



REGIONE LAZIO

Comune di Paliano



PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO A TERRA DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 37.807,2 kWp INTEGRATO CON UN SISTEMA DI ACCUMULO DELLA POTENZA DI 12.000 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 48.000 kW UBICATO NEL COMUNE DI PALIANO (FR) E DELLE OPERE CONNESSE NEL COMUNE DI ANAGNI (FR)

TITOLO

Relazione impatto acustico

PROGETTAZIONE

PROPONENTE


 **STUDIO
RINNOVABILI**

SR International S.r.l.
C.so Vittorio Emanuele II, 282-284 - 00186 Roma
Tel. 06 8079555 - Fax 06 80693106
C.F e P.IVA 13457211004

ATON 27 S.r.l.

ATON 27 S.r.l.
VIA EZIO MACCANI 54 - 38121 Trento (TN)
C.F e P.IVA 02708670225
PEC: aton27.srl@pec.it




Ing. ANDREA BARTOLAZZI
TECNICO COMPETENTE
IN ACUSTICA AMBIENTALE
REGIONE LAZIO n° 583

Revisione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato	Descrizione
00	01/07/2023	Ing. Faggiani	Ing. Bartolazzi	Ing. Bartolazzi	Relazione impatto acustico

Codice Elaborato

TCN-PLN-RIA

Scala

-

Formato

A4

Copyright © 2020 SR international s.r.l.
Tutti i diritti riservati

Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta, memorizzata in sistemi di recupero o trasmessa in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo elettronico, meccanico, fotocopie, registrazione o altrimenti, senza la previa autorizzazione scritta della società SR international srl.

Avviso di non responsabilità

Studio Rinnovabili ritiene che le informazioni e le opinioni espresse in questo lavoro siano valide, ma manifesta che tutte le parti debbano fare affidamento sulla loro competenza e giudizio nel farne uso. Studio Rinnovabili non rende alcuna garanzia, espressa o implicita, per quanto riguarda l'accuratezza o la completezza delle informazioni provenienti dal cliente contenute nella presente relazione e non si assume alcuna responsabilità per l'accuratezza o la completezza di tali informazioni. Studio Rinnovabili non si assume alcuna responsabilità verso chiunque per qualsiasi perdita o danno derivante da questa relazione.

GLOSSARIO

SR	Studio Rinnovabili
MAP	Ministero delle attività produttive
AC	Corrente alternata
DC	Corrente continua
MT	Media tensione
AEEG	Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas
BAT	Migliori Tecniche Disponibili
CIP	Comitato interministeriale dei prezzi
CIPE	Comitato interministeriale programmazione economica
DPCM	Decreto del Presidente Consiglio dei ministri
DM	Decreto ministeriale
GHG	Gas ad effetto serra
GME	Gestore del mercato elettrico
TERNA	Operatore del sistema di trasmissione nazionale (ex GRTN)
ENEL	Operatore locale del sistema di trasmissione
IAFR	Domanda da presentare al GSE per iniziare un impianto di ER
NC	Non comunicati
NA	Non ammissibili
NN	Non necessario
PRG	Piano Regolatore Comunale
ER	Energia rinnovabile
UTF	Ufficio tecnico di finanza
RTI	Raggruppamento temporaneo di imprese

INDICE

1. PREMESSA.....	5
2. LEGISLAZIONE ITALIANA.....	6
3. DIRETTIVE REGIONALI.....	11
4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	11
5. ZONIZZAZIONE ACUSTICA COMUNALE	12
6. ANALISI DEI RICETTORI.....	13
7. SITUAZIONE ANTE-OPERAM	14
8. IL SOFTWARE PREVISIONALE E IL CALCOLO	16
9. FASE DI CANTIERE.....	17
10. FASE DI ESERCIZIO	19
11. SITUAZIONE POST-OPERAM.....	21
12. ANALISI VIBRAZIONALE IN FASE DI CANTIERE E DI DISMISSIONE	22
13. CONCLUSIONI.....	25
14. BIBLIOGRAFIA	26
15. APPENDICE A – STRUMENTAZIONE E CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DEL RUMORE DI FONDO	27
16. APPENDICE B – SCHEDE TECNICHE	29
17. APPENDICE C – CERTIFICATO TECNICO ACUSTICO.....	31
18. APPENDICE D – CALIBRAZIONE STRUMENTO.....	34

Indice figure

<i>Figura 1 – Zona del progetto.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2 – Zonizzazione dell'area intorno all'area di progetto (in azzurro)</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3 – Layout Impianto e ricettori (R) e sorgenti (CT per cabine di Trasformazione e CB per cabina Batterie) presenti nell'area</i>	<i>14</i>
<i>Figura 4 – Ubicazione delle postazioni di misura effettuate.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 5 – Risultato della simulazione con linee di iso-rumorosità</i>	<i>21</i>
<i>Figura 6 – Posizione e vista del punto di misura M1</i>	<i>28</i>
<i>Figura 7 – Traccia delle misura M1</i>	<i>29</i>

Indice tabelle

<i>Tabella 1 – Limiti applicabili in assenza di zonizzazione acustica</i>	<i>7</i>
<i>Tabella 2 – Valori limite di emissione – Leq in dB(A).</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 3 – Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A).</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 4 – Valori di qualità – Leq in dB(A).</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 5 - Fasce di pertinenza e limiti di immissione del rumore per strade esistenti e assimilabili (tabella 2 allegata al D.P.R. 142/2004).</i>	<i>10</i>
<i>Tabella 6 – Valori limite dell'area dell'impianto</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 7 - Anagrafica Ricettori.....</i>	<i>14</i>

<i>Tabella 8 – Rumore misurato all'esterno</i>	15
<i>Tabella 9 – Parametri di configurazione per il calcolo</i>	17
<i>Tabella 10 – Livello potenza sonora per i diversi macchinari</i>	18
<i>Tabella 11 – Sorgenti sonori in fase di esercizio</i>	19
<i>Tabella 12 – Immissione di rumore al ricettore</i>	20
<i>Tabella 13 – Limiti previsti per la zona in oggetto</i>	21
<i>Tabella 14 – Riassunto situazione Ante e Post e check del rispetto dei limiti di legge</i>	22
<i>Tabella 15 – Limiti di vibrazioni negli edifici (UNI 9614)</i>	22
<i>Tabella 16 – Macchine considerate nella valutazione dell'impatto vibrazionale in fase di cantiere misurate a 5 m dalla sorgente</i>	23
<i>Tabella 17 – Parametri del terreno</i>	24
<i>Tabella 18 – Calcolo della vibrazione in fase di cantiere</i>	24
<i>Tabella 19 – Limiti previsti per la zona in oggetto</i>	25

1. PREMESSA

Il presente documento rappresenta la valutazione acustica della situazione post operam del rumore dell'impianto fotovoltaico situato nel Comune di Paliano (FR).

