

REGIONE CALABRIA



Comune di Squillace (CZ)



Comune di Borgia (CZ)



Comune di Maida (CZ)



Committente:



RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma
P.IVA/C.F. 06400370968

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO "BOLINA"

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Documento:

PEBO-S.05

ID PROGETTO:

PEBO

DISCIPLINA:

P

TIPOLOGIA:

FORMATO:

A4

Elaborato:

RELAZIONE ACUSTICA

FOGLIO:

SCALA:

-

Nome file:

PEBO-S.05_Relazione acustica

Progettazione:



Ing. Saverio Pagliuso

Ing. Maurizio Curcio

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	21/08/2019	PRIMA EMISSIONE	GEMSA	GEMSA	RWE

Indice

1 INTRODUZIONE	1
1.1 Premessa	1
1.2 Riferimenti normativi	1
2 CARATTERIZZAZIONE DEL PARCO EOLICO	6
2.1 Caratterizzazione dell'area d'intervento.....	6
2.2 Caratterizzazione del Parco e degli aerogeneratori.....	7
2.3 Propagazione delle onde acustiche	10
3 DEFINIZIONI E STRUMENTAZIONE.....	14
3.1 Definizioni.....	14
3.2 Clima acustico	15
3.3 Metodologia di misura.....	15
3.4 Strumentazione	18
3.5 Rumore residuo.....	19
4 IMPATTI DA RUMORE	21
4.1 Impatto acustico previsionale per il traffico stradale	21
4.2 Impatto acustico previsionale per le attività di movimentazione.....	23
4.3 Impatto acustico previsionale in fase di esercizio	25
4.4 Dati di input e risultati dell'elaborazione	27
5 COMPATIBILITA' NORMATIVA	38
6 MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE	39
7 MAPPA A CURVE DI LIVELLO DELLA DISTRIBUZIONE DEL RUMORE INDOTTO DAGLI AEROGENERATORI NELL'AREA DEL PARCO EOLICO.....	42
8 COPIA DECRETO TECNICO COMPETENTE	43
9 SCHEDE DI RILIEVO ACUSTICO	44
10 COPIA CERTIFICATI DI TARATURA STRUMENTAZIONE	45

e-on



1 INTRODUZIONE

1.1 Premessa

In data aprile 2019 il sottoscritto ing. Maurizio Curcio, con studio professionale in Rende (CS) alla via S. Pellico n. 10, iscritto all'Albo degli Ingegneri della provincia di Cosenza al n. 1369, Tecnico Competente in Acustica con Decreto Assessorato Ambiente Regione Calabria n. 32 del 09/11/1998, iscritto all'Albo Nazionale ENTECA al numero 8465, veniva incaricato dalla società GEMSA Energy Group di redigere l'analisi previsionale dell'impatto acustico generato nell'ambiente circostante dal sistema di aerogeneratori che si prevede di installare nel Parco Eolico "Bolina" sito nel territorio comunale di Borgia e Squillace (CZ). Il progetto prevede la presenza di 12 aerogeneratori collocati in distinte zone.

La Committenza ha individuato l'area oggetto di verifica ove sono ubicati alcuni fabbricati potenzialmente interessati nei comuni di Borgia e Squillace (CZ). Per la valutazione del clima acustico attuale sono stati eseguiti specifici rilievi fonometrici del rumore residuo in situ, come meglio sarà precisato in seguito. Nel modello acustico digitale realizzato per valutare l'impatto acustico post-operam degli aerogeneratori nell'intera area, quindi, oltre le 12 sorgenti (aerogeneratori), è stata inserita una griglia a maglie regolari costituita da numerosi ricevitori ad una altezza di circa 3 metri dal suolo così da ottenere una rappresentazione grafica di curve isofoniche sull'intero territorio potenzialmente interessato.

1.2 Riferimenti normativi

D.P.C.M. 01/03/91	<i>"Limiti massimi al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" (pubblicato sulla G.U. 8 Marzo 1991 n. 57).</i>
Legge n. 447 del 26/10/1995	<i>"Legge quadro sull'inquinamento acustico" (pubblicata come Suppl. ordinario n. 125 alla G.U. del 30 Ottobre 1995 n. 254).</i>
D.P.C.M. 14/11/1997	<i>"Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" (pubblicato sulla G.U. n. 280 del 1 Dicembre 1997).</i>
D. Min. Ambiente 16/03/98	<i>"Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" (pubblicato sulla G.U. 1 Aprile 1998 n. 76).</i>
D.P.C.M. 31/03/1998	<i>"Atto di indirizzo e coordinamento recante criteri generali per l'esercizio dell'attività del Tecnico Competente in Acustica, ai sensi dell'art. 3, comma 1, lett. b) e dell'art. 2, commi 6,7 ed 8 della Legge 26/10/1995, n. 447" (pubblicato sulla G.U. n. 120 del 26 Maggio 1998).</i>

D.P.R. 30/03/2004, n. 142	<i>“Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell’inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare a norma dell’art. 11 della legge 26/10/1995, n. 447”.</i>
D.M.A. 11/12/1996	<i>“Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo”.</i>
Legge Regione Calabria n. 34/2009	<i>“Norme in materia di inquinamento acustico per la tutela dell’ambiente nella Regione Calabria” (BURC n. 19 del 16/10/2009, supplemento straordinario n. 4 del 26/10/2009)”.</i>
Legge n. 13 del 27/02/2009 (art.6 ter)	<i>“Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell’ambiente”.</i>
D.M. Sviluppo Economico 10/09/2010	<i>“Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili (G.U. 219 del 18/09/2010)”.</i> All. 4.

Il D.P.C.M. 01/03/1991, la Legge quadro sull’inquinamento acustico n. 447/95 (art. 6, comma 1, lett. a) e la L.R. n. 34/2009 obbligano i Comuni ad adottare dei limiti massimi di esposizione al rumore in relazione alla diversa destinazione d’uso delle aree del proprio territorio. Il sistema introdotto dal D.P.C.M. 01/03/1991 (Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno) prevede, quindi, che ogni Comune classifichi il proprio territorio in sei classi di destinazione d’uso. Per quanto riguarda i limiti in esterno, l’art. 6 del Decreto 01/03/1991 (ed art. 8 del D.P.C.M. 14/11/1997) individua 4 zone ed i relativi limiti di accettabilità diurni e notturni e stabilisce che, in attesa della suddivisione del territorio comunale in classi, si applicano i seguenti limiti di accettabilità:

ZONA	LIMITE DIURNO	LIMITE NOTTURNO
Tutto il territorio nazionale	70 dB(A)	60 dB(A)
Zona A (D.M. 1444/68)	65 dB(A)	55 dB(A)
Zona B (D.M. 1444/68)	60 dB(A)	50 dB(A)
Zona esclusivamente industriale	70 dB(A)	70 dB(A)

Tab. 1 - limiti di accettabilità

Le zone interessate dall’intervento ed in cui ricadono i recettori individuati sono classificabili come **“Tutto territorio nazionale”** con limiti diurno e notturno pari rispettivamente a 70.0 dB(A) e 60.0 dB(A), almeno fino a quando non sarà adottato qualche nuovo specifico strumento normativo comunale.

Una successiva classificazione acustica comunale del territorio, dovrà tener conto di diverse realtà:

- Sicuramente le zone soggette a fruizione umana con presenza di abitazioni regolarmente censite ed abitate, includendo anche la viabilità d'accesso, dovrebbero rientrare almeno nella classe IV considerando la presenza di strade e di traffico inserite in un contesto industriale;
- Le zone interessate da insediamenti industriali (parco eolico già esistente, nuove installazioni di aerogeneratori ed attività commerciali/industriali esistenti) e con scarsità di abitazioni potranno essere classate almeno in classe V (i cui limiti corrispondono a quelli di "tutto il territorio nazionale") se non addirittura in classe VI (esclusivamente industriale).

Ancora, il DPCM 01/03/1991 all'art. 2 comma 2 introduce il criterio differenziale e recita:

“Per le zone non esclusivamente industriali indicate in precedenza, oltre ai limiti massimi in assoluto per il rumore, sono stabilite anche le seguenti differenze da non superare tra il livello equivalente del rumore ambientale e quello del rumore residuo (criterio differenziale): 5 dB(A) durante il periodo diurno; 3 dB(A) durante il periodo notturno. La misura deve essere effettuata all'interno degli ambienti abitativi e nel tempo di osservazione del fenomeno acustico.

Ancora, lo stesso DPCM, all'allegato B comma 3.2 (per misure all'interno di ambienti abitativi) continua:

“Il rilevamento in caso di sorgenti esterne all'edificio deve essere eseguito a finestre aperte, ad un metro da esse. Fermo restando quanto contenuto nel precedente punto 3 per quanto riguarda il rilevamento del livello assoluto di rumore, per il rilevamento del livello differenziale si deve effettuare la misura del rumore ambientale (definito nell'allegato A al punto 4) e del rumore residuo (definito nell'allegato A al punto 3).

La differenza fra rumore ambientale e rumore residuo verrà confrontata con i limiti massimi differenziali di cui al presente decreto. Qualora il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 40 dB(A) durante il periodo diurno e 30 dB(A) durante il periodo notturno (N.B.: *valori ridotti dal DPCM 14/11/1997 rispettivamente a 35 dB(A) e 25 dB(A)*), ogni effetto di disturbo del rumore è ritenuto trascurabile e, quindi, il livello del rumore ambientale rilevato deve considerarsi accettabile. Inoltre valori di rumore ambientale superiori a 60 dB(A) durante il periodo diurno ed a 45 dB(A) durante il periodo notturno non devono comunque essere considerati accettabili ai fini dell'applicabilità del criterio del limite massimo differenziale, restando comunque valida l'applicabilità del criterio stesso per livelli di rumore ambientale inferiori ai valori sopradetti”.

Successivamente, il DPCM 14/11/1997 all'art. 4 comma 1 ribadisce i valori limite differenziali di immissione confermando i valori 5 dB(A) durante il periodo diurno e 3 dB(A) durante il periodo notturno negli ambienti abitativi precisando che tali limiti non si applicano nelle aree classificate nella classe VI della tabella A allegata al decreto (zona industriale).

Per quanto riguarda i limiti al comma 2 è precisato che “le disposizioni di cui al comma precedente non si applicano nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile:

a) se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;

b) se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno”.

Riassumendo, al di sotto dei valori limite riportati nella tabella seguente ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile e non si applica il criterio differenziale:

CONDIZIONE DI MISURA	PERIODO DIURNO	PERIODO NOTTURNO
FINESTRE APERTE	< 50.0 dB(A)	< 40.0 dB(A)
FINESTRE CHIUSE	< 35.0 dB(A)	< 25.0 dB(A)

Per valori superiori ai precedenti si applica il criterio differenziale.

Inoltre non devono essere considerati accettabili ai fini dell'applicabilità del criterio del limite massimo differenziale valori di rumore ambientale, a finestre chiuse, superiori ai limiti della tabella seguente (DPCM 01/03/1991 allegato B comma 3.2):

	PERIODO DIURNO	PERIODO NOTTURNO
RUMORE AMBIENTALE	> 60.0 dB(A)	> 45.0 dB(A)

Il D.M. 11 dicembre 1996 all'art. 2 definisce impianto a ciclo produttivo continuo:

a) quello di cui non è possibile interrompere l'attività senza provocare danni all'impianto stesso, pericolo di incidenti o alterazioni del prodotto o per necessità di continuità finalizzata a garantire l'erogazione di un servizio pubblico essenziale;

b) quello il cui esercizio è regolato da contratti collettivi nazionali di lavoro o da norme di legge, sulle ventiquattro ore per cicli settimanali, fatte salve le esigenze di manutenzione”.

Nel caso di un parco eolico valgono entrambe le condizioni sopra descritte.

All'art. 3 (criteri per l'applicazione del criterio differenziale), comma 2 e comma 3 del Decreto 11/12/1996 (Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo), si legge:

“2. Fermo restando il disposto dell'art. 6 comma 1, lettera d), e dell'art. 8, comma 4, della legge 26 ottobre 1996 n. 447, per gli impianti a ciclo produttivo continuo, realizzati dopo l'entrata in vigore del presente decreto, il rispetto del criterio differenziale è condizione necessaria per il rilascio della relativa concessione.

3. Fino all'emanazione del decreto ministeriale di cui all'art. 3, comma 1 lettera c), della legge 26 ottobre 1996 n. 447, per la verifica del rispetto del criterio differenziale, la strumentazione e le modalità di misura sono quelle previste dall'allegato B del decreto del Presidente della Repubblica 1° marzo 1991.”

2 CARATTERIZZAZIONE DEL PARCO EOLICO

2.1 Caratterizzazione dell'area d'intervento

Il Parco Eolico "Bolina" interesserà i territori comunali di Borgia e Squillace in provincia di Catanzaro.

Il centro abitato di Borgia ha una altitudine media di 341 m s.l.m., presenta una superficie di 42,38 Km² conta circa 7.564 abitanti con una densità di 178,50 abitanti/Km². Il territorio del comune risulta compreso tra 0 e 400 m s.l.m. con una escursione altimetrica complessiva di 400 metri. Il paesaggio, nella parte interessata, si presenta montuoso.

Il centro abitato di Squillace ha una altitudine media di 344 m s.l.m., presenta una superficie di 34,33 Km² conta circa 3.652 abitanti con una densità di 106,39 abitanti/Km². Il territorio del comune risulta compreso tra 0 e 389 m s.l.m. con una escursione altimetrica complessiva di 389 metri. Il paesaggio, nella parte interessata, si presenta montuoso.

L'area è caratterizzata da zone quasi completamente non abitate (dove sono prevalentemente ubicate le torri eoliche), case sparse e zone urbanizzate (Borgia e Squillace). Alcuni parchi eolici sono già presenti in zona.

Nella zona si prevede l'installazione di n. 12 aerogeneratori (indicati sulla cartografia con lettere da G1 a G12) e parallelamente saranno realizzati cavidotti sotterranei per collegare gli aerogeneratori con cavi di M.T.

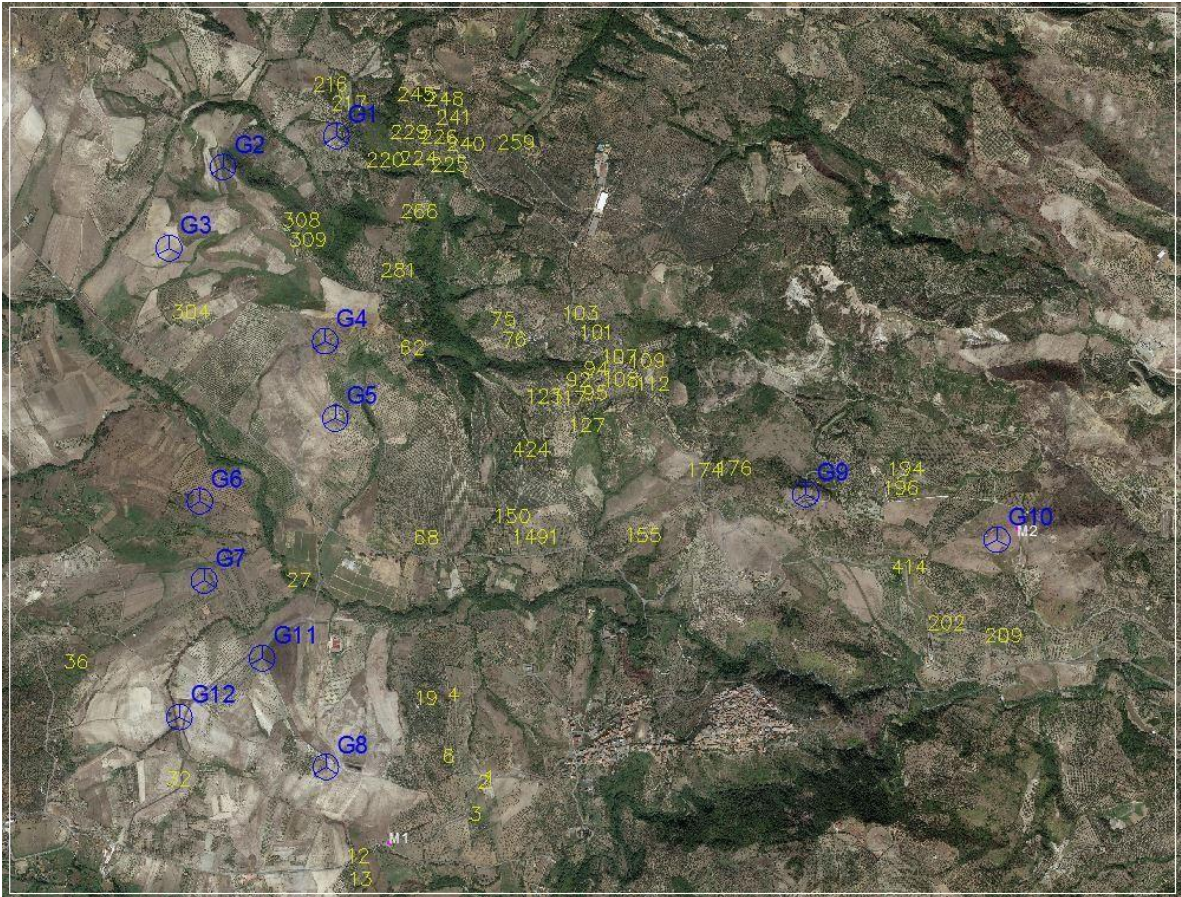


Fig. 1 – Layout del Parco Eolico "Bolina"

Per la realizzazione del Parco Eolico è prevista la realizzazione di nuove piste e/o l'adeguamento delle esistenti per raggiungere le diverse localizzazioni degli aerogeneratori permettendo l'accesso al Parco e, se necessario, agli altri servizi relativi all'impianto. I movimenti terra da realizzare nella zona del parco consistono nella costruzione di nuove piste e/o nell'adeguamento della viabilità d'accesso esistente, nella realizzazione delle trincee per la posa dei cavi elettrici, delle fondazioni e delle piattaforme per gli aerogeneratori.

