

COMUNE DI MOLINELLA

REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA SU TERRENO AGRICOLO DI POTENZA DI PICCO PARI A 9,295 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 7,20 MW

Progetto Elettrico

Per. Ind. Massimo Ghesini
Ing. Francesco Piergiovanni



Progetto Linea Elettrica

Ing. Stelio Poli
Geom. Chiara Baldi
Geom. Valentina Cristofori

polienergiesurl

Ambiente

Ing. Roberta Mazzolani
Ing. Davide Negrini

Studio Associato Ne.Ma
Ingegneria Ambiente Sicurezza

Via Confine 24/a - 48015 Cervia (RA)
P.IVA 02653670394

Geologia e Acustica

Dott.ssa Giulia Bastia
Dott. Maurizio Castellari
Dott.ssa Marta Cristiani



Progetto Strutturale

Ing. Gianluca Ruggi



Progetto Architettonico

Arch. Antonio Gasparri
Arch. Andrea Ricci Bitti

Collaboratori

Arch. Claudio Calamelli
Arch. Isabella Cevolani
Arch. Agnese Di Tirro
Arch. Beatrice Mari
Arch. Francesco Ricci Bitti
Arch. Valeria Tedaldi
Dott. Cristian Griguoli



COMMITTENTE: AM SOLAR SRL

p.IVA 02700990399

Legale rappresentante: **Cristiano Vitali**

C.F. VTLCST67R26H199U

PROGETTISTA: Geologo MAURIZIO CASTELLARI

C.F. CSTMZR60R01E289N

N. ELABORATO

A6

ELABORATO

**Valutazione previsionale
impatto acustico**

SCALA

RIFERIMENTO PRATICA

IMPIANTO FV MASSARENTI 1

DATA

20/04/2022

REVISIONE

General contractor

PROTESA
A COMPANY OF **SACMI**

Protesa spa

Via Ugo la Malfa n.24 Imola 40026 (BO)

telefono 0542 644069 mail info@protesa.net sito www.protesa.net

Proprietà riservata. È vietata la riproduzione totale e parziale e/o la comunicazione a terzi del presente elaborato e calcolo ad esso relativo che non siano espressamente autorizzate.
In mancanza di rispetto gli interessati si riservano il diritto di procedere a termini di legge.

file cARTIGLIO CASTELLARI.dwg

SOMMARIO

A	PREMESSA	3
B	METODOLOGIA DI STUDIO	3
C	QUADRO NORMATIVO	4
D	INDIVIDUAZIONE DELL'AREA IN ESAME	6
E	RICETTORI E LIMITI DI RIFERIMENTO	7
F	MODELLO PREVISIONALE SOUNDPLAN	9
G	CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLO SCENARIO ATTUALE.....	10
	G.1 SORGENTI SONORE PRESENTI NELL'AREA IN ESAME	10
	G.2 CAMPAGNA DI RILIEVI FONOMETRICI.....	10
	G.2.1 <i>Strumentazione utilizzata</i>	10
	G.2.2 <i>Risultati dei rilievi fonometrici</i>	11
H	VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO	12
	H.1 FASE DI ESERCIZIO DELL'IMPIANTO	12
	H.1.1 <i>Descrizione del progetto e delle sorgenti sonore previste</i>	12
	H.1.2 <i>Risultati delle simulazioni per la fase di esercizio</i>	16
	H.2 FASE DI REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO – ATTIVITÀ DI CANTIERE	17
	H.2.1 <i>Normativa regionale di riferimento</i>	17
	H.2.2 <i>Descrizione delle fasi di cantiere</i>	17
	H.2.3 <i>Metodologia di calcolo</i>	19
	H.2.4 <i>Stima dei livelli sonori relativi alle attività di cantiere</i>	20
I	CONCLUSIONI	24
	APPENDICE 1 – CERTIFICATI DI TARATURA DELLA STRUMENTAZIONE	25
	APPENDICE 2 – REPORT DEI RILIEVI FONOMETRICI	26
	APPENDICE 3 – MAPPATURA DELLE ISOFONICHE	28

A PREMESSA

La presente documentazione è stata predisposta al fine di valutare l'impatto acustico generato dall'impianto fotovoltaico "Massarenti 1" di potenza nominale complessivamente pari a 9 MWp nel territorio comunale di Molinella (BO).

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra in un'area agricola di circa 4 ha, di potenza di picco pari a 9,295 MWp e potenza nominale pari a 7,20 Mw.

Il layout sarà composto da tracker da 28 e 56 pannelli.

I pannelli sono TRINA SOLAR da 660W, dimensioni: 2,384x1,303 metri.

Il n° totale di pannelli è 14084, per una potenza di picco pari a 9,295 MW.

I pannelli saranno così disposti:

- Fila da 28 pannelli: lunghezza totale 37,244 metri, distanza dal bordo 1 m sia da destra che da sinistra, n° pali 7 con distanza tra l'uno e l'altro di 5 metri.
- Fila da 56 pannelli: lunghezza totale 74,008 metri, distanza dal bordo 2 metri sia da destra che da sinistra, n° pali 11 con distanza tra l'uno e l'altro di 6,4 metri.

A metà di ogni fila è presente il motore del tracker che ha una larghezza di circa 0,5 metri.

Scopo dello studio è valutare la compatibilità fra le emissioni sonore generate dal progetto ed i ricettori presenti nell'area sia durante la fase di cantiere che durante la fase di esercizio e verificare il rispetto dei limiti previsti.

B METODOLOGIA DI STUDIO

Le varie fasi procedurali attraverso le quali è stata articolata la valutazione possono essere così riassunte schematicamente:

Valutazione di impatto acustico relativa alla fase di cantiere

- Descrizione del quadro normativo di riferimento, nazionale, regionale
- Analisi delle principali fasi di cantiere e relativa caratterizzazione acustica in relazione ai mezzi utilizzati
- Stima dei livelli sonori generati dalle fasi di cantiere mediante modello di calcolo basato sulle formule di propagazione in campo libero
- Verifica dei limiti previsti per le attività temporanee e indicazione di eventuale richiesta di deroga

Valutazione di impatto acustico relativa alla fase di esercizio

- Descrizione del quadro normativo di riferimento, nazionale, regionale, e limiti previsti dal Piano di Classificazione Acustica Comunale
- Sopralluogo iniziale al fine di acquisire la conoscenza dello stato di fatto, ed in particolare:
 - ✓ identificazione delle sorgenti sonore esistenti che caratterizzano il clima acustico dell'area
 - ✓ censimento dei ricettori
 - ✓ rilievi fonometrici finalizzati alla caratterizzazione del clima acustico esistente
- Modellazione 3D del sito oggetto di studio, delle opere antropiche e degli ostacoli naturali
- Localizzazione dei punti di calcolo posti in corrispondenza di ogni singolo ricettore individuato in corrispondenza dei quali viene effettuata la verifica di impatto acustico; in particolare essi sono posti alla distanza di un metro dalla facciata di ciascun ricettore all'altezza di:
 - ✓ 1.5 m dal pavimento al piano primo;
 - ✓ 4.5 m al piano secondo;
 - ✓ 7.5 m al piano terzo e così via.
- Esecuzione di simulazioni con modello previsionale Soundplan e stima dei livelli sonori generati per la fase di esercizio
- Verifica dei limiti previsti dalla normativa (limite assoluto e criterio differenziale) presso i ricettori considerati

C QUADRO NORMATIVO

Nella pianificazione dell'indagine e nell'applicazione dei criteri di verifica, si sono seguite le disposizioni impartite nelle normative:

- **Legge ordinaria del Parlamento n. 447 del 26/10/1995** "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- **D.P.C.M. 14/11/97** "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- **D.M. 16/03/98** "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- **L.R. n.15 del 09/05/01** "Disposizioni in materia di inquinamento acustico";
- **D.G.R. n. 673/04** "Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della L.R. 09/05/01 n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico".

- **D.Lgs. n. 41/2017** "Disposizioni per l'armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico con la direttiva 2000/14/Ce e con il regolamento (Ce) N. 765/2008, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere i), l) ed m) della legge 30 ottobre 2014, n. 161";
- **D.Lgs. n. 42/2017** " Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161".
- **D.G.R. n.1197 del 21/09/2020** "criteri per la disciplina delle attività rumorose temporanee, in deroga ai limiti acustici normativi, ai sensi dell'art. 11, Comma 1, della L.R. n. 15 del 09/05/01.

D INDIVIDUAZIONE DELL'AREA IN ESAME

L'area prevista per il campo fotovoltaico in progetto interessa il Comune di Molinella (BO).

Il territorio risulta a vocazione agricola con ridotta densità abitativa; in Figura 1 viene riportata una foto aerea con individuazione dell'area occupata dal campo fotovoltaico.



Figura 1 – Foto aerea con individuazione dell'area prevista per il campo fotovoltaico

E RICETTORI E LIMITI DI RIFERIMENTO

In Figura 2 viene riportata la foto aerea con individuazione dell'area del Campo fotovoltaico e dei ricettori più esposti alle emissioni generate dalle sorgenti in progetto.

