

IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG SALVIA E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 32,12 MWp - COMUNE DI COLLESALVETTI (LI)

Proponente

EG SALVIA S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI, 22 - 20122 MILANO (MI) P.IVA: 12084560965 PEC: egsalvia@pec.it

Progettazione

META STUDIO S.R.L.

VIA SETTEMBRINI, 1 - 65123 PESCARA (PE) P.IVA: 02164240687 PEC: metastudiosrl@pec.it TEL: +39/0854315000



Coordinamento e Responsabile della Progettazione

ING. DOMENICO MEMME

VIA L. SETTEMBRINI, 1 - 65123 PESCARA (PE) PEC: metastudiosrl@pec.it MAIL: d.memme@studiomemme.it
TEL: +39/0854315000 DIRECT: +39/3356390349

Collaboratori

ING. LUIGI NARDELLA *Progettazione Generale e Strutturale*
DOTT.SSA ELEONORA LAMANNA *Progettazione Ambientale e Paesaggistica*
DOTT. FIORAVENTE VERI *Progettazione Elettrica*
3E INGEGNERIA s.r.l. *Progettazione Alta Tensione*

Titolo Elaborato

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	DATA	SCALA
Progetto Definitivo					

Revisioni

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
-----------	------	-------------	----------	------------	-----------

REGIONE
TOSCANA



Regione TOSCANA
Provincia di LIVORNO
Comune di COLLESALVETTI



EG SALVIA S.R.L.

Via dei Pellegrini, 22 – 20122 Milano (MI)

VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO

(L.Q. 447/95, D.M.A. 16/03/98, D.G.R. 673/04)

Impianto fotovoltaico “EG SALVIA” e opere connesse

(potenza nominale pari a 32.12 MWp)

Comune di Collesalvetti (LI)

REDATTO DA:



Libra Ravenna srl
Viale Vincenzo Randi, 90
48121 Ravenna (RA)
P.IVA: 02548330394

IL TECNICO COMPETENTE IN ACUSTICA AMBIENTALE
Dott. Paolo Gabici

Iscrizione Elenco Nazionale n. 5178

2						N° commessa 3431
1						
0	29/09/22	PRIMA EMISSIONE	PG	PG	PG	
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO	

SOMMARIO

A	PREMESSA	3
B	METODOLOGIA DI STUDIO	3
C	QUADRO NORMATIVO	4
D	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
E	INDIVIDUAZIONE DELL'AREA IN ESAME	6
F	RICETTORI E LIMITI DI RIFERIMENTO	6
G	MODELLO PREVISIONALE SOUNDPLAN	11
H	VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO	11
	H.1 FASE DI ESERCIZIO DELL'IMPIANTO	12
	<i>H.1.1 Sorgenti sonore di progetto</i>	12
	<i>H.1.2 Risultati delle simulazioni per la fase di esercizio</i>	16
	H.2 FASE DI REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO – ATTIVITÀ DI CANTIERE.....	17
	<i>H.2.1 Normativa di riferimento</i>	17
	<i>H.2.2 Descrizione delle fasi di cantiere</i>	17
	<i>H.2.3 Metodologia di calcolo</i>	19
	<i>H.2.4 Stima dei livelli sonori relativi alle attività di cantiere</i>	20
I	CONCLUSIONI	25
	APPENDICE 1 – MAPPATURA DELLE ISOFONICHE	26

A PREMESSA

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 32.13 MWp nel territorio comunali di Collesalveti (LI).

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
- Censimento su base cartografica dei ricettori
- 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.

Valutazione di Impatto Acustico

- 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.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".
- **L.R. n. 89 del 01/12/98** "Norme in materia di inquinamento acustico";
- **D.G.R. n. 857/13** "Definizione dei criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico e della relazione previsionale di clima acustico ai sensi dell'art. 12, comma 2 e 3 della Legge Regionale n. 89/98".
- **D.G.R. n. 2/R del 08/01/14** "Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'articolo 2, comma 1 della Legge Regionale n. 89 del 01/12/98 – Norme in materia di inquinamento acustico"
- Regolamento per la disciplina e la tutela dell'inquinamento acustico in attuazione del Piano di Classificazione Acustica del territorio comunale di Collesalveti

D DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico complessivamente di capacità nominale pari a 32.13 MWp e relative opere di collegamento alla Rete Elettrica Nazionale (RTN).

In particolare il progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- impianto fotovoltaico (diviso in 9 sottocampi) nel territorio comunale di Collesalveti (LI)
- cavidotto interrato MT di collegamento fra il campo fotovoltaico e la Stazione utente
- Stazione utente nel territorio comunale di Collesalveti (LI)

In Figura 1 viene riportata una foto aerea dell'area in esame con l'individuazione delle opere in progetto.

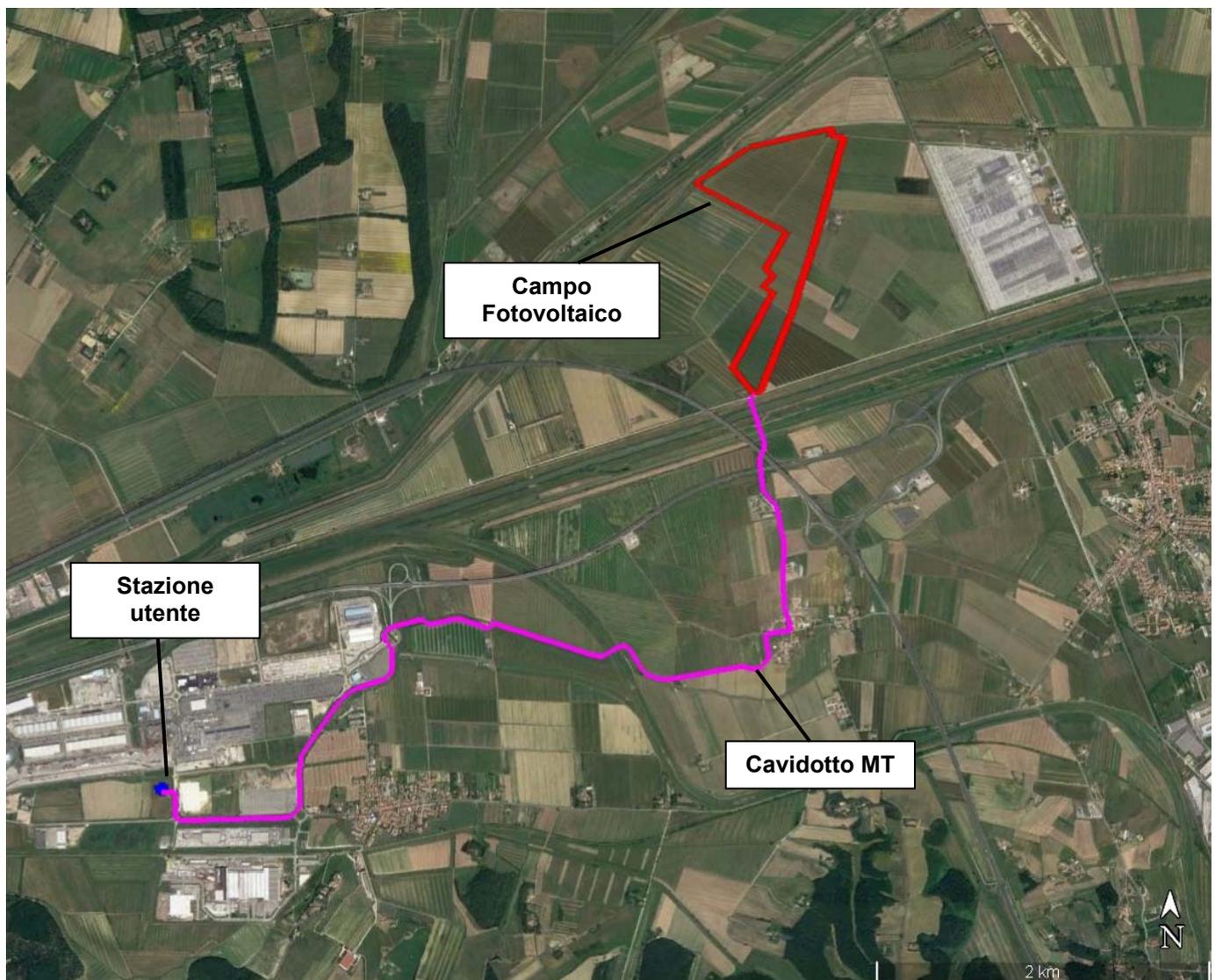


Figura 1 – Foto aerea dell'area in esame con individuazione delle opere in progetto