2.2 Caratterizzazione del Parco e degli aerogeneratori

Il Parco Eolico "Bolina" descritto nel presente progetto è ubicato nella Provincia di Catanzaro ed in particolare nel territorio dei Comuni di Borgia e Squillace. Le quote dove saranno posizionate le torri nel sito interessato dal parco variano da circa 170 a 315 m s.l.m. Il progetto prevede l'installazione di 12 aerogeneratori della potenza unitaria variabile tra 4.0 MW e 5.0 MW.

Si precisa comunque che un eventuale utilizzo, anche parziale, di aerogeneratori di potenza inferiore non costituirà modifica al progetto in quanto sarà comunque garantito il rispetto delle dimensioni massime. L'aerogeneratore ha un rotore tripala che risulta collegato alla torre attraverso una navicella detta gondola. Il rotore assemblato con le pale raggiunge un diametro complessivo massimo di 150 m e utilizza il sistema di controllo attivo capace di orientare indipendentemente le pale dell'aerogeneratore per operare in un ampio intervallo di velocità del rotore.

Ogni pala delle macchine può presentare una lunghezza massima pari a circa 75 m ed è realizzata in fibra di vetro rinforzata o altra tipologia di materiale che consente di abbinare un'ottima rigidità ad una drastica riduzione del proprio peso.

Tutte le turbine sono equipaggiate con uno speciale sistema di regolazione per cui l'angolo delle pale è costantemente regolato e orientato nella posizione ottimale a seconda delle diverse condizioni del vento. Ciò ottimizza la potenza prodotta e riduce al minimo il livello di rumore.

La torre dell'aerogeneratore è costituita da una struttura tubolare tronco-conico con altezza massima dell'hub dal piano campagna non superiore a 112 m. In sommità è installata la navicella ospitante la strumentazione atta a recepire la trasformazione dell'energia meccanica in elettrica e direttamente collegata al rotore. L'altezza complessiva massima dell'aerogeneratore (torre + pala) è di circa 187 m. La struttura in acciaio risulta verniciata per proteggerla dalla corrosione.

La turbina è dotata di un sistema che permette alla pale di ruotare a velocità variabile. Ai fini della verifica acustica si è preso in considerazione un'altezza massima della torre al mozzo pari a 112 metri.

La potenza acustica emessa da una turbina eolica si compone in prima analisi di due diversi contributi: il rumore meccanico ed il rumore aerodinamico. Il rumore meccanico trae origine dai diversi componenti della macchina, quali il generatore elettrico e gli ingranaggi. Il rumore aerodinamico è generato dagli effetti di turbolenza dovuti dalla interazione dell'aria con le palette. Il rumore aerodinamico rappresenta la componente prevalente.

Diversi componenti della turbina eolica contribuiscono al rumore meccanico. Le sorgenti principali sono gli ingranaggi del moltiplicatore, il generatore, i ventilatori del circuito di raffreddamento e gli ausiliari, tra cui i comandi idraulici del passo delle palette. Inoltre l'insieme strutturale di navicella, rotore e torre di sostegno possono emettere rumore a causa delle loro vibrazioni.

Il rumore degli ingranaggi, prevalente tra quelli di origine meccanica, è trasmesso per via strutturale.

Il rumore aerodinamico provocato dal moto relativo tra aria e pala della turbina è causato da diversi meccanismi di generazione. Lo schema del flusso di aria incidente sul profilo della pala ed i fenomeni fluidodinamica che ne conseguono sono illustrati nella figura seguente

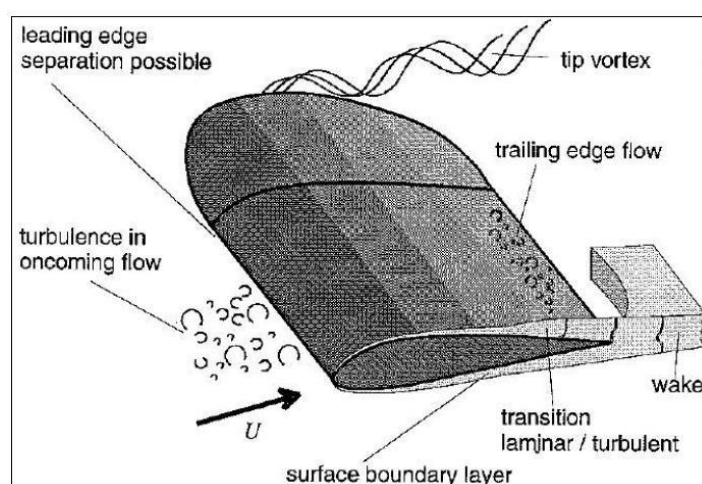


Fig. 2 – Flusso dell'aria sul profilo della pala

Nell'aria che raggiunge il profilo della pala sul suo bordo di ingresso (leading edge) è presente una turbolenza naturale (inflow turbulence). Lo strato limite dell'aria che scorre a contatto con la superficie della pala può essere di tipo laminare o turbolento; la transizione tra i due regimi di flusso avviene per valori del numero di Reynolds compresi tra $1.E6$ e $5.E6$. Nella superficie superiore della pala il flusso viene fortemente accelerato appena a valle del bordo di ingresso, provocando un picco di depressione; un po' più a valle il flusso rallenta nuovamente provocando un gradiente positivo di pressione, cui si accompagna un aumento di spessore dello strato limite ed eventualmente il distacco di vena dalla superficie, che può riattaccarsi alla superficie ancora più oltre, anche in funzione della turbolenza insita nel vento, della pressione atmosferica, della rugosità della superficie e dell'interazione dinamica con la struttura della pala. A valle della pala gli strati limite della superficie superiore in depressione ("suction side") e di quella inferiore in pressione ("pressure o lifting side") si combinano per dare luogo alla scia vorticosa dell'aria che abbandona la pala. Alla estremità esterna della pala ("blade tip") la differenza di pressione sulle superfici inferiore e superiore della pala tende a compensarsi, causando un flusso trasversale che genera vortici di estremità.

Fenomeni di perturbazione del flusso di minore entità sono dovuti al passaggio delle pale davanti alla torre. Il passaggio delle pale davanti alla torre provoca rumore a bassa frequenza legata al numero e velocità di rotazione delle pale, solitamente quindi al di sotto dell'udibile. Tali fenomeni sono ovviamente molto più marcati nelle turbine in cui il rotore è sottovento rispetto alla torre ("downwind turbines"), ciò che non è più il caso nelle moderne turbine di media e grande potenza ("upwind turbines"), per le quali si possono piuttosto avere effetti secondari di scia da altre turbine.

L'effetto della turbolenza insita nel vento all'ingresso della superficie della pala ("inflow turbulence") genera rumore a larga banda in un range di frequenza fino a 1 kHz ed è percepito come un fischio o un sibilo. La frequenza del rumore generato è funzione delle dimensioni dei vortici portati dal vento. La frequenza del suono generato aumenta al diminuire delle dimensioni dei vortici, entrando nel campo dell'effettivo disturbo sonoro ($f \geq 100$ Hz) quando questi ultimi hanno dimensioni minori o uguali della corda della pala. L'intensità del rumore generato è allora proporzionale a U^5 , dove U la velocità relativa del vento rispetto al profilo della pala nella generica sezione della pala. Forma del profilo della pala e raggio di curvatura del profilo d'ingresso della pala hanno significativa importanza sulla generazione di questo rumore aerodinamico, la cui entità tuttavia è ritenuta essere minore rispetto alla sorgente di rumore provocata dal flusso sul bordo d'uscita della pala.

Il rumore che si genera sul bordo posteriore della pala è provocato dall'interazione con il profilo di uscita della pala dei vortici turbolenti che si creano sulla superficie della pala all'interno dello strato limite, dove la turbolenza induce un campo di pressione fluttuante. Il rumore aerodinamico per turbolenza sul bordo di uscita è percepibile come un sibilo, ovvero un rumore a larga banda con un picco solitamente compreso tra 500 e 1500 Hz.

Nelle moderne turbine eoliche le problematiche legate all'impatto acustico si sono fortemente ridotte, in quanto il livello di emissione acustica può anche essere programmato in sede di scelta delle macchine.

2.3 Propagazione delle onde acustiche

Per la valutazione dell'impatto acustico percepito dall'uomo si utilizza, come noto, il livello di pressione sonora espresso in decibel (dB),

$$L_P = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

dove p è la pressione sonora e p_0 è il suo valore di riferimento (pari a $2 \cdot 10^{-5}$ Pa). Tale pressione viene poi ponderata secondo specifiche scale al fine di rappresentare al meglio

la sensazione sonora percepita dall'orecchio umano. A tal fine si utilizza soprattutto la cosiddetta scala di ponderazione A, in corrispondenza della quale il livello di pressione sonora viene indicato come dB(A). Alla pari di qualunque altra sorgente sonora, ciascuna turbina eolica è caratterizzata da un livello di potenza sonora espresso dalla seguente relazione:

$$L_W = 10 \log \frac{W}{W_0}$$

dove W è la potenza sonora della sorgente e W_0 il suo valore di riferimento (10^{-12} W). Le due grandezze sono legate tra loro attraverso i fenomeni fisici che governano la propagazione delle onde acustiche negli spazi aperti. Nella fattispecie, tale propagazione viene usualmente descritta mediante la seguente espressione:

$$L_P = L_W - (20 \log D + 11) - \Sigma A_i$$

dove il termine entro parentesi rappresenta l'attenuazione sonora per effetto della divergenza geometrica (ipotizzando una propagazione sferica) legata alla distanza D tra la sorgente sonora e il ricevitore, e A_i sono i fattori di attenuazione del livello di pressione sonora dovuti all'assorbimento da parte dell'aria (che a sua volta è funzione delle condizioni locali di pressione, temperatura e umidità relativa dell'aria), del suolo, della presenza di barriere fonoassorbenti (alberi, siepi, ecc.) e di superfici che riflettono la radiazione sonora. L'effetto di attenuazione più consistente è comunque quello legato alla divergenza geometrica, in quanto al crescere della distanza D energia sonora si distribuisce su superfici sempre più grandi, diminuendo così il livello di pressione sonora. Su tale grandezza influisce, come detto, anche la morfologia dell'ambiente, ovvero la presenza di ostacoli che possono ridurre o amplificare la pressione sonora.

Inoltre, l'emissione sonora aumenta con la velocità del vento. Le macchine più recenti sono attualmente caratterizzate da livelli di potenza sonora dell'ordine di 100-108 dB(A). In relazione alle specifiche caratteristiche del sito, è possibile ottimizzare la macchina al fine di ottenere un basso livello di emissione sonora, con penalizzazioni molto modeste sul fronte delle prestazioni. Peraltro è anche opportuno osservare che anche il rumore di fondo generato dal vento aumenta con la velocità (di circa 2-3 dB per ogni m/s di velocità del vento), cosicché oltre determinati valori di velocità il rumore prodotto dalla turbina viene di fatto mascherato dallo stesso rumore di fondo. Per esempio, una correlazione utilizzata per la valutazione del livello del rumore di fondo (residuo) L_F dovuto alla velocità del vento u è la seguente:

$$L_F = 27,7 + 2,5 \cdot u \quad (dB)$$

La figura seguente evidenzia che già per velocità del vento dell'ordine di 10 m/s il rumore di fondo (residuo) è dello stesso ordine di grandezza di quello prodotto dalla turbina eolica (circa 50 dB).

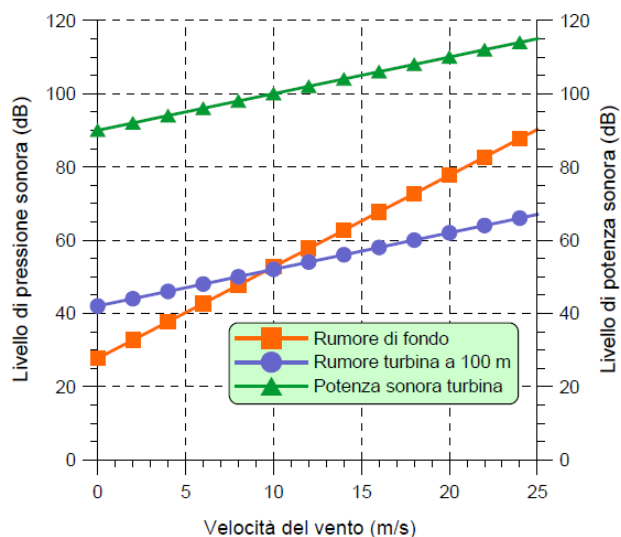


Fig. 3 – Livello rumore residuo in rapporto alla velocità del vento

Nel caso in cui si valuti l'impatto acustico prodotto da un parco eolico, bisogna tenere conto del contributo di tutte le N macchine, a partire dal livello di pressione sonora di ciascuna turbina:

$$L_{P,J} = \frac{\dot{p}_J}{\dot{p}_0}$$

In relazione quindi alla distanza di ciascuna turbina dal ricevitore, la pressione sonora complessiva in un determinato punto della zona esaminata è data dalla somma dei contributi prodotti da ogni singola turbina:

$$L_P = 20 \log \left(\frac{\dot{p}_1}{\dot{p}_o} + \frac{\dot{p}_2}{\dot{p}_o} + \dots + \frac{\dot{p}_n}{\dot{p}_o} \right)$$

Per quanto riguarda il rumore prodotto dagli aerogeneratori, la rumorosità prodotta dalla turbina è funzione della velocità del vento e si "somma" alla rumorosità residua tipica del luogo per determinare la rumorosità globale a ciascun punto all'interno del sito ed intorno al sito. E' importante notare che, ad installazione ultimata, è possibile intervenire a

posteriori sulla turbina per regolare ulteriormente il livello di rumorosità allo scopo di adeguarsi ad eventuali restrizioni del sito.

3 DEFINIZIONI E STRUMENTAZIONE

3.1 Definizioni

Sorgente specifica:

sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico.

Livello equivalente di pressione sonora ponderata "A":

Si misura in dB (decibel) ed è pari a:

$$Leq(A) = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_0^T p^2 dt \right)$$

Tempo di riferimento (T_R):

rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le ore 6,00 e le ore 22,00 e quello notturno compreso tra le ore 22,00 e le ore 6,00.

Tempo a lungo termine (T_L):

rappresenta un insieme sufficientemente ampio di TR all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di TL è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità di lungo periodo.

Tempo di osservazione (T_O):

è un periodo di tempo compreso in T_R nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.