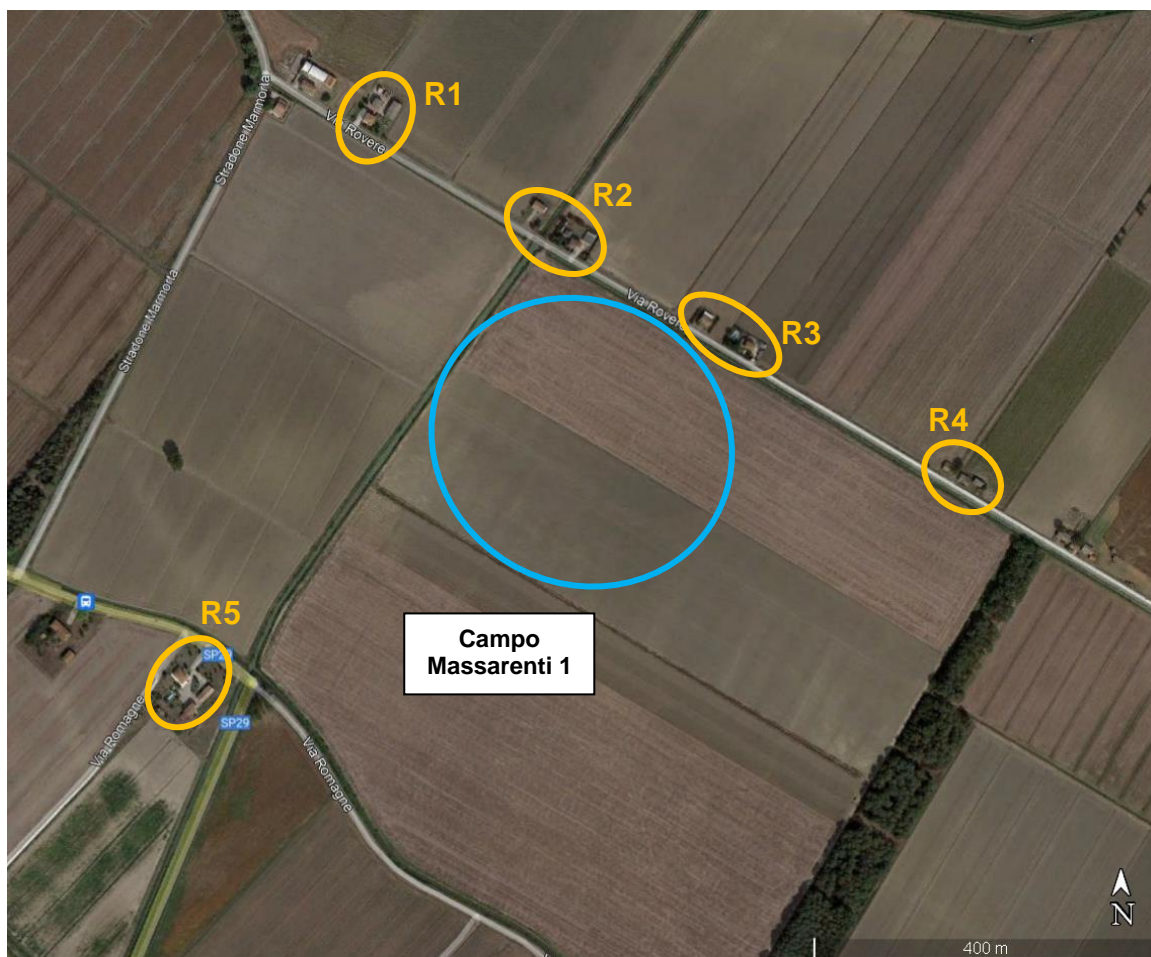


Figura 2 – Foto aerea con individuazione dei ricettori considerati

Per quanto riguarda i limiti previsti presso l'area si fa riferimento alla Classificazione Acustica del Comune di Molinella con particolare riferimento al periodo diurno (6.00 – 22.00) che risulta essere il periodo in cui le principali sorgenti sonore del campo fotovoltaico saranno in funzione.

Il Comune di Molinella con Delibera del Consiglio Comunale n. 13 del 28/02/2018 ha approvato la Variante al PSC in cui risulta presente anche il Piano di Classificazione Acustica.

In Figura 3 viene riportato uno stralcio della tavola del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Molinella con individuazione dell'ubicazione del campo fotovoltaico di progetto.

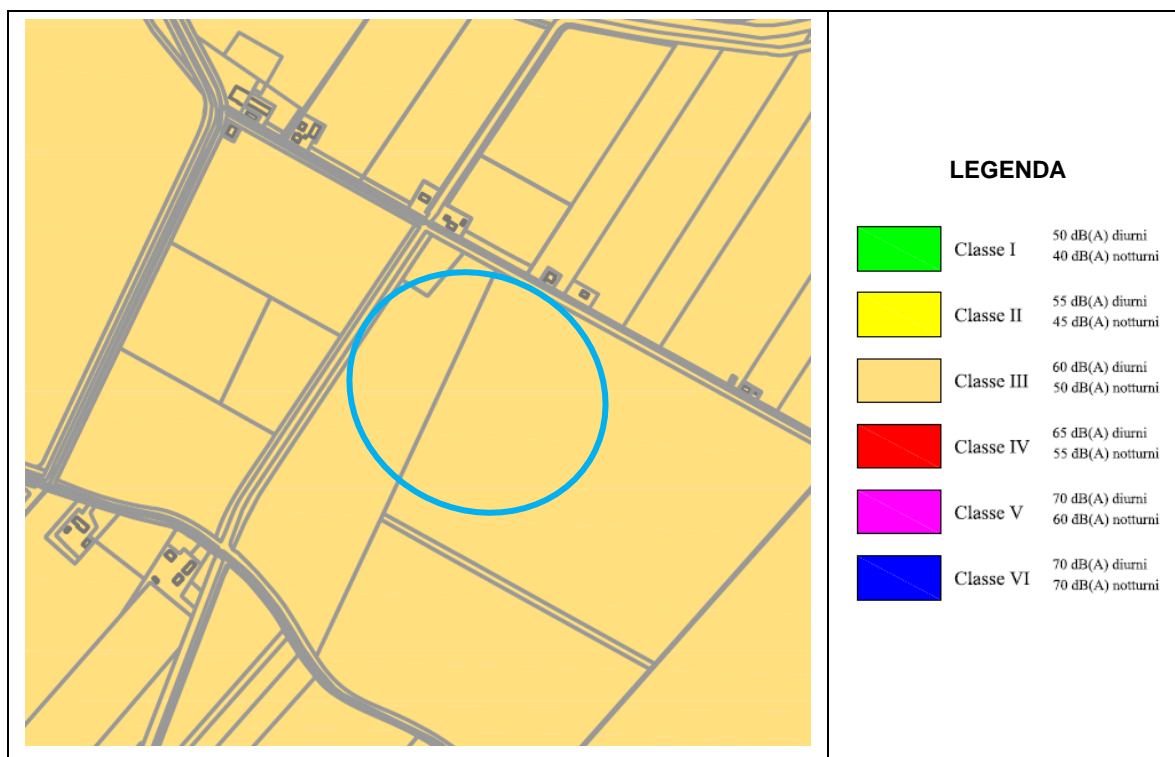


Figura 3 – Stralcio del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Molinella

In aggiunta ai limiti assoluti vi è poi il criterio differenziale, determinato dalla differenza fra il livello di rumore ambientale (sorgente accesa) e il livello di rumore residuo (sorgente spenta), valido per i ricettori residenziali. Il livello differenziale non deve essere superiore a 5 dBA nel periodo diurno. Tale criterio risulta non applicabile qualora si verifichino le seguenti condizioni:

- il rumore ambientale misurato a finestre aperte è inferiore a 50 dBA nel periodo diurno;
- il rumore ambientale misurato a finestre chiuse è inferiore a 35 dBA nel periodo diurno.

Per quanto riguarda la verifica del criterio differenziale, nei casi in cui il rumore residuo dell'area risulti difficilmente quantificabile è possibile effettuare la verifica a prescindere dall'entità del rumore residuo. Tale condizione si ottiene nei casi in cui il contributo sonoro delle sorgenti di progetto stimato in facciata al ricettore risulta inferiore a 50 dBA durante il periodo diurno, come indicato dalla seguente tabella che riporta i possibili scenari previsti e le relative verifiche.

Periodo di riferimento	Contributo sorgente in facciata (L _E)	Livello residuo (L _R)	Livello ambientale in facciata (L _E + L _R)	Delta interno-esterno*	Livello ambientale interno (L _A)	Limite differenziale	Livello differenziale (L _A -L _R)
Periodo diurno	50	50.0	53.0	3.0	50.0	5.0	< 5.0
		< 50.0	< 53.0	3.0	< 50.0		n.a.
		> 50.0	> 53.0	3.0	> 50.0		< 5.0

* dato da letteratura per la stima del livello sonoro all'interno del ricettore a finestre aperte partendo dal livello sonoro stimato in facciata.

In definitiva, per quanto riguarda l'area prevista dal campo fotovoltaico ed i ricettori considerati nel presente studio si può affermare che risultano tutti in Classe III. In Tabella 1 vengono riportati i ricettori con relativa descrizione e limiti previsti.

Codice	Descrizione	Classe acustica	Limite emissione diurno [dBA]	Limite immissione diurno [dBA]	Limite differenziale diurno [dBA]
R1	Edificio residenziale con pertinenze	III	55	60	5
R2	Edificio residenziale con pertinenze	III	55	60	5
R3	Edificio residenziale con pertinenze	III	55	60	5
R4	Capannoni/depositi	III	55	60	--
R5	Edificio residenziale con pertinenze	III	55	60	5

Tabella 1 – Ricettori considerati nel presente studio con relativi limiti di riferimento

F MODELLO PREVISIONALE SOUNDPLAN

SoundPlan appartiene a quella classe di modelli previsionali, basati sulla tecnica del Ray Tracing, che permettono di simulare la propagazione del rumore in situazioni di sorgente ed orografia complesse.

Di seguito si riporta la descrizione delle informazioni implementate nel modello di calcolo utilizzate per svolgere la valutazione di impatto acustico.

Le informazioni che il modello SoundPlan deve possedere, per fornire le previsioni dei livelli equivalenti che ci permetteranno di verificare il rispetto dei limiti assoluti di immissione e del criterio differenziale, sono molte e riguardano: le sorgenti sonore, la propagazione delle onde e in ultimo i ricettori. Quindi risulta necessario fornire al programma la topografia dell'area oggetto di studio, comprensiva non solo delle informazioni riguardanti il terreno e gli ostacoli che possono influenzare la propagazione del rumore, ma anche delle caratteristiche di linee stradali e naturalmente della disposizione e dimensioni degli edifici. Questi ultimi oltre ad essere ostacoli alla propagazione del rumore, sono spesso i bersagli dello studio. Per la modellizzazione degli edifici il programma richiede: l'altezza del piano terra e dei piani successivi, il numero di piani, la quota di ogni vertice che costituisce il poligono di base (sia la quota del terreno in quel punto che l'eventuale altezza dell'edificio rispetto al terreno) e le perdite dovute alla riflessione per ciascuna facciata.

Il programma permette di calcolare i livelli sonori dovuti a diversi tipi di sorgenti industriali, ferroviarie e stradali. La stima del livello sonoro tiene conto della composizione del traffico, del numero e della velocità dei veicoli, della tipologia dell'asfalto e della pendenza della strada.

Ogni modello scelto per i vari tipi di sorgenti presenta algoritmi propri per il calcolo dell'effetto del suolo, dell'assorbimento e degli altri fenomeni coinvolti.

Relativamente alle sorgenti puntiformi si deve evidenziare che lo standard di calcolo utilizzato per effettuare le simulazioni è quello riportato nella norma UNI EN ISO 9613-2:1996.

Per quanto riguarda le condizioni meteo sono state utilizzate quelle di default del modello più precisamente la temperatura è di 10°C, l'umidità relativa pari al 70%, pressione atmosferica 1013,25 mbar, assenza di vento. Tali condizioni sono fissate dallo standard ISO 9613-2:1996. L'assorbimento dell'energia acustica dovuta all'aria è stato calcolato secondo lo standard ISO 9613-2:1996.

G CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELLO SCENARIO ATTUALE

G.1 SORGENTI SONORE PRESENTI NELL'AREA IN ESAME

L'area in esame risulta a vocazione agricola con ridotta densità abitativa.

Le sorgenti sonore presenti sono costituite dalle lavorazioni agricole e dal traffico lungo la viabilità locale; tali sorgenti risultano poco significative e generano un clima acustico dell'area decisamente contenuto.

G.2 CAMPAGNA DI RILIEVI FONOMETRICI

G.2.1 *Strumentazione utilizzata*

I rilevamenti fonometrici sono stati effettuati dal dott. Maurizio Castellari, Tecnico Competente in Acustica Ambientale (Iscrizione Elenco Nazionale ENTECA n. 5052).