E INDIVIDUAZIONE DELL'AREA IN ESAME

L'area oggetto di studio interessa il Comune di Collesalvetti ed il Comune di Cascina.

L'area del campo fotovoltaico risulta a vocazione agricola con ridotta densità abitativa, mentre l'area della stazione utente risulta nelle vicinanze di un'area produttiva con assenza di edifici residenziali.

F RICETTORI E LIMITI DI RIFERIMENTO

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

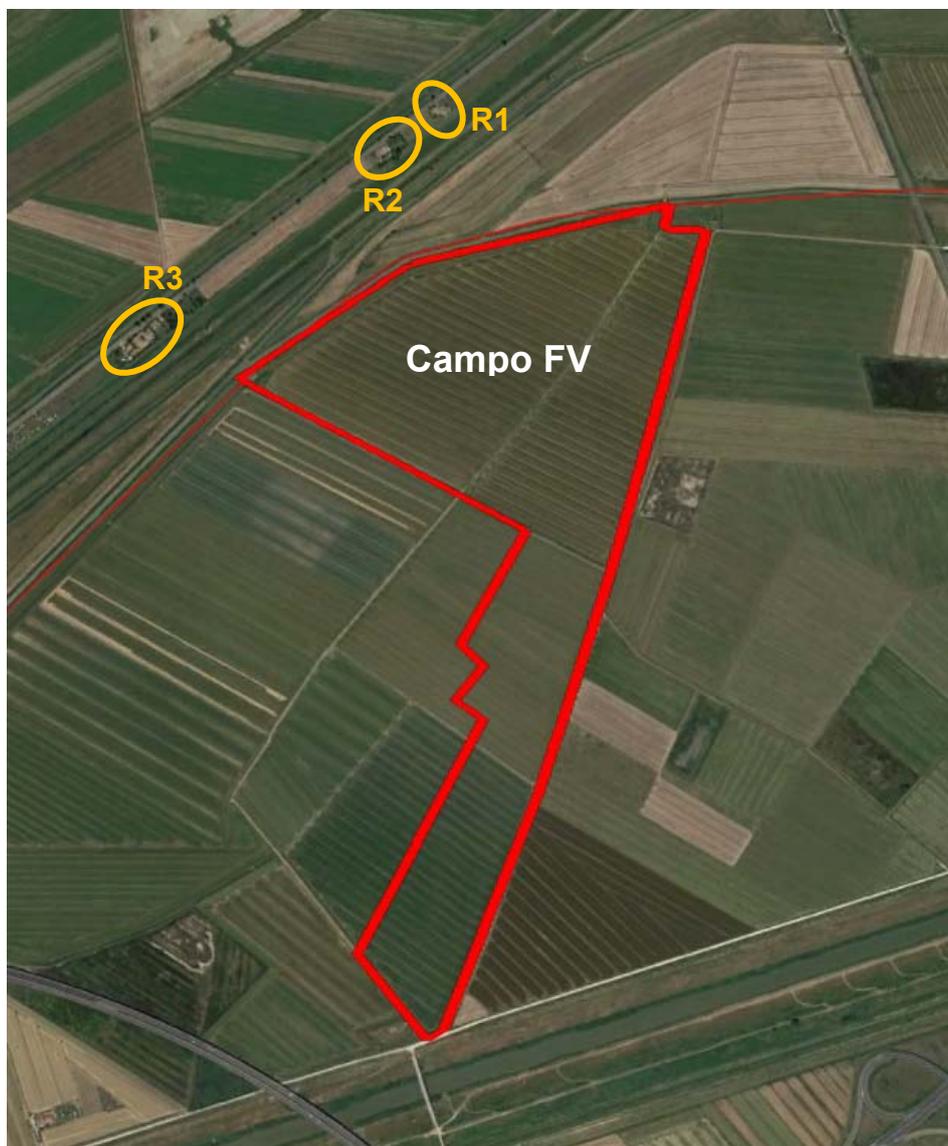


Figura 2 – Foto aerea con individuazione dei ricettori presso il campo fotovoltaico

Valutazione di Impatto Acustico

In Figura 3 viene riportata la foto aerea dell'area della Stazione utente con individuazione dei ricettori più esposti alle emissioni generate dalle sorgenti in progetto.