Tempo di misura (T_M):

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

Livello di rumore ambientale (L_A):

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

1. nel caso dei limiti differenziali è riferito a T_M
2. nel caso dei limiti assoluti è riferito a T_R

Livello di rumore residuo (L_R):

è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A che si rileva quando si esclude la specifica sorgente sonora disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

Livello differenziale di rumore (L_D):

differenza tra il livello di rumore ambientale (L_A) e quello di rumore residuo (L_R).

Livello di emissione:

è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A, dovuto alla sorgente specifica. E' il livello che si confronta con i limiti di emissione.

3.2 Clima acustico

La Normativa definisce “*rumore residuo*” il rumore rilevato escludendo la specifica sorgente. Nel caso specifico la sorgente sarà costituita dall'insieme delle attrezzature ed installazioni componenti il Parco Eolico capaci di produrre rumore e la “somma” tra il “rumore residuo” ed il rumore prodotto dalla sorgente costituirà il “*rumore ambientale*”. Per caratterizzare il rumore residuo effettivamente presente nell'area è stata effettuata una sessione di rilievi fonometrici nell'area a ridosso dei potenziali ricettori sensibili (fabbricati censiti ed abitati).

3.3 Metodologia di misura

Le misure fonometriche rispettano quanto riportato nel Decreto 16/03/1998 “*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*” (pubblicato sulla G.U. 1 Aprile 1998 n. 76).

La strumentazione di misura in dotazione rispetta quanto previsto all'art. 2 del Decreto citato.

I rilievi sono stati eseguiti nel rispetto dell'allegato B al Decreto che qui parzialmente si riporta (per la parte di competenza):

“NORME TECNICHE PER L'ESECUZIONE DELLE MISURE

1. Generalità.

Prima dell'inizio delle misure è indispensabile acquisire tutte le informazioni che possono condizionare la scelta del metodo, dei tempi e delle posizioni di misura. I rilievi di rumorosità devono pertanto tenere conto delle variazioni sia dell'emissione sonora delle sorgenti che della loro propagazione. Devono essere rilevati tutti i dati che conducono ad una descrizione delle sorgenti che influiscono sul rumore ambientale nelle zone interessate dall'indagine. Se individuabili, occorre

indicare le maggiori sorgenti, la variabilità della loro emissione sonora, la presenza di componenti tonali e/o impulsive e/o di bassa frequenza.

2. La misura dei livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A" nel periodo di riferimento ($L_{Aeq,TR}$)

$$T_R = \sum_{i=1}^n (T_0)_i$$

può essere eseguita:

a) per integrazione continua

Il valore di $L_{Aeq,TR}$ viene ottenuto misurando il rumore ambientale durante l'intero periodo di riferimento, con l'esclusione eventuale degli intervalli in cui si verificano condizioni anomale non rappresentative dell'area in esame;

b) con tecnica di campionamento

Il valore $L_{Aeq,TR}$ viene calcolato come media dei valori del livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo agli interventi del tempo di osservazione (T_0)_i. Il valore di $L_{Aeq,TR}$ è dato dalla relazione:

$$L_{Aeq,TR} = 10 \log \left[\frac{1}{T_R} \sum_{i=1}^n (T_0)_i 10^{0,1L_{Aeq,(T_0)_i}} \right] \text{ dB(A)}$$

3. La metodologia di misura rileva valori di ($L_{Aeq,TR}$) rappresentativi del rumore ambientale nel periodo di riferimento, della zona in esame, della tipologia della sorgente e della propagazione dell'emissione sonora. La misura deve essere arrotondata a 0,5 dB.

4. Il microfono da campo libero deve essere orientato verso la sorgente di rumore; nel caso in cui la sorgente non sia localizzabile o siano presenti più sorgenti deve essere usato un microfono per incidenza casuale. Il microfono deve essere montato su apposito sostegno e collegato al fonometro con cavo di lunghezza tale da consentire agli operatori di porsi alla distanza non inferiore a 3 m dal microfono stesso.

5. Misure all'interno di ambienti abitativi:

Il microfono della catena fonometrica deve essere posizionato a 1,5 m dal pavimento e ad almeno 1 m da superfici riflettenti. Il rilevamento in ambiente abitativo deve essere eseguito sia a finestre aperte che chiuse, al fine di individuare la situazione più gravosa. Nella misura a finestre aperte il microfono deve essere posizionato a 1 m dalla finestra; in presenza di onde stazionarie il microfono deve essere posto in corrispondenza del massimo di pressione sonora più vicino alla posizione indicata precedentemente. Nella misura a finestre chiuse, il microfono deve essere posto nel punto in cui si rileva il maggior livello della pressione acustica.

6. Misure in esterno

Nel caso di edifici con facciata a filo della sede stradale, il microfono deve essere collocato a 1 m dalla facciata stessa. Nel caso di edifici con distacco dalla sede stradale o di spazi liberi, il microfono deve essere collocato nell'interno dello spazio fruibile da persone o comunità e, comunque, a non meno di 1 m dalla facciata dell'edificio. L'altezza del microfono sia per misure in aree edificate che per misure in altri siti, deve essere scelta in accordo con la reale o ipotizzata posizione del ricettore.

7. Le misurazioni devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; la velocità del vento deve essere non superiore a 5 m/s. Il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento. La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994. ...”

3.4 Strumentazione

La strumentazione per i rilievi acustici utilizzata è conforme alle caratteristiche della classe 1 delle norme IEC 61672-1:2002 – 60651:2001 – 60804:2000.

- **Fonometro integratore ed analizzatore di spettro in tempo reale LARSON DAVIS SYSTEM, mod. 824, seriale n. 824A3757; Certificato di taratura LAT 146 10160 del 23-01- 2019;**
- **Preamplificatore LARSON DAVIS modello PRM902, seriale n. 4021;**
- **Microfono LARSON DAVIS modello 2541, seriale n. 8399; Certificato di taratura LAT 146 10161 del 23-01-2019;**
- **Calibratore di livello sonoro LARSON DAVIS mod. CAL200, seriale n. 5881; Taratura del 23-01-2019.**
- **Notebook munito di scheda audio e di software di acquisizione, registrazione ed elaborazioni dati acustici, “Noise & Vibration Works” (seriale n. NWW-101-0922);**
- **Software previsionale acustico Ramsete (Disiapyr per ambiente esterno) (lic. n. 82);**
- **Stazione meteo Davis Instruments;**
- **Macchina fotografica digitale.**

Le caratteristiche tecniche del fonometro sono:

- **Fonometro integratore di precisione** conforme alla IEC-651, IEC-804, IEC 61672 tipo 1, con rilievo contemporaneo di 48 parametri fonometrici e costanti di tempo Fast, Slow, Impulse, Picco, Leq parallele e con pesature A, C e Lin contemporanee, il tutto con una linearità dinamica superiore ai 105 dB.

- **Analizzatore in tempo reale** in ottave e terzi di ottava in banda 6.5 Hz ÷20kHz con filtri conformi alla IEC-1260 classe 1.

- **Sistema per il monitoraggio del rumore** con dinamica superiore ai 115 dBA, memorizzazione automatica dei livelli sonori, con analisi spettrale, analisi statistica dei livelli globali e per bande di frequenza ed identificazione degli eventi completa di profilo temporale.

- **Acquisitore veloce di analisi in 1/3 d’ottava** nel tempo ‘*Multispettri*’, per lo studio dei fenomeni transienti, impulsivi e per il calcolo del tempo di riverberazione.

- **Analizzatore a banda stretta FFT** con risoluzione a 400 linee spettrali in banda 0.5Hz÷20kHz, ideale per le misure di vibrazione e per l’analisi a banda stretta atta alla identificazione delle componenti tonali a cavallo di bande a 1/3 d’ottava.

Conforme alle richieste del DM 16 Marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico” oltre alle IEC 651 Tipo 1 e IEC 804 Tipo 1 (identiche alle EN 60651 ed EN 60804 e CEI 29-10), soddisfa le richieste della Legge 26-10-1995 n. 447 Legge Quadro sull’inquinamento acustico e successivi decreti attuativi (rumore in ambienti di vita) oltre al D.M. 16 Marzo 1998, D.M. 31-10-97 “Metodologia di misura del rumore aeroportuale”, Decreto Legge n. 287 del 05/12/97 e D.L. 277 dd.15/08/91 (rumore in ambienti di lavoro).

3.5 Rumore residuo

La caratterizzazione del clima acustico di zone agricole/boschive risulta influenzata da una molteplicità di sorgenti il cui livello sonoro difficilmente si presenta costante nel tempo e per uno stesso luogo. E' possibile distinguere almeno quattro tipi di sorgenti di rumore (escludendo la pioggia):

- rumore prodotto dagli animali, ove presenti, (grilli, uccelli, insetti, ovini, caprini, grossi animali, ecc....);
- rumore prodotto dal vento;
- rumore antropico (comprese lavorazioni agricole e rurali);
- rumore prodotto da traffico veicolare.

Alcuni di essi possono essere presenti nelle diverse ore della giornata e durante la notte in modo molto variabile (rumore dovuto agli animali), altri possono essere completamente casuali (presenza di vento), altri ancora possono essere presenti durante alcune ore del giorno ed assenti, o quasi, di notte (lavorazioni agricole e traffico veicolare). Ciò premesso, risulta evidente che una misura fonometrica di qualche minuto risulterebbe inadeguata a descrivere il clima acustico di una zona. D'altra parte, anche i risultati di misure effettuate in medi/lunghi periodi potrebbero non essere idonei a descrivere completamente il clima acustico di un luogo con un solo valore numerico.

Occorre osservare, inoltre, che i valori di $Leq(A)$ residuo, dovrebbero essere misurati nelle condizioni di massima produttività degli aerogeneratori, che si presentano con valori di vento a terra superiori a 5 m/s e che, per la normativa attuale, sarebbero privi di significato (perché influenzati fortemente dal vento). Non disponendo degli effettivi valori di livello residuo in condizioni operative, si otterrebbero, infatti, valori di livello ambientale massimi da "sommare" a minimi livelli di residuo per situazioni non comparabili. Per limitare l'errore sarà sempre necessario stimare (analiticamente) il valore di $Leq(A)$ residuo "corretto" (contributo dovuto al vento) presso i recettori alle condizioni di funzionamento nominale dell'aerogeneratore.

In questa fase di studio, per la determinazione del rumore residuo sono stati individuati dalla Committenza dei recettori che durante i sopralluoghi hanno presentato le caratteristiche di "abitazione" e, in base alla tipologia del sito, sono stati individuati alcuni punti di rilievo rappresentativi della zona. Dai rilievi spot di breve durata si sono potuti valutare i valori di $Leq(A)$ residuo utilizzati per la valutazione del $Leq(A)$ ambientale. I valori utilizzati per il periodo diurno sono comuni per gruppi di recettori ubicati in zone simili, mentre per il periodo notturno si è scelto di utilizzare lo stesso valore di riferimento

sulla scorta di diffusi rilievi spot e dei rilievi realizzati in altre esperienze e riferiti a siti analoghi e con analoghe finalità tenendo anche conto di diverse condizioni climatiche.

Considerando sempre condizioni di tempo con assenza di pioggia, temperatura variabile e velocità del vento inferiore a 5 m/s, i valori di livello acustico diurno rilevati variano da circa 47.0 dB(A) (mascherando il contributo del traffico veicolare) per le zone abitate e interessate da traffico stradale (stazione di misura M1) a circa 54.7 dB(A) per le zone più interne dove l'influenza del traffico veicolare è scarsa o nulla e invece incidono di più il contributo del vento e dell'ambiente naturale circostante (stazione di misura M2). In orario notturno il valore minimo difficilmente si presenta ovunque inferiore a 35.0/37.0 dB(A). Ai fini delle elaborazioni acustiche per i recettori in oggetto si sono utilizzati per tutti i recettori i valori residui di Leq(A) diurno rilevati nei punti rappresentativi di rilievo mascherando il contributo del traffico stradale e un Leq(A) notturno medio valutato per tutte le zone di circa 35.0 dB(A).

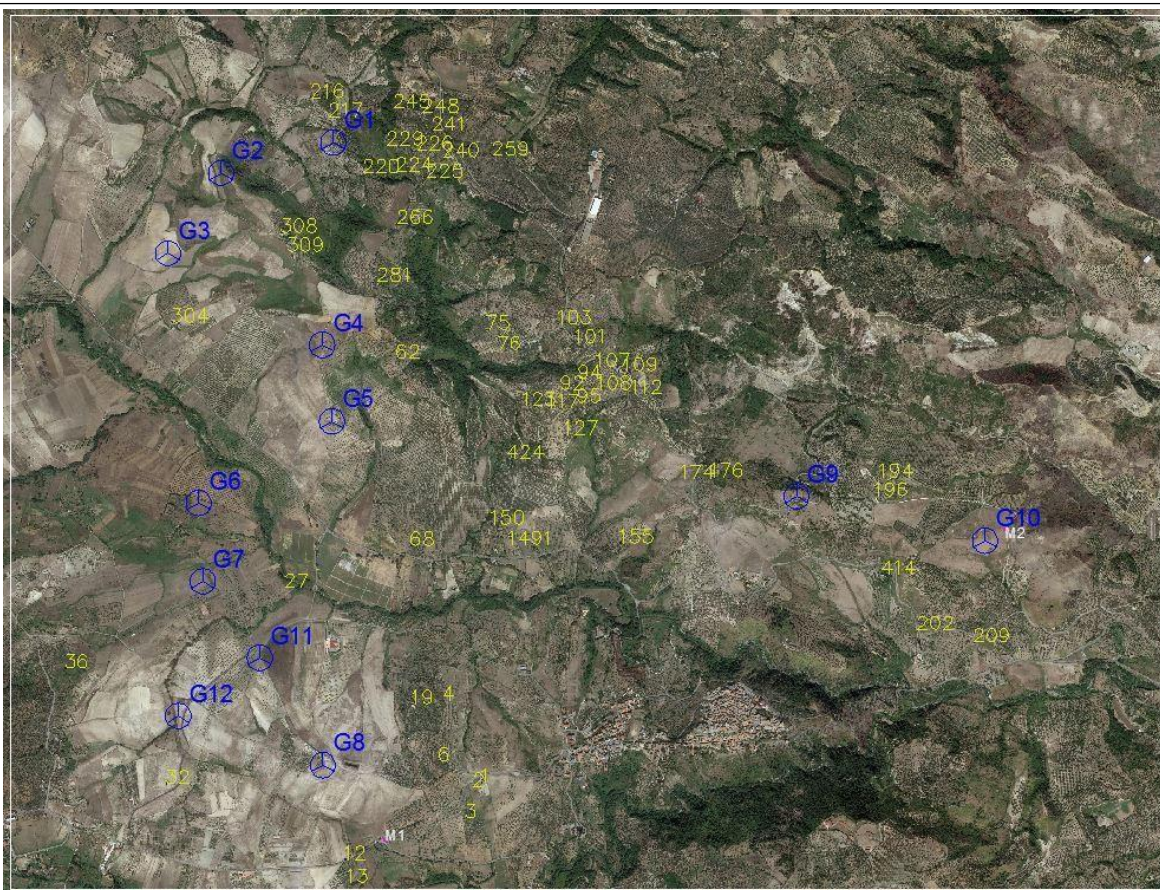


Fig. 3 – Indicazione dei punti di misura

4 IMPATTI DA RUMORE

La valutazione del rumore prodotto dal Parco Eolico è stata effettuata considerando varie fasi operative e diverse sorgenti.

Per quanto riguarda la fase di cantiere si possono distinguere:

- uno studio d'impatto acustico previsionale per il traffico stradale generato dai veicoli leggeri e pesanti che accedono alla viabilità interna del parco;
- uno studio d'impatto acustico previsionale per le attività di scavo e riassetto (attività di movimentazione) generato dalle macchine di cantiere pesanti durante le fasi di scavo ed adeguamento stradale.

Per quanto attiene la fase di esercizio, è stato effettuato il relativo studio d'impatto acustico considerando attivi tutti gli aerogeneratori.

