



Comune di Lucera
Provincia di Foggia



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN
IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO**

Potenza nominale 38 MW

Proponente:



NVA 1 S.r.l.
Via Lepetit, 8
20045 Lainate (MI)
nva.1@legalmail.it

PROCEDIMENTO UNICO AMBIENTALE

Art.27 D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii.

Progetto

“LUCERA”

RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE UNICA

D.Lgs. 387/2003

PREVISIONE DI IMPATTO ACUSTICO

In fase di esercizio e in fase di cantiere

D.P.C.M. 1/3/1991 - L.447/95 - DM 11/12/96 - DPCM 14/11/97 - LR 3/02

Progettazione:



Tecnico Competente in Acustica:

Ing. Francesco Di Cosmo

Emissione: **Maggio 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 agrivoltaico avanzato 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 dalle cabine elettriche 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.

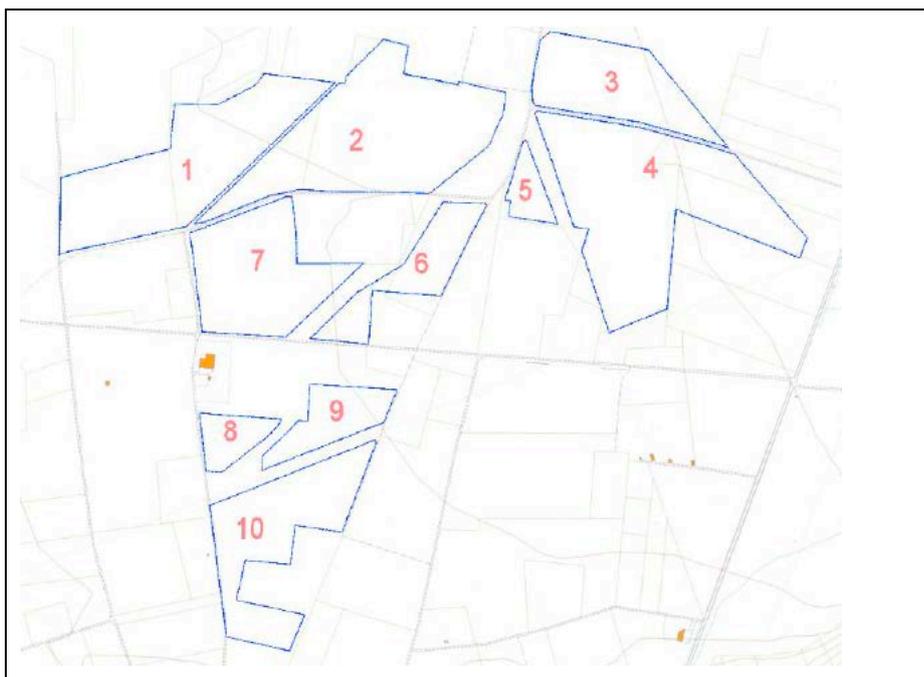
REALIZZAZIONE E INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'intero impianto agrivoltaico avanzato sarà ubicato a nord-est del centro abitato di **Lucera (FG)**, in agro del Comuni di **Lucera (FG)**. L'area deputata all'installazione degli impianti fotovoltaici si suddivide in **10 aree**. L'impianto nel complesso avrà una potenza nominale di **38MW** e si sviluppa su un'area lorda di circa **47,24ha**.



Il progetto prevede la costruzione di:

- Un impianto agrivoltaico avanzato suddiviso in 10 aree recintate.



In ogni area sono ubicati un certo numero di pannelli fotovoltaici, c.d. moduli, della potenza elettrica unitaria nominale di 720W e tensione di 0,8kV, come riportato nella seguente tabella:

Area	n. moduli	Potenza di picco
Area 1	8.736	6.289,92 kW _p
Area 2	10.530	7.581,60 kW _p
Area 3	4.706	3.388,32 kW _p
Area 4	12.376	8.910,72 kW _p
Area 5	520	374,40 kW _p
Area 6	2.002	1.441,44 kW _p
Area 7	5.902	4.249,44 kW _p
Area 8	936	673,92 kW _p
Area 9	1.794	1.291,68 kW _p
Area 10	5.278	3.800,16 kW _p

I pannelli o moduli fotovoltaici, nel complesso pari a n. 52.780, saranno montati su strutture di inseguimento manoassiali, c.d. tracker in configurazione unifilare, ed ogni tracker (struttura portante dei pannelli) sarà composto da 52 o 26 moduli.

- Nelle aree recintate saranno ubicate le 12 cabine di trasformazione rappresentate in blu nella ortofoto seguente



La corrente generata dai moduli fotovoltaici a tensione di 0,8 kV, in CC, viene trasformata nelle cabine di trasformazione in CA alla tensione di 30kV.

