



Regione  
Puglia



Provincia  
di Foggia



Comune di  
Foggia

Nome Progetto / Project Name

**Progetto per la realizzazione di un impianto  
agrivoltaico denominato "Agrosolar 3",  
della potenza complessiva pari a 28,439 MWp e delle  
relative opere connesse, nel comune  
di Foggia (FG).**

Sviluppatore / Developer



**RENEWABLE CONSULTING S.R.L.**

Corso G. Matteotti, 65  
71017 - Torremaggiore (FG)  
P. IVA 02250560683  
info@renewableconsulting.eu  
www.renewableconsulting.eu

RENEWABLE  
Consulting

Committente

**PUGLIA AGROSOLAR 3 S.R.L.**

Piazza Walther von Vogelweide, 8  
39100 Bolzano  
P.IVA 03176980211  
REA BZ - 238504

Titolo documento / Document title

**Inquadramento su ortofoto**

Tavola / Pannel

Codice elaborato / Code processed

**PA3\_STD\_ACS\_01**

N.	DATA REVISIONE	DESCRIZIONE REVISIONE	PREPARED	CHECKED	APPROVED
00	03/2024	PROGETTO PRELIMINARE			

Specialista / Specialist

**Dott. Ing Michele Di Sipio**

Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica Ambientale N. 6692

Timbro e firma / Stamp and signature

Progettisti / Planner

**RENEWABLE CONSULTING S.R.L.**

Nome file

Dimensione cartiglio

Scala

PA3\_STD\_ACS\_01

A4

-

Dott.Ing. Michele DI SIPIO Tecnico Competente Acustica Ambientale	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	IMPIANTO Agrosolar 3
--	--	-------------------------

STATO DI REVISIONE DEL DOCUMENTO

PRIMA EMISSIONE	INDICE REVISIONE	DATA EMISSIONE	REDATTO	VERIFICATO E APPROVATO	AUTORIZZATO DL
00	00	27/11/2023	Ing. M. DI SIPIO		
	01	25/03/2024			

INDICE REVISIONE	DATA AGGIORNAMENTO	SEZIONE MODIFICATA	DATA DECORRENZA MODIFICHE	REDATTO	VERIFICATO E APPROVATO	AUTORIZZATO DL
------------------	--------------------	--------------------	---------------------------	---------	------------------------	----------------

01						
02						
03						
04						
05						

L'aggiornamento o la riemissione di una qualunque pagina comporterà la sua sostituzione ed identificazione con il numero di revisione e rispettiva data.

Per un riscontro immediato dello stato delle pagine in merito alle motivazioni delle variazioni successive intervenute si rimanda alla seguente tabella

Rev. n°	Sezione	Pagina rev.	Motivazione	Data

Dott.Ing. Michele DI SIPIO Tecnico Competente Acustica Ambientale	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	IMPIANTO Agrosolar 3
--	--	-------------------------

## INDICE

PREMESSA .....	3
Generalità sull'intervento.....	3
Criteri di progetto .....	3
Descrizione impianto.....	4
Opere civili.....	4
DESCRIZIONE DELLE OPERE DI REALIZZAZIONE E DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO .....	8
STUDIO DELL'IMPATTO ACUSTICO .....	10
1. INTRODUZIONE .....	10
RIFERIMENTI NORMATIVI .....	12
REQUISITI DEL TECNICO ADDETTO ALLO STUDIO PREVISIONALE.....	14
INDIVIDUAZIONE E VALUTAZIONE DELL'IMPATTO LEGATO AL RUMORE.....	15
LIMITI MASSIMI DI ESPOSIZIONE AL RUMORE: NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	17
STUDIO PREVISIONALE DELL'IMPATTO ACUSTICO .....	23
Scelta dei ricettori.....	28
Caratteristiche della sorgente in esame .....	32
Simulazione per il calcolo del livello di pressione sonora in prossimità dei ricettori sensibili .....	34
7. CONCLUSIONI .....	36
Verifica del rispetto della normativa vigente.....	36

Dott.Ing. Michele DI SIPIO Tecnico Competente Acustica Ambientale	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	IMPIANTO Agrosolar 3
--	--	-------------------------

## PREMESSA

### IMPIANTO DI GENERAZIONE

La presente relazione illustra gli aspetti tecnici preliminari di un impianto di generazione da fonte fotovoltaica da installare in provincia di Foggia ricadente in agro di Manfredonia.

#### Generalità sull'intervento

L'impianto di generazione in oggetto sarà composto da 41216 moduli fotovoltaici, della potenza unitaria di 690Wp cad.. La potenza richiesta ai fini della connessione è pari a 27,10 MW, mentre quella nominale dell'impianto è pari a 28,439 MWp, valore inteso come picco di prestazione dei generatori, variabile in diminuzione secondo le condizioni meteo.

I moduli saranno raggruppati secondo schema tipico in stringhe e sottocampi gestiti da inverter centralizzati e dal punto di vista della configurazione di rete elettrica collettiva i vari collegamenti ramificati in AT costituiscono un albero alla tensione nominale di 36 kV, confluyente in un unico collegamento che realizza la connessione in elettrodotto interrato come montante fino al punto di connessione individuato su futuro ampliamento della SE 380/150kV della RTN di Manfredonia.

#### Criteri di progetto

Lo studio del trasporto dell'energia fino alla stazione di smistamento è stato ispirato a criteri di massima sicurezza e minimo impatto ambientale. La centrale è un impianto di generazione dell'energia elettrica di potenza nominale complessiva 28,439 MWp ed è ubicato in diverse aree adiacenti. L'energia prodotta da ciascun sottocampo in bassa tensione viene elevata alla tensione di 36 kV dai trasformatori distribuiti in campo, e trasportata alla cabina di consegna. Dal punto di vista della topologia della rete elettrica collettiva, il collegamento tra la cabina di consegna e la SE costituirà un collegamento in antenna su rete AT alla tensione nominale di 36 kV, dalla lunghezza stimata di 6 km circa, interrato in massima parte ed in banchina lungo la SP80 verso Sud e lungo la SP70 verso Est. Esso avrà il compito di realizzare la connessione del parco fotovoltaico allo stallo 36kV della stazione di trasformazione 380/150 kV denominata Macchiarotonda, la cui nuova realizzazione è prevista in località "Macchiarotonda" alle coordinate 40,450557"N 15.753617"E. Tutte le opere elettriche saranno realizzate nel rispetto delle norme di legge, in conformità del Codice di Rete TERNA, delle norme CEI applicabili. Particolare attenzione è posta alla verifica delle possibili esposizioni delle persone alle radiazioni elettromagnetiche dovute agli elettrodotti, assicurandosi che tali emissioni siano al di sotto del valore di sicurezza di 10 µT per le aree

normalmente disabitate ed al valore di 3  $\mu$ T, fissato come obiettivo di qualità, per i luoghi normalmente (leggasi oltre 4h/g pro capite) abitati.

### Descrizione impianto

L'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica oggetto della presente relazione tecnico-descrittiva avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata lato DC: 28,439 MWp;
- potenza dei singoli moduli: 690 Wp;
- n. 14 inverter per la trasformazione DC/AC
- n. 9 cabine di conversione e trasformazione dell'energia elettrica;
- n. 2 cabine di smistamento;
- n. 1 cabina di raccolta;
- rete elettrica interna a 1500 Vdc tra i moduli fotovoltaici, e gli inverter centralizzati
- rete elettrica interna a 36 kV per il collegamento in entra-esce tra le varie cabine di trasformazione, e con le cabine di raccolta e monitoraggio;
- rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (controllo, illuminazione, forza motrice, ecc...);
- rete elettrica esterna a 36 kV dalla cabina di consegna allo stallo in SE;
- rete di trasmissione dati interna di monitoraggio per il controllo dell'impianto fotovoltaico;;

Nel complesso l'intervento di realizzazione dell'impianto fotovoltaico conterà delle seguenti opere:

- installazione dei moduli fotovoltaici;
- installazione delle cabine di trasformazione e della cabina di consegna;
- realizzazione dei collegamenti elettrici di campo;
- realizzazione della viabilità interna;
- realizzazione del cavidotto AT;

### Opere civili

Le aree di cui si compone l'impianto agrivoltaico saranno completamente recintate e dotate di illuminazione, impianto antintrusione e videosorveglianza.

La recinzione sarà realizzata in rete a maglia metallica di altezza pari a 2,00 mt, disterà dal suolo circa 5 cm, e sarà fissata al terreno con pali verticali di supporto, a sezione circolare, distanti gli uni dagli altri 3,5 m ed infissi nel terreno per circa 1 m; i pali angolari, e quelli centrali di ogni lato, saranno dotati, per un maggior sostegno della recinzione, ognuno di due pali obliqui.

L'accesso ad ogni area sarà garantito attraverso un cancello a doppia anta a battente di larghezza pari a 5 m, idoneo al passaggio dei mezzi pesanti realizzato in acciaio e sorretto da pilastri in scatolare metallico.

La circolazione dei mezzi all'interno di ognuna delle aree di cui si compone l'impianto, sarà garantita dalla presenza di una apposita viabilità interna da realizzarsi sia lungo il perimetro che all'interno delle aree, di larghezza pari a circa 3 m, per la cui esecuzione sarà effettuato uno sbancamento di 40 cm, ed il successivo riempimento con un pacchetto stradale così formato:

un primo strato, di spessore pari a 20 cm, realizzato con massicciata di pietrame di pezzatura variabile tra 4 e 7 cm;

un secondo strato, di spessore pari a 15 cm, realizzato con pietrisco di pezzatura variabile tra 2,5 e 3 cm;

un terzo strato, di livellamento, di spessore pari a 5 cm, realizzato con stabilizzato.

### **Strutture porta moduli**

Come anticipato al precedente paragrafo 2.2, la struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà ad inseguitore solare monoassiale, anche denominato tracker.

Si tratta di una struttura a pali infissi, completamente adattabile alle dimensioni del pannello fotovoltaico, alle condizioni geotecniche del sito ed alla quantità di spazio di installazione disponibile.

La struttura di supporto sarà realizzata in acciaio da costruzione zincato a caldo e sarà progettata secondo gli Eurocodici. Potrà essere installata su diverse fondazioni: blocchi di cemento, pali infissi, o pali a vite.

In particolare in caso di pali infissi, il profilo avrà sezione a C e sarà interrato direttamente nel suolo.