4.1 Impatto acustico previsionale per il traffico stradale

Lo studio previsionale d'impatto acustico per il traffico stradale è stato svolto su computer mediante un modello di simulazione della propagazione del suono in ambiente esterno che si basa sugli algoritmi di calcolo del modello R.L.S.-81 elaborato dal Ministero dei Trasporti della Repubblica Federale Tedesca e su studi svolti in Italia nell'ambito del progetto Disia. Tale modello permette di introdurre graficamente il layout della strada e, successivamente, tramite data base aggiornabile, le caratteristiche della strada (pendenza, caratteristiche geometriche, classe di appartenenza di normativa, materiale di fondo) e del traffico (numero di veicoli leggeri/giorno, numero di veicoli pesanti/giorno) così da determinare la tipologia e la quantità del livello di pressione delle emissioni sonore prodotte dai veicoli che dovranno essere associate alla strada. Successivamente viene costruita una griglia di punti nell'intorno della strada (a distanza definibile dall'utente) ed in ogni nodo della griglia viene determinato il valore calcolato. Per operare il calcolo del livello sonoro in ciascun punto della griglia di calcolo, si considera il contributo di tutti i singoli tratti di tutte le strade interessate.

Il programma verifica anzitutto che la distanza dal centro del tratto di strada al punto di calcolo considerato sia almeno doppia della lunghezza del tratto; se così non è, si procede suddividendo il tratto in due sottotratti uguali, per ciascuno dei quali viene ripetuto tale controllo, eventualmente suddividendo ulteriormente i sottotratti finché essi non divengono abbastanza corti. In questo modo il raffittimento viene operato soltanto per i tratti più vicini al punto di calcolo.

Si considera un singolo contributo di energia sonora da ciascun sottotratto, come se ci fosse una sorgente concentrata nel suo centro. Il Livello di Potenza L_W di tale sorgente concentrata può essere ottenuta a partire dal Livello di Potenza per metro $L_{W,1m}$ del tratto considerato, a sua volta legato al Livello equivalente prodotto dall'insieme di mezzi che percorrono la strada. Considerando poi la lunghezza "l" del tratto, si ottiene il livello di potenza complessivo del tratto:

$$L_W = L_{W,1m} + 10 \cdot \lg(l)$$

La propagazione è considerata di tipo sferico con però l'aggiunta di un termine esponenziale di estinzione con la distanza per modellare l'attenuazione in eccesso. L'altezza della sorgente è prudenzialmente assunta a 0.5 m dal terreno, e quella del ricevitore ad 1.5 m dal suolo.

La Committenza non ha fornito dati in ingresso che sono stati assunti pari a: numero 6 passaggi/ora di veicoli leggeri (per 8 ore lavorative = 48 veicoli/giorno) e numero 2 passaggi/ora di veicoli pesanti (per 8 ore lavorative = 16 veicoli/giorno) con una velocità media di circa 30 Km/h, giustificata dalla tipologia di strada (tipo F – locale secondo la classificazione del Codice della Strada) e dai carichi, considerando che tale traffico sia contemporaneo sui tratti di strade interessate dai lavori.

I limiti di immissione sonora ad opera delle infrastrutture stradali si rifanno al D.P.R. 30/03/2004 n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante da traffico stradale". La fascia di pertinenza per le strade di tipo F è di 30 metri, per cui i valori dei livelli di pressione sono stati verificati a tale distanza. Dai calcoli deriva che il rumore prodotto in asse strada dall'insieme dei veicoli è di circa 49.0 dB(A) ed a 30 metri il L_{eq} (su 8 ore di lavoro) è pari a circa 42.0 dB(A). Nell'intero periodo diurno il L_{eq} (06-22) è di circa 39.0 dB(A). Alla luce di quanto esposto, anche per i recettori più interessati il traffico stradale in esame non genera situazioni di indebita esposizione al rumore.

4.2 Impatto acustico previsionale per le attività di movimentazione

L'analisi previsionale d'impatto acustico considera l'emissione acustica indotta solamente dai mezzi meccanici molto lenti (gru ed escavatori) con i livelli di potenza sonora massimi possibili espressi secondo la proposta della Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio in modifica alla Direttiva 2000/14/CE sul ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto. La Committenza non ha fornito indicazioni in merito, pertanto il livello massimo di potenza sonora emesso da "mezzi di compattazione quali rulli vibranti, piastre vibranti e vibrocostipatori" è stato assunto pari a circa 106.0 dB(A). Data l'attenuazione del livello di pressione sonora con l'incremento della distanza e considerate le sorgenti di rumore come puntiformi ed in campo libero, la legge di propagazione del rumore adottabile è:

$$L_p = L_w - 11 - 20 \log(r) - 10 \log(400/\rho_0 \times c_0) + D$$

dove:

L_w = livello di potenza sonora della sorgente;

r = distanza del ricevitore dalla sorgente;

D = indice di direttività della sorgente di rumore;

L_p = livello di pressione stimata al ricevitore;

Per valutare il livello di pressione sonora a distanza "r" dalla sorgente è stata sviluppata la seguente tabella considerando che la propagazione del rumore avvenga in campo libero e senza considerare il contributo di eventuali barriere naturali costituite dall'orografia del terreno e che la sorgente presenti un livello di pressione massimo pari a 106.0 dB(A).

DISTANZA (m)	Leq(A) 8 ore	Leq(A) (Tr diurno)
10	78.2	75.2
20	72.1	69.1
30	68.6	65.6
40	66.1	63.1
50	64.2	61.2
100	58.2	55.2
200	52.1	49.1
300	48.7	45.7
500	44.2	41.2
1000	38.2	35.2
1200	36.6	33.6
1500	34.6	31.6

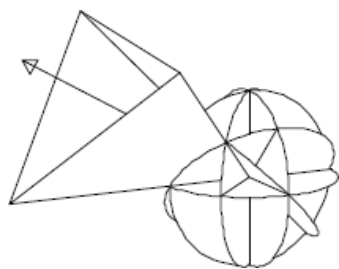
Tab. 2 – Livello di pressione sonora stimato

Anche considerando il generatore a circa 50 m dal recettore più vicino, il livello emesso stimato durante le ore di lavoro sarà pari a 64.2 dB(A), mentre riferito all'intero periodo diurno sarà pari a 61.2 dB(A). Il livello ambientale stimato nei pressi dell'ipotetico ricettore più esposto per le attività di cantiere sarà, quindi, pari a 61.4 dB(A) riferito all'intero periodo diurno e tenendo conto del valore del residuo. Tale valore, peraltro limitato nel tempo, risulta inferiore al valore limite diurno di 70.0 dB(A) della zona acustica "tutto territorio nazionale" (D.P.C.M. 01/03/1991).

4.3 Impatto acustico previsionale in fase di esercizio

Il calcolo acustico previsionale dell'intera zona gravitante sul Parco Eolico nella fase di esercizio, è stato svolto mediante l'impiego degli algoritmi riportati nel paragrafo 2.3, mentre per la simulazione della propagazione del rumore in zone limitate di ambiente esterno è possibile utilizzare lo specifico software Disiapyr. Tale programma si basa sulla teoria detta Pyramid Tracing in cui la sorgente (definibile dall'utente) emette dei fasci divergenti a forma di piramidi che, percorrendo lo spazio per arrivare al ricevitore, possono incontrare ostacoli ed essere riflessi, rifratti o comunque deviati nel loro cammino e giungere al ricevitore con diverse quantità di energia. Il livello di pressione sonora percepito dal ricevitore terrà conto di tutti i "raggi" emessi da tutte le sorgenti. Il numero di sorgenti, di ricevitori e la precisione dei risultati dipendono solo dalla potenza del computer e dai tempi di elaborazione, non essendoci limiti intrinseci del programma.

La suddivisione della superficie in triangoli, è fatta utilizzando una versione modificata dell'algoritmo di Tenebaum, procedendo alla suddivisione in 8 ottanti della sfera: in questo



modo il numero delle piramidi generate può essere di un numero che sia una potenza di 2 ($8 \cdot 2^N$), inoltre tutte queste hanno la stessa area di base, generando così una sorgente sonora isotropica. I vantaggi di questa tecnica sono il ricevitore puntiforme e il numero contenuto di fasci da emettere (si fanno simulazioni discrete già con 2048

piramidi) il tutto a vantaggio della velocità di elaborazione dei dati da parte di un calcolatore. Chiaramente il tempo di calcolo cresce con diretta proporzionalità al numero di piramidi tracciate. Il tracciamento del raggio centrale di ciascuna piramide avviene seguendo le usuali ipotesi dell'acustica geometrica: riflessione speculare all'impatto con una superficie, ubbidendo alla legge di Snell. Dopo ogni riflessione si provvede a costruire la posizione della sorgente immagine rispetto alla superficie impattata, e si prosegue il tracciamento del raggio a partire da tale nuova sorgente virtuale. La verifica dell'impatto sui ricevitori avviene quando uno di essi si trova all'interno di una piramide che si sta tracciando. Questo fatto viene verificato tracciando indietro sulla superficie sferica della sorgente immagine la congiungente sorgente-ricevitore, e verificando che tale punto sia interno al triangolo costituito dai tre spigoli della piramide. Se si verifica la condizione di arrivo di energia sul ricevitore, il contributo ricevuto viene memorizzato in una opportuna matrice, costituita da 10 colonne (le 10 bande di frequenza) e da alcune centinaia o migliaia di righe, corrispondenti ciascuna un certo intervallo temporale rispetto all'istante di emissione. Chiaramente la matrice dei risultati sarà tanto più lunga quanto più lunga è la risposta all'impulso da calcolare, e tanto maggiore è la risoluzione temporale voluta.

Nel caso in esame, l'intera area di studio è stata riportata graficamente in 3D discretizzando la superficie del terreno in triangoli a cui sono stati associati dei coefficienti di assorbimento e di fonoisolamento così che, per i raggi incidenti, potessero essere riconosciuti come schermi più o meno assorbenti. Naturalmente tali coefficienti sono stati assegnati per ogni frequenza anche se il risultato finale è il valore del livello di pressione sonora nei singoli ricevitori pesato in scala "A". Gli aerogeneratori, in numero di 12, sono stati schematizzati come sorgenti omnidirezionali posizionate a 112 metri dal suolo con livello di potenza sonora di 104.9 dB(A). Dopo le sorgenti sono stati predisposti i ricevitori secondo una griglia regolare a distanza di 40 m lungo i due assi ed ad una quota di circa 3 metri dal livello del suolo nell'intorno della zona occupata dagli aerogeneratori. Oltre ai ricevitori disposti sui nodi della griglia piana, sono stati ubicati eventuali specifici recettori da indagare. Si è proceduto, quindi, ad interpolare i valori ottenuti dal calcolo per la costruzione delle curve di livello acustico.

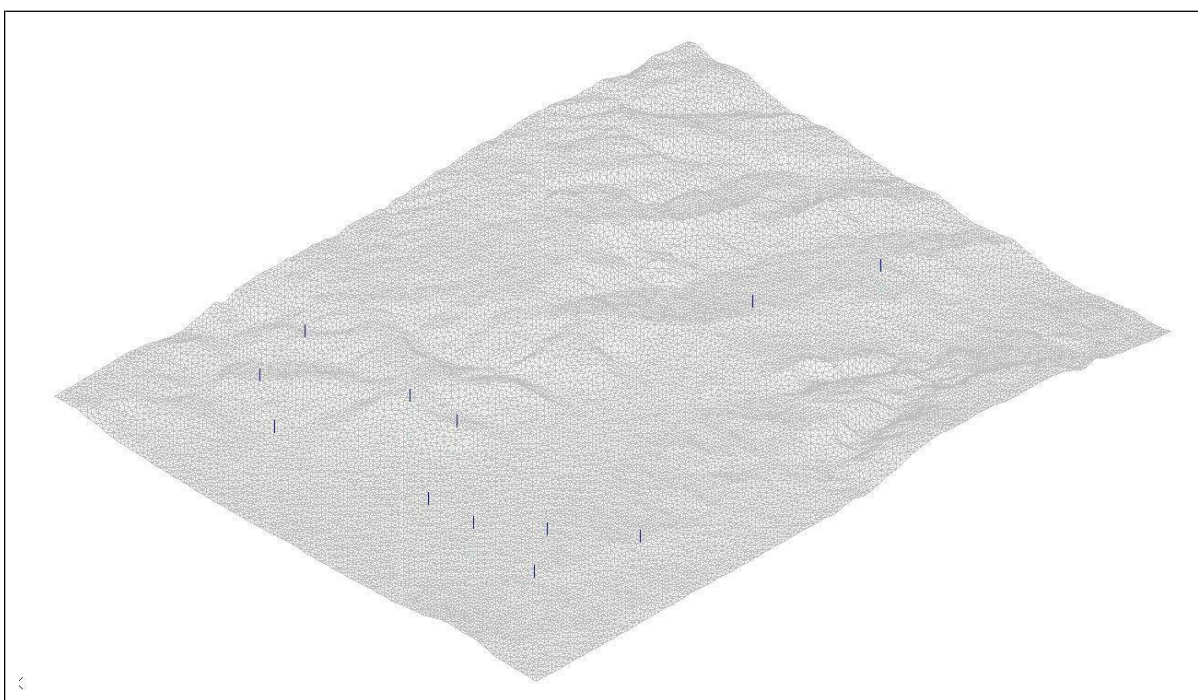


Fig. 4 – Modello tridimensionale del terreno con aerogeneratori (vista assonometrica)

4.4 Dati di input e risultati dell'elaborazione

Per quanto riguarda le sorgenti considerate nel calcolo, si è ipotizzato l'utilizzo di aerogeneratori del tipo Vestas V150-4.0/5.0 MW con altezza "hub" pari a 112 metri. Il valore di Lw (A) utilizzato nei calcoli è relativo alla velocità del vento al mozzo pari a 10m/s.

Dalle caratteristiche acustiche fornite dalla casa costruttrice, si riportano i dati di potenza acustica in rapporto alla velocità del vento ad altezza "hub" relative a diverse configurazioni.