- Nell'area n.2 verrà installata una c.d. cabina impianto di consegna (cabina impianto) rappresentata di colore giallo nelle ortofoto seguente che opera ad una tensione di 30kV



- Dalla cabina impianto di consegna (CIC) di colore giallo nella ortofoto precedente parte il cavidotto interrato alla tensione di 30kV che si estenderà per un percorso di circa 14,3 km fino alla stazione di elevazione e consegna (SEC) da 30kV a 150kV, c.d. di "step up", di colore bianco (nell'angolo superiore a destra) nella ortofoto seguente.



- A partire dalla stazione di elevazione e consegna (SEC), c.d. di "step up" (di colore bianco nella ortofoto seguente), partirà un cavidotto alla tensione elettrica di 150 kV (di colore giallo nelle ortofoto seguente) nel comune di Foggia, di lunghezza di circa 1,4km, per la definitiva consegna al gestore della rete elettrica nazionale presso la nuova sotto stazione elettrica (SSE) in località "Palmori" (con contorno in rosso nella ortofoto seguente) nel Comune di Lucera.



Per la realizzazione dell'impianto sono previste le seguenti infrastrutture:

1. Sistemazione dell'area di installazione con livellamento e compattamento del terreno e realizzazione della recinzione di protezione;

2. posa in opera dei pali a vite e/o fondazioni per l'ancoraggio dei supporti dei moduli;
3. realizzazione delle piazzole temporanee per lo stoccaggio ed il montaggio delle strutture metalliche;
4. adeguamento della viabilità esistente e realizzazione della viabilità di servizio all'impianto;
5. realizzazione della sottostazione elettrica di impianto SI, costituita da cabine prefabbricate adagiate su fondazioni anch'esse prefabbricate e/o gettate in opera;
6. realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici.

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.

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 antivento;
- 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
- CALIBRATORE 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.

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 dal punto di emissione 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 generatore-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

Vista l'attività da cui è generato il fonoinquinamento, gli strumenti tecnici di 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;
- 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.

Pertanto, in ottemperanza a quanto disposto dal D.P.C.M. 1 Marzo 1991, art. 6 comma 1, e considerato che il [Comune di Lucera](#) non risulta che siano dotati di un piano di zonizzazione acustica, vengono applicati i limiti di cui al D.M. 2 Aprile 1968 n.1444 relativi a "tutto il territorio nazionale", cioè 70 periodo diurno e 60 dB (A) periodo notturno.

Poiché l'impianto nel periodo notturno risulta spento si considera solo il valore nel periodo diurno

Limite valore di immissione Diurno 70 dB (A)

Tuttavia, in via cautelativa, si assume i valori limite di immissione per la classe III del DPCM 14 Novembre 1997

Limite valore di immissione Diurno 60 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 (A) per il periodo diurno (Art. 4 comma 1 DPCM 14/11/1997), 3dB (A) per il periodo notturno che nel caso specifico non si considera poiché il cantiere è fermo.

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, 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 (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 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 adotterà quello a finestre aperte: 50dB(A). Dunque se

il rumore ambientale al ricettore, somma del rumore residuo e del rumore immesso dal cantiere, risulta inferiore a tale valore il criterio differenziale può non essere applicato.

Nello specifico si potrà osservare che mai il rumore misurato a finestre aperte sia superiore a 50dB(A) nel periodo diurno, sia come valore residuo che come valore ambientale.

DUNQUE IL CRITERIO DIFFERENZIALE NON RISULTA APPLICABILE. Tuttavia pur calcolato risulta inferiore al valore di 5dB (A) per il periodo diurno.

PRESENTAZIONE E ANALISI DEI DATI AMBIENTALI

Caratteristiche tecniche del sito di misura:

- rilievi fonometrici: ambiente esterno eseguiti nel mese di [maggio 2024](#);
- situazione al contorno: Zona agricola
- temperatura media: 20°C diurna;
- Umidità: 58%
- precipitazione: assente
- velocità del vento: circa 2,8 m/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 12.00 alle am 13.00;
- tempo di osservazione notturno To :dalle pm 22.00 alle pm 23.00.
- tempo medio Tm di ciascuna misurazione 10 minuti