La strumentazione utilizzata per i rilievi è conforme ai requisiti di cui all'art.2 del D.M.A. 16/03/98 ed il sistema di misura soddisfa le specifiche di cui alla Classe 1 delle Norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994:

- Fonometro integratore/analizzatore Larson & Davis 831 (Classe I);
- Calibratore CAL 200 Larson & Davis.

Inoltre, la strumentazione era corredata di:

- cavo di prolunga del microfono da 10 metri per l'esecuzione di misure in quota;
- cavalletto con asse di prolunga per il rilievo alla quota di 4 metri dal piano campagna.

I filtri e i microfoni utilizzati per le misure sono conformi rispettivamente alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/1995, EN 61094-4/1995.

In Appendice 1 sono riportati i certificati di taratura della strumentazione.

G.2.2 Risultati dei rilievi fonometrici

In data 06/04/2022 è stato eseguito un sopralluogo presso l'area in esame finalizzato alla caratterizzazione del clima acustico attuale.

E' stato eseguito un rilievo fonometrico di durata pari a 80 minuti in prossimità dell'abitazione ubicata a minor distanza dal campo fotovoltaico in progetto; il rilievo è stato eseguito durante il periodo di riferimento diurno (6.00 – 22.00) che risulta essere il periodo in cui le principali sorgenti sonore del campo fotovoltaico saranno in funzione.

Durante i rilievi fonometrici le condizioni meteo sono risultate conformi ai disposti del D.M.A. 16/03/98, ovvero caratterizzate da assenza di precipitazioni e velocità del vento inferiore a 5.0 m/s.

In Figura 4 viene riportata la foto aerea dell'area in esame con l'individuazione della postazione di rilievo fonometrico.

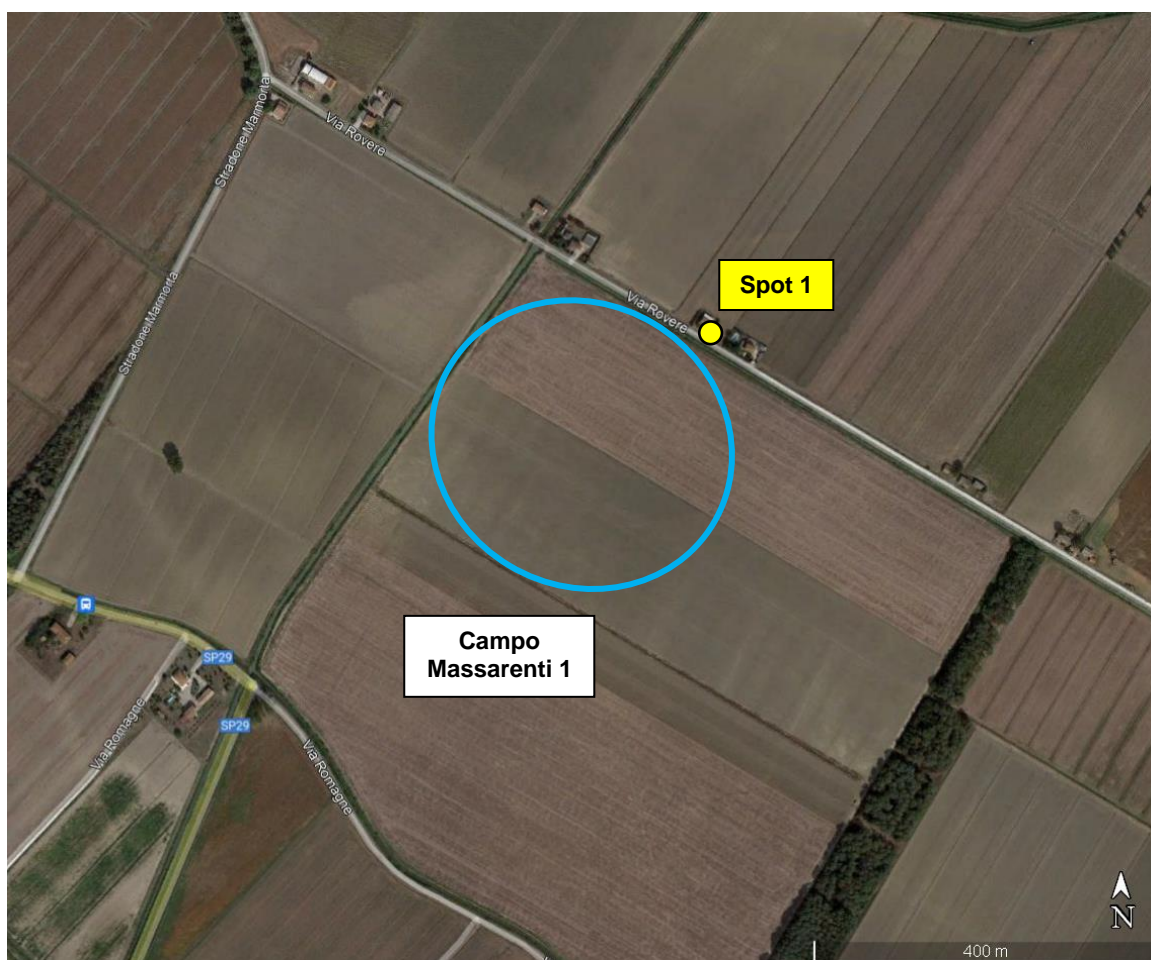


Figura 4 – Foto aerea con ubicazione della postazione di rilievo fonometrico

Nella tabella seguente sono riportati in sintesi i risultati dei rilevamenti fonometrici effettuati; per l'analisi di dettaglio si rimanda all'Appendice 2, dove viene riportato il report di misura.

Codifica rilievo	Durata	Leq [dBA]	L10 [dBA]	L50 [dBA]	L90 [dBA]
Spot 1	80'	43.4	42.8	35.1	31.7

Tabella 2 – Risultati dei rilievi fonometrici

Come si evince dai risultati riportati in tabella, i livelli sonori rilevati presso l'area in esame durante il periodo diurno risultano contenuti (< 44 dBA).

H VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO

La valutazione di impatto acustico relativa all'intervento di progetto è stata eseguita considerando i seguenti aspetti:

- Impatto acustico generato dalla **fase di esercizio** dell'impianto (paragrafo H.1)
- Impatto acustico generato dalla **fase di realizzazione** dell'impianto determinato dalle principali attività di cantiere (paragrafo H.2)

H.1 FASE DI ESERCIZIO DELL'IMPIANTO

H.1.1 Descrizione del progetto e delle sorgenti sonore previste

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico complessivamente di capacità nominale pari a 9 MWp e relative opere di collegamento alla Rete Elettrica Nazionale (RTN).

Le principali sorgenti sonore previste dal progetto sono costituite dagli inverter e dai trasformatori.

Nell'area del campo fotovoltaico sono previsti 32 inverter Sungrow SG250HX e 3 cabine con all'interno un trasformatore BT/MT da 2500 kVA.

In Figura 5 viene riportata la planimetria del campo fotovoltaico con individuazione delle sorgenti sonore (in verde le cabine ed in rosso, azzurro e magenta gli inverter distribuiti nel Campo).

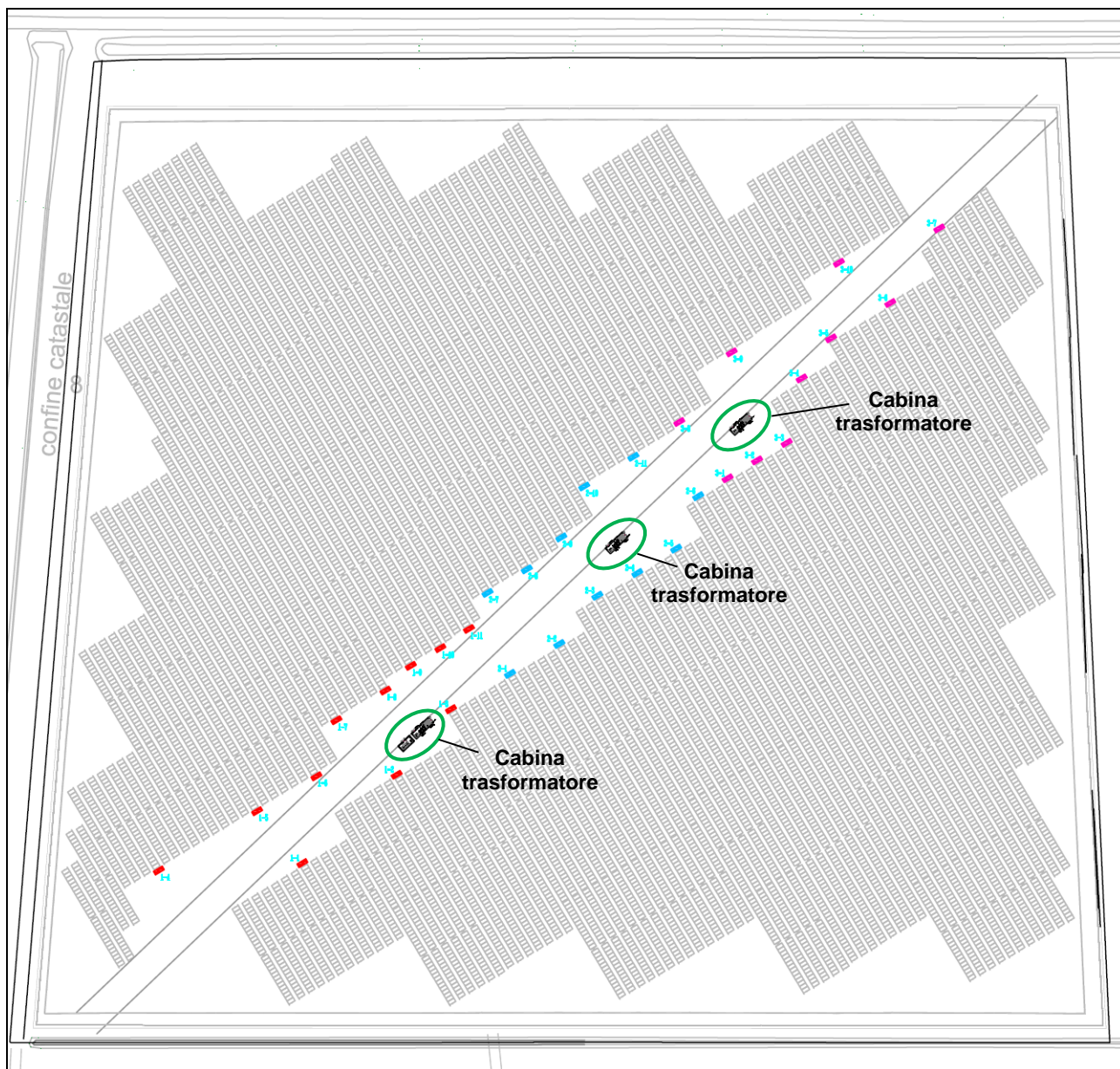


Figura 5 – Planimetria del campo fotovoltaico con individuazione delle sorgenti sonore

Per quanto riguarda le caratteristiche di rumorosità delle sorgenti sonore, nel caso del trasformatore si è fatto riferimento alla scheda tecnica (potenza sonora pari a 71 dBA) mentre per l'inverter si è fatto riferimento alla scheda tecnica di un impianto con caratteristiche analoghe (livello sonoro pari a 69 dBA a 1 m).

