordo con le procedure previste dalla legislazione vigente e dalle norme tecniche applicabili. Laddove, in sede di monitoraggio *post-operam*, si dovesse riscontrare un sensibile scostamento tra i valori di rumore stimati e quelli misurati, tale da non assicurare il rispetto dei limiti di legge, potranno comunque prevedersi efficaci misure mitigative. Tali accorgimenti possono individuarsi prioritariamente nella messa in atto di interventi di isolamento acustico passivo dell'edificio o, laddove tali misure risultassero insufficienti, nella regolazione automatizzata dell'emissione acustica degli aerogeneratori maggiormente impattanti, in concomitanza con determinate condizioni di velocità e provenienza del vento.

**16 Appendice 1 – dati di emissione sonora degli aerogeneratori**

Confidential  
Document no.: 0105-8193 V01  
2021-05-06

# Early Customer Engagement Package

## EnVentus™

### V162-6.2 MW 50/60 Hz



## Table of contents

<b>1</b>	<b>GENERAL DESCRIPTION .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>TYPE APPROVALS AND AVAILABLE HUB HEIGHTS .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>OPERATIONAL ENVELOPE AND PERFORMANCE GUIDELINES .....</b>	<b>5</b>
3.1	CLIMATE AND SITE CONDITIONS.....	5
3.1.1	<i>Wind Power Plant Layout .....</i>	6
3.2	OPERATIONAL ENVELOPE – WIND .....	7
3.3	OPERATIONAL ENVELOPE – TEMPERATURE AND ALTITUDE .....	8
3.3.1	<i>Temperature dependent operation .....</i>	8
3.4	OPERATIONAL ENVELOPE – CONDITIONS FOR POWER CURVE AND Ct VALUES (AT HUB HEIGHT).....	10
3.5	OPERATIONAL ENVELOPE – REACTIVE POWER CAPABILITY .....	11
3.6	SOUND MODES .....	13
<b>4</b>	<b>DRAWINGS .....</b>	<b>14</b>
4.1	TURBINE VISUAL IMPRESSION – SIDE VIEW.....	14
<b>5</b>	<b>GENERAL RESERVATIONS, NOTES AND DISCLAIMERS .....</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>POWER CURVES, Ct VALUES AND SOUND CURVES, MODE PO6200/PO6200-OS .....</b>	<b>16</b>
6.1	POWER CURVES, MODE PO6200/PO6200-OS .....	16
6.2	Ct VALUES, MODE PO6200/PO6200-OS .....	17
6.3	SOUND CURVES, MODE PO6200/PO6200-OS.....	18
<b>7</b>	<b>POWER CURVES, Ct VALUES AND SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODES .....</b>	<b>19</b>
7.1	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO2 .....	19
7.2	Ct VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO2 .....	20
7.3	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO2.....	21
7.4	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO3 .....	22
7.5	Ct VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO3 .....	23
7.6	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO3.....	24
7.7	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO4 .....	25
7.8	Ct VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO4 .....	26
7.9	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO4.....	27
7.10	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO5 .....	28
7.11	Ct VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO5 .....	29
7.12	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO5.....	30
7.13	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO6 .....	31
7.14	Ct VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO6 .....	32
7.15	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO6.....	33

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

**This Early Customer Engagement document is not a general and/or technical specification for the V162-6.2 MW turbine. The purpose of this Early Customer Engagement document is to provide high level preliminary target information to help support initial evaluation of the turbine siteability and power production. The content included in this Early Customer Engagement document is based on information as of document date. All technical information, criteria and related specifications and information provided in this Early Customer Engagement document are preliminary target values only; all information is subject to change without notice.**

**This Early Customer Engagement Package is provided solely for Named Recipient's convenience and solely on an "AS IS" and "AS AVAILABLE" basis. It is not intended to be a binding or enforceable agreement or to impose any binding and/or enforceable obligation on Vestas. Vestas makes no representation, warranty, guarantee, promise and/or commitment, express or implied, with respect to this Early Customer Engagement document (or any of the information contained herein), all of which are hereby expressly disclaimed by Vestas.**

**Vestas does not hold itself out as providing any advice (legal, tax, financial or otherwise) and does not make any recommendation or endorsement as to any development or investment projects linked to the information in this Early Customer Engagement document, including regarding the nature, potential value or suitability of any such development or investment projects.**

**See general reservations, notes and disclaimers (including, Section 5, p. 15) to this Early Customer Engagement document.**

## 1 General Description

The Vestas V162-6.2 MW is a wind turbine variant within the EnVentus™ turbine range. It is a pitch regulated upwind turbine with active yaw and a three-blade rotor. The V162-6.2 MW turbine has a rotor diameter of 162 m and a rated power of 6.2 MW.

For more details, please refer to the General Description of the EnVentus™ turbine range (General Description EnVentus™ - 0081-5017).

## 2 Type Approvals and Available Hub Heights

The standard turbine is type certified according to the certification standards and available hub heights listed below:

Certification	Wind Class	Hub Height
IECRE OD-501	IEC S	119 / 125 / 166 m
DIBt 2012	DIBt S	119 / 166 / 169 m

### 3 Operational Envelope and Performance Guidelines

Actual climate and site conditions have many variables and should be considered in evaluating actual turbine performance. The design and operating parameters set forth in this section do not constitute warranties, guarantees, or representations as to turbine performance at actual sites.

#### 3.1 Climate and Site Conditions

The standard turbine is designed for the wind climate conditions listed below. Values refer to hub height.

Wind Climate	IEC S	IEC S	IEC S
<b>Power Rating</b>	<b>6.2 MW</b>	<b>6.2 MW</b>	<b>6.2 MW</b>
<b>Hub Height</b>	<b>119 m</b>	<b>125 m</b>	<b>166 m</b>
<b>Wind Speed (10 min average), <math>V_{ave}</math></b>	6.9 m/s	8.0 m/s	7.4 m/s
<b>Weibull Scale Factor, C</b>	8.3 m/s	9.6 m/s	8.9 m/s
<b>Weibull Shape Factor, k</b>	2.48	2.3	2.48
<b><math>I_{ref}</math> acc. to IEC 61400-1</b>	0.15	0.14	0.15
<b>Turbulence Intensity acc. to IEC 61400-1, Including Wind Farm Turbulence (@15 m/s) <math>I_{90}</math>(90% quantile)</b>	16.9%	15.7%	16.9 %
<b>Wind Shear, <math>\alpha</math></b>	0.30	0.20	0.30
<b>Inflow Angle (vertical)</b>	8°	8°	8°
<i>Extreme design parameters – IEC</i>			
<b>Extr. Wind Speed (10 min average), <math>V_{50}</math></b>	37.1 m/s	37.5 m/s	39.5 m/s
<b>Survival Wind Speed (3 s gust), <math>V_{e50}</math></b>	51.9 m/s	52.5 m/s	55.3 m/s
<b>Turbulence Intensity, <math>I_{v50}</math></b>	11%	11 %	11 %

Wind Class	DIBt S	DIBt S
Hub Height	119 m	CHT* 166/169 m
Power Rating	6.2 MW	6.2 MW
<b>Average design parameters – DIBt</b>		
Wind Speed (10 min average), $V_{ave}$	6.6 m/s	7.0 m/s
Weibull Scale Factor, C	8.0 m/s	8.5 m/s
Weibull Shape Factor, k	2.22	2.22
$I_{ref}$ acc. to IEC 61400-1	S	S
Turbulence Intensity, $I_{90}$ (90% quant.)	S	S
<b>Extreme design parameters – DIBt</b>		
Extr Wind Speed (10 min average), $V_{50}$	39.4 m/s	37.6 m/s
Survival Wind Speed (3 s gust), $V_{e50}$	55.2 m/s	52.6 m/s
Turbulence intensity, $I_{v(z)}$	11.3%	11.1%
Wind Shear, $\alpha$	0.25	0.27
Inflow Angle	8°	8°

\*CHT is Concrete Hybrid Tower

**NOTE** The turbine is intended for low to medium wind speed sites and is classified as IEC S. Please contact Vestas Wind Systems A/S for further information if needed.  
Climatic conditions for turbines with the optional Vestas Anti-icing System (VAS), may vary from above. Please contact Vestas Wind Systems A/S for further information.

### 3.1.1 Wind Power Plant Layout

Turbine spacing is to be evaluated site-specifically. Spacing below two rotor diameters (2D) may require sector-wise curtailment.

**NOTE** As evaluation of climate and site conditions is complex, consult Vestas for every project. If conditions exceed the above parameters, Vestas must be consulted.

### 3.2 Operational Envelope – Wind

Values refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine.

Wind Climate	IEC S / DIBt S	
	PO6200	SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> , SO <sub>5</sub> , SO <sub>6</sub>
Cut-In, $V_{in}$	3 m/s	3 m/s
Cut-Out (10 min exponential avg.), $V_{out}$	24 m/s	20 m/s
Re-Cut In (10 min exponential avg.)	22 m/s	18 m/s

GR Values S.p.A.

### 3.3 Operational Envelope – Temperature and Altitude

Values below refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine.

Operational Envelope – Temperature	
Ambient Temperature Interval	-20° to +45°C
Ambient Temperature Interval (Low Temperature operation)	-30° to +45°C

**NOTE** The wind turbine will stop producing power at ambient temperatures above 45°C. For the low temperature operation of the wind turbine please consult Vestas.

The turbine is designed for use at altitudes up to 1000 m above sea level as standard and optional up to 2000 m above sea level.

#### 3.3.1 Temperature dependent operation

Values below refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine. At ambient temperatures above the thresholds shown for each operating mode, the turbine will maintain derated production.

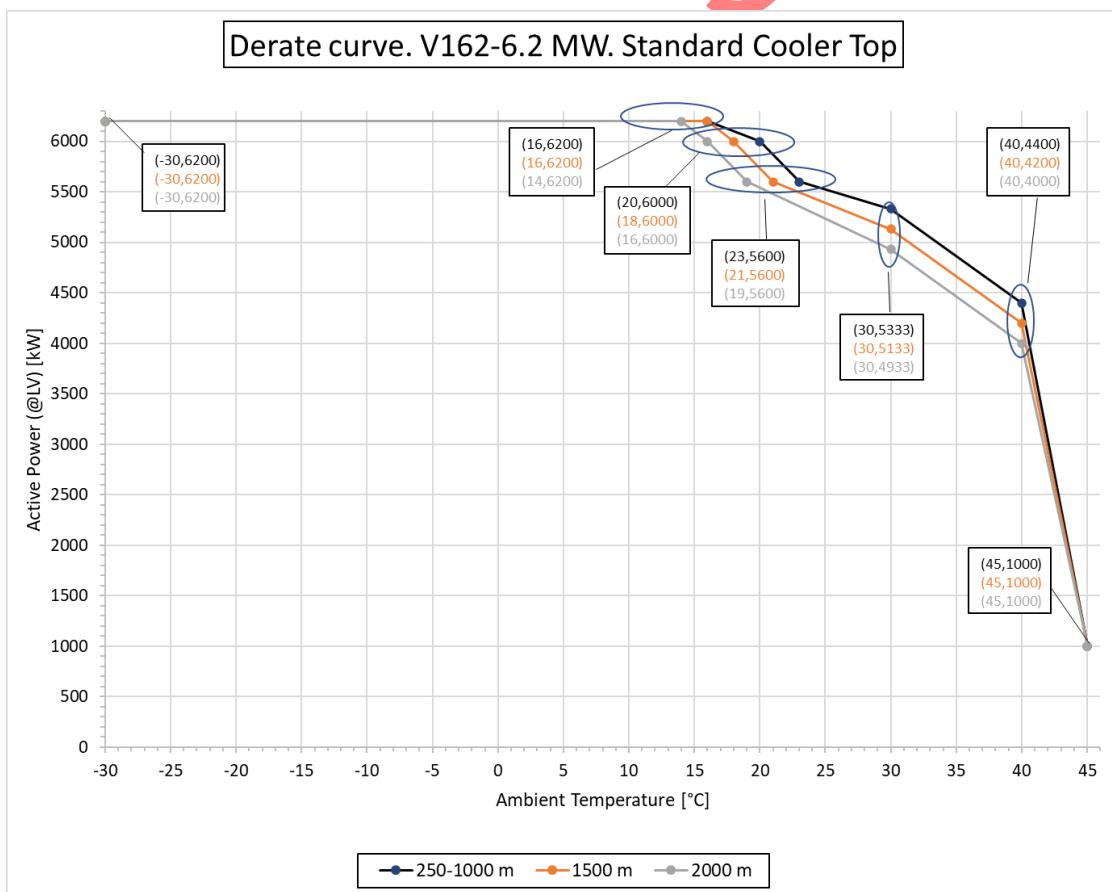


Figure 3-1: Temperature dependant derated operation – Standard cooler top

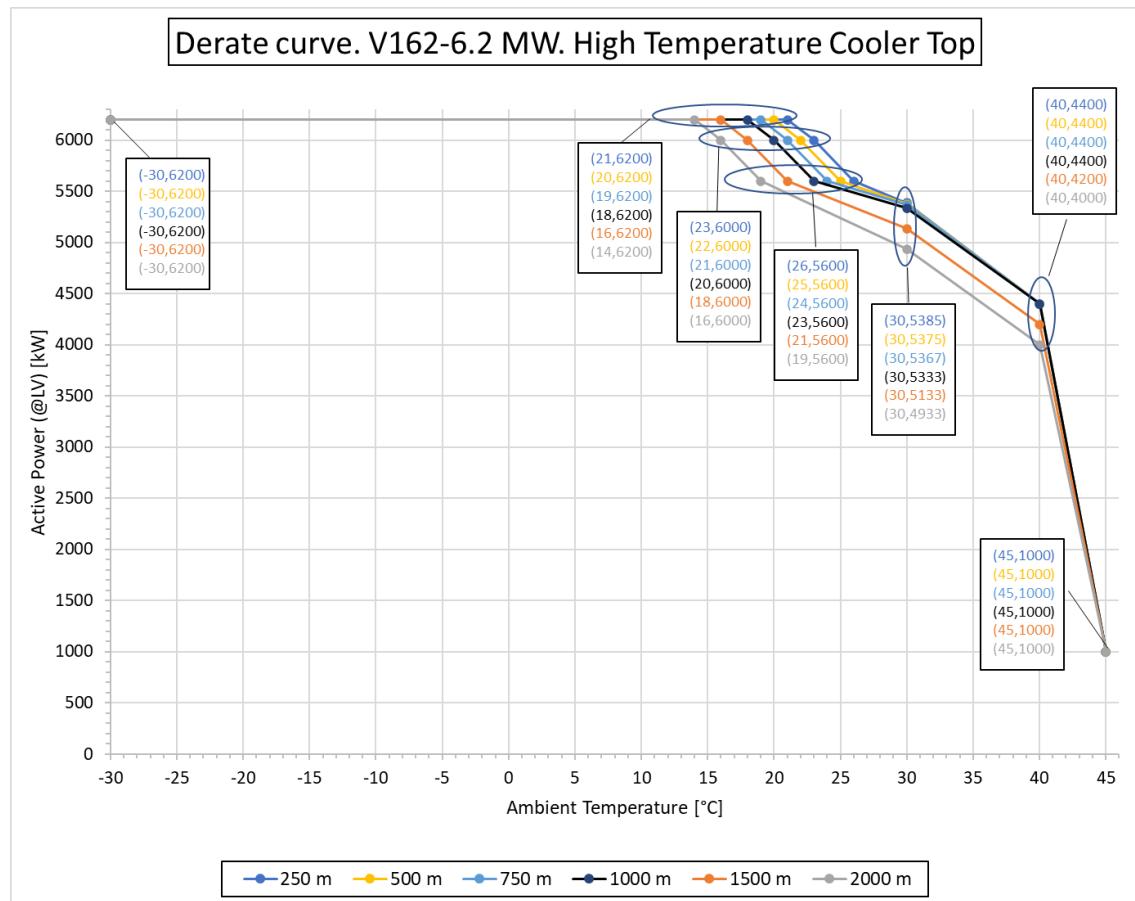


Figure 3-2: Temperature dependant derated operation – Optional high temperature cooler top