La società proponente del progetto è ATON 27 S.r.l, che si occupa di sviluppo e realizzazione di impianti per la produzione di energia proveniente da fonti rinnovabili, in particolare da fonte solare-fotovoltaica con sede a Trento.

SR International S.r.l. è una società di consulenza e progettazione operante nel settore delle fonti rinnovabili di energia, in particolare solare fotovoltaica ed eolica. Per la realizzazione del progetto in esame essa funge da soggetto di riferimento per il supporto tecnico-progettuale.

L'energia fotovoltaica è considerata una risorsa strategica per il futuro, attraverso la quale si produce energia elettrica su vasta scala a costi concorrenziali rispetto all'energia nucleare e del petrolio. I vantaggi che offre l'energia prodotta dal vento sono molteplici. Innanzi tutto si tratta di una fonte di energia rinnovabile che non richiede alcun combustibile e soprattutto pulita, perché non produce emissioni di gas, radiazioni e sostanze inquinanti dannose per l'uomo e per l'ambiente circostante.

Gli obiettivi Italiani di rispetto dei traguardi europei in termini di efficienza energetica e riduzione delle emissioni di gas serra sono stati formalizzati con Il Piano nazionale integrato per l'Energia ed il Clima (PNIEC). Si prevede di realizzare una nuova politica energetica che assicuri la piena sostenibilità ambientale, sociale ed economica del territorio nazionale e accompagni tale transizione.

Il piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030, ha come obiettivi:

- Grande crescita del fotovoltaico: +30GW, sia a terra sia sugli edifici;
- Riduzione di consumi ed emissioni nel settore residenziale e terziario: - 7Mtep;
- Decarbonizzazione dei trasporti: -8 Mtep di peroliferi, +2 Mtep di rinnovabili;
- Elettrificazione dei consumi: +1,6 Mtep tra trasporto, residenziale e terziario;
- Riduzione della dipendenza energetica: dal 77% al 63%.

Il progetto in esame risulta in linea con il suddetto Piano in quanto consente la produzione di energia da fonti rinnovabili, contribuendo alla diminuzione dei consumi e delle emissioni inquinanti.

In un'era dove le corpose immissioni di gas nell'atmosfera hanno determinato e determinano l'effetto serra con il conseguente surriscaldamento terrestre e lo scioglimento dei ghiacciai è estremamente necessario puntare ed incrementare le ricerche sulle energie rinnovabili pulite come l'energia fotovoltaica.

Obiettivo del presente studio è caratterizzare il clima acustico presente nelle aree limitrofe l'ubicazione del futuro parco fotovoltaico di Paliano (FR) ai fini di valutare l'impatto acustico sui centri abitati situati nelle immediate vicinanze, verificandone la compatibilità con gli standard noti e la normativa vigente in materia.

Nei paragrafi seguenti, dopo una sintesi del quadro normativo di settore che delinea gli standard di riferimento in campo acustico, viene previsto il rumore prodotto dal parco fotovoltaico, per effettuare un confronto coi limiti di legge.

2. LEGISLAZIONE ITALIANA

La legislazione italiana sull'inquinamento acustico nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo prende le mosse dalla legge 23 dicembre 1978, n.833, che include fra le varie forme di inquinamento, (di natura chimica, fisica e biologica) quella dovuta alle emissioni sonore. Attualmente il quadro normativo nazionale si basa su due fonti principali, il D.P.C.M. del 1° marzo 1991 e la Legge quadro n. 447 del 26 Ottobre 1995, che rappresentano gli strumenti legislativi che hanno consentito di realizzare una disciplina organica e sistematica dell'inquinamento acustico in ambienti abitativi ed esterni.

Il D.P.C.M. 01 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" pur con caratteristiche di transitorietà in attesa dell'approvazione di una legge quadro in materia, stabilisce i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e esterni, differenziandoli a seconda della destinazione d'uso e della fascia oraria interessata (periodo diurno e periodo notturno). Tale decreto è stato recentemente integrato dal DPCM 14 novembre 1997 che riporta i nuovi e vigenti valori dei limiti di rumore in base alle definizioni stabilite dalla L.447/95. Ai fini dell'applicazione del presente decreto sono dettate in allegato A apposite definizioni tecniche e sono altresì determinate in allegato B le tecniche di rilevamento e di misura dell'inquinamento acustico.

Tra le definizioni in allegato A (riprese all'art. 2 della L.26 ottobre 1995, n.447) riportiamo le seguenti (necessarie al lettore per comprendere le tabelle del presente decreto che verranno inserite di seguito):

- **rumore**: "qualunque emissione sonora che provochi sull'uomo effetti indesiderati, disturbanti o dannosi o che determini un qualsiasi deterioramento qualitativo dell'ambiente";
- **livello di rumore residuo Lr**: "livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" che si rileva quando si escludono le specifiche sorgenti disturbanti (...)";
- **livello di rumore ambientale La**: "livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti";
- **sorgente sonora**: "qualsiasi oggetto, dispositivo o macchina o impianto o essere vivente idoneo a produrre emissione sonora";
- **livello di pressione sonora**: "esprime il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro mediante la scala logaritmica dei decibel (dB) (...)";
- **livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A" Leq(A)**: "è il parametro fisico adottato per la misura del rumore (...)";
- **livello differenziale di rumore**: "differenza tra il livello Leq(A) di rumore ambientale e quello del rumore residuo";
- **tempo di riferimento Tr**: "parametro che rappresenta la collocazione del fenomeno acustico nell'arco delle 24 ore: si individuano il periodo diurno e il periodo notturno. Il periodo diurno è (...) quello relativo all'intervallo di tempo compreso tra le h. 6.00 e le h. 22.00. il periodo notturno è quello relativo all'intervallo di tempo compreso tra le h. 22.00 e le h. 6.00".

Ai fini della determinazione dei limiti massimi dei livelli sonori equivalenti, i Comuni adottano una classificazione in zone (poi ripresa dal DPCM del 14 novembre 1997).

Per le zone non esclusivamente industriali, un altro criterio di valutazione indicato dal D.P.C.M. 01/03/91 è quello contenuto nell'Art.6 comma 2, vale a dire il "Criterio differenziale", basato sul limite di tollerabilità della differenza tra rumore ambientale (in presenza della sorgente disturbante) e rumore residuo (in assenza della sorgente disturbante), che valuta il disturbo rispetto all'incremento che genera la fonte di rumore sul rumore di fondo e non sulla sua intensità assoluta. Per tali zone, oltre ai limiti massimi in assoluto per il rumore, sono stabilite anche le seguenti differenze da non superare tra il livello equivalente del rumore residuo (criterio differenziale): 5dB(A) durante il periodo diurno; 3dB(A) durante il periodo notturno. La misura deve essere effettuata nel tempo di osservazione del fenomeno acustico presso gli ambienti abitativi.

