



Comune di SAN SEVERO



REGIONE PUGLIA

PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO "AQUILONE 1"

Nel Comune di San Severo

N.29 aerogeneratori di potenza fino a 7,2MW

PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO

D.P.C.M. 1/3/1991 - L.447/95 – D.M. 11/12/96 – D.P.C.M. 14/11/97 – L.R. 3/02 - D.M. 01/06/2022

Committente:



NVA Aquilone srl

Via Lepetit, 8

20045 Lainate (MI)

nvaaquilone@legalmail.it

Visti:

Progettazione:



Tecnico Competente:

Ing. Francesco Di Cosmo



Elaborazione:

OTTOBRE 2023 rev 4 21-1-2024

PREMESSA

Il sottoscritto Ing. Francesco Di Cosmo "Tecnico Competente in Acustica", iscritto nell'albo Regionale ai sensi della L. 447/95 con determina del Dirigente del Settore Ecologia (Regione Puglia) n.217 del 26-10-2000, ha eseguito un'indagine fonometrica nell'area dove sarà realizzato l'impianto eolico e le opere di connessione alla stazione primaria.

Lo studio d'impatto acustico che segue si pone come obiettivo la tutela della qualità dell'ambiente per la salvaguardia della salute pubblica. A tal fine si è proceduto attraverso le seguenti fasi:

- indagine strumentale fonometrica finalizzata ad ottenere la situazione acustica ambientale ante-opera della zona circostante all'area in questione
- valutazione documentale delle emissioni sonore provenienti dagli aerogeneratori in esercizio
- calcolo di previsione della situazione acustica con l'impianto in esercizio
- verifica che i dati siano tali da non superare i limiti di legge o generare comunque disturbo per gli eventuali ricettori posti nell'intorno del sito
- valutazione dell'impatto acustico nella fase di esercizio
- valutazione dell'impatto acustico nella fase di realizzazione.

L'impatto acustico e il rapporto con il territorio per la sua importanza condiziona le scelte progettuali, anche se, sia i risultati dei valori calcolati attraverso le analisi previsionali, sia i risultati delle campagne realizzate in passato dimostrano come l'influenza psicologica tenda a sopravvalutare l'inquinamento acustico. Il solo rumore dovuto alla rotazione delle pale, infatti, viene spesso confuso con il rumore di fondo dovuto al vento ed ai suoi effetti su piante, foglie e territorio.

La rumorosità dei parchi eolici era un fattore critico fino ad alcuni anni orsono. Grazie anche ai contributi di numerosi progetti europei espressamente dedicati alla problematica del rumore, il problema è stato affrontato efficacemente, e nelle turbine di ultima generazione è stata ottenuta una significativa mitigazione del rumore emesso.

Benché i moderni parchi eolici non siano particolarmente rumorosi in termini assoluti e lo siano in generale meno di molti altri insediamenti industriali, tuttavia il più delle volte essi sono siti in ambiente rurale, dove il rumore di fondo è molto basso, soprattutto in periodo notturno, quando si hanno condizioni di propagazione del rumore a terra meno favorevoli e l'effetto di mascheramento del rumore di fondo provocato dal vento stesso risulta conseguentemente attenuato. Pertanto il calcolo progettuale e la verifica in sito dei livelli assoluti e differenziali del rumore immesso nell'ambiente circostante sono adempimenti ineludibili per la progettazione, realizzazione e messa in esercizio di nuove installazioni.

Il presente progetto è costituito da 29 aerogeneratori e opere di connessione da ubicare nei Comuni di San Severo.

L'aerogeneratore che si intende installare presenta le seguenti caratteristiche: marca Vestas V172-7.2, potenza nominale fino a 7,2MW, diametro rotore m.172, altezza mozzo m.175, altezza complessiva m.261, rpm 9,5.

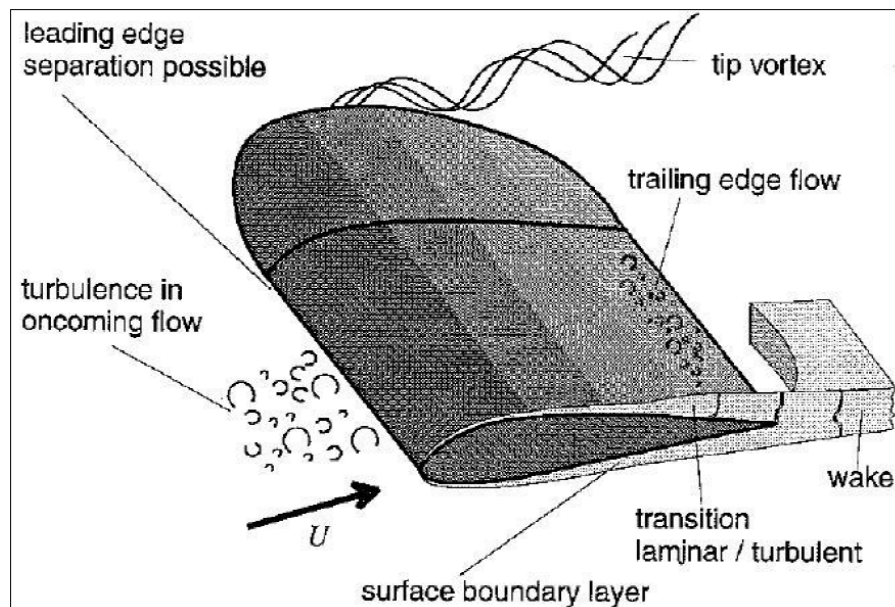
Il presente documento viene comunque redatto al fine di attestare la compatibilità alle norme di settore ambientali, di sicurezza e igienico-sanitarie.

Risulta utile richiamare brevemente i meccanismi di generazione del rumore nelle turbine eoliche, illustrare gli elementi legislativi e normativi che presiedono alla verifica della immissione di rumore e alla misura delle emissioni di una turbina eolica.

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 è la componente prevalente ed è quella che ha posto le maggiori difficoltà di controllo a livello progettuale.

Nelle turbine di recente costruzione, gli ingranaggi sono stati realizzati con denti elicoidali (che riducono il rumore di circa 1 dB per 1° di angolo dell'elica) e con speciali tecniche di realizzazione che assicurano una maggiore elasticità del nucleo ed una maggiore durezza superficiale, così da ridurre l'usura; inoltre sono stati significativamente ridotti gli effetti delle risonanze strutturali nella navicella. Questi interventi alla sorgente, hanno reso di minor peso l'effetto delle sospensioni elastiche tra la scatola degli ingranaggi e la navicella e tra la navicella ed il pilone, comunque presenti, e nell'insieme hanno ridotto significativamente il rumore meccanico degli ingranaggi. Un costruttore inoltre offre modelli di turbina eolica privi del moltiplicatore e come tali quindi privi del relativo rumore.

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 seguente figura.

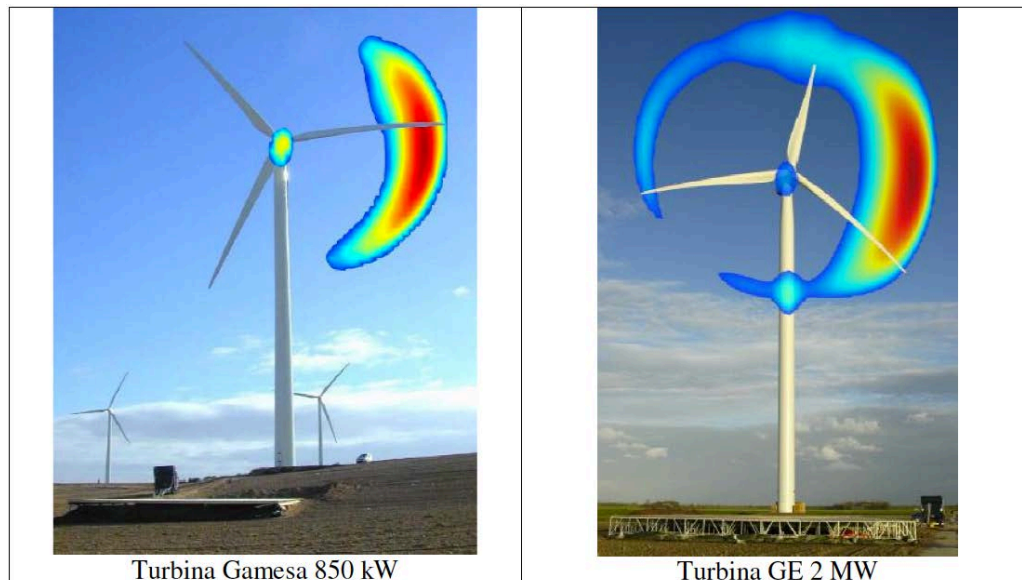


Nell'aria che raggiunge il profilo della pala sul suo bordo di ingresso (leading edge) è presente una turbolenza naturale (inflow turbulence). Lo strato limite dell'aria che scorre a contatto con la superficie della pala può essere di tipo laminare o turbolento. A valle della pala gli strati limite della superficie superiore in depressione ("suction side") e di quella inferiore in pressione ("pressure o lifting side") si combinano per dare luogo alla scia vorticoso 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.

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 ($f > 100$ Hz) quando questi ultimi hanno dimensioni minori o uguali della corda della pala. L'intensità del rumore generato è allora proporzionale 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 ("trailing edge noise") 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.

E' stato osservato, come dalla figura seguente, che l'area di maggiore emissione percepita da un osservatore a terra di fronte alla turbina si verifica sulla pala durante la rotazione verso il basso. L'emissione non risultava massima alla estremità della pala, bensì a distanze dal mozzo comprese tra il 75% ed il 95% della lunghezza della pala.



Attraverso studi sul rumore emesso dalle turbine eoliche si sono ricavate delle formule che dovrebbero consentire una stima di prima approssimazione della potenza sonora complessiva emessa di una turbina eolica sulla base di parametri fondamentali.

Una di queste è dettata da Hagg ed è basata sulla velocità V_{Tip} della estremità della pala e del diametro D del rotore:

$$L_{WA} = 50 \log_{10} V_{Tip} + 10 \log_{10} D - 4 \quad [\text{dBA}]$$

REALIZZAZIONE E INQUADRAMENTO TERRITORIALE

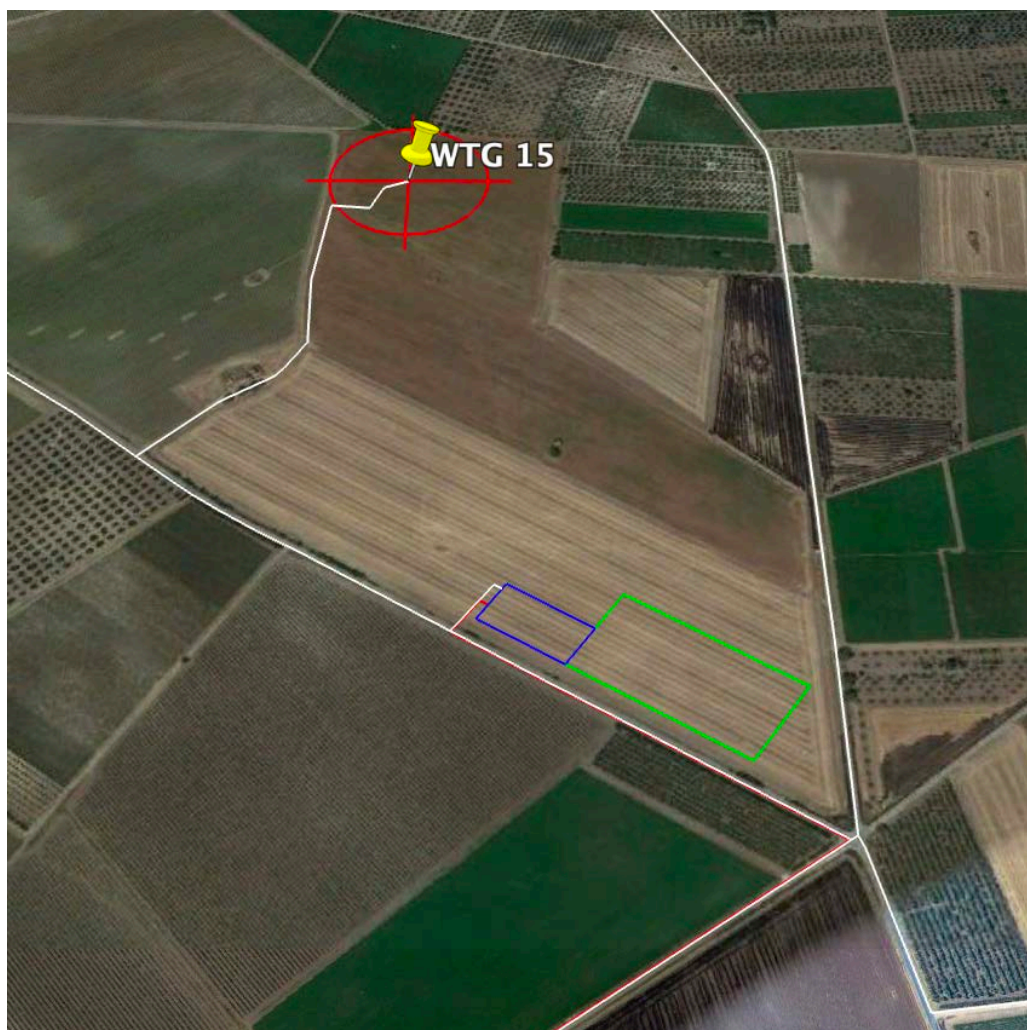
L'area prevista per l'installazione dell'impianto eolico è ubicata a nord del centro abitato di San Severo (FG). L'aerogeneratore n.27 è il più vicino al centro abitato (area industriale) di San Severo e dista circa km 2,2 in linea d'aria.

Il progetto prevede la costruzione di:

- un impianto eolico di 29 aerogeneratori con cabina di trasformazione 0,6/36kV ubicati nel Comune di San Severo.



- i cavidotti di interconnessione in A.T. (36kV) interni all'impianto
- una cabina di raccolta ed elevazione 36/380kV, ubicata in prossimità dell'aerogeneratore WTG15
- n. 1 Storage per accumulo energia elettrica (rettangolo colore verde)



- il cavidotto esterno che parte dalla cabina di interconnessione fino al punto di consegna dell'energia prodotta, previsto nella Stazione Primaria del GSE (Terna SpA). In sostanza il cavidotto sterno sarà costituito da una dorsale principale (in colore rosso nella ortofoto seguente) a 380kV che parte dalla cabina di raccolta e trasformazione 36/380kV e arriva alla sottostazione di consegna al GSE ubicata nel Comune di San Severo.



La numerazione e le coordinate geografiche nel sistema UTM 33N WGS84 sono le seguenti:

TORRE	X	Y
WTG01	525541.3374	4621632.3292
WTG 02	526101.6632	4622575.4295
WTG 03	526465.4741	4621215.0000
WTG 04	527012.1981	4622004.0281
WTG 05	526891.9645	4620417.8581
WTG 06	527352.2307	4619429.5110
WTG 07	527961.5216	4621332.5408
WTG 08	528092.0000	4623481.0000
WTG 09	528264.2397	4620481.0551
WTG 10	528320.0000	4622265.0000
WTG 11	528693.0336	4619364.7909
WTG 12	528790.3723	4624092.6971
WTG 13	528851.0241	4621496.7519
WTG 14	528859.6926	4622994.4152
WTG 15	529578.3577	4620703.0479
WTG 16	529701.0000	4619023.0000
WTG 17	529713.5897	4622450.6767
WTG 18	529833.8838	4624297.4667
WTG 19	529882.7065	4623356.2602
WTG 20	530811.1574	4620177.3583
WTG 21	530543.5232	4622075.9464
WTG 22	530679.1621	4623827.1627
WTG 23	531072.6952	4619317.6135
WTG 24	531177.8613	4623064.1103
WTG 25	531374.0000	4621699.0000
WTG 26	531764.1981	4620739.5277
WTG 27	531840.8394	4618777.8161
WTG 28	526920.9334	4622867.3349
WTG 29	530048.6275	4621472.5878

Le principali caratteristiche degli aerogeneratori sono:

marca Vestas V172-7.2, potenza nominale fino a 7,2MW, diametro rotore m.172, altezza mozzo m.175, altezza complessiva m.261, rpm 9,5.

All'interno di ogni torre è ubicato l'impianto di trasformazione per il collegamento alla cabina di raccolta e trasformazione (cabina di interconnessione), questo consentirà l'elevazione della tensione al valore di trasporto: da 720 V (tensione in uscita dal generatore) a 36 kV (tensione in uscita dal trasformatore). L'energia prodotta verrà trasportata alla cabina di interconnessione tramite cavidotti interrati (a 36kV) che saranno ubicati quasi sempre lungo la rete viaria esistente, tranne i primi tratti a partire da ogni pala e fino al raggiungimento della viabilità secondaria.

ATTREZZATURA E MOTODI DI MISURA

La quantificazione del rumore espresso in livello equivalente ponderato A, L_{Aeq} depurato degli eventi sonori atipici, che rappresenta il dato più significativo da confrontare con i limiti imposti dalla normativa vigente in materia di esposizione al rumore in ambienti abitativi e nell'ambiente esterno, è stato determinato attraverso misure fonometriche in ambiente esterno in corrispondenza di spazi che possono essere utilizzati da persone o comunità con modalità e tecniche di rilevamento conformi al D.P.C.M. 1 marzo 1991 e D.M. 16 marzo 1998 "*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*" in attuazione dell'art. 3, comma 1, lettera c), della Legge n. 447 del 26 ottobre 1995, nonché conformi al **D.M. 01/06/2022** "*Determinazione dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici e per il contenimento del relativo inquinamento acustico*".

Per eseguire le misurazioni acustiche sono stati rispettati i requisiti minimi dovuti dalla strumentazione:

- catena fonometrica e calibratore acustico di classe 1, conformi alle specifiche dettate dal D.M. 16/03/1998;
- cuffia antiventio;
- sistema di registrazione audio con impostazione di soglia per l'individuazione di eventi sonori anomali ed eventuale registrazione audio per l'intero tempo di misura.

Per l'acquisizione dei dati meteorologici, si è proceduto con la misura dei seguenti parametri, con valori medi e tempi sincronizzati con le misure acustiche:

- pioggia assente
- velocità vento anemometro marca Nielsen-Kellerman (risoluzione $\leq 0,5$ m/s; intervallo di acquisizione: almeno 0-20 m/s);
- direzione vento (risoluzione $\leq 3^\circ$);
- temperatura (risoluzione $\leq 0,2$ °C).

Per le misure è stata utilizzata una catena strumentale della ASITA che soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 ed EN 60804/1994 ed è fornito di caratteristiche conformi alle normative IEC 804 del 1985 gruppo I ed IEC 651 del 1979 gruppo 1; essa è così composta:

- FONOMETRO integratore di precisione marca ASITA modello HD 9019 matr. 2601983683
- CALBRATORE marca ASITA modello HD 9101 matr. 0702963878

I filtri ed i microfoni utilizzati per le misure sono conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-111994, EN 61094-211993, EN 61094-3/1995, EN 61094-411995.

Il calibratore è conforme alle norme CEI 29-4, IEC 942 (1988) Classe 1, ANSI S1.40-1 984 (R 1997).

Lo strumento, prima e dopo ogni ciclo di misura è stato controllato con apposito calibratore, secondo le norme IEC 942:1988.

Metodi di misura

Le misurazioni sono state effettuate **nel rispetto del D.M. 16-3-1998**, allegato B, punto 7, nonché nel rispetto del **D.M. 01/06/2022**.

Contestualmente alle misure del rumore è stata misurata la velocità del vento e la sua direzione nella stessa posizione e altezza dal suolo.

- assenza di precipitazioni atmosferiche;
- assenza di nebbia e/o neve al ricettore;

- velocità del vento al ricettore ≤ 5 m/s (si deve intendere la velocità media su 10 minuti misurata con la centralina in prossimità del ricettore);
- microfono munito di cuffia antivento (per le misure in esterno);
- compatibilità tra le condizioni meteo durante i rilevamenti e le specifiche del sistema di misura di cui alla classe 1 della norma IEC 61672-1:2013.

Le misure di fondo sono state effettuate:

- calibrando il fonometro, prima e dopo le rilevazioni, mediante un segnale di riferimento proveniente da un calibratore acustico che emette un segnale di 94 dB con risoluzione di $\pm 0,5$ dB alla frequenza di 1000 Hz.
- per un tempo di misura sufficiente ad ottenere una valutazione significativa del fenomeno sonoro esaminato con esclusione degli eventuali eventi in cui si siano verificate condizioni anomale non rappresentative (eventi eccezionali).