VELOCITA' VENTO ALTEZZA HUB (m/s)	ALTEZZA HUB (m)	NOISE MODO 0 Lw (A)
3	112	91.1
4	112	91.3
5	112	93.2
6	112	96.4
7	112	99.9
8	112	103.3
9	112	104.9
10	112	104.9

Tab 3 – Lw in rapporto alla velocità del vento ad altezza hub

Le singole componenti spettrali del rumore emesso dalla sorgenti nella configurazione utilizzata sono state desunte dalle schede tecniche e riassunte nella seguente tabella considerando la configurazione "Mode 0" con il bordo di uscita delle pale filettato:

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Lw (A)
Livelli (dB)	80.6	88.5	93.4	94.4	94.2	90.0	82.7	72.4	104.9

Tab 4 – Componenti spettrali del rumore emesso dalle sorgenti considerate con v=10 m/s

IDENTIFICATIVO ORTOFOTO	AEROGENERATORI			Lw SORGENTE
	E	N	Q _{terreno+112m}	dB(A)
G1	629684.19	4297067.43	422.60	104.9
G2	629022.00	4296888.00	427.00	104.9
G3	628707.32	4296413.10	344.00	104.9
G4	629619.72	4295871.51	451.00	104.9
G5	629704.44	4295409.84	403.00	104.9
G6	628888.29	4294936.25	315.50	104.9
G7	628912.00	4294473.00	316.00	104.9
G8	629623.20	4293385.76	376.60	104.9
G9	632425.00	4294976.00	370.00	104.9
G10	633540.30	4294713.80	282.00	104.9
G11	629250.16	4294020.46	316.00	104.9
G12	628767.83	4293677.03	329.50	104.9

Tab. 5 – Tabella dei dati delle sorgenti utilizzati nel modello di calcolo

IDENTIFICATIVO ORTOFOTO	RECETTORI			Li RECETTORE
	E	N	Q _{terreno+3m}	dB(A)
216	629555.8	4297332.7	285.23	42.0
217	629664.6	4297275.3	303.2	44.8
245	630117.4	4297274.5	361.98	37.2
229	630129	4297053.7	357	38.2
226	630200.3	4297026	360.6	36.5
240	630337.8	4296984.7	363.5	33.8
220	630866.2	4296890.1	335.8	26.2
224	630200.2	4296914.9	359.4	36.2
225	630241.4	4296954.5	361.6	35.5
266	630068.6	4296590	345	36.0
304	628732.8	4296006.1	223	39.5
36	628102	4293962.1	240.25	34.1
27	629402.8	4294440.1	202.8	41.0
62	630064.2	4295794.1	348.9	39.8
76	630662.9	4295896.2	300	29.9
103	631016.7	4295997.1	365.9	26.0
94	631138.7	4295672.8	360.7	25.7
92	631079.6	4295608.9	363	26.1
123	630876.6	4295512.4	318.7	27.7
127	631056.4	4295342.3	343	26.4
68	630145.8	4294686.3	203	32.6
150	630619.7	4294812.6	215	28.5
4	630338.7	4293771.1	242	31.9
6	630314.4	4293411.1	274.5	33.1
12	629757.4	4292829	252.3	35.1
13	629770.4	4292746.6	261	33.5
194	632918.4	4295086.9	190.1	37.0
196	632890.4	4295030.4	194.15	37.7

Tab. 6 - Risultati dell'elaborazione - recettori con buffer 200 m

IDENTIFICATIVO ORTOFOTO	RECETTORI			Li
	E	N	Q _{terreno+3m}	RECETTORE dB(A)
248	630216.8	4297247.3	360	35.4
241	630274	4297139.6	360.8	34.8
308	629378.9	4296537.8	346	40.1
309	629417.7	4296517.7	346	39.8
281	629950.3	4296247.6	337.5	38.0
75	630503.6	4295964.2	282	31.8
101	631119.4	4295937.5	366	25.3
107	631365.9	4295742.7	352.7	25.1
108	631373	4295715	356	25.3
109	631406	4295718.1	354	25.3
112	631449.9	4295676.1	359	25.7
95	631215.2	4295638.2	348.6	25.5
117	631097.5	4295555.1	353.5	26.1
424	630718	4295199.9	233.2	28.8
174	631864	4295080.7	305.6	34.8
176	631917.9	4295091.9	313	36.0
1491	630726.8	4294743.5	208.8	27.4
155	631383.8	4294700.5	218.5	26.8
19	630155.3	4293749.9	229.7	34.6
1	630564.9	4293284.5	276.4	28.9
2	630540.3	4293259.9	276.4	29.2
3	630469.7	4293075	268.15	29.4
202	633143.2	4294189.1	134	33.4
209	633477.2	4294114.9	112.9	33.9

Tab. 7 - Risultati dell'elaborazione - recettori con buffer 500 m

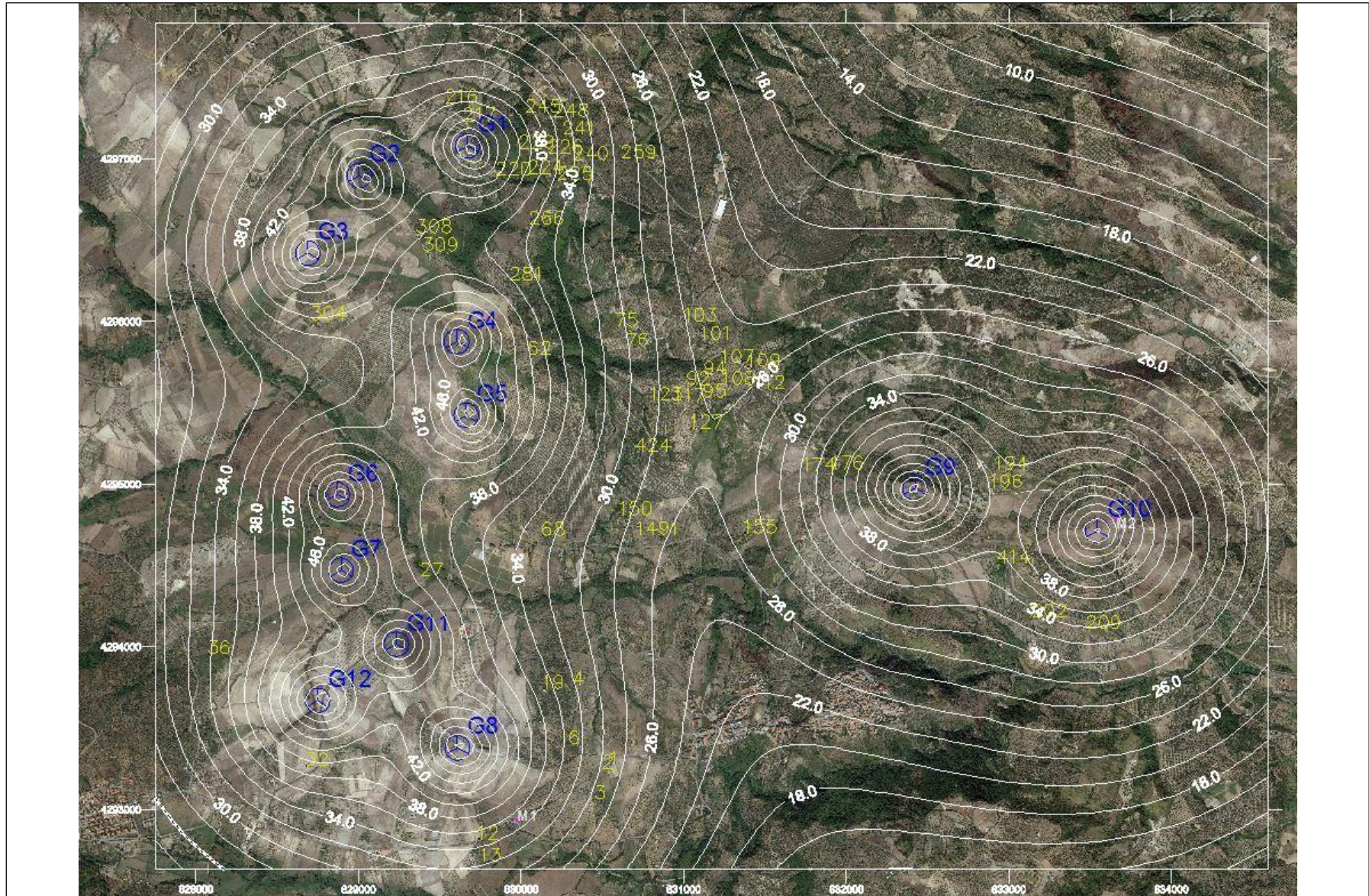


Fig. 5 – Isofoniche - Mappa a curve di livello della distribuzione del rumore indotto dagli aerogeneratori nell'area del Parco Eolico

PERIODO DIURNO							AMBIENTE ABITATIVO - FINESTRE APERTE				AMBIENTE ABITATIVO - FINESTRE CHIUSE			
recettore	residuo	sorgente	Ambientale	limite zona	VERIFICA		AMB - 3dBA	INTERNO	VERIFICA		AMB -18dBA	INTERNO *	VERIFICA	
numero	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE
216	47.0	42.0	48.2	70.0	< 70	SODDISFATTA	45.2	44.0	45.2<50.0	TRASCURABILE	30.2	29.0	30.2<35.0	TRASCURABILE
217	47.0	44.8	49.1	70.0	< 70	SODDISFATTA	46.1	44.0	46.1<50.0	TRASCURABILE	31.1	29.0	31.1<35.0	TRASCURABILE
245	47.0	37.2	47.4	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.4	44.0	44.4<50.0	TRASCURABILE	29.4	29.0	29.4<35.0	TRASCURABILE
229	47.0	38.2	47.5	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.5	44.0	44.5<50.0	TRASCURABILE	29.5	29.0	29.5<35.0	TRASCURABILE
226	47.0	36.5	47.4	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.4	44.0	44.4<50.0	TRASCURABILE	29.4	29.0	29.4<35.0	TRASCURABILE
240	47.0	33.8	47.2	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.2	44.0	44.2<50.0	TRASCURABILE	29.2	29.0	29.2<35.0	TRASCURABILE
220	47.0	26.2	47.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.0	44.0	44<50.0	TRASCURABILE	29.0	29.0	29<35.0	TRASCURABILE
224	47.0	36.2	47.3	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.3	44.0	44.3<50.0	TRASCURABILE	29.3	29.0	29.3<35.0	TRASCURABILE
225	47.0	35.5	47.3	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.3	44.0	44.3<50.0	TRASCURABILE	29.3	29.0	29.3<35.0	TRASCURABILE
266	47.0	36.0	47.3	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.3	44.0	44.3<50.0	TRASCURABILE	29.3	29.0	29.3<35.0	TRASCURABILE
304	47.0	39.5	47.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.7	44.0	44.7<50.0	TRASCURABILE	29.7	29.0	29.7<35.0	TRASCURABILE
36	47.0	34.1	47.2	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.2	44.0	44.2<50.0	TRASCURABILE	29.2	29.0	29.2<35.0	TRASCURABILE
27	47.0	41.0	48.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	45.0	44.0	45<50.0	TRASCURABILE	30.0	29.0	30<35.0	TRASCURABILE
62	47.0	39.8	47.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.8	44.0	44.8<50.0	TRASCURABILE	29.8	29.0	29.8<35.0	TRASCURABILE
76	47.0	29.9	47.1	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.1	44.0	44.1<50.0	TRASCURABILE	29.1	29.0	29.1<35.0	TRASCURABILE
103	47.0	26.0	47.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.0	44.0	44<50.0	TRASCURABILE	29.0	29.0	29<35.0	TRASCURABILE
94	47.0	25.7	47.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.0	44.0	44<50.0	TRASCURABILE	29.0	29.0	29<35.0	TRASCURABILE
92	47.0	26.1	47.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.0	44.0	44<50.0	TRASCURABILE	29.0	29.0	29<35.0	TRASCURABILE
123	47.0	27.7	47.1	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.1	44.0	44.1<50.0	TRASCURABILE	29.1	29.0	29.1<35.0	TRASCURABILE
127	47.0	26.4	47.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.0	44.0	44<50.0	TRASCURABILE	29.0	29.0	29<35.0	TRASCURABILE
68	47.0	32.6	47.2	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.2	44.0	44.2<50.0	TRASCURABILE	29.2	29.0	29.2<35.0	TRASCURABILE
150	47.0	28.5	47.1	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.1	44.0	44.1<50.0	TRASCURABILE	29.1	29.0	29.1<35.0	TRASCURABILE
4	47.0	31.9	47.1	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.1	44.0	44.1<50.0	TRASCURABILE	29.1	29.0	29.1<35.0	TRASCURABILE
6	47.0	33.1	47.2	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.2	44.0	44.2<50.0	TRASCURABILE	29.2	29.0	29.2<35.0	TRASCURABILE
12	47.0	35.1	47.3	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.3	44.0	44.3<50.0	TRASCURABILE	29.3	29.0	29.3<35.0	TRASCURABILE
13	47.0	33.5	47.2	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.2	44.0	44.2<50.0	TRASCURABILE	29.2	29.0	29.2<35.0	TRASCURABILE
194	47.0	37.0	47.4	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.4	44.0	44.4<50.0	TRASCURABILE	29.4	29.0	29.4<35.0	TRASCURABILE
196	47.0	37.7	47.5	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.5	44.0	44.5<50.0	TRASCURABILE	29.5	29.0	29.5<35.0	TRASCURABILE

Tab. 8 - Risultati dell'elaborazione e verifiche in periodo diurno - recettori con buffer 200 m

PERIODO DIURNO							AMBIENTE ABITATIVO - FINESTRE APERTE				AMBIENTE ABITATIVO - FINESTRE CHIUSE			
recettore	residuo	sorgente	Ambientale	limite zona	VERIFICA		AMB - 3dBA	INTERNO	VERIFICA		AMB -18dBA	INTERNO *	VERIFICA	
numero	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE
248	47.0	35.4	47.3	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.3	44.0	44.3<50.0	TRASCURABILE	29.3	29.0	29.3<35.0	TRASCURABILE
241	47.0	34.8	47.3	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.3	44.0	44.3<50.0	TRASCURABILE	29.3	29.0	29.3<35.0	TRASCURABILE
308	47.0	40.1	47.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.8	44.0	44.8<50.0	TRASCURABILE	29.8	29.0	29.8<35.0	TRASCURABILE
309	47.0	39.8	47.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.7	44.0	44.7<50.0	TRASCURABILE	29.7	29.0	29.7<35.0	TRASCURABILE
281	47.0	38.0	47.5	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.5	44.0	44.5<50.0	TRASCURABILE	29.5	29.0	29.5<35.0	TRASCURABILE
75	47.0	31.8	47.1	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.1	44.0	44.1<50.0	TRASCURABILE	29.1	29.0	29.1<35.0	TRASCURABILE
101	47.0	25.3	47.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.0	44.0	44<50.0	TRASCURABILE	29.0	29.0	29<35.0	TRASCURABILE
107	47.0	25.1	47.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.0	44.0	44<50.0	TRASCURABILE	29.0	29.0	29<35.0	TRASCURABILE
108	47.0	25.3	47.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.0	44.0	44<50.0	TRASCURABILE	29.0	29.0	29<35.0	TRASCURABILE
109	47.0	25.3	47.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.0	44.0	44<50.0	TRASCURABILE	29.0	29.0	29<35.0	TRASCURABILE
112	47.0	25.7	47.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.0	44.0	44<50.0	TRASCURABILE	29.0	29.0	29<35.0	TRASCURABILE
95	47.0	25.5	47.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.0	44.0	44<50.0	TRASCURABILE	29.0	29.0	29<35.0	TRASCURABILE
117	47.0	26.1	47.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.0	44.0	44<50.0	TRASCURABILE	29.0	29.0	29<35.0	TRASCURABILE
424	47.0	28.8	47.1	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.1	44.0	44.1<50.0	TRASCURABILE	29.1	29.0	29.1<35.0	TRASCURABILE
174	47.0	34.8	47.3	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.3	44.0	44.3<50.0	TRASCURABILE	29.3	29.0	29.3<35.0	TRASCURABILE
176	47.0	36.0	47.3	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.3	44.0	44.3<50.0	TRASCURABILE	29.3	29.0	29.3<35.0	TRASCURABILE
1491	47.0	27.4	47.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.0	44.0	44<50.0	TRASCURABILE	29.0	29.0	29<35.0	TRASCURABILE
155	47.0	26.8	47.0	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.0	44.0	44<50.0	TRASCURABILE	29.0	29.0	29<35.0	TRASCURABILE
19	47.0	34.6	47.2	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.2	44.0	44.2<50.0	TRASCURABILE	29.2	29.0	29.2<35.0	TRASCURABILE
1	47.0	28.9	47.1	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.1	44.0	44.1<50.0	TRASCURABILE	29.1	29.0	29.1<35.0	TRASCURABILE
2	47.0	29.2	47.1	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.1	44.0	44.1<50.0	TRASCURABILE	29.1	29.0	29.1<35.0	TRASCURABILE
3	47.0	29.4	47.1	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.1	44.0	44.1<50.0	TRASCURABILE	29.1	29.0	29.1<35.0	TRASCURABILE
202	47.0	33.4	47.2	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.2	44.0	44.2<50.0	TRASCURABILE	29.2	29.0	29.2<35.0	TRASCURABILE
209	47.0	33.9	47.2	70.0	< 70	SODDISFATTA	44.2	44.0	44.2<50.0	TRASCURABILE	29.2	29.0	29.2<35.0	TRASCURABILE

Tab. 9 - Risultati dell'elaborazione e verifiche in periodo diurno - recettori con buffer 500 m

PERIODO DIURNO							AMBIENTE ABITATIVO - FINESTRE APERTE				AMBIENTE ABITATIVO - FINESTRE CHIUSE			
recettore	residuo	sorgente	Ambientale	limite zona	VERIFICA		AMB - 3dB(A)	INTERNO	VERIFICA		AMB -18dB(A)	INTERNO *	VERIFICA	
numero	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE
216	54.7	42.0	54.9	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.9	51.7	-4.8	SODDISFATTA	36.9	36.7	-4.8	SODDISFATTA
217	54.7	44.8	55.1	70.0	< 70	SODDISFATTA	52.1	51.7	-4.6	SODDISFATTA	37.1	36.7	-4.6	SODDISFATTA
245	54.7	37.2	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA
229	54.7	38.2	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA
226	54.7	36.5	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA
240	54.7	33.8	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
220	54.7	26.2	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
224	54.7	36.2	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA
225	54.7	35.5	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA
266	54.7	36.0	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA
304	54.7	39.5	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA
36	54.7	34.1	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
27	54.7	41.0	54.9	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.9	51.7	-4.8	SODDISFATTA	36.9	36.7	-4.8	SODDISFATTA
62	54.7	39.8	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA
76	54.7	29.9	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
103	54.7	26.0	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
94	54.7	25.7	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
92	54.7	26.1	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
123	54.7	27.7	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
127	54.7	26.4	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
68	54.7	32.6	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
150	54.7	28.5	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
4	54.7	31.9	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
6	54.7	33.1	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
12	54.7	35.1	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
13	54.7	33.5	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
194	54.7	37.0	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA
196	54.7	37.7	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA

Tab. 10 - Risultati dell'elaborazione e verifiche in periodo diurno - recettori con buffer 200 m

PERIODO DIURNO							AMBIENTE ABITATIVO - FINESTRE APERTE				AMBIENTE ABITATIVO - FINESTRE CHIUSE			
recettore	residuo	sorgente	Ambientale	limite zona	VERIFICA		AMB - 3dBA	INTERNO	VERIFICA		AMB -18dBA	INTERNO *	VERIFICA	
numero	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE
248	54.7	35.4	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA
241	54.7	34.8	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
308	54.7	40.1	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA
309	54.7	39.8	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA
281	54.7	38.0	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA
75	54.7	31.8	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
101	54.7	25.3	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
107	54.7	25.1	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
108	54.7	25.3	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
109	54.7	25.3	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
112	54.7	25.7	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
95	54.7	25.5	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
117	54.7	26.1	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
424	54.7	28.8	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
174	54.7	34.8	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
176	54.7	36.0	54.8	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.8	51.7	-4.9	SODDISFATTA	36.8	36.7	-4.9	SODDISFATTA
1491	54.7	27.4	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
155	54.7	26.8	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
19	54.7	34.6	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
1	54.7	28.9	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
2	54.7	29.2	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
3	54.7	29.4	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
202	54.7	33.4	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA
209	54.7	33.9	54.7	70.0	< 70	SODDISFATTA	51.7	51.7	-5.0	SODDISFATTA	36.7	36.7	-5.0	SODDISFATTA

Tab. 11 - Risultati dell'elaborazione e verifiche in periodo diurno - recettori con buffer 500 m

PERIODO NOTTURNO							AMBIENTE ABITATIVO - FINESTRE APERTE				AMBIENTE ABITATIVO - FINESTRE CHIUSE			
recettore	residuo	sorgente	Ambientale	limite zona	VERIFICA		AMB - 3dBA	INTERNO	VERIFICA		AMB -18dBA	INTERNO *	VERIFICA	
numero	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE
216	35.0	42.0	42.8	60.0	< 60	SODDISFATTA	39.8	32.0	39.8<40.0	TRASCURABILE	24.8	25.0	24.8<25.0	TRASCURABILE
217	35.0	44.8	45.3	60.0	< 60	SODDISFATTA	42.3	32.0	7.3	NON SODDISFATTA	27.3	25.0	-0.7	SODDISFATTA
245	35.0	37.2	39.3	60.0	< 60	SODDISFATTA	36.3	32.0	36.3<40.0	TRASCURABILE	21.3	25.0	21.3<25.0	TRASCURABILE
229	35.0	38.2	39.9	60.0	< 60	SODDISFATTA	36.9	32.0	36.9<40.0	TRASCURABILE	21.9	25.0	21.9<25.0	TRASCURABILE
226	35.0	36.5	38.8	60.0	< 60	SODDISFATTA	35.8	32.0	35.8<40.0	TRASCURABILE	20.8	25.0	20.8<25.0	TRASCURABILE
240	35.0	33.8	37.4	60.0	< 60	SODDISFATTA	34.4	32.0	34.4<40.0	TRASCURABILE	19.4	25.0	19.4<25.0	TRASCURABILE
220	35.0	26.2	35.5	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.5	32.0	32.5<40.0	TRASCURABILE	17.5	25.0	17.5<25.0	TRASCURABILE
224	35.0	36.2	38.7	60.0	< 60	SODDISFATTA	35.7	32.0	35.7<40.0	TRASCURABILE	20.7	25.0	20.7<25.0	TRASCURABILE
225	35.0	35.5	38.3	60.0	< 60	SODDISFATTA	35.3	32.0	35.3<40.0	TRASCURABILE	20.3	25.0	20.3<25.0	TRASCURABILE
266	35.0	36.0	38.6	60.0	< 60	SODDISFATTA	35.6	32.0	35.6<40.0	TRASCURABILE	20.6	25.0	20.6<25.0	TRASCURABILE
304	35.0	39.5	40.9	60.0	< 60	SODDISFATTA	37.9	32.0	37.9<40.0	TRASCURABILE	22.9	25.0	22.9<25.0	TRASCURABILE
36	35.0	34.1	37.6	60.0	< 60	SODDISFATTA	34.6	32.0	34.6<40.0	TRASCURABILE	19.6	25.0	19.6<25.0	TRASCURABILE
27	35.0	41.0	42.0	60.0	< 60	SODDISFATTA	39.0	32.0	39<40.0	TRASCURABILE	24.0	25.0	24<25.0	TRASCURABILE
62	35.0	39.8	41.0	60.0	< 60	SODDISFATTA	38.0	32.0	38<40.0	TRASCURABILE	23.0	25.0	23<25.0	TRASCURABILE
76	35.0	29.9	36.2	60.0	< 60	SODDISFATTA	33.2	32.0	33.2<40.0	TRASCURABILE	18.2	25.0	18.2<25.0	TRASCURABILE
103	35.0	26.0	35.5	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.5	32.0	32.5<40.0	TRASCURABILE	17.5	25.0	17.5<25.0	TRASCURABILE
94	35.0	25.7	35.5	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.5	32.0	32.5<40.0	TRASCURABILE	17.5	25.0	17.5<25.0	TRASCURABILE
92	35.0	26.1	35.5	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.5	32.0	32.5<40.0	TRASCURABILE	17.5	25.0	17.5<25.0	TRASCURABILE
123	35.0	27.7	35.7	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.7	32.0	32.7<40.0	TRASCURABILE	17.7	25.0	17.7<25.0	TRASCURABILE
127	35.0	26.4	35.6	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.6	32.0	32.6<40.0	TRASCURABILE	17.6	25.0	17.6<25.0	TRASCURABILE
68	35.0	32.6	37.0	60.0	< 60	SODDISFATTA	34.0	32.0	34<40.0	TRASCURABILE	19.0	25.0	19<25.0	TRASCURABILE
150	35.0	28.5	35.9	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.9	32.0	32.9<40.0	TRASCURABILE	17.9	25.0	17.9<25.0	TRASCURABILE
4	35.0	31.9	36.7	60.0	< 60	SODDISFATTA	33.7	32.0	33.7<40.0	TRASCURABILE	18.7	25.0	18.7<25.0	TRASCURABILE
6	35.0	33.1	37.2	60.0	< 60	SODDISFATTA	34.2	32.0	34.2<40.0	TRASCURABILE	19.2	25.0	19.2<25.0	TRASCURABILE
12	35.0	35.1	38.0	60.0	< 60	SODDISFATTA	35.0	32.0	35<40.0	TRASCURABILE	20.0	25.0	20<25.0	TRASCURABILE
13	35.0	33.5	37.3	60.0	< 60	SODDISFATTA	34.3	32.0	34.3<40.0	TRASCURABILE	19.3	25.0	19.3<25.0	TRASCURABILE
194	35.0	37.0	39.1	60.0	< 60	SODDISFATTA	36.1	32.0	36.1<40.0	TRASCURABILE	21.1	25.0	21.1<25.0	TRASCURABILE
196	35.0	37.7	39.5	60.0	< 60	SODDISFATTA	36.5	32.0	36.5<40.0	TRASCURABILE	21.5	25.0	21.5<25.0	TRASCURABILE

Tab. 12 - Risultati dell'elaborazione e verifiche in periodo notturno - recettori con buffer 200 m

PERIODO NOTTURNO							AMBIENTE ABITATIVO - FINESTRE APERTE				AMBIENTE ABITATIVO - FINESTRE CHIUSE			
recettore	residuo	sorgente	Ambientale	limite zona	VERIFICA		AMB - 3dBA	INTERNO	VERIFICA		AMB -18dBA	INTERNO *	VERIFICA	
numero	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE	dB(A)	dB(A)	CALCOLO	VALUTAZIONE
248	35.0	35.4	38.2	60.0	< 60	SODDISFATTA	35.2	32.0	35.2<50.0	TRASCURABILE	20.2	25.0	19.9<25.0	TRASCURABILE
241	35.0	34.8	37.9	60.0	< 60	SODDISFATTA	34.9	32.0	34.9<40.0	TRASCURABILE	19.9	25.0	19.9<25.0	TRASCURABILE
308	35.0	40.1	41.3	60.0	< 60	SODDISFATTA	38.3	32.0	38.3<40.0	TRASCURABILE	23.3	25.0	23.3<25.0	TRASCURABILE
309	35.0	39.8	41.0	60.0	< 60	SODDISFATTA	38.0	32.0	38<40.0	TRASCURABILE	23.0	25.0	23<25.0	TRASCURABILE
281	35.0	38.0	39.8	60.0	< 60	SODDISFATTA	36.8	32.0	36.8<40.0	TRASCURABILE	21.8	25.0	21.8<25.0	TRASCURABILE
75	35.0	31.8	36.7	60.0	< 60	SODDISFATTA	33.7	32.0	33.7<40.0	TRASCURABILE	18.7	25.0	18.7<25.0	TRASCURABILE
101	35.0	25.3	35.4	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.4	32.0	32.4<40.0	TRASCURABILE	17.4	25.0	17.4<25.0	TRASCURABILE
107	35.0	25.1	35.4	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.4	32.0	32.4<40.0	TRASCURABILE	17.4	25.0	17.4<25.0	TRASCURABILE
108	35.0	25.3	35.4	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.4	32.0	32.4<40.0	TRASCURABILE	17.4	25.0	17.4<25.0	TRASCURABILE
109	35.0	25.3	35.4	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.4	32.0	32.4<40.0	TRASCURABILE	17.4	25.0	17.4<25.0	TRASCURABILE
112	35.0	25.7	35.5	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.5	32.0	32.5<40.0	TRASCURABILE	17.5	25.0	17.5<25.0	TRASCURABILE
95	35.0	25.5	35.5	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.5	32.0	32.5<40.0	TRASCURABILE	17.5	25.0	17.5<25.0	TRASCURABILE
117	35.0	26.1	35.5	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.5	32.0	32.5<40.0	TRASCURABILE	17.5	25.0	17.5<25.0	TRASCURABILE
424	35.0	28.8	35.9	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.9	32.0	32.9<40.0	TRASCURABILE	17.9	25.0	17.9<25.0	TRASCURABILE
174	35.0	34.8	37.9	60.0	< 60	SODDISFATTA	34.9	32.0	34.9<40.0	TRASCURABILE	19.9	25.0	19.9<25.0	TRASCURABILE
176	35.0	36.0	38.5	60.0	< 60	SODDISFATTA	35.5	32.0	35.5<40.0	TRASCURABILE	20.5	25.0	20.5<25.0	TRASCURABILE
1491	35.0	27.4	35.7	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.7	32.0	32.7<40.0	TRASCURABILE	17.7	25.0	17.7<25.0	TRASCURABILE
155	35.0	26.8	35.6	60.0	< 60	SODDISFATTA	32.6	32.0	32.6<40.0	TRASCURABILE	17.6	25.0	17.6<25.0	TRASCURABILE
19	35.0	34.6	37.8	60.0	< 60	SODDISFATTA	34.8	32.0	34.8<40.0	TRASCURABILE	19.8	25.0	19.8<25.0	TRASCURABILE
1	35.0	28.9	36.0	60.0	< 60	SODDISFATTA	33.0	32.0	33<40.0	TRASCURABILE	18.0	25.0	18<25.0	TRASCURABILE
2	35.0	29.2	36.0	60.0	< 60	SODDISFATTA	33.0	32.0	33<40.0	TRASCURABILE	18.0	25.0	18<25.0	TRASCURABILE
3	35.0	29.4	36.0	60.0	< 60	SODDISFATTA	33.0	32.0	33<40.0	TRASCURABILE	18.0	25.0	18<25.0	TRASCURABILE
202	35.0	33.4	37.3	60.0	< 60	SODDISFATTA	34.3	32.0	34.3<40.0	TRASCURABILE	19.3	25.0	19.3<25.0	TRASCURABILE
209	35.0	33.9	37.5	60.0	< 60	SODDISFATTA	34.5	32.0	34.5<40.0	TRASCURABILE	19.5	25.0	19.5<25.0	TRASCURABILE

Tab. 13 - Risultati dell'elaborazione e verifiche in periodo notturno - recettori con buffer 500 m

N.B.:

1 - Le verifiche in periodo diurno sono state effettuate per tutti i recettori con valori del residuo rilevati durante i rilievi. In ogni caso, dato il basso contributo delle sorgenti (Li calcolati), eventuali valori del residuo fino a 69.9 dB(A) fornirebbero verifiche soddisfatte in tutti i recettori.

2 - * Il valore ambientale notturno di 25.0 dB(A) assunto in ambiente abitativo a "finestre chiuse" è normalmente riscontrabile in ambiente silenzioso.

3 - La verifica in periodo notturno a "finestre aperte" relativa al recettore n. 217 risulta NON SODDISFATTA per meno di 3.0 dB(A). L'elaborazione è stata effettuata con i valori massimi dei livelli acustici emessi delle sorgenti. Eventualmente, in fase di verifica esecutiva sarà possibile intervenire sulle sorgenti interessate per ridurre l'impatto.

5 COMPATIBILITA' NORMATIVA

La zonizzazione acustica comunale costituisce la suddivisione del territorio comunale in aree omogenee appartenenti alle classi acustiche previste dal DPCM 14/11/97. Il DPCM 02/03/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" stabilisce che i comuni devono adottare la classificazione acustica. Anche la Legge quadro n. 447/95 all'art. 6 e la L.R. 34/2009 ribadiscono l'obbligo di dotarsi di zonizzazione come strumento di governo del territorio.

I comuni di Borgia e Squillace, per quanto è stato possibile appurare, non sono dotati attualmente di Zonizzazione acustica, pertanto bisogna riferirsi al D.P.C.M. 01/03/1991 (Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno) che, per i comuni in attesa di suddivisione in classi di destinazione d'uso secondo la tab. 1 (6 classi) individua 4 zone ed i relativi limiti di accettabilità diurni e notturni. I recettori interessati dall'intervento sono situati in zona classificabile come "tutto territorio nazionale" con limiti diurno e notturno pari rispettivamente a 70.0 dB(A) e 60.0 dB(A).

Dai valori di $Leq(A)$ calcolati nei recettori non si ha superamento dei limiti di accettabilità (ambiente esterno) sia in periodo diurno che notturno.

Per quanto riguarda le verifiche in fase di esercizio applicando il criterio differenziale, si sono valutati i valori in facciata in periodo diurno e notturno. Considerando che la riduzione riscontrabile nelle misure in interno potrà essere, senza particolari accorgimenti, di circa 3.0-4.0 dB(A) a finestre aperte e di circa 15.0-18.0 dB(A) a finestre chiuse, si sono elaborate le tabelle nn. 8, 9, 10, 11, 12 e 13 da cui si evince che le verifiche vengono soddisfatte in tutte le situazioni riportate tranne che in un caso dove si registra un superamento di meno di 3.0 dB(A) da valutare meglio in fase esecutiva.

Si precisa che, dato l'elevato numero di recettori individuati, sono state effettuate delle misure spot per determinare dei valori di rumore residuo che fossero rappresentativi di intere aree. In realtà, valutati i bassi contributi delle sorgenti, il rumore ambientale risulterà sempre condizionato dal residuo e non dal rumore prodotto dagli aerogeneratori e, con riferimento agli attuali limiti, le verifiche saranno soddisfatte.