Il criterio differenziale non si applica in questi casi, in quanto ogni effetto del rumore è ritenuto trascurabile:

- a) se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno;
- b) se il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno.

Tale criterio come stabilirà il DPCM del 14 novembre 1997, non si applica però alle infrastrutture stradali.

Il decreto prevede, inoltre, che per i Comuni che non abbiano provveduto ad una classificazione acustica del territorio siano applicati i seguenti limiti di accettabilità:

Zona	Limite diurno	Limite notturno	Zona
Tutto il territorio nazionale	70 dB(A)	60 dB(A)	Tutto il territorio nazionale
Zona A (DM n.1444/68)	65 dB(A)	55 dB(A)	Zona A (DM n.1444/68)
Zona B (DM n.1444/68)	60 dB(A)	50 dB(A)	Zona B (DM n.1444/68)
Zona esclus. Industriale	70 dB(A)	70 dB(A)	Zona esclus. Industriale

Tabella 1 - Limiti applicabili in assenza di zonizzazione acustica

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

Zona B - Comprende le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, ma diverse da A; si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12 % della superficie fondiaria della zona, e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1,25 mc/mq.

Il Decreto quindi, anche se in maniera non del tutto esaustiva, fissa dei valori numerici fornendo un criterio oggettivo per determinare l'accettabilità o meno di una sorgente sonora fissa, stabilendo anche le caratteristiche tecniche della strumentazione da impiegare per la misura dei parametri dei fenomeni sonori e indicando le modalità per l'effettuazione delle misure sia in esterno che in interno. Il Decreto però non specifica in alcun modo il rumore prodotto dal traffico veicolare, né chiarisce se le strade e quindi il traffico debbano essere considerati sorgenti sonore fisse e quindi soggetti al rispetto dei limiti di accettabilità stabiliti in Tab.2.

La Legge 26 ottobre 1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.

Ai fini della presente legge si intende per:

a) *inquinamento acustico*: l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo o alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi;

(...)

e) *valori limite di emissione*: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora misurato in prossimità della sorgente sonora stessa;

f) *valori limite di immissione*: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori;

g) *valori di attenzione*: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente;

h) *valori di qualità*: i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le metodologie e le metodiche di risanamento disponibili (...).

I valori limite delle lettere e), f), g) e h) sono determinati in funzione della tipologia della sorgente, del periodo della giornata e della destinazione d'uso della zona da proteggere. I valori limite di immissione sono distinti inoltre in valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale e in valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

La legge quadro stabilisce anche quali sono le competenze delle Regioni, delle Province e dei Comuni in materia di tutela dall'inquinamento acustico. A questi ultimi spetta la classificazione acustica del territorio comunale, l'adozione di eventuali piani di risanamento e di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall'inquinamento acustico, la rilevazione e il controllo delle emissioni sonore prodotte dai veicoli (...).

La legge definisce altresì la figura di tecnico competente in acustica, quale persona idonea ad effettuare le misurazioni, verificandone il rispetto dei limiti, redigere piani di risanamento, svolgere le relative attività di controllo.

Il D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" determina i valori limite di emissione delle singole sorgenti, i valori limite di immissione nell'ambiente esterno dall'insieme delle sorgenti presenti nell'area in esame, i valori di attenzione ed i valori di qualità le cui definizioni sono state date nella legge quadro n. 447/95. Tali valori sono riferibili alle classi di destinazione d'uso del territorio riportate nella tabella A allegata al presente decreto e adottate dai Comuni ai sensi e per gli effetti della legge n. 447/95.

Per ciascuna classe acustica si applicano i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione ed i valori di qualità, distinti per il periodo diurno e notturno, previsti dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 secondo quanto già indicato al paragrafo 3 e secondo le tabelle di seguito riportate.

Le classi di zonizzazione del territorio e i valori *limite di immissione* (tabella C del presente decreto) coincidono con quelle determinati dal DPCM del 1/03/1991 riportati in Tab.2. Mentre i valori *limite di emissione*, più restrittivi rispetto ai precedenti dovendo considerare la presenza

di più sorgenti di rumore, sono indicati nella tabella B allegata al decreto stesso. I rilevamenti e le verifiche di tali valori limite di emissione devono essere effettuati in corrispondenza degli spazi utilizzati da persone e comunità.

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limiti e tempi di riferimento	
	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziale	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 2 – Valori limite di emissione – Leq in dB(A).

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limiti e tempi di riferimento	
	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziale	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 3 – Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A).

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limiti e tempi di riferimento	
	Diurno dB(A)	Notturmo dB(A)
I aree particolarmente protette	47	37
II aree prevalentemente residenziale	52	42
III aree di tipo misto	57	47
IV aree di intensa attività umana	62	52
V aree prevalentemente industriali	67	57
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 4 – Valori di qualità – Leq in dB(A).

Per quanto concerne i *valori limite differenziali di immissione*, il decreto suddetto stabilisce che essi sono 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno.

Con l'entrata in vigore del D.P.C.M. 14/11/97 vengono quindi determinate una situazione transitoria ed una situazione a regime:

- Situazione transitoria: nell'attesa che i Comuni provvedano alla classificazione acustica del territorio comunale secondo quanto specificato negli artt. 4 e 6 della Legge Quadro 447/95, si continueranno ad applicare i valori limite dei livelli sonori di immissione, così come indicato nell'art.8 del D.P.C.M. 14/11/97 e previsti dal decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri DPCM 1°marzo 1991;
- Situazione a regime: il livello di immissione dovrà rispettare i limiti assoluti di immissione di cui alla tabella C del D.P.C.M. 14/11/97. Per stabilire i limiti assoluti bisogna attribuire alla zona in esame una classe acustica.

Per quanto attiene alla classificazione della rete viaria si tiene conto del D.P.R. 30/04/2004 n° 142 che suddivide le infrastrutture stradali (distinguendole in infrastrutture esistenti e infrastrutture di nuova realizzazione) nelle categorie seguenti:

- A. Autostrade.
- B. Strade extraurbane principali.
- C. Strade extraurbane secondarie.
- D. Strade urbane di scorrimento.
- E. Strade urbane di quartiere.
- F. Strade locali

Per ciascuna tipologia di strada sono individuate fasce di pertinenza e limiti di immissione del rumore. Per le strade esistenti e assimilabili sono previsti i valori della tabella 2 allegata al D.P.R. 142/2004 e riportata di seguito.