Misura del livello ambientale L_A in ambiente esterno:

Misure in Facciata:

- posizione microfono: ad 1 m dalla facciata di ogni edificio ricettore, di norma in corrispondenza di balconi e/o aperture (ad esempio finestre o porte-finestre), possibilmente ad una distanza di almeno 5 m da altre superfici riflettenti, da alberi o da possibili sorgenti interferenti;
- altezza del microfono: in accordo con la reale o ipotizzata posizione del ricettore;
- altezza sonda meteo: ≥ 3 m dal suolo; la sonda meteo è stata posizionata il più vicino possibile al microfono, ma sempre ad almeno 5 m da elementi interferenti in grado di produrre turbolenze (come ad esempio: vegetazione ad alto fusto, strutture edilizie) e in posizione tale che possa ricevere vento da tutte le direzioni.

Si è ottenuto, così, il livello equivalente ponderato A, $L_{Aeq, 10min}$ nelle condizioni vento più gravose, cioè quelle che favoriscono la propagazione del rumore dall'aerogeneratore al ricettore; in particolare, sono state considerate tali le condizioni in cui la direzione del vento è compresa entro un angolo di $\pm 45^\circ$ rispetto alla congiungente aerogeneratore-ricettore e il vento è risultato diretto verso il ricettore con una velocità compresa tra 1 e 5 m/s.

Il fonometro posto sul treppiede ed il microfono in corrispondenza del luogo disturbato in direzione e nel punto dove veniva rilevata la maggiore rumorosità, mantenendosi dove era possibile lontano da ostacoli o pareti riverberanti e comunque a poco più di 1 metro da essi, con tempo di misurazione statisticamente attendibile di circa 10 minuti ($T_p=10min.$).

I dati fonometrici ottenuti nei punti di misura riportati in tabella, sono da considerarsi significativi e rappresentativi della situazione acustica e delle condizioni di massimo disturbo causate dalle sorgenti presenti in quella zona, si è ottenuto, così, il livello equivalente ponderato A, $L_{Aeq, 10min}$ nelle condizioni più gravose.

I dati arrotondati a 0,5 dB sono stati riportati su appositi stampati, i criteri seguiti sono quelli accettati in campo internazionale (ISO-IEC) avendo cura di evitare condizioni di sovraccarico (segnalate sul visualizzatore) del fonometro.

IMPATTO ACUSTICO E LIMITI DI LEGGE

L'inquinamento acustico potenziale degli aerogeneratori è legato a due tipi di rumori: quello meccanico proveniente dal generatore e quello aerodinamico proveniente dalle pale del rotore. Per quanto riguarda il rumore, in termini di decibel, il ronzio degli aerogeneratori è ben al di sotto del rumore che si percepisce in città. Allontanandosi di trecento metri da un aerogeneratore si rilevano gli stessi decibel che si avvertono normalmente in ambienti urbanizzati. Attualmente comunque gli aerogeneratori ad alta tecnologia sono molto silenziosi. Si è calcolato che, ad una distanza superiore a circa 200 metri circa, il rumore della rotazione dovuto alle pale del rotore si confonde completamente col rumore del vento che attraversa la vegetazione circostante. Il rumore generato dagli impianti eolici è legato essenzialmente a due fattori, il primo è l'interazione tra la vena fluida e le pale, infatti, il contatto della vena fluida con le pale genera un gradiente di pressione che il nostro timpano percepisce e converte in rumore, il secondo è legato alle componenti meccaniche dell'aerogeneratore (moltiplicatore di giri). Per entrambe le cause i progressi tecnologici ci hanno permesso di ridurre estremamente le fonti acustiche, attraverso lo studio aerodinamico delle pale e l'utilizzo di materiali fono assorbenti per quanto riguarda l'isolamento della navicella. Le sovrappressioni generate si riducono nella breve distanza non generando rumore alcuno, quest'ultimo a sua volta è fortemente influenzato dal vento stesso, esso aumenta con la velocità del vento mascherando talvolta il rumore emesso dalla macchina. Le particolarità che hanno contribuito alla mitigazione dell'inquinamento acustico sono state:

- l'utilizzo di un aerogeneratore tripala con velocità di rotazione inferiore ai modelli precedentemente installati, particolare riferimento ai modelli monopala o bipala che necessitano di velocità maggiori,
- utilizzo del sostegno tubolare e non a traliccio in modo da ridurre notevolmente il passaggio del vento tra i tralicci della torre.

Vista l'attività da cui è generato il fonoinquinamento, gli strumenti tecnici d'indagine e la metodologia di valutazione, per la identificazione della previsione di impatto acustico sono stati elaborati i seguenti relativi atti:

- fase di analisi e di approfondimento dati;
- calcolo e indagine spaziale;
- analisi della situazione futura e modello previsionale.

La vigente Normativa prevede il rispetto dei limiti di immissione diurno e notturno determinati da parte dei Comuni nelle carte di zonizzazione. Il D.P.C.M. 1 Marzo 1991, all'art. 6 comma 1 regola il regime transitorio ed indica l'applicazione dei limiti di cui al D.M. 2 Aprile 1968 n.1444 per quei Comuni non ancora dotati di Carte di Zonizzazione:

ZONIZZAZIONE	Limite diurno L_{eq} dB(A)	Limite notturno L_{eq} dB(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (DM 1444/68)	65	55
Zona B (DM 1444/68)	60	50
Zona industriale	70	70

- Zona A: le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestono carattere storico, artistico e di particolare pregio ambientale o da porzioni di essi comprese le aree circostanti che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche, degli agglomerati stessi.

- Zona B: Le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate diverse dalle zone A. si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta dagli edifici esistenti non sia inferiore al 12,5 % (un ottavo) della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1,5 mc/mq.

Il Comune di [San Severo](#) è dotato di una zonizzazione acustica del proprio territorio ([approvato dal C.C. n.68 del 28/04/1999](#)) così come previsto dall'art. 6, comma 1, della Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" e dall'art. 8, comma 2, della Legge Regione Puglia n. 3 del 12 febbraio 2002 "Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico".

La zonizzazione acustica del Comune di [San Severo](#) suddivide il territorio in n.6 aree sotto riportate. Gli aerogeneratori ricadenti nel Comune di [San Severo](#) sono ubicati tutti nella zonizzazione esterna detta "*area di indagine secondaria*" che si estende dal confine urbano al confine del territorio comunale.

L'impianto in questione rientrerebbe in parte nella Classe III "*Aree di Tipo misto*", infatti il secondo capoverso dell'art.5 delle norme tecniche di attuazione della zonizzazione di San Severo descrive tali aree come: "*Aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici*", in parte nella Classe IV "*Aree di intensa attività umana*" per le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie. Ma anche in parte in Classe V "*Area prevalentemente industriale*". Ciò nella ipotesi che l'area su cui si installerà l'aerogeneratore sarà oggetto di obbligata variazione di destinazione d'uso, passando da area rurale ad area industriale. Infatti, è proprio per l'autorizzazione all'esercizio (costituita dalla autorizzazione unica) "*dell'attività produttiva*" - in questo caso di energia da fonte rinnovabile - che viene chiesta la documentazione di previsione di impatto acustico ai sensi del comma 4, dell'art. 8, della Legge 447/95.

Dunque l'area in questione, per effetto della autorizzazione unica regionale e conseguente variazione d'uso viene a ricadere, ai sensi della zonizzazione Comunale, in Classe V "*Area prevalentemente industriale*". Infatti secondo l'art.5 delle norme tecniche contenute nella zonizzazione: "*Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali con scarsità di abitazioni*". In ogni caso a titolo cautelativo si considerano i limiti imposti dalla **Classe IV** del piano di zonizzazione. Come si vedrà in seguito, qualora sia presente una forte ventilazione, intorno ai 8/9 m/s, il rumore di fondo generato, in assenza di aerogeneratori, sarebbe già superiore al valore del Leq di 50 dB (A), rendendo la eventuale sovrapposizione del rumore degli aerogeneratori quasi del tutto ininfluenza.

Valori dei limiti massimi del livello sonoro equivalente relativi alle classi di destinazione d'uso del territorio						
Classi di Destinazioni D'uso del Territorio						
Limiti massimi leq - dB(A)	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	Classe VI
Notturmo	40	45	50	55	60	70
Diurno	50	55	60	65	70	70

Limite valore di immissione Diurno 65 dB (A), Notturmo 55 dB (A).

Valori limite d'immissione differenziali (criterio differenziale)

I valori limite d'immissione differenziali "determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo" (Art. 2 comma 3 lettera b legge n. 447 del 26/10/1995) sono 5dB per il periodo diurno, e 3dB per il periodo notturno all'interno degli ambienti abitativi" (Art. 4 comma 1 DPCM 14/11/1997). Inoltre, in caso di valutazione acustica post-operam con impianto realizzato "Le misure saranno eseguite sia con le finestre aperte che con le finestre chiuse". Il livello equivalente di rumore ambientale, in questo caso, è riferito al tempo di misura medio T_m (D.M. 16/3/98 Allegato A punto 11).

Il DM 16/3/98 spiega come si effettua il riconoscimento dell'impulsività di un evento sonoro nonché la presenza di eventuali componenti tonali (Allegato B punti 9, 10, 11). In questo caso lo stesso decreto nell'Allegato A punto 15, riporta le penalizzazioni che devono essere applicate al livello di rumore misurato (residuo o ambientale).

Il DPCM 14/11/97 precisa che per il criterio differenziale si deve valutare la rumorosità prodotta (art. 4 comma 3):

- A. Dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime
- B. Da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali

Il criterio differenziale non è applicabile, nei casi in cui il ricettore trovi in aree prevalentemente industriali della classe VI (art. 4 comma 1 DPCM 14/11/1997).

Il criterio differenziale non è applicabile, art.4 comma 2 del DPCM 14/11/1997, quando:

- A. Il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50dB(A) nel periodo diurno e 40dB(A) nel periodo notturno (art. 4 comma 2 lettera a), in quanto ogni effetto del rumore è da considerarsi trascurabile.
- B. Il livello di rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35dB(A) nel periodo diurno e 25dB(A) nel periodo notturno (art. 4 comma 2 lettera b), in quanto ogni effetto del rumore è da considerarsi trascurabile.

Tuttavia, la Circolare 6/9/2004 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, fa presente che il criterio differenziale va applicato se non è verificata anche **una sola** delle condizioni di cui alle lettere a) e b) art.4 comma 2 del DPCM 14/11/1997.

Inoltre occorre sottolineare come nel calcolo dei livelli di rumorosità vada incluso anche il rumore antropico prodotto nell'ambito delle attività succitate.

Considerata la configurazione di propagazione del fenomeno esaminato, la verifica del limite di immissione differenziale per gli impianti eolici si effettua considerando esclusivamente la condizione con infissi aperti (condizione maggiormente cautelativa).

Nella fattispecie, trattandosi di una valutazione acustica pre-operam l'analisi verrà svolta in prossimità dei ricettori, pertanto per limite di applicabilità del criterio differenziale si adatterà quello a finestre aperte: 50dB(A) nel periodo diurno e 40dB(A) nel periodo notturno. Dunque se il rumore ambientale al ricettore, somma del rumore residuo e del rumore immesso dagli aerogeneratori, risulta inferiore a tali valori il criterio differenziale potrebbe non essere applicato.

Tuttavia, **in base al D.M. 01/06/2022** l'area che deve essere investigata ha una estensione non inferiore a 1,5 km dall'aerogeneratore impattante. Inoltre, in deroga al decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 14 novembre 1997, le valutazioni del differenziale vengono eseguite unicamente in facciata agli edifici. Non trovano, pertanto, applicazione al verificarsi della condizione contenuta nella lettera a) del comma 2 dello stesso Decreto che recita "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".

ANALISI PREVISIONALE IN FASE DI ESERCIZIO

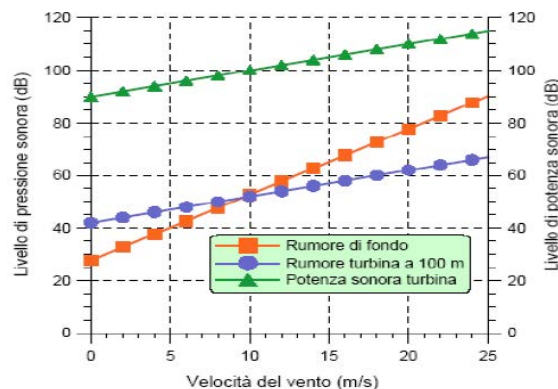
In ottemperanza a tutta la legislazione di settore, nonché al recente **D.M. 01/06/2022**, l'analisi previsionale sarà svolta:

- Considerando il ricettore più prossimo a ciascun aerogeneratore fino ad un raggio di 1500 metri
- Applicando sempre il criterio differenziale in facciata agli edifici
- Al variare della velocità del vento

E' opportuno osservare che il rumore di fondo generato dal vento aumenta con la velocità, 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 L_f dovuto alla velocità del vento u è la seguente:

$$L_f = 27,7 + 2,5u$$

La figura che segue mostra che per velocità del vento dell'ordine di 10 m/s il rumore di fondo è dello stesso ordine di grandezza di quello prodotto dalla turbina eolica (circa 50 dB) posta a 100 metri rispetto ad un ipotetico ricettore.



Presentazione e analisi dei dati ambientali

Caratteristiche tecniche dei sito di misura:

- rilievi fonometrici: ambiente esterno eseguiti nel mese di **ottobre 2023**;
- situazione al contorno: Zona agricola
- temperatura media: 26°C diurna - 19°C notturna;
- Umidità: 60%
- precipitazione: assente
- velocità del vento: circa 3m/s misurato in prossimità del microfono del fonometro, il valore esatto è riportato nelle tabelle unitamente al livello sonoro Leq (A)

Caratteristiche della misura

- tempo di riferimento Tr : diurno (ore 06.00 - 22.00);
- tempo di riferimento Tr : notturno (ore 22.00 - 06.00);
- tempo di osservazione diurno To : dalle am 17.00 alle am 18.00;
- tempo di osservazione notturno To : dalle pm 22.00 alle pm 23.00.
- tempo medio Tm di ciascuna misurazione 10 minuti

Le emissioni sonore generate dagli aerogeneratori

Le grandi dimensioni delle turbine eoliche, ed il fatto che esse operano in condizioni di vento forte e variabile in intensità e direzione, rendono non immediatamente applicabili i criteri generali dettati dalla norma ISO 3740 (e dalle sue collegate) per la misura della potenza sonora di generiche sorgenti di rumore.

L'applicazione delle metodologie prescritte dalla IEC 61400-11 applicata dai costruttori di aerogeneratori fornisce i valori di potenza sonora globale pesata A, lo spettro della potenza sonora in terzi di ottava e la tonalità del rumore di una turbina eolica per i valori interi di velocità del vento pari a 6, 7, 8, 9 e 10 m/s, riportate ad un'altezza di riferimento di 10 m e ad una rugosità del terreno pari a 0.05 m. La determinazione della direttività è invece opzionale.

Il presente studio tende a valutare l'impatto acustico sui ricettori più prossimi quando l'aerogeneratore non è ancora installato e si basa sulle emissioni sonore generate dagli aerogeneratori desumibili dal loro livello di potenza sonora massimo indicato nella scheda tecnica.

Nel caso in esame si riportano le emissioni sonore per l'aerogeneratore che si intende installare. I valori desumibili dalle schede tecniche certificate dal costruttore variano, oltre che con la velocità del vento al mozzo ed a 10 metri dal suolo, con il tipo di sistema di riduzione del rumore di cui l'aerogeneratore risulta dotato.

Nella seguente tabella si riportano i valori di emissione in dB(A) al variare della velocità del vento in m/s, rilevati dalle schede tecniche fornite dai costruttore:

6.3 Sound Curves, Mode PO7200

Sound Power Level at Hub Height		
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): $0 \pm 2^\circ$ Air density: 1.225 kg/m^3	
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Mode PO7200 (Blades with serrated trailing edge)	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Mode PO7200-0S (Blades without serrated trailing edge)
3	94.6	97.8
4	94.6	97.8
5	95.2	98.4
6	98.6	101.8
7	102.2	105.4
8	105.6	108.8
9	106.9	110.1
10	106.9	110.1
11	106.9	110.1
12	106.9	110.1
13	106.9	110.1
14	106.9	110.1
15	106.9	110.1

Pertanto considerata l'altezza mozzo dell'aerogeneratore che sarà installato si ritiene che nei calcoli sarà considerata la seguente curva caratteristica del rumore al variare della velocità del vento:

Modello / velocità del vento	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Vestas V172-7.2	97,8	97,8	98,4	101,8	105,4	108,8	110,1	110,1

Si precisa che si considera il valore massimo tra i valori indicati per le variazioni del sistema di riduzione del rumore. Anche la distanza considerata nei calcoli dal ricettore all'aerogeneratore, per semplicità è quella in pianta che, risultando minore rispetto a quella aerea, comporta valori di immissione al recettore più alti a favore della verifica alla sicurezza nei confronti dei limiti normativi.

Sarà effettuata una analisi con i relativi calcoli al variare della velocità del vento, nello specifico occorre precisare che per una velocità del vento sotto i 4m/s gli aerogeneratori non partono per cui l'analisi viene fatta da 4 m/s a 9m/s con intervalli di 1m/s.

La Norma ISO 9613-2

La Norma ISO 9613 descrive un metodo tecnico progettuale per calcolare l'attenuazione sonora nella propagazione all'aperto, allo scopo di prevedere i livelli di rumore ambientale a una certa distanza da una molteplicità di sorgenti. Con questo metodo si prevede il livello di pressione

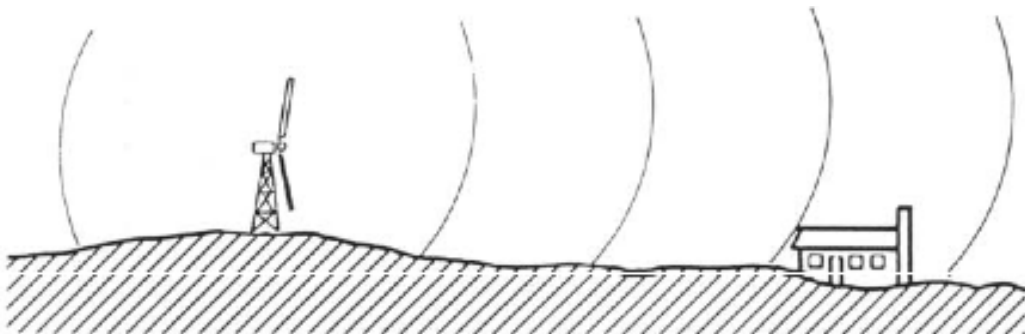
sonora continuo equivalente ponderato A in condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione sonora da sorgenti di emissione note.

Per applicare il metodo dettato dalla Norma ISO 9613-2 occorre conoscere parecchi parametri che riguardano la geometria della sorgente e dell'ambiente, le caratteristiche della superficie del suolo e la forza della sorgente in termini di livelli di potenza sonora per banda di ottava per le direzioni interessate dalla propagazione. Se sono noti soltanto i livelli di potenza sonora ponderati A delle sorgenti, si possono usare i termini di attenuazione a 500 Hz per valutare l'attenuazione risultante.

Il modello ISO 9613-2, permette di calcolare il livello equivalente considerando le attenuazioni dovute alla distanza, all'assorbimento dell'aria, all'influenza del tipo di suolo e se vi sono eventuali schermature.

Le condizioni di propagazione nel senso del vento sono:

- a) direzione del vento entro un angolo di $\pm 45^\circ$ dalla congiungente il centro della sorgente sonora dominante e il centro della zona specificata per il ricettore, con vento che spira nel senso sorgente-ricettore;
- b) velocità del vento compresa tra 1 m/s e 5 m/s, misurata a un'altezza dal suolo compresa tra 3 m e 11 m.



A partire da questo modello generico, sono stati sviluppati e proposti modelli semplificati, come il modello proposto prima dalla "International Energy Agency" nel 1994 e, successivamente, ripreso dalla "Swedish Environmental Protection Agency" nel 2006, utilizzato per valutare il rumore immesso da un aerogeneratore.

$$L_p = L_w - 10 \log (4 \pi r^2) = L_w - 20 \log r - 11$$

L'equazione che permette di calcolare il livello di pressione sonora in funzione della distanza dalla sorgente (in questo caso puntiforme), tenendo conto della divergenza geometrica e delle attenuazioni:

$$L_p (r) = L_w - 20 (\log_{10} r - 11) + ID - A$$

dove:

L_p = livello di pressione sonora nel punto del ricevitore (dB);

L_w = livello di potenza della sorgente sonora (dB);

r = distanza tra sorgente e ricevitore

ID = termine correttivo per direttività della sorgente ($D = 0$ per sorgenti omnidirezionali) (dB);

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ground} + A_{screen} + A_{misc}$$

dove

A_{div} = attenuazione per divergenza geometrica delle onde (dB);

A_{atm} = attenuazione per assorbimento dell'aria (dB);

A_{ground} = attenuazione per "effetto suolo" (dB) per le zone rurali una buona approssimazione in sicurezza è costituita dal porre questo fattore pari a 0,5;

A_{screen} = attenuazione per presenza di barriere (dB);

A_{misc} = attenuazione per altri effetti (presenza di edifici o di vegetazione, gradiente termici, vento, ecc.) (dB).