In Figura 6 e Figura 7 vengono riportati due estratti delle schede tecniche dell'inverter e del trasformatore previsti dal progetto, mentre in Tabella 3 vengono riportati gli spettri di potenza sonora ricavati da rilievi eseguiti su sorgenti analoghe.

Designazione	SG250HX - V113
Ingresso (CC)	
Tensione fotovoltaica in ingresso max.	1500 V
Tensione fotovoltaica in ingresso min. / Tensione di avvio	500 V / 500 V
Tensione nominale in ingresso	1160 V
Intervallo tensione MPP	500 V – 1500 V
Intervallo di tensione MPP per potenza nominale	860 V – 1300 V
N. di MPPT	12
Numero max. stringhe fotovoltaiche per MPPT	2
Corrente max. in ingresso	30 A * 12
Corrente di cortocircuito max.	50 A * 12
Uscita (CA)	
Potenza CA massima in uscita alla rete	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @40 °C/200 KVA @50°C
Potenza CA nominale in uscita	225kW
Corrente CA max. in uscita	180.5 A
Tensione CA nominale	3 / PE, 800 V
Intervallo tensione CA	680 – 880V
Frequenza di rete nominale / Intervallo frequenza di rete	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Distorsione armonica totale (THD)	< 3 % (alla potenza nominale)
Iniezione di corrente CC	< 0.5 % In
Fattore di potenza alla potenza nominale / regolabile	> 0.99 / 0.8 in anticipo – 0.8 in ritardo
Fasi di immissione / fasi di connessione	3 / 3

Figura 6 – Scheda tecnica dell'inverter

S_n [kVA]	Tensione primaria [kV]	Tensione secondaria [V]	U_k [%]	P_o [W]	P_k [W] a 120 °C	I_o [%]	LwA-Potenza Acustica [dB (A)]
100	15	400	6	252	1800	1	51
160	15	400	6	360	2600	1	54
250	15	400	6	468	3400	0,9	57
315	15	400	6	557	3875	0,8	58
400	15	400	6	675	4500	0,8	60
500	15	400	6	811	5630	0,7	60
630	15	400	6	990	7100	0,7	62
800	15	400	6	1170	8000	0,6	64
1000	15	400	6	1395	9000	0,6	65
1250	15	400	6	1620	11000	0,6	67
1600	15	400	6	1980	13000	0,5	68
2000	15	400	6	2340	16000	0,4	70
2500	15	400	6	2790	19000	0,4	71
3150	15	400	6	3420	22000	0,35	71

Figura 7 – Scheda tecnica del trasformatore

Freq [Hz]	Inverter	Trasformatore
25	29.5	51.9
31.5	34.3	51.4
40	39.7	52.0
50	44.9	52.8
63	51.9	55.8
80	56.0	56.2
100	72.7	69.5
125	58.5	52.3
160	56.1	47.1
200	72.2	60.7
250	59.3	45.6
315	68.1	52.4
400	74.5	57.0
500	63.8	44.7
630	65.0	44.6
800	67.0	45.5
1000	66.0	43.7
1250	64.9	42.0
1600	63.4	40.1
2000	60.7	37.2
2500	59.4	35.8
3150	58.2	34.7
4000	59.6	36.3
5000	59.5	36.6
6300	59.8	37.6
8000	60.1	38.9
10000	58.2	38.4
12500	56.2	38.2
16000	50.1	34.4
20000	42.4	29.4
Lw [dBA]	80.0	71.0

Tabella 3 – Spettri di potenza sonora relativi alle sorgenti di progetto

Ai fini modellistici tutte le sorgenti sonore sono state schematizzate come puntiformi in quanto risulta verificata la condizione citata nella norma UNI 11143-1 "Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti": distanza fra sorgente e ricevitore pari ad almeno 2 volte le dimensioni massime della sorgente.

Inoltre, a scopo cautelativo, le sorgenti sonore sono state considerate come se fossero ubicate in esterno, pertanto senza nessun effetto di mitigazione da parte delle pareti delle cabine.

H.1.2 Risultati delle simulazioni per la fase di esercizio

Di seguito vengono riportati i livelli sonori massimi presso i ricettori generati dalle sorgenti dell'attività durante l'intero periodo diurno, considerando per tutte le sorgenti sonore un funzionamento continuo nell'intero periodo di riferimento.

In Appendice 3 viene riportata la mappatura delle isofoniche relative al periodo diurno (Tavola 1).

Codifica ricettore	Contributo diurno sorgenti attività [dBA]	Limite emissione diurno [dBA]	Limite immissione diurno [dBA]	Verifica
R1	28.0	55	60	✓
R2	34.2	55	60	✓
R3	38.3	55	60	✓
R4	28.4	55	60	✓
R5	26.6	55	60	✓

Tabella 4 – Risultati delle stime relative alla fase di esercizio del Campo fotovoltaico

Di seguito vengono riportate le principali considerazioni relative ai risultati riportati in tabella:

- verifica del limite di emissione presso tutti i ricettori considerati;
- verifica del limite di immissione presso tutti i ricettori considerati; il contributo complessivo delle sorgenti di progetto, infatti, risulta inferiore di oltre 10 dBA rispetto al limite previsto, risultando trascurabile ai fini della verifica del limite.

Per quanto riguarda il criterio differenziale, il contributo massimo delle sorgenti sonore di progetto stimato in facciata ai ricettori risulta inferiore a 50 dBA; tale condizione, come evidenziato al paragrafo E, garantisce la verifica del criterio differenziale durante il periodo diurno a prescindere dall'entità del rumore residuo.

H.2 FASE DI REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO – ATTIVITÀ DI CANTIERE

H.2.1 Normativa regionale di riferimento

La DGR n. 1197 del 21 settembre 2020 dell'Emilia Romagna, "Criteri per la disciplina delle attività rumorose, in deroga ai limiti acustici normativi, ai sensi dell'art. 11 comma 1 della L.R. n. 15/2001", definisce in modo articolato le modalità di richiesta di autorizzazione in deroga e i limiti, sia orari che acustici, cui il cantiere è tenuto a rispettare. Le attività di cantiere possono essere svolte dalle ore 07.00 alle 20.00 tutti i giorni. Le lavorazioni ritenute particolarmente disturbanti, che comportano l'impiego di attrezzature rumorose come ad esempio martelli demolitori, flessibili, seghe circolari, ecc., saranno consentite nei periodi 08.00-13.00 e 15.00-19.00.

Per i cantieri in ambiente esterno, nelle fasce orarie 08.00-13.00 e 15.00-19.00 non dovrà essere superato il valore limite di 70 dBA, con tempo di misura (TM) \geq 10 minuti, rilevato in facciata ai ricettori, intesa ad 1 m dalla parete nell'ambiente esterno. Nelle restanti fasce orarie (07.00-08.00, 13.00-15.00, 19.00-20.00) dovranno essere rispettati i valori limite assoluti di immissione individuati dalla classificazione acustica comunale, misurati con tempo di misura (TM) \geq 10 minuti, rilevato in facciata ai ricettori, mentre restano derogati i limiti differenziali e le penalizzazioni per presenza di componenti tonali ed impulsive.

H.2.2 Descrizione delle fasi di cantiere

Le attività rumorose associate al cantiere oggetto di valutazione sono generate dai macchinari utilizzati nelle varie fasi previste.

Le principali fasi sono costituite dalla realizzazione del campo fotovoltaico e dall'installazione del cavidotto di collegamento alla rete elettrica E-Distribuzione SpA; ciascuna fase risulta costituita da sottofasi (scavo, montaggio, posa cavi ecc.).

Le attività di cantiere verranno svolte negli orari 8.00-13.00 e 15.00-19.00.

In Tabella 5 vengono riportate le fasi significative dal punto di vista delle emissioni sonore con i relativi macchinari previsti.

Id. fase	Fase	Id. sottofase	Sottofase	Macchinari utilizzati
F1	Realizzazione campo fotovoltaico	F1.1	Scavi, movimento terra e realizzazione viabilità interna	Autocarri Escavatori cingolati Rullo compressore
		F1.2	Montaggio strutture di sostegno e installazione moduli FV	Autocarri Macchine trivellatrici Autogru gommate
		F1.3	Realizzazione trincea di scavo, posa cavi e ripristino trincea scavo	Autocarri Escavatori cingolati Rullo compressore Vibratore a piastra Argani per stendimento cavi
		F1.4	Realizzazione basamenti e opere in calcestruzzo	Autocarri Escavatori cingolati Betoniere Pompe calcestruzzo
		F1.5	Posa in opera di cabinati	Autocarri Autogru gommate
F2	Installazione cavidotto di collegamento MT	F2.1	Scavo in trincea	Autocarri Escavatori cingolati
		F2.2	Posa cavi e reinterro trincea	Autocarri Escavatori cingolati Rullo compressore Vibratore a piastra Argani per stendimento cavi
		F2.3	Esecuzioni giunzioni terminali e reinterro buche di giunzione	Autocarri Escavatori cingolati Rullo compressore Vibratore a piastra

Tabella 5 – Fasi di cantiere con relativi macchinari utilizzati

H.2.3 Metodologia di calcolo

Le emissioni sonore legate alle attività del cantiere, sono state stimate utilizzando abachi e modelli semplificati di calcolo; quindi, partendo dal livello di potenza acustica di ciascuna tipologia di sorgente ed applicando la legge di propagazione del rumore in campo libero, sono stati stimati i livelli di pressione sonora a distanze variabili.

In campo libero, per una sorgente puntiforme irradiante energia in modo uniforme in tutte le direzioni, la relazione che lega il livello di pressione sonora riscontrabile ad una certa distanza “d” dalla sorgente al livello di potenza sonora della sorgente è:

$$L_p = L_w + DI\theta - 20\log(d) - A - 11$$

dove:

d = distanza dalla sorgente in metri dalla sorgente;

A = fattore correttivo di attenuazione che tiene conto di tutte le condizioni ambientali e meteorologiche

DI θ = 10log(Q) = indice di direttività della sorgente

Per valutare il rumore presente sui ricettori, noto il livello di pressione sonora (misurato) in un dato punto, si utilizza il modello di propagazione delle onde sonore in campo libero, basato sull'equazione:

$$L_{p_1} - L_{p_2} = 20\log_{10}\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$$

dove:

r₁, r₂ = distanza dei punti di misura della sorgente di rumore;

L_{p1}, L_{p2} = livelli di pressione sonora nei punti considerati.

H.2.4 Stima dei livelli sonori relativi alle attività di cantiere

Le caratteristiche di rumorosità dei macchinari di cantiere sono state desunte dallo studio del Comitato Paritetico Territoriale per la prevenzione infortuni, l'igiene e l'ambiente di lavoro di Torino e Provincia, "Conoscere per prevenire n° 11".

In Tabella 6 vengono riportati i macchinari utilizzati nelle diverse fasi individuate in precedenza con le relative caratteristiche di emissioni sonora.