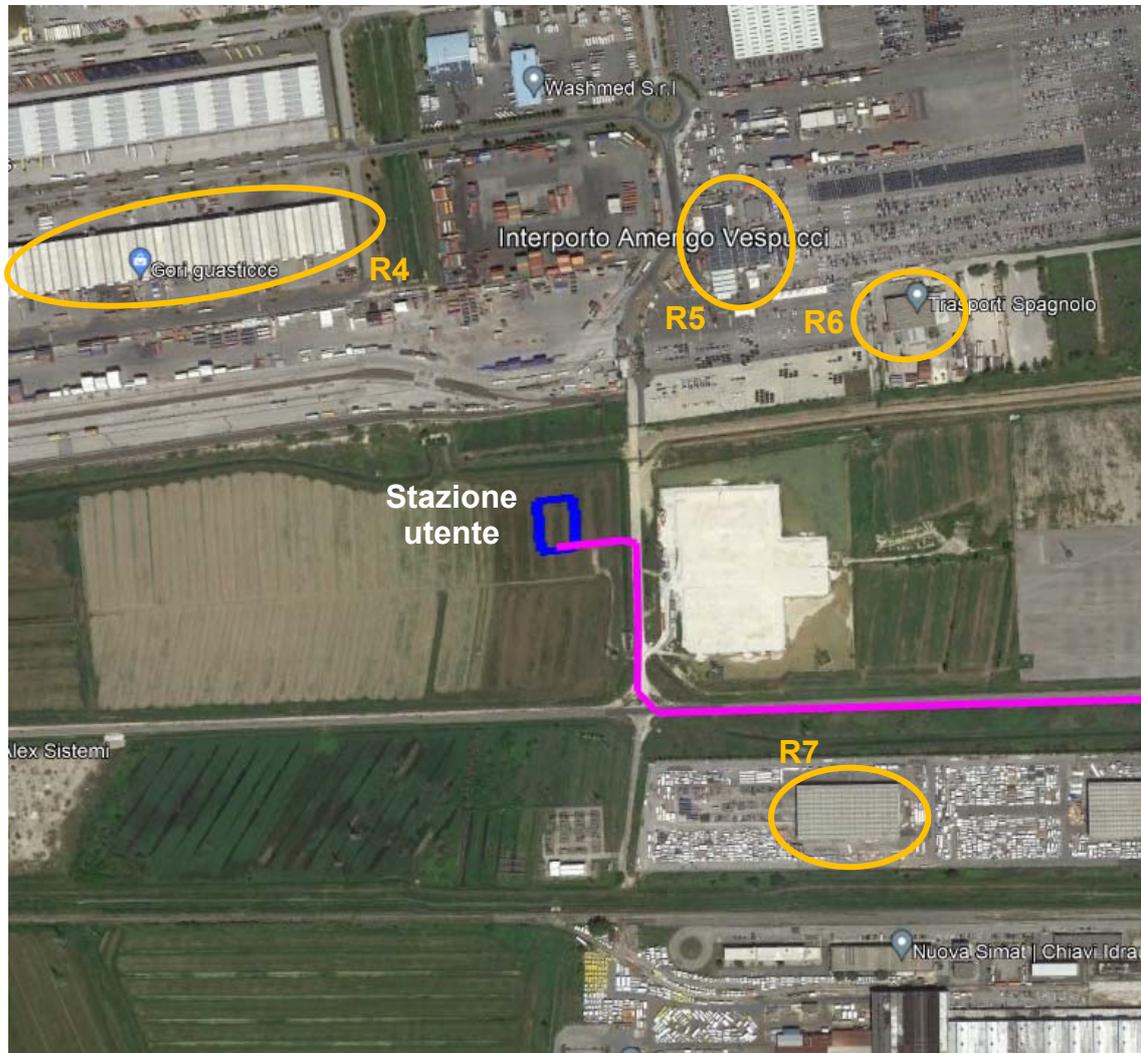


Figura 3 – Foto aerea con individuazione dei ricettori presso la Stazione Utente

Valutazione di Impatto Acustico

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

L'area del campo fotovoltaico risulta ubicata nel territorio Comunale di Collesalveti, mentre i ricettori considerati sono ubicati nel territorio Comunale di Cascina.

L'area della stazione utente risulta ubicata interamente nel territorio comunale di Collesalveti.

La Classificazione Acustica del Comune di Collesalveti è stata pubblicata il 05/03/2021, mentre la Classificazione Acustica del Comune di Cascina è stata approvata con Delibera del C.C. n. 42 del 08/07/2004 e modificata successivamente con Delibera del C.C. n. 62 del 28/09/2006 e n. 61 del 22/04/2021.

In Figura 4 e Figura 5 vengono riportati gli estratti del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Collesalveti e di Cascina con individuazione dell'ubicazione del campo fotovoltaico e dei ricettori considerati.

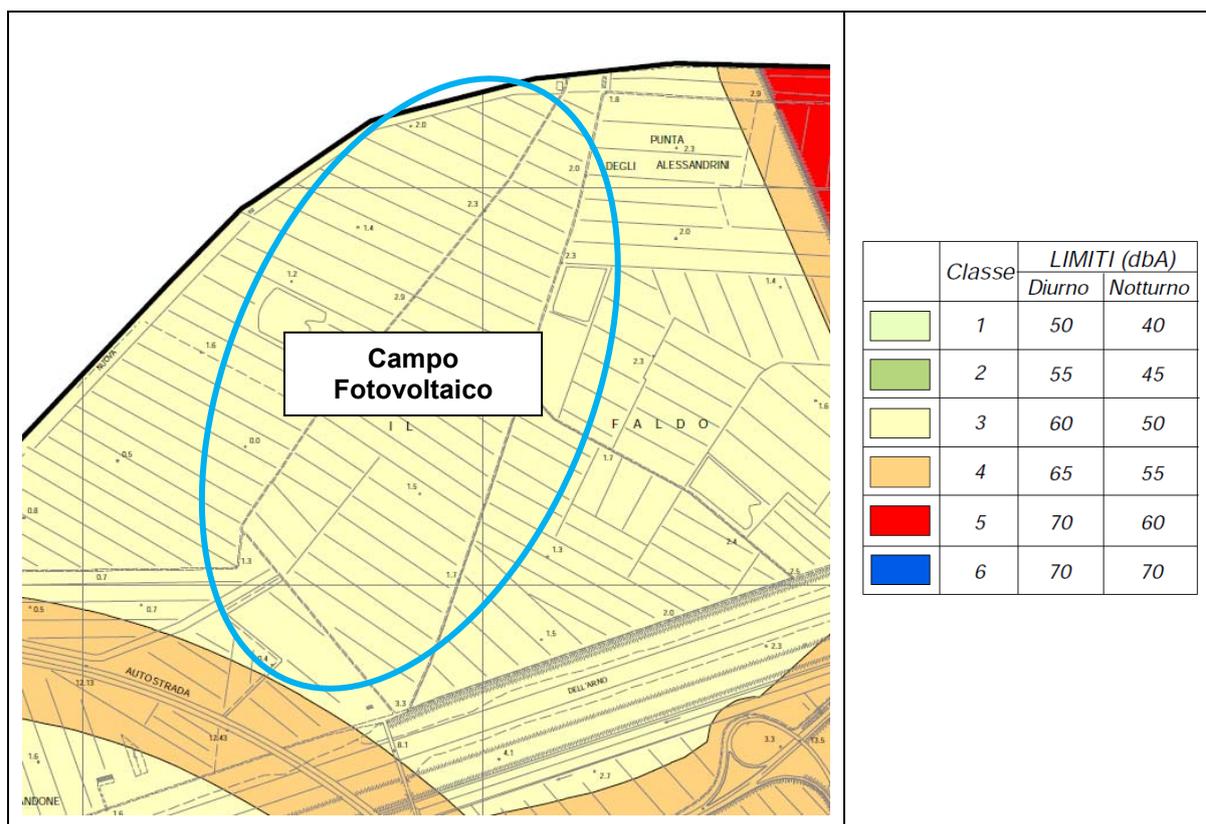


Figura 4 – Stralcio del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Collesalveti – Campo fotovoltaico