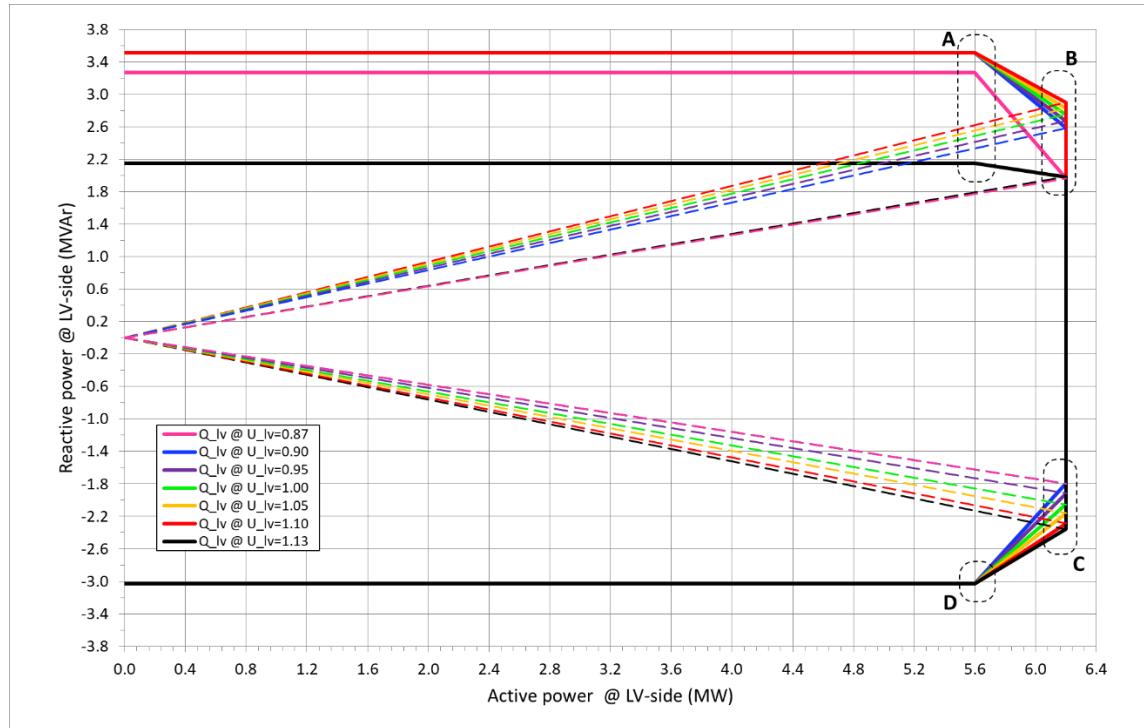
### 3.4 Operational Envelope – Conditions for Power Curve and Ct Values (at Hub Height)

Please consult section 6 and subsequent, for power curves and Ct values.

Conditions for Power Curve and Ct Values (at Hub Height)	
<b>Wind Shear, <math>\alpha</math></b>	0.00-0.30 (10-minute average)
<b>Turbulence Intensity, <math>I</math></b>	6-12% (10-minute average)
<b>Blades</b>	Clean
<b>Rain</b>	No
<b>Ice/Snow on Blades</b>	No
<b>Leading Edge</b>	No damage
<b>Terrain</b>	IEC 61400-12-1
<b>Inflow Angle (Vertical)</b>	$0 \pm 2^\circ$
<b>Grid Voltage</b>	Nominal Voltage $\pm 2.5\%$
<b>Grid Frequency</b>	Nominal Frequency $\pm 0.5$ Hz
<b>Grid Active Power (LV-side)</b>	Per tabulated values in Section 6 and following sections
<b>Grid Reactive Power (LV-side)</b>	Power Factor 1.0

### 3.5 Operational Envelope – Reactive Power Capability

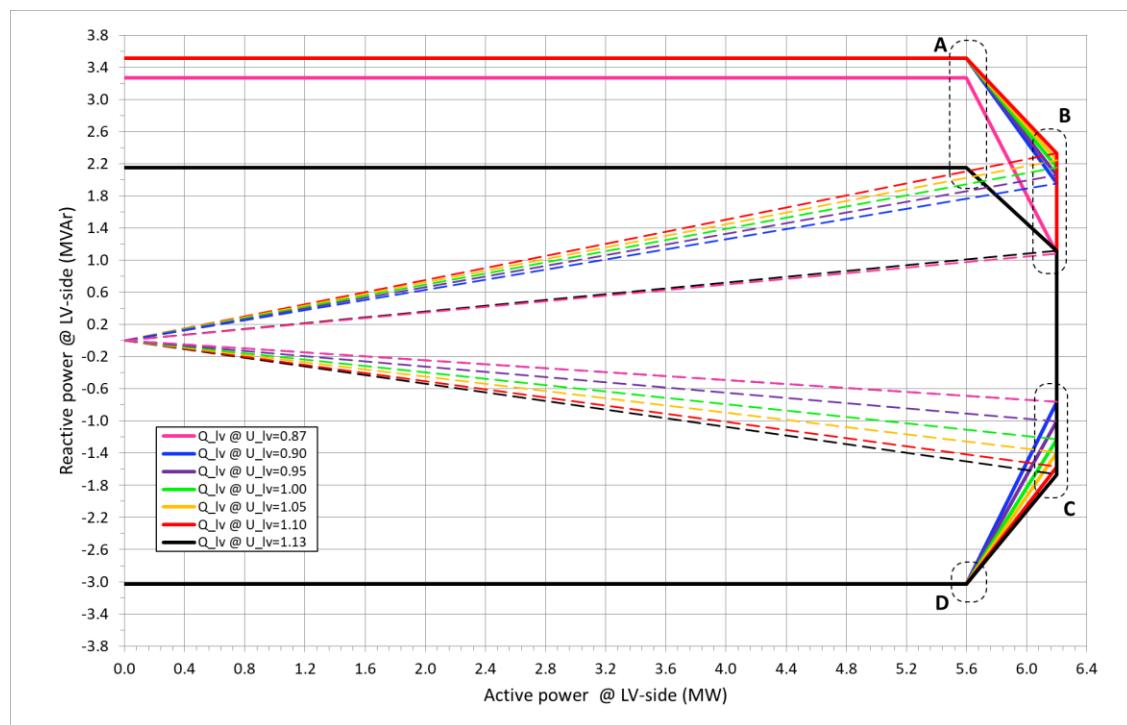
The turbine has a reactive power capability on the low voltage side of the HV transformer as illustrated in Figure 3-3 and Figure 3-4:



Point:	Coordinates								Power factor	
	A		B		C		D		B (Capacitive)	C (Inductive)
Reactive power [kVAr] @ LV side @ U_lv = 0.87 p.u. voltage	x (P)	y (Q)	x (P)	y (Q)	x (P)	y (Q)	x (P)	y (Q)		
Reactive power [kVAr] @ LV side @ U_lv = 0.90 p.u. voltage	5.600	3.265	6.200	1.963	6.200	-1.797	5.600	-3.031	0.953	0.960
Reactive power [kVAr] @ LV side @ U_lv = 0.95 p.u. voltage	5.600	3.513	6.200	2.586	6.200	-1.797	5.600	-3.031	0.923	0.960
Reactive power [kVAr] @ LV side @ U_lv = 1.00 p.u. voltage	5.600	3.513	6.200	2.670	6.200	-1.918	5.600	-3.031	0.918	0.955
Reactive power [kVAr] @ LV side @ U_lv = 1.05 p.u. voltage	5.600	3.513	6.200	2.753	6.200	-2.053	5.600	-3.031	0.914	0.949
Reactive power [kVAr] @ LV side @ U_lv = 1.10 p.u. voltage	5.600	3.513	6.200	2.827	6.200	-2.163	5.600	-3.031	0.910	0.944
Reactive power [kVAr] @ LV side @ U_lv = 1.13 p.u. voltage	5.600	3.513	6.200	2.900	6.200	-2.287	5.600	-3.031	0.906	0.938

Figure 3-3: Reactive power capability (7500 kVA transformer variant).

GR



Point:	Coordinates						Power factor				
	Coordinate:	x (P)	y (Q)	x (P)	y (Q)	x (P)	y (Q)	B (Capacitive)	C (Inductive)		
Reactive power [kVAr] @ LV side @ U_lv = 0.87 p.u. voltage		5.600	3.265	6.200	1.082	6.200	-0.764	5.600	-3.031	0.985	0.992
Reactive power [kVAr] @ LV side @ U_lv = 0.90 p.u. voltage		5.600	3.513	6.200	1.956	6.200	-0.764	5.600	-3.031	0.954	0.992
Reactive power [kVAr] @ LV side @ U_lv = 0.95 p.u. voltage		5.600	3.513	6.200	2.058	6.200	-1.002	5.600	-3.031	0.949	0.987
Reactive power [kVAr] @ LV side @ U_lv = 1.00 p.u. voltage		5.600	3.513	6.200	2.158	6.200	-1.228	5.600	-3.031	0.944	0.981
Reactive power [kVAr] @ LV side @ U_lv = 1.05 p.u. voltage		5.600	3.513	6.200	2.246	6.200	-1.393	5.600	-3.031	0.940	0.976
Reactive power [kVAr] @ LV side @ U_lv = 1.10 p.u. voltage		5.600	3.513	6.200	2.332	6.200	-1.568	5.600	-3.031	0.936	0.969
Reactive power [kVAr] @ LV side @ U_lv = 1.13 p.u. voltage		5.600	2.149	6.200	1.115	6.200	-1.665	5.600	-3.031	0.984	0.966

Figure 3-4: Reactive power capability (Optional 7300 kVA transformer variant).

The turbine is able to maintain the reactive power capability at low wind with no active power production.

### 3.6 Sound Modes

The sound modes listed below are available for the turbine.

Sound modes			
Mode No.	Maximum Sound Level	Serrated trailing edges	Available hub heights
PO6200	104.8 dBA	Yes (standard)	119 / 125 / 166 / 169 m
PO6200-OS	107.6 dBA	No (option)	119 / 125 / 166 / 169 m

In addition, Sound Optimized (SO) modes as listed below are available as options for the turbine.

Sound Optimized (SO) modes			
Mode No.	Maximum Sound Level	Serrated trailing edges	Available hub heights
SO2	102 dBA	Yes (standard)	119 / 125 / 166 / 169 m
SO3	101 dBA	Yes (standard)	119 / 125 / 166 / 169 m
SO4	100 dBA	Yes (standard)	119 / 125 / 166 / 169 m
SO5	99 dBA	Yes (standard)	119 / 125 / 166 / 169 m
SO6	98 dBA	Yes (standard)	Site specific

**NOTE** Sound Optimized (SO) modes are only available with serrated trailing edges on the blades. For further details on sound performance and in case of specific requests, please contact Vestas Wind Systems A/S.

## 4 Drawings

Overview drawings describing the wind turbines, tower and foundation are shown in these documents.

V162 HH119 – 0075-8518  
V162 HH125 – 0079-6651  
V162 HH166 – 0075-8514  
V162 HH166 (CHT) – 0089-4873  
V162 HH169 (CHT) – 0089-4874

---

**NOTE** For detailed drawings, please contact Vestas Wind Systems A/S.

---

### 4.1 Turbine visual impression – side view



## 5

## General Reservations, Notes and Disclaimers

- © 2021 Vestas Wind Systems A/S. This document is created by Vestas Wind Systems A/S and/or its affiliates and contains copyrighted material, trademarks, and other proprietary information. All rights reserved. No part of the document may be reproduced or copied in any form or by any means – such as graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, taping, or information storage and retrieval systems – without the prior written permission of Vestas Wind Systems A/S. The use of this document is prohibited unless specifically permitted by Vestas Wind Systems A/S. Trademarks, copyright or other notices may not be altered or removed from the document.
- The performance specifications described in this document apply to the current version of the V162-6.2 MW wind turbine. Updated versions of the V162-6.2 MW wind turbine, which may be manufactured in the future, may differ from these performance specifications. In the event that Vestas supplies an updated version of the V162-6.2 MW wind turbine, Vestas will provide an updated performance specification applicable to the updated version.
- All listed start/stop parameters (e.g. wind speeds) are equipped with hysteresis control. This can, in certain borderline situations, result in turbine stops even though the ambient conditions are within the listed operation parameters.
- This document, Performance Specification, is not an offer for sale, and does not contain any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and sound (including, without limitation, the power curve and sound verification method). Any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and sound (including, without limitation, the power curve and sound verification method) must be agreed to separately in writing.

GR Value





### 6.3 Sound Curves, Mode PO6200/PO6200-0S

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): $0 \pm 2^\circ$ Air density: $1.225 \text{ kg/m}^3$	
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Mode PO6200 (Blades with serrated trailing edge)	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Mode PO6200-0S (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	104.3	107.1
10	104.8	107.6
11	104.8	107.6
12	104.8	107.6
13	104.8	107.6
14	104.8	107.6
15	104.8	107.6
16	104.8	107.6
17	104.8	107.6
18	104.8	107.6
19	104.8	107.6
20	104.8	107.6

## 7

## Power Curves, Ct Values and Sound Curves, Sound Optimized Modes

### 7.1

### Power Curves, Sound Optimized Mode SO2

Wind speed [m/s]	Air density [kg/m³]													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	27	9	10	12	13	14	16	18	20	21	23	25	29	32
3.5	144	91	95	100	105	110	115	120	125	129	134	139	149	153
4.0	289	205	212	220	228	235	243	251	258	266	274	281	297	304
4.5	464	341	352	363	375	386	397	408	419	430	441	452	475	486
5.0	669	502	517	532	547	563	578	593	608	624	639	654	685	700
5.5	919	693	714	734	755	775	796	816	837	857	878	898	939	960
6.0	1219	925	952	979	1005	1032	1059	1086	1113	1140	1166	1193	1246	1272
6.5	1574	1201	1235	1269	1303	1337	1371	1405	1439	1473	1507	1540	1608	1642
7.0	1991	1525	1568	1610	1653	1695	1737	1780	1822	1864	1906	1948	2033	2075
7.5	2461	1892	1944	1995	2047	2099	2151	2203	2255	2306	2358	2410	2513	2564
8.0	2983	2299	2362	2424	2486	2549	2611	2673	2735	2797	2859	2921	3044	3106
8.5	3530	2729	2802	2876	2949	3022	3095	3168	3241	3314	3386	3458	3601	3672
9.0	4079	3173	3257	3342	3426	3511	3594	3677	3760	3843	3922	4001	4153	4226
9.5	4500	3611	3706	3800	3895	3989	4071	4152	4234	4316	4377	4438	4546	4592
10.0	4745	4028	4120	4212	4304	4396	4457	4518	4579	4640	4675	4710	4766	4787
10.5	4860	4381	4453	4526	4599	4672	4707	4743	4779	4815	4830	4845	4869	4877
11.0	4928	4650	4700	4750	4800	4851	4866	4881	4896	4911	4917	4923	4931	4934
11.5	4972	4824	4851	4878	4905	4932	4940	4947	4955	4963	4966	4969	4973	4974
12.0	5009	4928	4942	4957	4972	4986	4991	4996	5001	5006	5007	5008	5009	5008
12.5	5038	4987	4997	5006	5016	5026	5029	5032	5034	5037	5037	5037	5037	5037
13.0	5052	5016	5024	5031	5038	5045	5047	5049	5051	5052	5052	5052	5052	5052
13.5	5057	5028	5035	5041	5047	5053	5054	5055	5056	5057	5057	5057	5057	5057
14.0	5057	5033	5038	5043	5048	5053	5054	5055	5056	5057	5057	5057	5057	5057
14.5	5052	5029	5034	5038	5043	5048	5048	5049	5050	5051	5051	5051	5052	5052
15.0	5037	5012	5017	5022	5027	5032	5032	5033	5034	5035	5036	5036	5037	5038
15.5	5015	4992	4996	5000	5005	5009	5010	5011	5012	5013	5014	5014	5016	5016
16.0	4990	4968	4972	4976	4980	4984	4986	4986	4988	4988	4989	4990	4991	4992
16.5	4964	4942	4946	4950	4954	4958	4959	4960	4961	4962	4963	4964	4965	4966
17.0	4938	4916	4920	4924	4927	4931	4932	4933	4935	4936	4936	4937	4938	4939
17.5	4912	4888	4893	4897	4901	4905	4906	4907	4909	4910	4910	4911	4912	4913
18.0	4885	4864	4867	4871	4875	4879	4880	4881	4882	4882	4883	4884	4886	4886
18.5	4859	4841	4844	4847	4850	4853	4854	4855	4856	4857	4857	4858	4860	4860
19.0	4836	4818	4821	4824	4826	4829	4831	4832	4833	4834	4835	4836	4837	4837
19.5	4813	4789	4793	4796	4800	4803	4805	4806	4808	4810	4811	4812	4814	4815
20.0	4736	4690	4695	4701	4706	4711	4714	4718	4722	4726	4729	4732	4740	4744