Macchina	n.	Pw A dB(A)	31.5 dB	63 dB	125 dB	250 dB	500 dB	1K dB	2K dB	4K dB	8K dB	16K dB	Lw tot dB(A)
F1.1													F1.1
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2	105.1
Escavatore cingolato	1	101.4	96.2	112.7	105.4	103.1	98.9	94.7	91.8	88.3	81.7	75.5	
Rullo compressore	1	101.6	91.9	96.1	99.2	97.2	95.4	95.2	95.0	94.3	90.5	81.8	
F1.2													F1.2
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2	112.5
Macchina trivellatrice	1	112.2	96.5	99.9	114.3	114.9	105.9	108.0	103.2	97.5	91.5	85.8	
Autogru gommata	1	98.8	105.8	102.6	93.2	92.7	92.6	94.1	93.7	86.5	81.2	72.7	
F1.3													F1.3
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2	111.7
Escavatore cingolato	1	101.4	96.2	112.7	105.4	103.1	98.9	94.7	91.8	88.3	81.7	75.5	
Rullo compressore	1	101.6	91.9	96.1	99.2	97.2	95.4	95.2	95.0	94.3	90.5	81.8	
Vibratore a piastra	1	110.5	99.6	110.4	109.9	109.8	103.4	103.8	105.9	98.0	92.1	86.8	
Argani per stendimento cavi	1	93.7	74.0	70.1	77.9	81.5	86.9	86.6	89.1	86.1	79.6	70.0	
F1.4													F1.4
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2	108.3
Escavatore cingolato	1	101.4	96.2	112.7	105.4	103.1	98.9	94.7	91.8	88.3	81.7	75.5	
Betoniera	1	90.4	76.9	82.1	74.5	75.8	81.4	81.1	84.8	84.0	82.9	80.8	
Pompe calcestruzzo	1	106.9	96.0	114.2	107.6	104.4	105.2	100.7	99.2	94.7	90.0	89.6	
F1.5													F1.5
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2	100.7
Autogru gommata	1	98.8	105.8	102.6	93.2	92.7	92.6	94.1	93.7	86.5	81.2	72.7	
F2.1													F2.1
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2	102.6
Escavatore cingolato	1	101.4	96.2	112.7	105.4	103.1	98.9	94.7	91.8	88.3	81.7	75.5	
F2.2													F2.2
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2	111.7
Escavatore cingolato	1	101.4	96.2	112.7	105.4	103.1	98.9	94.7	91.8	88.3	81.7	75.5	
Rullo compressore	1	101.6	91.9	96.1	99.2	97.2	95.4	95.2	95.0	94.3	90.5	81.8	
Vibratore a piastra	1	110.5	99.6	110.4	109.9	109.8	103.4	103.8	105.9	98.0	92.1	86.8	
Argani per stendimento cavi	1	93.7	74.0	70.1	77.9	81.5	86.9	86.6	89.1	86.1	79.6	70.0	
F2.3													F2.3
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2	111.6
Escavatore cingolato	1	101.4	96.2	112.7	105.4	103.1	98.9	94.7	91.8	88.3	81.7	75.5	
Rullo compressore	1	101.6	91.9	96.1	99.2	97.2	95.4	95.2	95.0	94.3	90.5	81.8	
Vibratore a piastra	1	110.5	99.6	110.4	109.9	109.8	103.4	103.8	105.9	98.0	92.1	86.8	

Tabella 6 – Macchinari di cantiere utilizzati con relative caratteristiche di emissione sonora

Noti i livelli di potenza acustica, associabili ad ogni fase di lavorazione, attraverso l'utilizzo delle leggi di propagazione sonora in campo libero sono stati calcolati i livelli di pressione a diverse distanze.

Per la verifica dei limiti previsti, l'approccio seguito è quello del "worst case", caso più sfavorevole, ovvero il momento in cui tutte le attrezzature appartenenti alla stessa fase di lavorazioni vengono utilizzate contemporaneamente e nello stesso punto. Va evidenziato che tale momento (di massimo disturbo) in realtà ha una durata limitata nel tempo.

Inoltre, poiché i macchinari utilizzati risultano essere mobili non è possibile individuare in planimetria il loro posizionamento esatto; per tale ragione le stime verranno effettuate nell'ipotesi di minima distanza ragionevolmente verificabile tra sorgente e ricettore.

In Figura 8 e Figura 9 vengono riportati i grafici del decadimento dell'energia sonora per effetto della divergenza geometrica relativo alle sottofasi precedentemente individuate; nei grafici viene evidenziato il limite relativo all'attività temporanea di cantiere (70 dBA) applicabile nelle fasce orarie 08.00-13.00 e 15.00-19.00.

In Tabella 7 vengono riportate le distanze minime tra sorgente e ricettore per ciascuna delle fasi lavorative individuate nell'ipotesi peggiore di posizionamento delle sorgenti sonore in prossimità del confine dell'area di cantiere.

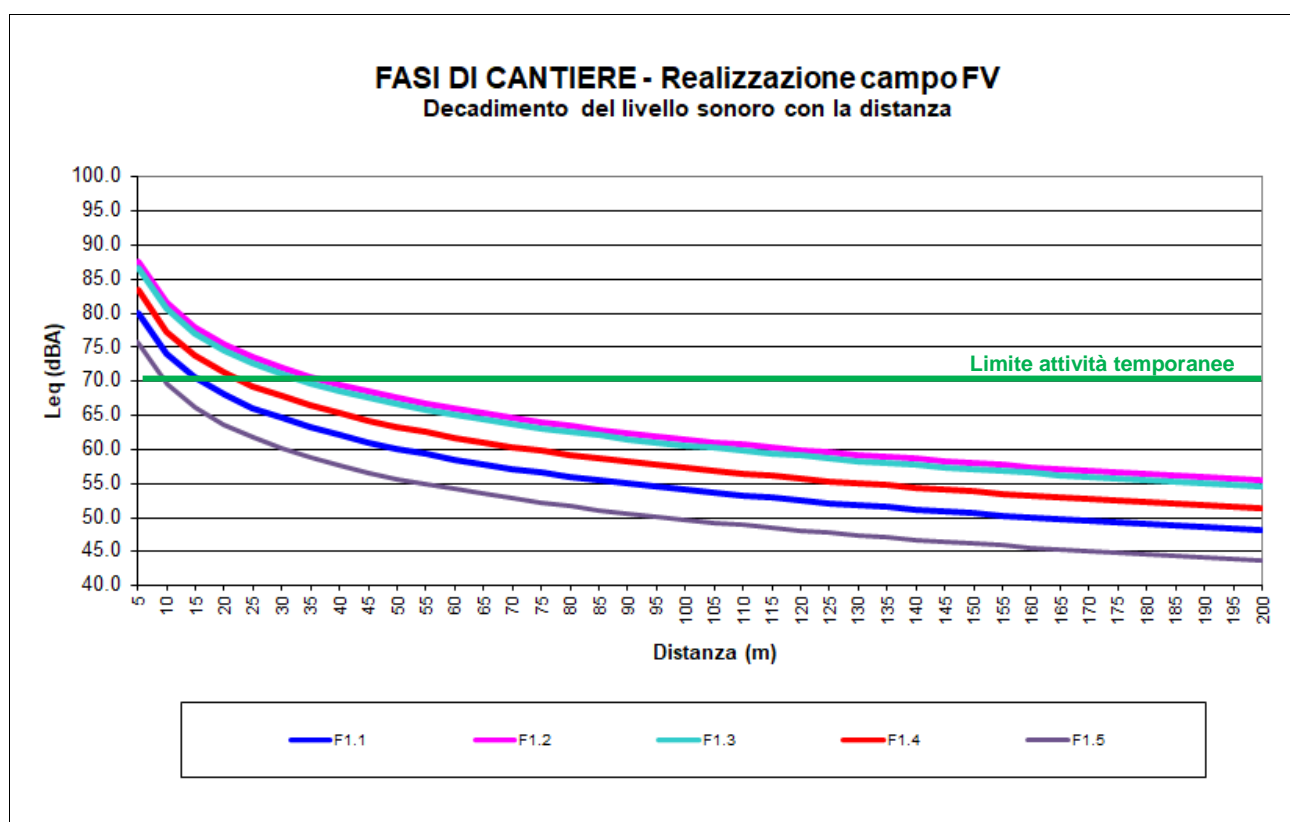


Figura 8 – Curve di decadimento dell'energia sonora relative alle sottofasi di cantiere per la realizzazione del campo FV

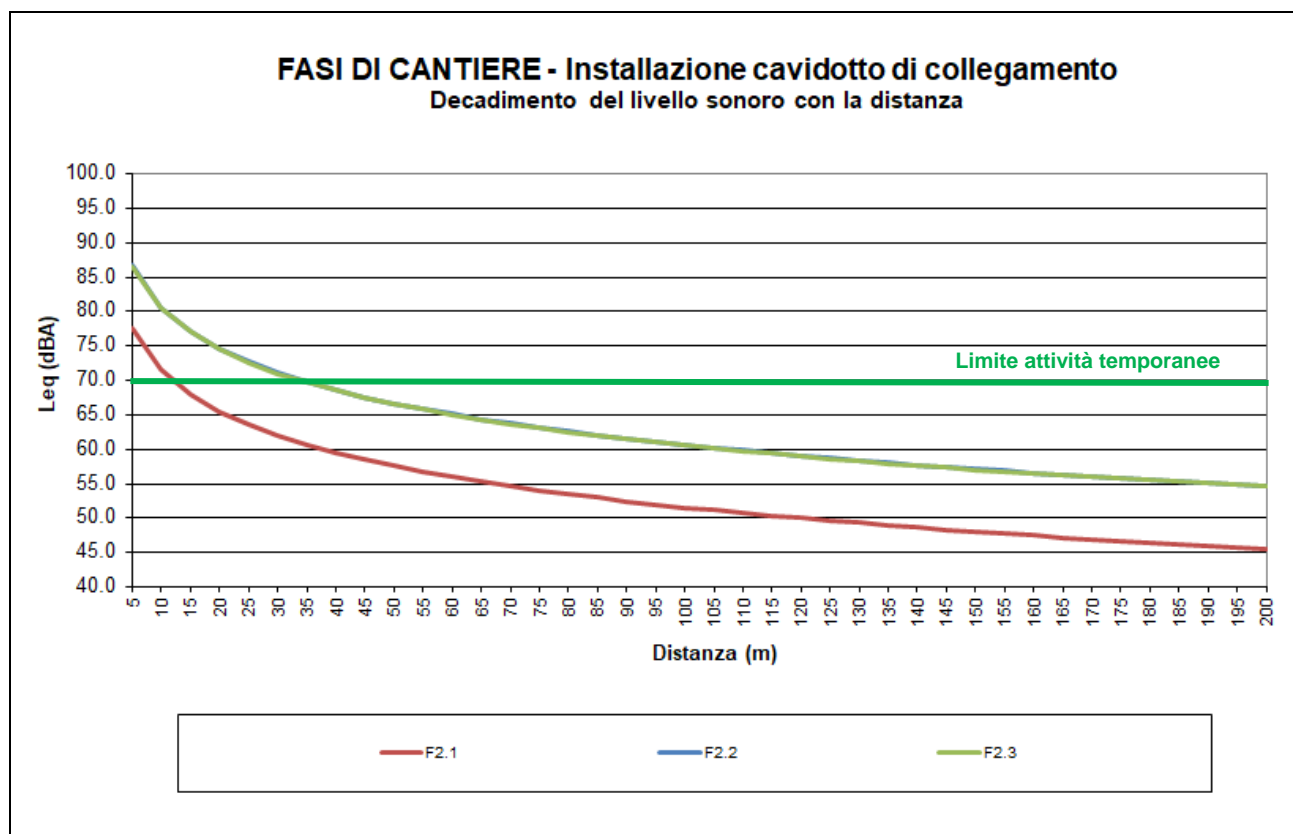


Figura 9 – Curve di decadimento dell’energia sonora relative alle sottofasi di cantiere per l’installazione del cavidotto di collegamento