ANALISI PREVISIONALE IN FASE DI ESERCIZIO

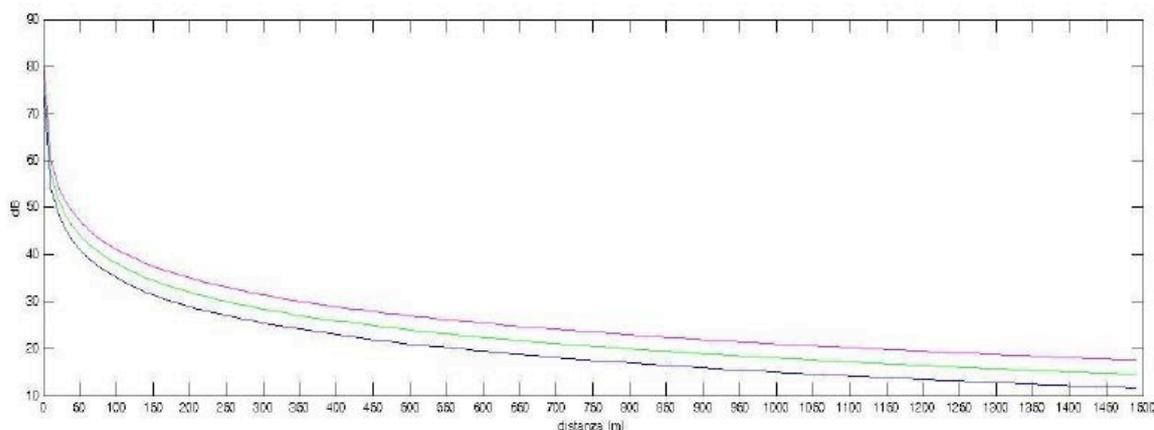
Considerato il campo agrivoltaico avanzato in progetto, le sorgenti di rumore più significative sono state identificate negli inverter e dai trasformatori posti all'interno della cabina elettriche.

Le emissioni sonore generate dagli inverter sono desumibili dal suo livello di potenza sonora massimo desunto dalla scheda tecnica: $L_{WA} = 80\text{dB}$.

Con criteri cautelativi si è considerata l'emissione sonora degli inverter di ogni singola cabina come emissione sonora di riferimento per quella cabina elettrica, senza considerare gli eventuali effetti di attenuazione dovuti alle pareti della cabina stessa. In tal caso si considera un valore di rumorosità maggiore rispetto alla emissione reale della cabina presa in considerazione. La simulazione verrà effettuata sovrapponendo le emissioni sonore prodotte: da tutti gli inverter e dalla cabina elettrica in cui è situato il trasformatore al rumore di fondo misurato prima della realizzazione nel corso dell'indagine fonometrica effettuata in prossimità di recettori sensibili.

Inoltre, anche se la risposta dell'orecchio umano allo stimolo sonoro è logaritmica in ampiezza e varia al variare della frequenza si è deciso, sempre a favore della sicurezza, di non tener conto della attenuazione dovuta alla percezione dell'orecchio umano alle varie frequenze sonore. Dunque il livello di rumorosità dell'impianto sarà stimato come livello sonoro lineare in dB (Lin) ottenuto come somma lineare dei livelli sonori di ogni singolo inverter senza alcun filtro di compensazione che tenga conto delle differenze di percezione (attenuazione) dell'orecchio umano alle varie frequenze.

Di seguito viene riportato il grafico dell'abbattimento dell'emissione di rumore per tre configurazioni di sorgente di emissione: singola, doppia e tripla cabina elettrica.



- Per singola cabina con livello di potenza sonora pari a 86dB linea blu
- Per singola cabina con livello di potenza sonora pari a 89dB linea verde
- Per singola cabina con livello di potenza sonora pari a 92dB linea viola

Gli incrementi dovuti all'impatto acustico sull'attuale rumore di fondo, da impianto in funzione a pieno regime, saranno molto contenuti. Si sottolinea che il limite di 50 dB è rispettato anche a pochi metri di distanza dalla futura recinzione. Non essendo presenti residenze stabili nelle immediate vicinanze delle sorgenti non sussiste alcun problema circa il rispetto dei limiti differenziali.

Il Modello di simulazione e calcolo - La Norma UNI ISO 9613-2

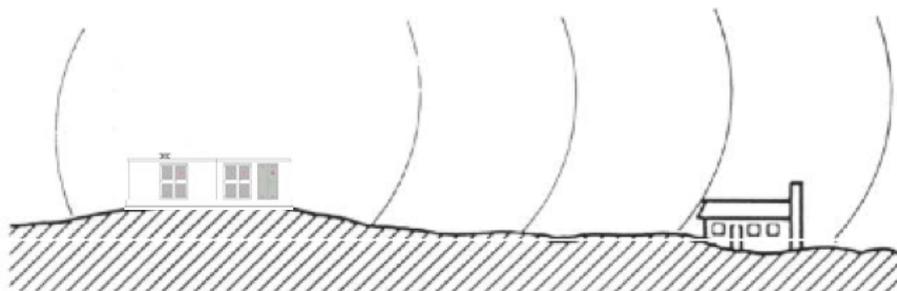
La Norma ISO 9613 descrive un metodo tecnico progettuale per calcolare l'attenuazione sonora nella propagazione all'aperto, allo scopo di prevedere i livelli di rumore ambientale a una certa distanza da una molteplicità di sorgenti. Con questo metodo si prevede il livello di pressione sonora continuo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