## 7.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO2

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): $0 \pm 2^\circ$ Air density: $1.225 \text{ kg/m}^3$
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO2 (Blades with serrated trailing edge)
3	93.5
4	93.7
5	94.3
6	97.3
7	100.2
8	102.0
9	102.0
10	102.0
11	102.0
12	102.0
13	102.0
14	102.0
15	102.0
16	102.0
17	102.0
18	102.0
19	102.0
20	102.0





## 7.6 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO3

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/m³
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO3 (Blades with serrated trailing edge)
3	93.5
4	93.7
5	94.3
6	97.3
7	100.2
8	101.0
9	101.0
10	101.0
11	101.0
12	101.0
13	101.0
14	101.0
15	101.0
16	101.0
17	101.0
18	101.0
19	101.0
20	101.0

## 7.7 Power Curves, Sound Optimized Mode SO4

Wind speed [m/s]	Air density [kg/m³]													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	27	9	10	12	13	14	16	18	20	21	23	25	29	32
3.5	144	91	95	100	105	110	115	120	125	129	134	139	149	153
4.0	289	205	212	220	228	235	243	251	258	266	274	281	297	304
4.5	464	341	352	363	375	386	397	408	419	430	441	452	475	486
5.0	669	502	517	532	547	563	578	593	608	624	639	654	685	700
5.5	919	693	714	734	755	775	796	816	837	857	878	898	940	960
6.0	1220	926	953	979	1006	1033	1060	1087	1114	1140	1167	1194	1247	1274
6.5	1575	1201	1235	1269	1303	1337	1371	1405	1439	1473	1507	1541	1608	1642
7.0	1986	1522	1564	1606	1649	1691	1733	1776	1818	1860	1902	1944	2028	2070
7.5	2437	1874	1925	1977	2028	2079	2131	2182	2233	2284	2335	2386	2488	2539
8.0	2909	2243	2304	2365	2426	2486	2547	2607	2668	2728	2789	2849	2970	3030
8.5	3367	2602	2672	2742	2811	2881	2951	3020	3090	3160	3229	3298	3435	3504
9.0	3783	2932	3011	3089	3167	3246	3323	3401	3478	3556	3632	3708	3854	3924
9.5	4086	3219	3304	3390	3475	3560	3641	3722	3803	3884	3951	4019	4138	4190
10.0	4294	3496	3586	3675	3764	3854	3927	4001	4074	4147	4196	4245	4327	4359
10.5	4434	3770	3855	3941	4027	4113	4171	4228	4286	4344	4374	4404	4451	4469
11.0	4519	3996	4072	4148	4224	4299	4342	4384	4427	4469	4486	4502	4527	4536
11.5	4548	4117	4185	4254	4322	4390	4421	4453	4484	4515	4526	4537	4554	4559
12.0	4556	4182	4244	4306	4368	4430	4455	4480	4505	4530	4539	4548	4560	4564
12.5	4559	4228	4285	4341	4398	4454	4475	4496	4517	4538	4545	4552	4563	4566
13.0	4562	4274	4324	4375	4425	4476	4492	4509	4526	4543	4549	4555	4565	4568
13.5	4566	4308	4352	4396	4440	4484	4501	4517	4534	4550	4555	4560	4568	4570
14.0	4566	4347	4385	4423	4461	4500	4513	4526	4540	4553	4558	4562	4568	4570
14.5	4561	4372	4405	4438	4471	4504	4516	4528	4539	4551	4554	4558	4563	4564
15.0	4547	4374	4404	4434	4464	4494	4504	4515	4526	4536	4540	4544	4549	4550
15.5	4526	4368	4396	4423	4450	4477	4487	4497	4506	4516	4519	4523	4527	4529
16.0	4502	4360	4384	4409	4433	4458	4466	4475	4484	4492	4496	4498	4503	4504
16.5	4475	4352	4373	4394	4415	4436	4444	4452	4460	4467	4470	4473	4476	4478
17.0	4449	4347	4364	4382	4399	4417	4423	4430	4436	4442	4445	4447	4450	4452
17.5	4424	4322	4340	4358	4377	4395	4400	4406	4412	4418	4420	4422	4425	4426
18.0	4397	4319	4333	4347	4361	4375	4379	4384	4388	4392	4394	4396	4398	4399
18.5	4371	4314	4324	4334	4344	4354	4358	4361	4364	4367	4368	4370	4371	4372
19.0	4348	4303	4310	4318	4326	4333	4336	4339	4341	4344	4345	4346	4348	4349
19.5	4329	4298	4304	4309	4314	4320	4321	4323	4325	4327	4328	4328	4330	4330
20.0	4316	4296	4299	4303	4307	4310	4312	4313	4314	4315	4316	4316	4317	4317

G

Vestas®



## 7.9 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO4

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/m³
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO4 (Blades with serrated trailing edge)
3	93.5
4	93.7
5	94.3
6	97.3
7	99.7
8	100.0
9	100.0
10	100.0
11	100.0
12	100.0
13	100.0
14	100.0
15	100.0
16	100.0
17	100.0
18	100.0
19	100.0
20	100.0

## 7.10 Power Curves, Sound Optimized Mode SO5

Wind speed [m/s]	Air density [kg/m³]													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	27	9	10	12	13	14	16	18	20	21	23	25	29	32
3.5	144	91	95	100	105	110	115	120	125	129	134	139	149	153
4.0	289	205	212	220	228	235	243	251	258	266	274	281	297	304
4.5	464	341	352	363	375	386	397	408	419	430	441	452	475	486
5.0	669	502	517	532	547	563	578	593	608	624	639	654	685	700
5.5	919	693	714	734	755	775	796	816	837	857	878	899	940	960
6.0	1220	926	952	979	1006	1032	1059	1086	1113	1140	1166	1193	1247	1274
6.5	1570	1198	1232	1266	1299	1333	1367	1401	1435	1469	1502	1536	1603	1637
7.0	1968	1509	1551	1593	1635	1677	1718	1760	1802	1844	1885	1927	2010	2051
7.5	2386	1835	1886	1936	1986	2036	2086	2136	2186	2236	2286	2336	2436	2486
8.0	2788	2147	2205	2264	2322	2380	2439	2497	2555	2613	2671	2730	2846	2904
8.5	3160	2438	2503	2569	2635	2701	2767	2833	2898	2964	3029	3095	3225	3290
9.0	3480	2693	2765	2837	2909	2980	3052	3124	3195	3267	3338	3409	3550	3620
9.5	3719	2891	2968	3044	3121	3198	3274	3350	3425	3501	3574	3646	3783	3848
10.0	3888	3047	3127	3208	3288	3369	3447	3525	3603	3681	3750	3819	3943	3998
10.5	3984	3155	3238	3320	3403	3486	3564	3642	3720	3798	3860	3922	4030	4075
11.0	4029	3234	3319	3404	3488	3573	3646	3719	3792	3864	3919	3974	4071	4112
11.5	4069	3302	3386	3471	3556	3641	3710	3779	3848	3917	3968	4018	4105	4141
12.0	4106	3375	3458	3542	3625	3708	3773	3838	3903	3968	4014	4060	4135	4164
12.5	4138	3455	3536	3617	3698	3779	3839	3899	3959	4019	4059	4099	4161	4184
13.0	4162	3531	3608	3686	3764	3841	3896	3952	4007	4063	4096	4129	4180	4198
13.5	4171	3594	3666	3738	3810	3882	3932	3983	4034	4084	4113	4142	4188	4205
14.0	4185	3652	3720	3789	3857	3926	3972	4019	4065	4111	4136	4161	4200	4214
14.5	4199	3713	3778	3842	3907	3972	4013	4054	4096	4137	4158	4178	4211	4223
15.0	4209	3773	3834	3896	3957	4018	4053	4088	4124	4159	4176	4192	4218	4228
15.5	4219	3839	3895	3951	4007	4063	4092	4121	4150	4180	4193	4206	4227	4234
16.0	4228	3909	3958	4007	4056	4105	4128	4152	4175	4198	4208	4218	4234	4240
16.5	4237	3978	4019	4060	4102	4143	4161	4178	4196	4213	4221	4229	4241	4246
17.0	4244	4041	4074	4107	4140	4174	4187	4200	4213	4226	4232	4238	4246	4249
17.5	4246	4074	4102	4130	4157	4185	4197	4209	4221	4233	4237	4242	4249	4251
18.0	4251	4122	4144	4166	4188	4209	4218	4226	4234	4242	4245	4248	4252	4253
18.5	4253	4164	4179	4195	4211	4226	4232	4237	4242	4248	4250	4251	4254	4254
19.0	4253	4189	4200	4211	4222	4234	4237	4241	4245	4248	4250	4251	4253	4254
19.5	4254	4212	4220	4227	4234	4242	4244	4247	4249	4252	4253	4253	4254	4255
20.0	4255	4228	4232	4237	4242	4247	4249	4250	4252	4254	4254	4255	4255	4255

GK

Vestas®

## 7.11 Ct Values, Sound Optimized Mode SO5

Wind speed [m/s]	Air density kg/m³													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.914	0.912	0.913	0.913	0.914	0.915	0.915	0.915	0.915	0.915	0.915	0.914	0.913	0.913
3.5	0.888	0.894	0.893	0.893	0.893	0.892	0.892	0.891	0.891	0.891	0.890	0.889	0.888	0.887
4.0	0.851	0.857	0.856	0.856	0.855	0.854	0.854	0.853	0.853	0.852	0.852	0.852	0.851	0.850
4.5	0.822	0.823	0.823	0.823	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822
5.0	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801	0.801
5.5	0.799	0.798	0.798	0.798	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
6.0	0.803	0.803	0.803	0.804	0.804	0.804	0.804	0.803	0.803	0.803	0.803	0.803	0.803	0.803
6.5	0.797	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797
7.0	0.786	0.788	0.788	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.787	0.786	0.786	0.786
7.5	0.754	0.756	0.756	0.756	0.756	0.756	0.756	0.755	0.755	0.755	0.755	0.755	0.754	0.754
8.0	0.703	0.705	0.705	0.705	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704	0.703	0.703	0.703	0.703
8.5	0.633	0.635	0.635	0.635	0.634	0.634	0.634	0.634	0.634	0.633	0.633	0.633	0.633	0.633
9.0	0.554	0.555	0.555	0.555	0.555	0.555	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.554	0.553	0.553
9.5	0.481	0.484	0.484	0.484	0.483	0.483	0.483	0.483	0.483	0.483	0.482	0.481	0.479	0.477
10.0	0.416	0.422	0.422	0.422	0.422	0.422	0.421	0.421	0.420	0.420	0.419	0.417	0.413	0.409
10.5	0.358	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367	0.366	0.365	0.365	0.364	0.362	0.360	0.354	0.350
11.0	0.307	0.320	0.320	0.320	0.320	0.319	0.318	0.317	0.316	0.315	0.312	0.310	0.304	0.301
11.5	0.267	0.281	0.281	0.281	0.280	0.280	0.279	0.277	0.276	0.275	0.272	0.270	0.264	0.261
12.0	0.235	0.250	0.249	0.249	0.249	0.248	0.247	0.245	0.244	0.242	0.240	0.237	0.232	0.228
12.5	0.208	0.224	0.224	0.223	0.222	0.222	0.220	0.219	0.217	0.215	0.213	0.210	0.205	0.202
13.0	0.185	0.203	0.202	0.201	0.200	0.199	0.198	0.196	0.194	0.192	0.190	0.187	0.182	0.179
13.5	0.165	0.183	0.182	0.181	0.180	0.179	0.177	0.175	0.174	0.172	0.170	0.167	0.162	0.160
14.0	0.148	0.166	0.165	0.164	0.163	0.162	0.160	0.158	0.157	0.155	0.153	0.150	0.146	0.143
14.5	0.133	0.152	0.151	0.150	0.148	0.147	0.145	0.144	0.142	0.140	0.138	0.136	0.131	0.129
15.0	0.121	0.139	0.138	0.137	0.136	0.134	0.133	0.131	0.129	0.127	0.125	0.123	0.119	0.117
15.5	0.110	0.128	0.127	0.126	0.124	0.123	0.121	0.119	0.118	0.116	0.114	0.112	0.108	0.106
16.0	0.100	0.119	0.117	0.116	0.115	0.113	0.111	0.110	0.108	0.106	0.104	0.102	0.099	0.097
16.5	0.092	0.110	0.109	0.107	0.106	0.104	0.102	0.101	0.099	0.097	0.095	0.094	0.090	0.089
17.0	0.084	0.103	0.101	0.099	0.098	0.096	0.094	0.093	0.091	0.089	0.088	0.086	0.083	0.081
17.5	0.078	0.096	0.094	0.092	0.091	0.089	0.088	0.086	0.084	0.083	0.081	0.080	0.077	0.075
18.0	0.072	0.089	0.088	0.086	0.084	0.083	0.081	0.080	0.078	0.076	0.075	0.074	0.071	0.070
18.5	0.067	0.083	0.082	0.080	0.078	0.077	0.075	0.074	0.072	0.071	0.069	0.068	0.066	0.064
19.0	0.062	0.077	0.076	0.074	0.072	0.071	0.069	0.068	0.067	0.065	0.064	0.063	0.061	0.060
19.5	0.057	0.072	0.070	0.069	0.067	0.066	0.065	0.063	0.062	0.061	0.060	0.059	0.056	0.055
20.0	0.054	0.067	0.066	0.064	0.063	0.061	0.060	0.059	0.058	0.057	0.056	0.055	0.053	0.052

G

## 7.12 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO5

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): $0 \pm 2^\circ$ Air density: $1.225 \text{ kg/m}^3$
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO5 (Blades with serrated trailing edge)
3	93.5
4	93.7
5	94.3
6	97.2
7	99.0
8	99.0
9	99.0
10	99.0
11	99.0
12	99.0
13	99.0
14	99.0
15	99.0
16	99.0
17	99.0
18	99.0
19	99.0
20	99.0

