


10_04_EO_ENL_VA_19_RE_0_00	25_03_2010	Relazione acustica	ING. GIOVANNI CONTINO	ARCH. PAOLA PASTORE	
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

PROGETTO: PARCO EOLICO "MARUGGIO - SAVA - TORRICELLA"	COMMITTENTE:  Enel Green Power via Regina Margherita, 125 00198 Roma
TITOLO: Relazione acustica	

PROJETTO engineering s.r.l. società d'ingegneria amm.re unico Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO Via dei Mille, 5 74024 Manduria web site: www.projetto.eu Tel/fax: 099.9735188 studio@projetto.eu P.IVA: 02658050733	TIMBRO: 	SOSTITUISCE:
		SOSTITUITO DA:
	NOME FILE: 10_04_EO_ENL_VA_19_RE_0_00	CARTA: A4

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	2
2. RIFERIMENTO NORMATIVO.....	2
3. TEORIE E METODI DI VERIFICA DELLE EMISSIONI ACUSTICHE DOPO L'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO.....	3
4. RILIEVO FONOMETRICO DEL RUMORE DI FONDO PRESENTE NELL'AREA DEL PARCO EOLICO PISATURO	5
Strumentazione.....	5
Metodologia Di Misura	8
Valori Analitici Della Pressione Misurata Ante-Operam	8
5. MODELLO DI PROPAGAZIONE DEL RUMORE.....	9
6. PREVISIONE DELL'ALTERAZIONE DEL CAMPO SONORO.....	10
Calcolo dell'impatto acustico.....	10
Pressione sonora con rumore di fondo minimo (49 dB)	10
Pressione sonora con rumore di fondo massimo (68 dB).....	13
7. CONCLUSIONI: CONFRONTO DEI LIVELLI CON I LIMITI DI LEGGE.....	16

1. INTRODUZIONE

Il rumore emesso dagli impianti eolici ha due diverse origini:

- l'interazione della vena fluida con le pale del rotore in movimento ed in tal caso il rumore aerodinamico associato può essere minimizzato in sede di progettazione e realizzazione delle pale;
- di tipo meccanico, da parte del moltiplicatore di giri e del generatore elettrico, e anche in questo caso il miglioramento della tecnologia ha permesso una riduzione notevole del rumore che viene peraltro circoscritto il più possibile nella navicella con l'impiego di materiali isolanti.

Nella realizzazione di un parco eolico è importante valutare che sia minimo il disturbo, generato dalle macchine, sul centro abitato ma anche sulla fauna presente, in quanto tale rumore può essere causa di allontanamento per le specie all'interno del sito.

La distanza più opportuna tra i potenziali corpi ricettori ed il parco eolico dipende dalla topografia locale, dal rumore di fondo esistente, nonché dalla taglia della struttura da realizzare.

Studi effettuati dall'ENEL, mediante misure sperimentali del rumore, con l'utilizzo di modelli come l'ENM (Environmental Noise Model) hanno confermato la maggior propagazione del suono nella direzione sottovento, con incrementi minimi di rumore rispetto alla situazione “ante operam”. Altri studi hanno dimostrato che a poche centinaia di metri il rumore emesso dalle turbine eoliche è sostanzialmente poco distinguibile dal rumore di fondo e che all'aumentare del vento si incrementa anche il rumore di fondo, mascherando così quello emesso dalle macchine.

Al fine di simulare l'impatto acustico delle pale sull'ambiente sono stati effettuati rilevamenti fonometrici ante operam per individuare il rumore di fondo presente prima dell'installazione del parco eolico. Successivamente è stata effettuata una previsione dell'alterazione del campo sonoro prodotta dall'impianto.

2. RIFERIMENTO NORMATIVO

- o D.P.C.M. 1 marzo 1991 – “Limiti massimi d'esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno” – *G.U. n. 57 del 8/3/91*.
- o Legge 26 ottobre 1995 n. 447 – “Legge quadro sull'inquinamento acustico” – *G.U. n.254 del 30/10/1995*.
- o D.P.C.M. 14 novembre 1997 – “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore” – *G.U. n. 280 del 1/12/97*.
- o D.M.A. 16 marzo 1998 – “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico” – *G.U. n. 76 del 1/4/98*.
- o Normativa CEI EN 61400 – 11 “Sistemi di generazione a turbina eolica: Tecniche di misura del rumore”.
- o Normativa ISO 9613 “Attenuation of sound during propagation outdoors”.

I Comuni dove verranno posizionati gli aerogeneratori, non dispongono del PCCA, e quindi sono vigenti i limiti stabiliti dal DPCM 1/03/91, si è assunto che i limiti da rispettare per tutti i ricettori fossero quelli della classe III, in ogni caso inferiori a quelli imposti dalla vigente normativa e a quelli previsti dal futuro PCCA. Tali limiti sono

riassunti in tabella 1:

l'area di collocazione delle sorgenti e dei ricettori è classificata come industriale, pertanto sarà interamente convertita in zone di classi IV, V e VI.