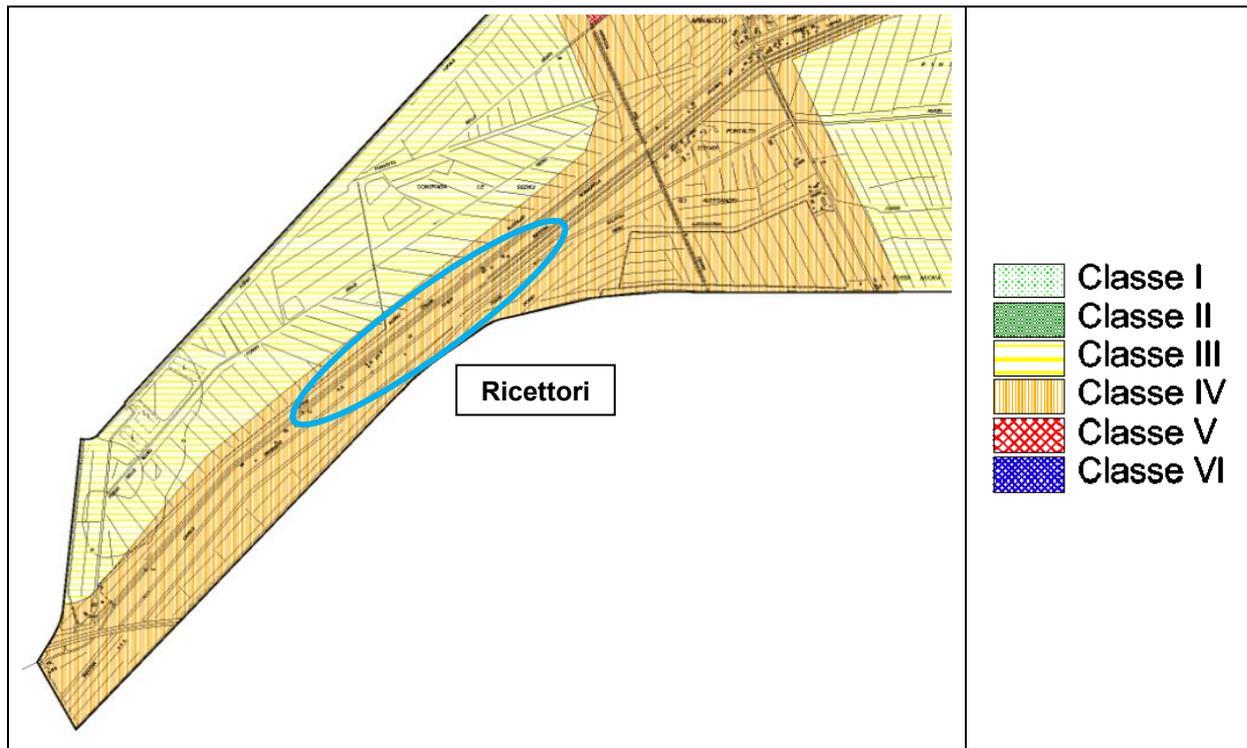


Figura 5 – Stralcio del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Cascina – Ricettori area campo fotovoltaico

Nella figura seguente viene riportato un estratto del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Collesalveti con individuazione della stazione utente.

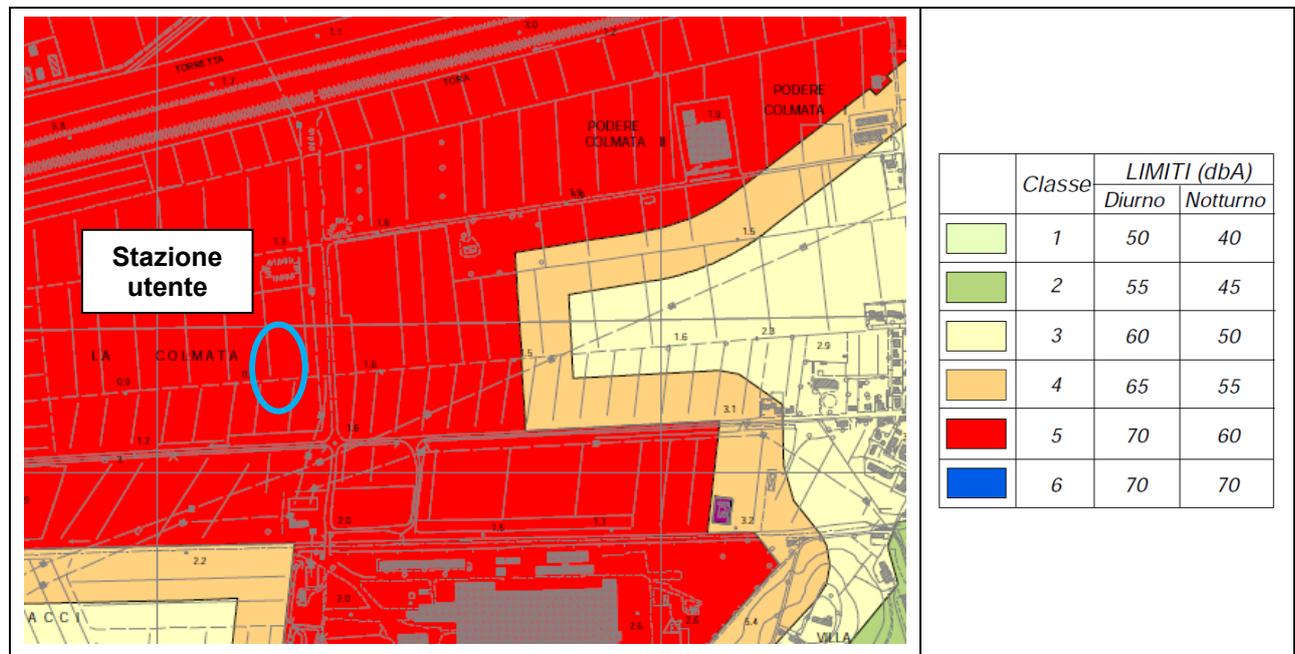


Figura 6 – Stralcio del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Collesalveti – Stazione utente

Valutazione di Impatto Acustico

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 abitativi. Il livello differenziale non deve essere superiore a 5 dBA nel periodo diurno. Tale criterio risulta non applicabile qualora si verificano 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 risulta 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.

Nella tabella seguente vengono riportati i limiti previsti per ciascun ricettore individuato.

Id.	Descrizione	Classe acustica	Limite emissione diurno [dBA]	Limite immissione diurno [dBA]	Criterio differenziale diurno [dBA]
R1	Edifici residenziali	IV	60	65	5
R2	Edificio residenziale	IV	60	65	5
R3	Edifici residenziali	IV	60	65	5
R4	Capannone produttivo	V	65	70	--
R5	Capannone produttivo	V	65	70	--
R6	Capannone produttivo	V	65	70	--
R7	Capannone produttivo	V	65	70	--

Tabella 1 – Ricettori individuati e relativi limiti previsti

G 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.

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 *Sorgenti sonore di progetto*

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

Nell'area dei campi fotovoltaici sono previsti 9 cabinati contenenti un trasformatore BT/MT ciascuno; in un cabinato è presente anche l'inverter centrale; all'interno del campo sono inoltre presenti gli string inverter caratterizzati da emissioni sonore trascurabili e pertanto non sono stati considerati nel presente studio.

Nell'area della stazione utente è previsto un trasformatore MT/AT.

Di seguito vengono riportate le principali caratteristiche delle sorgenti sonore considerate.

TRASFORMATORE BT/MT (Campo FV)	
Caratteristiche tecniche	Valori
Tensione nominale lato MT [kV]	30,0
Tensione nominale lato BT [kV]	0,6
Potenza elettrica apparente nominale [kVA]	3.500
Tipo di raffreddamento	ONAN
Numero delle fasi	3
Numero degli avvolgimenti	2
Frequenza nominale [Hz]	50
Avvolgimento BT	stella
Avvolgimento MT	triangolo
Contenuto d'olio [m ³]	1,5

TRASFORMATORE MT/AT (Stazione utente)	
Caratteristiche tecniche	Valori
Tensione nominale lato AT [kV]	132,0
Tensione nominale lato MT [kV]	30,0
Potenza elettrica apparente nominale [kVA]	40.000/50.000
Tipo di raffreddamento	ONAN/ONAF
Numero delle fasi	3
Numero degli avvolgimenti	3
Frequenza nominale [Hz]	50
Contenuto d'olio	18.000 kg \cong 20,2 m ³