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

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 (ID = 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'aereogeneratore 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 dai 3dB (A) ai 4 3dB (A) 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 trasformatore ad una sorgente sferica omnidirezionale, può essere calcolato con la formula:

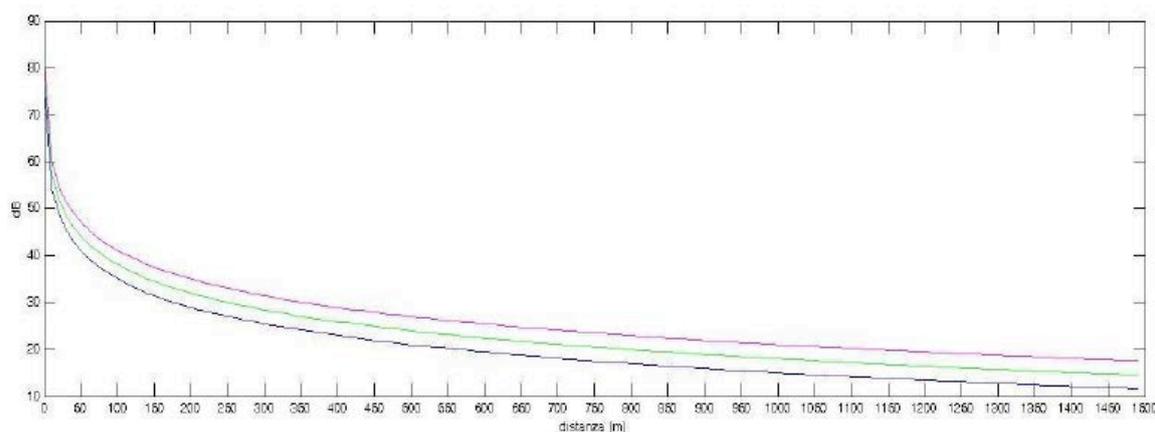
$$L_p(r) = L_w - 20 (\log_{10} r - 11) - (3 r / 100) - A_{atm}$$

Dove r = distanza tra sorgente e ricevitore.

Tuttavia a favore di sicurezza, nella peggiore delle ipotesi descritta (difficilmente riscontrabile), considerando **per assurdo** l'assenza dei contributi dovuti alle attenuazioni si considera di effettuare il calcolo con la relazione:

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

I risultati, in campo libero, dei livelli di pressione sonora al variare della distanza dalla cabina di trasformazione sono, in generale, di seguito schematizzati:



Dunque in generale si è verificato sul campo che, ad una distanza di circa 50 metri, il rumore prodotto da una cabina di trasformazione, si riduce a circa 45dB confondendosi completamente col rumore di fondo misurabile in aperta campagna in quasi assenza di vento. Se poi consideriamo una giornata con presenza di vento l'analisi porta ad una sovrapposizione del rumore di fondo che rende non più udibile il possibile ronzio prodotto da una cabina elettrica di trasformazione.

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:

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

Analisi dei recettori sensibili in prossimità dell'impianto

L'indicazione più efficace per la definizione di "Ricettore sensibile" la troviamo nel D.M. 01/06/2022 "Determinazione dei criteri per la misurazione del rumore emesso dagli impianti eolici" all'art. 2, comma 1, lettera k e lettera l che qui si riportano testualmente.

k. Ricettore: qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo individuato dagli strumenti urbanistici comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa e ricreativa...;

l. Ricettore sensibile: edificio adibito a scuola, ospedale, casa di cura o casa di riposo;

La definizione di ambiente abitativo la troviamo all'art. 2, comma 1, lettera b della legge 447/1995 che recita: "*b) ambiente abitativo: ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.Lgs. 15 agosto 1991, n. 277 (legge in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro), salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive*".