6 MISURE DI MITIGAZIONE DEL RUMORE

Dalle elaborazioni acustiche previsionali di propagazione del rumore in ambiente esterno prodotto sia in fase di cantiere che in fase di esercizio dai mezzi e dagli aerogeneratori del parco eolico “Bolina” si evince che, a parte situazioni locali che dovranno essere verificate nella fase iniziale di collaudo del Parco eolico (oltre che eventualmente monitorate in fase di esercizio), sia durante il periodo diurno che notturno tutti gli aerogeneratori potranno lavorare con Livello di potenza sonora massima pari a $L_w=104.9$ dB(A).

Bisogna considerare che il calcolo matematico semplificato è stato sviluppato per una vasta estensione di territorio e con determinate ipotesi, pertanto non si è tenuto conto di tutte le possibili variabili locali (condizioni meteorologiche, presenza di vegetazione, presenza di ostacoli limitati a piccole zone, ecc...) che intervengono nel fenomeno della propagazione del rumore.

Si evidenzia che, tra le altre ipotesi poste a base dello studio, vi è stata quella di scegliere come modello di riferimento di aerogeneratore la V150 da 5.0 MW con altezza mozzo pari a 112 m con velocità del vento al mozzo di 10 m/s. Si specifica, inoltre, che solo a seguito dell'ottenimento dell'autorizzazione unica la società provvederà ad indire gara europea per la fornitura delle macchine; successivamente all'aggiudicazione della stessa, sarà possibile stabilire con precisione le caratteristiche tecnico-funzionali, nonché dimensionali, delle macchine che saranno poste in opera. Pertanto, al fine di verificare il rispetto dei limiti di legge in riferimento a particolari ricettori sensibili, eventuali campagne fonometriche di dettaglio potranno essere eseguite solo al termine della fase esecutiva ed in corrispondenza con la messa in esercizio dell'impianto.

In altri termini, qualora in corrispondenza dei potenziali recettori acustici venisse accertata l'effettiva presenza di disturbo, nella fase di esercizio dell'impianto saranno eseguite apposite misure di rilevamento fonometrico in base alle quali, in funzione dei risultati ottenuti, dimensionare le eventuali misure di mitigazione che si rendessero eventualmente necessarie. Con riferimento alle specifiche costruttive delle macchine considerate nell'ambito della presente valutazione, oltre ad interventi di risanamento acustico di tipo passivo (descritti nel seguito), i recenti modelli di aerogeneratore consentono di adottare interventi di tipo attivo, limitando la potenza sonora massima regolando la velocità di rotazione del rotore in presenza di condizioni ambientali e meteorologiche preimpostate. Sotto questo profilo, fatte salve le necessarie verifiche circa l'economia della produzione energetica e considerato che le condizioni critiche si

rilevano nelle misure notturne in interno a finestre aperte (situazione non sempre riscontrabile in zone montuose per l'intero anno), in presenza di sporadiche situazioni di superamento dei valori limite notturni, potranno essere adottati specifici interventi di regolazione finalizzati a ridurre il contributo dell'aerogeneratore più vicino ai recettori sensibili.

Fra i possibili interventi "passivi" di bonifica acustica, il DM Ambiente 29 novembre 2000 "*Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore*" (comunque validi anche per altri tipologie di sorgenti), elenca l'installazione di finestre antirumore autoventilanti. A sua volta, il D.M. Ambiente 1 aprile 2004 "*Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale*", definisce nella scheda tecnica n. ST-004 relativa alla componente ambientale "Inquinamento acustico e atmosferico" le caratteristiche delle finestre ventilate antirumore da utilizzarsi per la protezione dei recettori ai sensi del citato DM 29/11/2000. Più in particolare, secondo la citata scheda tecnica le opzioni disponibili comprendono:

- *Finestre antirumore dotate di aeratore a labirinto acustico silenziato, a ventilazione naturale, con o senza filtri per la purificazione dell'aria, con o senza tapparella e cofanatura esterna.*

- *Finestre antirumore dotate di aeratore a labirinto acustico silenziato, a ventilazione forzata, con o senza filtri per la purificazione dell'aria, con o senza tapparella e cofanatura esterna. L'installazione delle finestre ventilate antirumore è abbinata a sistemi di ventilazione forzata per permettere il ricambio e la filtrazione dell'aria e il raffrescamento estivo (se non garantito da altri sistemi).*

Per quanto riguarda il rumore emesso in fase di cantiere dai mezzi di lavoro, per quanto non si evincano particolari criticità (le abitazioni si trovano tutte a distanze tali da non risentire del rumore generato dal cantiere stesso), sarà sempre necessario utilizzare macchinari e mezzi regolarmente omologati e mantenuti per evitare eccessive emissioni sonore, rispettare i tempi di lavoro e richiedere, ove necessario e per particolari necessità operative, la deroga provvisoria al superamento dei limiti per attività temporanee ai Comuni di riferimento (L. 447/95, art. 6, c. 1, lett. h e L.R. 34/2009).

Al fine di limitare al massimo le immissioni di rumore dovute ai mezzi si adotteranno i seguenti principali accorgimenti:

- contenimento dei tempi di costruzione per ridurre la durata del disagio dovuto al transito dei mezzi pesanti lungo la viabilità;
- pianificazione del traffico di cantiere e riduzione al minimo dello spostamento dei mezzi di cantiere.

In fase di esercizio la presenza di eventuali mezzi utilizzati per le operazioni di controllo e manutenzione della centrale eolica data la loro lieve entità non determinerà ripercussioni sulle immissioni di rumore.

Per contemperare le esigenze del cantiere con i possibili quotidiani usi degli ambienti confinanti si seguiranno le seguenti accortezze:

- il cantiere si doterà di tutti gli accorgimenti utili al contenimento delle emissioni sonore sia con l'impiego delle più idonee attrezzature operanti in conformità alle direttive CEE in materia di emissione acustica ambientale che tramite idonea organizzazione dell'attività;
- verrà data preventiva informazione alle persone potenzialmente disturbate dalla rumorosità del cantiere su tempi e modi di esercizio, su data di inizio e fine dei lavori.

Anche la limitazione della velocità dei mezzi consentirà di rientrare nelle condizioni di minima emissione di rumore.

Infine, un monitoraggio acustico continuo in fase di cantiere e ad opere ultimate sarebbe opportuno per valutare eventuali specifiche situazioni critiche.

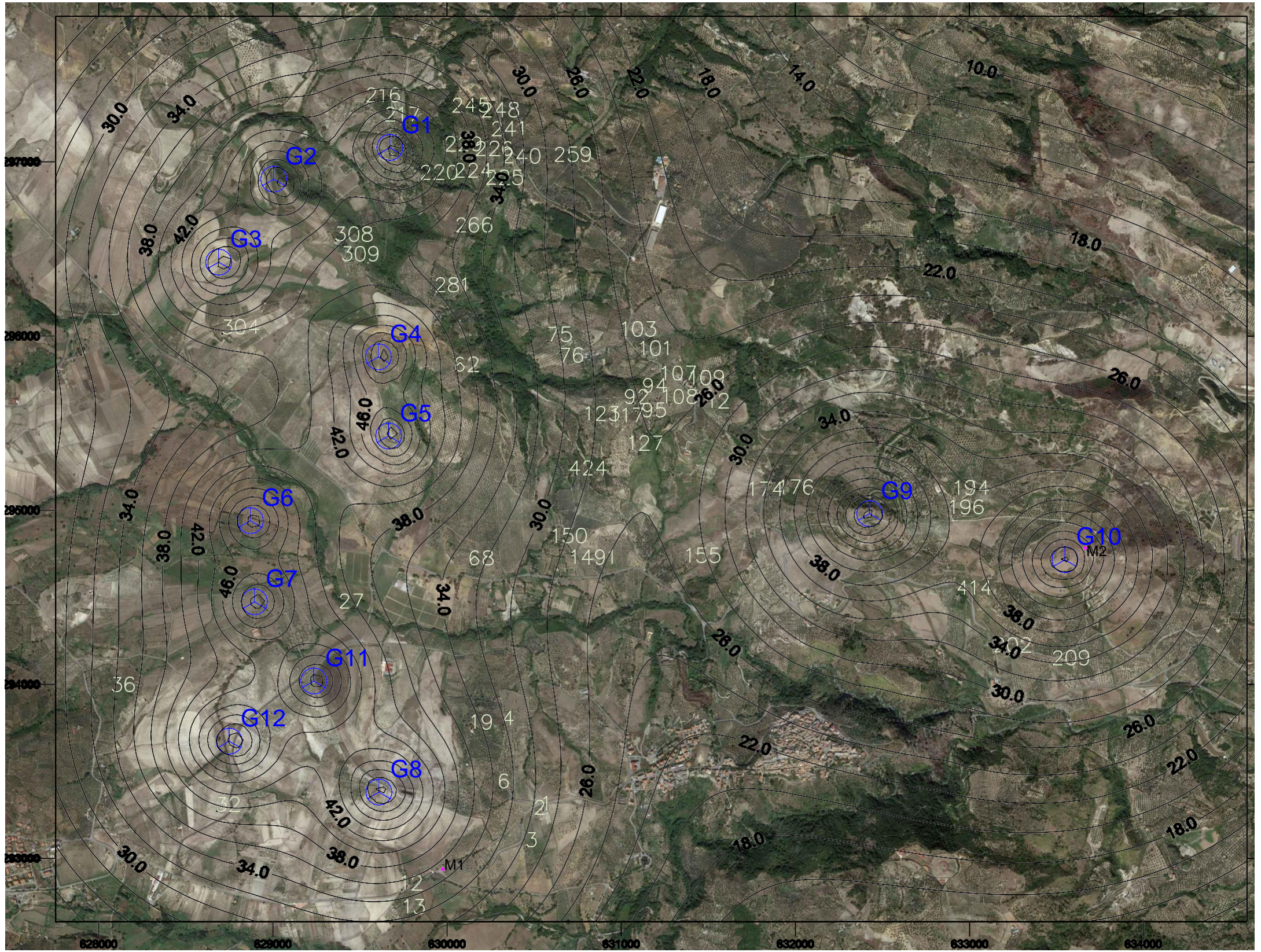
Rende, agosto 2019

Il Tecnico Competente in Acustica

ing. Maurizio Curcio



7 MAPPA A CURVE DI LIVELLO DELLA DISTRIBUZIONE DEL RUMORE INDOTTO DAGLI AEROGENERATORI NELL'AREA DEL PARCO EOLICO



REGIONE CALABRIA

DECRETO DELL' ASSESSORE ALL'AMBIENTE

N° 32 DEL 9 NOVEMBRE 1998

**LEGGE 26 OTTOBRE 1995, N° 447 – Art. 2
COMMI 6 e 7**

**RICONOSCIMENTO DEL Sig. CURCIO Ing. Maurizio
NATO IL 25 Settembre 1958, a Cosenza**

**QUALE
“ TECNICO COMPETENTE IN RILEVAMENTO ACUSTICO “**

**IL DIRIGENTE DEL SETTORE AFFARI GENERALI, PREVIO ANCHE CONTROLLO
DEGLI ATTI RICHIAMATI, ATTESTA LA REGOLARITA' DEL PRESENTE DECRETO,
AI SENSI DELL' ART. 38 DELLA LEGGE REGIONALE N° 30/90 E LA NON
ASSOGGETTABILITA' DELLO STESSO A CONTROLLO, AI SENSI DELLA LEGGE
15.05.97, N° 127 .**

**IL DIRIGENTE AA.GG.
Dr. Attilio ROMANO**

9 SCHEDE DI RILIEVO ACUSTICO

RILIEVO n.: M1 - R

Nome misura: Squillace01 Intv T.H. (File N. 12)
Località: Squillace
Strumentazione: Larson-Davis 824
Nome operatore: ing. Maurizio Curcio
Data, ora misura: 10/05/2019 15:36:47
Durata misura: 300.0 s

Tempo di riferimento, Tr: 06.00 - 22.00
Tempo di osservazione, To: 15.00 - 15.50
Tempo di misura, Tm: compreso in To

Sorgente: AMBIENTE
Rumore: RESIDUO
Temperatura: 20 °C
Umidità relativa: 24 %
Velocità vento: 4.8 m/s



M1 Coordinata EST: 629989,1410
 Coordinata NORD: 4292945,5919
 Altitudine: 255 m slm

Valori dei percentili degli short leq misurati

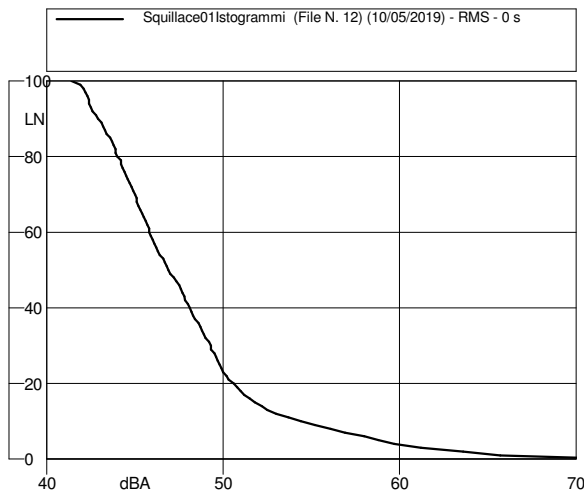
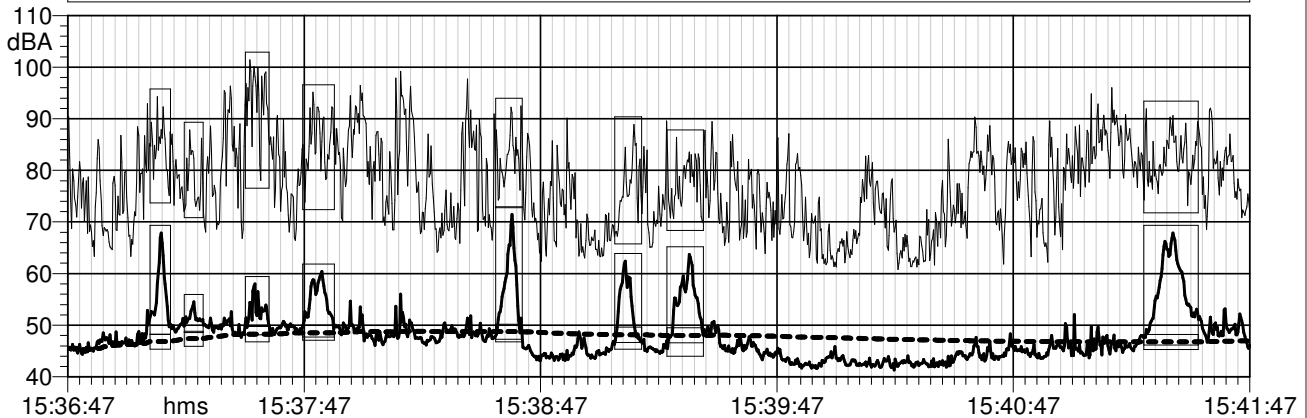
L1: 52.1 dB(A)	L5: 50.3 dB(A)
L10: 49.7 dB(A)	L50: 45.9 dB(A)
L90: 42.7 dB(A)	L95: 42.3 dB(A)

Leq (A) = 47.0 dB(A)

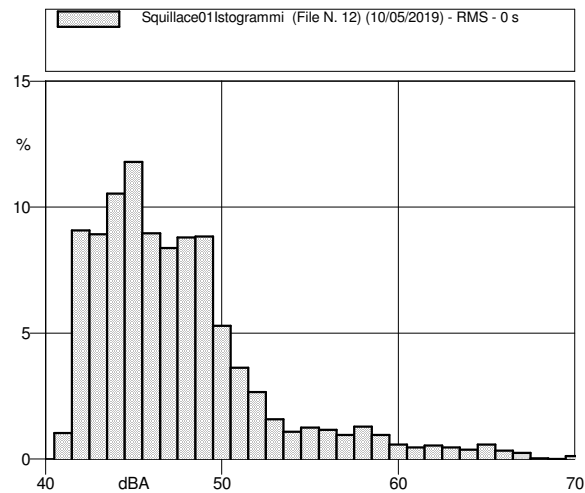
LPeak = 99.2 dB

Annotazioni:

- Squillace01 Intv T.H. (File N. 12) - Peak (C)
- - - Squillace01 Intv T.H. (File N. 12) - Short Leq - Running Leq
- Squillace01 Intv T.H. (File N. 12) - Short Leq