Il modello ipotizza che il rumore emesso dall'aerogeneratore si propaghi interamente sotto vento, secondo un cono che può essere stimato dagli studi anemometrici effettuati sul sito (vedi rosa dei venti); con tale ipotesi è ragionevole considerare la sorgente di rumore come una sorgente cilindrica caratterizzata da una propagazione del rumore in una direzione prevalente; inoltre, non si considerano né gli effetti di assorbimento, né di riflessione da parte del terreno.

$$L_p(r) = L_w - 20 (\log_{10} r - 11) - A_{atm}$$

Dove:

A_{atm} = attenuazione per assorbimento dell'aria (dB) con buona approssimazione si può ritenere di 3dB ogni 100m;

In conclusione il livello equivalente di emissione sonora a base di calcolo, per una data distanza dalla singola torre palo, considerando costante l'emissione acustica in tutta l'area di azione del rotore e assimilando il gruppo generatore-rotore ad una sorgente sferica omnidirezionale, può essere calcolato con la formula:

$$L_p(r) = L_w - 20 (\log_{10} r - 11) - (3 r / 100)$$

Dove r = distanza tra sorgente e ricevitore.

Tale relazione risulta valida, nella peggiore delle ipotesi descritta (difficilmente riscontrabile), considerando **per assurdo** l'assenza dei contributi dovuti alle attenuazioni: per divergenza geometrica, per effetto suolo, per presenza di barriere e per altri effetti come attenuazione dovuta alla vegetazione.

I risultati, in campo libero, dei livelli di pressione sonora al variare della distanza dall'aerogeneratore sono in generale di seguito schematizzati:

Distanza dalla sorgente [m]	Propagazione acustica [dB]
50	57.55
75	56.55
100	55.45
125	54.35
150	53.30
175	52.32
200	50.47
225	50.54
250	49.76
275	49.06
300	48.38
325	47.75
350	47.15

Dunque in generale si è verificato sul campo che, ad una distanza di circa 200 metri, il rumore della rotazione dovuto alle pale del rotore si riduce a circa 50dB confondendosi completamente col rumore del vento che attraversa la vegetazione circostante.

Nello specifico impianto partendo dai valori di rumore di fondo misurati e dai valori di emissione sonora relativi al modello di aerogeneratore prescelto, applicando *il modello ISO 9613-2* di propagazione del suono, si è arrivati ad avere dei risultati di uscita della simulazione.

Infine si è calcolato il rumore ambientale R_a quale somma logaritmica del rumore residuo R_r (o di fondo) e la rumorosità immessa dall'impianto R_i attraverso la relazione seguente:

$$R_a = 10 \times \log_{10} (10^{(R_r/10)} + 10^{(R_i/10)})$$

Individuazione dei ricettori

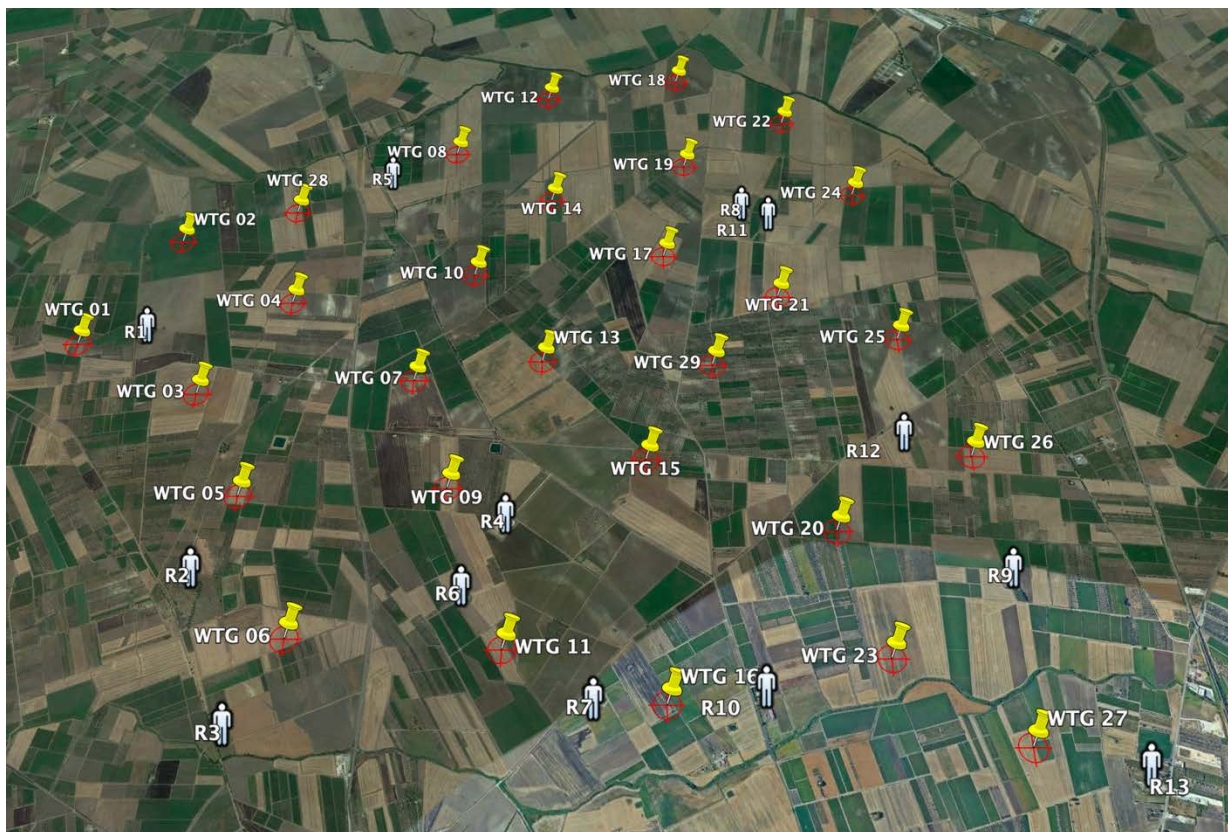
Per definire e verificare l'impatto acustico, sono stati individuati i corpi ricettori abitati che potrebbero subire gli effetti della rumorosità e ricreare un clima acustico ante-opera, in generale si sono considerati tutti i ricettori sensibili più prossimi agli aerogeneratori.

Per recettori sensibili sono stati considerati quei luoghi che possono essere abitati per più di 4 ore giorno.

Si analizzano per ogni aerogeneratore il ricettore più prossimo che si trova ad una distanza inferiore a circa m.1000 ritenendo distanze maggiori trascurabili ai fini acustici.

Sono stati individuati **13** ricettori sensibili, tralasciando i ruderi che non sono abitati.

Si evidenzia che alcuni aerogeneratori presentano lo stesso ricettore più prossimo.



Di seguito si presenta ciascun aerogeneratore con la distanza del ricettore più prossimo dal quale si procederà ad effettuare la verifica acustica. Ovviamente ricettori più lontani riceveranno una immissione acustica più favorevole e, dunque, la verifica acustica viene condotta per il ricettore maggiormente sollecitato acusticamente.