Valutazione di Impatto Acustico

	INGECON® SUN 3825TL						
	C600	C615	C630	C645	C660	C675	C690
Input (DC)							
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	3,144 - 4,188 kWp	3,222 - 4,293 kWp	3,301 - 4,398 kWp	3,379 - 4,502 kWp	3,458 - 4,607 kWp	3,537 - 4,712 kWp	3,615 - 4,816 kWp
Voltage Range MPP ⁽²⁾	853 - 1,300 V	874 - 1,300 V	895 - 1,300 V	916 - 1,300 V	937 - 1,300 V	958 - 1,300 V	979 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V						
Maximum current	3,965 A						
N° inputs with fuse-holders	Up to 24						
Fuse dimensions	63 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)						
Type of connection	Connection to copper bars						
Power blocks	1						
MPPT	1						
Input protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
DC switch	Motorized DC load break disconnect						
Other protections	Up to 24 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton						
Output (AC)							
Power @35 °C / @50 °C	3,326 kVA / 2,858 kVA	3,409 kVA / 2,929 kVA	3,492 kVA / 3,001 kVA	3,575 kVA / 3,072 kVA	3,658 kVA / 3,144 kVA	3,741 kVA / 3,215 kVA	3,824 kVA / 3,287 kVA
Current @35 °C / @50 °C	3,200 A / 2,750 A						
Rated voltage ⁽⁴⁾	600 V IT System	615 V IT System	630 V IT System	645 V IT System	660 V IT System	675 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz						
Power Factor ⁽⁵⁾	1						
Power Factor adjustable	Yes, 0 - 1 (leading / lagging)						
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁶⁾	<3%						
Output protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
AC breaker	Motorized AC circuit breaker						
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection						
Other protections	AC short-circuits and overloads						
Features							
Operating efficiency	98.9%						
CEC	98.5%						
Max. consumption aux. services	7,600 W						
Stand-by or night consumption ⁽⁷⁾	< 180 W						
Average power consumption per day	2,500 W						
General Information							
Ambient temperature	-20 °C to +60 °C						
Relative humidity (non-condensing)	0-100% (Outdoor)						
Protection class	IP65 ⁽⁸⁾						
Corrosion protection	External corrosion protection						
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)						
Cooling system	Liquid cooling system and forced air cooling system with temperature control (400V 3 phase + neutral power supply, 50/60 Hz)						
Air flow range	0 - 18,000 m³/h						
Average air flow	12,000 - 30,000 m³/h						
Acoustic emission (100% / 50% load)	57 dB(A) at 10m / 49.7 dB(A) at 10m						
Marking	CE						
EMC and security standards	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100						
Grid connection standards	IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, PO.12.2, CEI 0-16, VDE AR N 4120 ...), G99, South African Grid code, Mexican Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai) Grid code, Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code						

Figura 7 – Caratteristiche tecniche dell'inverter centrale

In Figura 8 viene riportata la planimetria del campo fotovoltaico con individuazione dei sottocampi, dei cabinati tecnici contenenti i trasformatori e della cabina contenente l'inverter centrale.

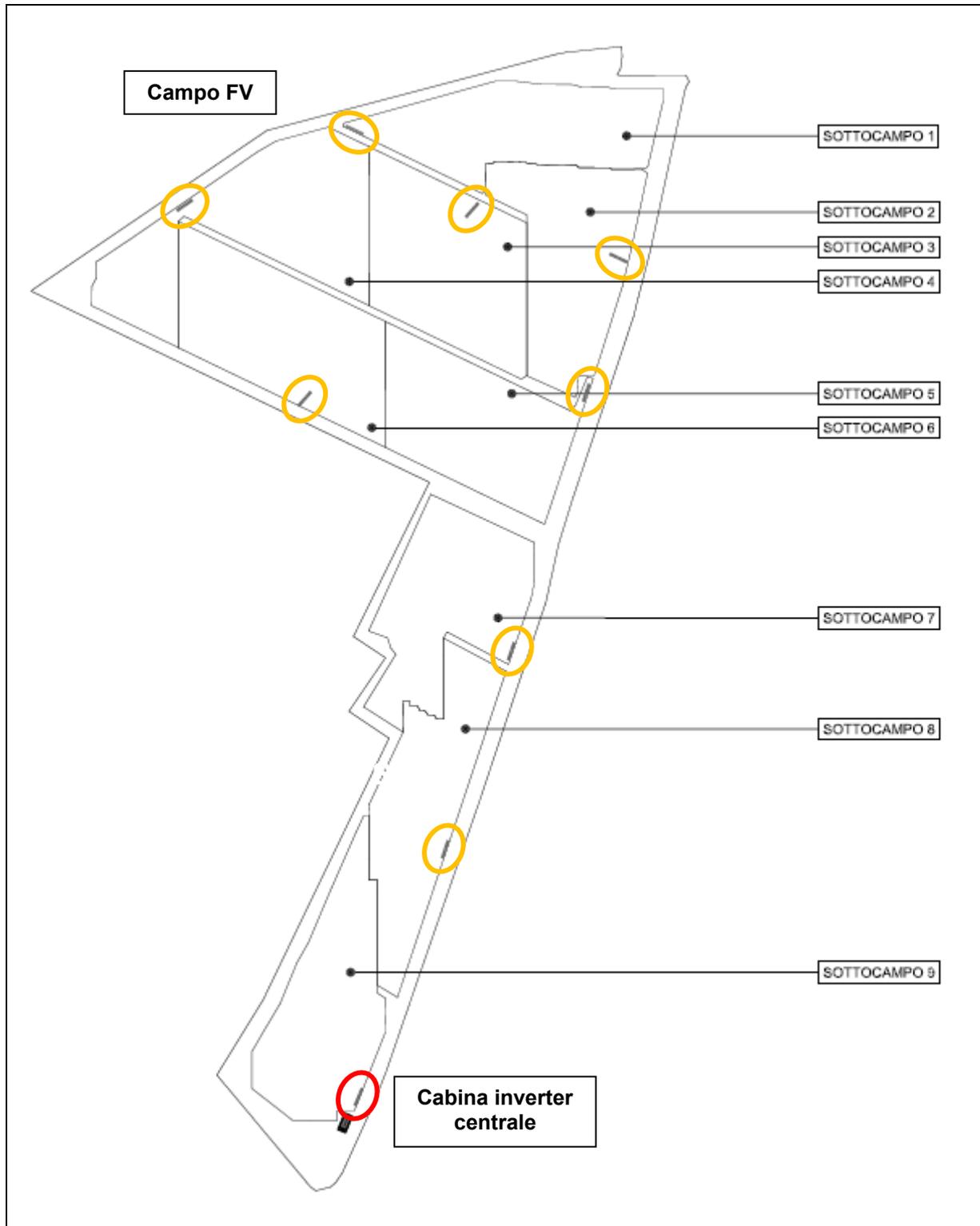


Figura 8 – Foto aerea con individuazione dei cabinati tecnici

Per quanto riguarda le caratteristiche di emissione sonora delle sorgenti di progetto sono stati considerati gli spettri di potenza sonora ricavati da rilievi eseguiti su sorgenti analoghe e riportati in Tabella 2.

Freq [Hz]	Inverter	Trasformatore Campo FV	Trasformatore Stazione utente
25	37.5	64.9	75.9
31.5	42.3	64.4	75.4
40	47.7	65.0	76.0
50	52.9	65.8	76.8
63	59.9	68.8	79.8
80	64.0	69.2	80.2
100	80.7	82.5	93.5
125	66.5	65.3	76.3
160	64.1	60.1	71.1
200	80.2	73.7	84.7
250	67.3	58.6	69.6
315	76.1	65.4	76.4
400	82.5	70.0	81.0
500	71.8	57.7	68.7
630	73.0	57.6	68.6
800	75.0	58.5	69.5
1000	74.0	56.7	67.7
1250	72.9	55.0	66.0
1600	71.4	53.1	64.1
2000	68.7	50.2	61.2
2500	67.4	48.8	59.8
3150	66.2	47.7	58.7
4000	67.6	49.3	60.3
5000	67.5	49.6	60.6
6300	67.8	50.6	61.6
8000	68.1	51.9	62.9
10000	66.2	51.4	62.4
12500	64.2	51.2	62.2
16000	58.1	47.4	58.4
20000	50.4	42.4	53.4
Lw [dBA]	88.0	84.0	95.0

Tabella 2 – 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 dei cabinati.