Cumulativa intervallo di rilievo



Distributiva intervallo di rilievo

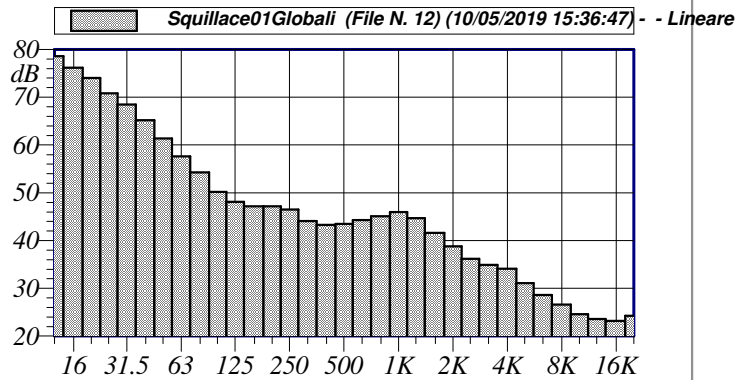
Nome misura: Squillace01 Intv T.H. (File N. 12)
 Località: Squillace
 Strumentazione: Larson-Davis 824
 Nome operatore: ing. Maurizio Curcio
 Data, ora misura: 10/05/2019 15:36:47

Squillace01Globali (File N. 12) (10/05/2019 15:36:47)
 - Lineare

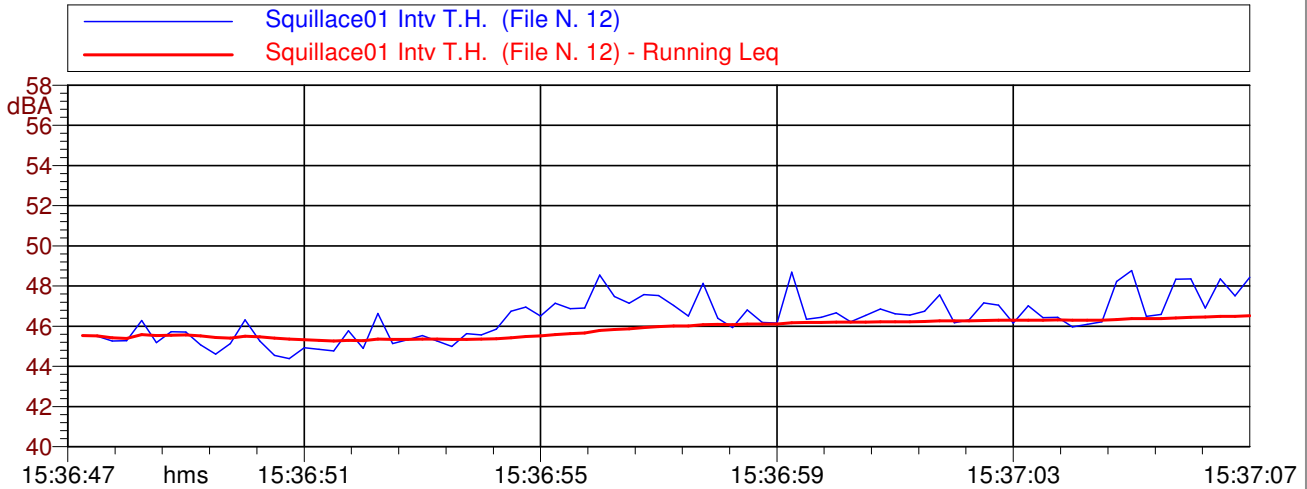
dB		dB		dB	
12.5 Hz	78.6 dB	16 Hz	76.2 dB	20 Hz	74.0 dB
25 Hz	70.8 dB	31.5 Hz	68.5 dB	40 Hz	65.2 dB
50 Hz	61.4 dB	63 Hz	57.6 dB	80 Hz	54.3 dB
100 Hz	50.2 dB	125 Hz	48.1 dB	160 Hz	47.2 dB
200 Hz	47.2 dB	250 Hz	46.5 dB	315 Hz	44.1 dB
400 Hz	43.3 dB	500 Hz	43.5 dB	630 Hz	44.3 dB
800 Hz	45.1 dB	1000 Hz	46.0 dB	1250 Hz	44.7 dB
1600 Hz	41.6 dB	2000 Hz	38.8 dB	2500 Hz	36.2 dB
3150 Hz	34.9 dB	4000 Hz	34.1 dB	5000 Hz	31.1 dB
6300 Hz	28.6 dB	8000 Hz	26.6 dB	10000 Hz	24.6 dB
12500 Hz	23.6 dB	16000 Hz	23.2 dB	20000 Hz	24.3 dB

L1: 52.1 dBA L5: 50.3 dBA
 L10: 49.7 dBA L50: 45.9 dBA
 L90: 42.7 dBA L95: 42.3 dBA

Leq = 47.0 dBA



Annotazioni:



Squillace01 Intv T.H. (File N. 12)			
Nome	Inizio	Durata	Leq
<i>Totale</i>	<i>15:36:47</i>	<i>00:05:00</i>	<i>53.1 dBA</i>
<i>Non Mascherato</i>	<i>15:36:47</i>	<i>00:03:59.500</i>	<i>47.0 dBA</i>
<i>Mascherato</i>	<i>15:37:08</i>	<i>00:01:00.500</i>	<i>59.2 dBA</i>
<i>Nuova Maschera 1</i>	<i>15:37:08</i>	<i>00:00:05.250</i>	<i>60.6 dBA</i>
<i>Nuova Maschera 2</i>	<i>15:37:16</i>	<i>00:00:04.750</i>	<i>51.8 dBA</i>
<i>Nuova Maschera 3</i>	<i>15:37:32</i>	<i>00:00:06</i>	<i>53.6 dBA</i>
<i>Nuova Maschera 4</i>	<i>15:37:46</i>	<i>00:00:08</i>	<i>56.2 dBA</i>
<i>Nuova Maschera 5</i>	<i>15:38:35</i>	<i>00:00:06.750</i>	<i>62.9 dBA</i>
<i>Nuova Maschera 6</i>	<i>15:39:06</i>	<i>00:00:06.750</i>	<i>56.5 dBA</i>
<i>Nuova Maschera 7</i>	<i>15:39:19</i>	<i>00:00:09.250</i>	<i>57.1 dBA</i>
<i>Nuova Maschera 8</i>	<i>15:41:20</i>	<i>00:00:13.750</i>	<i>61.1 dBA</i>

RILIEVO n.: M2 - R
Nome misura: Squillace02 Intv T.H. (File N. 13)
Località: Squillace
Strumentazione: Larson-Davis 824
Nome operatore: ing. Maurizio Curcio
Data, ora misura: 10/05/2019 16:11:17
Durata misura: 300.0 s
Tempo di riferimento, Tr: 06.00 - 22.00
Tempo di osservazione, To: 16.05 - 16.35
Tempo di misura, Tm: compreso in To



Sorgente: AMBIENTE
Rumore: RESIDUO
Temperatura: 19.0 °C
Umidità relativa: 25 %
Velocità vento: 4.9 m/s

M2 Coordinata EST: 633656,9768
 Coordinata NORD: 4294780,8907
 Altitudine: 156.0 m slm

Valori dei percentili degli short leq misurati

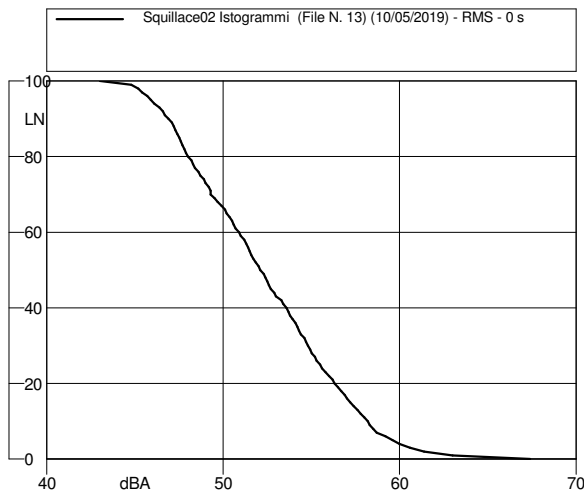
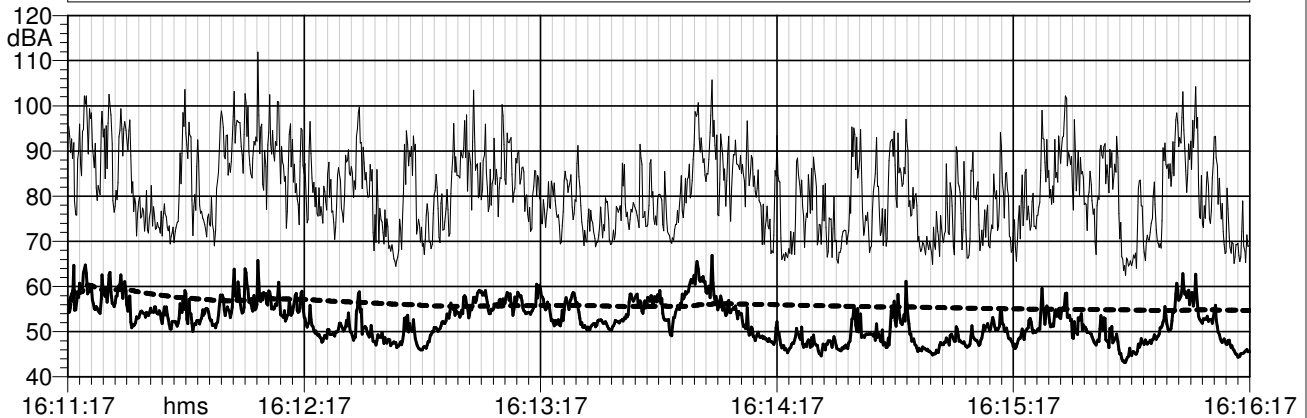
L1: 63.1 dB(A)	L5: 59.3 dB(A)
L10: 58.3 dB(A)	L50: 52.2 dB(A)
L90: 46.9 dB(A)	L95: 46.0 dB(A)

Leq (A) = 54.7 dB(A)

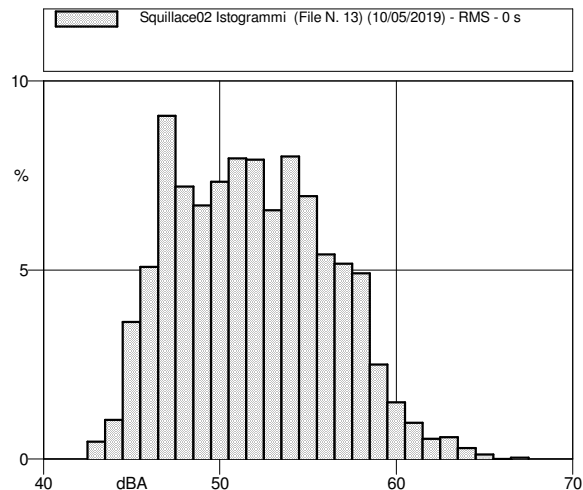
LPeak = 111.8 dB

Annotazioni:

—	Squillace02 Intv T.H. (File N. 13) - Peak (C)
- - - - -	Squillace02 Intv T.H. (File N. 13) - Short Leq - Running Leq
—	Squillace02 Intv T.H. (File N. 13) - Short Leq



Cumulativa intervallo di rilievo



Distributiva intervallo di rilievo

10 COPIA CERTIFICATI DI TARATURA STRUMENTAZIONE



ISOambiente S.r.l.
Unità Operativa Principale di Termoli (CB)
Via India, 35/a - 86039 Termoli (CB)
Tel. & Fax +39 0875 702542
Web www.isoambiente.it
e-mail: info@isoambiente.com

Centro di Taratura
LAT N° 146
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato
di Taratura



LAT N° 146

Pagina 1 di 8
Page 1 of 8

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 10160 Certificate of Calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2019/01/23
- cliente <i>customer</i>	Curcio ing. Maurizio Via S. Pellico, 10 - 87036 Rende (CS)
- destinatario <i>receiver</i>	Curcio ing. Maurizio
- richiesta <i>application</i>	T09/19
- in data <i>date</i>	2019/01/16
<u>Si riferisce a</u> <i>referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Fonometro
- costruttore <i>manufacturer</i>	LARSON DAVIS
- modello <i>model</i>	824
- matricola <i>serial number</i>	3757
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2019/01/21
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2019/01/23
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	19-0083-RLA

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 146 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT).
ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

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

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 146 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System.

ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).

This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

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

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

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

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

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre

Firmato digitalmente da

TIZIANO MUCHETTI

T = Ingegnere
Data e ora della Firma:
2019/01/23 12:30:58

Documento informatico sottoscritto con firma digitale ai sensi del D.Lgs. 82/2005 s.m.i. e norme collegate.

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 10160
Certificate of Calibration

DESCRIZIONE DELL'OGGETTO IN TARATURA

Fonometro LARSON DAVIS tipo 824 matricola n° 3757
Preamplificatore LARSON DAVIS tipo PRM902 matricola n° 4021
Capsula Microfonica LARSON DAVIS tipo 2541 matricola n° 8399

PROCEDURA DI TARATURA

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura: PR005 rev. 03 del del Manuale Operativo del laboratorio.
--

RIFERIMENTI NORMATIVI

"La Norma Europea EN 61672-1:2002 unitamente alla EN 61672-2:2003 sostituisce la EN 60651:1994 + A1:1994 + A2:2001 e la EN 60804:2000 (precedentemente denominate IEC 60651 e IEC 60804) non più in vigore. La parte terza della Norma (EN 61672-3:2006) riporta l'elenco e le modalità di esecuzione delle misure necessarie per la verifica periodica del corretto funzionamento degli strumenti."
--

CAMPIONI DI LABORATORIO

Strumento	Marca e Modello	Matricola n°	Data taratura	Certificato n°	Ente
Multimetro	Keithley 2000	0787157	2018-04-16	046 358534	ARO
Pistonofono	B&K 4228	1793028	2018-02-19	18-0115-02	I.N.R.I.M.
Barometro	Druck DPI 141	733/99-09	2018-03-23	024 0197P18	EMIT LAS
Termoigrometro	Delta Ohm HD 206-1	07028948	2018-04-09	123 18-SU-0361	CAMAR

CONDIZIONI AMBIENTALI

Parametro	Di riferimento	Inizio misura	Fine misura
Temperatura / °C	23,0	20,3	20,3
Umidità relativa / %	50,0	52,7	51,9
Pressione statica/ hPa	1013,25	993,50	993,16

DICHIARAZIONE

Il fonometro sottoposto alle prove ha superato con esito positivo le prove periodiche della classe 1 della IEC 61672-3:2006, per le condizioni ambientali nelle quali esse sono state eseguite. Poiché è disponibile la prova pubblica, da parte di un organizzazione di prova indipendente responsabile dell'approvazione dei risultati delle prove di valutazione del modello eseguite secondo la IEC 61672-2:2003, per dimostrare che il modello di fonometro è risultato completamente conforme alle prescrizioni della IEC 61672-1:2002, il fonometro sottoposto alle prove è conforme alle prescrizioni della classe 1 della IEC 61672-1:2002.
--

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 10161
Certificate of Calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2019/01/23
- cliente <i>customer</i>	Curcio ing. Maurizio Via S. Pollicio, 10 - 87036 Rende (CS)
- destinatario <i>receiver</i>	Curcio ing. Maurizio
- richiesta <i>application</i>	T029/19
- in data <i>date</i>	2019/01/16
Si riferisce a	
<i>referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Calibratore
- costruttore <i>manufacturer</i>	LARSON DAVIS
- modello <i>model</i>	CAL 200
- matricola <i>serial number</i>	5881
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2019/01/21
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2019/01/23
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	19-0084-RLA

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N° 146 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT).

ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

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

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 146 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System.

ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).

This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

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

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

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

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

Il Responsabile del Centro

Head of the Centre

Firmato digitalmente

da

TIZIANO MUCHETTI

 T = Ingegnere
 Data e ora della firma:
 23/01/2019 12:31:59

Documento informatico sottoscritto con firma digitale ai sensi del D.Lgs. 82/2005 s.m.i. e norme collegate.