WTG 1 distanza da R1 m.484

Righello

Linea | Percorso | Poligono | **Cerchio** | Percorso 3D | Poligono 3D

Misura la circonferenza o l'area di un cerchio sul suolo

Raggio: 851,74 Metri

Area: 2,28 Chilometri quadrati

Circonferenza: 5.359,70 Metri

Navigazione con il mouse

Salva Cancell

WTG 02

WTG 01

R1

WTG 2 distanza da R1 m.851

Righello

Linea | Percorso | Poligono | **Cerchio** | Percorso 3D | Poligono 3D

Misura la circonferenza o l'area di un cerchio sul suolo

Raggio: 684,49 Metri

Area: 1,47 Chilometri quadrati

Circonferenza: 4.300,53 Metri

Navigazione con il mouse

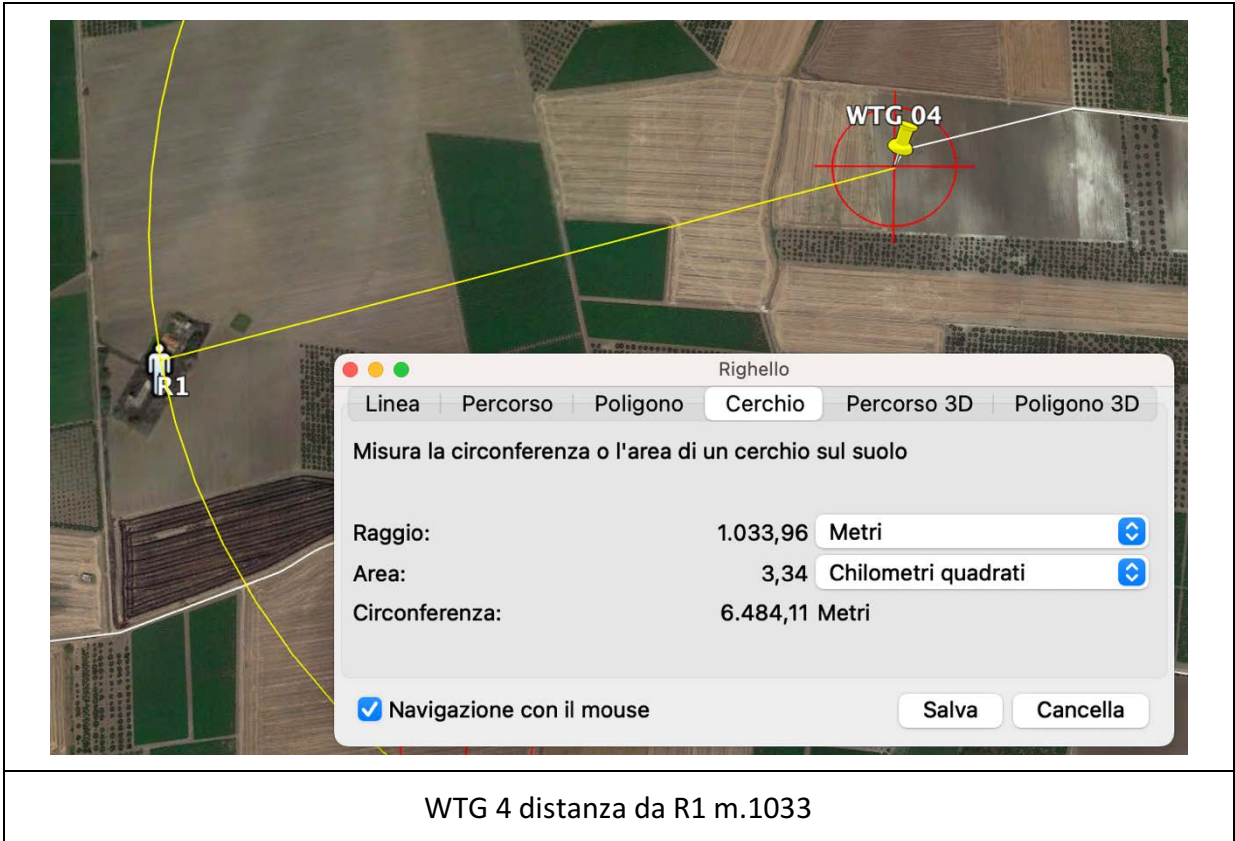
Salva Cancell

WTG 01

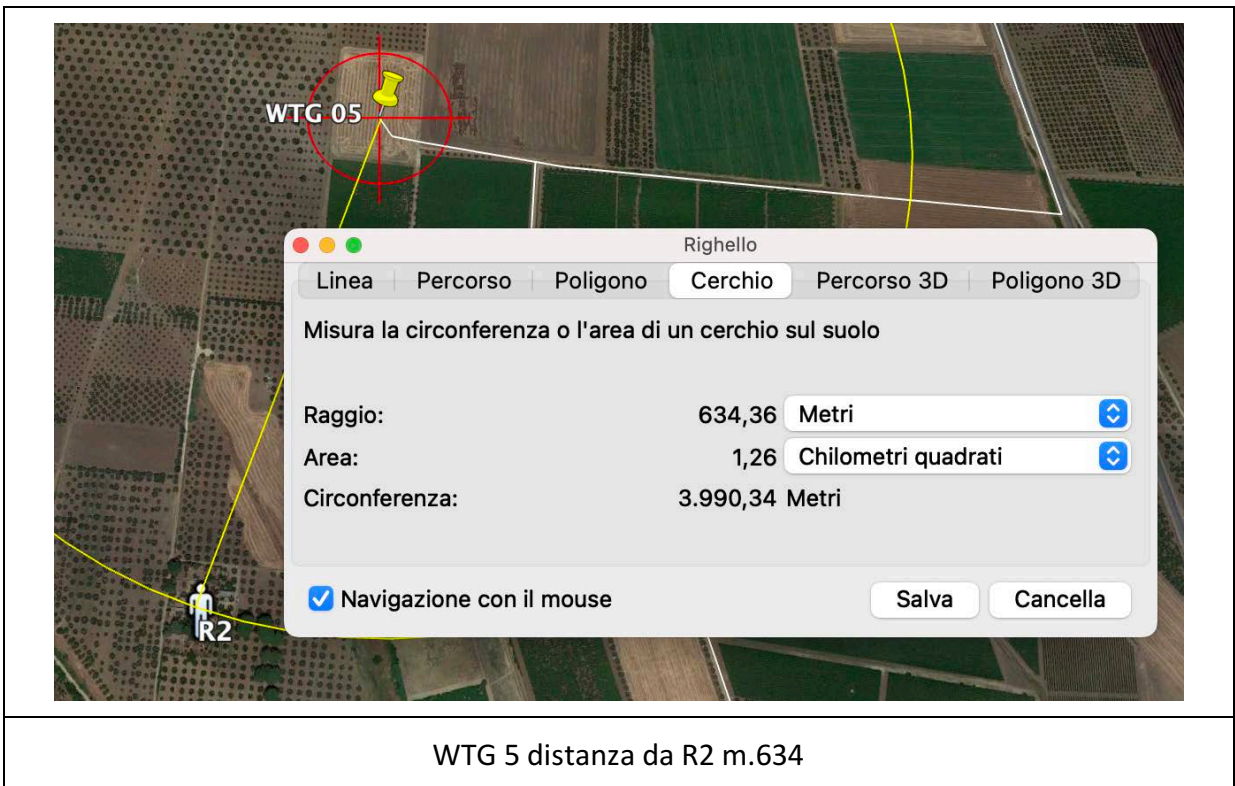
R1

WTG 03

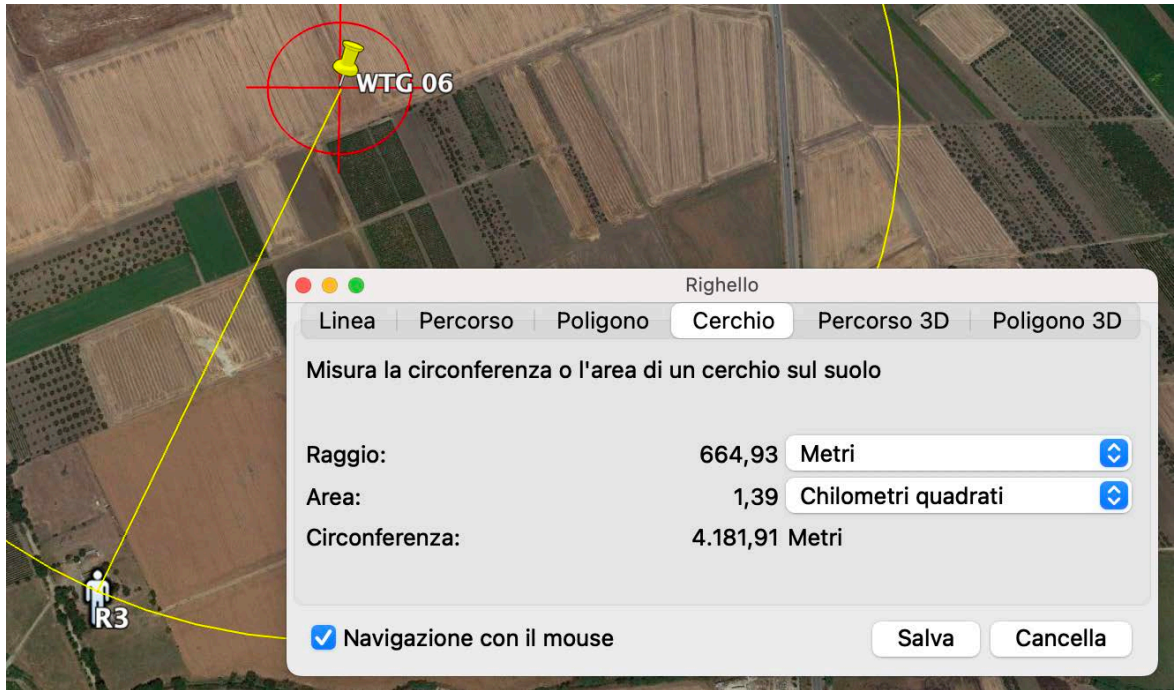
WTG 3 distanza da R1 m.684



WTG 4 distanza da R1 m.1033



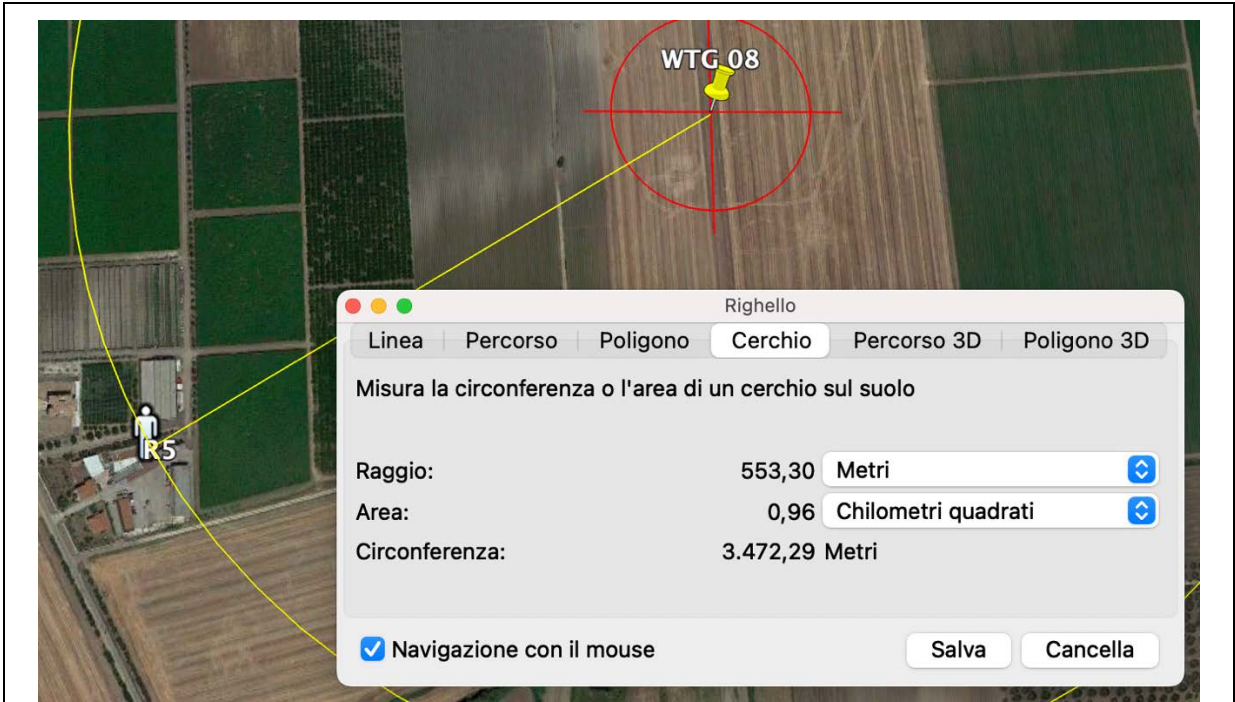
WTG 5 distanza da R2 m.634



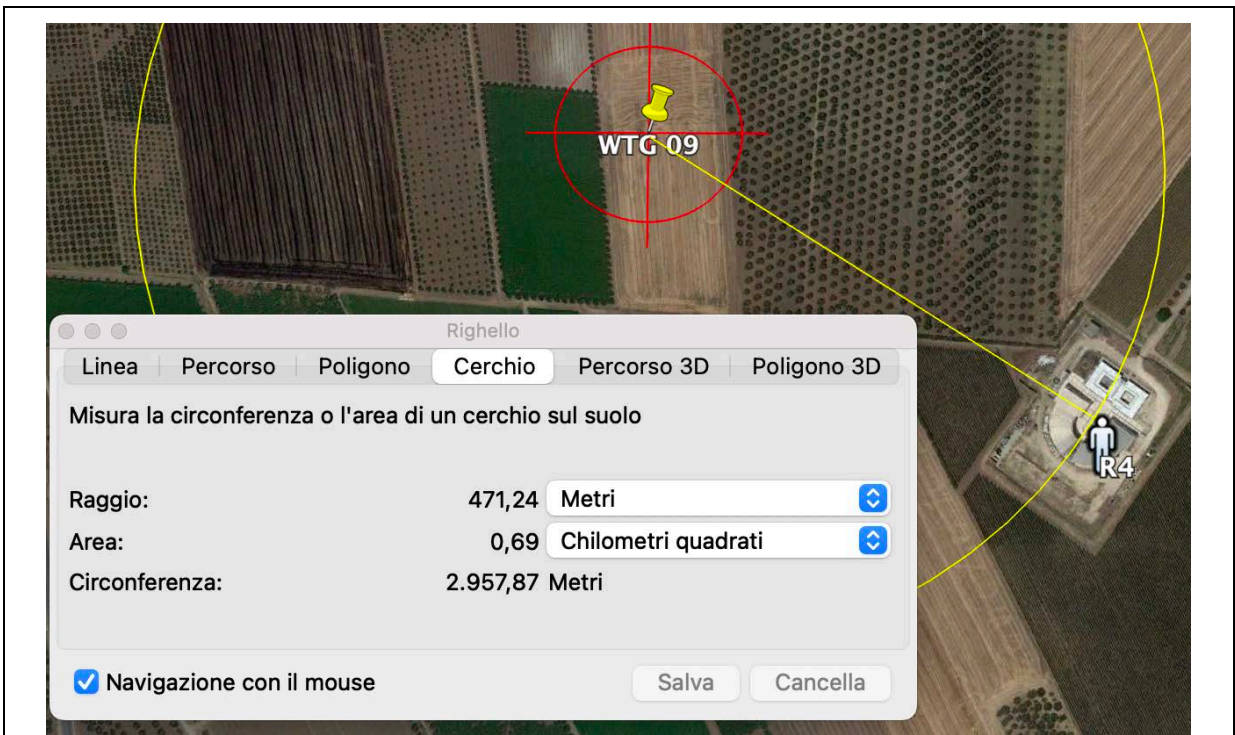
WTG 6 distanza da R3 m.664



WTG 7 distanza da R4 m.1331



WTG 8 distanza da R5 m.553



WTG 9 distanza da R4 m.471



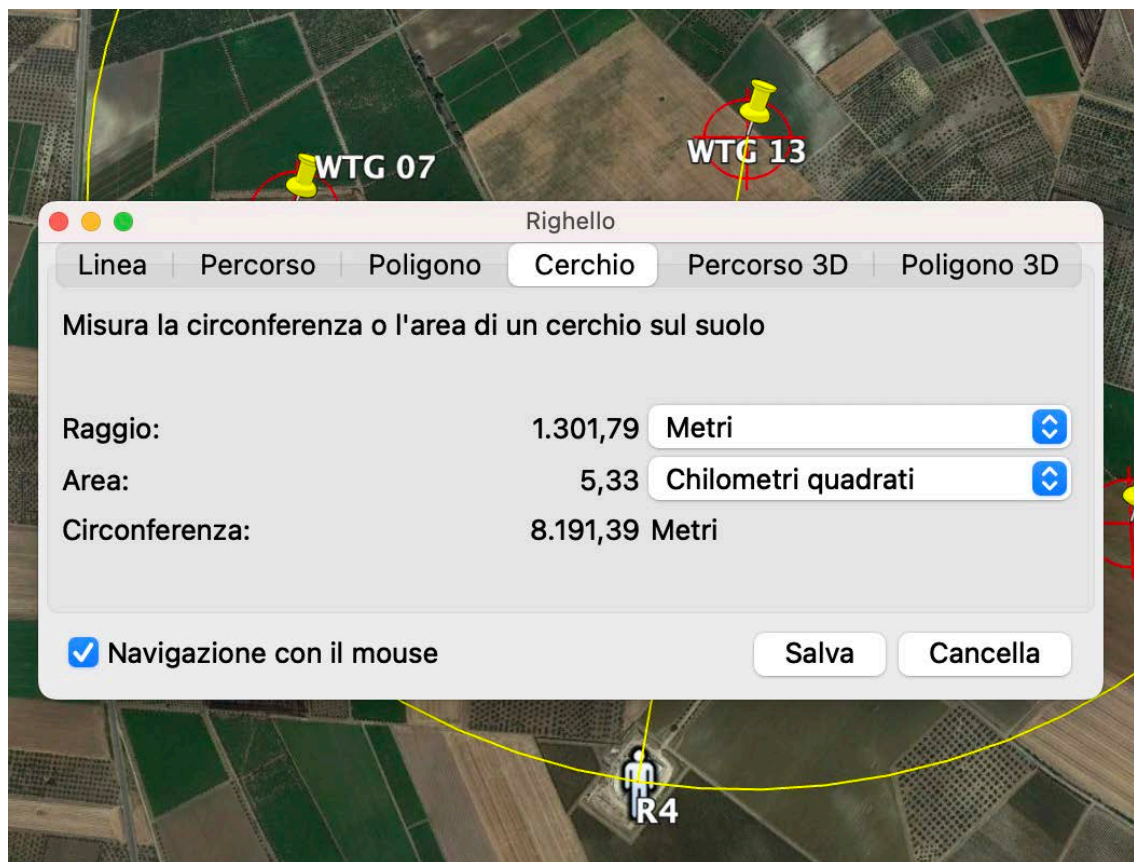
WTG 10 distanza da R5 m.1189



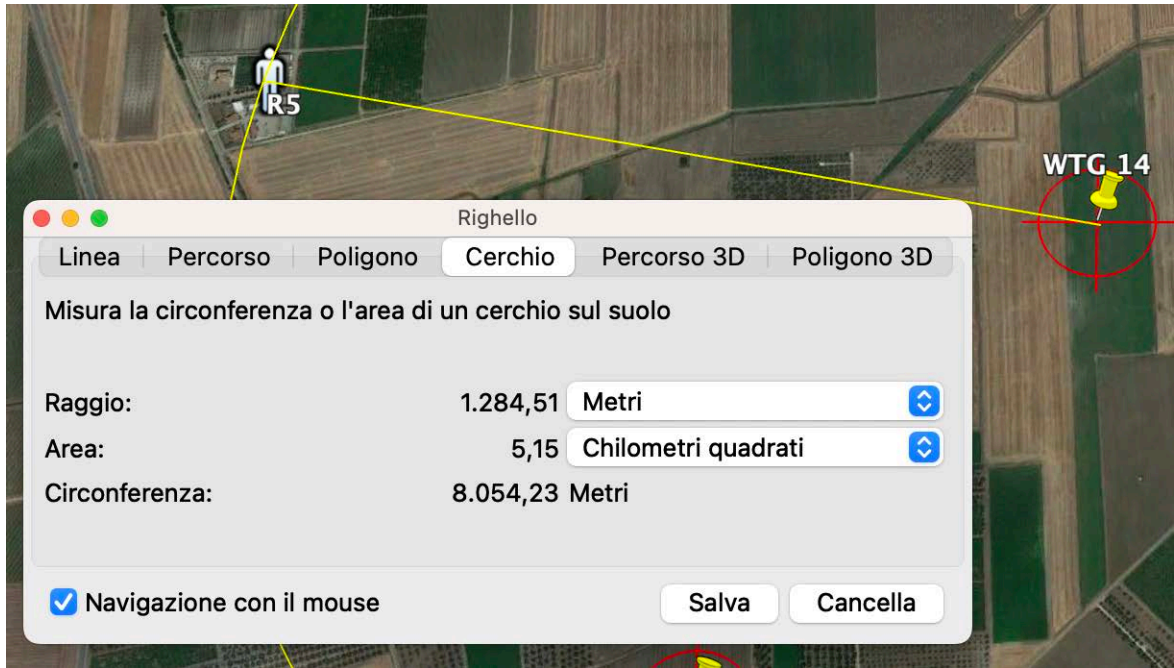
WTG 11 distanza da R6 m.471



WTG 12 distanza da R5 m.1460



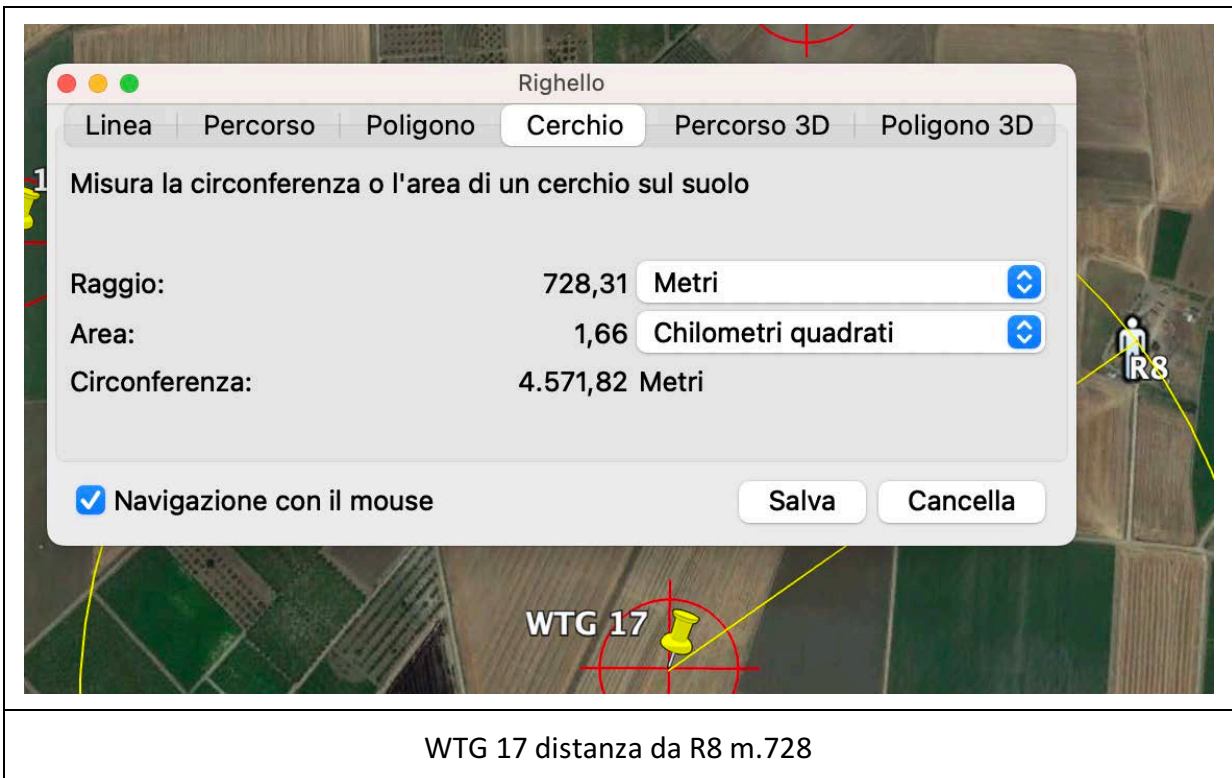
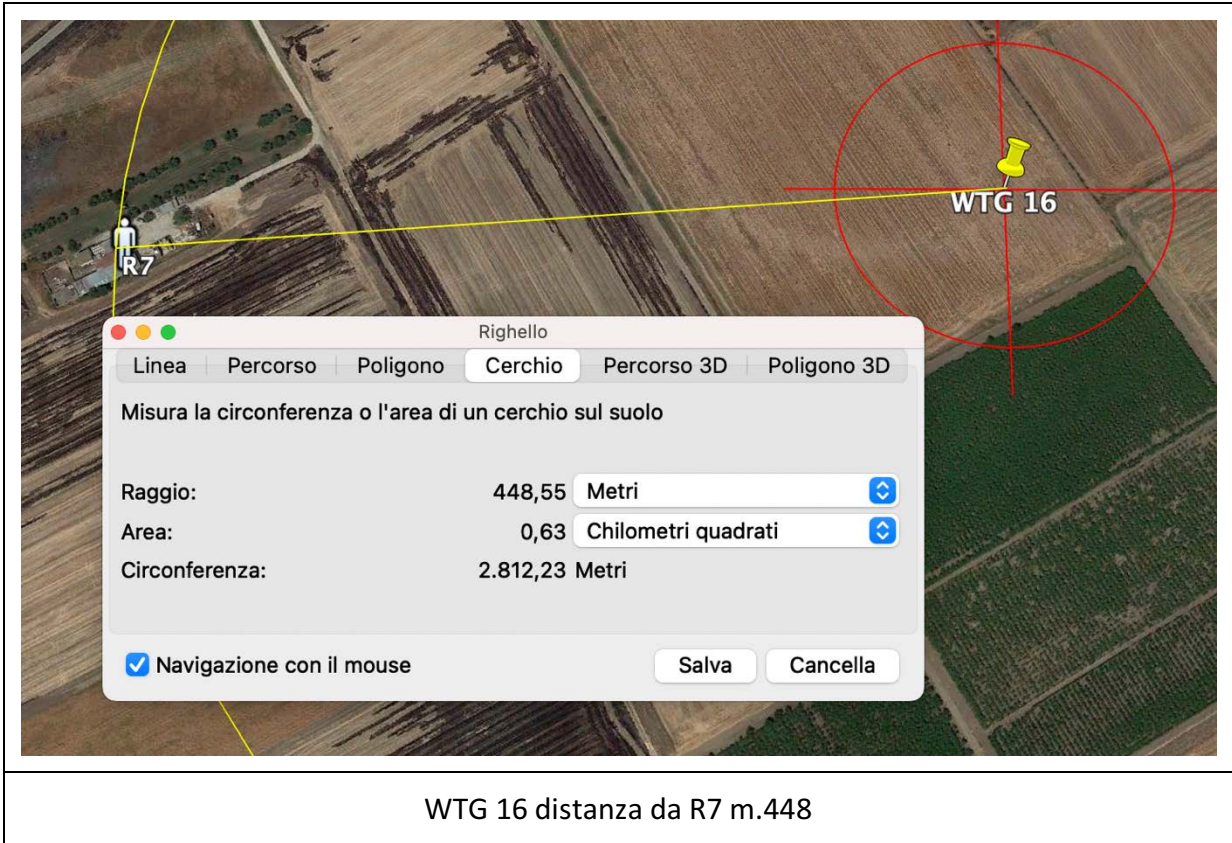
WTG 13 distanza da R4 m.1301