### **Viabilità esterna**

L'impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica di cui alla presente relazione tecnico-descrittiva, risulta ben servito dalla viabilità pubblica principale, costituita dalle seguenti strade:

- la Strada Statale 16, posta a meno di 500 m dall'impianto.

Per raggiungere le varie aree dell'impianto già vi sono strade secondarie o private che permettono il transito dei mezzi necessari alla realizzazione e alla gestione dello stesso.

Pertanto, non sarà necessario realizzare nuove strade all'esterno dell'impianto agrivoltaico.

### **Esecuzione degli Scavi**

Saranno eseguite due tipologie di scavi: gli scavi a sezione ampia per la realizzazione della fondazione delle cabine elettriche e di monitoraggio, e della viabilità interna; e gli scavi a sezione ristretta per la realizzazione dei cavidotti.

Entrambe le tipologie saranno eseguite con mezzi meccanici o, qualora particolari condizioni lo richiedano, a mano, evitando scoscendimenti e franamenti e, per gli scavi dei cavidotti, evitando che le acque scorrenti sulla superficie del terreno si riversino nei cavi.

Il rinterro dei cavidotti, a seguito della posa degli stessi, che deve avvenire su un letto di sabbia su fondo perfettamente spianato e privo di sassi e spuntoni di roccia, sarà eseguito per strati successivi di circa 30 cm accuratamente costipati.

Lo strato terminale di riempimento degli scavi realizzati sulla pubblica viabilità, invece, sarà realizzato con il medesimo pacchetto stradale esistente, in modo da ripristinare la pavimentazione alla situazione originaria.

La dismissione dell'impianto prevede sostanzialmente operazioni analoghe a quelle della realizzazione.

#### Opere di cantierizzazione

Dovrà essere predisposto un cantiere analogo a quello della fase di realizzazione.

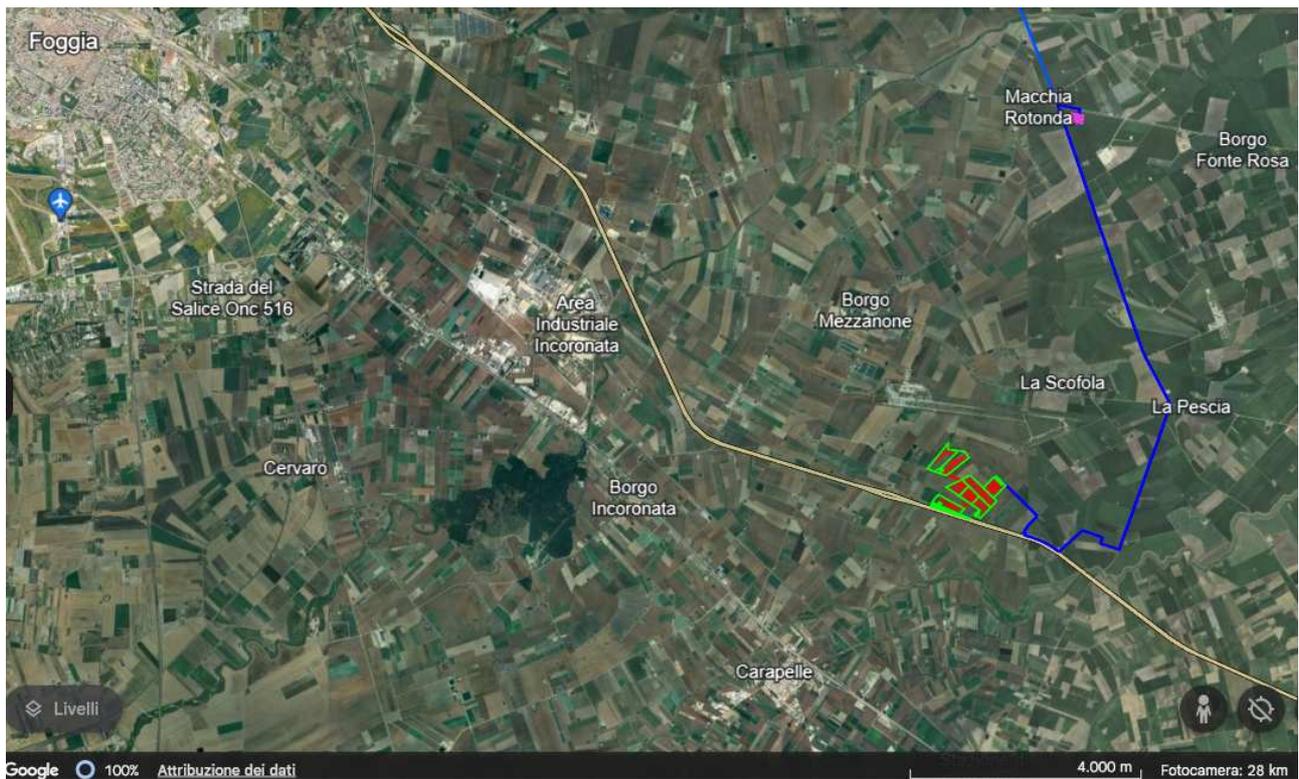
#### Opere edili

Sono sintetizzabili nelle seguenti lavorazioni:

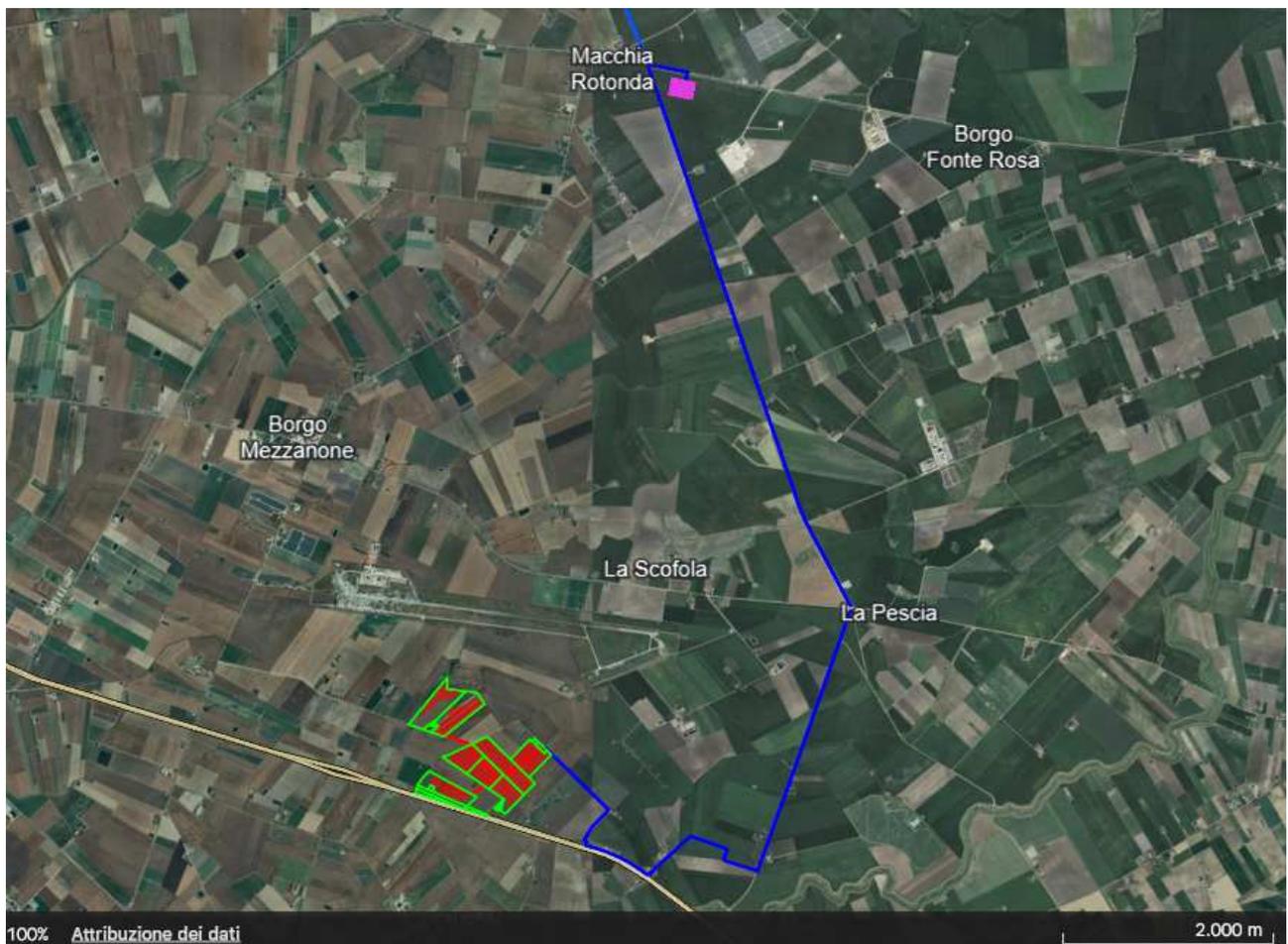
- Rimozione e allontanamento, mediante gru e camion, dei manufatti prefabbricati;
- Per i cablaggi e i cavidotti interrati saranno rimossi solo i cavi, che saranno sfilati. Vista la profondità di posa i cavidotti non verranno rimossi;
- Rimozione delle recinzioni;
- Da ultimo una pala meccanica sistemerà il terreno in corrispondenza dei manufatti rimossi e delle eventuali piste di cantiere.

Al termine della fase di rimozione dell'impianto l'area può essere restituita all'uso agricolo.

La realizzazione dell'impianto comporterà lavorazioni per un periodo non superiore ai 3 mesi. La tempistica nella fase di realizzazione e dismissione può essere fortemente influenzata dalle condizioni atmosferiche e dal numero di squadre impiegate.



Planimetria generale di progetto: Impianto Agrivoltaico



Planimetria generale

## **DESCRIZIONE DELLE OPERE DI REALIZZAZIONE E DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO**

L'inquinamento acustico, nella fase di realizzazione dell'impianto, è dovuto essenzialmente al funzionamento delle macchine operatrici, autocarri e attrezzature da cantiere per la diverse fasi lavorative:

- autocarri per il trasporto dei materiali.
- macchine operatrici durante la fase di scavo, formazione del piano di fondazioni, tracce e trincee per la realizzazione dei cavidotti, sistemazioni esterne, fondazioni per la posa di cabine, e pali per traker .
- autogru per lo scarico dei materiali.
- autobetoniera

Si assume che nel cantiere non siano previste lavorazioni notturne e che le attività abbiano corso nelle normali ore lavorative dei giorni feriali, rispettando le fasce orarie previste dalle disposizioni comunali e Regionali.