	Immissione dB (A)	Emissione dB (A)
Giorno	60	55
Notte	50	45

Tabella 1- limiti di rumore della classe III

Oltre ai valori limite assoluti di immissione ed emissione devono essere rispettati anche i **valori limite differenziali diurno e notturno** di immissione (criterio differenziale) che corrispondono a :

$$L_{\text{ambientale}} - L_{\text{residuo}} < 5 \text{ dB(A)} \text{ durante il periodo diurno}$$

e

$$L_{\text{ambientale}} - L_{\text{residuo}} < 3 \text{ dB(A)} \text{ durante il periodo notturno.}$$

3. TEORIE E METODI DI VERIFICA DELLE EMISSIONI ACUSTICHE DOPO L'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO

Di seguito sono riportate le procedure di rilevamento acustico in relazione alla normativa vigente derivanti da studi effettuati dalla ACCIONA, società leader nel settore dell'eolico. Quanto descritto nel seguito può considerarsi linee guida per la futura verifica del campo sonoro prodotto dal parco eolico previsto in progetto.

Le misurazioni e le analisi sono fatte in accordo con la normativa comunitaria IEC-61400-11: "Wind turbine generator system - pari 11 - Acoustic noise measurement techniques". Questa normativa ha il compito di uniformare la metodologia di rilevamento per assicurare l'accuratezza nella misurazione e nell'analisi delle emissioni acustiche prodotte dalle turbine. Essa contiene le procedure che permettono di caratterizzare in maniera accurata l'emissione sonora di una singola torre e includono:

- la localizzazione della posizione del rilevatore acustico;
- la necessità di acquisire dati acustici, meteorologici, e associati alla turbina;
- le analisi dei dati ottenuti e il risultato del report;
- la definizione di specifici parametri delle emissioni acustiche e le descrizioni associate per la valutazione ambientale.

Le informazioni ottenute indicano che il livello di potenza sonora e la tonalità sono relative ad un range di velocità del vento compreso tra i 6-10 m/s ad un'altezza di 10 m dal suolo.

Nello studio, il livello di pressione è misurato con un microfono posto su un'asta rigida. Il periodo di tempo, in cui c'è stato un rumore di sottofondo intermittente generato dagli elementi naturali, dal passaggio di veicoli, è registrato durante le misure ed eliminato nell'ultima valutazione.

La posizione del microfono è tale da minimizzare l'effetto di alberi o boschi presenti nell'area sottostante l'impianto eolico, che avrebbero potuto influenzare i risultati misurati. Le condizioni sono conformi a quelle di campo libero oltre una superficie riflettente.

Il microfono è stato posizionato ad una distanza $R=102,5$ m dalla turbina alla quota zero metri rispetto alla base della fondazione della torre, in posizione sottovento per mettersi nella condizione peggiore.

Il microfono ha il compito di convenire la pressione sonora in un segnale analogico continuo. Il valore Leq misurato, la reale potenza P_w prodotta dalla turbina e la velocità del vento all'altezza di 10 m vengono registrati e inseriti, insieme al tempo, in un grafico.

Il rumore prodotto dalla singola turbina Leq in un range di velocità compreso tra 6-10 m/s è poi determinato dalla conversione dei livelli dB del sottofondo e del rumore in funzionamento, eseguendo una sottrazione e convertendo nuovamente in dB. Inoltre per determinare questo, le curve di regressione del livello di pressione misurato con la turbina funzionante e spenta, sono state tracciate in base alla velocità calcolata all'altezza 10 m richiesta. La differenza aritmetica tra queste 2 curve di regressione, fornisce la differenza in dB tra il suono della turbina sommato al rumore di sottofondo e il sottofondo da solo.

In accordo con la normativa IEC-61400-11 il livello di potenza L_w della turbina è ricavato dal livello di pressione corretto Leq , alla velocità del vento compresa tra 6-10 m/s all'altezza di 10 m usando la seguente formula:

$$L_w = Leq - 6 + 10 \log \left(\frac{4\pi R^2}{S_0} \right)$$

dove:

- L_w e Leq sono in dB,
- 6 è la correzione necessaria dovuta al doppio livello di pressione percepito dal microfono causata dalla coerente interferenza all'asta rigida su cui è posto il microfono;

- $- 10 \log \left(\frac{4\pi R^2}{S_0} \right)$ è il quantitativo in **dB** di una superficie sferica avente raggio R_i maggiore di quello di una sfera avente superficie S_0 (1 m^2)
- $R_i = \sqrt{[(R_0 + d)^2 + (H - h_A)^2]}$
- H è l'altezza del rotore;
- h_A è l'altezza del microfono;
- d è la distanza tra il centro del rotore e l'asse della torre,
- R_0 è la distanza di riferimento.

Il risultato del livello di potenza misurato è soggetto a incertezze dovute all'ambiente, alle condizioni meteorologiche e ai sistemi di misura:

I risultati sono riportati in Tabella 2 e Tabella 3.

Velocità vento [m/s]	6	7	8	9	10
Potenza in uscita [kW]	757	1160	1540	1823	1898
Livello di potenza sonora [dB]	102,4	104,1	104,7	104,2	103,7

Tabella 2 - Livello di potenza L_w della turbina è ricavato dal livello di pressione corretto Leq , alla velocità del vento compresa tra 6-10 m/s all'altezza di 10 m

Componenti	Incertezza [dB]
Errore standard di Leq	0,39
Calibrazione	0,2
Fonometro	0,2
Asta rigida acustica	0,3
Distanza della misurazione	0,1
Impedenza acustica dell'aria	0,1
Variazioni meteorologiche	0,4
Velocità del vento	0,3
Direzione del vento	0,3
Sottofondo	0,1
Totale errori sistematici	0,76
Combinazione delle incertezze	0,86

Tabella 3 - Incertezze dovute all'ambiente, alle condizioni meteorologiche e ai sistemi di misura

4. RILIEVO FONOMETRICO DEL RUMORE DI FONDO PRESENTE NELL'AREA DEL PARCO EOLICO PISATURO

Nel mese di febbraio 2010 su richiesta della "Enel Green Power S.p.A.", il dott. ing. Leonardo Filotico ha effettuato una campagna di misurazioni nella zona in cui è il progetto di inserimento del parco eolico. Le misure sono finalizzate a quantificare i livelli di pressione sonora prima dell'installazione, per determinare il rumore di fondo.