Fase principale di cantiere	Id. sottofase di cantiere	Sottofase di cantiere	Distanza minima dal cantiere per la verifica del limite [m]
F1 - Realizzazione campo fotovoltaico	F1.1	Scavi, movimento terra e realizzazione viabilità interna	16
	F1.2	Montaggio strutture di sostegno e installazione moduli FV	38
	F1.3	Realizzazione trincea di scavo, posa cavi e ripristino trincea scavo	34
	F1.4	Realizzazione basamenti e opere in calcestruzzo	23
	F1.5	Posa in opera di cabinati	10
F2 - Installazione cavidotto di collegamento	F2.1	Scavo in trincea	12
	F2.2	Posa cavi e reinterro trincea	34
	F2.3	Esecuzioni giunzioni terminali e reinterro buche di giunzione	34

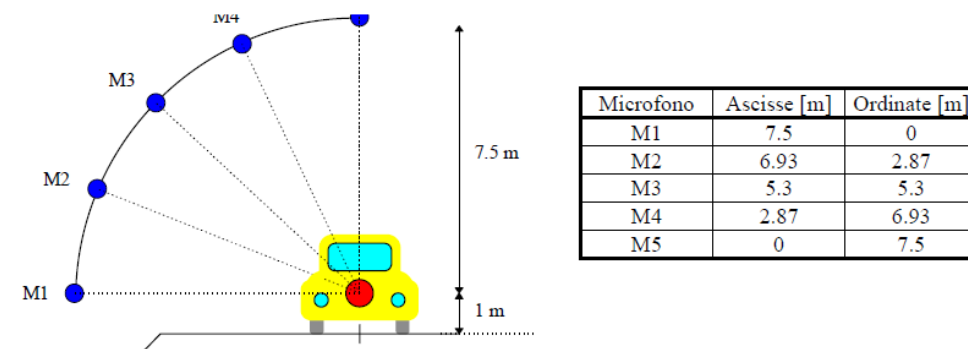
Tabella 7 – Distanze fra cantiere e ricettore necessarie per il rispetto dei limiti previsti

Alla luce delle considerazioni eseguite, per tutti i ricettori posizionati a distanze dalle aree di cantiere inferiori a quelle indicate risulta necessaria la richiesta di autorizzazione in deroga.

In fase di richiesta dovrà essere allegata la planimetria delle aree di cantiere con individuazione dei ricettori interessati dal superamento del limite previsto per le attività temporanee (pari a 70 dBA).

Per quanto riguarda il traffico indotto di mezzi pesanti si stima un numero pari a 10 veicoli pesanti al giorno per l'approvvigionamento del materiale, ovvero 20 transiti A/R.

L'impatto acustico generato dal traffico di mezzi pesanti verrà valutato mediante l'uso del SEL Nell'ambito del Progetto DISIA, promosso dal Ministero dell'Ambiente, denominato "Individuazione degli obiettivi di risanamento acustico nelle aree urbane" (1994) è stata effettuata la caratterizzazione del SEL derivante dal transito di veicoli leggeri e pesanti a varie velocità ed in condizioni di differenti di manto e pendenza stradale¹. Grazie a tale progetto sono stati prodotti numerosi articoli scientifici, il software "City Map" nonché lezioni e dispense di Fisica Tecnica della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Parma. Dalla letteratura scientifica conseguentemente prodotta a seguito del progetto DISIA è stato reperito il valore del SEL di un transito di un mezzo pesante di circa 84.6 dBA² calcolato a 7.5 metri dalla sorgente sonora (posizione M1 nella figura seguente).



La formula del SEL è di seguito riportata:

$$SEL = Leq + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{T}{T_0} \right)$$

dove:

$$T_0 = 1 \text{ s}$$

T = durata dell'evento in secondi

¹ A. Farina, G. Brero, G. Pollone - "Modello numerico basato su rilievi sperimentali per la mappatura acustica delle aree urbane" - Atti del Convegno NOISE & PLANNING '96 - Pisa, 29-31 maggio 1996.

² Roberta Corona – Propagazione Esterna con sorgente lineare - lezione del 23/01/2003.

Se in un determinato intervallo di tempo T si verificano n eventi, ciascuno con un livello SEL_i associato, il livello sonoro equivalente relativo all'intervallo T è espresso da:

$$LA_{eq} = \left[10 \cdot \log \left(\frac{1}{T} \cdot \sum_{i=1}^n 10^{\frac{SEL_i}{10}} \right) \right] dB(A)$$

Nel caso in esame n = 20 transiti A/R con SEL = 84.6 dBA cadauno e T = 3600 s.

Tutto ciò premesso, per effetto della propagazione sonora di una sorgente lineare, è stato calcolato un livello equivalente diurno pari a 50.0 dBA già a 5 m dal bordo carreggiata (7.5 m dalla sorgente), ovvero inferiore di 10 dBA rispetto al limite di legge diurno (Classe III - 60 dBA) già a ridosso della carreggiata. Tale livello rende l'effetto del transito di mezzi pesanti trascurabile.

I CONCLUSIONI

La presente documentazione è stata predisposta al fine di valutare l'impatto acustico generato in fase di cantiere ed in fase di esercizio dall'impianto fotovoltaico di potenza nominale complessivamente pari a 9 MWp nel territorio comunale di Molinella (BO).

L'area in cui è previsto il progetto è inserita in Classe III dal Piano di Classificazione Acustica del Comune di Molinella, con limiti assoluti diurni di immissione, ovvero quelli rappresentativi del periodo di attività delle sorgenti sonore, pari a 60 dBA.

La stima dei livelli sonori generati presso i ricettori per la fase di esercizio del campo fotovoltaico è stata eseguita con il modello previsionale Soundplan (versione 8.1); le simulazioni hanno evidenziato il rispetto dei limiti di legge, ovvero dei limiti assoluti (emissione ed immissione) e del criterio differenziale durante il periodo diurno.

Per quanto riguarda le attività di cantiere per la realizzazione del progetto, le stime sono state eseguite con modello di calcolo semplificato basato sulla formula di propagazione del suono in campo libero; i calcoli hanno permesso di individuare le distanze minime dal cantiere per la verifica del limite previsto per le attività temporanee (pari a 70 dBA).

Alla luce di quanto esposto si dovrà procedere con l'attivazione del cantiere nel regime di deroga ai limiti acustici per via delle attività lavorative che verranno ad effettuarsi a distanze "ricettore-cantiere" inferiori a quelle indicate.

In ogni caso, per ridurre al minimo il disturbo generato presso i ricettori saranno impiegati mezzi e macchine tecnologicamente adeguate e gli interventi più rumorosi saranno limitati allo stretto necessario.

Infine il traffico indotto di mezzi pesanti non determina superamenti di legge già alla distanza di 5 metri dal bordo carreggiata.

APPENDICE 1 – CERTIFICATI DI TARATURA DELLA STRUMENTAZIONE

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608
Certificate of Calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2021/09/23
- cliente <i>customer</i>	SPECTRA S.r.l. Via J. F. Kennedy, 19 - 20871 Vimercate (MB)
- destinatario <i>receiver</i>	CUBE S.r.l. Via Emilia, 67 - 40026 Imola (BO)
- richiesta <i>application</i>	T530/21
- in data <i>date</i>	2021/09/20
Si riferisce a <i>referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Fonometro
- costruttore <i>manufacturer</i>	LARSON DAVIS
- modello <i>model</i>	831
- matricola <i>serial number</i>	0004428
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2021/09/22
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2021/09/23
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	21-1181-RLA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608
*Certificate of Calibration***DESCRIZIONE DELL'OGGETTO IN TARATURA**

Fonometro LARSON DAVIS tipo 831 matricola n° 0004428 (Firmware 2.311)
Preamplificatore PCB tipo PRM831 matricola n° 046536
Capsula Microfonica PCB tipo 377B02 matricola n° 171537

PROCEDURA DI TARATURA

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura:
PR006 rev. 00 del del Manuale Operativo del laboratorio.

RIFERIMENTI NORMATIVI

CEI EN 61672-3:2013 (Seconda Edizione)

CAMPIONI DI LABORATORIO

Strumento	Marca e Modello	Matricola n°	Data taratura	Certificato n°	Ente
Pistonofono	B&K 4228	1793028	2021-03-12	21-0235-02	I.N.Ri.M.
Multimetro	Keithley 2000	0641058	2021-03-31	046 367929	ARO
Barometro	Druck DPI 141	814/00-08	2021-03-08	034 0204P21	Cesare Galdabini
Termoigrometro	Delta Ohm HD 206-1	07028948	2020-03-18	123 20-SU-0284 123 20-SU-0285	CAMAR Elettronica

CONDIZIONI AMBIENTALI

Parametro	Di riferimento	Inizio misura	Fine misura
Temperatura / °C	23,0	25,4	25,8
Umidità relativa / %	50,0	42,1	42,3
Pressione statica/ hPa	1013,25	1017,88	1017,67

DICHIARAZIONE

Il fonometro sottoposto alle prove periodiche ha superato con esito positivo le prove periodiche della classe 1 della IEC 61672-3:2013, per le condizioni ambientali nelle quali esse sono state eseguite. Poiché è disponibile la prova pubblica, da parte di un organizzazione di prova indipendente responsabile dell'approvazione dei risultati delle prove di valutazione del modello eseguite secondo la IEC 61672-2:2013, per dimostrare che il modello di fonometro è risultato completamente conforme alle prescrizioni della IEC 61672-1:2013, il fonometro sottoposto alle prove è conforme alle prescrizioni della classe 1 della IEC 61672-1:2013.