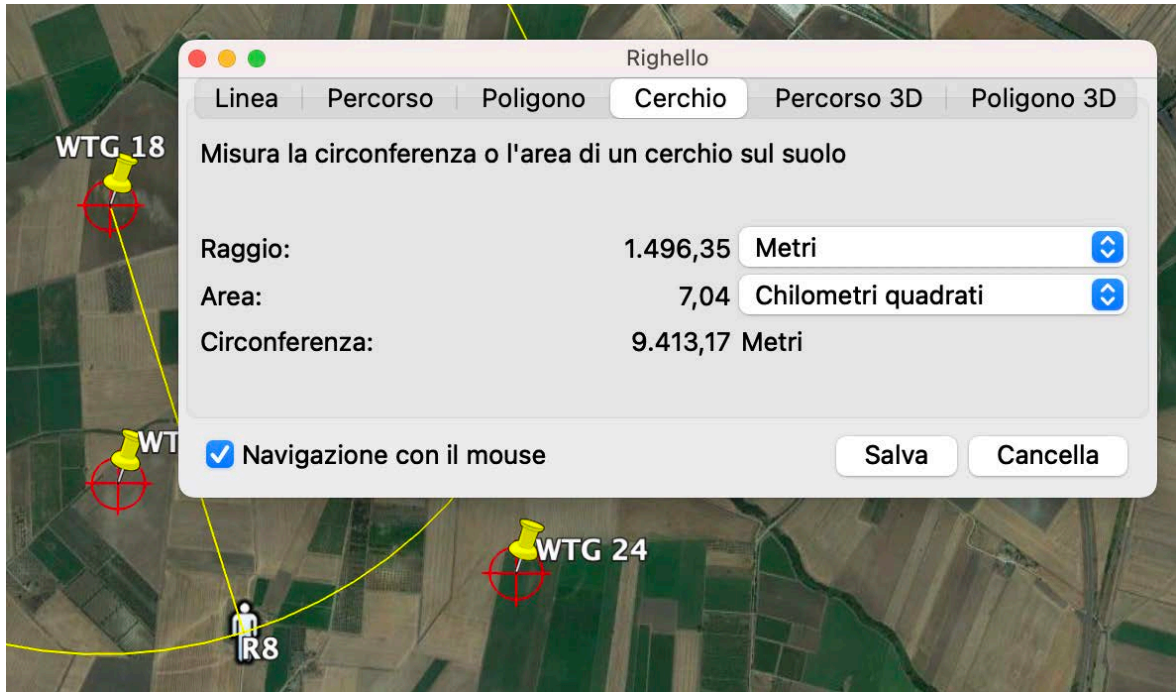


WTG 14 distanza da R5 m.1284

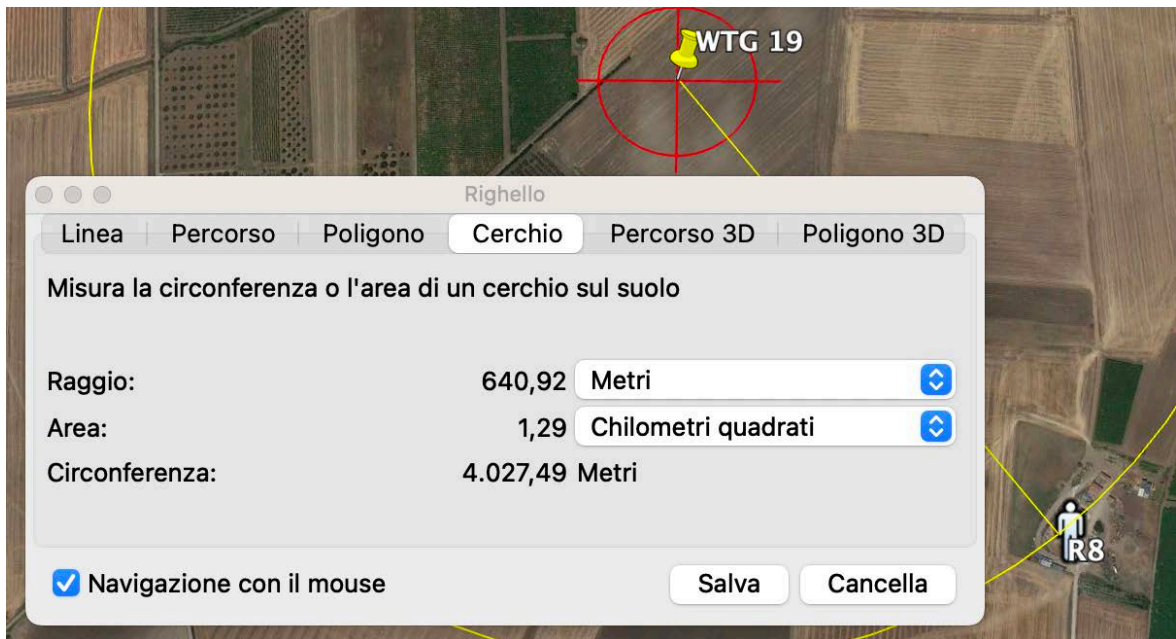


WTG 15 distanza da R4 m.1045

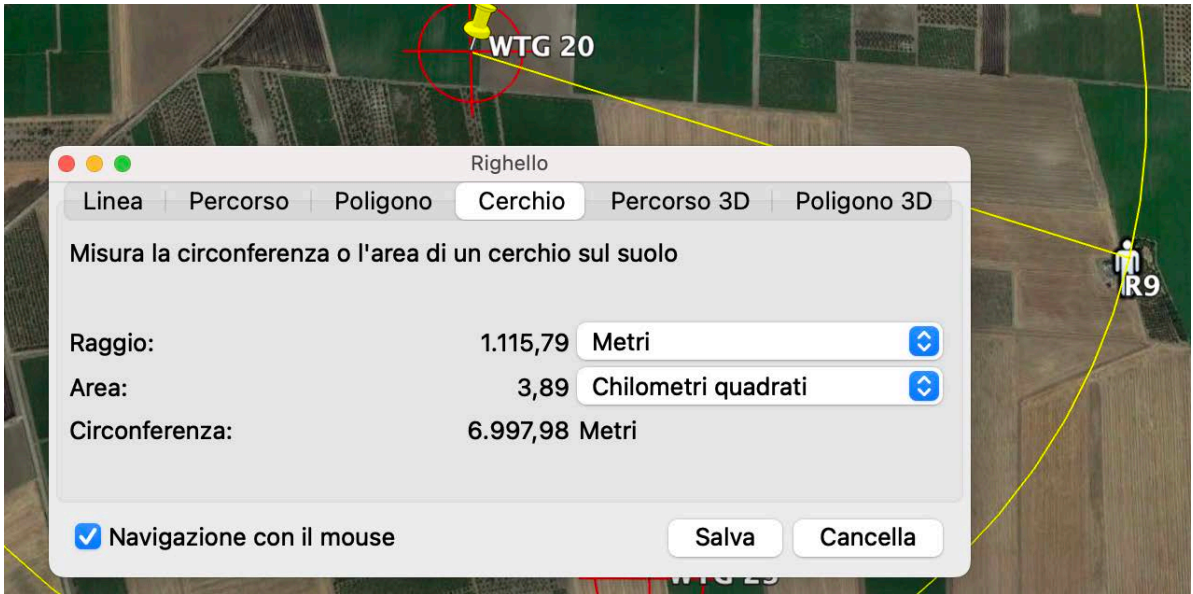




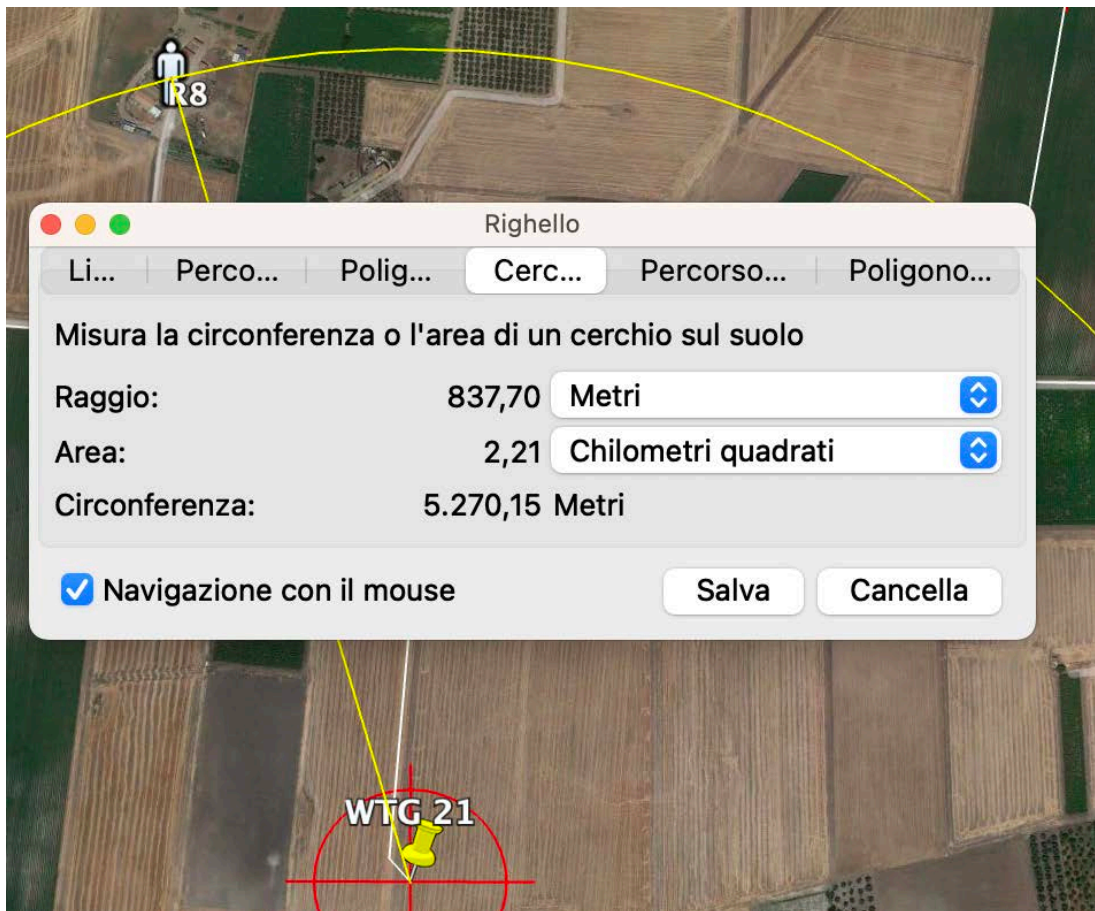
WTG 18 distanza da R8 m.1496



WTG 19 distanza da R8 m.640



WTG 20 distanza da R9 m.1115



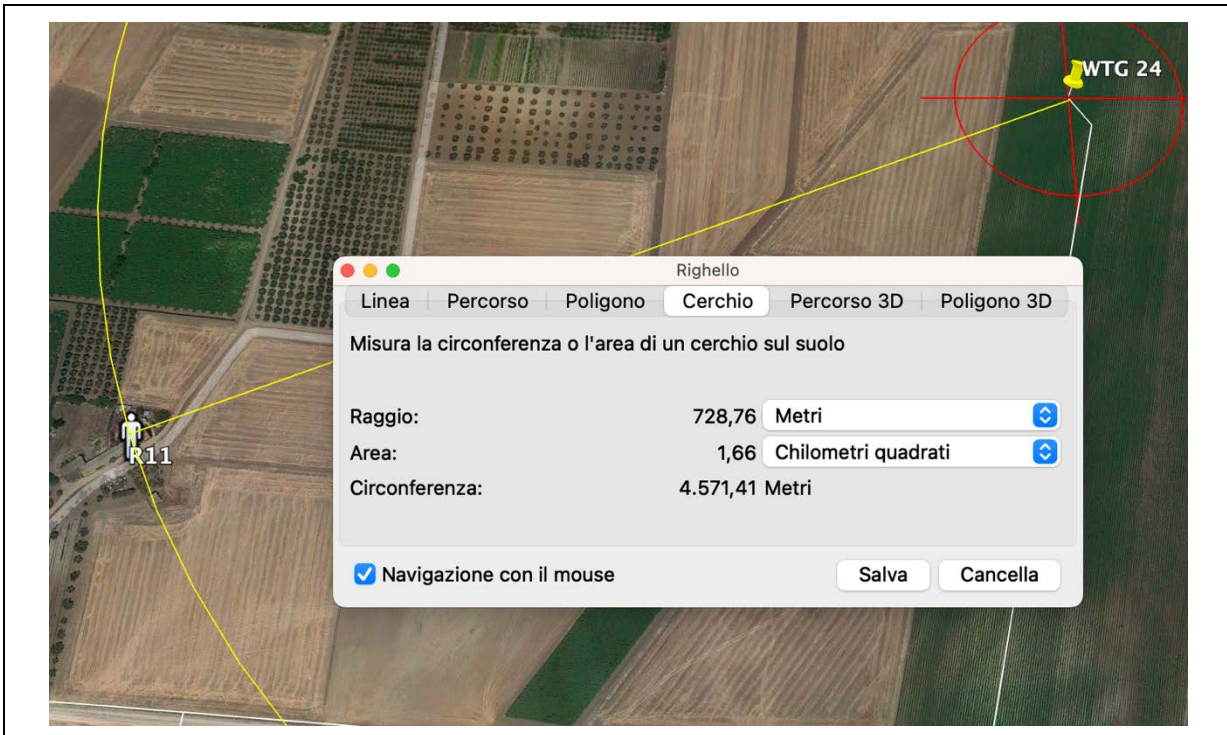
WTG 21 distanza da R8 m.837



WTG 22 distanza da R8 m.1003



WTG 23 distanza da R10 m.826



WTG 24 distanza da R11 m.728



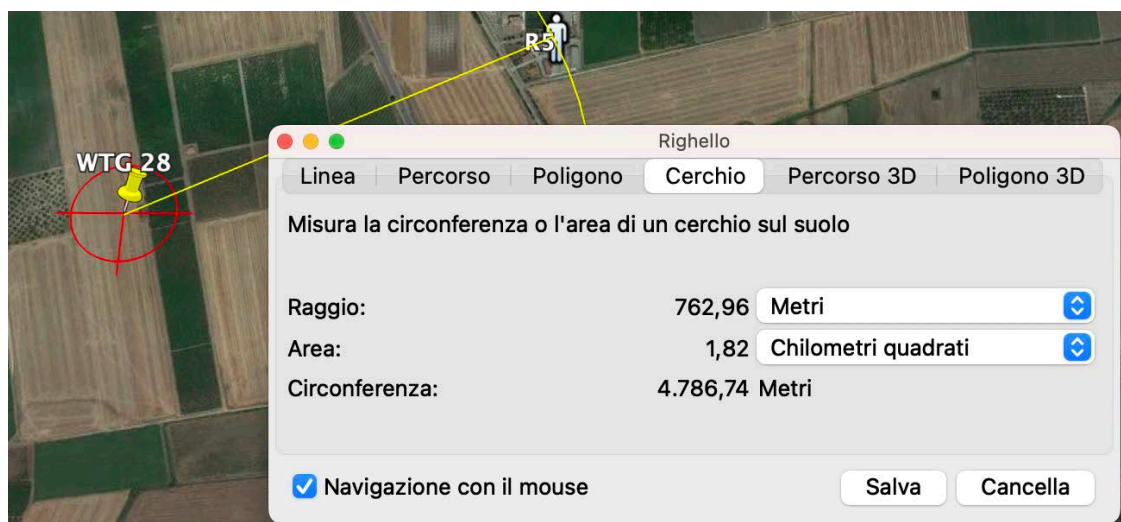
WTG 25 distanza da R12 m.852



WTG 26 distanza da R12 m.468



WTG 27 distanza da R13 m.667



WTG 28 distanza da R5 m.762



WTG 29 distanza da R11 m.1409

Nelle ortofoto precedenti, sono rappresentate le distanze di ciascun ricettore dall'aerogeneratore più prossimo.

La simulazione è stata condotta sovrapponendo le emissioni sonore prodotte da tutti gli aerogeneratori al rumore di fondo misurato prima della realizzazione nel corso dell'indagine fonometrica eseguita in prossimità dei ricettori sensibili come disposto dalla legge 477/95.

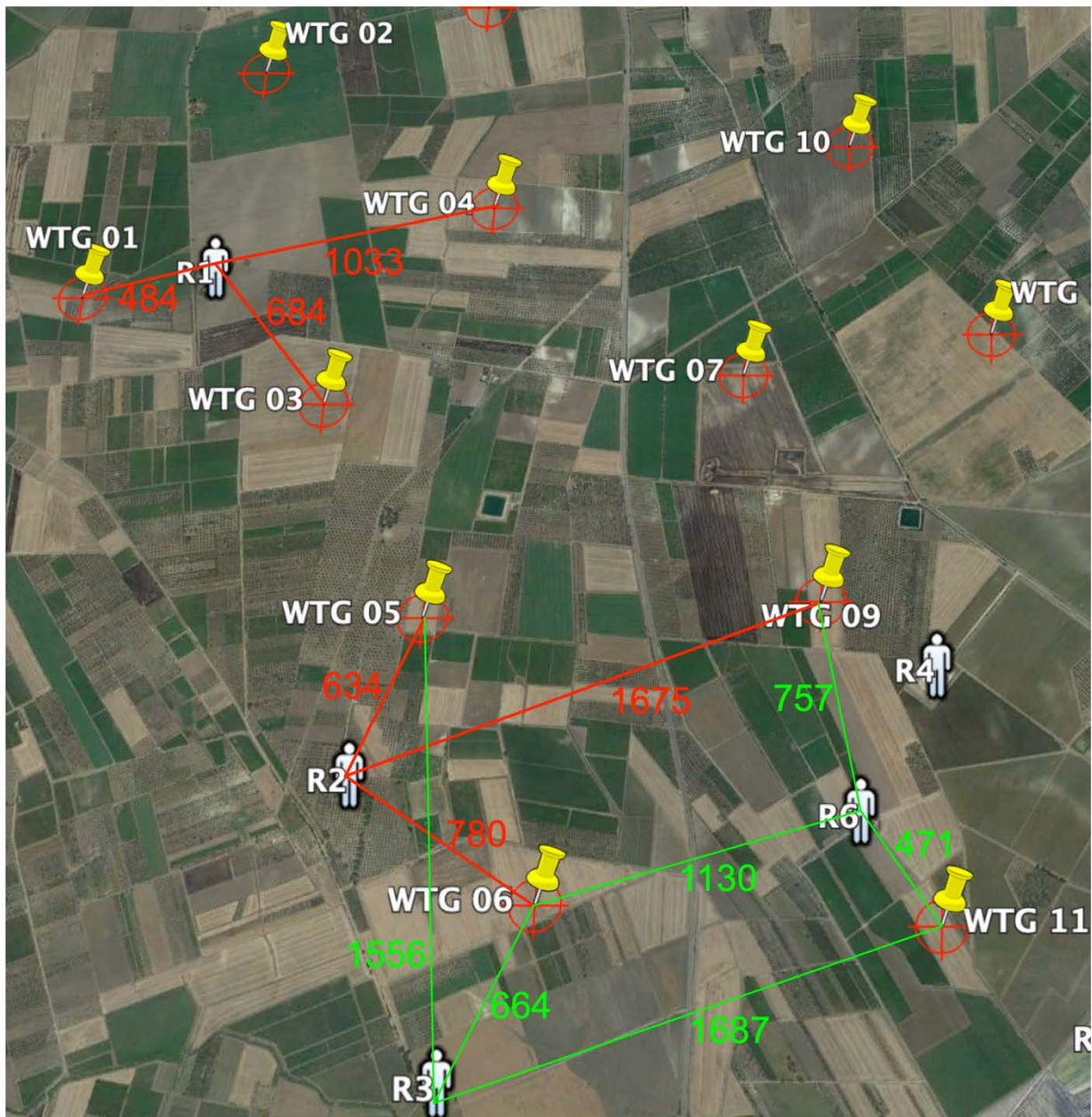
Inoltre si considera il massimo livello di emissione in tutte le direzioni (trascurando la direttività della sorgente) ciò consente di non considerare l'andamento dei venti prevalenti, effettuando l'analisi previsionale al variare della velocità del vento.

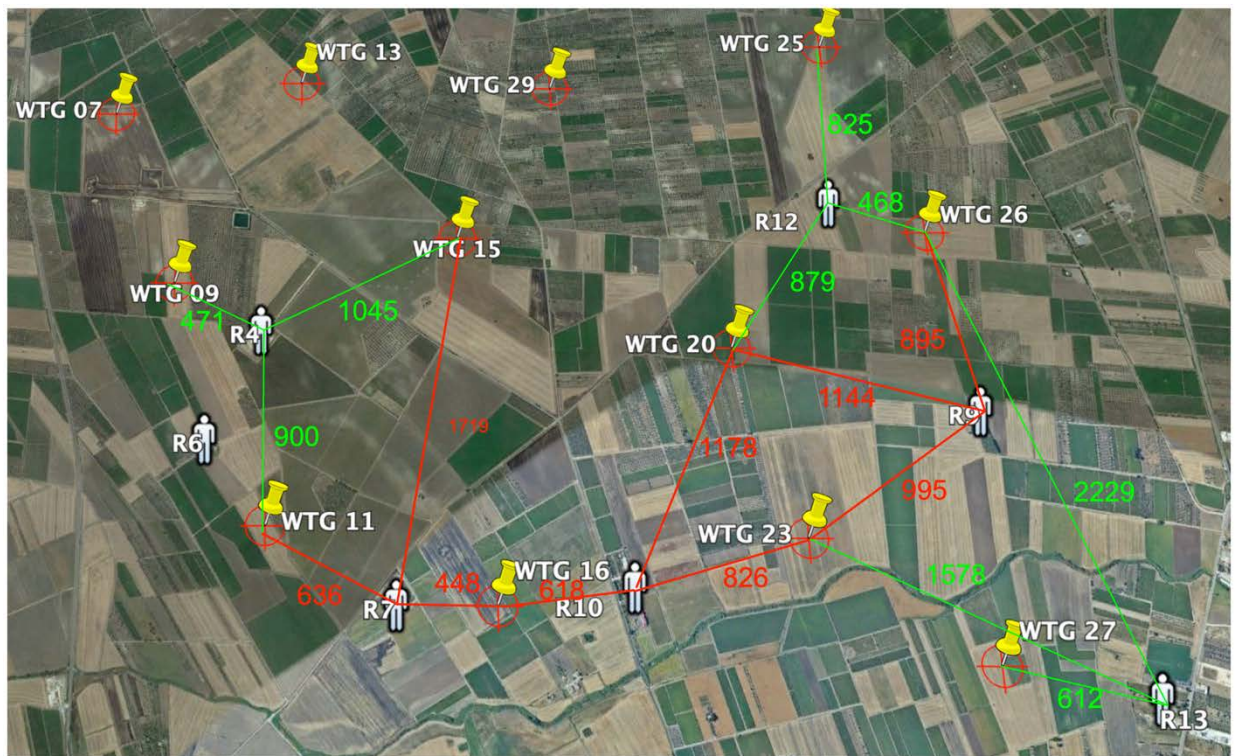
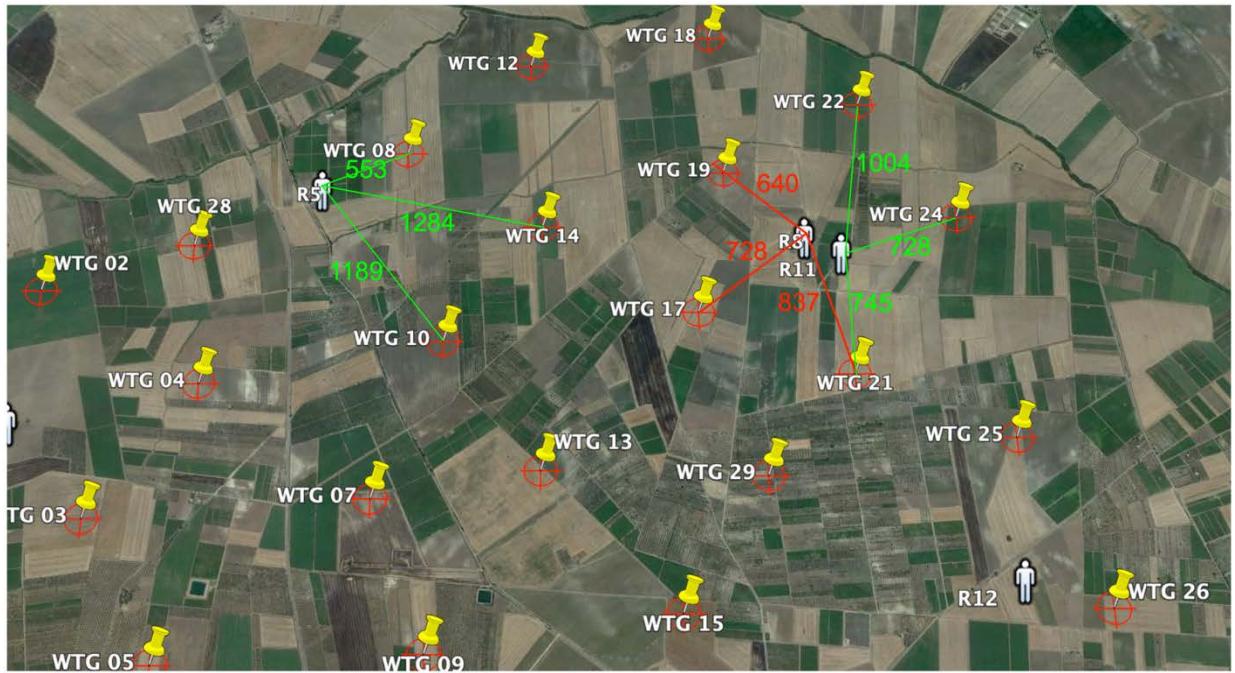
In sintesi la simulazione tiene conto dello scenario più gravoso di emissione sonora dell'aerogeneratore in relazione alle più favorevoli condizioni di propagazione del rumore.

Nello specifico occorre precisare che per una velocità del vento sotto i 3 m/s gli aerogeneratori stentano a partire per cui l'analisi viene fatta da 4m/s a 9m/s. Occorre tener presente che alla velocità del vento di 8 m/s il rumore di fondo copre la rumorosità dell'aerogeneratore.