Le linee guida infine assegnano ai comuni la competenza in merito al rilascio dell'autorizzazione per lo svolgimento di attività temporanee e di manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico. e per spettacoli a carattere temporaneo ovvero mobile, anche in deroga ai valori limite definiti dalla vigente normativa, secondo le modalità di cui all'articolo 17.

TIPO	SOTTOTIPO	AMPIEZZA FASCIA	SCUOLE-CASE DI CURA		ALTRI RICETTORI	
			Diurno db(A)	Notturmo db(A)	Diurno db(A)	Notturmo db(A)
A- autostrada		A 100 m.	50	40	70	60
		B 150 m.			65	55
B- Extraurbana principale		A 100 m.	50	40	70	60
		B 150 m.			65	55
C- Extraurbana secondaria	Ca carreggiate separate	A 100 m.	50	40	70	60
		B 150 m.			65	55
	Cb tutte le altre	A 100 m.	50	40	70	60
		B 50 m.			65	55
D- urbana di scorrimento	Da carreggiate separate	100 m.	50	40	70	60
	Db tutte le altre	100 m.	50	40	70	60
E- urbane di quartiere		30 m.	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM 14/11/97 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art.5 comma 1, lettera a) della legge 447/1995			
F- locale		30 m.				

Tabella 5 - Fasce di pertinenza e limiti di immissione del rumore per strade esistenti e assimilabili (tabella 2 allegata al D.P.R. 142/2004).

3. DIRETTIVE REGIONALI

La Legge Regionale n.18 del 03 agosto 2001 definisce le "Disposizioni in materia di inquinamento acustico per la pianificazione ed il risanamento del territorio – modifiche alla Legge regionale 06 agosto 1999, n. 14".

Non esiste una specifica legislazione regionale per la autorizzazione acustica degli impianti fotovoltaici.

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto riguarda la costruzione ed esercizio dell'impianto fotovoltaico della potenza di picco pari a 37.807,20 kWp ubicato in un area di circa 67 ha nel comune di Paliano (FR) alle coordinate baricentriche di 41.755825° , 13.056411°. Le opere connesse collegheranno tramite cavidotto interrato in MT l'impianto alla nuova stazione di elevazione MT/AT di Terna nel comune di Anagni (FR) con un percorso di circa 3,4 km. Da la un breve raccordo, anch'esso interrato, si immetterà nella nuova Stazione Elettrica di smistamento a 150 kV della RTN da realizzare, con i relativi raccordi a 150 kV in entra-esce alla linea elettrica denominata "Valmontone-Castellaccio".

Si prevede l'installazione di strutture ad inseguimento monoassiale di tipo 2 "in portrait" con asse N-S e rotazione in direzione E-O.

Per la conversione dell'energia elettrica prodotta da continua in alternata a 50 Hz sono previsti inverter multistringa, posizionati a lato delle strutture metalliche dei moduli FV e a ridosso della cabina di trasformazione a cui andranno a collegarsi, la quale ha lo scopo di elevare la tensione da 800 V in AC fino a 30 kV in AC. Gli inverter multistringa utilizzati saranno del tipo SUN2000-330KTL-H1 della Huawei, aventi una potenza nominale in uscita trifase in alternata a 800 V pari a 300 kVA. I trasformatori di elevazione BT/MT installati nell'impianto, avranno una potenza di compresa tra 2500÷5000 kVA.

Il campo fotovoltaico è composto da:

- 120 inverter multistringa;
- 8 cabine di trasformazione BT/MT contenenti al proprio interno n.1 o 2 trasformatori trifase di potenza compresa tra i 2000 e 5000 kVA ciascuno.

L'impianto sarà integrato anche con un sistema di accumulo con potenza pari a circa 12.000 kW, e potenza nominale in immissione pari a 48.000 kW. Esso sarà costituito da 24 pacchi batterie connesse in gruppi di 4 ad un totale di 6 trasformatori di potenza ed altrettanti inverter.

In fase di esercizio gli elementi di rumore del futuro impianto fotovoltaico sono costituiti dalla presenza di inverter e trasformatori.

In fase di cantiere gli elementi di rumore sono costituiti da escavatori, autocarri, macchine battipalo e rulli compressori.

Si riporta in Figura 1 l'area del futuro impianto fotovoltaico (in azzurro) sita nel comune di Paliano (FR) e delle opere di connessione nel comune di Anagni (FR).

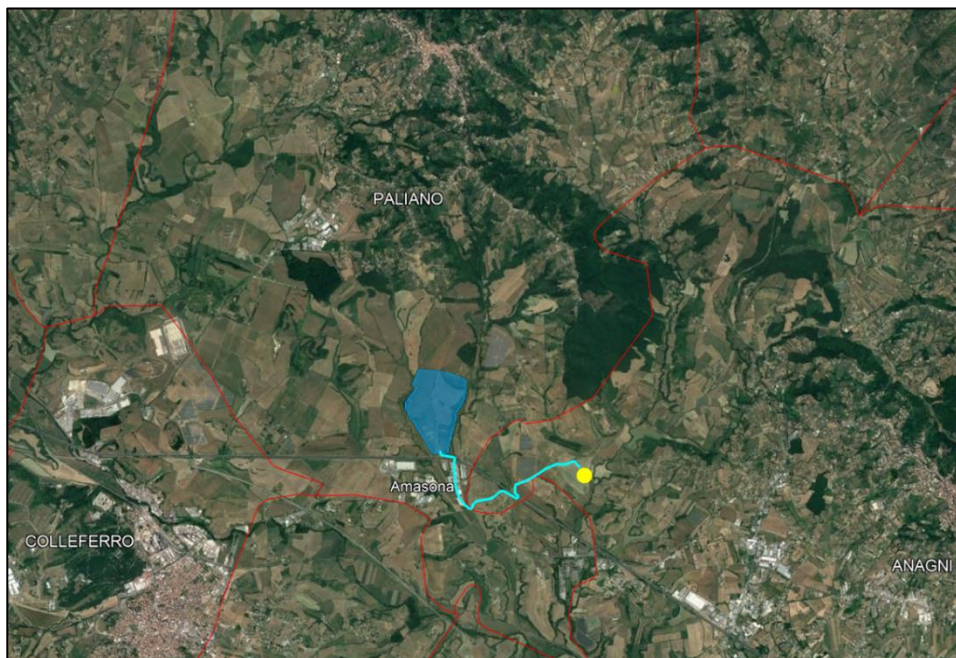


Figura 1 – Zona del progetto

5. ZONIZZAZIONE ACUSTICA COMUNALE

Il comune di Paliano (FR) è provvisto di una Classificazione Acustica, di cui si riporta uno stralcio nella figura che segue con la sovrapposizione dell'area di impianto (in ciano).