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608
Certificate of Calibration

TABELLA INCERTEZZE DI MISURA		
Prova	Frequenza	U
Indicazione alla frequenza di verifica della taratura (pistonofono)	250 Hz	0,12 dB
Indicazione alla frequenza di verifica della taratura (calibratore)	1000 Hz	0,16 dB
Rumore autogenerato con adattatore capacitivo		2,50 dB
Prove di ponderazione di frequenza con segnali acustici con accoppiatore attivo	125 Hz	0,28 dB
	1000 Hz	0,28 dB
	8000 Hz	0,36 dB
Prove di ponderazione di frequenza con segnali acustici con calibratore multifrequenza	125 Hz	0,30 dB
	1000 Hz	0,28 dB
	8000 Hz	0,40 dB
Prove delle ponderazioni di frequenza con segnali elettrici		0,21 dB
Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz		0,21 dB
Linearità di livello nel campo di misura di riferimento		0,21 dB
Linearità di livello comprendente il selettore del campo di misura		0,21 dB
Risposta a treni d'onda		0,23 dB
Livello sonoro di picco C		0,23 dB
Indicazione di sovraccarico		0,23 dB
Stabilità a lungo termine		0,10 dB
Stabilità di alto livello		0,10 dB

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608
*Certificate of Calibration***CONDIZIONI PER LA VERIFICA**

Il misuratore di livello di pressione sonora viene sottoposto alla verifica unitamente a tutti i suoi accessori, compresi microfoni aggiuntivi ed il manuale di istruzioni per l'uso.

Prima di ogni misura, lo strumento ed i suoi componenti vengono ispezionati visivamente e si eseguono tutti i controlli che assicurino la funzionalità dell'insieme. Lo strumento viene sottoposto ad un periodo di preriscaldamento per la stabilizzazione termica come indicato dal costruttore.

PROVE PERIODICHE**Indicazione alla frequenza di verifica della taratura**

Verifica ed eventuale regolazione della sensibilità acustica del complesso fonometro-microfono per predisporre lo strumento alla esecuzione delle prove successive.

Livello prima della regolazione /dB	Livello dopo la regolazione /dB
94,0	94,0

Rumore autogenerato con microfono installato

Misura del livello del rumore autogenerato dello strumento con il microfono installato sul fonometro, nel campo di misura più sensibile. Il livello del rumore autogenerato viene riportato solo per informazione senza un'incertezza associata e non viene utilizzato per valutare la conformità dello strumento

Ponderazione di frequenza	Leq o Lp /dB
A	19,5

Rumore autogenerato con adattatore capacitivo

Misura del livello del rumore autogenerato dello strumento sostituendo il microfono del fonometro con il dispositivo per i segnali d'ingresso elettrici (adattatore capacitivo) e terminato con un cortocircuito, nel campo di misura più sensibile.

Ponderazione di frequenza	Leq o Lp /dB
A	7,2
C	11,7
Z	17,1

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608
Certificate of Calibration
Prove di ponderazione di frequenza con segnali acustici

Vengono inviati al microfono in prova segnali sinusoidali continui di livello 94 dB alle frequenze di 31,5 Hz, 1000 Hz e 8000 Hz tramite il calibratore multifrequenza (B&K 4226).

Freq. /Hz	Risposta in frequenza /dB	Toll. /dB
125	0,1	(-1,0;1,0)
1k	0,0	(-0,7;0,7)
8k	1,4	(-2,5;1,5)

Prove di ponderazione di frequenza con segnali elettrici

La prova è effettuata applicando un segnale d'ingresso sinusoidale, di 45 dB inferiore al limite superiore del campo di misura di riferimento, la cui ampiezza varia in modo opposto alle attenuazioni dei filtri di ponderazione in modo da avere una indicazione costante. Le ponderazioni in frequenza (A, C e Z) sono determinate in rapporto alla risposta a 1 kHz.

Freq. /Hz	Deviazione Lp /dB			Toll. /dB
	Pond. A	Pond. C	Pond. Z	
63	0,0	0,0	0,0	(-1,0;1,0)
125	-0,1	0,0	0,0	(-1,0;1,0)
250	-0,1	0,0	0,0	(-1,0;1,0)
500	-0,1	0,0	0,0	(-1,0;1,0)
1k	0,0	0,0	0,0	(-0,7;0,7)
2k	-0,1	0,0	-0,1	(-1,0;1,0)
4k	0,9	-0,1	-0,1	(-1,0;1,0)
8k	-0,1	-0,1	0,0	(-2,5;1,5)
12,5k	0,0	0,0	0,0	(-5,0;2,0)
16k	-0,1	-0,1	-0,1	(-16,0;2,5)

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608
Certificate of Calibration
Ponderazioni di frequenza e temporali a 1 kHz

La verifica è articolata in due prove. Viene inviato un segnale d'ingresso sinusoidale stazionario a 1 kHz di ampiezza pari a 94 dB con ponderazione di frequenza A. Per la prima prova vengono registrate le indicazioni per le ponderazioni di frequenza C e Z e la risposta piatta, se disponibili, con il fonometro regolato per indicare il livello sonoro con ponderazione temporale F. Per la seconda prova vengono registrate le indicazioni per la ponderazione di frequenza A, con il fonometro regolato per indicare il livello sonoro con ponderazione temporale F, il livello sonoro con ponderazione temporale S e il livello sonoro con media temporale.

1^a prova

Indicazione	Dev. /dB	Toll. /dB
Lp Fast C	0,0	(-0,2;0,2)
Lp Fast Z	0,0	(-0,2;0,2)

2^a prova

Indicazione	Dev. /dB	Toll. /dB
Lp Fast A	0,0	(-0,1;0,1)
Lp Slow A	0,0	(-0,1;0,1)
Leq A	0,0	(-0,1;0,1)

Linearità di livello nel campo di riferimento

Misura della linearità di livello del campo di misura di riferimento. La prova viene eseguita applicando segnali sinusoidali stazionari ad una frequenza di 8 kHz con il fonometro impostato con la ponderazione di frequenza A, il livello del segnale varia a gradini di 5 dB e di 1 dB in prossimità degli estremi del campo.

Livello /dB	Dev. Lp /dB	Toll. /dB
94	0,0	(-0,8;0,8)
99	0,0	(-0,8;0,8)
104	0,0	(-0,8;0,8)
109	0,0	(-0,8;0,8)
114	0,1	(-0,8;0,8)
119	0,1	(-0,8;0,8)
124	0,1	(-0,8;0,8)
129	0,1	(-0,8;0,8)
134	0,1	(-0,8;0,8)
135	0,1	(-0,8;0,8)
136	0,1	(-0,8;0,8)
137	0,1	(-0,8;0,8)
138	0,1	(-0,8;0,8)
139	0,1	(-0,8;0,8)
140	0,1	(-0,8;0,8)
94	0,0	(-0,8;0,8)
89	0,0	(-0,8;0,8)
84	0,0	(-0,8;0,8)
79	0,0	(-0,8;0,8)
74	0,0	(-0,8;0,8)
69	0,0	(-0,8;0,8)
64	0,0	(-0,8;0,8)
59	0,0	(-0,8;0,8)
54	0,0	(-0,8;0,8)
49	0,0	(-0,8;0,8)
44	0,0	(-0,8;0,8)
39	0,0	(-0,8;0,8)
34	0,1	(-0,8;0,8)
32	0,1	(-0,8;0,8)
31	0,1	(-0,8;0,8)
30	0,1	(-0,8;0,8)
29	0,1	(-0,8;0,8)
28	0,1	(-0,8;0,8)
27	0,2	(-0,8;0,8)

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608
Certificate of Calibration
Linearità di livello del selettore del campo di misura

La prova viene eseguita applicando segnali sinusoidali stazionari ad una frequenza di 1 kHz con il fonometro impostato con la ponderazione di frequenza A. Per la verifica del selettore del campo il livello del segnale di 94 dB viene mantenuto costante, ed il livello di segnale indicato deve essere registrato per tutti i campi di misura secondari in cui il livello del segnale è indicato. Per la verifica della linearità di livello dei campi secondari il livello del segnale d'ingresso deve essere regolato per fornire un livello atteso che sia 5 dB inferiore al limite superiore per quel campo di misura esaminato.

Selettore del campo

Campo di misura /dB	Dev. Lp /dB	Toll. /dB
120	0,0	(-0,8;0,8)

Campi secondari

Campo di misura /dB	Dev. Lp /dB	Toll. /dB
120	0,0	(-0,8;0,8)

Risposta a treni d'onda

La prova viene eseguita applicando treni d'onda di 4 kHz estratti da segnali di ingresso elettrici sinusoidali stazionari di 4 kHz. Il fonometro deve essere impostato con la ponderazione di frequenza A nel campo di misura di riferimento.

Il livello del segnale di ingresso stazionario deve essere regolato per indicare un livello sonoro con ponderazione temporale F, con ponderazione temporale S o con media temporale, che sia 3 dB inferiore al limite superiore del campo di misura di riferimento ad una frequenza di 4 kHz.

Indicazione	Durata treno d'onda /ms	Dev. /dB	Toll. /dB
Lp FastMax	200	-0,1	(-0,5;0,5)
Lp FastMax	2	-0,2	(-1,5;1,0)
Lp FastMax	0,25	-0,3	(-3,0;1,0)
Lp SlowMax	200	0,0	(-0,5;0,5)
Lp SlowMax	2	-0,2	(-1,5;1,0)
SEL	200	0,0	(-0,5;0,5)
SEL	2	-0,1	(-1,5;1,0)
SEL	0,25	-0,2	(-3,0;1,0)

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13608
Certificate of Calibration
Livello sonoro di picco C

La prova viene eseguita applicando segnali di un ciclo completo di una sinusoide ad una frequenza 8 kHz e mezzi cicli positivi e negativi di una sinusoide ad una frequenza 500 Hz nel campo di misura meno sensibile. Il livello del segnale di ingresso sinusoidale stazionario deve essere regolato per fornire un indicazione di livello sonoro con ponderazione C e ponderazione temporale F, che sia di 8 dB inferiore al limite superiore del campo di misura meno sensibile.

N° cicli	Freq. /Hz	Dev. /dB	Toll. /dB
Uno	8k	-0,7	(-2,0;2,0)
Mezzo +	500	-0,2	(-1,0;1,0)
Mezzo -	500	-0,2	(-1,0;1,0)

Indicazione di sovraccarico

La prova viene eseguita applicando segnali di mezzo ciclo, positivo e negativo, di una sinusoide ad una frequenza 4 kHz nel campo di misura meno sensibile. Il livello del segnale di ingresso sinusoidale stazionario a 4 kHz, dal quale sono estratti i mezzi cicli positivi e negativi, deve essere regolato per fornire un indicazione di livello sonoro con media temporale e ponderazione A, che sia di 1 dB inferiore al limite superiore del campo di misura meno sensibile. I livelli dei segnali di ingresso di mezzo ciclo che hanno prodotto le prime indicazioni di sovraccarico devono essere registrati.

N° cicli	Indicazione di sovraccarico
Mezzo +	141,2
Mezzo -	141,2

Dev. /dB	Toll. /dB
0,0	(-1,5;1,5)

Stabilità a lungo termine

La prova viene eseguita applicando un segnale sinusoidale stazionario alla frequenza di 1000 Hz con il fonometro impostato con la ponderazione di frequenza A. Il livello del segnale di ingresso deve essere regolato per avere un indicazione di 94 dB nel campo di misura di riferimento. La stabilità a lungo termine viene valutata rilevando la differenza di inizio e fine misura per un periodo di funzionamento di 30 min.