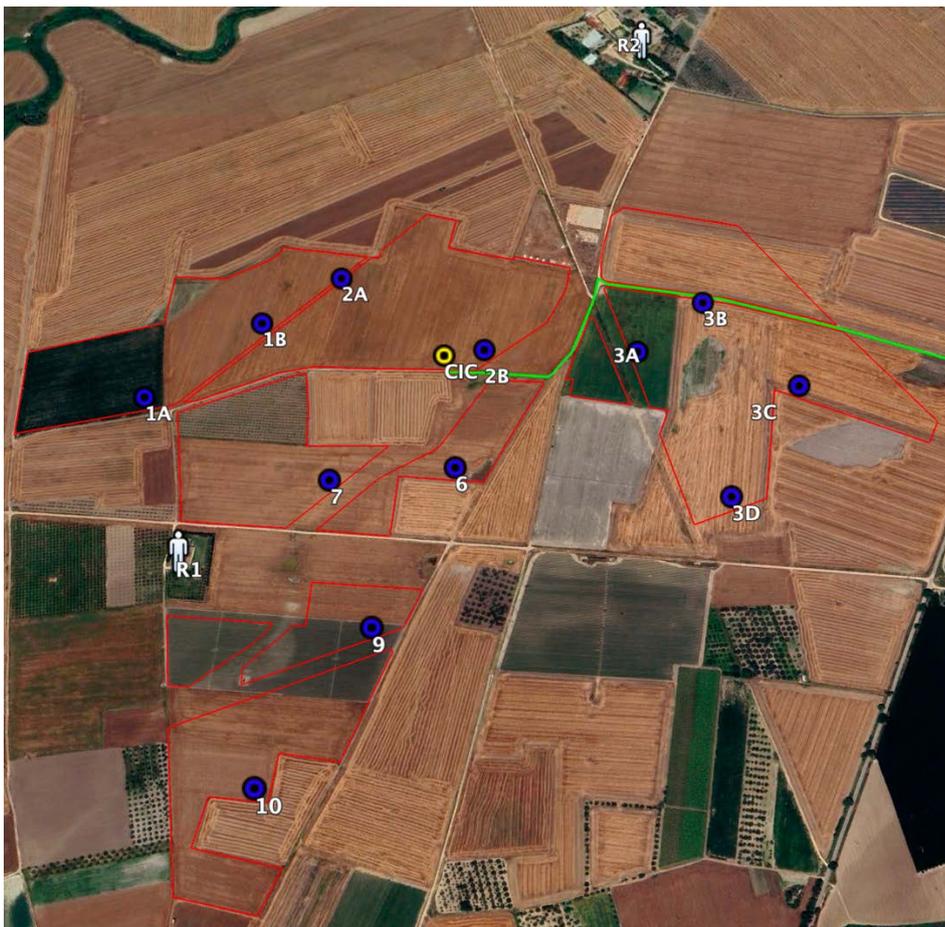
Ulteriore legislazione di protezione da campi elettromagnetici, descrive l'ambiente abitativo quando la permanenza dell'uomo sia superiore alle 4 ore giornaliere.

In sintesi, dunque, un ricettore per essere tale deve essere un ambiente abitato da persone per più di 4 ore giorno.

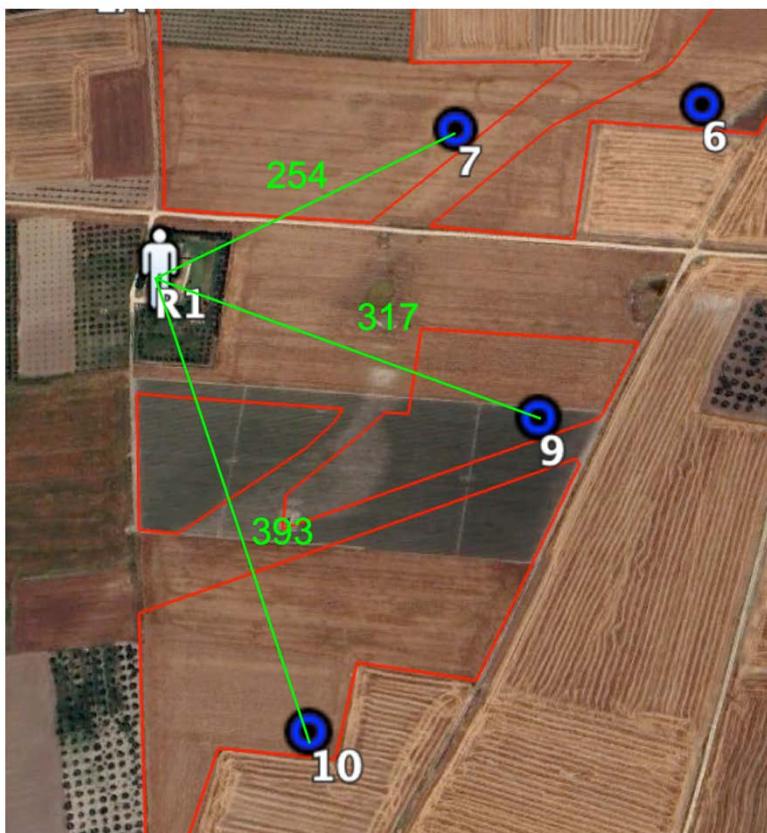
Un ricettore per essere sensibile deve essere un edificio adibito a scuola, ospedale, casa di cura o casa di riposo.

Sulla base di tali definizioni si è svolta l'indagine per individuare i ricettori più prossimi all'impianto onde verificare l'impatto acustico.

La zona in cui si intende sviluppare l'impianto, risulta priva di ricettori sensibili, ma presenta due ricettori non sensibili.