Nello specifico la realizzazione dell'impianto prevede le seguenti fasi lavorative:

### Opere di cantierizzazione

La prima fase dell'organizzazione del cantiere consiste nella sistemazione della recinzione dell'area interessata all'impianto con rete in plastica sostenuta da paletti metallici mobili o inseriti in piccole zavorre prefabbricate.

Successivamente verranno preparate alcune aree destinate ad ospitare le baracche di cantiere (spogliatoi, deposito) e i servizi igienici. Allo stesso modo, cioè con la pulizia del terreno e il suo eventuale livellamento mediante escavatore, verrà definita una piazzola per il deposito del materiale. Infine, verrà predisposta una viabilità temporanea di cantiere limitata solo a quanto strettamente necessario per le lavorazioni.

### Opere edili

Le opere edili per la costruzione di un impianto agrivoltaico sono piuttosto limitate e consistono, nel caso specifico, nelle seguenti lavorazioni:

- Realizzazione dei percorsi interni all'impianto;
- Picchettamento delle posizioni dei singoli pannelli, dei cavidotti, delle cabine di conversione/trasformazione e di consegna, delle strade interne e dell'impianto di videosorveglianza;
- Nelle piazzole destinate alle cabine verrà collocata ghiaia e misto stabilizzato per creare il piano di posa dei prefabbricati che non necessitano di fondazione;
- Posa dei manufatti prefabbricati mediante gru e realizzazione dei cablaggi interni;

- Scavo e posa dei cavidotti interrati. I cavi vengono posati alle profondità previste dal progetto e lo scavo, realizzato con escavatore, viene colmato con lo stesso materiale di risulta;
- Infissione dei pali metallici a profilo aperto tramite l'utilizzo di una macchina battipalo ad una profondità di circa 150 cm e comunque verificata da una perizia geologica;
- Montaggio delle strutture di sostegno sui pali metallici e successiva posa dei moduli fotovoltaici;
- Con un piccolo mezzo meccanico viene sistemato anche il terreno intorno alle singole installazioni e alle cabine;
- L'area verrà interamente recintata con rete metallica plastificata a maglia sciolta di altezza massima pari a 2.4 m sostenuta da pali metallici infissi in piccoli plinti gettati in opera.

Tutte le operazioni relative all'impiantistica e al cablaggio della centrale non sono significative ai fini della presente valutazione.

La dismissione dell'impianto prevede sostanzialmente operazioni analoghe a quelle della realizzazione.

#### Opere di cantierizzazione

Dovrà essere predisposto un cantiere analogo a quello della fase di realizzazione.

#### Opere edili

Sono sintetizzabili nelle seguenti lavorazioni:

- Smontaggio dei moduli fotovoltaici e delle relative strutture di sostegno. L'operazione di estrazione dei profili metallici dal terreno richiede l'utilizzo di un escavatore e di mezzi di trasporto per l'allontanamento dei materiali;
- Rimozione e allontanamento, mediante gru e camion, dei manufatti prefabbricati;
- Per i cablaggi e i cavidotti interrati saranno rimossi solo i cavi, che saranno sfilati. Vista la profondità di posa i cavidotti non verranno rimossi;
- Rimozione delle recinzioni;
- Da ultimo una pala meccanica sistemerà il terreno in corrispondenza dei manufatti rimossi e delle eventuali piste di cantiere.

Al termine della fase di rimozione dell'impianto l'area può essere restituita all'uso agricolo.

La realizzazione dell'impianto comporterà lavorazioni per un periodo non superiore ai 3 mesi. La tempistica nella fase di realizzazione e dismissione può essere fortemente influenzata dalle condizioni atmosferiche e dal numero di squadre impiegate.

## STUDIO DELL'IMPATTO ACUSTICO

### 1. INTRODUZIONE

Una variazione di pressione dell'aria che ci circonda provoca quello che usualmente è chiamato suono o rumore secondo la sensazione soggettiva legato alla frequenza dell'onda generata e all'intensità.

Come fenomeno fisico quindi il suono o rumore è una variazione di pressione e quindi per misurarlo si dovranno considerare delle forze agenti sulle superfici.

**Il Suono.** Il suono è una variazione di pressione trasmessa attraverso un mezzo elastico. Il numero di variazioni di pressioni al secondo è detto frequenza ed è espresso in Hertz (Hz).

La velocità del suono nell'aria corrisponde a 1238 Km/h, per le misure del suono è espresso come 344 m/s a temperatura ambiente.

Conoscendo la velocità e la frequenza di un suono, possiamo anche calcolarne la lunghezza d'onda con la seguente equazione:

$$\text{lunghezza d'onda} = \frac{\text{velocità suono}}{\text{frequenza}}$$

La lunghezza d'onda quindi varierà con il variare della frequenza, per cui a suoni ad alta frequenza corrispondono lunghezze d'onda più corte rispetto a quelli in bassa frequenza. Altro importante parametro per qualificare un suono è la dimensione delle variazioni della pressione sonora. Questa è espressa in Pascal o meglio, per non utilizzare sottomultipli complicati, in decibel (dB).

Il decibel è un rapporto tra la quantità misurata ed un livello di riferimento stabile rappresentato da 20 mpa, il suono più debole che l'orecchio umano può percepire.

Il livello di pressione sonora dei suoni udibili, si estende dalla soglia dell'udito di zero dB sino alla soglia del dolore corrispondente a 130 dB, coprendo, una gamma di frequenze, che vanno da 20 Hz a 20 KHz, con particolare sensibilità verso quelle comprese tra i 2 KHz ed i 5 KHz. Tale differenza di sensibilità è inoltre più pronunciata a bassi livelli di pressione sonora tanto, che, un segnale da 40 Hz deve avere un livello di 20 dB più elevato per dar luogo alla stessa sensazione soggettiva di un segnale da 70 dB a 1 KHz.

Il Rumore. La percezione di un suono rappresenta uno degli elementi essenziali per la nostra vita di relazione; lo stesso suono però acquista a volte intensità e potenze tali da arrecare disturbo. Sono questi i casi in cui il suono è definito come rumore.

Il grado di disturbo di un suono sgradevole non è un dato valutabile scientificamente essendo, per le naturali differenze psicofisiche, avvertito in modo assai diverso da individuo ad individuo. Misurabile è invece il livello al di sopra del quale un suono o rumore può provocare danni all'udito e, pur se con differenze tra i diversi soggetti, è anche possibile stabilire un rapporto tra livello di pressione sonora e determinazione di una lesione.

Il grado di danno dell'udito è determinato da uno strumento chiamato audiometro che consente di valutare la sensibilità uditiva del singolo individuo.

L'ampiezza sonora ed il livello di pressione sonora sono invece misurati con un altro strumento chiamato fonometro che possiede diversi circuiti di "pesatura" del suono, tra i quali, è usualmente utilizzato il circuito di ponderazione "A" rapportabile, con buona approssimazione, alle curve di sensazione sonora umane. I risultati di tale ponderazione sono espressi in dB (A).

Qualora fossero necessarie informazioni più dettagliate inerenti ad un suono complesso, la gamma di frequenza da 20 Hz a 20 KHz può essere suddivisa in bande mediante dei filtri elettronici aventi l'ampiezza di un terzo di ottava.

**Intensità.** E' la forza acustica del suono, legata all'ampiezza della vibrazione dell'onda sonora, ed è funzione dell'energia associata alla sollecitazione che l'ha prodotta.

**Frequenza.** E' data dal numero di oscillazioni periodiche dell'onda sonora nell'unità di tempo. Ad esempio 100 successive compressioni e rarefazioni nell'arco di 1 secondo costituiscono 100 cicli completi al secondo, cioè un onda sonora caratterizzata da una frequenza di 100 Hz. L'intervallo delle frequenze udibili varia da individuo a individuo e dipende sia dall'età sia dalle condizioni fisiologiche del soggetto ed è generalmente compresa tra 16/20 e 20000 Hz. E' necessario osservare che la risposta dell'orecchio dipende, oltre che dall'intensità del rumore, anche, ed in misura rilevante, dalle sue caratteristiche di frequenza.

**II Decibel.** L'intervallo di ampiezza di energia sonora tra un suono appena udibile e il più alto livello che l'orecchio può tollerare (soglia del dolore) è estesissimo (almeno 1:10.000.000); pertanto

e più pratico misurare l'intensità sonora in termini del rapporto logaritmico tra la pressione del suono da misurare ( $p$ ) e quella di un suono di riferimento ( $p_0$ ):

$$dB = 10 \log_{10} (p/p_0)^2 = 20 \log_{10} (p/p_0)$$

La pressione di riferimento per convenzione è fissata in 20 micropascal che è la minima pressione sonora udibile alla frequenza di maggior sensibilità (1000 Hz) in giovani adulti con ottimo udito.

**Livello sonoro continuo equivalente.** L'intensità del suono può essere variabile nel tempo: nelle lavorazioni industriali la presenza di rumore stazionario o costante rappresenta più l'eccezione che la regola. La sua intensità rimane relativamente costante per un lungo periodo di tempo.

Quindi secondo il suo comportamento temporale il rumore industriale può essere suddiviso in:

- **stazionario:** la sua intensità rimane relativamente costante e l'escursione dello strumento di misura è contenuta entro 5 dB con la costante di tempo slow;
- **fluttuante:** l'intensità aumenta e diminuisce con continuità durante la misura;
- **intermittente:** si tratta di un evento acustico che ha luogo quando la sua intensità scende a valori estremamente bassi negli intervalli tra periodi di maggiore intensità;
- **impulsivo:** si tratta di un evento acustico caratterizzato da un incremento e decremento della pressione sonora molto rapidi. La sua durata è  $< 1$  sec.

**Livello equivalente.** E' il livello di pressione sonora integrato sul periodo di misura T.

Può essere considerato come il livello di pressione sonora continuo stazionario, contenente la stessa quantità di energia acustica del rumore reale fluttuante nello stesso periodo di tempo.

La misura di  $L_{eq, T}$  è basata sul principio di uguale energia:

$$L_{eq, T} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{T_e} \int^{T_e} [P_A(t)]^2 dt \right\}$$

E' così individuato il livello di pressione sonora che ha la stessa durata globale del rumore fluttuante e ne produce gli stessi effetti biologici.