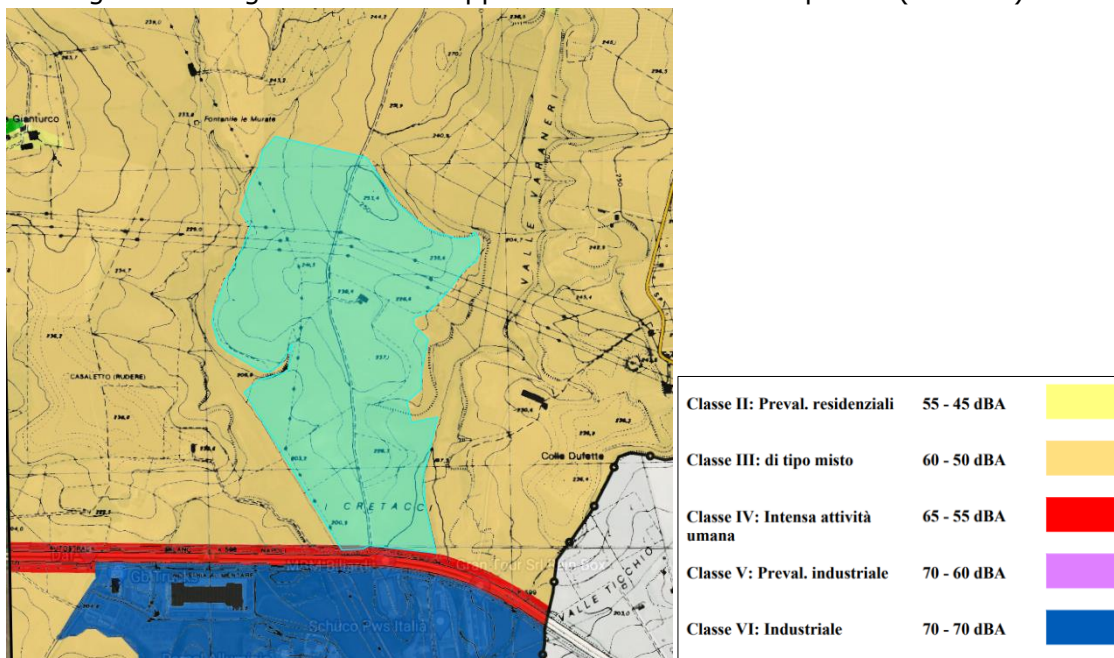


Figura 2 – Zonizzazione dell'area intorno all'area di progetto (in azzurro)

L'area intorno al futuro impianto fotovoltaico appartiene all'interno della classe III di tipo misto, caratterizzata da media densità di popolazione e da aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici. I valori limite sono riportati nella tabella seguente.

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limiti emissioni		Limiti immissioni	
	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
I aree particolarmente protette	45	35	50	40
II aree prevalentemente residenziale	50	40	55	45
III aree di tipo misto	55	45	60	50
IV aree di intensa attività umana	60	50	65	55
V aree prevalentemente industriali	65	55	70	60
VI aree esclusivamente industriali	65	65	70	70

Tabella 6 – Valori limite dell'area dell'impianto

6. ANALISI DEI RICETTORI

La prima fase della verifica della compatibilità acustica dell'opera in progetto con i limiti di legge consiste nella determinazione dello stato acustico di fatto (configurazione ante-operam). La situazione acustica post-operam (seconda fase dello studio), delineabile con l'entrata in esercizio dell'opera, è ottenibile stimando l'incremento di emissione sonora causato dal futuro parco fotovoltaico sui ricettori abitati situati in vicinanza dello stesso.

È possibile ottenere un modello del clima acustico attuale dell'area di intervento elaborando i dati rilevati da una opportuna campagna di monitoraggio, organizzata attraverso vari sopralluoghi, necessari sia all'individuazione dei siti sensibili presenti in prossimità della zona oggetto di indagine che alla misurazione dei rumori di fondo.

Per la valutazione ante operam si è quindi proceduto a:

- definire attraverso un sopralluogo l'area di impatto dell'opera e l'ubicazione dei siti più sensibili allo scopo di impostare la campagna di misure;
- eseguire un'accurata campagna di misure;
- tabellare i valori di rumore rilevati con la campagna di monitoraggio.

Attraverso un sopralluogo si è definita l'area di impatto dell'opera e l'ubicazione dei siti più sensibili. In particolare, sono stati individuati alcuni punti potenziali ricettori di emissioni acustiche, sulla base dei seguenti criteri di selezione:

- Distanza dall'impianto
- Presenza di edifici adibiti ad uso abitativo permanente
- Individuazione di luoghi di lavoro con permanenza di personale maggiore di 4 ore giornaliere
- Presenza di centri abitati
- Classificazione acustica comunale

L'area del futuro impianto è ubicata in un contesto caratterizzato da attività produttive ed agricole, lontano dalle aree abitative. Sono stati individuati 2 ricettori sensibili in prossimità dell'area di progetto.

Si riporta in tabella l'elenco dei ricettori individuati.

ID	Altitudine (m s.l.m.)	Long	Lat	Classe	Tipo	Limite diurno	Differenziale	Distanza dall'emittitore
R1	234	337949	4624078	III	Commerciale/ agricolo (>4h/g)	60 db(A)	5 db(A) se >50 db(A)	330 m
R2	228	339055	4624246	III	Commerciale/ agricolo (>4h/g)	60 db(A)	5 db(A) se >50 db(A)	390 m