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 vengono riportate le mappature delle isofoniche relative al periodo diurno (Tavola 1 e 2).

Codifica ricettore	Contributo diurno sorgenti attività [dBA]	Limite emissione diurno [dBA]	Limite immissione diurno [dBA]	Verifica
R1	26.9	60	65	✓
R2	27.7	60	65	✓
R3	24.3	60	65	✓
R4	35.5	65	70	✓
R5	35.7	65	70	✓
R6	32.9	65	70	✓
R7	33.4	65	70	✓

Tabella 3 – Risultati delle stime relative allo scenario di progetto (fase di esercizio)

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 F, 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 di riferimento

Il Regolamento per la disciplina e la tutela dell'inquinamento acustico in attuazione del Piano di Classificazione Acustica del territorio comunale di Collesalveti 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 lavorazioni ritenute particolarmente disturbanti, che comportano l'impiego di attrezzature rumorose come ad esempio martelli demolitori, flessibili, seghe circolari, ecc., saranno consentite nei periodi 8.00-12.00 e 13.00-19.00 nei giorni feriali e 9.00-12.30 e 16.00-19.00 nei giorni festivi.

Per i cantieri in ambiente esterno non dovrà essere superato il valore limite di 70 dBA, con tempo di misura (TM) \geq 15 minuti, rilevato in facciata ai ricettori, intesa ad 1 m dalla parete nell'ambiente esterno, secondo le modalità previste dal DM 16/03/98; i risultati devono essere eventualmente corretti con le penalizzazioni previste dal decreto sopra citato. Quando non altrimenti specificato è sempre implicita la deroga al criterio differenziale.

In caso di attivazione di cantieri, le macchine e gli impianti in uso sia fissi che mobili dovranno essere conformi alle rispettive norme di omologazione e certificazione e dovranno essere collocate in postazioni che possano limitare al massimo la rumorosità nell'ambiente circostante e soprattutto nei confronti di soggetti disturbabili. Per le attrezzature non considerate nella normativa nazionale vigente, quali gli attrezzi manuali, dovranno essere utilizzati tutti gli accorgimenti e comportamenti per rendere meno rumoroso il loro uso.

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; ciascuna fase risulta costituita da sottofasi (scavo, montaggio, posa cavi ecc.).

Le attività di cantiere verranno svolte negli orari 8.00-12.00 e 13.00-19.00.

In Tabella 4 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 e stazione utente	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 4 – 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:

$$L_p = L_w + DI\theta - 20\text{Log}(d) - A - 11$$

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 = $10\log(Q)$ = 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;

Lp1, Lp2 = 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 5 vengono riportati i macchinari utilizzati nelle diverse fasi individuate in precedenza con le relative caratteristiche di emissioni sonora.

Macchina	n.	Lw	31.5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K
		dB(A)	dB	dB	dB	dB						
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
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												
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2
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												
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2
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												
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2
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												
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2
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												
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2
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												
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2
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												
Autocarro	1	96.2	95.1	97.1	95.0	91.5	89.5	92.3	90.1	84.7	79.8	75.2
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 5 – 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.

In Figura 9 e Figura 10 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 08.00-12.00 e 13.00-19.00.

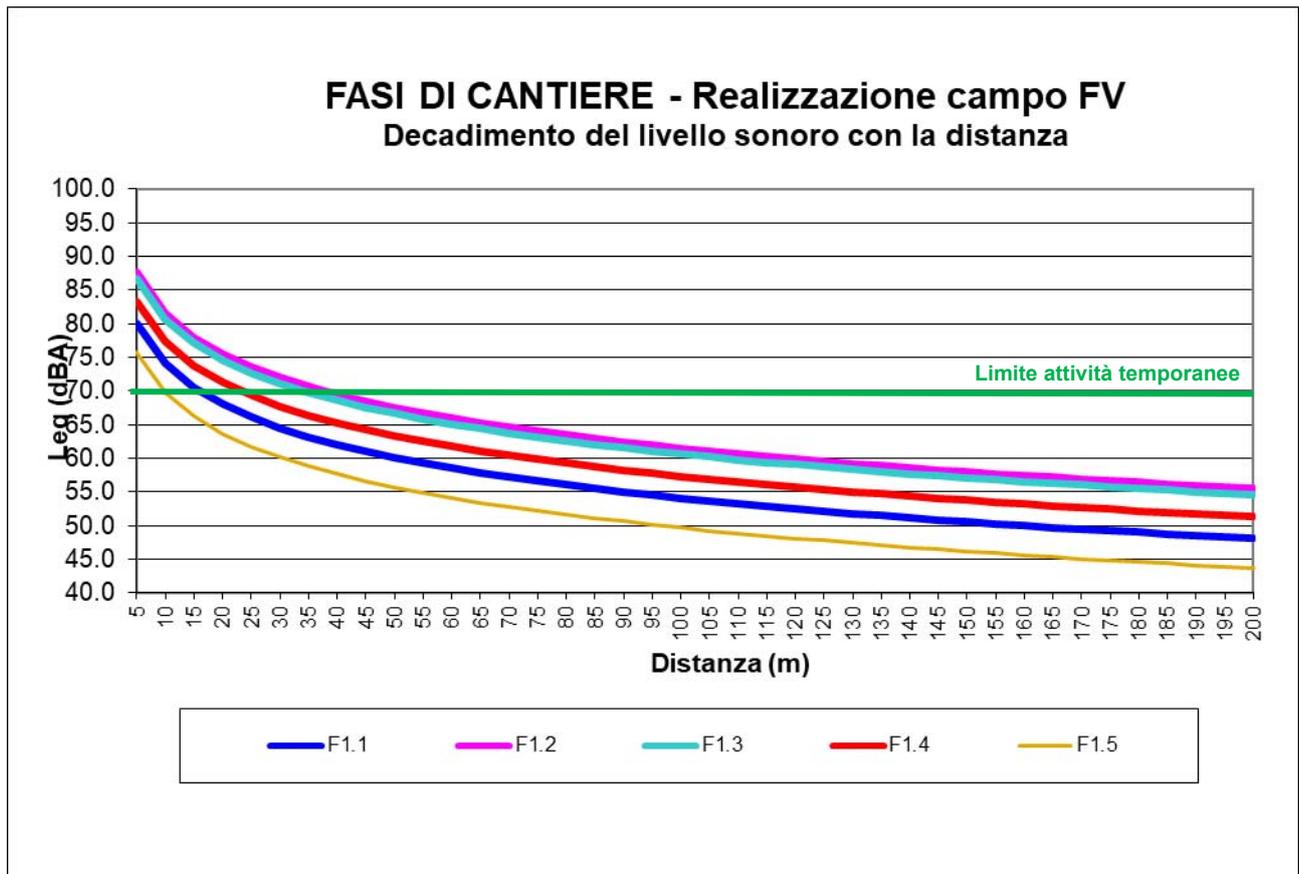


Figura 9 – Curve di decadimento dell'energia sonora relative alle sottofasi di cantiere per la realizzazione del campo FV e della Stazione utente