## RIFERIMENTI NORMATIVI

Dott.Ing. Michele DI SIPIO Tecnico Competente Acustica Ambientale	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	IMPIANTO Agrosolar 3
--	--	-------------------------

I principali riferimenti normativi, a livello nazionale e internazionale, riguardanti le tematiche del rumore in ambiente di lavoro sono i seguenti:

- Legge 447/1995 Legge quadro sull'inquinamento acustico
- DPCM 14/11/1997 Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.
- DM 16/03/1998 Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
- LEGGE REGIONALE PUGLIA 12 febbraio 2002, N. 3 "Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico".
- Norma CEI EN 60651 (1982) "Misuratori di livello sonoro (fonometri). (Classificazione CEI: 29-1. Conforme allo standard IEC 651:1979)".
- Norma CEI EN 61252 (1996) "Elettroacustica - Specifiche dei misuratori individuali di esposizione sonora". (Classificazione CEI: 29-25. Conforme allo standard IEC 1252:1993-06) ".
- Norma CEI EN 61260 (1997) "Filtri di bande di ottava e di frazioni di ottava". (Classificazione CEI: 29-32. Conforme allo standard IEC 1260:1995-08 che ha sostituito lo standard IEC 225:1966).,
- Norma CEI EN 60804 (1999) "Fonometri integratori mediatori. (Classificazione CEI: 29-10. Conforme allo standard IEC 804:1985; IEC 804/A1:1989)".
- Norma CEI EN 60942 (1999) "Elettroacustica - Calibratori acustici. (Classificazione CEI: 29-14. Conforme allo standard IEC 60942:1997-11)".
- Guida UNI CEI 9 (1997) "Guida all'espressione dell'incertezza di misura".
- Norma UNI EN ISO 11200 (1997) "Acustica - Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature.
- Linee guida per l'uso delle norme di base per la determinazione dei livelli di pressione sonora al posto di lavoro e in altre specifiche posizioni".
- Norma UNI EN ISO 11690-1 (1998) "Acustica - Raccomandazioni pratiche per la progettazione di ambienti di lavoro a basso livello di rumore contenenti macchinario - Strategia per il controllo del rumore".

Dott.Ing. Michele DI SIPIO Tecnico Competente Acustica Ambientale	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	IMPIANTO Agrosolar 3
--	--	-------------------------

## REQUISITI DEL TECNICO ADDETTO ALLO STUDIO PREVISIONALE

La persona che ha effettuato la valutazione dell'impatto acustico, è in possesso di attitudini e capacità adeguate:

**Dott. Ing. Michele Di Sipio**, nato a San Paolo di Civitate FG il 29/07/1967, e residente a Torremaggiore (FG) in Via Einaudi, 1/B:

- Laurea in Ingegneria Civile Edile, con indirizzo "Edile", conseguita presso l'Università degli Studi di Ancona il 07.11.1996 con tesi di Laurea di tipo sperimentale, presso il laboratorio GIEPI di Foggia.
- Diploma di maturità tecnica per Geometri presso I.T.G "L. B. ALBERTI" di San Severo (FG) nell'anno scolastico 1985/86 (lingua estera: Francese).
- Abilitato all'esercizio della professione, iscritto all'Ordine degli Ingegneri di della Provincia di Foggia al n. 1843
- Iscritto all'Albo dei C.T.U. del Tribunale di Lucera (FG).
- **Iscritto nell'elenco Regionale dei "TECNICI COMPETENTI IN ACUSTICA AMBIENTALE"** ai sensi della Legge 26/10/1995 n. 447 art. 2, con Determinazione Dirigenziale n. 649 del 17/12/2007 Assessorato all'Ecologia della Regione Puglia, Iscritto al **N. 6692 dell'Elenco Nazionale** - D.Lgs. 42/17 art. 21.
- Attestato, rilasciato dall'Assessorato alla Formazione Professionale della Regione Puglia e riconosciuto negli Stati membri dell'Unione Europea, per la qualifica di "TECNICO PER LA SICUREZZA", esperto di igiene sicurezza e salute dei lavoratori sui luoghi di lavoro.
- Attestato per le qualifiche di "COORDINATORE PER LA PROGETTAZIONE" e "COORDINATORE PER L'ESECUZIONE", corso di 120 ore per la formazione professionale in materia di sicurezza del lavoro nei cantieri temporanei e mobili D.Lgs.494/96 e D.Lgs.528/99.
- Attestato, rilasciato dall'Ordine Ingegneri della provincia Foggia e dal Corpo Nazionale dei VV.FF., per aver frequentato il Corso di specializzazione in "Prevenzione Incendi" (Legge 818/84 e D.M. 25.03.1985), e superato l'esame finale;
- Abilitato alla certificazione e collaudo nella prevenzione incendi, è in possesso dei requisiti di cui ai punti a) e b) del DM 25/03/85, iscritto nell'Elenco Ministero dell'Interno al n. FG01843I00337;
- Libero Professionista e consulente aziendale per la prevenzione, igiene e sicurezza sui luoghi di lavoro.
- Consulenza per l'igiene e sicurezza sui luoghi di lavoro, D.Lgs. 81/2008, per la Valutazione dei Rischi, rilievi ambientali, nelle strutture e/o servizi, di strutture sanitari di enti pubblici e di enti privati.
- Rilievi ambientali e Valutazione del Rischio rumore ai sensi D.P.C.M. 1 marzo 1991, D.P.C.M. 14 novembre 1997, DM 16/03/1998. La strumentazione impiegata rispetta gli standard I.E.C. n. 651 del 1979 e n. 804 del 1985. classe1.

## **INDIVIDUAZIONE E VALUTAZIONE DELL'IMPATTO LEGATO AL RUMORE**

I passi fondamentali dello studio di impatto acustico possono essere così schematizzati (D. Bretoni, A. Franchini, M. Magnoni, Il rumore urbano e l'organizzazione del territorio, Pitagora Editrice 1988):

1. Analisi dell'ambiente acustico in esame, in particolare la destinazione d'uso del territorio dove si colloca la sorgente e la relativa estensione territoriale interessata.
2. Analisi dei livelli di rumore relativi alla popolazione esposta.
3. Analisi del progetto ed ipotesi delle attività di cantiere ai fini della produzione del rumore e relativo impatto ambientale.

La quantificazione del rumore emesso durante l'esecuzione delle fasi lavorative all'interno del cantiere, in fase di lavorazione pone non pochi problemi, in quanto possono essere riscontrate caratteristiche di stazionarietà, discontinuità e impulsività che normalmente si hanno durante le lavorazioni.

## **Meccanismi di generazione del rumore in esame**

Le fonti di rumore dell'attività in esame appartiene alla categoria:

- 1) rumori di origine meccanica, generati dai componenti in movimento e motori delle macchine operatrici e autocarri, rumori generati dall'impiego di attrezzature meccaniche o utensili manuali di cantiere.
- 2) rumori aerodinamici, prodotti dal flusso di aria in contatto con gli automezzi in movimento, ventilatori di raffreddamento motore.

### **Rumore meccanico**

I rumori meccanici provengono dal movimento relativo dei componenti meccanici con conseguente reazione dinamica fra loro. Le fonti di tali rumori includono:

- motori delle macchine operatrici e autocarri
- parti meccaniche in movimento
- impiego di utensili manuali, ecc.

Poiché gran parte del suono emesso dalle attrezzature meccaniche è associato con la rotazione di materiale meccanico ed elettrico, esso può risultare essere di tipo tonale, anche se può avere un componente a banda larga. Per esempio, i toni puri possono essere emessi alle frequenze di rotazione degli alberi e dei generatori ed alle frequenze degli ingranaggi. In più, il mozzo, il rotore possono fungere da altoparlanti, trasmettendo ed irradiando la vibrazione. Il percorso di trasmissione del rumore può essere di tipo air-borne, nel caso sia direttamente propagato nell'aria dalla superficie o dalla parte interna del componente; oppure di tipo strutturale se è trasmesso lungo altri componenti strutturali prima che sia irradiato nell'aria. Nel nostro caso le attività con le attrezzature meccaniche sono svolte completamente all'aperto, durante le ore diurne, e con l'impiego di macchine operatrici.

### **Rumore ambientale e velocità del vento**

La capacità di percepire il rumore delle macchine operatrici, degli autocarri, ed attrezzature operanti nel cantiere, dipende dal livello sonoro ambientale. Nei pressi di un ricettore, quando il rumore di fondo e quello proveniente dall'esercizio delle attività sono dello stesso ordine di grandezza, o addirittura inferiore, il rumore proveniente dal cantiere tende a perdersi in quello di fondo. È quest'ultimo il caso di lavorazioni manuali di rifinitura, di montaggio delle strutture e dei pannelli, cablaggio, ecc.

I livelli sonori del rumore ambientale dipenderanno da alcune attività quali traffico locale, rumori industriali o artigianale, o da attività agricole presenti nella zona, l'interazione del vento con l'orografia e gli ostacoli solidi, costruzioni, gli alberi, le linee elettriche ecc. Il rumore di fondo dunque dipende dalla velocità e dalla direzione del vento, dal livello di attività umana, e quindi dall'ora del giorno in cui le attività sono più o meno concentrate. Ad esempio, è stato misurato il rumore di fondo nelle vicinanze della High School in Massachusetts il 10 marzo, 1992, i livelli sonori variavano da 42 a 48 dB(A) in relazione ad una variazione della velocità del vento da 5 - 9 mph (2-4 m/s). In prossimità dei ricettori sia il livello del rumore proveniente dall'impianto industriale, che il livello di pressione sonora ambientale sono funzioni della velocità del vento.

Le fonti più probabili dei rumori generati dal vento sono le interazioni fra vento e vegetazione o strutture in elevazione, e l'entità dell'emissione dipende di più dalla forma superficiale della vegetazione esposta al vento che dalla densità del fogliame o dal suo volume [1999 Fégeant,].

Per esempio, i suoni dagli alberi a foglie tendono ad essere un po' più bassi e più a banda larga di quello dalle conifere, che generano più suoni alle frequenze specifiche. La pressione sonora a banda larga pesata A generata dall'impatto del vento sul fogliame è stata indicata essere approssimativamente proporzionale al logaritmo in base 10 della velocità del vento [Fégeant, 1999]:

$$L_{A,eq} \propto \log_{10}(U)$$

Il contributo del vento al rumore di fondo tende ad aumentare rapidamente con la velocità del vento. Per esempio, durante le valutazioni acustiche, generalmente, in una tranquilla area rurale, il rumore di fondo è stato trovato essere 25 dB(A) durante gli stati di calma del vento e 42 dB(A) quando il vento era 12 mph (5,4 m/s). Il rumore di fondo rilevato durante le misurazioni acustiche è indicato nella figura [ Huskey e Meadors, 2001].