Considerando la sovrapposizione degli effetti, in particolare dalle cabine dove sono ubicati trasformatori e inverter e le relative distanze per il ricettore R1



mentre per il ricettore R3



Si riportano nella tabella seguente i valori acustici misurati, stimati ed i valori limite di accettabilità, nonché i relativi calcoli dei valori differenziali per l'ambiente abitativo.

Recettore	Velocità del vento m/s	Distanza 1 m	distanza 2 m	distanza 3 m	Rumore ambientale residuo	Rumore impresso dB (A)	Rumore complessivo	Limiti esterni	Valori e Limiti differenziali (applicabile solo in luoghi abitativi con permanenza > di 4 ore)
					Leq dB (A)	Leq dB(A)	Leq dB (A)		diurno
R1	2,8	254	317	393	44,90	32,00	45,12	60	0,22 (non applicabile)
R2	2,8	532	609	650	45,10	40,00	46,27	60	1,17 (non applicabile)

Con riferimento al progetto preso in esame dell'intero parco agrivoltaico avanzato, le simulazioni effettuate sulla scorta delle relazioni sopra evidenziate, in orario diurno, fanno prevedere che i livelli del rumore di fondo misurati saranno modificati in misura trascurabile dal contributo sonoro dell'impianto agrivoltaico avanzato, comunque contenuti nei limiti di legge: $L_p < 60\text{dB}$ e al di sotto del limite differenziale diurno di 5dB.

VALUTAZIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI (fase di esercizio)

Va sottolineato che il rumore di fondo è stato misurato di giorno in presenza di venti di velocità intorno a 2,8 m/s. In condizioni di maggiore ventosità il rumore di fondo naturale tende a sovrastare e mascherare il rumore generato dall'impianto agrivoltaico avanzato di progetto. **In definitiva sulla scorta di tutte le considerazioni precedenti si può dichiarare che l'impatto acustico, da rumore, dell'impianto agrivoltaico avanzato di progetto è scarsamente significativo, in quanto gli installandi pannelli fotovoltaici e cabine di trasformazione non costituiranno un elemento di disturbo rispetto alle quotidiane emissioni sonore del luogo.**

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

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 potevano 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.

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

Contestualmente alle misure del rumore è stata misurata la velocità del vento e la sua direzione nella stessa posizione e altezza dal suolo, con le seguenti condizioni:

- 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;
- 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 ($T_p=10$ min.).

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 dal punto di emissione 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 baricentro impianto agrivoltaico-ricettore e il vento è risultato diretto verso il ricettore con una velocità compresa tra 1 e 5 m/s.

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 in condizioni di vento 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.

RAPPORTO DI MISURA

Il presente rapporto viene allegato allo studio di valutazione d'impatto acustico e riguarda il progetto per l'installazione del parco agrivoltaico avanzato avente la potenza massima di **58 MW** da realizzare [in agro del Comune di Lucera \(FG\) in provincia di Foggia](#).

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**, la **tabella a pagina 21** fornisce i valori del rumore ambientale **ante-operam**, il rumore ambientale stimato nella fase **post-operam**, nonché i limiti **ASSOLUTI E DIFFERENZIALI** nel periodo **diurno**.

Le misure sono state effettuate:

- 1) Luogo: in prossimità del ricettore
- 2) Data: 8 maggio 2024
- 3) Ora: misura diurna tra le 16 e le 19.
- 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 Ing. 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 shows 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 displays a breadcrumb trail: Home / Tecnici Competenti in Acustica / Vista. Below this is a table with the following data:

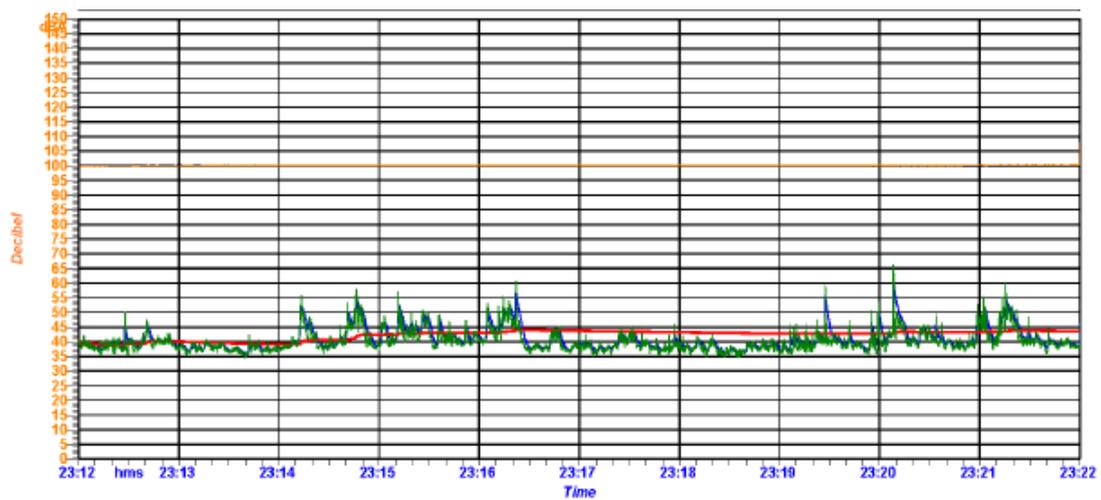
Numero Iscrizione Elenco Nazionale	6699
Regione	Puglia
Numero Iscrizione Elenco Regionale	FG014
Cognome	Di Cosmo
Nome	Francesco
Titolo studio	LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DELLA SICUREZZA
Estremi provvedimento	D.D. n. 217 del 26.10.2000 - Regione Puglia
Nazionalità	Italiana
Email	fdicosmo@gmail.com
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	19	2,8	N-E	44,9