Tabella 7 - Anagrafica Ricettori

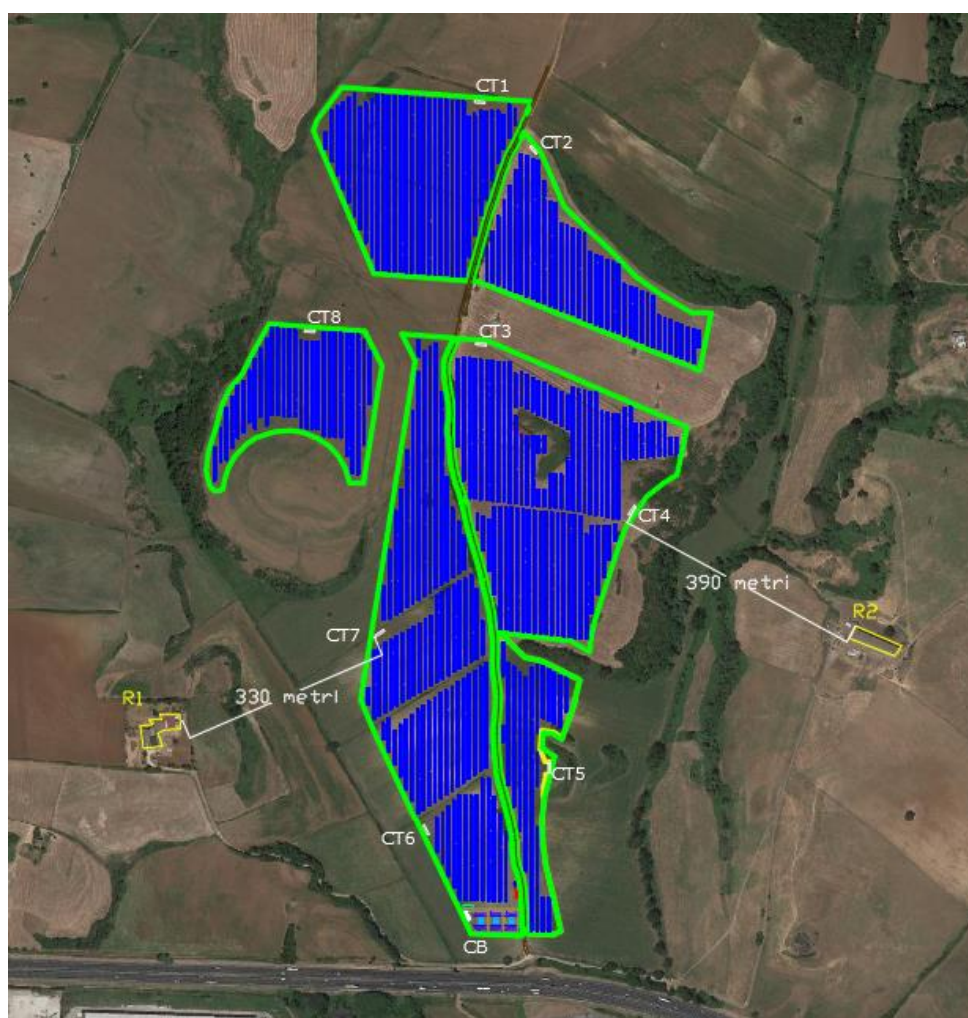


Figura 3 - Layout Impianto e ricettori (R) e sorgenti (CT per cabine di Trasformazione e CB per cabina Batterie) presenti nell'area

7. SITUAZIONE ANTE-OPERAM

Per poter procedere alla valutazione d'impatto acustico dell'impianto e delle attività ed opere connesse, è stata eseguita una caratterizzazione acustica ante-operam dell'area di progetto, effettuando una campagna di misure del livello di rumore, volta alla valutazione del clima sonoro della regione d'interesse.

Le misure del livello di rumore residuo, rappresentative per la valutazione del clima sonoro dell'area, sono state eseguite secondo quanto indicato nelle specifiche norme tecniche riportate nell'allegato B del D.M.A. 16/03/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", per le misure in esterno (punto 6).

La tabella seguente riproduce il teatro operativo interessato dal rumore di fondo dell'area di intervento. Le misure sono state effettuate all'interno dell'area contrattualizzata per l'impianto ad una distanza dalla autostrada circa uguale a quella dei ricettori individuati:

ID	Coordinate	Misura giorno dB(A)
M1	Lat 41.751973, Long 13.057268	49,8

Tabella 8 – Rumore misurato all'esterno

In figura seguente è rappresentata l'ubicazione di dove sono state eseguite le misure.



Figura 4 – Ubicazione delle postazioni di misura effettuate

8. IL SOFTWARE PREVISIONALE E IL CALCOLO

Il software previsionale in grado di modellizzare la futura configurazione di esercizio è il software CADNA-A prodotto dalla Datakustik GMBH. Il modello di rumore si basa su varie normative internazionali di calcolo delle quali è stata scelta la ISO 9613-2 "Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Metodo generale di calcolo".

La UNI ISO 9613-2 fornisce un metodo tecnico progettuale per calcolare l'attenuazione del suono nella propagazione all'aperto allo scopo di valutare i livelli di rumore ambientale a determinate distanze dalla sorgente. Il metodo valuta il livello di pressione sonora ponderato A in condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione da sorgenti di emissione sonora nota.

Il calcolo parte sulla base del calcolo di una singola sorgente. Il contributo al livello di rumore al ricevente per frequenza prima delle eventuali riflessioni, viene ottenuto usando la seguente equazione:

$$L_p = L_{Sorg} - \log_{10}(2 \cdot \pi \cdot r^2) - a \cdot r \quad [1]$$

dove:

- la sorgente sta emettendo rumore a L_{Sorg} [dB(A)] (re 1 pW);
- L_p [dB(A)] è il livello di rumore in un punto a distanza r in dB(A) (re 20 μ Pascal);
- r è la distanza in linea d'aria tra la sorgente e la ricevente, in metri;
- a è il coefficiente di attenuazione in dB/m funzione della frequenza e dello stato dell'aria.

Il calcolo viene ripetuto per tutte le frequenze di interesse e considerando che il rumore all'incontrare un ostacolo (come il terreno o altro) viene in parte riflesso e in parte assorbito e può generare ulteriori contributi di rumore.

Per ogni punto di interesse tutti gli n contributi rumore vengono poi uniti con la seguente formula:

$$L_p = 10 \cdot \log_{10} \left(\sum_{i=1}^{i=n} 10^{L_p(i)/10} \right) \quad [2]$$

Il metodo specificato consiste in algoritmi (con banda da 31.5 Hz a 8 kHz) validi per ottave di banda per il calcolo dell'attenuazione del suono da una o più sorgenti puntiforme, stazionarie o in movimento.

Bisogna tener presente che tale modello di calcolo non considera alcuni parametri:

- orientazione relativa delle abitazioni (finestre, porte...),
- presenza della vegetazione,
- differenze nell'assorbimento del rumore da parte delle varie superfici

È ragionevole dunque pensare che il livello acustico reale sarà inferiore a quello calcolato.

L'errore è dovuto soprattutto all'incompletezza delle informazioni che vengono fornite in ingresso; per una previsione il più possibile vicina alla realtà i parametri da considerare sarebbero in realtà un numero maggiore di quelli che vengono normalmente usati nei software previsionali.

L'umidità, la direzione prevalente del vento o la presenza di siti che innescano particolari fenomeni acustici provocano, per esempio, proporzionalmente alla distanza del ricettore dalla sorgente, una deviazione della traiettoria dell'onda sonora.

Tra le variabili di input che il modulo Rumore del software CADNA richiede, le principali e più importanti risultano le seguenti:

- *orografia del terreno*: descrive il territorio con curve di isolivello;
- *unità abitative*: localizzazione degli edifici;
- *sorgenti*: localizzazione delle varie sorgenti di rumore costituenti l'impianto;
- *macchine*: inserimento della tipologia di sorgente di rumore scelta per l'impianto.