I dati misurati sono stati successivamente elaborati e trasferiti su base cartografica per consentire di tracciare le linee isofone per 35, 40, 45, 50, e 55 dB.

Strumentazione

Per tutto il ciclo di misurazioni si sono utilizzati per il rilievo acustico:

- Fonometro Solo 01 dB - Stell Matricola 11066
- Calibratore 01 dB – Stell Call 21 Matricola 007300522
- Microfono 01 dB – Stell Pre 21 S Matricola 11051

per il rilievo delle condizioni atmosferiche:

- Anemometro "RS FLOW ANEMOMETER" con misuratore di temperatura e della velocità del vento; Costruttore LUTRON, codice costruttore AM-4203.

SIT

SERVIZIO DI TARATURA IN ITALIA
Calibration Service in Italy



Il SIT è uno dei firmatari degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA-MLA ed ILAC-MRA dei certificati di taratura.
SIT is one of the signatories to the Mutual Recognition Agreement EA-MLA and ILAC-MRA for the calibration certificates.

CENTRO DI TARATURA 184

Calibration Centre

Fonometrica dB Research

Centro SIT n.184



Specializzati in acustica
Via A. Labriola P.co Fiorito Sc. Q int. 3
80144 Napoli

Tel. 081 5431020
cell. 3474700261
Fax 081 2141793
info@consulenzeambientali.it
www.consulenzeambientali.it

CERTIFICATO DI TARATURA N. 618

Certificate of Calibration No. 618

Pagina 1 di 5

Page 1 of 5

- Data di Emissione: 2010/01/26
date of Issue
destinatario PROJETTO Engineering s.r.l Unipersonale
addressee
via Dei Mille , 5
Manduria (TA)
- richiesta 09_10
application
- in data 2010/01/26
date

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento SIT N. 184 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). Il SIT garantisce le capacità di misura e le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità del Sistema Internazionale delle Unità (SI).
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

- Si riferisce a:
Referring to
- oggetto Calibratore
Item
- costruttore 01 dB - Stell
manufacturer
- modello Cal 21
model
- matricola 730522(2003)
serial number
- data delle misure 2010/01/26
date of measurements
- registro di laboratorio 09_10
laboratory reference

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation SIT No. 184 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. SIT attests the measurement capability and 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 ed i rispettivi certificati di taratura, in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards 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 al 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.

JIC Centro SIT n. 184
Servizio Italiano Taratura
Via Antonio Labriola, Parco Fiorito
Sc. Q int. 3 Cap. 80145 Napoli
Tel./Fax 081 5431020

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Papa Augusto

SIT**SERVIZIO DI TARATURA IN ITALIA**
Calibration Service in Italy

Il SIT è uno dei firmatari degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA-MLA ed ILAC-MRA dei certificati di taratura.
SIT is one of the signatories to the Mutual Recognition Agreement EA-MLA and ILAC-MRA for the calibration certificates.

CENTRO DI TARATURA 184

Calibration Centre

Fonometrica dB Research
Centro SIT n.184

Specializzati in acustica
Via A. Labriola P.co Florito Sc. Q int. 3
80144 Napoli

Tel. 081 5431020

cell. 3474700261

Fax 081 2141793

info@consulenzeambientali.it

www.consulenzeambientali.it

Pagina 1 di 8

Page 1 of 8

CERTIFICATO DI TARATURA N. 617

Certificate of Calibration No. 617

- **Data di Emissione:** 2010/01/26
date of Issue

destinatario **PROJETTO Engineering s.r.l Unipersonale**
addressee

via Dei Mille , 5
Manduria (TA)

- richiesta **09_10**
application

- in data **2010/01/26**
date

- **Si riferisce a:**
Referring to

- oggetto **Fonometro**
Item

- costruttore **01 dB- Stell**
manufacturer

- modello **Solo**
model

- matricola **11066**
serial number

- data delle misure **2010/01/26**
date of measurements

- registro di laboratorio **90_10**
laboratory reference

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento SIT N. 184 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). Il SIT garantisce le capacità di misura e le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità 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 SIT No. 184 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. SIT attests the measurement capability and 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 ed i rispettivi certificati di taratura, in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards 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 al 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.

JIC Centro SIT n. 184
Servizio Italiano Taratura
Via Antonio Labriola, Parco Florito
Sc. Q int. 3, Cap. 80145 Napoli
Tel./Fax 081 5431020

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
Papa Augusto

Metodologia Di Misura

Le misurazioni sono state effettuate ponendo il microfono del fonometro ad una distanza di 1,20 m da suolo in campo aperto.

Il rilevamento è stato eseguito misurando il livello sonoro continuo equivalente ponderato in curva Leq A per un tempo di misura sufficiente ad ottenere una valutazione significativa del fenomeno sonoro esaminato.

Durante le misurazioni l'osservatore si è tenuto a sufficiente distanza da microfono per non interferire con la misura.

Le misure sono state effettuate in condizioni meteorologiche normali in assenza di precipitazioni.