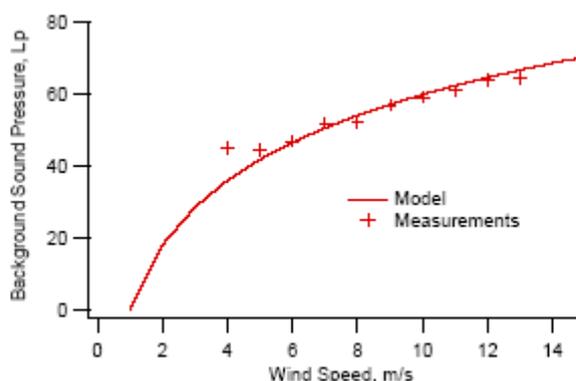


Figura 3: Rumore di fondo in funzione della velocità del vento

### LIMITI MASSIMI DI ESPOSIZIONE AL RUMORE: NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la valutazione del rumore ambientale esistono due criteri di riferimento:

- il criterio assoluto;
- il criterio differenziale.

Il primo criterio è basato sulla descrizione del territorio in base alle caratteristiche urbanistiche e abitative. Per ogni zona individuata, vengono definiti limiti massimi ammissibili per il periodo diurno e notturno da non superare. L'applicazione di tale criterio riguarda l'ambiente aperto. Il criterio differenziale, invece comporta la definizione di due diverse condizioni di rumore: il rumore ambientale, ossia quello dipendente da una sorgente specifica di rumore, ed il rumore di fondo o residuo, che descrive la rumorosità complessiva, con l'esclusione della sorgente specifica. La situazione viene definita tollerabile, se la differenza dei rumori corrispondenti alle due condizioni non supera un determinato valore numerico espresso in decibel, con ponderazione A, in genere differente per il periodo diurno e notturno. Questo criterio, trova applicazione, in genere negli ambienti abitativi.

### D.P.C.M. 1 marzo 1991

Nel D.P.C.M. 1 marzo 1991 vengono riportati i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno, in funzione della classe di destinazione d'uso del territorio e distinti per le ore diurne e quelle notturne. Tali limiti rappresentano di fatto degli standard di qualità relativi all'impatto acustico. Nella successiva Tabella 1 vengono riportati tali valori.

**Tabella 1: Limiti del livello sonoro equivalente ponderato "A" (LA,eq) previsti dal d.P.C.M. 1 marzo 1991 per le sei classi acustiche**

Classi di destinazione d'uso del territorio	LIVELLO SONORO EQUIVALENTE dB(A) Tempi di riferimento	
	Diurno	Notturmo
I: Aree particolarmente protette	50	40
II: Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	55	45
III: Aree di tipo misto	60	50
IV: Aree di intensa attività umana	65	55
V: Aree prevalentemente industriali	70	60
VI: Aree esclusivamente industriali	70	70

### Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 1 marzo 1991

"Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"

Tabella 2 - Classificazione del territorio

<p><b>Classe I. Aree particolarmente protette</b> Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago ,aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.</p>
<p><b>Classe II. Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale</b> Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali</p>
<p><b>Classe III. Aree di tipo misto</b> Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali ; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici</p>
<p><b>Classe IV. Aree di intensa attività umana</b> Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali, uffici, con presenza di attività artigianali ; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie ; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie</p>
<p><b>Classe V. Aree prevalentemente industriali</b> Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.</p>
<p><b>Classe VI. Aree esclusivamente industriali</b></p>

Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

### **Dpcm 14/11/1997**

Tale decreto, entrato in vigore il 1° gennaio 1998, fissa i limiti e i valori riportati in tabella 3.

Ribadendo tali limiti del DPCM 1/3/91, il D.P.C.M. 14 novembre 1997 determina i valori limiti delle sorgenti sonore in termine di valori limiti di emissione, valori assoluti di immissione, valori limiti differenziali di immissione, valori di attenzione e di qualità:

- i valori limiti assoluti di immissione sono identici ai valori indicati in tabella;
- i valori limiti di emissione sono inferiori di 5 dB a quelli riportati in tabella;
- i valori di qualità sono inferiori di 3 dB a quelli riportati in tabella.

Tale decreto, conferma l'impostazione che fissava limiti di immissione assoluti per l'ambiente esterno in un'unica tabella valida per tutte le tipologie di sorgenti. Il valore numerico del limite assoluto di immissione è suddiviso per sei zone di destinazione d'uso e corrisponde esattamente ai limiti fissati dal DPCM 1/3/91.

Classi di destinazione d'uso del territorio	LIVELLO SONORO EQUIVALENTE dB(A) Tempi di riferimento	
	Diurno 06,00 – 22,00	Notturmo 22,00 – 06,00
I: Aree particolarmente protette	50	40
II: Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	55	45
III: Aree di tipo misto	60	50
IV: Aree di intensa attività umana	65	55
V: Aree prevalentemente industriali	70	60
VI: Aree esclusivamente industriali	70	70

Tab. 3

Anche i limiti differenziali di immissione coincidono con quelli già fissati dal DPCM 1/3/91 e precisamente all'interno degli ambienti abitativi l'incremento al rumore residuo apportato da una sorgente specifica non può superare il limite di 5dB in periodo diurno e di 3 dB in periodo notturno. Le disposizioni non si applicano se il rumore misurato a finestre aperte è inferiore a 50 dB(A) diurno e 40 dB(A) notturno; oppure nel caso di finestre chiuse rispettivamente 35 dB(A) e 25 dB(A).

Sono una novità invece i limiti di emissione, definiti e suddivisi nelle sei classi di destinazione d'uso del territorio e numericamente posti ad un valore di 5 dB inferiore al limite assoluto di immissione per la stessa classe. Questi quindi sono valori che, con l'esclusione delle infrastrutture dei trasporti, devono essere rispettati dalle singole sorgenti sonore.

Dott.Ing. Michele DI SIPIO Tecnico Competente Acustica Ambientale	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	IMPIANTO Agrosolar 3
--	--	-------------------------

Altra novità del decreto sono i valori di qualità fissati anch'essi diversificati per le classi di destinazione d'uso e numericamente di 3 dB più bassi del limite assoluto di immissione per la stessa classe.

Tale decreto assieme al DM 16/3/98, fissa limiti, indicatori utilizzati per la definizione dei limiti, metodologie e tecniche per il controllo del rispetto dei limiti.

Tutti i limiti (emissione, immissione) e valori (attenzione, qualità) si basano sul "livello energetico medio secondo la curva di ponderazione A" (curva che simula la sensibilità dell'orecchio umano).

Il limite di emissione, il limite assoluto di immissione, il valore di attenzione e il valore di qualità sono fissati come "livello equivalente" (LAeq) riferito all'intero periodo di riferimento (che può essere diurno oppure notturno).

Il limite assoluto di immissione, il valore di attenzione e il valore di qualità vengono determinati come somma del rumore prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo (il decreto lo chiama rumore ambientale).

L'emissione invece va riferita a una sorgente specifica ed è quindi un livello di sorgente che si valuta in corrispondenza di punti ricettori utilizzati da persone e comunità. Il limite differenziale di immissione invece utilizza ancora un LAeq valutato su un tempo di misura rappresentativo del fenomeno sonoro della specifica sorgente che si vuol valutare.

Per i Comuni che non hanno effettuato la zonizzazione acustica del territorio Comunale, come nel nostro caso, si applicano per le sorgenti sonore fisse i seguenti limiti di accettabilità: Tab. 3 (DPCM 1/3/91)

<b>Zonizzazione</b>	<b>Limite diurno Leq (A)</b>	<b>Limite notturno Leq (A)</b>
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (decreto ministeriale n. 1444/68) (*)	65	55
Zona B (decreto ministeriale n. 1444/68) (*)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

(\*) Zone di cui all'art. 2 del decreto ministeriale 2 aprile 1968.

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

In fine è da sottolineare la definizione, che il decreto dà alla parola “rumore” (allegato A comma 2) riportata di seguito, successivamente ampliata ed approfondita dalla legge quadro 447/95:

*“Qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente”.*

### **Legge quadro 447/1995**

La “Legge quadro sull'inquinamento acustico” definisce e delinea le competenze sia degli enti pubblici che esplicano le azioni di regolamentazione, pianificazione e controllo, sia dei soggetti pubblici e/o privati, che possono essere causa diretta o indiretta di inquinamento acustico. Il carattere onnicomprensivo della legge è evidenziato dalla definizione stessa di “inquinamento acustico” che è riportata nella legge. Con questo termine si intende infatti “l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento dell'ecosistema, dei beni

materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi". La legge si compone di 17 articoli e ha come finalità di stabilire i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico. Tra le definizioni troviamo quella di inquinamento acustico che è molto più ampia e articolata rispetto a quella di rumore del DPCM 1/3/91 e ne dilata il settore di tutela. Nella legge viene definito anche l'ambiente abitativo limitandolo agli ambienti interni ad un edificio destinati alla permanenza di persone. E' una definizione di fatto sovrapponibile con quella del DPCM 1/3/91.

La legge individua anche una nuova figura professionale: il tecnico competente che ha il compito di svolgere le attività tecniche connesse alla misurazione dell'inquinamento acustico, alla verifica del rispetto o del superamento dei limiti e alla predisposizione degli interventi di riduzione dell'inquinamento acustico. La legge individua le competenze dello stato, delle regioni, delle province e le funzioni e compiti dei comuni. Nell'impostazione della legge quadro si lega l'attenzione a rumori che segnalano la presenza di un potenziale rischio per la salute o per l'ambiente e la qualità agli obiettivi di tutela.

Prima della legge quadro, dal DPCM 1/3/91 erano fissati i soli limiti di immissione, assoluti e differenziali. Per particolari sorgenti inoltre varia normativa specifica, fissava i limiti di emissione. La legge innova e introduce anche i valori di attenzione e di qualità.