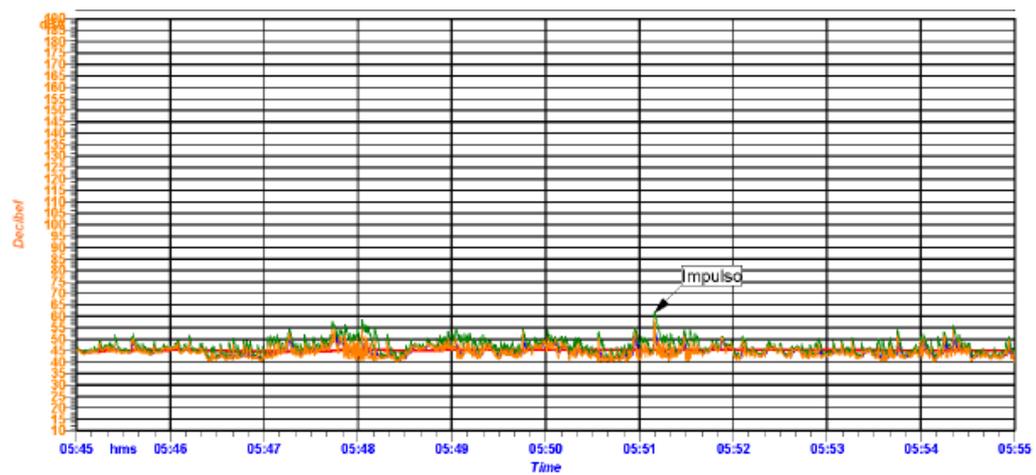


Ricettore R2



Rapporto di misura

	Temperatura °C	Velocità media del vento m/s	Direzione del vento	Rumore ambientale residuo Tm =10min Leq (A) dB
Periodo diurno	19	2,8	N-E	45,1



ANALISI PREVISIONALE IN FASE DI CANTIERE

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 agrivoltaico avanzato.

La Valutazione Previsionale di Impatto Acustico della fase di Cantiere per la realizzazione dell'opera si basa sulle seguenti informazioni:

- Censimento dei ricettori che saranno interessati dalla rumorosità della fase di cantiere;
- Report delle misure effettuate per la determinazione del livello di rumore residuo in corrispondenza dei ricettori censiti;
- Modello di simulazione utilizzato;

Tali informazioni sono già state elaborate per la fase esecutiva, mentre verranno di seguito forniti:

- Dati di potenza sonora delle macchine ed attrezzature che verranno impiegate ed utilizzati per le simulazioni, ricavati da informazioni di letteratura ecc.;
- Tabella riportante per ogni ricettore, il livello di rumore residuo misurato, i livelli di emissione ed immissione e differenziale al fine di verificare il rispetto dei corrispondenti limiti

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.

I lavori, che verranno effettuati per la costruzione delle pale eoliche consistono in una sequenza di opere edili sintetizzabili secondo il seguente elenco:

- apertura cantiere
- decespugliamento e pulizia
- scavi di sbancamento
- scavi a sezione ristretta
- consolidamenti e fondazioni (micropali)
- cementi armati
- montaggio torri eoliche
- rinterri e riprofilature chiusura cantiere

DATI DI POTENZA SONORA DELLE MACCHINE ED ATTREZZATURE CHE VERRANNO IMPIEGATE ED UTILIZZATI PER LE SIMULAZIONI

Non potendo conoscere ad oggi con esattezza, marca e modello dei macchinari che saranno utilizzati da qui a quando si procederà all'affidamento della realizzazione delle opere, **sono stati considerati i dati forniti dalle schede elaborate dall'autorevole istituto CTP di Torino (consultabili sul sito <http://www.cpt.to.it/>) riconosciute dal Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali con circolare prot. 15/VI/0014878/MA001.A001 dove sono riportati i singoli livelli di pressione sonora suddivisi per macchinari.**

I valori di potenza sonora utilizzati sono elencati nella seguente tabella.