Sono individuabili le seguenti Incertezza nelle Misure

- Fonometro +/- 0.5 dB
- Anemometro +/- 4%
- Temperatura +/- 0,8 °C

Valori Analitici Della Pressione Misurata Ante-Operam

Nella Tabella sono riportati i valori analitici della pressione sonora misurata per il campo eolico di Maruggio-Sava-Torricella. La tabella riporta inoltre i valori di altitudine, temperatura dell'aria e velocità del vento.

Numero Misurazione	Luogo	Altitudine m slm	Velocità del Vento m/s	Temperatura dell'aria °C	Potenza sonora L_{eq} (dB)
1	Masseria Le Monache	101	5,75	8,05	68
2	Madonna di Pasano	92	5,45	9,01	63
3	Masseria La Grava	89	5,05	7,09	54
4	Masseria Tremola vecchia	45	4,75	8,00	51
5	Masseria S. Marco	32	5,15	8,03	58
6	Masseria Garroni	24	3,55	9,05	55
7	Masseria Cravara	37	3,45	8,08	49

Tabella 4 - Misure di pressione sonora misurate per il campo eolico

Il rumore misurato è prevalentemente generato dal passaggio delle autovetture, dalla tipologia dell'asfalto dalle raffiche di vento e da svariati altri fattori che influenzano significativamente il valore della misura quali vicinanza di avifauna in canto, presenza di alberatura che provoca fruscii, ecc. Ne risulta pertanto che le misurazioni effettuate possono variare nel tempo a seconda del variare delle condizioni di misura indipendenti dall'operatore..

Con riferimento alla Tabella le misurazioni sono state effettuate il giorno 19 febbraio 2010.

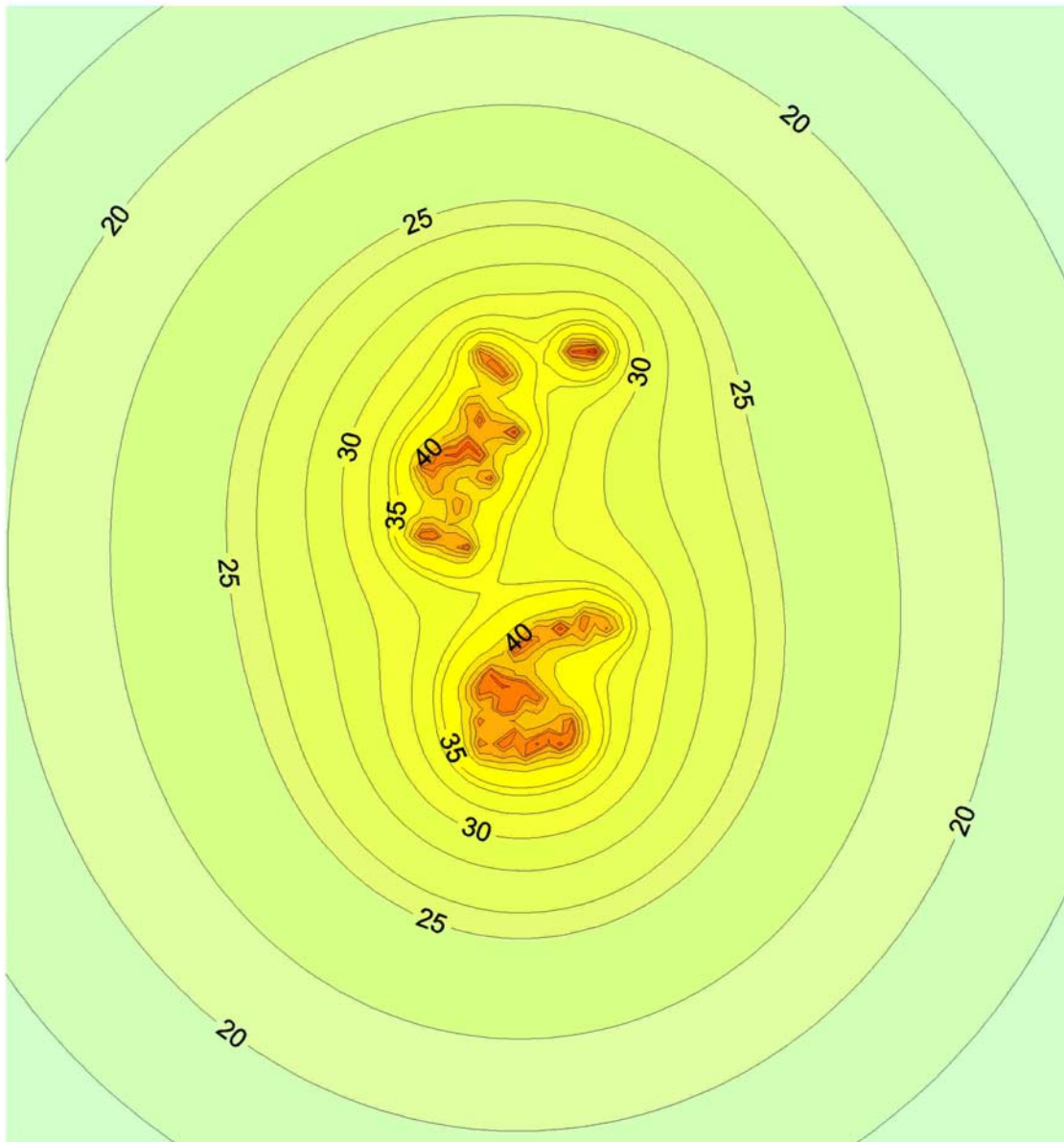


Figura 1 Contour map delle Isofone

5. MODELLO DI PROPAGAZIONE DEL RUMORE

Il modello di propagazione adottato è quello descritto dalla ISO 9613-2. La norma prevede di calcolare il livello di pressione L_p di singola sorgente al ricettore come:

$$L_p = L_w - A_{\text{divergenza}} - A_{\text{atmosfera}} - A_{\text{terreno}} - A_{\text{schermatura}} - A_{\text{riflessione}}$$

dove i termini sopra indicati hanno i seguenti significati:

L_w livello di potenza sonora della sorgente

$A_{\text{divergenza}}$ attenuazione dovuta alla divergenza geometrica della sorgente;

$A_{\text{atmosfera}}$ attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico;

A_{terreno} contributo dovuto all'effetto del terreno;

$A_{\text{schermatura}}$ attenuazione dovuta all'effetto di ostacoli;

$A_{\text{riflessione}}$ contributo di riflessione su superfici;

Si somma il contributo di tutte le sorgenti per calcolare il contributo ai ricettori.

Il rumore proviene dagli aerogeneratori posti ad una altezza media di 100 m.s.l.m., durante la propagazione non si incontrano ostacoli schermanti. Inoltre non ci sono riflessioni da parte di superfici o pareti di altri edifici, in quanto i vari ricettori sono isolati. I valori per l'attenuazione da divergenza sono stati posti tutti a 6 dB per raddoppio di distanza (decadimento sferico). I valori della potenza L_{WA} sono stati acquisiti dalle specifiche del costruttore per velocità del vento di 10 m/s. I valori medi dell'effetto del terreno sono stati calcolati numericamente a partire dal modello teorico previsto dalla ISO 9613-2. Per quanto riguarda il valore di resistenza al flusso del terreno, si suppone sia pari a 300 kNsm⁴, caratteristico del tipo di suolo della zona. La somma dell'attenuazione totale non supera i 2 dB.

6. PREVISIONE DELL'ALTERAZIONE DEL CAMPO SONORO

Al variare della configurazione della macchina in termini di potenza, numero di pale, velocità di rotazione del rotore, ecc, si possono riscontrare livelli variabili di emissioni acustiche. Per la valutazione dell'impatto acustico si sono tracciate le "ASIP" Aree per lo Studio di Impatto Potenziale, tenendo presente le considerazioni fatte nell'inquadramento territoriale e i vincoli imposti dalla normativa. L'individuazione della posizione degli aerogeneratori rispetta le peculiarità dei luoghi.

In totale il progetto prevede l'installazione di 49 torri eoliche posizionate nei territori di Maruggio, Sava e Torricella.

Calcolo dell'impatto acustico

Il calcolo dell'impatto acustico è stato sviluppato considerando il rumore di fondo una sorgente sonora al pari della torre eolica. Per quest'ultima si sono utilizzati i valori di rumorosità estrapolati dalle curve di potenza calcolate sulla base dei profili delle pale NACA 63 e FFA-W3. Si è assunto il valore maggiore di rumorosità pari a 101 dB.

In riferimento ai dati misurati riportati in Tabella è stata sviluppata la curva che descrive l'andamento della pressione sonora con la distanza dalla sorgente (aerogeneratore). Tale calcolo è stato sviluppato per due casi di livello di pressione sonora di fondo corrispondenti al minimo pari a 49 dB ed al massimo di 68 dB.

Pressione sonora con rumore di fondo minimo (49 dB)

La pressione sonora di fondo minima pari a 49 dB è stata rilevata presso Masseria Cravara. Durante l'intervallo di misurazione il valore medio della velocità del vento è stato pari a 3,45 m/s mentre la temperatura media è stata pari a 8,08 °C.

Segue il calcolo pressione sonora:

- Pressione sonora di fondo minima $L_w = 49 \text{ dB}$

- Pressione sonora dell'aerogeneratore $L_p = 101 \text{ dB}$

Trattandosi di sorgenti incoerenti si sommano le loro intensità. Si ottiene:

$$I_w = 10^{49/10} \cdot I_{RIF}$$

$$I_p = 10^{101/10} \cdot I_{RIF}$$

$$I_{TOT} = I_w + I_p = I_{RIF} \cdot \left[10^{49/10} + 10^{101/10} \right]$$

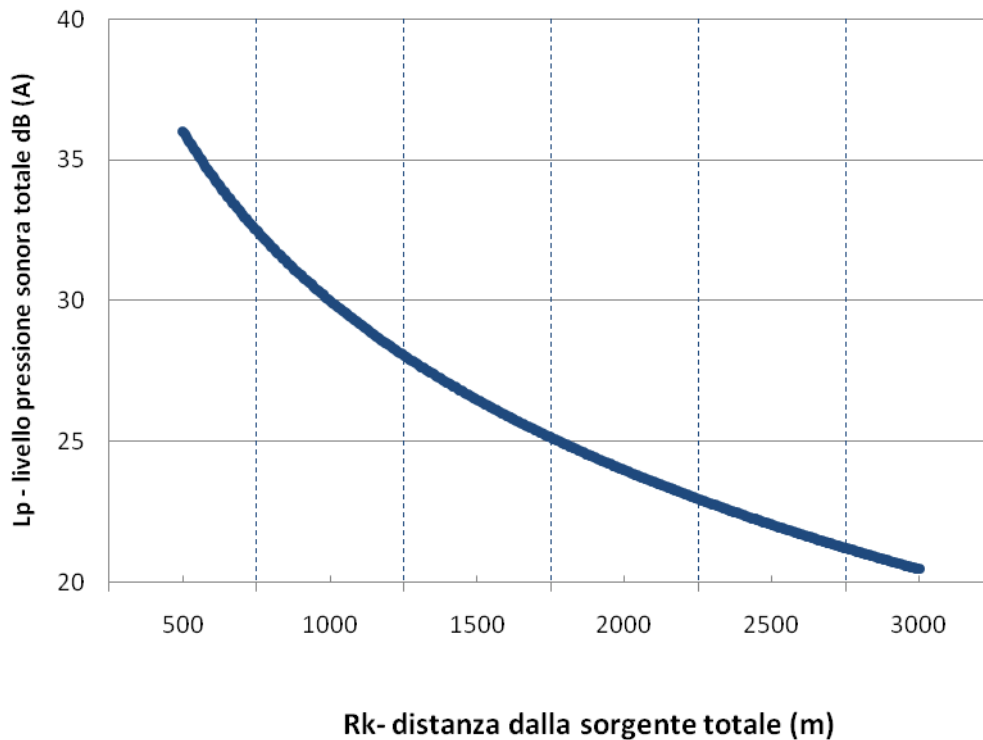
$$\Rightarrow L_T = 10 \lg \left[\frac{I_{RIF} \cdot \left(10^{49/10} + 10^{101/10} \right)}{I_{RIF}} \right] = 101,0000 \text{ dB}$$

Per cui la potenza totale nella distanza la calcoliamo con la seguente formula:

$$L_p = L_T - (20 \log(R_K) + 11)$$

Dove:

- R_K è la distanza dalla sorgente totale espresso in metri
- L_p è il livello di pressione sonora totale espresso in dB in funzione della distanza.



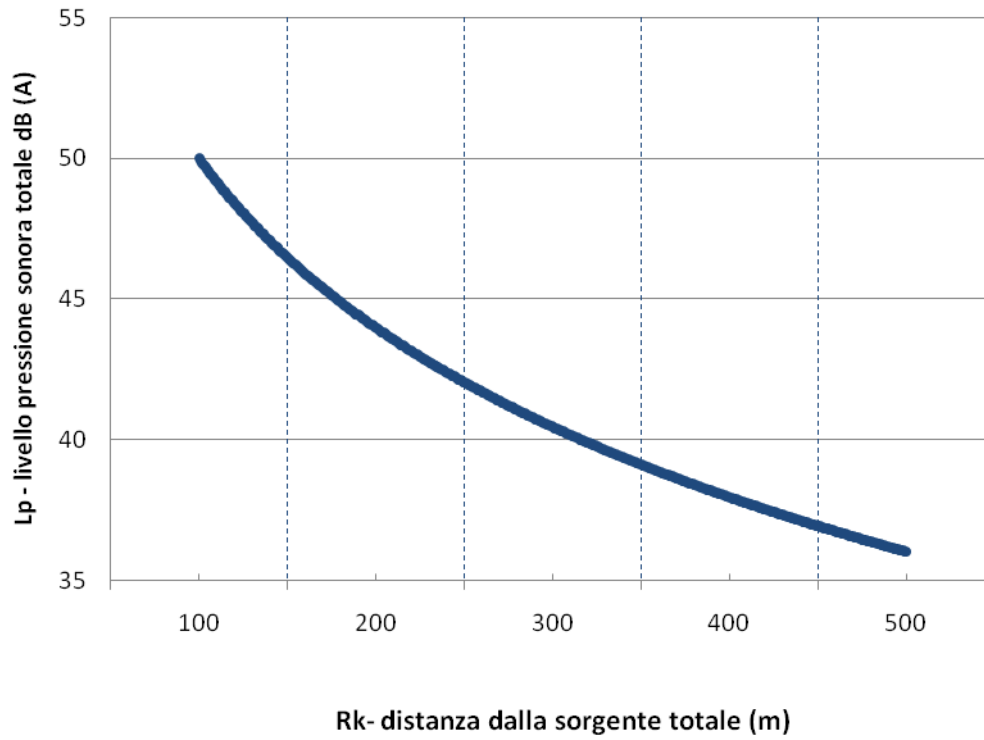


Figura 2 - Valore minimo del livello di fondo pari a 49 dB - andamento della pressione sonora con la distanza dalla sorgente

Pressione sonora con rumore di fondo massimo (68 dB)

La pressione sonora di fondo massima pari a 68 dB è stata rilevata presso Masseria Le Monache, velocità del vento 5,75 m/s e temperatura 8,05 °C

Segue il calcolo pressione sonora:

- Pressione sonora di fondo massima $L_w = 68 \text{ dB}$
- Pressione sonora dell'aerogeneratore $L_p = 101 \text{ dB}$

Trattandosi di sorgenti incoerenti si sommano le loro intensità. Si ottiene:

$$I_w = 10^{68/10} \cdot I_{RIF}$$

$$I_p = 10^{101/10} \cdot I_{RIF}$$

$$I_{TOT} = I_w + I_p = I_{RIF} \cdot \left[10^{68/10} + 10^{101/10} \right]$$

$$\Rightarrow L_T = 10 \lg \left[\frac{I_{RIF} \cdot \left(10^{68/10} + 10^{101/10} \right)}{I_{RIF}} \right] = 101,0022 \text{ dB}$$