## 7.13 Power Curves, Sound Optimized Mode SO6

Wind speed [m/s]	Air density [kg/m³]														
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275	
3.0	27	9	10	12	13	14	16	18	20	21	23	25	29	32	
3.5	144	91	95	100	105	110	115	120	125	129	134	139	149	153	
4.0	289	205	212	220	228	235	243	251	258	266	274	281	297	304	
4.5	464	341	352	363	375	386	397	408	419	430	441	452	475	486	
5.0	669	502	517	532	547	563	578	593	608	624	639	654	685	700	
5.5	919	693	714	734	755	775	796	817	837	858	878	899	940	960	
6.0	1219	925	952	978	1005	1032	1059	1085	1112	1139	1165	1192	1245	1272	
6.5	1559	1190	1224	1257	1291	1325	1358	1392	1425	1459	1492	1526	1592	1626	
7.0	1928	1479	1520	1561	1602	1642	1683	1724	1765	1806	1847	1887	1969	2010	
7.5	2278	1751	1799	1847	1895	1943	1991	2039	2087	2134	2182	2230	2326	2374	
8.0	2603	2004	2058	2113	2168	2222	2277	2331	2386	2440	2495	2549	2658	2712	
8.5	2881	2225	2285	2345	2404	2464	2524	2583	2643	2702	2762	2821	2939	2998	
9.0	3097	2398	2462	2526	2590	2654	2717	2781	2845	2909	2972	3034	3157	3217	
9.5	3237	2522	2588	2656	2722	2790	2856	2922	2988	3054	3115	3176	3290	3342	
10.0	3324	2608	2676	2745	2814	2883	2950	3017	3083	3150	3208	3266	3369	3414	
10.5	3379	2675	2745	2816	2886	2956	3023	3089	3155	3222	3274	3326	3419	3459	
11.0	3412	2737	2809	2881	2952	3024	3086	3147	3209	3270	3318	3365	3449	3485	
11.5	3454	2808	2879	2951	3022	3094	3152	3209	3267	3325	3368	3411	3486	3517	
12.0	3492	2880	2950	3020	3090	3160	3214	3268	3322	3376	3414	3453	3517	3541	
12.5	3519	2947	3014	3082	3150	3218	3268	3318	3368	3418	3451	3485	3538	3557	
13.0	3538	3008	3072	3137	3201	3266	3312	3359	3406	3453	3481	3510	3554	3569	
13.5	3546	3065	3124	3184	3244	3303	3346	3388	3431	3473	3498	3522	3561	3575	
14.0	3561	3125	3181	3238	3294	3351	3389	3426	3464	3502	3522	3541	3573	3586	
14.5	3575	3188	3240	3293	3346	3398	3431	3463	3495	3527	3543	3559	3585	3595	
15.0	3588	3256	3304	3352	3400	3449	3475	3501	3527	3553	3565	3576	3595	3602	
15.5	3599	3327	3369	3410	3452	3493	3513	3533	3553	3572	3581	3590	3604	3609	
16.0	3607	3394	3428	3462	3496	3530	3545	3559	3573	3587	3594	3600	3610	3614	
16.5	3613	3453	3479	3505	3532	3558	3568	3578	3588	3598	3603	3608	3615	3617	
17.0	3617	3504	3523	3541	3560	3579	3586	3593	3601	3608	3611	3614	3618	3620	
17.5	3619	3528	3543	3559	3575	3590	3596	3602	3608	3613	3615	3617	3620	3621	
18.0	3621	3560	3571	3582	3593	3604	3607	3611	3614	3618	3619	3620	3622	3622	
18.5	3622	3584	3592	3599	3606	3613	3615	3617	3619	3620	3621	3621	3622	3622	
19.0	3622	3595	3600	3605	3610	3614	3616	3617	3619	3620	3621	3621	3622	3622	
19.5	3622	3606	3609	3612	3615	3618	3619	3620	3621	3622	3622	3622	3622	3622	
20.0	3622	3613	3615	3617	3618	3620	3621	3621	3622	3622	3622	3622	3622	3622	

G



## 7.15 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO6

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/m³
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO6 (Blades with serrated trailing edge)
3	93.5
4	93.7
5	94.3
6	97.1
7	98.0
8	98.0
9	98.0
10	98.0
11	98.0
12	98.0
13	98.0
14	98.0
15	98.0
16	98.0
17	98.0
18	98.0
19	98.0
20	98.0

**17 Appendice 2 - Report dei risultati del calcolo modellistico – modello nord2000**

## NORD2000 - Main Result

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16

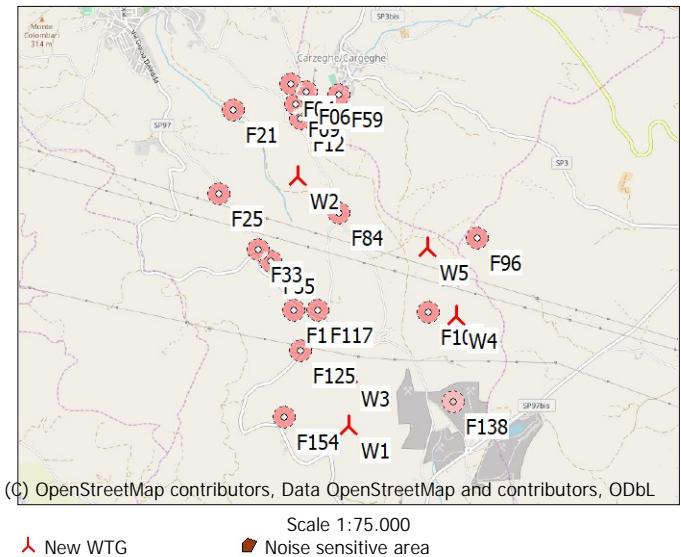
### Assumptions

Weather stability	70,0 %
Relative humidity	10,0 %
Air temperature	2,0 m
Height for air temperature	Night: Clear sky
Stability parameters	0,0100
Inverse Monin Obukhov length	0,0500
Temperature scale T*	

Terrain	Elevation based on object
Height Contours:	CONTOURLINE_Layout_GRVDEP_Ossi_1.wpo (1)
Uniform roughness length	0,0500 m
Uniform roughness class	1,4
Uniform terrain type	D

Wind speed criteria	
Uniform wind speed at 10 m agl.	
Wind speed	9,0 m/s - 10,0 m/s - 1,0 m/s
Wind direction	-45,0 ° - 315,0 ° - 90,0 °
Height above ground level for receiver	1,5 m
Wind speed has been extrapolated to calculation height using IEC profile shear ( $z_0 = 0,05\text{m}$ )	
No stability correction	
Version	6.005

All coordinates are in  
Italian Gauss-Boaga west-ROMA40 (IT-peninsular <±4m)



### WTGs

Easting	Northing	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Noise data	
				Valid	Manufact.	Type-generator				Creator	Name
W4	1.468.574	4.499.580	493,1 VESTAS V162 6000 162... Yes	VESTAS	V162-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Level 0 - Estimated - Mode 0 - 03-2021	
W5	1.468.291	4.500.259	480,4 VESTAS V162 6000 162... Yes	VESTAS	V162-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Level 0 - Estimated - Mode 0 - 03-2021	
W3	1.467.498	4.499.024	452,9 VESTAS V162 6000 162... Yes	VESTAS	V162-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Level 0 - Estimated - Mode 0 - 03-2021	
W2	1.467.002	4.500.978	470,0 VESTAS V162 6000 162... Yes	VESTAS	V162-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Level 0 - Estimated - Mode 0 - 03-2021	
W1	1.467.497	4.498.511	451,9 VESTAS V162 6000 162... Yes	VESTAS	V162-6.000	6.000	162,0	125,0	USER	Level 0 - Estimated - Mode 0 - 03-2021	

### Calculation Results

#### Sound level

No.	Name	Easting	Northing	Z	Immission height [m]	Wind speed [m/s]	Sound level	
							From WTGs	[dB(A)]
F04	Abitazione	1.466.941	4.501.887	437,1	1,5	9,0	33,5	
F04						10,0	33,5	
F06	Abitazione	1.467.093	4.501.808	440,0	1,5	9,0	34,7	
F06						10,0	34,6	
F09	Abitazione	1.466.986	4.501.684	450,0	1,5	9,0	36,2	
F09						10,0	36,1	
F12	Abitazione	1.467.036	4.501.536	435,3	1,5	9,0	38,1	
F12						10,0	38,0	
F21	Abitazione	1.466.362	4.501.630	370,0	1,5	9,0	34,5	
F21						10,0	34,5	
F59	Abitazione	1.467.416	4.501.772	340,0	1,5	9,0	32,7	
F59						10,0	32,6	
F84	Abitazione	1.467.409	4.500.611	485,1	1,5	9,0	38,4	
F84						10,0	38,3	
F96	Abitazione	1.468.792	4.500.350	480,0	1,5	9,0	40,1	
F96						10,0	40,0	
F117	Abitazione	1.467.197	4.499.654	376,9	1,5	9,0	39,1	
F117						10,0	39,0	
F125	Abitazione	1.467.025	4.499.250	351,4	1,5	9,0	39,2	
F125						10,0	39,1	
F154	D10	1.466.861	4.498.596	352,9	1,5	9,0	37,5	
F154						10,0	37,7	
F25	C1	1.466.221	4.500.809	470,0	1,5	9,0	35,1	
F25						10,0	34,9	
F138	D1	1.468.540	4.498.739	360,0	1,5	9,0	37,3	
F138						10,0	37,3	
F100	D10	1.468.302	4.499.628	431,9	1,5	9,0	44,6	
F100						10,0	44,5	

To be continued on next page...

## NORD2000 - Main Result

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16

...continued from previous page

Noise sensitive area

No.	Name	Easting	Northing	Z	Immission height	Wind speed	Sound level	
							[m]	[m]
F119 D10		1.466.959	4.499.642	366,1	1,5	9,0	36,2	
F119						10,0	36,2	
F33 Seminativo		1.466.610	4.500.248	405,7	1,5	9,0	29,8	
F33						10,0	29,6	
F35 C2		1.466.737	4.500.133	417,7	1,5	9,0	32,2	
F35						10,0	32,0	

### Sound level

Noise sensitive area

No.	Name	Easting	Northing	Z	Immission height	Wind speed	Sound level	
							Dir [°]	From WTGs [dB(A)]
F04 Abitazione		1.466.941	4.501.887	437,1	1,5	9,0	-45,0	31,6
F04						9,0	45,0	32,1
F04						9,0	135,0	33,5
F04						9,0	225,0	33,4
F04						9,0	315,0	31,6
F04						10,0	-45,0	31,4
F04						10,0	45,0	31,9
F04						10,0	135,0	33,5
F04						10,0	225,0	33,3
F04						10,0	315,0	31,4
F06 Abitazione		1.467.093	4.501.808	440,0	1,5	9,0	-45,0	33,7
F06						9,0	45,0	33,9
F06						9,0	135,0	34,7
F06						9,0	225,0	34,6
F06						9,0	315,0	33,7
F06						10,0	-45,0	33,5
F06						10,0	45,0	33,8
F06						10,0	135,0	34,6
F06						10,0	225,0	34,5
F06						10,0	315,0	33,5
F09 Abitazione		1.466.986	4.501.684	450,0	1,5	9,0	-45,0	35,6
F09						9,0	45,0	35,9
F09						9,0	135,0	36,0
F09						9,0	225,0	36,2
F09						9,0	315,0	35,6
F09						10,0	-45,0	35,5
F09						10,0	45,0	35,8
F09						10,0	135,0	35,9
F09						10,0	225,0	36,1
F09						10,0	315,0	35,5
F12 Abitazione		1.467.036	4.501.536	435,3	1,5	9,0	-45,0	37,3
F12						9,0	45,0	37,7
F12						9,0	135,0	38,0
F12						9,0	225,0	38,1
F12						9,0	315,0	37,3
F12						10,0	-45,0	37,3
F12						10,0	45,0	37,6
F12						10,0	135,0	37,9
F12						10,0	225,0	38,0
F12						10,0	315,0	37,3
F21 Abitazione		1.466.362	4.501.630	370,0	1,5	9,0	-45,0	33,8
F21						9,0	45,0	34,2
F21						9,0	135,0	34,5
F21						9,0	225,0	34,0
F21						9,0	315,0	33,8
F21						10,0	-45,0	33,7
F21						10,0	45,0	34,1
F21						10,0	135,0	34,5
F21						10,0	225,0	33,8
F21						10,0	315,0	33,7
F59 Abitazione		1.467.416	4.501.772	340,0	1,5	9,0	-45,0	32,4
F59						9,0	45,0	32,0
F59						9,0	135,0	32,5
F59						9,0	225,0	32,7

To be continued on next page...

## NORD2000 - Main Result

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16

...continued from previous page

Noise sensitive area

No.	Name	Easting	Northing	Z	Immission height [m]	Wind speed [m/s]	Dir [°]	Sound level	
								From WTGs	[dB(A)]
F59					9,0	315,0	32,4		
F59					10,0	-45,0	32,3		
F59					10,0	45,0	31,6		
F59					10,0	135,0	32,4		
F59					10,0	225,0	32,6		
F59					10,0	315,0	32,3		
F84	Abitazione	1.467.409	4.500.611	485,1	1,5	9,0	-45,0	37,9	
F84					9,0	45,0	37,8		
F84					9,0	135,0	38,4		
F84					9,0	225,0	38,3		
F84					9,0	315,0	37,9		
F84					10,0	-45,0	37,9		
F84					10,0	45,0	37,8		
F84					10,0	135,0	38,3		
F84					10,0	225,0	38,2		
F84					10,0	315,0	37,9		
F96	Abitazione	1.468.792	4.500.350	480,0	1,5	9,0	-45,0	40,0	
F96					9,0	45,0	39,8		
F96					9,0	135,0	40,0		
F96					9,0	225,0	40,1		
F96					9,0	315,0	40,0		
F96					10,0	-45,0	39,9		
F96					10,0	45,0	39,7		
F96					10,0	135,0	39,9		
F96					10,0	225,0	40,0		
F96					10,0	315,0	39,9		
F117	Abitazione	1.467.197	4.499.654	376,9	1,5	9,0	-45,0	38,9	
F117					9,0	45,0	39,1		
F117					9,0	135,0	38,8		
F117					9,0	225,0	38,7		
F117					9,0	315,0	38,9		
F117					10,0	-45,0	38,7		
F117					10,0	45,0	39,0		
F117					10,0	135,0	38,7		
F117					10,0	225,0	38,6		
F117					10,0	315,0	38,7		
F125	Abitazione	1.467.025	4.499.250	351,4	1,5	9,0	-45,0	38,1	
F125					9,0	45,0	38,2		
F125					9,0	135,0	39,2		
F125					9,0	225,0	38,3		
F125					9,0	315,0	38,1		
F125					10,0	-45,0	38,0		
F125					10,0	45,0	38,2		
F125					10,0	135,0	39,1		
F125					10,0	225,0	38,2		
F125					10,0	315,0	38,0		
F154 D10		1.466.861	4.498.596	352,9	1,5	9,0	-45,0	34,8	
F154					9,0	45,0	35,9		
F154					9,0	135,0	37,5		
F154					9,0	225,0	31,2		
F154					9,0	315,0	34,8		
F154					10,0	-45,0	34,6		
F154					10,0	45,0	36,1		
F154					10,0	135,0	37,7		
F154					10,0	225,0	31,5		
F154					10,0	315,0	34,6		
F25 C1		1.466.221	4.500.809	470,0	1,5	9,0	-45,0	34,2	
F25					9,0	45,0	34,9		
F25					9,0	135,0	35,1		
F25					9,0	225,0	34,7		
F25					9,0	315,0	34,2		
F25					10,0	-45,0	34,1		
F25					10,0	45,0	34,8		
F25					10,0	135,0	34,9		
F25					10,0	225,0	34,6		

To be continued on next page...