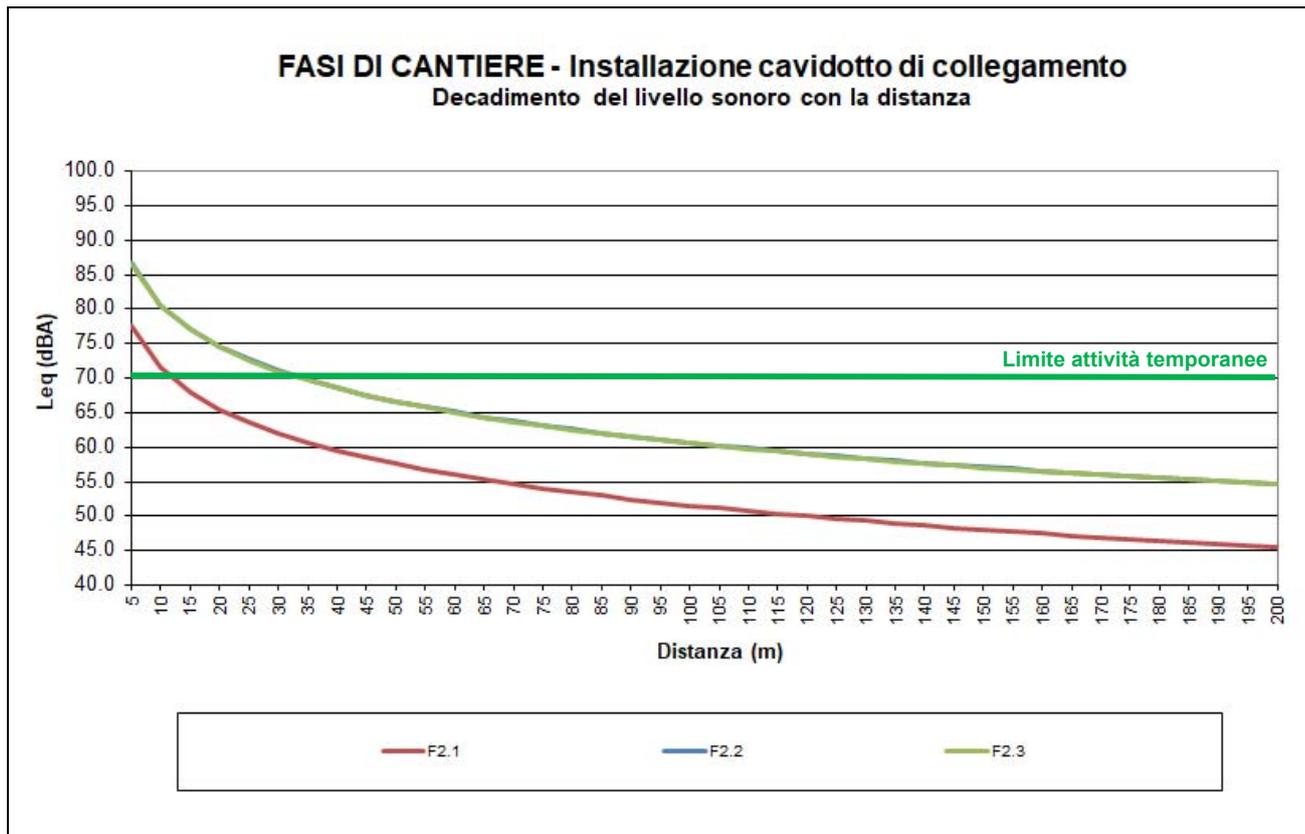


Figura 10 – Curve di decadimento dell’energia sonora relative alle sottofasi di cantiere per l’installazione del cavidotto di collegamento

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 Tabella 6 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.

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 e stazione utente	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 cavi-dotto di collegamento MT	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 6 – 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.

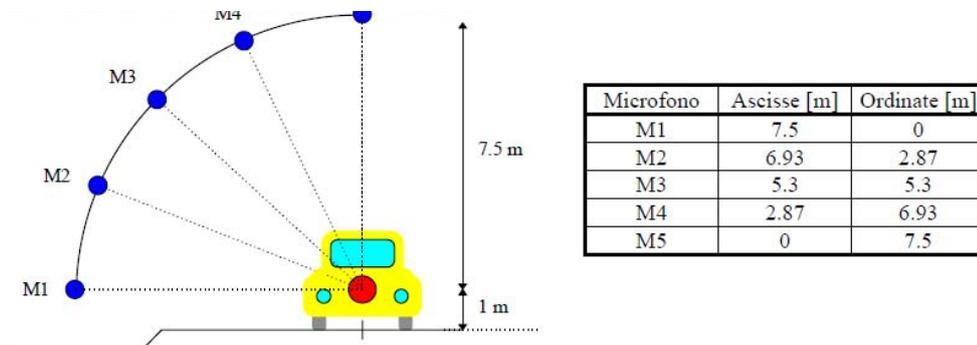
L'impatto acustico generato dal traffico di mezzi pesanti verrà valutato mediante l'uso del SEL. Nell'ambito del Progetto DISIA, promosso dal Ministero dell'Ambiente, denominato "Individuazione degli obiettivi di risanamento acustico nelle aree urbane" (1994) è stata effettuata la caratterizzazione del 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

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.

A. Farina, G. Brero - "Modello numerico basato su rilievi sperimentali per la progettazione di dispositivi di riduzione del suono" - Atti del Convegno NOISE & PLANNING '96 - Pisa, 29-31 maggio 1996.

Valutazione di Impatto Acustico

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

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:

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

Nel nostro caso 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.

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

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 32.13 MWp nel territorio comunali di Collesalveti (LI).

L'area in cui è previsto il progetto è inserita in Classe III (area campo fotovoltaico) e in Classe V (area stazione utente) dal Piano di Classificazione Acustica del Comune di Collesalveti; i ricettori considerati risultano in classe IV (area campo fotovoltaico) e Classe V (area stazione utente), con limiti assoluti diurni di immissione, ovvero quelli rappresentativi del periodo di attività delle sorgenti sonore, pari rispettivamente a 65 dBA e 70 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.