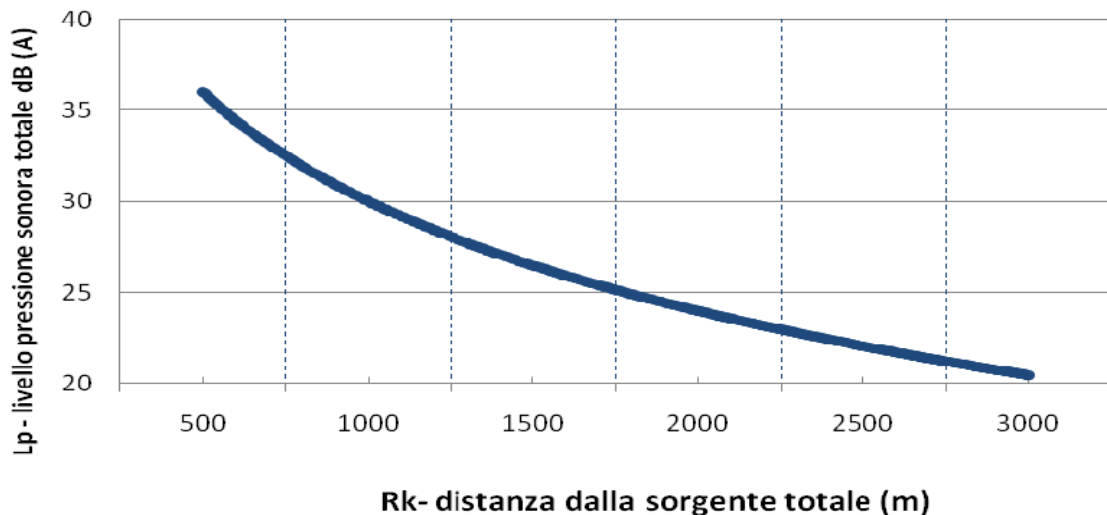
Per cui la potenza totale nella distanza la calcoliamo con la seguente formula:

$$L_p = L_T - (20 \log(R_K) + 11)$$

Dove:

R_K è la distanza dalla sorgente totale espresso in metri

L_p è il livello di pressione sonora totale in funzione della distanza e lo misuro in dB.



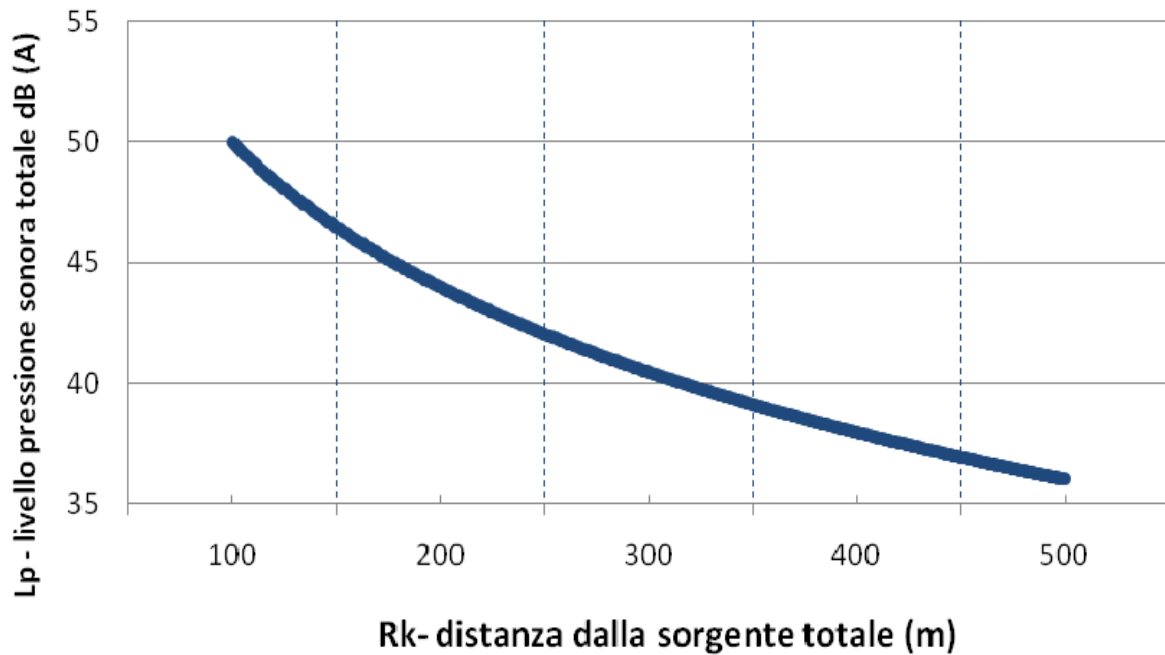


Figura 3 - Andamento della pressione sonora con la distanza dalla sorgente con massimo livello di fondo pari a 68 dB

Le misure del livello sonoro di fondo hanno evidenziato valori compresi tra 49 e 68 dB. I dati elaborati nei diagrammi sono stati successivamente rappresentati graficamente nella tavola delle curve isofone su base cartografica a 1:10.000.

Facendo centro su ogni aerogeneratore si sono rappresentate tre curve isofone corrispondenti rispettivamente alla pressione sonora di 35, 40, 45, 50, e 55 dB.

L'andamento della isofone è rappresentato nella tavola VA.05 dalla quale si evince che tutti i recettori considerati sono al di fuori della isofona 45 dB (Tabella 5).