## NORD2000 - Main Result

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16

...continued from previous page

Noise sensitive area

No.	Name	Easting	Northing	Z	Immission height	Wind speed	Dir	Sound level			
								[m]	[m]	[m/s]	[°]
F25						10,0	315,0				34,1
F138 D1		1.468.540	4.498.739	360,0	1,5	9,0	-45,0				37,3
F138						9,0	45,0				35,4
F138						9,0	135,0				34,9
F138						9,0	225,0				37,0
F138						9,0	315,0				37,3
F138						10,0	-45,0				37,3
F138						10,0	45,0				35,3
F138						10,0	135,0				34,6
F138						10,0	225,0				37,3
F138						10,0	315,0				37,3
F100 D10		1.468.302	4.499.628	431,9	1,5	9,0	-45,0				44,4
F100						9,0	45,0				44,5
F100						9,0	135,0				44,6
F100						9,0	225,0				44,4
F100						9,0	315,0				44,4
F100						10,0	-45,0				44,4
F100						10,0	45,0				44,5
F100						10,0	135,0				44,5
F100						10,0	225,0				44,4
F100						10,0	315,0				44,4
F119 D10		1.466.959	4.499.642	366,1	1,5	9,0	-45,0				36,0
F119						9,0	45,0				36,2
F119						9,0	135,0				35,9
F119						9,0	225,0				35,8
F119						9,0	315,0				36,0
F119						10,0	-45,0				35,9
F119						10,0	45,0				36,2
F119						10,0	135,0				35,8
F119						10,0	225,0				35,6
F119						10,0	315,0				35,9
F33 Seminativo		1.466.610	4.500.248	405,7	1,5	9,0	-45,0				28,1
F33						9,0	45,0				29,5
F33						9,0	135,0				29,8
F33						9,0	225,0				29,7
F33						9,0	315,0				28,1
F33						10,0	-45,0				27,7
F33						10,0	45,0				29,3
F33						10,0	135,0				29,6
F33						10,0	225,0				29,6
F33						10,0	315,0				27,7
F35 C2		1.466.737	4.500.133	417,7	1,5	9,0	-45,0				32,2
F35						9,0	45,0				31,8
F35						9,0	135,0				31,5
F35						9,0	225,0				31,6
F35						9,0	315,0				32,2
F35						10,0	-45,0				32,0
F35						10,0	45,0				31,7
F35						10,0	135,0				31,4
F35						10,0	225,0				31,5
F35						10,0	315,0				32,0

## NORD2000 - Assumptions for NORD2000 calculation

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16

### Assumptions

Weather stability

Relative humidity

70,0 %

Air temperature

10,0 °C

Height for air temperature

2,0 m

Stability parameters

Night/Clear sky

Inverse Monin Obukhov length

0,0100

Temperature scale T\*

0,0500

### Terrain

Elevation based on object

Height Contours: CONTOURLINE\_Layout\_GRVDEP\_Ossi\_1.wpo (1)

0,0500 m

Uniform roughness length

1,4

Uniform roughness class

D

Uniform terrain type

### Wind speed criteria

Uniform wind speed at 10 m agl.

9,0 m/s - 10,0 m/s - 1,0 m/s

Wind speed

-45,0 ° - 315,0 ° - 90,0 °

Wind direction

1,5 m

Height above ground level for receiver

1,5 m

Wind speed has been extrapolated to calculation height using

IEC profile shear ( $z_0 = 0.05m$ )

No stability correction

Version

6.005

All coordinates are in

Italian Gauss-Boaga west-ROMA40 (IT-peninsular <±4m)

## NORD2000 - Assumptions for NORD2000 calculation

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16

WTG: VESTAS V162 6000 162.0 !O!

Noise: Level 0 - Estimated - Mode 0 - 03-2021

Source      Source/Date    Creator    Edited  
Manufacturer 02/03/2019    USER    02/03/2021 15:29  
Blades with serrated trailing edge.

Wind speed [m/s]	Octave data								
	63 [dB(A)]	125 [dB(A)]	250 [dB(A)]	500 [dB(A)]	1000 [dB(A)]	2000 [dB(A)]	4000 [dB(A)]	8000 [dB(A)]	
3,0	93,9	74,2	81,9	86,8	88,9	88,2	84,6	78,3	69,1
4,0	94,1	75,3	82,7	87,4	89,2	88,1	84,2	77,5	67,9
5,0	94,3	75,6	83,1	87,7	89,4	88,3	84,1	77,2	67,1
6,0	96,2	77,3	85,0	89,6	91,3	90,2	86,0	79,0	68,9
7,0	99,2	80,4	88,0	92,6	94,3	93,2	89,0	82,0	72,0
8,0	102,0	83,2	90,8	95,4	97,1	96,0	91,8	84,9	74,9
9,0	104,1	85,4	92,9	97,5	99,2	98,1	94,0	87,1	77,2
10,0	104,3	85,6	93,1	97,7	99,4	98,3	94,2	87,3	77,5
11,0	104,3	85,6	93,1	97,6	99,4	98,3	94,3	87,5	77,9
12,0	104,3	85,4	92,9	97,5	99,3	98,4	94,6	88,1	78,6
13,0	104,3	85,0	92,6	97,3	99,3	98,5	94,9	88,5	79,3
14,0	104,3	84,5	92,2	97,1	99,3	98,6	95,2	89,0	79,9
15,0	104,3	84,1	91,9	96,9	99,2	98,7	95,4	89,4	80,4
16,0	104,3	83,7	91,7	96,7	99,2	98,8	95,6	89,7	80,9
17,0	104,3	83,1	91,2	96,6	99,1	98,9	95,8	90,1	81,5
18,0	104,3	82,6	90,9	96,4	99,1	99,0	96,0	90,4	81,9
19,0	104,3	82,0	90,4	96,1	99,0	99,1	96,3	90,8	82,4
20,0	104,3	81,2	90,0	95,8	98,9	99,2	96,6	91,3	83,1

NSA: Abitazione-F04

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: Abitazione-F06

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: Abitazione-F09

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: Abitazione-F12

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: Abitazione-F21

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: Abitazione-F59

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

## NORD2000 - Assumptions for NORD2000 calculation

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16

NSA: Abitazione-F84

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: Abitazione-F96

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: Abitazione-F117

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: Abitazione-F125

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: D10-F154

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: C1-F25

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: D1-F138

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: D10-F100

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: D10-F119

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: Seminativo-F33

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m

NSA: C2-F35

Predefined calculation standard:

Immission height(a.g.l.): Use standard value from calculation model

Distance demand: 0,0 m























## NORD2000 - Details

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16

...continued from previous page

WTG No.	Distance	Wind speed	Wind direction	Wind speed at hub height	Sound level					Octave data [Hz]					Source noise LwA,ref	Octave data [Hz]						
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	63	125		250	500	1000	2000	4000	8000	
W3	1.852	10,0	225,0	14,8	26,72	12,5	17,8	20,0	23,4	18,4	2,8	-42,0	-123,7	104,30	84,2	92,0	96,9	99,2	98,7	95,3	89,3	80,3
W3	1.852	10,0	315,0	14,8	25,84	10,9	16,9	19,6	22,0	18,4	2,8	-42,0	-123,7	104,30	84,2	92,0	96,9	99,2	98,7	95,3	89,3	80,3
W4	800	9,0	45,0	13,3	33,88	19,9	24,4	25,1	30,3	27,9	18,7	-6,6	-69,2	104,31	84,9	92,5	97,2	99,3	98,5	94,9	88,6	79,4
W4	800	9,0	-45,0	13,3	33,91	19,9	24,4	24,8	30,5	27,7	18,7	-6,6	-69,2	104,31	84,9	92,5	97,2	99,3	98,5	94,9	88,6	79,4
W4	800	9,0	135,0	13,3	34,03	19,9	24,3	24,3	30,9	27,7	18,7	-6,6	-69,2	104,31	84,9	92,5	97,2	99,3	98,5	94,9	88,6	79,4
W4	800	9,0	225,0	13,3	34,01	19,9	24,1	24,4	30,8	27,8	18,7	-6,6	-69,2	104,31	84,9	92,5	97,2	99,3	98,5	94,9	88,6	79,4
W4	800	9,0	315,0	13,3	33,91	19,9	24,4	24,8	30,5	27,7	18,7	-6,6	-69,2	104,31	84,9	92,5	97,2	99,3	98,5	94,9	88,6	79,4
W4	800	10,0	45,0	14,8	33,78	19,2	23,9	24,9	30,1	28,1	19,1	-6,0	-68,3	104,30	84,2	92,0	96,9	99,2	98,7	95,3	89,3	80,3
W4	800	10,0	-45,0	14,8	33,81	19,2	23,9	24,5	30,4	27,9	19,1	-6,0	-68,3	104,30	84,2	92,0	96,9	99,2	98,7	95,3	89,3	80,3
W4	800	10,0	135,0	14,8	33,94	19,3	23,8	24,0	30,8	27,8	19,1	-6,0	-68,3	104,30	84,2	92,0	96,9	99,2	98,7	95,3	89,3	80,3
W4	800	10,0	225,0	14,8	33,91	19,3	23,6	24,2	30,7	28,0	19,1	-6,0	-68,3	104,30	84,2	92,0	96,9	99,2	98,7	95,3	89,3	80,3
W4	800	10,0	315,0	14,8	33,81	19,2	23,9	24,5	30,4	27,9	19,1	-6,0	-68,3	104,30	84,2	92,0	96,9	99,2	98,7	95,3	89,3	80,3
W5	509	9,0	45,0	13,3	38,31	24,0	26,3	28,0	35,1	32,7	25,3	6,3	-41,7	104,31	84,9	92,5	97,2	99,3	98,5	94,9	88,6	79,4
W5	509	9,0	-45,0	13,3	38,28	23,9	26,4	29,4	34,6	32,8	25,3	6,3	-41,7	104,31	84,9	92,5	97,2	99,3	98,5	94,9	88,6	79,4
W5	509	9,0	135,0	13,3	38,30	24,0	26,4	28,2	35,0	32,7	25,3	6,3	-41,7	104,31	84,9	92,5	97,2	99,3	98,5	94,9	88,6	79,4
W5	509	9,0	225,0	13,3	38,30	23,8	26,3	29,8	34,6	32,8	25,3	6,3	-41,7	104,31	84,9	92,5	97,2	99,3	98,5	94,9	88,6	79,4
W5	509	9,0	315,0	13,3	38,28	23,9	26,4	29,4	34,6	32,8	25,3	6,3	-41,7	104,31	84,9	92,5	97,2	99,3	98,5	94,9	88,6	79,4
W5	509	10,0	45,0	14,8	38,26	23,4	25,8	27,6	35,1	32,8	25,7	6,9	-40,8	104,30	84,2	92,0	96,9	99,2	98,7	95,3	89,3	80,3
W5	509	10,0	-45,0	14,8	38,22	23,2	25,8	29,2	34,5	33,0	25,7	6,9	-40,8	104,30	84,2	92,0	96,9	99,2	98,7	95,3	89,3	80,3
W5	509	10,0	135,0	14,8	38,25	23,3	25,8	27,8	35,0	32,9	25,7	6,9	-40,8	104,30	84,2	92,0	96,9	99,2	98,7	95,3	89,3	80,3
W5	509	10,0	225,0	14,8	38,25	23,2	25,8	29,7	34,5	33,0	25,7	6,9	-40,8	104,30	84,2	92,0	96,9	99,2	98,7	95,3	89,3	80,3
W5	509	10,0	315,0	14,8	38,22	23,2	25,8	29,2	34,5	33,0	25,7	6,9	-40,8	104,30	84,2	92,0	96,9	99,2	98,7	95,3	89,3	80,3

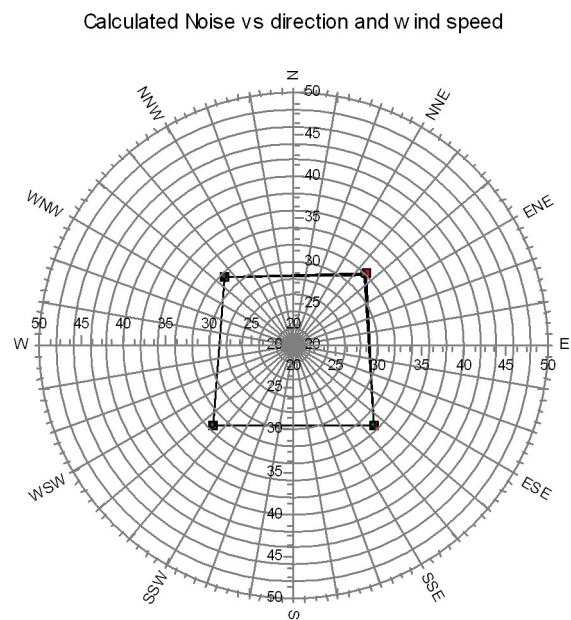
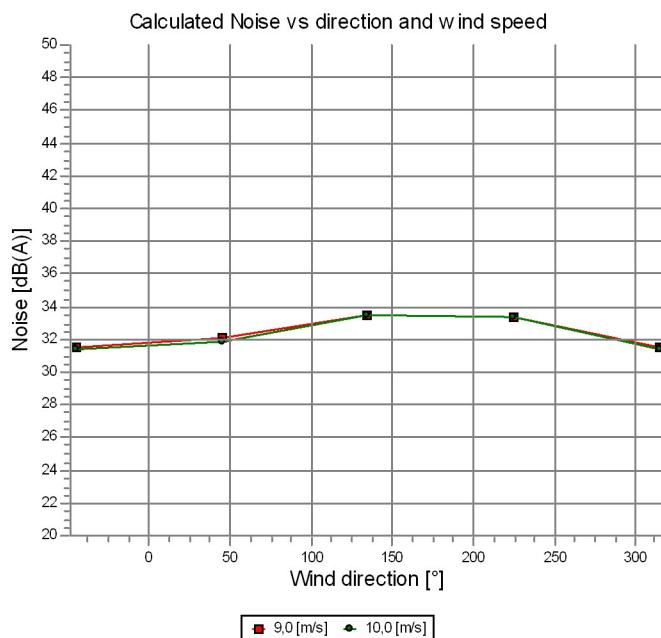
## NORD2000 - Speed/Directional analysis

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F04 - Abitazione

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees	[m/s]	[m/s]
45,0	32,1	31,9
-45,0	31,6	31,4
135,0	33,5	33,5
225,0	33,4	33,3
315,0	31,6	31,4



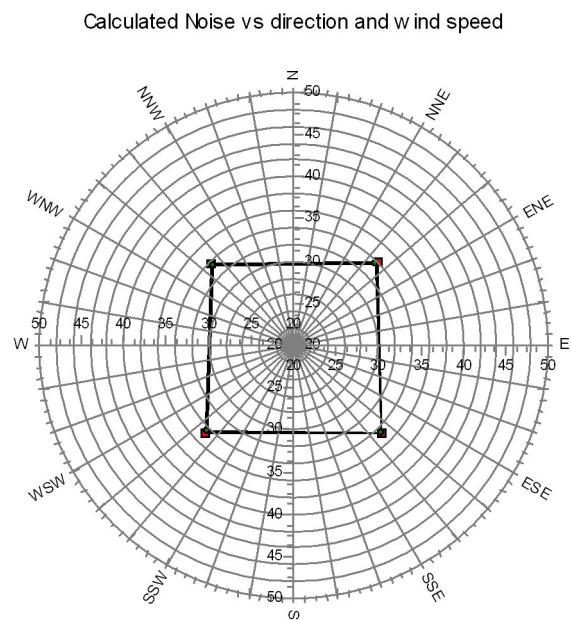
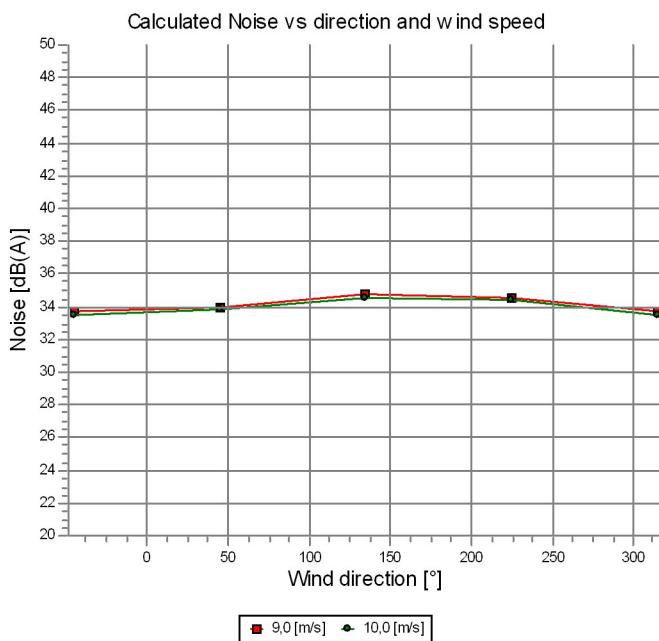
## NORD2000 - Speed/Directional analysis