**Legge 26 ottobre 1995, n. 447**  
"Legge quadro sull'inquinamento acustico"

### **Tabella 3 - Valori limite, di qualità e di attenzione introdotti dalla legge 447/95**

<b>Limite di emissione:</b> valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente.
<b>Limite di immissione:</b> è suddiviso in assoluto e differenziale. Valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno .Superare i limiti comporta sanzioni amministrative
<b>Valore di attenzione:</b> rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente. Superare il valore di attenzione comporta piano di risanamento
<b>Valore di qualità:</b> obiettivo da conseguire nel breve, medio, lungo periodo. La classificazione in zone è fatta per l'applicazione dei valori di qualità.

## STUDIO PREVISIONALE DELL'IMPATTO ACUSTICO

### Norma ISO 9613-2

È la norma che impone i metodi di calcolo per la propagazione del rumore in ambiente esterno per attività produttive: Il modello di calcolo descritto dalle equazioni della ISO 9613-2 secondo cui:

$$L_p(f) = L_w(f) + D_w(f) - A(f)$$

dove:

$L_p$  : livello di pressione sonora equivalente in banda d'ottava (dB) generato nel punto p dalla sorgente w alla frequenza f.

$L_w$  : livello di potenza sonora in banda d'ottava alla frequenza f (dB) prodotto dalla singola sorgente w relativa ad una potenza sonora di riferimento di un picowatt.

$D$  : indice di direttività della sorgente w (dB)

$A$  :attenuazione sonora in banda d'ottava (dB) alla frequenza f durante la propagazione del suono dalla sorgente w al recettore p.

Il termine di attenuazione A è espresso dalla seguente equazione:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

dove:

- $A_{div}$  : attenuazione dovuta alla divergenza geometrica.
- $A_{atm}$  : attenuazione dovuta all'assorbimento atmosferico.
- $A_{gr}$  : attenuazione dovuta all'effetto del suolo.
- $A_{bar}$  : attenuazione dovuta alle barriere.
- $A_{misc}$  : attenuazione dovuta ad altri effetti.

Il valore totale del livello sonoro equivalente ponderato in curva A si ottiene sommando i contributi di tutte le bande d'ottava e di tutte le sorgenti presenti secondo l'equazione seguente:

$$L_{eq}(dBA) = 10 \log \left( \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^8 10^{0,1(L_{p_i}(f_j) + A(f_j))} \right) \right)$$

Dove:

- n : numero di sorgenti.
- j : indice che indica le otto frequenze standard in banda d'ottava da 63 Hz a 8kHz.

- Af: indica il coefficiente della curva ponderata A.

L'attenuazione per divergenza è calcolata secondo la formula (par. 7.1 ISO9613-2):

$$A_{div} = 20 \log \left( \frac{d}{d_0} \right) + 11 \quad dB$$

dove d è la distanza tra la sorgente e il ricevitore in metri e  $d_0$  è la distanza di riferimento.

L'attenuazione per assorbimento atmosferico è calcolata secondo la formula (par. 7.2 ISO 9613-2):

$$A_{atm} = \alpha \cdot d / 1000$$

dove d rappresenta la distanza di propagazione in metri e  $\alpha$  rappresenta il coefficiente di assorbimento atmosferico in decibel per chilometro per ogni banda d'ottava. Per il calcolo dell'assorbimento atmosferico sono stati utilizzati valori standard di temperatura (20 °C) e umidità relativa (70%).

Per il caso specifico ci limitiamo a sottolineare che il vento può influire notevolmente sull'andamento dei raggi sonori, infatti in presenza di un gradiente di velocità al variare della quota fa sì che i raggi sonori curvino sottovento.

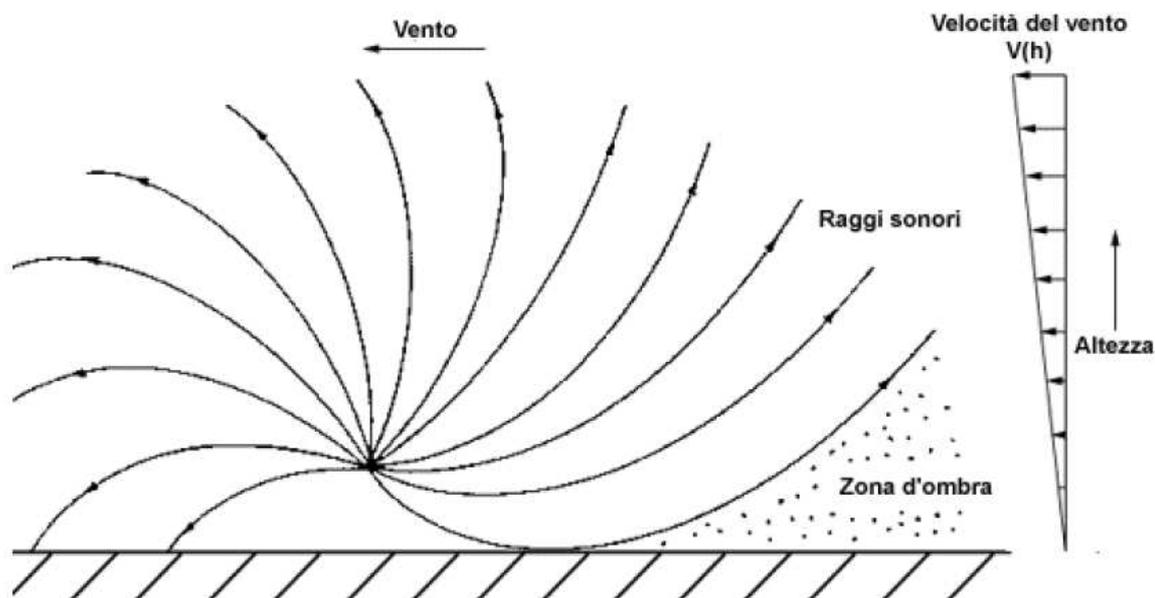


Figura : Effetto di curvatura del vento sui raggi sonori

## IL CASO STUDIO

Lo studio riguarda le problematiche legate alla propagazione del rumore in ambiente esterno e all'effetto sui ricettori antropici; nello specifico analizza il fenomeno acustico che dovrebbe essere generato dall'attività descritta nei precedenti capitoli, rispetto a precisi ricettori e l'ambiente circostante.

Considerato che il Comune di Manfredonia ha effettuato la zonizzazione acustica del territorio Comunale, si applicano per le sorgenti sonore fisse i seguenti limiti definiti dal D.P.C.M. del 14 novembre 1997, come riportato nel PIANO DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA

Classi di destinazione d'uso del territorio	LIVELLO SONORO EQUIVALENTE dB(A) Tempi di riferimento	
	Diurno 06,00 – 22,00	Notturmo 22,00 – 06,00
I: Aree particolarmente protette	50	40
II: Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	55	45
III: Aree di tipo misto	60	50
IV: Aree di intensa attività umana	65	55
V: Aree prevalentemente industriali	70	60
VI: Aree esclusivamente industriali	70	70

**Tabella C - Valori limite assoluti di immissione - Leq in dB(A) (art 3 delle Norme tecniche del Piano di Zonizzazione Acustica)**

### Lavorazioni cantieri

**Legge Regionale 12/02/2002 n. 3 – (e art. 15 del Norme tecniche del Piano di Zonizzazione Acustica)**

Per i cantieri edili Legge Regionale 12/02/2002 n. 3 (Regione Puglia - Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico), prevedono e emissioni sonore, in termini di livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato (A) [Leq(A)] misurato in facciata dell'edificio più esposto, non possono superare i 70 dB (A) negli intervalli orari 7.00 - 12.00 e 15.00 - 19.00.

**Inoltre, le Norme tecniche del Piano di Zonizzazione Acustico prevedono:**

Nel caso in cui dovesse far prevedere il superamento di un livello equivalente, riferito all'orario di apertura del cantiere, di 70 dB(A) ovvero, riferito al tempo di funzionamento di una singola macchina e/o alla durata di una singola operazione rumorosa, di 90 dB(A) in facciata degli edifici residenziali esposti, potranno essere prescritte limitazioni aggiuntive in fase di autorizzazione in deroga.

### Fasce orarie consentite per le attività rumorose

Dott.Ing. Michele DI SIPIO Tecnico Competente Acustica Ambientale	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	IMPIANTO Agrosolar 3
--	--	-------------------------

L'attivazione di macchine rumorose e l'esecuzione di lavori rumorosi autorizzati in deroga nei cantieri edili può essere consentita nei giorni feriali, escluso il sabato pomeriggio, dalle ore 7.00 alle ore 12.00 e dalle ore 15.00 alle ore 19.00 nel periodo in cui vige l'ora solare e dalle 7.30 alle ore 12.30 e dalle ore 14.00 alle ore 19.00 nel periodo in cui vige l'ora legale. L'attivazione di macchine rumorose e l'esecuzione di lavori rumorosi autorizzati in deroga nei cantieri stradali ed assimilabili può essere consentita nei giorni feriali dalle ore 7.00 alle ore 20.00.

Ricordiamo che l'emissione invece va riferita a una sorgente specifica ed è quindi un livello di sorgente che si valuta in corrispondenza di punti ricettori utilizzati da persone e comunità; inoltre il rispetto dei limiti assoluti di emissione del si riferisce a misure eseguite in condizioni meteorologiche normali, prese in presenza di venti con velocità inferiori a 5 m/s.

(Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico");

L'obiettivo finale, trattandosi di lavorazioni in cantiere è dunque la verifica del rispetto della normativa vigente con riferimento:

- **70 dB(A)** in facciata degli edifici residenziali esposti
- **90 dB(A)** riferito al tempo di funzionamento di una singola macchina e/o alla durata di una singola operazione rumorosa in facciata degli edifici residenziali esposti

Non trovano applicazione i limiti al differenziale, in quanto trattasi di cantiere temporaneo.

In fase di esercizio dell'impianto devono essere rispettati i valori

Classi di destinazione d'uso del territorio	LIVELLO SONORO EQUIVALENTE dB(A) Tempi di riferimento	
	Diurno 06,00 – 22,00	Notturmo 22,00 – 06,00
III: Aree di tipo misto	60	50

La fase di esercizio dell'impianto agrivoltaico non prevede attività rumorose oltre i limiti del rumore di fondo ambientale della zona interessata.