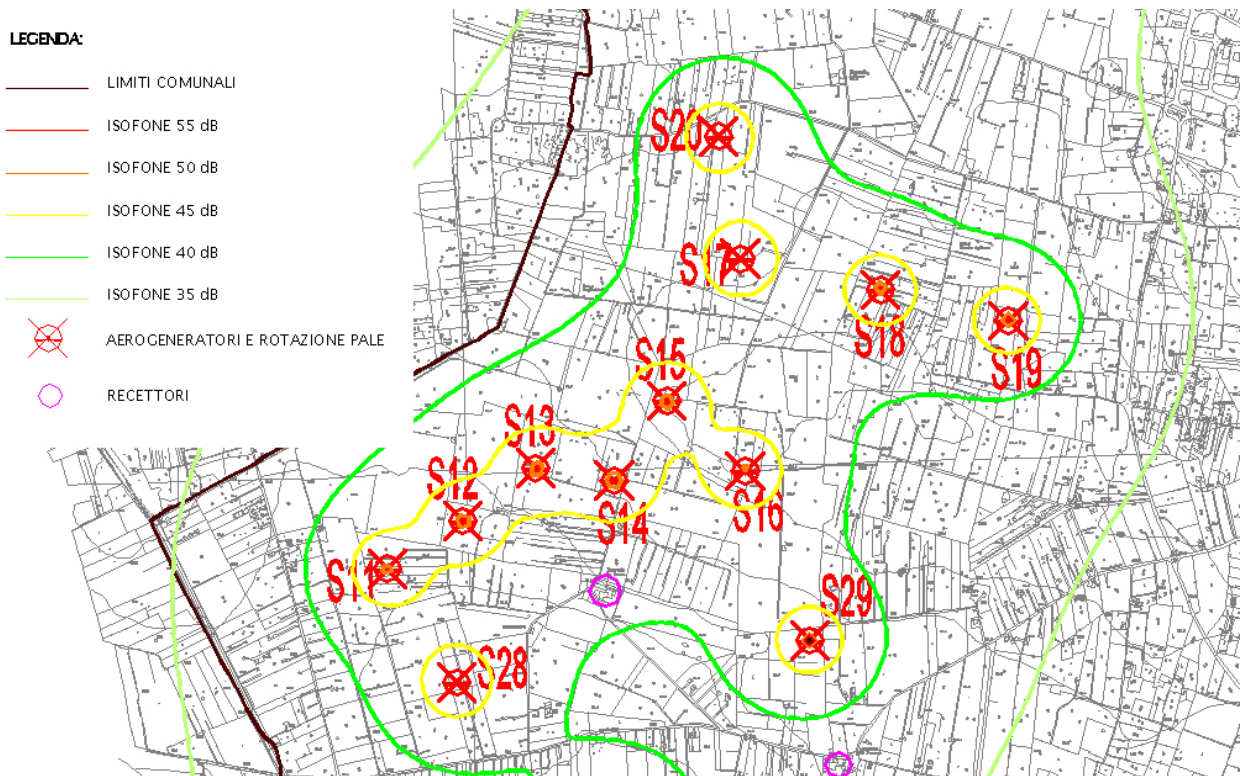


Figura 4 - Estratto Tav. VA.06

Recettore	X (m)	Y (m)	Altitudine m slm	Potenza sonora L_{eq} (dB)
Masseria Le Monache	2734374	4477076	101	37.62
Madonna di Pasano	2733600	4473907	92	37.44
Masseria La Grava	2732642	4474624	89	41.28
Masseria Tremola vecchia	2735037	4469823	45	40.74
Masseria S. Marco	2734673	4468175	32	42.35
Masseria Garroni	2734519	4467599	24	41.70
Masseria Cravara	2733887	4467764	37	41.98

Tabella 5 - Misure di pressione sonora simulate per il campo eolico

7. CONCLUSIONI: CONFRONTO DEI LIVELLI CON I LIMITI DI LEGGE

Vista la tipologia del rumore in esame, si esclude la presenza di componenti tonali ed impulsive, quindi non si rendono necessari ulteriori fattori di correzione nei livelli calcolati. Sono stati confrontati i futuri livelli di rumore stimati e gli attuali livelli misurati nei pressi dei ricettori con i valori limite normativi relativi alla destinazione acustica dell'area in cui sorgono gli stessi ricettori. Dal confronto è emerso che tutti i limiti di legge sono rispettati.

Si ricorda infine che i risultati ottenuti sono stati ricavati sotto una serie di ipotesi estremamente cautelative, che sono riportate qui di seguito:

- sono stati utilizzati i valori di potenza acustica forniti dal costruttore per velocità del vento pari a 10 m/s alla turbina, mentre la velocità media annua del vento è pari a circa 6 m/s alla turbina, e ciò comporta una sovrastima di tutti i livelli di emissione pari a circa 2.5 dB(A);
- e' stato previsto che venga trascurata la direttività della sorgente, considerando per tutte le direzioni il massimo livello di emissione misurato e certificato dal costruttore in fase di collaudo;
- è stato assunto che gli aerogeneratori siano costantemente in funzione giorno e notte;
- in ogni stima del livello differenziale non è mai stato tenuto conto che l'incremento del vento comporta anche un apprezzabile incremento del rumore residuo creando il cosiddetto "effetto di mascheramento" del rumore degli aerogeneratori.

Il Tecnico