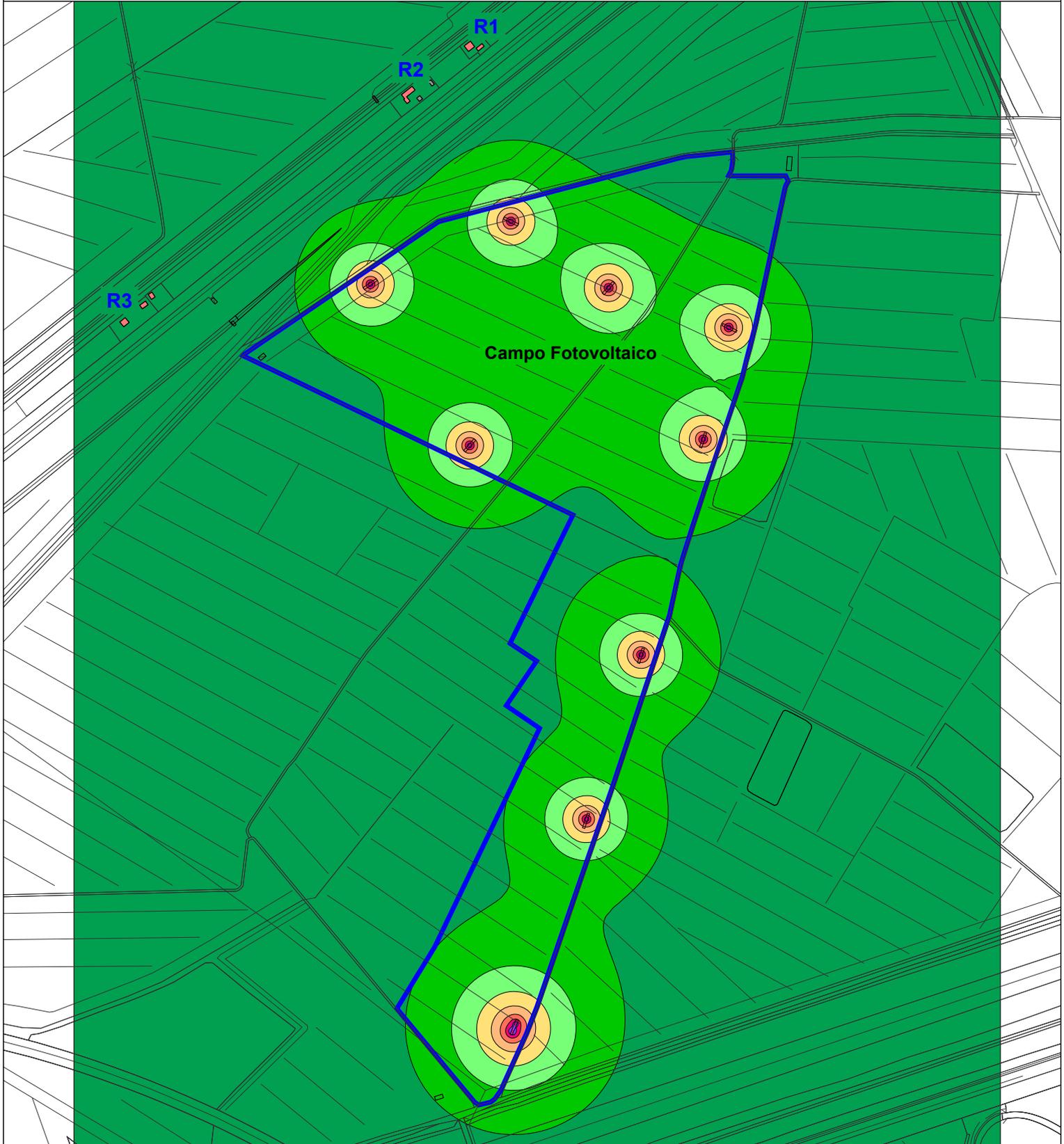
Infine il traffico indotto di mezzi pesanti non determina superamenti di legge già alla distanza di 5 metri dal bordo carreggiata.

APPENDICE 1 – MAPPATURA DELLE ISOFONICHE

Impianto fotovoltaico "EG SALVIA"

Livelli di emissione durante il periodo diurno - Campo FV

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



Legenda

-  Campo FV
-  Abitazioni
-  Capannoni
-  Sorgente sonora

Scala livelli sonori [dBA]

	≤ 30
	$30 < \leq 35$
	$35 < \leq 40$
	$40 < \leq 45$
	$45 < \leq 50$
	$50 < \leq 55$
	$55 < \leq 60$
	$60 <$

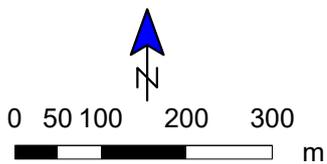
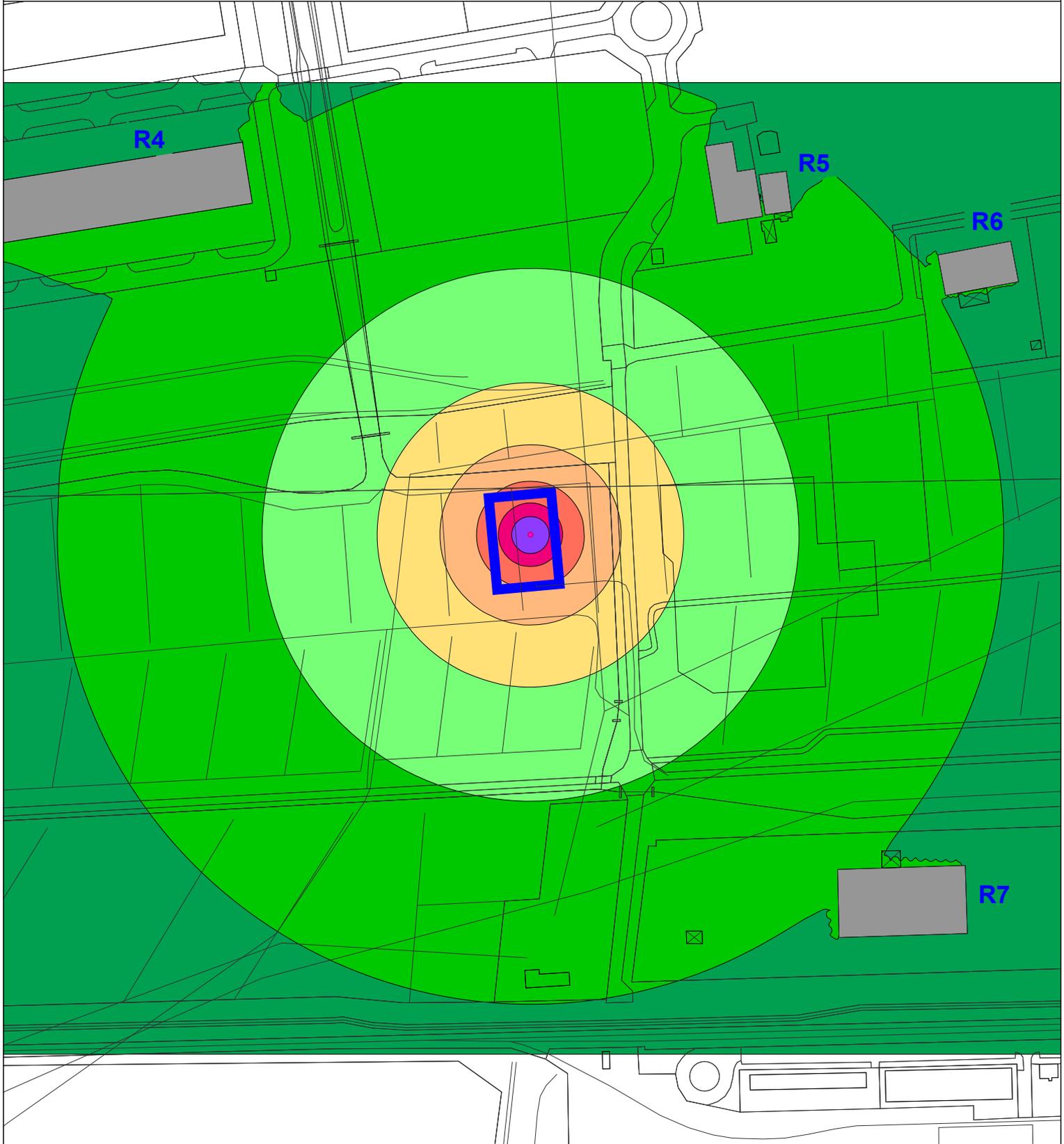


Tavola 1

Impianto fotovoltaico "EG SALVIA"

Livelli di emissione durante il periodo diurno - Stazione utente

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



Legenda

-  Stazione utente
-  Abitazioni
-  Capannoni
-  Sorgente sonora

Scala livelli sonori [dBA]

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

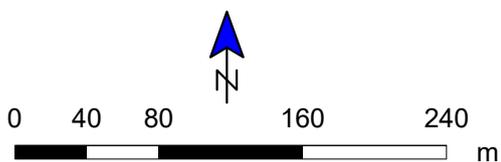


Tavola 2