Riassumendo i dati misurati e calcolati per ogni singolo aerogeneratore al variare della velocità del vento e considerando il contributo dovuto alla sovrapposizione degli effetti di tutti gli aerogeneratori o attività produttive, sia autorizzate che in fase di autorizzazione, si ottengono i risultati riassunti nelle tabelle seguenti.

Per ogni ricettore, nelle seguenti ortofoto, si evidenziano le distanze dai tre aerogeneratori più prossimi. Per comodità di lettura il parco eolico è stato suddiviso in tre settori.





Riassumendo i dati misurati e calcolati per ogni singolo ricettore al variare della velocità del vento e considerando il contributo dovuto alla sovrapposizione di tutti gli aerogeneratori:

Ricettore	Velocità del vento m/s	Distanza dalla torre più vicina m	Distanza da seconda torre m	Distanza da terza torre m	Rumore ambientale residuo Leq dB (A)		Rumore impianto Leq dB (A)	Rumore ambientale stimato con impianto in funzione Leq dB (A)		Limiti esterni		Valori differenziali (applicabile solo in luoghi abitativi con permanenza > di 4 ore)	
					diurno	notturno		diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno
1	3	484	684	1033	43,5	40,1							
	4				44,43	41,93	35,09	44,91	42,75	65	55	0,48	0,82
	5				45,57	43,79	35,69	46,00	44,41	65	55	0,42	0,63
	6				46,85	45,59	39,09	47,52	46,47	65	55	0,67	0,88
	7				48,18	47,29	42,69	49,26	48,58	65	55	1,08	1,29
	8				49,50	48,87	46,09	51,13	50,71	65	55	1,63	1,84
	9				50,56	50,07	47,39	52,27	51,94	65	55	1,71	1,87
	10				51,37	50,97	47,39	52,83	52,55	65	55	1,46	1,58
2	3	634	780	1675	43,6	40,1							
	4				44,51	41,93	30,20	44,67	42,21	65	55	0,16	0,28
	5				45,63	43,79	30,80	45,77	44,00	65	55	0,14	0,21
	6				46,89	45,59	34,20	47,12	45,89	65	55	0,23	0,30
	7				48,21	47,29	37,80	48,59	47,75	65	55	0,38	0,46
	8				49,53	48,87	41,20	50,12	49,55	65	55	0,60	0,69
	9				50,58	50,07	42,50	51,21	50,77	65	55	0,63	0,70
	10				51,39	50,97	42,50	51,92	51,55	65	55	0,53	0,58
3	3	664	1556	1687	43,9	40,1							
	4				44,76	41,93	27,95	44,85	42,10	65	55	0,09	0,17
	5				45,82	43,79	28,55	45,91	43,92	65	55	0,08	0,13
	6				47,04	45,59	31,95	47,17	45,77	65	55	0,13	0,18
	7				48,32	47,29	35,55	48,54	47,57	65	55	0,22	0,28
	8				49,61	48,87	38,95	49,97	49,29	65	55	0,36	0,42
	9				50,64	50,07	40,25	51,02	50,50	65	55	0,38	0,43
	10				51,44	50,97	40,25	51,76	51,32	65	55	0,32	0,35
4	3	471	900	1045	43,3	40							
	4				44,27	41,87	34,95	44,75	42,67	65	55	0,48	0,80
	5				45,45	43,75	35,55	45,87	44,36	65	55	0,42	0,61
	6				46,76	45,56	38,95	47,42	46,42	65	55	0,67	0,86
	7				48,11	47,27	42,55	49,18	48,53	65	55	1,06	1,26
	8				49,45	48,85	45,95	51,06	50,65	65	55	1,60	1,80
	9				50,52	50,06	47,25	52,20	51,89	65	55	1,67	1,83
	10				51,34	50,96	47,25	52,77	52,50	65	55	1,43	1,54
5	3	553	1189	1284	43,6	40,1							
	4				44,51	41,93	31,79	44,74	42,33	65	55	0,23	0,40
	5				45,63	43,79	32,39	45,84	44,09	65	55	0,20	0,30
	6				46,89	45,59	35,79	47,22	46,02	65	55	0,32	0,43
	7				48,21	47,29	39,39	48,75	47,94	65	55	0,54	0,65
	8				49,53	48,87	42,79	50,36	49,83	65	55	0,84	0,96
	9				50,58	50,07	44,09	51,46	51,05	65	55	0,88	0,98
	10				51,39	50,97	44,09	52,13	51,78	65	55	0,74	0,81
6	3	471	757	1130	44	41,2							
	4				44,84	42,68	35,19	45,29	43,40	65	55	0,45	0,71
	5				45,89	44,29	35,79	46,29	44,87	65	55	0,40	0,57
	6				47,09	45,93	39,19	47,74	46,76	65	55	0,65	0,83
	7				48,36	47,52	42,79	49,42	48,78	65	55	1,06	1,26
	8				49,63	49,03	46,19	51,25	50,85	65	55	1,62	1,82
	9				50,66	50,19	47,49	52,37	52,06	65	55	1,71	1,87
	10				51,46	51,07	47,49	52,92	52,65	65	55	1,46	1,58
7	3	448	636	1719	44,1	41,2							
	4				44,92	42,68	36,44	45,50	43,61	65	55	0,58	0,93
	5				45,95	44,29	37,04	46,48	45,04	65	55	0,52	0,75
	6				47,13	45,93	40,44	47,98	47,01	65	55	0,84	1,08
	7				48,39	47,52	44,04	49,75	49,13	65	55	1,36	1,61
	8				49,66	49,03	47,44	51,70	51,32	65	55	2,04	2,29
	9				50,68	50,19	48,74	52,83	52,54	65	55	2,15	2,34
	10				51,48	51,07	48,74	53,33	53,07	65	55	1,85	2,00

Ricettore	Velocità del vento m/s	Distanza dalla torre più vicina m	Distanza da seconda torre m	Distanza da terza torre m	Rumore ambientale residuo Leq dB (A)		Rumore impianto Leq dB (A)	Rumore ambientale stimato con impianto in funzione Leq dB (A)		Limiti esterni		Valori differenziali (applicabile solo in luoghi abitativi con permanenza > di 4 ore)		
					diurno	notturno		diurno	notturno	diurno	notturno	diurno	notturno	
8	3	640	728	837	43,3	39,9								
	4				44,27	41,80	31,17	44,48	42,16	65	55	0,21	0,36	
	5				45,45	43,70	31,77	45,63	43,97	65	55	0,18	0,27	
	6				46,76	45,53	35,17	47,05	45,92	65	55	0,29	0,38	
	7				48,11	47,25	38,77	48,59	47,83	65	55	0,48	0,58	
	8				49,45	48,84	42,17	50,20	49,69	65	55	0,74	0,85	
	9				50,52	50,05	43,47	51,30	50,91	65	55	0,78	0,86	
	10				51,34	50,95	43,47	52,00	51,67	65	55	0,66	0,71	
9	3	895	995	1144	43	39,8								
	4				44,04	41,74	23,08	44,07	41,80	65	55	0,03	0,06	
	5				45,27	43,66	23,68	45,30	43,71	65	55	0,03	0,04	
	6				46,62	45,51	27,08	46,67	45,57	65	55	0,05	0,06	
	7				48,02	47,24	30,68	48,09	47,33	65	55	0,08	0,09	
	8				49,38	48,83	34,08	49,51	48,97	65	55	0,13	0,14	
	9				50,47	50,04	35,38	50,60	50,19	65	55	0,13	0,15	
	10				51,30	50,95	35,38	51,41	51,07	65	55	0,11	0,12	
10	3	618	826	1178	44	40,2								
	4				44,84	42,00	30,39	44,99	42,29	65	55	0,15	0,29	
	5				45,89	43,83	30,99	46,03	44,05	65	55	0,14	0,22	
	6				47,09	45,62	34,39	47,31	45,93	65	55	0,23	0,32	
	7				48,36	47,31	37,99	48,74	47,79	65	55	0,38	0,48	
	8				49,63	48,88	41,39	50,24	49,59	65	55	0,61	0,71	
	9				50,66	50,08	42,69	51,31	50,81	65	55	0,64	0,73	
	10				51,46	50,98	42,69	52,00	51,58	65	55	0,54	0,60	
11	3	728	745	1004	42,9	39,7								
	4				43,96	41,67	28,95	44,09	41,90	65	55	0,13	0,23	
	5				45,21	43,62	29,55	45,33	43,79	65	55	0,12	0,17	
	6				46,58	45,48	32,95	46,76	45,72	65	55	0,18	0,24	
	7				47,98	47,22	36,55	48,29	47,58	65	55	0,30	0,36	
	8				49,36	48,82	39,95	49,83	49,35	65	55	0,47	0,53	
	9				50,45	50,03	41,25	50,94	50,57	65	55	0,49	0,54	
	10				51,28	50,94	41,25	51,69	51,38	65	55	0,41	0,44	
12	3	468	825	879	44,1	41,7								
	4				44,92	43,05	35,28	45,37	43,72	65	55	0,45	0,67	
	5				45,95	44,55	35,88	46,36	45,10	65	55	0,41	0,55	
	6				47,13	46,10	39,28	47,79	46,92	65	55	0,66	0,82	
	7				48,39	47,65	42,88	49,47	48,90	65	55	1,07	1,25	
	8				49,66	49,12	46,28	51,30	50,93	65	55	1,64	1,82	
	9				50,68	50,26	47,58	52,41	52,13	65	55	1,73	1,87	
	10				51,48	51,13	47,58	52,96	52,71	65	55	1,48	1,59	
13	3	612	1578	2229	44,6	42,1								
	4				45,34	43,34	29,68	45,46	43,53	65	55	0,12	0,18	
	5				46,29	44,76	30,28	46,39	44,91	65	55	0,11	0,15	
	6				47,39	46,25	33,68	47,57	46,49	65	55	0,18	0,23	
	7				48,59	47,75	37,28	48,90	48,12	65	55	0,31	0,37	
	8				49,81	49,19	40,68	50,31	49,76	65	55	0,50	0,57	
	9				50,80	50,32	41,98	51,33	50,91	65	55	0,54	0,59	
	10				51,57	51,17	41,98	52,03	51,67	65	55	0,45	0,49	

Si precisa che:

- si è supposto che il valore stimato, partendo dal valore misurato, sia il valore ipoteticamente misurabile all'interno dell'abitazione a finestre aperte (quindi non considerando neanche l'attenuazione acustica che l'abitazione può avere rispetto alle sorgenti esterne alla stessa)

- si è supposto, inoltre, di applicare il valore limite differenziale di 5dB(A) del periodo diurno di 3 dB(A) del periodo notturno.

- infine il valore limite differenziale è applicabile solo in luoghi ad uso abitativo, quindi con permanenza superiore a 4 ore, ex art. 10 lett. d della Legge Regionale 4 ottobre 2006, n. 27.

VALUTAZIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI (FASE DI ESERCIZIO)

Dalla comparazione ai limiti di legge con i valori ottenuti, a seguito dell'analisi acustica previsionale, si osserva che non si riscontrano superamenti dei valori assoluti. Analogamente non si riscontrano superamenti dei valori limite differenziali.

Pertanto si può affermare che il modello di propagazione assunto ha consentito di verificare il rispetto dei valori assoluti e il rispetto del criterio differenziale, in conformità con i dispositivi normativi nazionali e regionali. Tale modello di propagazione in campo libero non considera l'attenuazione dovuta alla divergenza geometrica delle onde sonore e l'assorbimento del suolo ma solo l'attenuazione dovuta all'aria e, pertanto, i valori reali saranno sicuramente inferiori a quelli stimati.

In definitiva sulla scorta di tutte le considerazioni precedenti si può dichiarare che nel complesso l'impatto acustico da rumore dell'impianto eolico di progetto è scarsamente significativo.

Si allega l'indagine fonometrica con le misure effettuate in campo presso tutti i ricettori.

RLIEVI FONOMETRICI ESEGUITI NEL RISPETTO DEL DM 16-3-1998

L'indagine strumentale fonometrica è stata finalizzata ad ottenere la situazione acustica ambientale ante-opera della zona circostante all'area in questione in conformità al DM 16-3-1998 sia per il periodo diurno (ore 6 - ore 22) che per il periodo notturno (ore 22 - ore 6).

RAPPORTO DI MISURA

Il presente rapporto viene allegato allo studio di valutazione d'impatto acustico e riguarda il progetto per l'installazione di **29 aerogeneratori** avente la potenza massima di **7,2 MW** da realizzare in agro di **San Severo**.

Si precisa che la valutazione acustica, a cui il presente rapporto viene allegato, è stata condotta per la fase post-operam con la verifica dei limiti sia **ASSOLUTI** che **DIFFERENZIALI** ed anche al variare della velocità del vento, la **tabella a pagina 36 e 37 della relazione** fornisce i valori del rumore ambientale al variare della velocità del vento **ante-operam**, il rumore ambientale stimato nella fase **post-operam**, nonché i limiti **ASSOLUTI E DIFFERENZIALI** nel periodo **diurno e notturno** ed al variare della velocità del vento.

Le misure sono state effettuate:

- 1) Luogo: in prossimità di ciascun ricettore
- 2) Data: **6 e 7 ottobre 2023**
- 3) Ora: misura diurna tra le 10 e le 13, notturna tra le 22 e le 24
- 4) Le temperature, la velocità del vento e la direzione sono state riportate per ciascun ricettore nelle schede di rilevazione. Si precisa, altresì, che le misure sono state effettuate in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve;
- 5) Il tempo di osservazione e misura è indicato nelle schede di rilevazione in minimo 10 minuti
- 6) La catena di misura utilizzata è una catena strumentale della ASITA che soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 ed EN 60804/1994, caratteristiche conformi alle normative IEC 804 del 1985 gruppo I ed IEC 651 del 1979 gruppo 1; essa è così composta:
 - FONOMETRO integratore di precisione marca ASITA modello HD 9019 matr. 2601983683
 - CALIBRATORE di classe 1 marca ASITA modello HD 9101 matr. 0702963878 conforme norma CEI 29-4

I filtri ed i microfoni utilizzati per le misure sono conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-111994, EN 61094-211993, EN 61094-3/1995, EN 61094-411995.

Il calibratore è conforme alle norme CEI 29-4, IEC 942 (1988) Classe 1, ANSI S1.40-1 984 (R 1997).

Lo strumento, prima e dopo ogni ciclo di misura è stato controllato con apposito calibratore, secondo le norme IEC 942:1988.

Per la misurazione del vento è stato utilizzato un anemometro marca Nielsen-Kellerman.

In allegato i certificati di taratura eseguite presso laboratorio accreditato.

- 7) Per ciascuna misura sono riportate le time history con il livello di rumore ambientale in dBA. L'analisi è stata svolta nell'intervallo di frequenza compreso tra 20Hz e 20 kHz.
- 8) La destinazione d'uso alla quale appartiene il luogo di misura è stata considerata, in

termini cautelativi, quella più restrittiva.

- 9) Le misure sono state effettuate dal sottoscritto tecnico competente in acustica P.I. Francesco di Di Cosmo la cui iscrizione può essere ricavata presso la piattaforma ENTECA Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica rintracciabile al seguente Link: <https://agentifisici.isprambiente.it/enteca/home.php>. Si evidenzia che il sito è gestito da ISPRA su richiesta e a supporto del MATTM, poiché in base al D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42, il MATTM provvede direttamente alla gestione e pubblicazione dell'elenco, mediante idonei sistemi informatici da sviluppare in collaborazione con ISPRA ai sensi dell'art.21, comma 2, dello stesso decreto.



The screenshot displays the ENTECA website interface. The header features the ENTECA logo and the text "Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica". A left sidebar contains navigation links: Home, Tecnici Competenti in Acustica, Corsi, and Login. The main content area shows a breadcrumb trail: Home / Tecnici Competenti in Acustica / Vista. Below this is a table with the following data:

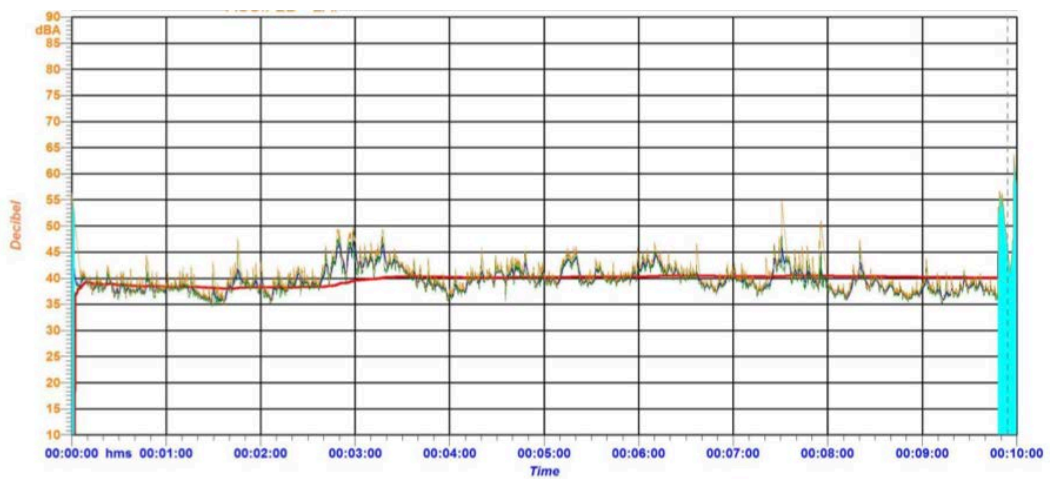
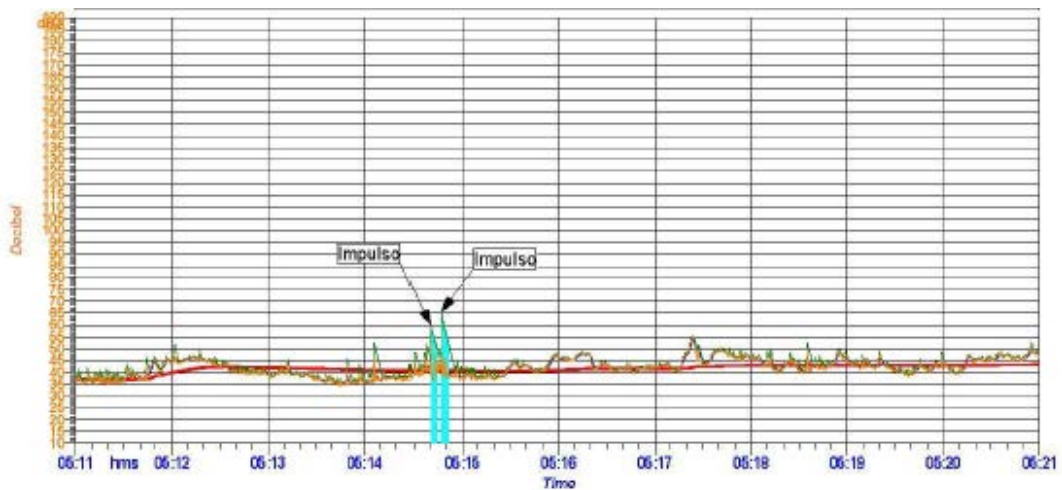
Numero Iscrizione Elenco Nazionale	6699
Regione	Puglia
Numero Iscrizione Elenco Regionale	FG014
Cognome	Di Cosmo
Nome	Francesco
Titolo studio	Diploma di perito industriale
Estremi provvedimento	D.D. n. 217 del 26.10.2000 - Regione Puglia
Nazionalità	Italiana
Email	info@studiodicosmo.it
Data pubblicazione in elenco	10/12/2018

Ricettore R1



Rapporto di misura

	Temperatura °C	Velocità media del vento m/s	Direzione del vento	Rumore ambientale residuo Tm =10min Leq (A) dB
Periodo diurno	26	3	N-E	43,5
Periodo notturno	19	3	N-E	40,1