La versione del software Cadna-A utilizzata è la v.3.7. Le analisi definitive sono state realizzate seguendo la norma ISO 9613.

I parametri usati per il calcolo sono:

Parametro	Valore
Norma	ISO 9613-2
Altezza ricettori	1,5 m
Altezza sorgente	4,0 m
Modello DTM	Grid 20 m
Barriere	Non presente
Assorbimento terreno	0,8
Max ordine riflessione	3
Temperatura	10°C
Umidità	70%
Attenuazione terreno	Spettrale, tutte le sorgenti
Metodo di calcolo vento	Non presente
Delta esterno vs finestre aperte	0 dB

Tabella 9 – Parametri di configurazione per il calcolo

9. FASE DI CANTIERE

Durante la fase di cantiere, è prevista l'esecuzione delle seguenti attività per la realizzazione dell'impianto:

- 1) Allestimento del cantiere e preparazione del terreno
- 2) Realizzazione viabilità e recinzione perimetrale
- 3) Fondazioni cabine, realizzazione polifora
- 4) Infissione pali/viti montaggio strutture di supporto
- 5) Montaggio moduli fotovoltaici
- 6) Posa canali e stringboxes
- 7) Posa cabine elettriche
- 8) Cablaggio cabine

La dismissione dell'impianto prevede le seguenti attività:

- 1) Allestimento del cantiere
- 2) Smontaggio opere di sostegno e moduli fotovoltaici
- 3) Sfilamento cavi
- 4) Ripristino terreno

In tabella vengono riportate le principali attività con i relativi mezzi utilizzati, specificandone la durata e il tipo di funzionamento, ed il valore della pressione sonora.

Attività	Durata (settimane)	Tipo di funzionamento	Macchine utilizzate	Livello potenza sonora dB(A)
Allestimento cantiere, preparazione terreno	2	Discontinuo	escavatore	110,8
			autocarro	109,2
			autogru	108,1
Viabilità interna, recinzione	7	Discontinuo	escavatore	110,8
			betoniera	106,9
			rullo compressore	112,0
Realizzazione cabine	7	Discontinuo	autogru	108,1
			escavatore	110,8
			betoniera	106,9
Infissione pali di supporto	7	Discontinuo	macchina battipalo	111,1
Posa e scavo cavidotti	8	Discontinuo	escavatore	110,8
Dismissione	10	Discontinuo	escavatore	110,8
			autocarro	109,2
			autogru	108,1
			pala meccanica	108,5
			rullo compressore	112,0

Tabella 10 – Livello potenza sonora per i diversi macchinari

Gli orari di esercizio delle attività lavorative di cantiere presumibilmente saranno dalle ore 7.00 - 13.00 e 15.00 - 18.30 dal lunedì al venerdì e quando necessario il sabato. Pertanto verrà considerata la fascia oraria del periodo diurno.

Durante la fase di cantiere il clima acustico risulterà perturbato dalle varie lavorazioni che implicano l'utilizzo di macchinari che generano rumore di particolare entità. La scarsa densità abitativa rende le emissioni di rumore tali da non arrecare nessun impatto importante sulla popolazione. La perturbazione sarà comunque limitata ad un breve periodo di tempo e si adotteranno tutte le misure necessarie a ridurre il disturbo in prossimità dei ricettori. Qualora i limiti di legge dovessero essere superati si dovrà richiedere una deroga temporanea, ai sensi della L. R. Lazio 18/2001 art. 17 per attività rumorosa temporanea di cantiere al comune di Paliano.

In ogni caso al fine di mitigare l'impatto acustico durante le attività di cantiere, limitate ad un determinato periodo di tempo, si prevedono le seguenti azioni:

- rispetto degli orari imposti dai regolamenti comunali e dalle normative vigenti per lo svolgimento delle lavorazioni;
- riduzione dei tempi di esecuzione delle attività maggiormente rumorose tramite l'impiego di più attrezzature e più personale;

- riduzione degli orari di concentrazione delle attività maggiormente rumorose e predisposizione delle opportune richieste di deroga ai limiti della rumorosità, ove ritenuto necessario;
- la scelta di macchine operatrici che rispettino i limiti di emissione dettati dalla normativa vigente (dotate di materiale fonoassorbente all'interno della carteratura del motore).

10. FASE DI ESERCIZIO

In fase di esercizio gli elementi di rumore del futuro impianto fotovoltaico sono costituiti dalla presenza di inverter e trasformatori, entrambi a bassa emissione acustica.

L'impianto fotovoltaico prevede l'installazione di 120 inverter multistringa, il cui funzionamento produce un livello di potenza sonora trascurabile (< 65 dB) verranno pertanto non presi in considerazione. Le 8 cabine di trasformazione contengono 1 o 2 trasformatori di potenza compresa tra i 2500 e 5000 kVA, le cui emissioni sonore sono comprese tra gli 81 dB e gli 88 dB, come da dati tecnici allegati.

Il sistema di accumulo è costituito da:

- n 24 pacchi ognuno emittente di una potenza sonora di 80 dB,
- n 6 trasformatori con una potenza sonora di 80 Db,
- n 6 inverter con una potenza sonora di 80 dB.

Sommando logaritmicamente i contributi delle varie sorgenti risulta una potenza sonora immessa di 95,6 dB.

Il cavidotto interrato di connessione alla rete non genererà alcun rumore.

In Appendice A si riportano le relative schede tecniche.

In Tabella si riassumono le sorgenti sonore.

ID	Altitudine (m s.l.m.)	Long	Lat	Tipo	Potenza Sonora
CT1	240	338457	4625066	2 X trafo da 4000 kVA	89 dB
CT2	248	338540	4624992	Trafo da 5000 kVA	88 dB
CT3	235	338461	4624686	2 X trafo da 3150 kVA	86 dB
CT4	223	338694	4624426	Trafo da 4000 kVA	86 dB
CT5	224	338564	4624022	Trafo da 2500 kVA	81 dB
CT6	200	338371	4623924	2 X trafo da 3150 kVA	86 dB
CT7	203	338300	4624234	2 X trafo da 3150 kVA	86 dB
CT8	236	338187	4624707	Trafo da 4000 kVA	86 dB
CB	200	338482	4623781	Sistema di Accumulo	95,6 dB

Tabella 11 – Sorgenti sonori in fase di esercizio

Ai fini dello studio di impatto acustico si considereranno dunque 9 sorgenti sonore, costituite dalle 8 cabine di trasformazione BT/MT e dal sistema di accumulo dell'energia (BESS).