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F06 - Abitazione

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees	[m/s]	[m/s]
45,0	33,9	33,8
-45,0	33,7	33,5
135,0	34,7	34,6
225,0	34,6	34,5
315,0	33,7	33,5



## NORD2000 - Speed/Directional analysis

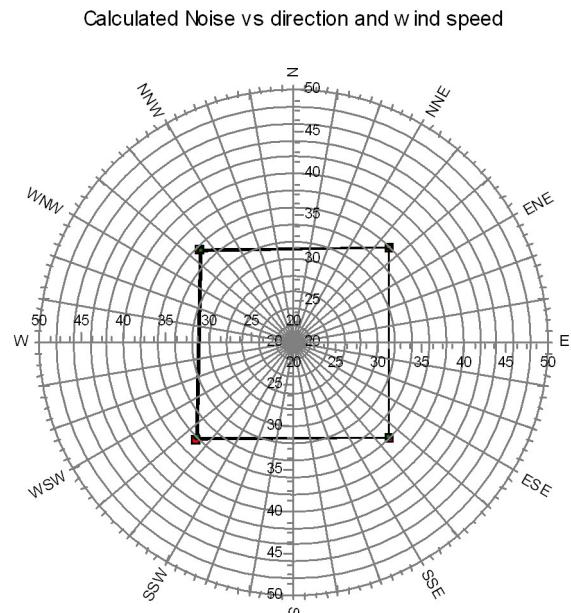
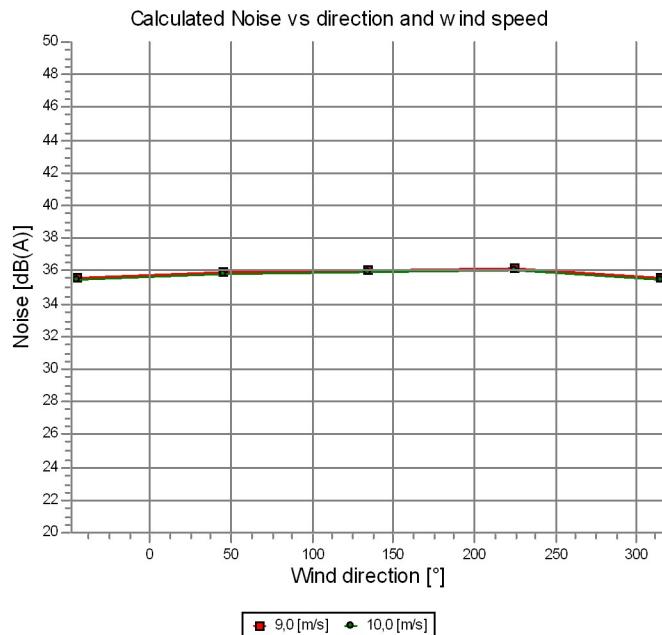
Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F09 - Abitazione

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees [m/s] [m/s]

45,0	35,9	35,8
-45,0	35,6	35,5
135,0	36,0	35,9
225,0	36,2	36,1
315,0	35,6	35,5



## NORD2000 - Speed/Directional analysis

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F100 - D10

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees [m/s] [m/s]

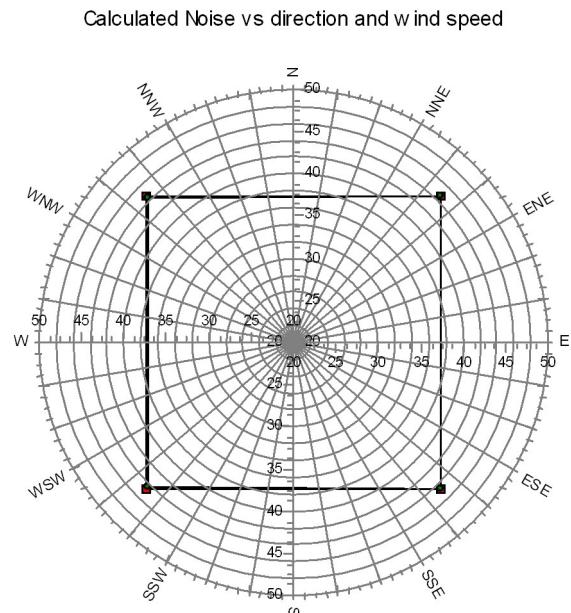
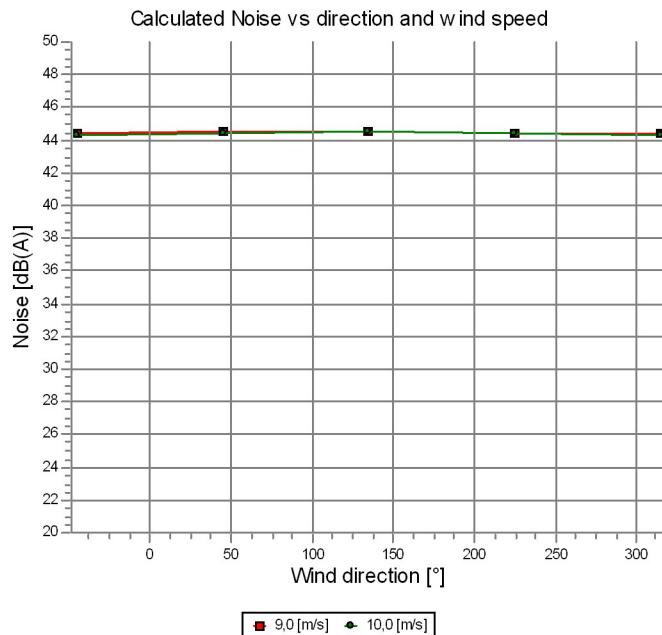
45,0 44,5 44,5

-45,0 44,4 44,4

135,0 44,6 44,5

225,0 44,4 44,4

315,0 44,4 44,4



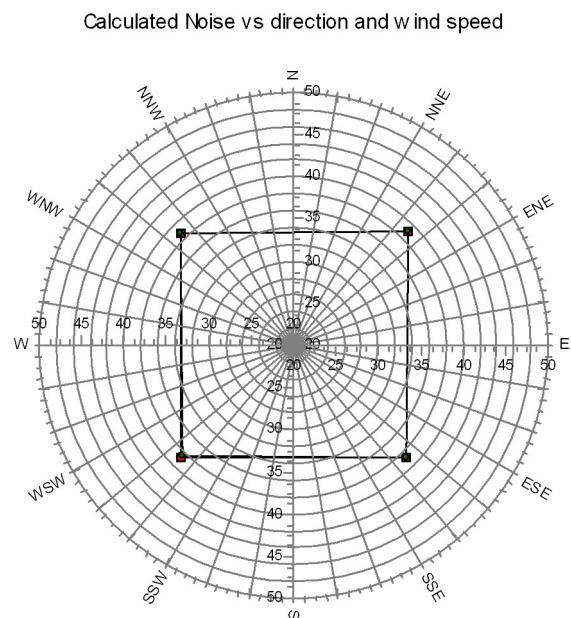
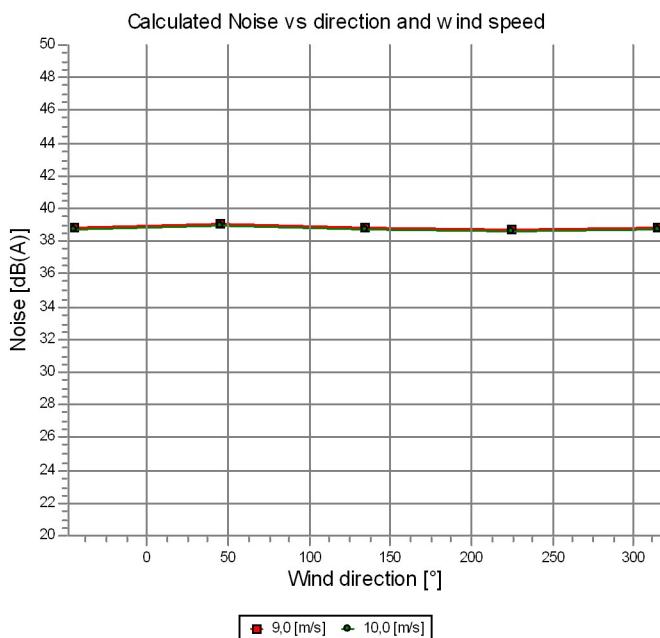
## NORD2000 - Speed/Directional analysis

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F117 - Abitazione

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees	[m/s]	[m/s]
45,0	39,1	39,0
-45,0	38,9	38,7
135,0	38,8	38,7
225,0	38,7	38,6
315,0	38,9	38,7



## NORD2000 - Speed/Directional analysis

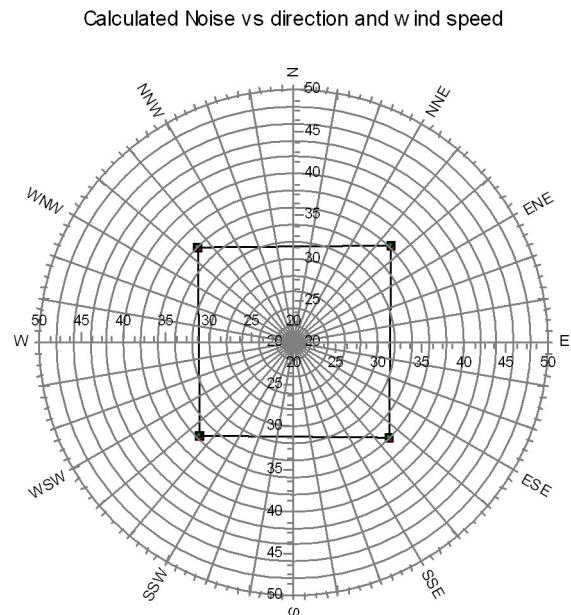
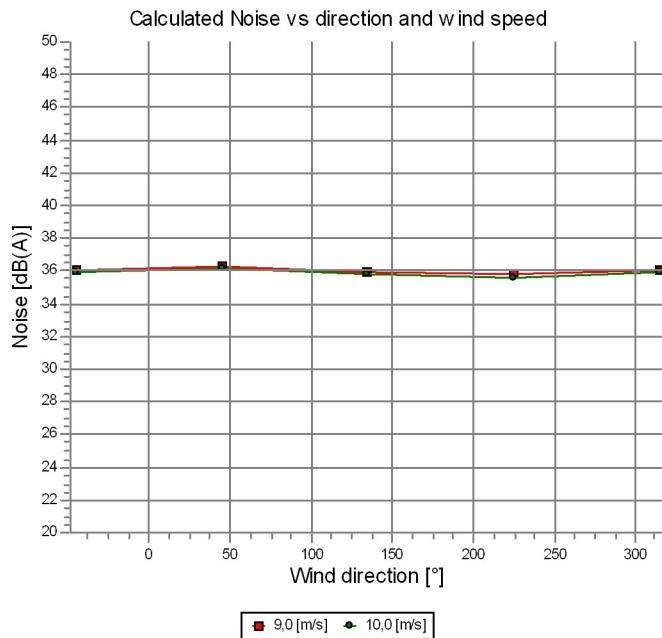
Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F119 - D10

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees [m/s] [m/s]

45,0	36,2	36,2
-45,0	36,0	35,9
135,0	35,9	35,8
225,0	35,8	35,6
315,0	36,0	35,9



## NORD2000 - Speed/Directional analysis

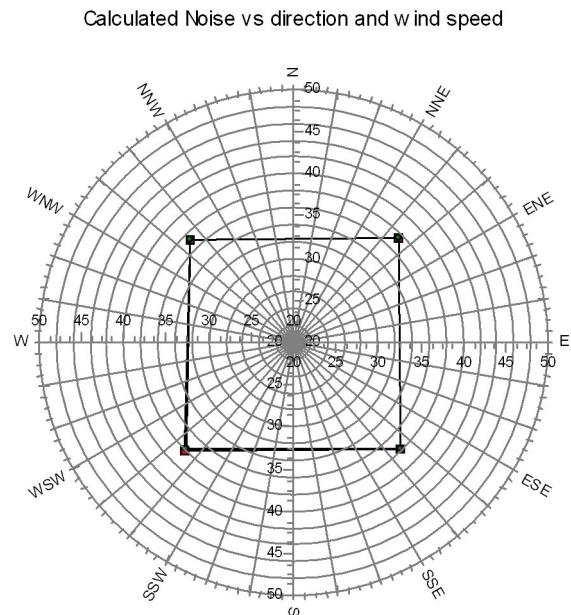
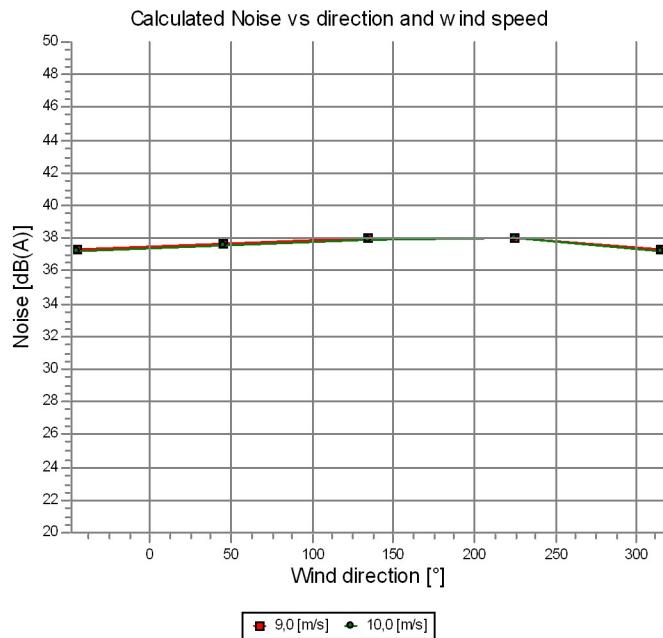
Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F12 - Abitazione

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees [m/s] [m/s]