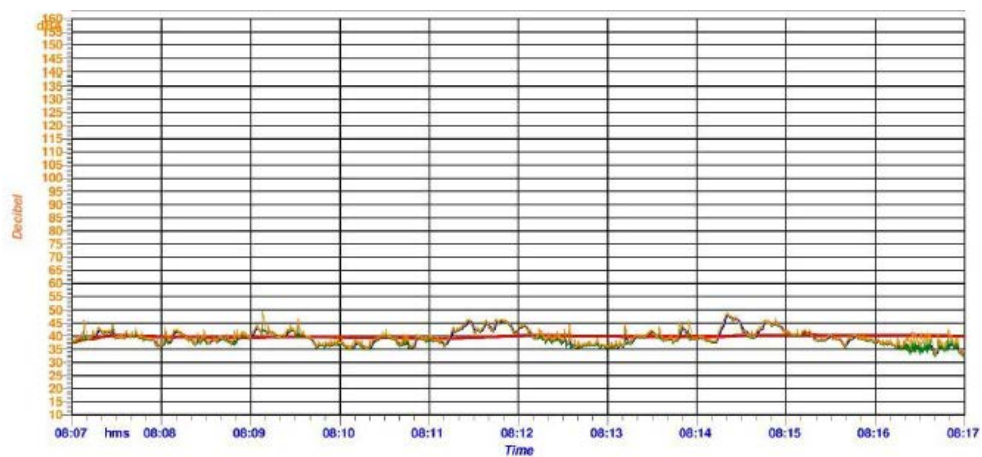
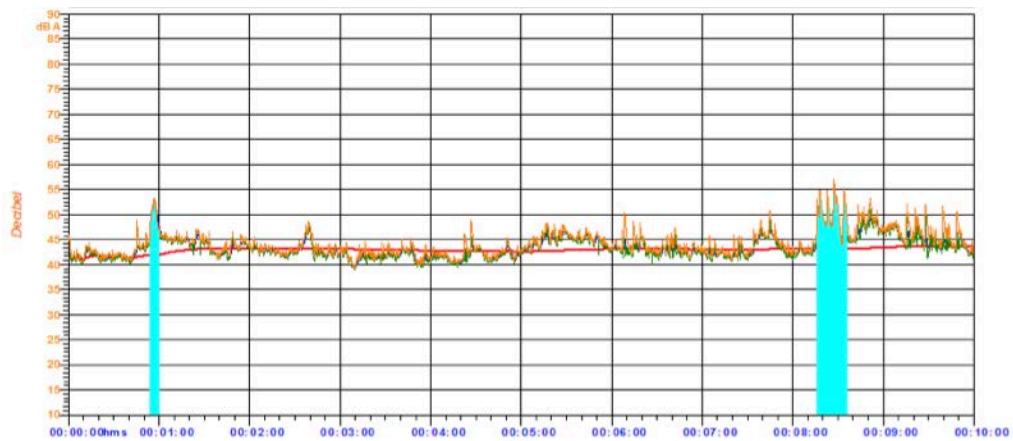


Ricettore R2



Rapporto di misura

	Temperatura °C	Velocità media del vento m/s	Direzione del vento	Rumore ambientale residuo Tm =10min Leq (A) dB
Periodo diurno	26	3	N-E	43,6
Periodo notturno	19	3	N-E	40,1

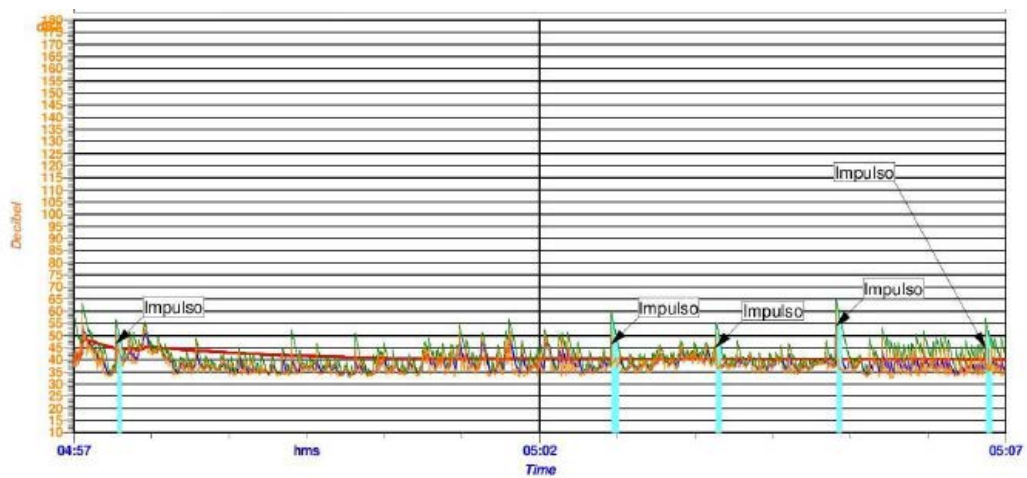
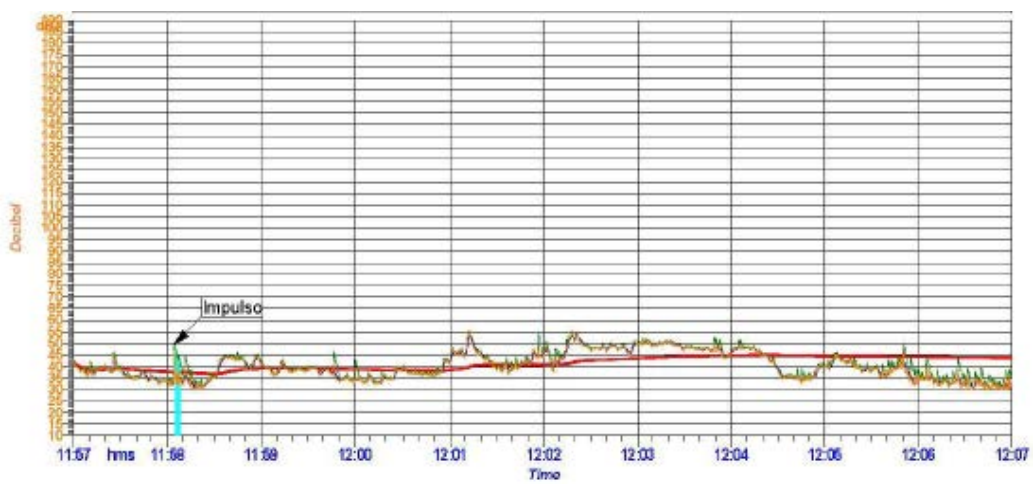


Ricettore R3



Rapporto di misura

	Temperatura °C	Velocità media del vento m/s	Direzione del vento	Rumore ambientale residuo Tm =10min Leq (A) dB
Periodo diurno	26	2,5	S-E	43,9
Periodo notturno	19	2,5	S-E	40,1

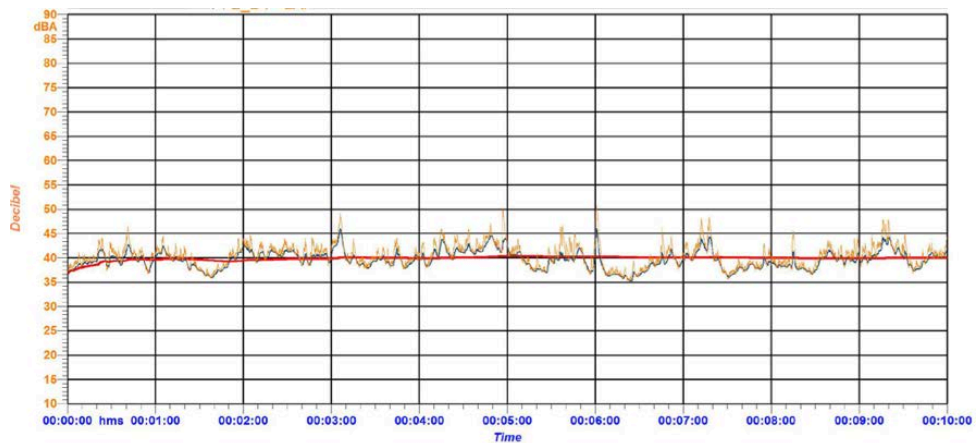
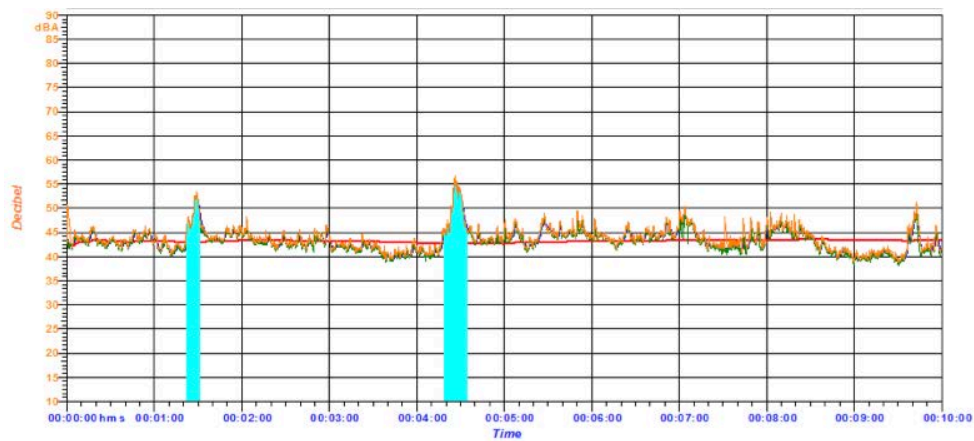


Ricettore R4



Rapporto di misura

	Temperatura °C	Velocità media del vento m/s	Direzione del vento	Rumore ambientale residuo Tm =10min Leq (A) dB
Periodo diurno	26	2,5	O	43,3
Periodo notturno	19	2,5	O	40

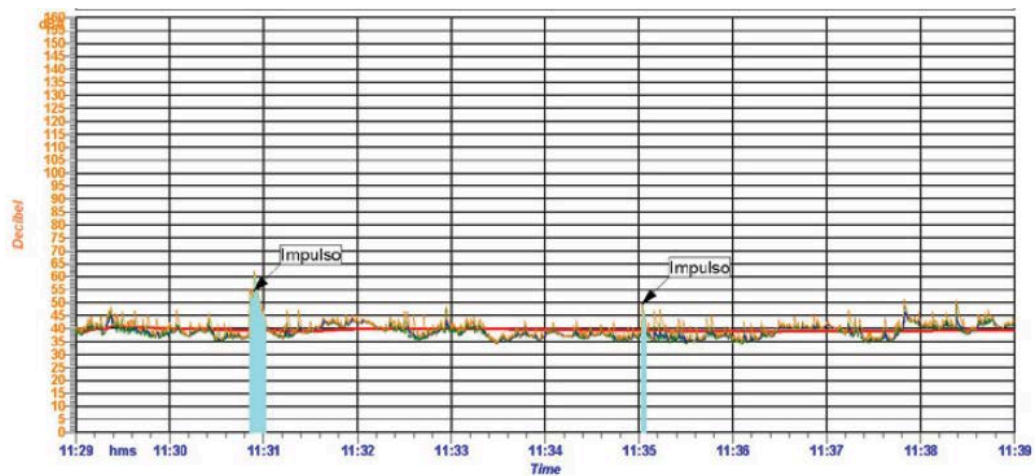
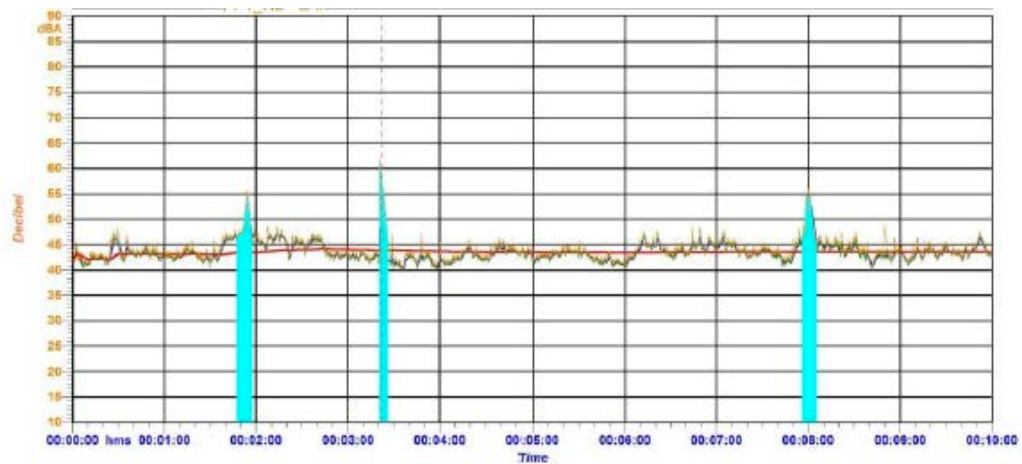


Ricettore R5



Rapporto di misura

	Temperatura °C	Velocità media del vento m/s	Direzione del vento	Rumore ambientale residuo Tm =10min Leq (A) dB
Periodo diurno	26	3	N-E	43,6
Periodo notturno	19	3	N-E	40,1

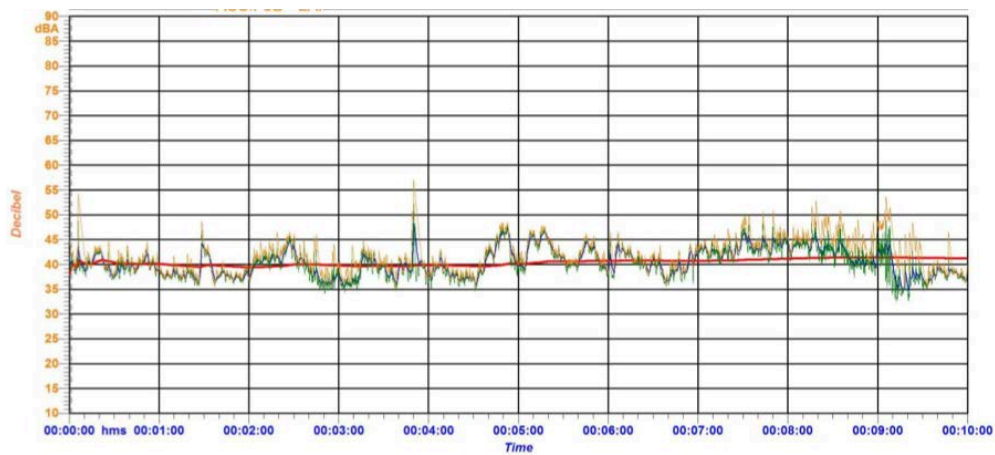
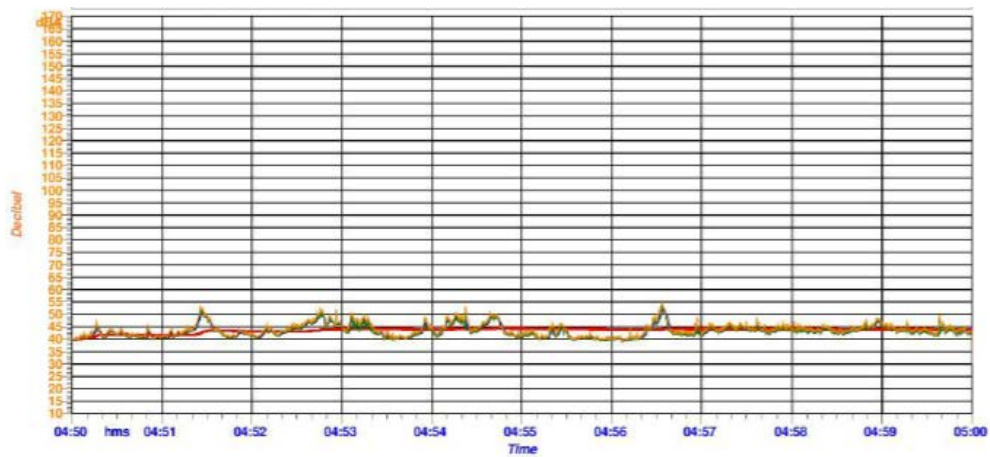


Ricettore R6



Rapporto di misura

	Temperatura °C	Velocità media del vento m/s	Direzione del vento	Rumore ambientale residuo Tm =10min Leq (A) dB
Periodo diurno	26	2,5	N-E	44
Periodo notturno	19	2,5	N-E	41,2

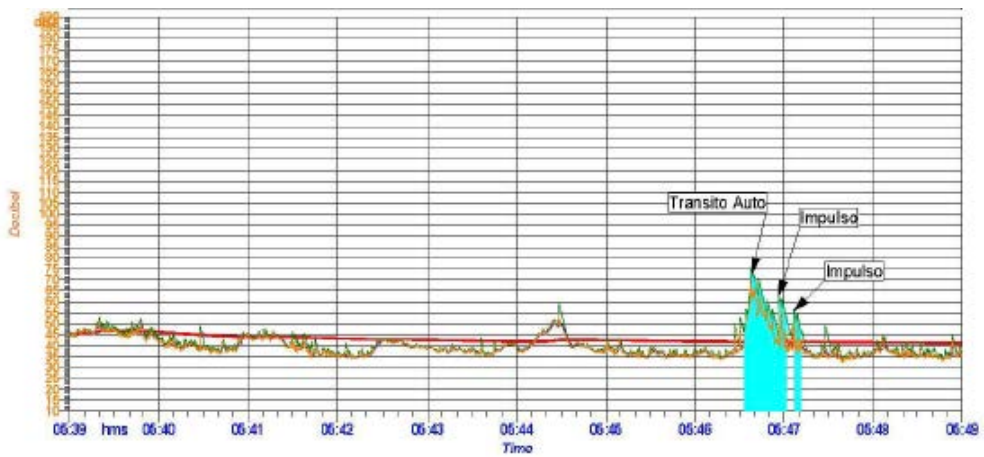
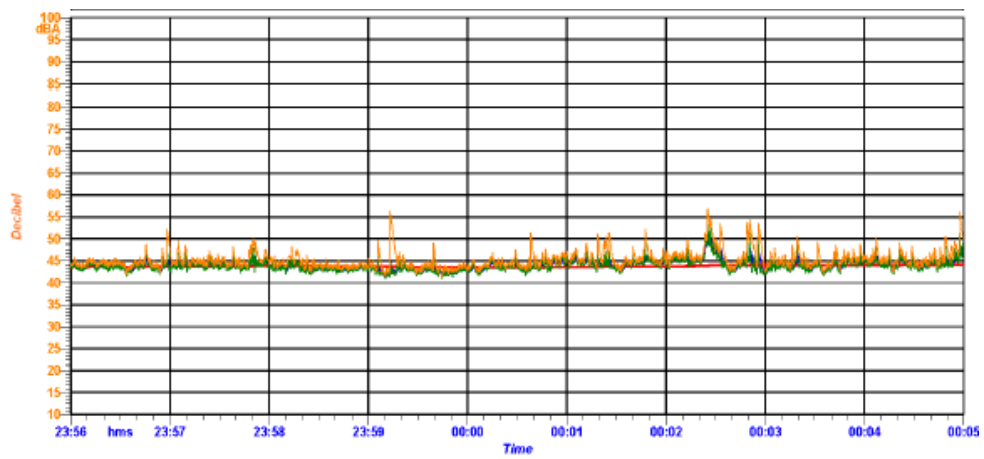


Ricettore R7



Rapporto di misura

	Temperatura °C	Velocità media del vento m/s	Direzione del vento	Rumore ambientale residuo Tm =10min Leq (A) dB
Periodo diurno	26	3	N-E	44,1
Periodo notturno	19	3	N-E	41,2

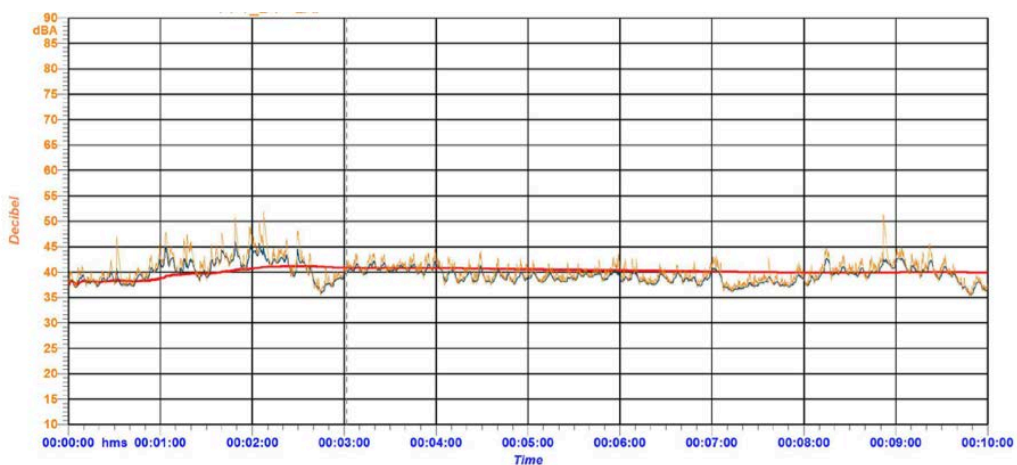
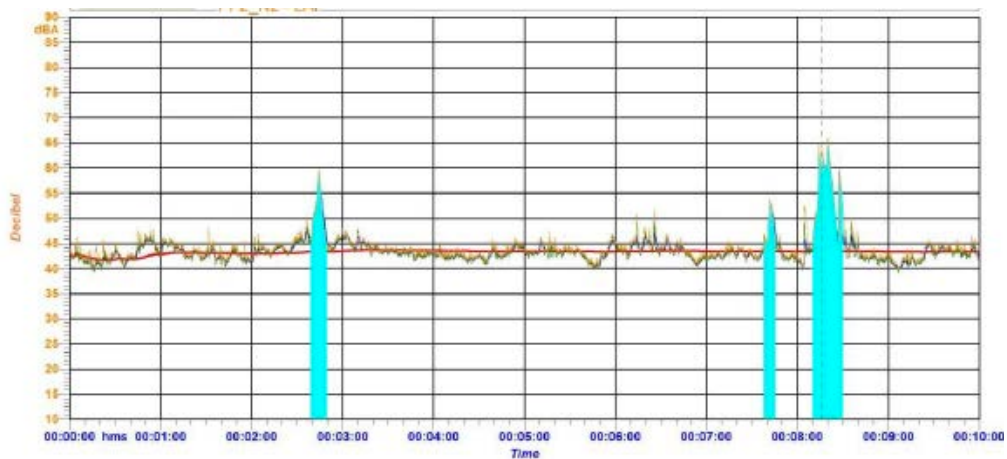