Dott.Ing. Michele DI SIPIO Tecnico Competente Acustica Ambientale	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	IMPIANTO Agrosolar 3
--	--	-------------------------

ART. 45 - (del Piano di Zonizzazione Acustica) Classificazione funzionale delle strade  
 Ai fini del risanamento e della determinazione dei requisiti acustici degli edifici in relazione alla rumorosità delle strade ad essi adiacenti, la classificazione funzionale delle strade cui alla Legge Quadro n° 447/95 articolo 8 comma 2 lettera “b”, sono riportati nel riquadro sinottico riportato in basso:

Tipologia della strada	Classe equivalente	Tempo di riferimento	
		Diurno Leq in dB(A)	Notturmo Leq in dB(A)
Strade di tipo A (autostrade)	Classe IV	65	55
Strade di tipo B (strade extra urbane principali)	Classe IV	65	55
Strade di tipo C (strade extra urbane secondarie)	Classe IV	65	55
Strade di tipo D (strade urbane di scorrimento)	Classe IV	65	55
Strade di tipo E (strade urbane di quartiere)	Classe II e III	55 - 60	45 e 50
Strade di tipo F (strade locali)	Classe II	55	45

ART. 70 (del Piano di Zonizzazione Acustica) Fasce di rispetto, di priorità, di pertinenza

<b>Fasce di rispetto, di arretramento, di pertinenza</b>			
Tipologia dell'infrastruttura	Fascia di rispetto in metri	Fascia di arretramento in metri	Fascia di pertinenza in metri
Ferrovie	100	20	150
Strade di tipo A (autostrade)		20	150
Strade di tipo B (strade extra urbane secondarie)		20	100
Strade di tipo C (strade extra urbane secondarie)		10	75
Strade di tipo D (urbane in scorrimento)		10	50

### Scelta dei ricettori

I ricettori sensibili su cui si concentra lo studio degli effetti acustici, sono naturalmente i fabbricati sede di regolare permanenza umana, regolarmente censiti come abitazioni. Nelle immediate vicinanze non si evidenziano centri abitati, ma esclusivamente case rurali o depositi di attrezzature agricole, generalmente sono disabitate oppure non sono abitate con carattere di continuità.

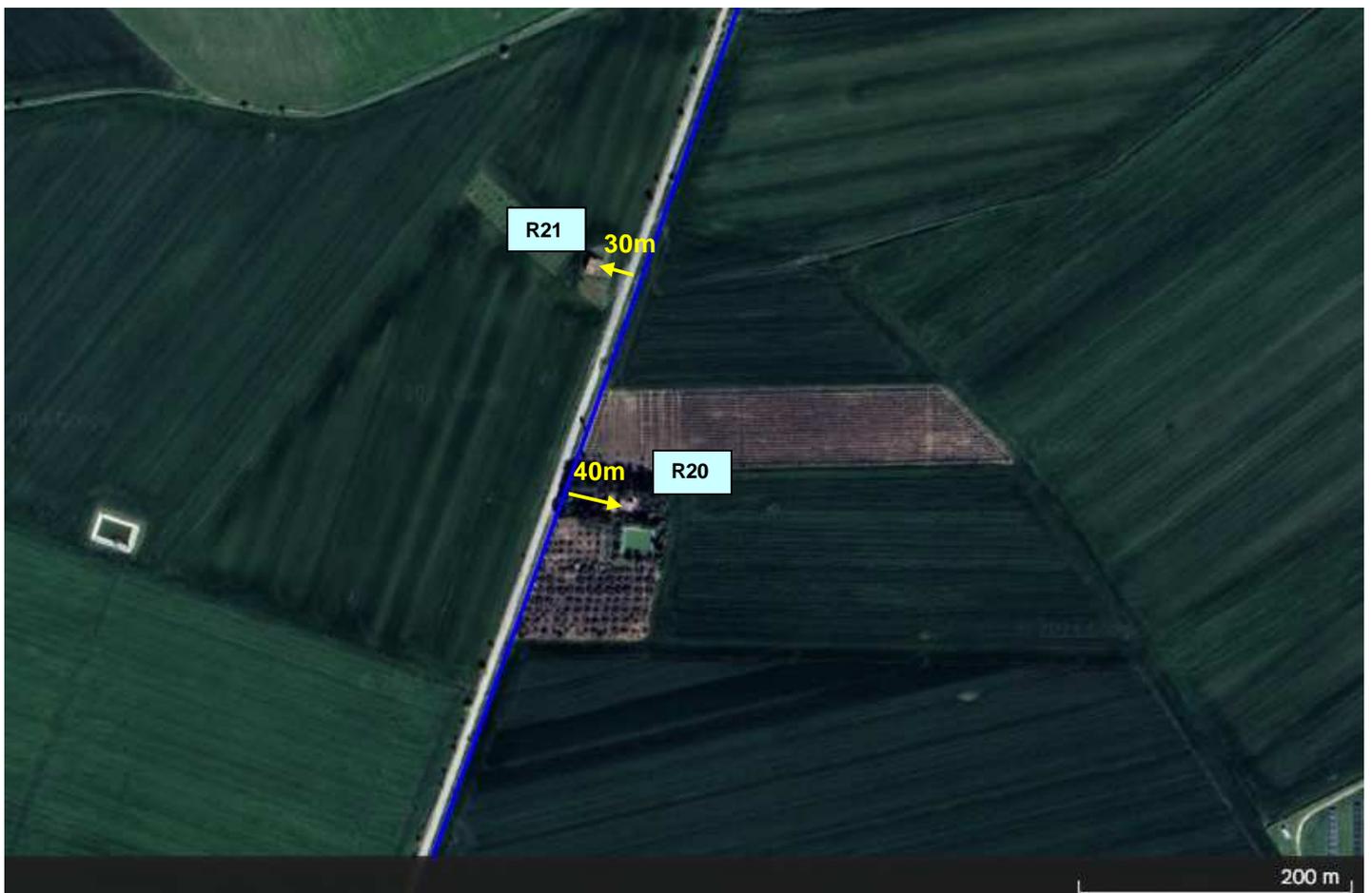
Sono stati presi in considerazione tutti quei fabbricati in cui la presenza antropica potrebbe essere più che saltuaria. Inoltre sono stati individuati possibili ricettori ubicati lungo il confine del cantiere.

I ricettori oggetto dell'analisi sono:

### Individuazione dei possibili ricettori sensibili in prossimità dell'impianto

ricettore	Descrizione
<b>IMPIANTO</b>	
1	Edificio rurale
2	Edificio rurale
3	Edificio rurale
4	Edificio rurale
5	Edificio rurale
6	Edificio rurale
<b>Elettrodotto di COLLEGAMENTO alla SE</b>	
7	Edificio rurale
8	Edificio rurale
9	Edificio rurale – a ridosso dell'autostrada
10	Edificio rurale - a ridosso dell'autostrada
11	Edificio rurale – a ridosso dell'autostrada
12	Edificio rurale – a ridosso dell'autostrada
13	Edificio rurale
14	Edificio rurale
15	Edificio rurale
16	Edificio rurale
17	Edificio rurale
18	Edificio rurale
19	Edificio rurale
20	Edificio rurale
21	Edificio rurale
22	Edificio rurale
23	Edificio rurale
24	Edificio rurale
25	Edificio rurale
26	Edificio rurale
27	Edificio rurale
28	Edificio rurale









### Caratteristiche della sorgente in esame

L'inquinamento acustico, nella fase di esecuzione dei lavori di realizzazione e dismissione è dovuto essenzialmente al funzionamento delle macchine operatrici, e macchine da cantiere per la diverse fasi lavorative:

- autocarri per il trasporto dei materiali.
- macchine operatrici durante la fase di scavo, formazione del piano di fondazioni, tracce e trincee per la realizzazione dei cavidotti, sistemazioni esterne.
- autogru per lo scarico dei materiali.
- autobetoniera

Si assume che nel cantiere non siano previste lavorazioni notturne e che le attività abbiano corso nelle normali ore lavorative dei giorni feriali, rispettando le fasce orarie previste dalla L.R. n.3/2002.

Dott.Ing. Michele DI SIPIO Tecnico Competente Acustica Ambientale	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	IMPIANTO Agrosolar 3
--	--	-------------------------

Come anticipato nei paragrafi precedenti la sorgente sonora in esame, ha proprietà di emissione acustica abbastanza complesse in virtù delle caratteristiche delle sorgenti. Tuttavia tali sorgenti vengono in genere schematizzate come sorgenti puntiformi poste ad altezza media che varia da 1.5 a 2 mt, con modelli di propagazione del suono sferica.

Considerata la non contemporaneità di emissione di tutte le sorgenti, ma di una parte di esse, è stata stimata una emissione (in luogo aperto) risultato della contemporaneità di più sorgenti.

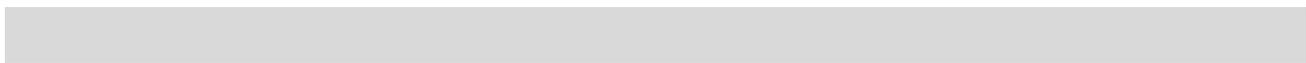
Di seguito, si riportano le principali sorgenti sonore e la relativa potenza acustica, che saranno impiegate nel cantiere. Le attività di cantiere saranno svolte nel periodo diurno.

MEZZI DA CANTIERE	Leq dB(A)
Escavatore cingolato	100
Pala Caricatrice gommata	90
Mezzi in transito per il trasporto dei materiali	70
Autocarri in entrata / uscita	70
Autogrù	75
Autobetoniera	80

Per ciascuna macchina operatrice viene indicato il valore di potenza sonora LWA massima indicata dall'Art. 1 del Decreto 24 Luglio 2006 "Modifiche dell'allegato I - Parte b, del Decreto Legislativo 4 settembre 2002, N. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno". Tale Decreto recepisce quanto indicato dalla Direttiva 2005/88/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 14 Dicembre 2005, che modifica la Direttiva 2000/14/CE, sul riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto

Sono state prese in considerazione inoltre le rilevazioni condotte dal Comitato Paritetico Territoriale per la Prevenzione degli Infortuni, l'Igiene e l'Ambiente di Lavoro di Torino e Provincia, da cui sono scaturiti i Leq in funzione delle diverse fasi lavorative per la costruzione dell'opera.

Durante la **fase di esercizio** degli impianti non ci sono emissioni del rumore significative rispetto al clima acustico preesistente nella zona, pertanto l'incremento del rumore è considerato trascurabile.