Indicazione	Dev. /dB	Toll. /dB
Lp Fast A	0,0	(-0,1;0,1)

Stabilità di alto livello

La prova viene eseguita applicando un segnale sinusoidale stazionario alla frequenza di 1000 Hz con il fonometro impostato con la ponderazione di frequenza A. Il livello del segnale di ingresso deve essere regolato per avere un indicazione di 1 dB inferiore al limite superiore del campo di misura meno sensibile. La stabilità di alto livello viene valutata rilevando la differenza di inizio e fine misura per un periodo di funzionamento di 5 min.

Indicazione	Dev. /dB	Toll. /dB
Lp Fast A	0,0	(-0,1;0,1)

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 146 13609
Certificate of Calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2021/09/23
- cliente <i>customer</i>	SPECTRA S.r.l. Via J. F. Kennedy, 19 - 20871 Vimercate (MB)
- destinatario <i>receiver</i>	CUBE S.r.l. Via Emilia, 67 - 40026 Imola (BO)
- richiesta <i>application</i>	T530/21
- in data <i>date</i>	2021/09/20
<u>Si riferisce a</u> <i>referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Calibratore
- costruttore <i>manufacturer</i>	LARSON DAVIS
- modello <i>model</i>	CAL 200
- matricola <i>serial number</i>	13730
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	2021/09/22
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2021/09/23
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	21-1182-RLA

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

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

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

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

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

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

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

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

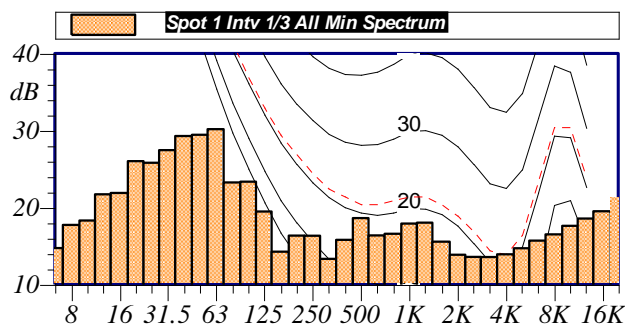
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to EA-4/02. They were estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre

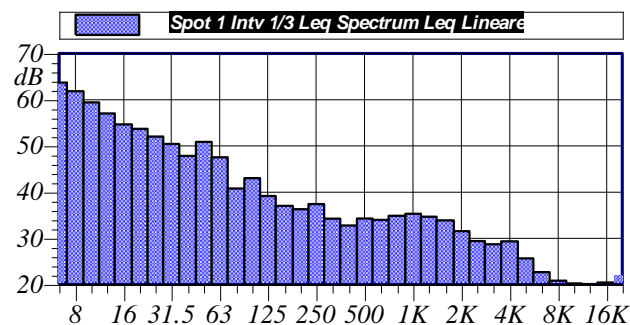
APPENDICE 2 – REPORT DEI RILIEVI FONOMETRICI

Nome misura: Spot 1
Località:
Strumentazione: 831 0004428
Durata: 4795 (secondi)
Nome operatore:
Data, ora misura: 06/04/2022 10:58:23
Over SLM: 0
Over OBA: 0

Spot 1 Intv 1/3 Leq Spectrum Leq Lineare					
12.5 Hz	57.0 dB	160 Hz	37.0 dB	2000 Hz	31.6 dB
16 Hz	54.7 dB	200 Hz	36.3 dB	2500 Hz	29.4 dB
20 Hz	53.7 dB	250 Hz	37.4 dB	3150 Hz	28.7 dB
25 Hz	52.0 dB	315 Hz	34.3 dB	4000 Hz	29.3 dB
31.5 Hz	50.4 dB	400 Hz	32.8 dB	5000 Hz	25.7 dB
40 Hz	47.8 dB	500 Hz	34.3 dB	6300 Hz	22.7 dB
50 Hz	50.9 dB	630 Hz	34.0 dB	8000 Hz	20.8 dB
63 Hz	47.5 dB	800 Hz	34.9 dB	10000 Hz	20.2 dB
80 Hz	40.8 dB	1000 Hz	35.3 dB	12500 Hz	20.1 dB
100 Hz	43.0 dB	1250 Hz	34.7 dB	16000 Hz	20.4 dB
125 Hz	39.2 dB	1600 Hz	33.9 dB	20000 Hz	21.9 dB



L1: 53.4 dBA L5: 45.7 dBA
 L10: 42.8 dBA L50: 35.1 dBA
 L90: 31.7 dBA L95: 31.0 dBA

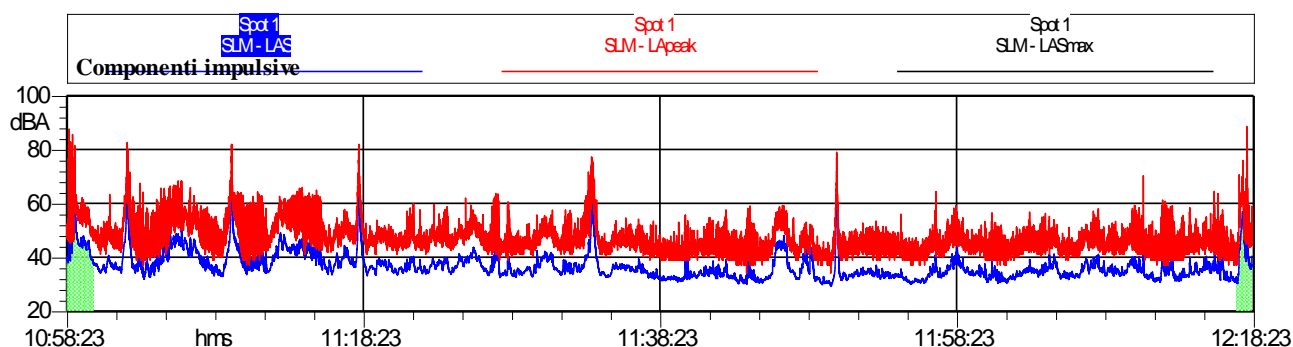


$L_{Aeq} = 43.4 \text{ dB}$

Annotazioni:



Tabella Automatica delle Maschere				
Nome	Inizio	Durata	Leq	
Totale	10:58:23	01:19:54.500	43.8 dBA	
Non Mascherato	11:00:14	01:16:58.800	43.4 dBA	
Mascherato	10:58:23	00:02:55.700	40.2 dBA	
Nuova Maschera 1	10:58:23	00:01:51.100	40.5 dBA	
Nuova Maschera 2	12:17:12	00:01:04.600	40.6 dBA	

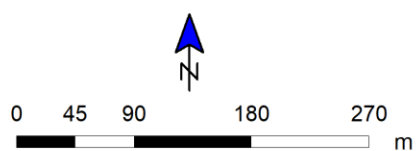
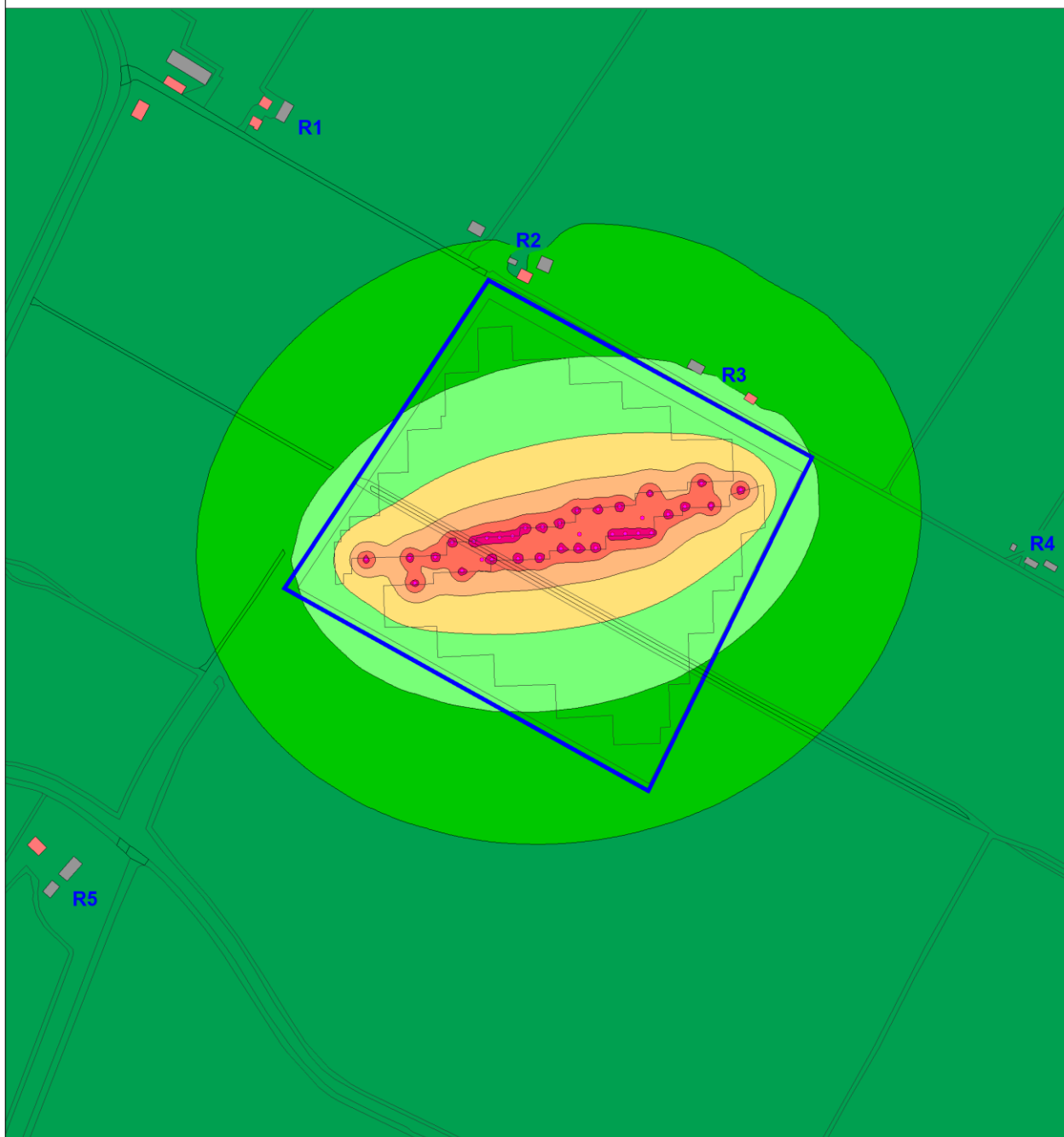


APPENDICE 3 – MAPPATURA DELLE ISOFONICHE

Impianto fotovoltaico "Massarenti 1"

Livelli di emissione durante il periodo diurno

Mappatura curve isofoniche (altezza mappa = 4 m su p.c.)



Legenda

-  Campo FV
-  Ricettori
-  Altri edifici
-  Sorgente sonora

Scala livelli sonori [dBA]









	<= 30
	30 < <= 35
	35 < <= 40
	40 < <= 45
	45 < <= 50
	50 < <= 55
	55 < <= 60
	60 <

Tavola 1