Ricettore R8



Rapporto di misura

	Temperatura °C	Velocità media del vento m/s	Direzione del vento	Rumore ambientale residuo Tm =10min Leq (A) dB
Periodo diurno	26	3	N-E	43,3
Periodo notturno	19	3	N-E	39,9

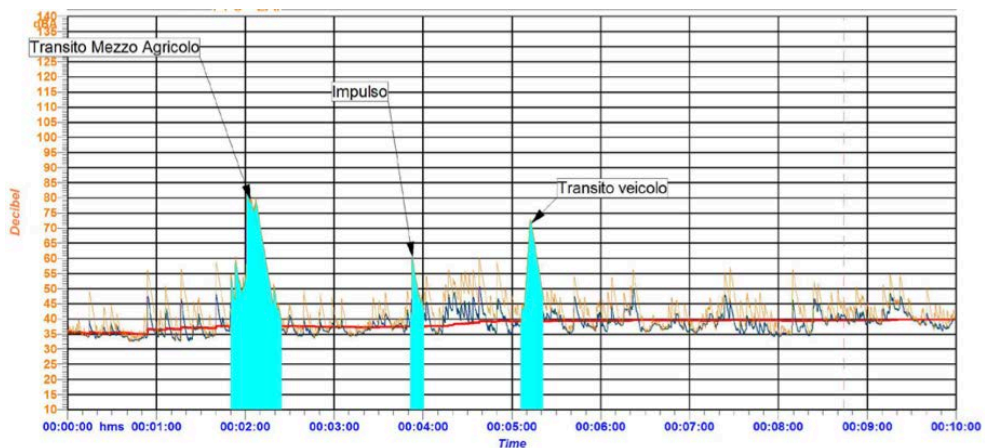
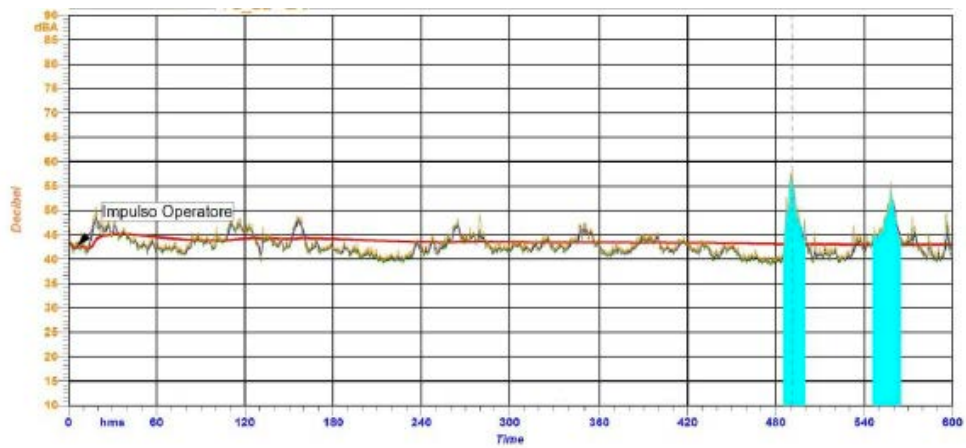


Ricettore R9



Rapporto di misura

	Temperatura °C	Velocità media del vento m/s	Direzione del vento	Rumore ambientale residuo Tm =10min Leq (A) dB
Periodo diurno	26	3	N-E	43
Periodo notturno	19	3	N-E	39,8

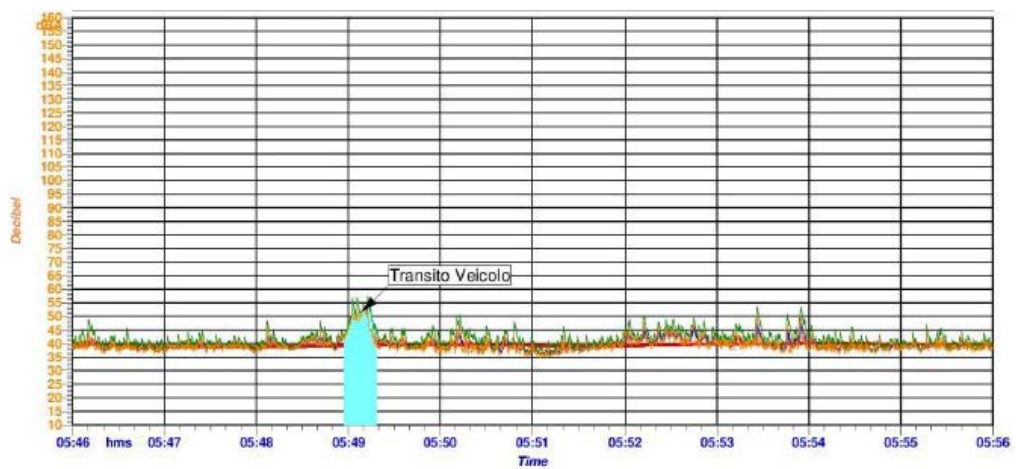
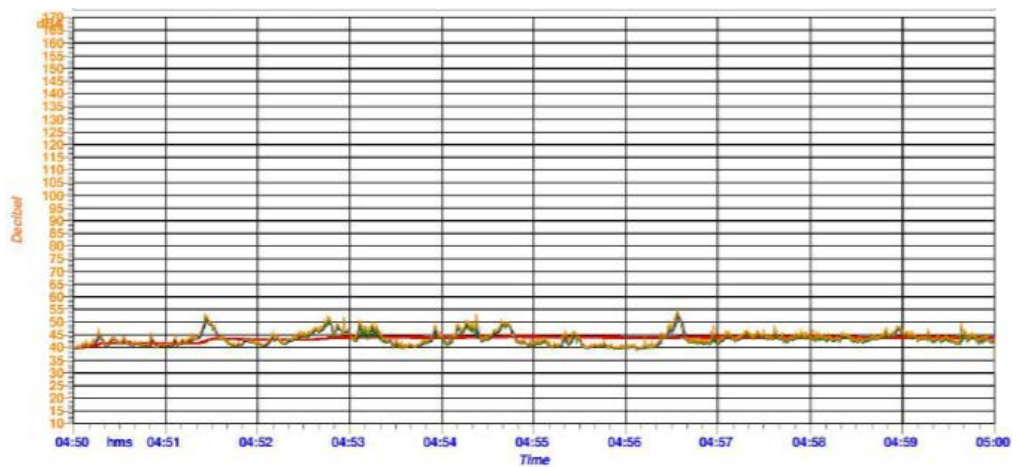


Ricettore R10



Rapporto di misura

	Temperatura °C	Velocità media del vento m/s	Direzione del vento	Rumore ambientale residuo Tm =10min Leq (A) dB
Periodo diurno	26	3	N-E	44
Periodo notturno	19	3	N-E	40,2

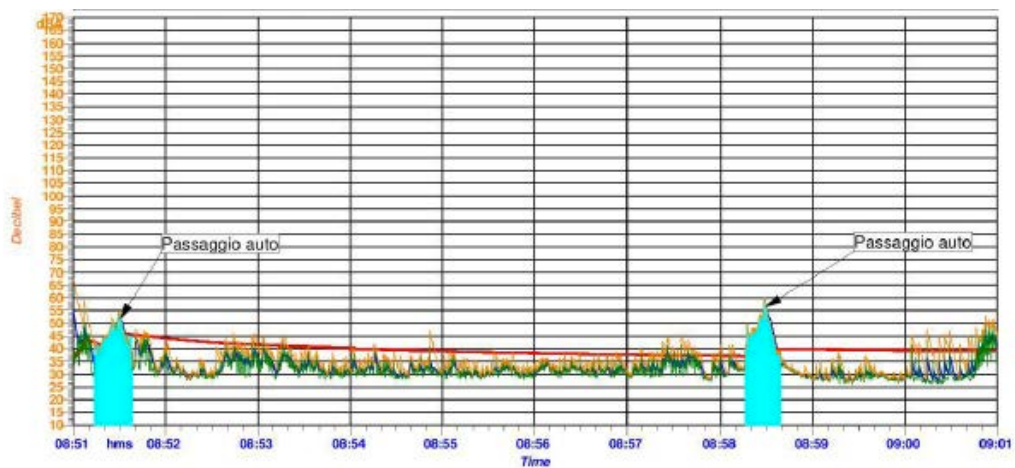
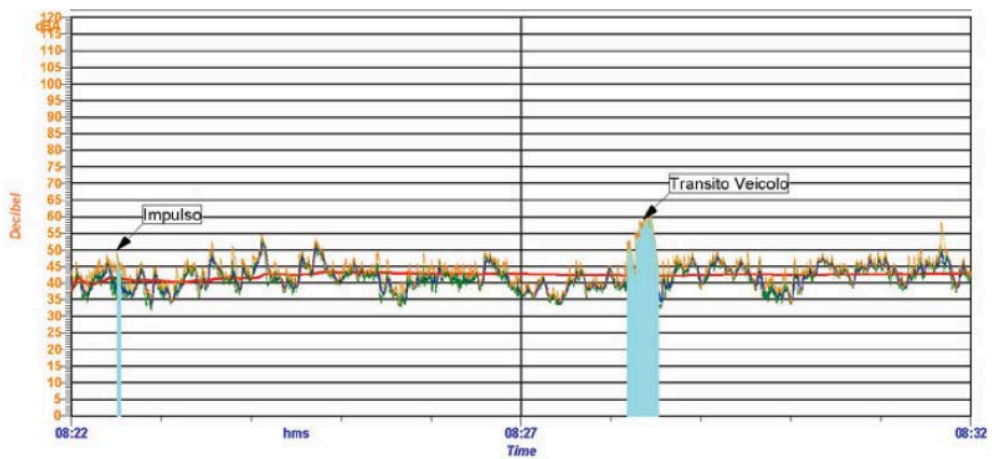


Ricettore R11



Rapporto di misura

	Temperatura °C	Velocità media del vento m/s	Direzione del vento	Rumore ambientale residuo Tm =10min Leq (A) dB
Periodo diurno	26	3	N-E	42,9
Periodo notturno	19	3	N-E	39,7

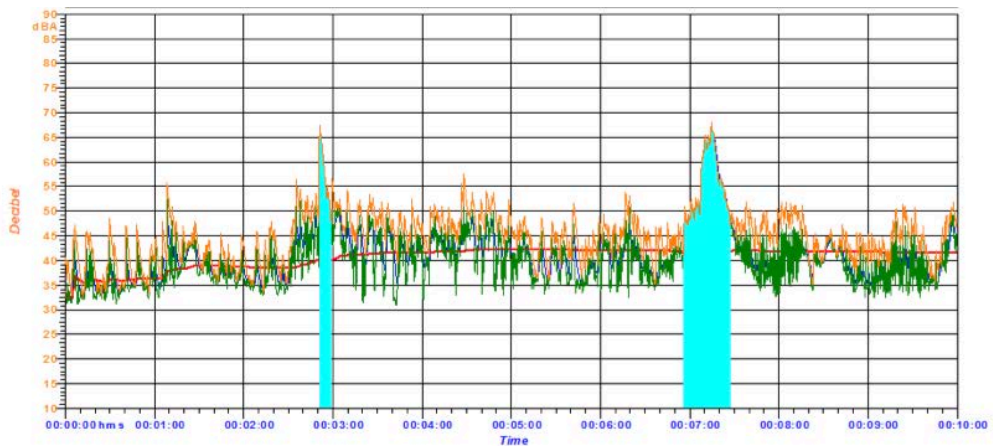
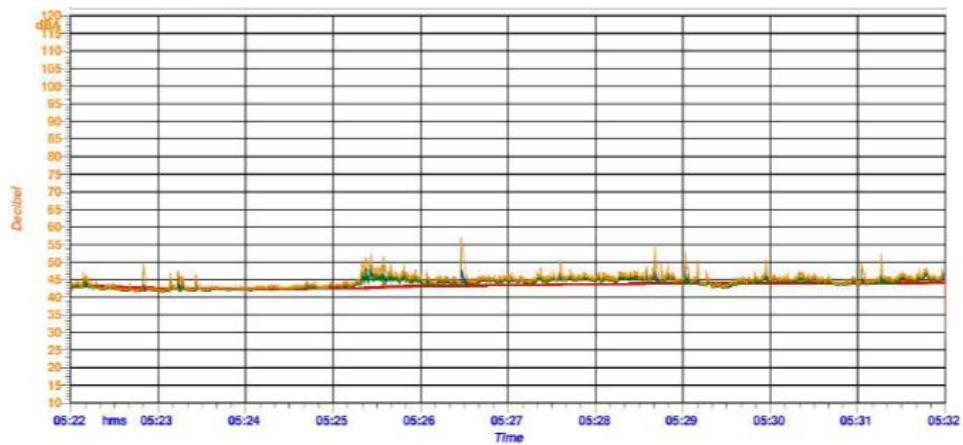


Ricettore R12



Rapporto di misura

	Temperatura °C	Velocità media del vento m/s	Direzione del vento	Rumore ambientale residuo Tm =10min Leq (A) dB
Periodo diurno	26	3	N-E	44,1
Periodo notturno	19	3	N-E	41,7

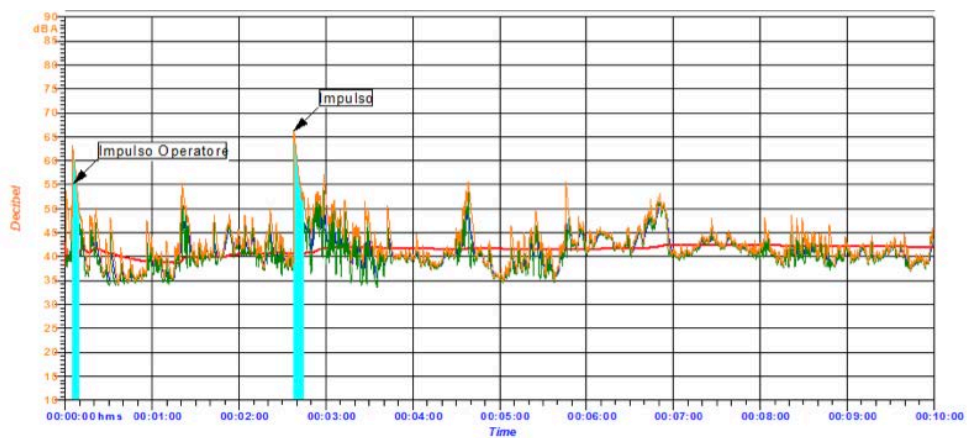
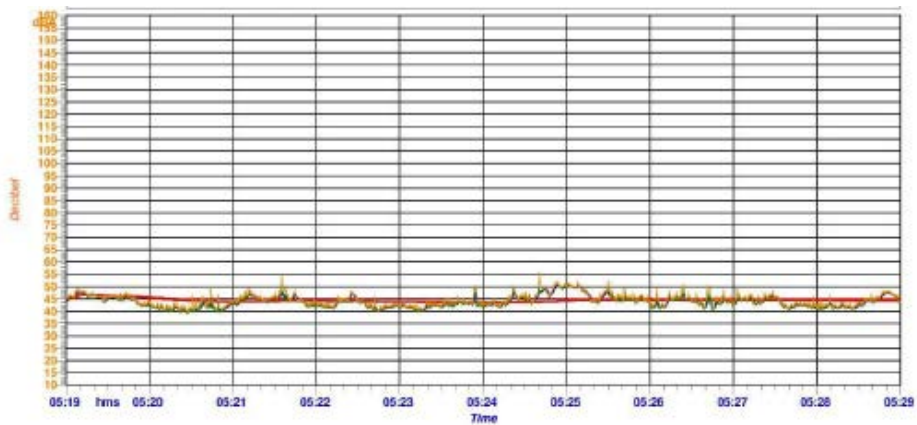


Ricettore R13



Rapporto di misura

	Temperatura °C	Velocità media del vento m/s	Direzione del vento	Rumore ambientale residuo Tm =10min Leq (A) dB
Periodo diurno	26	3	S-E	44,6
Periodo notturno	19	3	S-E	42,1



ANALISI PREVISIONALE IN FASE DI CANTIERIZZAZIONE

Descrizione dei lavori, macchine e attrezzature da utilizzare

I lavori si distribuiranno in due tipologie di interventi, di cui una itinerante nella fase di realizzazione cavidotto interrato e l'altra per la realizzazione del parco eolico.

Fase di realizzazione del parco eolico:

- Battipalo;
- Escavatore;
- Camion;
- Saldatrice;
- Smerigliatrice
- Gru
- Vibratore per C.A.

Fase di realizzazione del cavidotto:

- Tagliasfalto;
- Rulli compattatori;
- Costipatore;
- Fresa per scavi;
- Gruppo elettrogeno;
- Compressore

Sono state identificate alcune posizioni di misura e per ogni punto di rilievo sono stati acquisiti i necessari parametri acustici di fondo per il tempo necessario a dare una sufficiente affidabilità ad essi. Con questo criterio investigativo si può ottenere un dettaglio rappresentativo della rumorosità ambientale di fondo.

Alla luce di quanto emerso in analoghe situazioni lavorative e ambientali, si può stimare che l'attività in oggetto potrà provocare un incremento della rumorosità ambientale poco significativo se non impercettibile già dai confini dell'area in oggetto.

Alla fine dei rilievi fonometrici sono state tratte delle conclusioni sulla compatibilità dell'attività con le esigenze di tutela della salute e del benessere della popolazione e della tutela dell'ambiente.

RISULTATI DELLE MISURE E INCREMENTO PREVISIONALE

Al fine di avere una visione d'insieme della situazione acustica rilevata, vengono di seguito riportate delle tabelle con una sintesi di tutte le misure eseguite in ambiente esterno.

Ambiente esterno

Le misurazioni sono state effettuate in corrispondenza dei recettori sensibili più prossimi all'impianto eolico e al cavidotto e ad 1 metro dal perimetro dell'area interessata così come previsto dal D.P.C.M. 1/03/1991.

I ricettori più vicini al cavidotto risultano nelle condizioni peggiori per la valutazione acustica in fase di cantiere.

Eventuali altri ricettori che possono subire sensibili rumori nella fase di cantiere sono gli stessi ricettori della fase di esercizio. In particolare il ricettore R7 risulta quello più sollecitato dalla fase di realizzazione per effetto di essere vicino alla realizzazione anche del cavidotto.

In ogni caso la fase di cantiere interessa solo il periodo diurno e non supera mai i valori assoluti per qualsiasi ricettore.

Di seguito sono riportati i valori misurati e le valutazioni acustiche conseguenziali.

Ricettore Più prossimo cavidotto	Rumore ambientale alla velocità del vento di 3 m/s Leq dB (A)	Incremento previsto per lavori	Rumore ambientale stimato	Limiti esterni
	diurno		diurno	diurno
R7	44,1	5	49,1	65

VALUTAZIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

(FASE DI CANTIERIZZAZIONE)

Da tenere in debita considerazione che il valore massimo di immissione, calcolato per i ricettori sensibili posti nelle immediate vicinanze dei lavori di scavo e sistemazione strade, avrà una durata temporanea limitata a pochi giorni, il tempo necessario per interrare l'elettrodotta nella porzione di strada adiacente allo stesso ricettore.

Alla base delle risultanze di cui sopra, nonché dall'analisi acustica e dall'esame di conformità alle norme, si può senz'altro affermare che l'impatto acustico determinato dall'attività di cantierizzazione in esame rientrerà negli standard esistenti e può essere considerato accettabile e compatibile con gli equilibri naturali e la salvaguardia della salute pubblica.