Dott.Ing. Michele DI SIPIO Tecnico Competente Acustica Ambientale	STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	IMPIANTO Agrosolar 3
--	--	-------------------------

### Simulazione per il calcolo del livello di pressione sonora in prossimità dei ricettori sensibili

A vantaggio del rispetto dei limiti previsti dalla normativa, consideriamo la formula per il calcolo della previsione del livello di pressione sonora in prossimità dei ricettori:

$$L_p = L_w - 20 \log_{10} r + 10 \log_{10} Q - 11$$

Considerata la tipologia di sorgente, è possibile assumere il fattore di direzionalità:  $Q = 1$

### Valori di pressione acustica in prossimità dei ricettori sensibili – realizzazione dell’impianto (verifica dei limiti di immissione)

lavorazione	LW dB(A) Imnesso	LP dB(A)	LP dB(A)	LP dB(A)	CONFORMITA'				
		Previsto al Ricettore 1 (30m)	Previsto al Ricettore 2 (40m)	Previsto al Ricettore 3 (10m)	Previsto al Ricettore 4 (20m)	Previsto al Ricettore 5 (190m)	Previsto al Ricettore 6 (70m)	Previsto al Ricettore 7 (15m)	
Escavatore cingolato	100	60	57	69	63	44	52	66	CONFORME
Pala Caricatrice gommata	90	50	47	59	53	34	42	56	CONFORME
Mezzi in transito per il trasporto dei materiali	70	30	27	39	33	14	22	36	CONFORME
Autocarri in entrata / uscita	70	30	27	39	33	14	22	36	CONFORME
Autogrù	75	35	32	44	38	19	27	41	CONFORME
Autobetoniera	80	40	37	49	43	24	32	46	CONFORME

lavorazione	LW dB(A) Imnesso	LP dB(A)	LP dB(A)	LP dB(A)	LP dB(A)	LP dB(A)	LP dB(A)	LP dB(A)	CONFORMITA'
		Previsto al Ricettore 8 (60m)	Previsto al Ricettore 9 (110m)	Previsto al Ricettore 10 (200m)	Previsto al Ricettore 11 (90m)	Previsto al Ricettore 12 (30m)	Previsto al Ricettore 13 (23m)	Previsto al Ricettore 14 (30m)	
Escavatore cingolato	100	54	48	43	39	60	62	60	CONFORME
Pala Caricatrice gommata	90	44	38	33	29	50	52	50	CONFORME
Mezzi in transito per il trasporto dei materiali	70	24	18	13	20	30	32	30	CONFORME
Autocarri in entrata / uscita	70	24	18	13	20	30	32	30	CONFORME
Autogrù	75	29	23	18	25	35	37	35	CONFORME
Autobetoniera	80	34	28	23	29	40	42	40	CONFORME

lavorazione	LW dB(A) Imnesso	LP dB(A)	CONFORMITA'						
		Previsto al Ricettore 15 (15m)	Previsto al Ricettore 16 (60m)	Previsto al Ricettore 17 (30m)	Previsto al Ricettore 18 (80m)	Previsto al Ricettore 19 (70m)	Previsto al Ricettore 20 (40m)	Previsto al Ricettore 21 (30m)	
Escavatore cingolato	100	66	54	60	51	52	57	60	CONFORME
Pala Caricatrice gommata	90	56	44	50	41	42	47	50	CONFORME
Mezzi in transito per il trasporto dei materiali	70	36	24	30	21	22	27	30	CONFORME
Autocarri in entrata / uscita	70	36	24	30	21	22	27	30	CONFORME
Autogrù	75	41	29	35	26	27	32	35	CONFORME
Autobetoniera	80	46	34	40	31	32	37	40	CONFORME

Dott.Ing. Michele DI SIPIO Tecnico Competente Acustica Ambientale	<b>STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO</b>	<b>IMPIANTO Agrosolar 3</b>
--	--	---------------------------------

lavorazione	LW dB(A) Imnesso	LP dB(A)	LP dB(A)	LP dB(A)	LP dB(A)	LP dB(A)	LP dB(A)	LP dB(A)	CONFORMITA'
		Previsto al Ricettore 22 (220m)	Previsto al Ricettore 23 (40m)	Previsto al Ricettore 24 (150m)	Previsto al Ricettore 25 (30m)	Previsto al Ricettore 26 (20m)	Previsto al Ricettore 27 (30m)	Previsto al Ricettore 28 (60m)	
Escavatore cingolato	100	42	57	46	60	63	60	54	CONFORME
Pala Caricatrice gommata	90	32	47	36	50	53	50	44	CONFORME
Mezzi in transito per il trasporto dei materiali	70	12	27	16	30	33	30	24	CONFORME
Autocarri in entrata / uscita	70	12	27	16	30	33	30	24	CONFORME
Autogrù	75	17	32	21	35	38	35	29	CONFORME
Autobetoniera	80	22	37	26	40	43	40	34	CONFORME

Alla distanza di 100 m, la lavorazione con emissione del rumore di 100 dB(A) viene attenuata a 50 dB(A).

I ricettori n. 9, 10, 11, 12, sono ubicati a ridosso dell'autostrada all'interno della fascia di rispetto, e in particolare la stessa è interposta tra la sorgente di rumore dovuta alle lavorazioni di cantiere per l'installazione dell'elettrodotto interrato e i ricettori.

## 7. CONCLUSIONI

### Verifica del rispetto della normativa vigente

Dai precedenti paragrafi si evince quali sono i livelli di pressione sonora che saranno prodotti dalle varie fasi lavorative in cantiere nella fase di realizzazione e dismissione dell'impianto, verso i ricettori circostanti, i quali possono essere confrontati con i limiti di immissione previsti di seguito riportati.

Considerato che il Comune di Manfredonia ha effettuato la zonizzazione acustica del territorio Comunale, si applicano per le sorgenti sonore fisse i seguenti limiti definiti dal D.P.C.M. del 14 novembre 1997, come riportato nel PIANO DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA:

Classi di destinazione d'uso del territorio	LIVELLO SONORO EQUIVALENTE dB(A) Tempi di riferimento	
	Diurno 06,00 – 22,00	Notturmo 22,00 – 06,00
I: Aree particolarmente protette	50	40
II: Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	55	45
III: Aree di tipo misto	60	50
IV: Aree di intensa attività umana	65	55
V: Aree prevalentemente industriali	70	60
VI: Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella C - Valori limite assoluti di immissione - Leq in dB(A) (art 3 delle Norme tecniche del Piano di Zonizzazione Acustica)

Inoltre per i ricettori 9-10-11-12 ricadenti a ridosso dell'autostrada abbiamo i seguenti limiti nelle fasce di rispetto

Tipologia della strada	Classe equivalente	Tempo di riferimento	
		Diurno Leq in dB(A)	Notturmo Leq in dB(A)
Strade di tipo A (autostrade)	Classe IV	65	55

La fase di esercizio dell'impianto agrivoltaico non prevede attività rumorose oltre i limiti del rumore di fondo ambientale della zona interessata.

Per i cantieri edili dalla Legge Regionale 12/02/2002 n. 3 (Regione Puglia - Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico) e le Norme tecniche del Piano di Zonizzazione Acustico prevedono i seguenti limiti

- **70 dB(A)** in facciata degli edifici residenziali esposti
- **90 dB(A)** riferito al tempo di funzionamento di una singola macchina e/o alla durata di una singola operazione rumorosa in facciata degli edifici residenziali esposti

Non trovano applicazione i limiti al differenziale, in quanto trattasi di cantiere temporaneo.

Dalla simulazione sono stati calcolati i valori riportati nelle tabelle, da cui si evince che, **presso i ricettori case rurali non sono superati i suddetti valori limiti.**

In corso d'opera, qualora situazioni lavorative imprevedibili, dovessero richiedere l'utilizzo di attrezzature particolarmente rumorose non previste in questa analisi, sarà effettuata una nuova previsione di impatto acustico.

Le lavorazioni in cantiere dovranno essere effettuati esclusivamente negli orari diurni, e nel rispetto delle fasce orarie previste dal regolamento dalla L.R. n. 3/2002 e dalle Norme tecniche del Piano di Zonizzazione Acustico.

Dal confronto dei risultati, si evince che la situazione è **conforme**, pertanto le attività che saranno svolte durante la fase di cantiere avranno un impatto acustico nell'ambiente circostante che rientra nei valori limiti previsti dalle normative e dalle norme tecniche di attuazione dei regolamenti edilizio e di igiene per le componenti rumore, e dalla L.R. n. 3/2002 e delle Norme Tecniche del Piano di Zonizzazione Acustica

In conclusione, NON si ritiene necessario richiedere l'autorizzazione in deroga per le attività di cantiere a carattere temporaneo.

Durante la fase di **esercizio** degli impianti non ci sono emissioni del rumore significative rispetto al clima acustico preesistente nella zona, pertanto l'incremento del rumore è considerato trascurabile.

Tuttavia, al fine del contenimento dei livelli di rumorosità si riportano alcune semplici azioni sia sui macchinari che di tipo gestionale:

- tutte le attività di cantiere siano svolte nei giorni feriali rispettando i seguenti orari, dalle ore 7.00 alle ore 20.00;
- le attività più rumorose siano consentite soltanto dalle ore 7.00 alle ore 12.00 e dalle ore 15.00 alle ore 19.00;
- nel tratto di viabilità utilizzata per il trasporto dei materiali, ciascun autocarro abbia l'obbligo di velocità massima inferiore a 40 Km/h;
- i motori a combustione interna siano tenuti ad un regime di giri non troppo elevato e neppure troppo basso;
- vengano fissati adeguatamente gli elementi di carrozzeria, carter, ecc. in modo che non emettano vibrazioni;
- vi sia l'esclusione di tutte le operazioni rumorose non strettamente necessarie all'attività di cantiere e che la conduzione di quelle necessarie avvenga con tutte le cautele atte a ridurre l'inquinamento acustico (es. divieto d'uso contemporaneo di macchinari particolarmente rumorosi);
- vengano evitati rumori inutili che possano aggiungersi a quelli dell'attrezzo di lavoro che non sono di fatto riducibili;
- vengano tenuti chiusi sportelli, bocchette, ispezioni ecc... delle macchine silenziate;
- venga segnalata l'eventuale diminuzione dell'efficacia dei dispositivi silenzianti;
- per quanto possibile, si orientino gli impianti e i macchinari con emissione direzionale in posizione di minima interferenza con i ricettori;

- non vengano tenuti in funzione gli apparecchi e le macchine, esclusi casi particolari, durante le soste delle lavorazioni;
- vengano utilizzate le centrali di betonaggio e discariche più vicine all'intervento.