Macchina	Potenza sonora [dB(A)]
Escavatore	107,4
Autocarro	96,2
Escavatore attrezzato per pali trivellati	112,2
Autobetoniera	99,6
Pala Meccanica Cingolata	107,9
Rullo Compressore	113,0
Miniescavatrice	106,9
Gru	101
Pompa	107,9

Al fine di effettuare una valutazione cautelativa riguardo l'attività di cantiere, sono state selezionate le fasi di cantiere che prevedranno l'utilizzo contemporaneo di una maggiore potenza sonora in corrispondenza di una delle aree destinate all'installazione delle cabine o dei moduli fotovoltaici, facendo la somma logaritmica delle potenze sonore dei singoli macchinari.

Conformemente a quanto riportato nei precedenti capitoli, nella seguente tabella, si riporta la potenza sonora complessiva prevedibile per ciascuna fase delle attività di cantiere.

Stima della potenza sonora complessiva per singola fase di cantiere			
Fase lavorativa	Macchinari utilizzati	Potenze sonore [dB(A)]	Somma [dB(A)]
Fondazioni cabine			
Scavo	Autocarro	96,2	101,2
	Betoniera	99,6	
Posa del calcestruzzo delle fondazioni	Escavatore attrezzato per pali	112,2	113,7
	Betoniera	99,6	
	Pompa	107,9	
Posa del magrone	Betoniera	99,6	108,5
	Pompa	107,9	
Approvvigionamento e installazione ferri armatura	Autocarro	96,2	96,2
Posa del calcestruzzo	Betoniera	99,6	108,5
	Pompa	107,9	
Reinterro	Escavatore	107,4	107,4
Piazzole e strade di accesso			
Scavo e livellazione	Pala meccanica cingolata	107,9	108,2
	Autocarro	96,2	
Riparto del terreno	Pala meccanica cingolata	107,9	114,2
	Rullo compressore	113,0	
	Autocarro	96,2	
Completamento strati di rivestimento	Miniescavatore	106,9	106,9
Montaggio moduli			
Trasporto e scarico materiali	Automezzo	96,2	102,2
	Gru	101	
Montaggio	Gru	101	101,0

Dall'analisi della tabella sopra riportata si evince come le fasi realizzative, potenzialmente di maggiore impatto, siano riconducibili alle fasi di realizzazione di strade e piazzole in cui potrebbero essere attive tre apparecchiature:

- Pala meccanica cingolata
- Rullo compressore
- Autocarro

In termini cautelativi verrà quindi considerata tale fase lavorativa maggiormente rumorosa, prevedendo l'utilizzo contemporaneo delle macchine in corrispondenza delle aree interessate più prossime ai punti di misura individuati cioè ai ricettori.

In accordo con le indicazioni fornite dalla specifica norma tecnica UNI-TS 11143-7-2013, tali sorgenti sono state schematizzate quali sorgenti puntiformi e posizionate in corrispondenza delle cabine.

Relativamente allo spettro in frequenza di emissione sonora, non essendo disponibili indicazioni specifiche, tale valore di potenza sonora verrà associato alla frequenza centrale delle sorgenti simulate.

Al fine di verificare l'impatto acustico in termini di livello assoluto e di valore differenziale diurno nella fase di cantiere, si è proceduto all'analisi in corrispondenza di tutti i ricettori individuati, considerando:

- tre cantieri contemporanei
- con la massima emissione sonora dovuta alla fase di lavorazione più gravosa pari a 114,23 dB (A)

Ovviamente tali condizioni sono molto a favore della sicurezza e, pertanto, nella realtà sicuramente meno gravose.

TABELLA RIPIANTANTE PER OGNI RICETTORE, IL LIVELLO DI RUMORE RESIDUO MISURATO, I LIVELLI DI EMISSIONE ED IMMISSIONE E DIFFERENZIALE AL FINE DI VERIFICARE IL RISPETTO DEI CORRISPONDENTI LIMITI

Recettore	Velocità del vento	Distanza del cantiere più vicino	distanza 2	distanza 3	Rumore ambientale residuo misurato al ricettore (finestre aperte)	Rumore immesso dai tre cantieri contemporaneamente	Rumore ambientale, somma del residuo + 3 cantieri	Limiti immissione classe III	Valori e Limiti differenziali
	m/s	m	m	m	Leq dB (A)	Leq dB (A)	Leq dB (A)		
					diurno	diurno	diurno	diurno	diurno
1	2,8	254	317	393					non applicabile
					44,90	47,72	48,54	60	
2	2,8	532	609	650					non applicabile
					45,10	23,51	45,13	60	

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

VALUTAZIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI (fase di cantierizzazione)

Dall'analisi dei risultati emerge che il limite assoluto di 60 dB(A), previsto in corrispondenza dei ricettori sarà rispettato. 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'elettrodotto nella porzione di strada adiacente allo stesso recettore.

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.