45,0	37,7	37,6
-45,0	37,3	37,3
135,0	38,0	37,9
225,0	38,1	38,0
315,0	37,3	37,3



## NORD2000 - Speed/Directional analysis

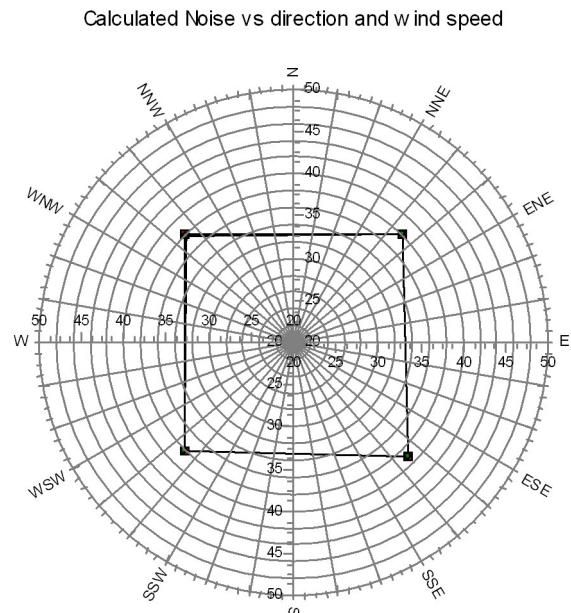
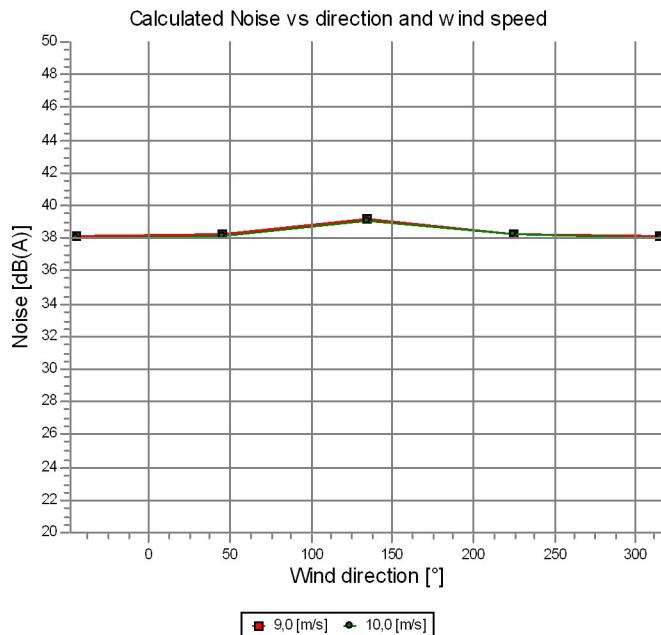
Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F125 - Abitazione

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees [m/s] [m/s]

45,0	38,2	38,2
-45,0	38,1	38,0
135,0	39,2	39,1
225,0	38,3	38,2
315,0	38,1	38,0



## NORD2000 - Speed/Directional analysis

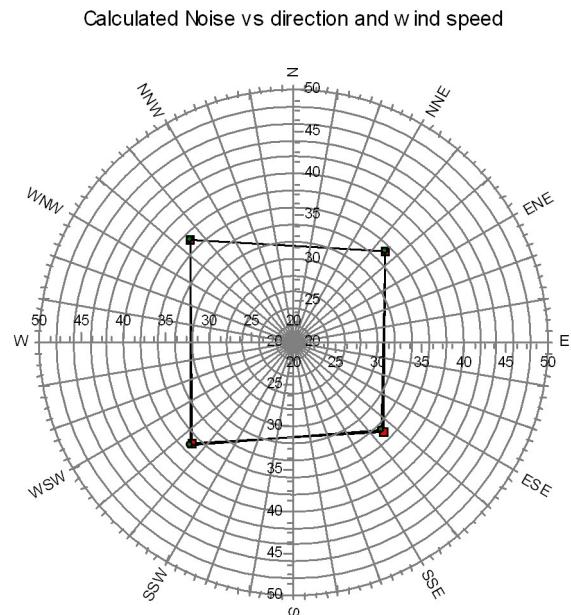
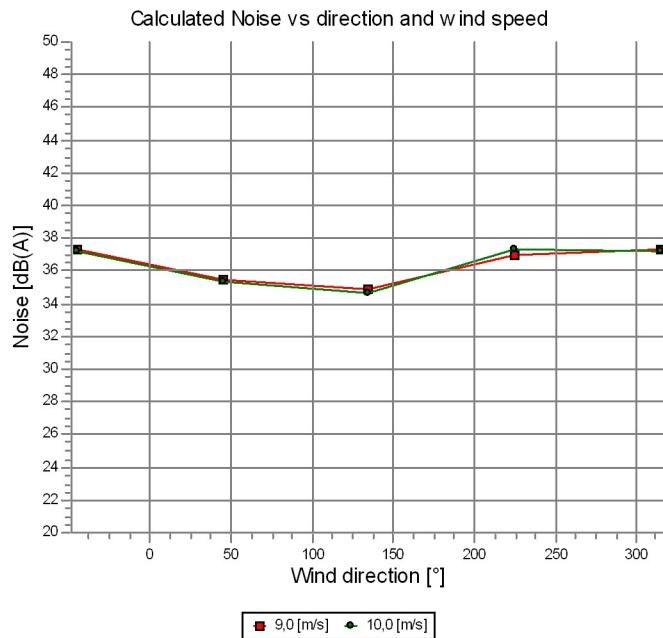
Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F138 - D1

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees [m/s] [m/s]

45,0	35,4	35,3
-45,0	37,3	37,3
135,0	34,9	34,6
225,0	37,0	37,3
315,0	37,3	37,3



## NORD2000 - Speed/Directional analysis

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F154 - D10

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees [m/s] [m/s]

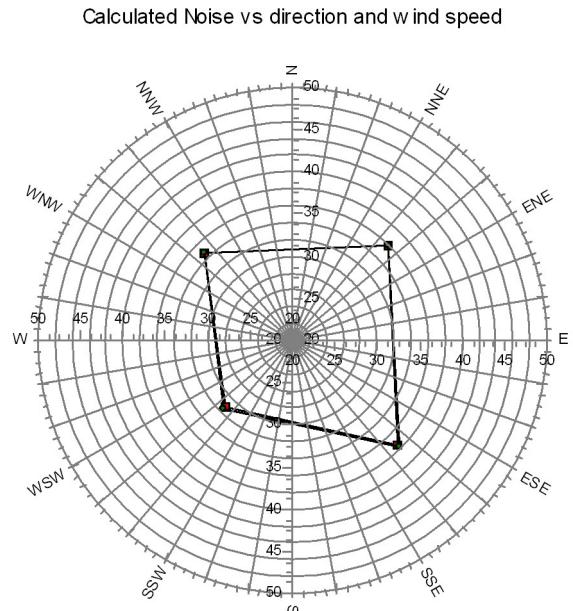
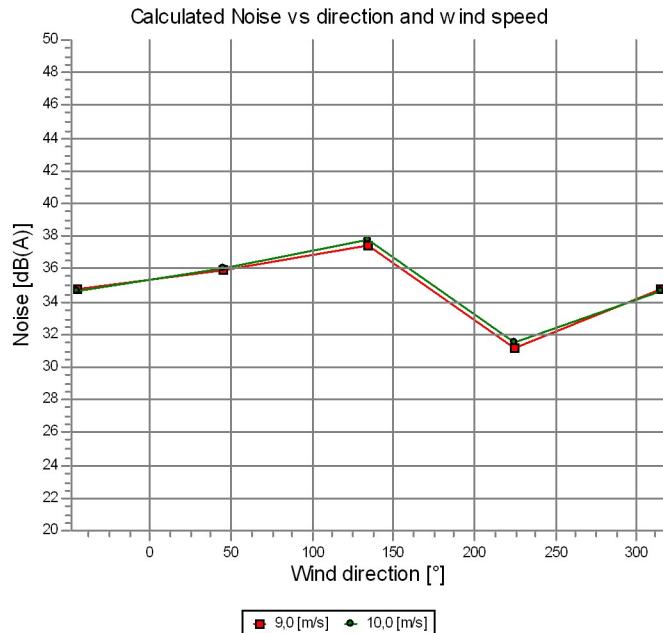
45,0 35,9 36,1

-45,0 34,8 34,6

135,0 37,5 37,7

225,0 31,2 31,5

315,0 34,8 34,6



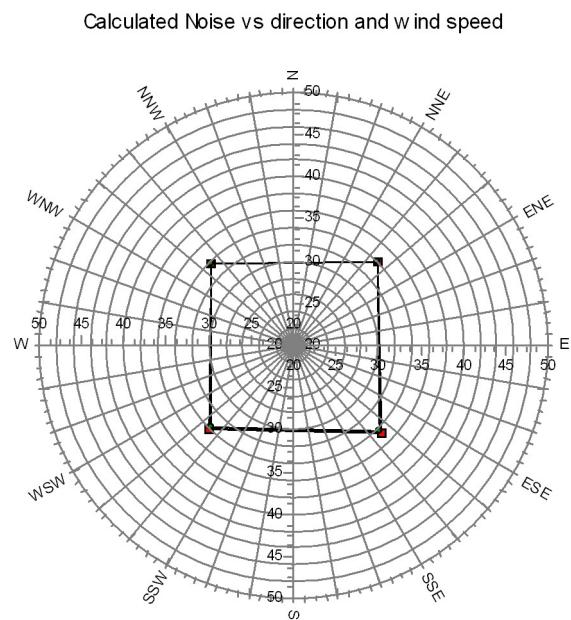
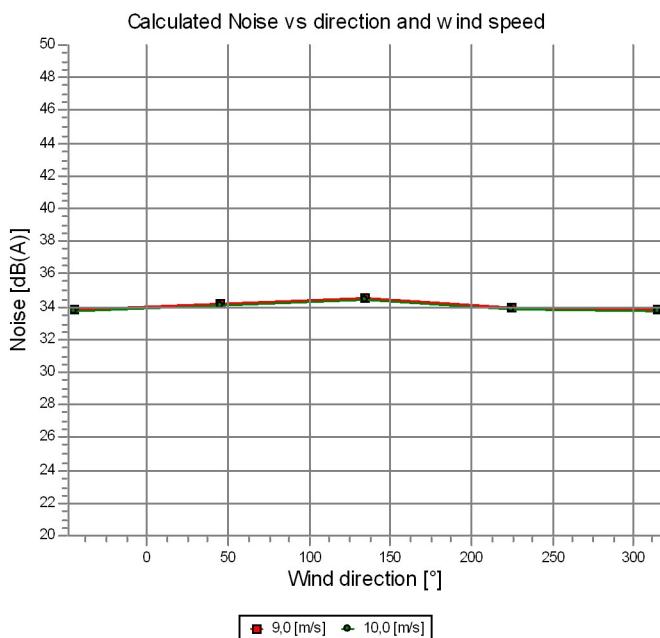
## NORD2000 - Speed/Directional analysis

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F21 - Abitazione

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees	[m/s]	[m/s]
45,0	34,2	34,1
-45,0	33,8	33,7
135,0	34,5	34,5
225,0	34,0	33,8
315,0	33,8	33,7



## NORD2000 - Speed/Directional analysis

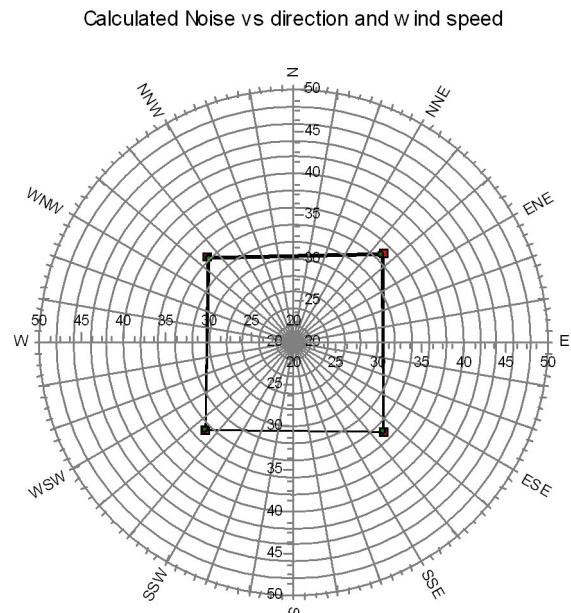
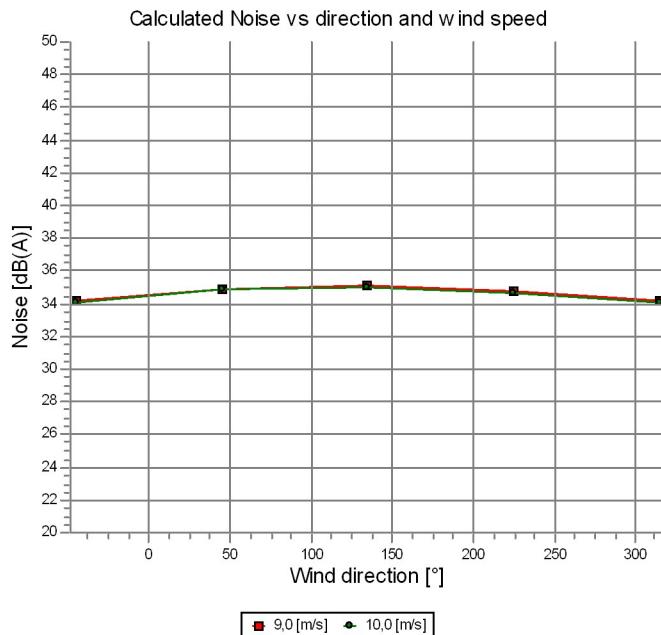
Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F25 - C1

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees [m/s] [m/s]

45,0	34,9	34,8
-45,0	34,2	34,1
135,0	35,1	34,9
225,0	34,7	34,6
315,0	34,2	34,1



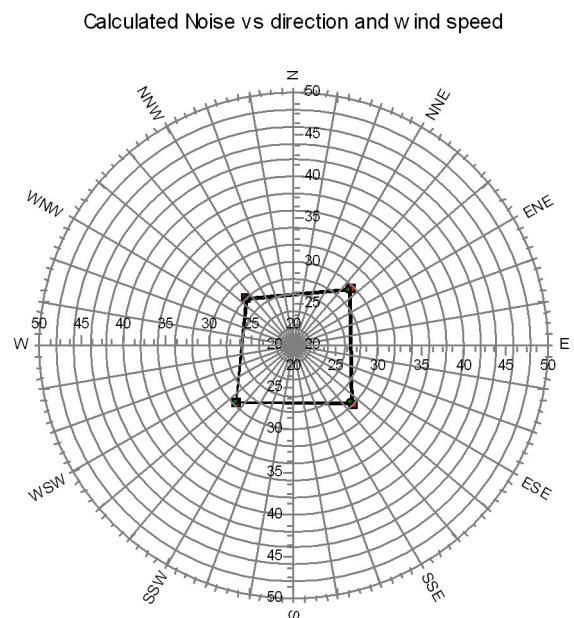
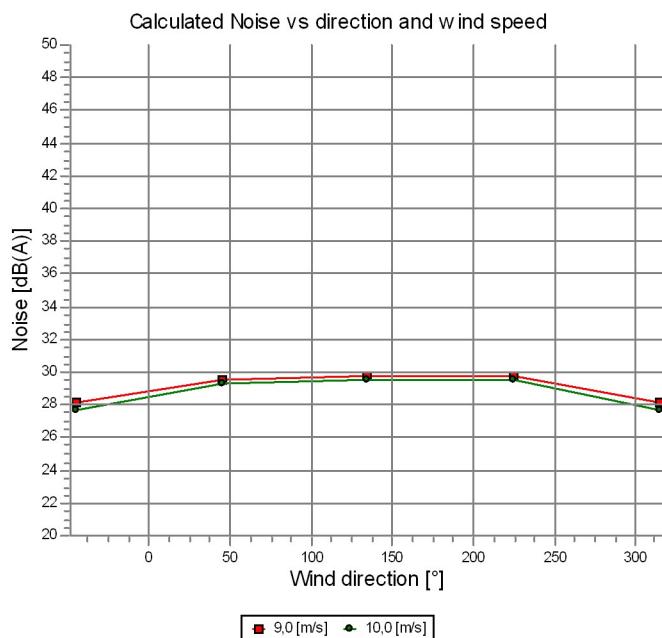
## NORD2000 - Speed/Directional analysis

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F33 - Seminativo

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees	[m/s]	[m/s]
45,0	29,5	29,3
-45,0	28,1	27,7
135,0	29,8	29,6
225,0	29,7	29,6
315,0	28,1	27,7



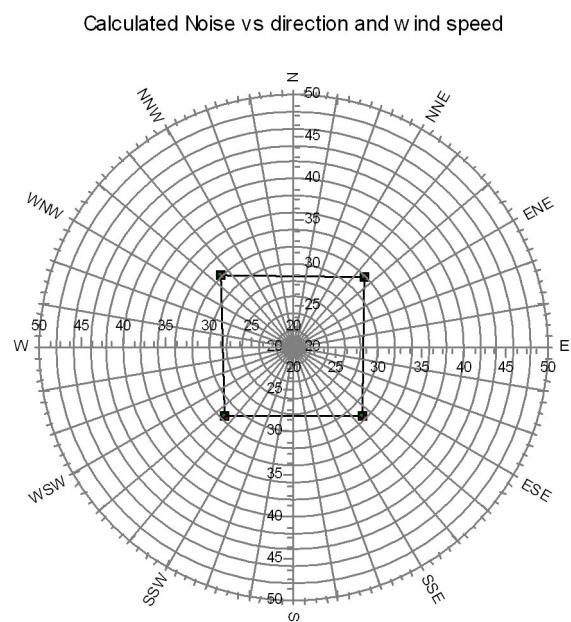
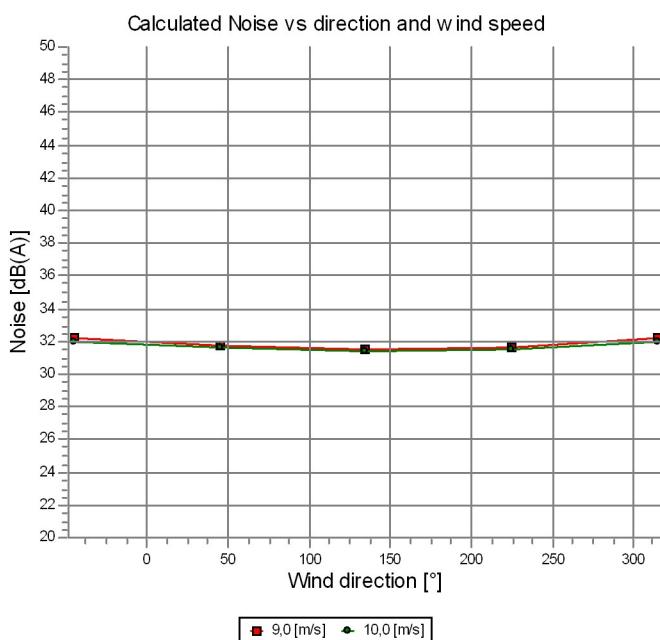
## NORD2000 - Speed/Directional analysis

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F35 - C2

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees	[m/s]	[m/s]
45,0	31,8	31,7
-45,0	32,2	32,0
135,0	31,5	31,4
225,0	31,6	31,5
315,0	32,2	32,0



## NORD2000 - Speed/Directional analysis

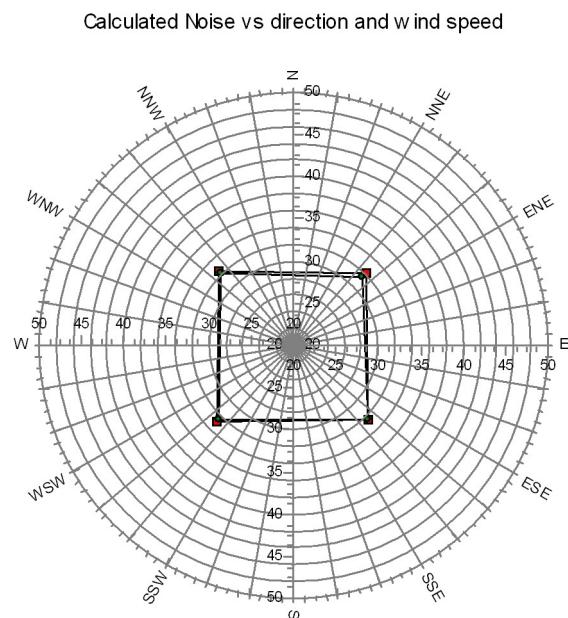
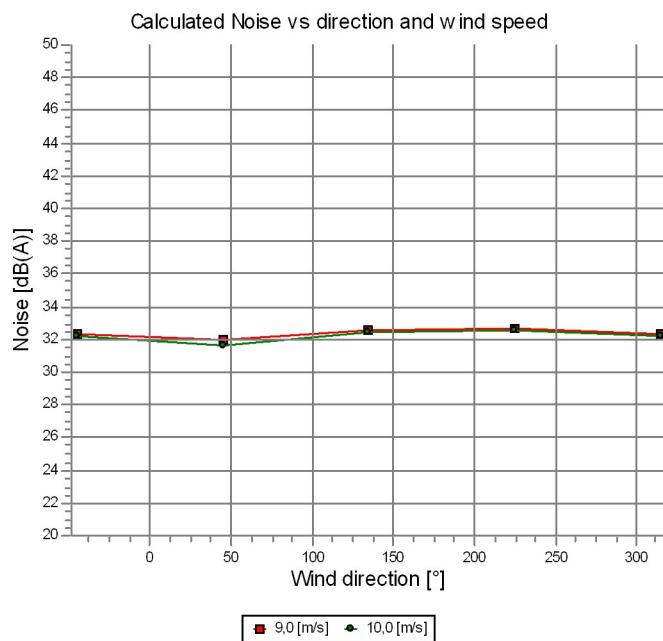
Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F59 - Abitazione

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees [m/s] [m/s]

45,0	32,0	31,6
-45,0	32,4	32,3
135,0	32,5	32,4
225,0	32,7	32,6
315,0	32,4	32,3



## NORD2000 - Speed/Directional analysis

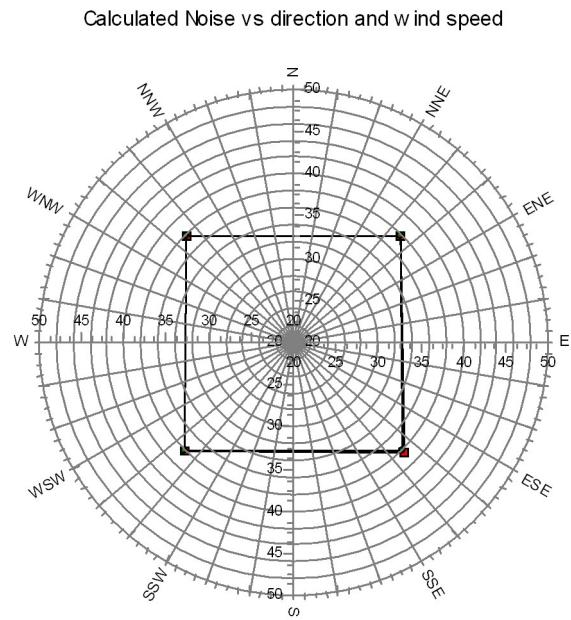
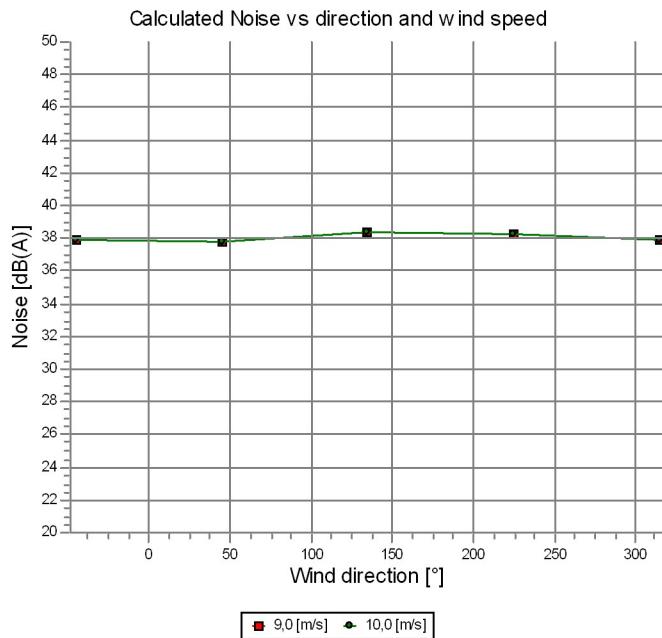
Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F84 - Abitazione

Direction Wind speed

9,0 10,0

Degrees [m/s] [m/s]

45,0	37,8	37,8
-45,0	37,9	37,9
135,0	38,4	38,3
225,0	38,3	38,2
315,0	37,9	37,9



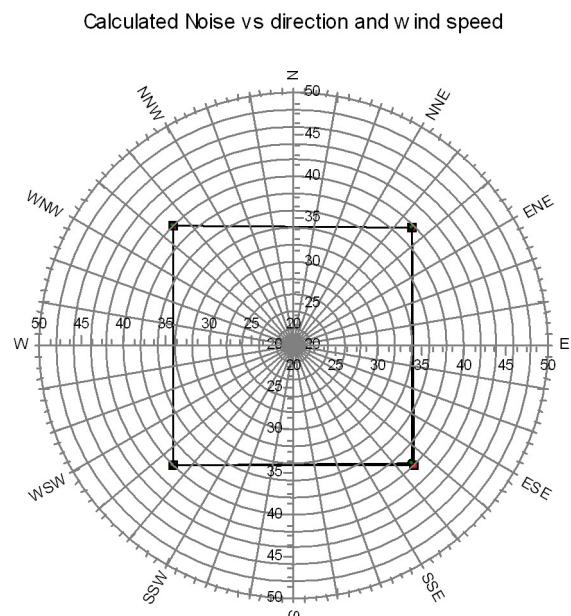
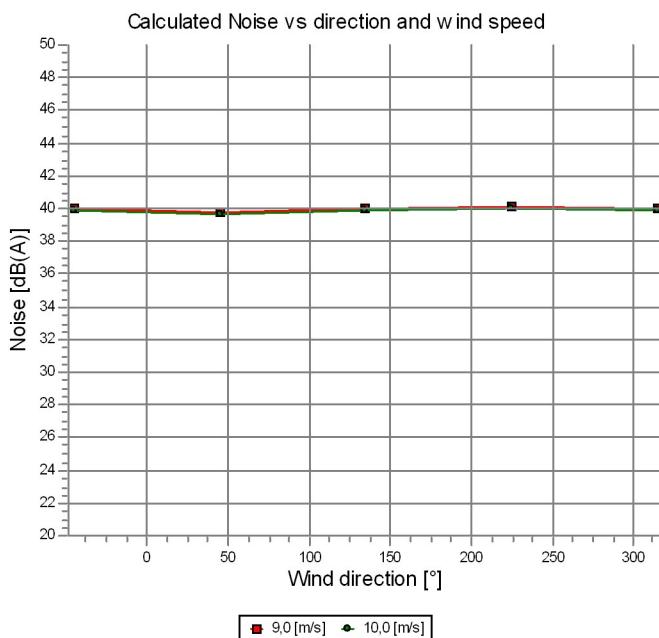
## NORD2000 - Speed/Directional analysis

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16NSA: F96 - Abitazione

Direction Wind speed

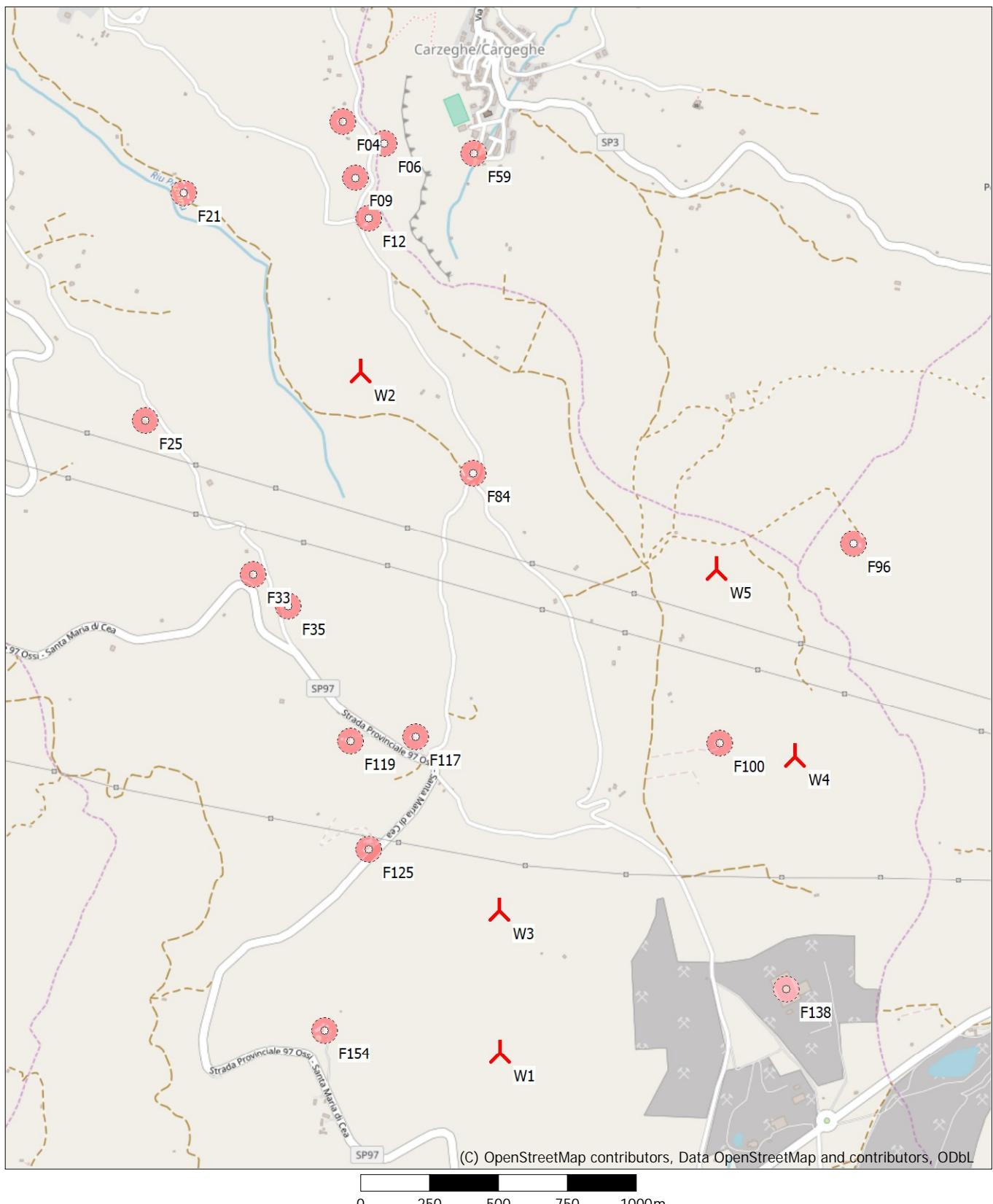
9,0 10,0

Degrees	[m/s]	[m/s]
45,0	39,8	39,7
-45,0	40,0	39,9
135,0	40,0	39,9
225,0	40,1	40,0
315,0	40,0	39,9



## NORD2000 -

Calculation: Nord\_2000\_progetto\_2021\_04\_16



Map: EMD OpenStreetMap , Print scale 1:20.000, Map center Italian Gauss-Boaga west-ROMA40 (IT-peninsular <±4m) East: 1.467.506 North: 4.500.199  
New WTG      Noise sensitive area