Anche in questo caso i valori di potenza suddetti sono stati inseriti nel software Cadna e sono dunque stati calcolati i valori di potenza sonora indotta dalle sorgenti presso i ricettori, riportati nella seguente tabella seguente.

ID	Descrizione del ricettore	Tipo	Rumore indotto dB(A)
R1	Commerciale/agricolo (>4h/g)	Capannone	19,8
R2	Commerciale/agricolo (>4h/g)	Capannone	18,5

Tabella 12 – Immissione di rumore al ricettore

Tali valori sono ottenuti per mezzo della equazione [1].

Dall'osservazione della tabella è possibile notare come i valori calcolati presso i ricettori siano notevolmente inferiori ai valori limite di legge di 60 dB(A), per quanto, come detto in precedenza, si tratti di valori immessi dall'impianto senza considerare il rumore di fondo. Qualora si ottenesse un rumore totale (rumore immesso dalla sorgente presso il ricettore aggiunto al rumore di fondo) maggiore del limite di 50 dB(A), il criterio differenziale non si applicherebbe poiché il delta tenderebbe al valore di 0. Qualora invece il rumore di fondo fosse minore rispetto a quello generato dalla sorgente al ricettore, il delta potrebbe risultare maggiore di 5 dB(A) ma il criterio differenziale non si applicherebbe comunque poiché il valore del rumore totale sarebbe minore del limite di 50 dB(A).

La rappresentazione della pressione acustica immessa dall'impianto nella zona di interesse è riportata nelle figure che seguono.



Figura 5 – Risultato della simulazione con linee di iso-rumorosità

11. SITUAZIONE POST-OPERAM

Si verifica ora quali siano i livelli di rumore nella zona. I limiti di legge per la zona sono riassunti nella tabella seguente:

	Limite diurno
Overall	60 dB(A)
Differenziale	5 dB(A)

Tabella 13 – Limiti previsti per la zona in oggetto

Le posizioni verificate in cui è stato calcolato un valore del livello di rumore durante il giorno in fase di esercizio del futuro impianto:

ID	Descrizione del ricettore	Rumore ante operam	Rumore addizionale	Rumore post operam	Rispetto limiti
R1	Commerciale/agricolo (>4h/g)	49,8	19,8	49,804	ok
R2	Commerciale/agricolo (>4h/g)	49,8	18,5	49,803	ok

Tabella 14 - Riassunto situazione Ante e Post e check del rispetto dei limiti di legge

Il livello di rumore è stato calcolato nell'ipotesi cautelativa senza considerare l'attenuazione del rumore tra l'esterno e l'interno dell'ambiente abitativo con finestre aperte/chiuso.

Pertanto, si riscontrano irrilevanti incrementi di emissioni acustiche nella zona d'intervento, se non nell'immediato intorno dei trasformatori, distanti e schermati da qualsiasi tipo di ricettore. Pertanto l'impatto derivante si ritiene trascurabile o nullo.

12. ANALISI VIBRAZIONALE IN FASE DI CANTIERE E DI DISMISSIONE

La legislazione italiana sull'impatto dovuto alla presenza di vibrazioni consiste principalmente nel D.Lgs 187/05, il quale impone limiti di vibrazione per gli ambienti lavorativi. Esistono però alcune norme tecniche sull'argomento e in particolare la ISO 2631, e la UNI 9614 che danno alcuni parametri per la valutazione delle vibrazioni:

- ISO 2631 - guida per la valutazione dell'esposizione umana alle vibrazioni su tutto il corpo
- UNI 9614:1990 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo"
- UNI ISO 5982 - vibrazioni ed urti, impedenza meccanica di ingresso del corpo umano
- ISO 5349-86 - vibrazioni meccaniche, linee guida per la misurazione e la valutazione dell'esposizione a vibrazione
- ISO 8041 - risposta degli individui alle vibrazioni, strumenti di misurazioni

Edificio	Limite (dB)	Limite (x,y) mm/s ²
Aree critiche	71	3,54813
Abitazioni (notte)	74	5,01187
Abitazioni(giorno)	77	7,07946
Uffici	83	14,1254
Fabbriche	89	28,1838

Tabella 15 - Limiti di vibrazioni negli edifici (UNI 9614)

La previsione dei meccanismi di propagazione avviene nel dominio delle frequenze (analisi spettrale) e può essere condotta per via numerica mettendo in conto una serie di dipendenze parametriche:

- caratteristiche dell'infrastruttura;
- natura e caratteristiche del suolo;
- distanza plano-altimetrica tra sorgente ed edificio ricettore;
- caratteristiche del sistema fondazionale degli edifici;
- caratteristiche strutturali degli edifici (strutture verticali ed orizzontali);
- propagazione delle vibrazioni da piano a piano;

oppure per via sperimentale attraverso la determinazione delle fdt fornite da indagini con vibrodina.

Il risultato operativo consiste sempre nella valutazione dei livelli vibrazionali presenti all'interno dei ricettori (vibrazioni e rumore solido).

Le vibrazioni di livello costante o variabile, di tipo non impulsivo, vengono rilevate misurando il valore efficace (r.m.s.) dell'accelerazione oppure il corrispondente livello: il valore dell'accelerazione viene espresso in m/s², il livello dell'accelerazione in dB.

Il livello dell'accelerazione è definito dalla relazione:

$$L = 20 \log_{10} (a/a_0)$$

dove L è il livello espresso in dB, a è l'accelerazione espressa in m/s² e a₀ = 10⁻⁶ m/s² è il valore dell'accelerazione di riferimento.

Le attività di cantiere relative al progetto oggetto di studio produrranno un incremento delle vibrazioni limitatamente al periodo diurno. Il modello previsionale utilizzato per la valutazione dell'impatto dovuto a vibrazioni nell'area oggetto di intervento comprende:

- Escavatore
- Autocarro
- Martello pneumatico
- Mezzo di compattazione a rullo

Gli scenari di calcolo prevedono un orario di lavoro compreso tra le 7:00 e le 13:00 e poi tra le 15:00 e le 18:30 e perciò solo diurno. I mezzi d'opera si prevedono in opera discontinuativamente. La tabella che segue riporta i macchinari ed i mezzi che si è ipotizzato vengano utilizzati da ciascuna squadra. Al fine di valutare l'impatto vibrazionale indotto dai macchinari sui ricettori ci si è posti nella condizione conservativa, ipotizzando l'utilizzo dei macchinari nella posizione più vicina ai ricettori individuati.

Le emissioni massime per singola macchina sono ricavate da dati di letteratura e sono descritte in tabella:

Macchinari/Mezzi	dB (max)	Freq. (Hz)
Escavatore	93	62
Autocarro	77	12,5
Mezzo di compattazione	105	40
Martello pneumatico	102	50

Tabella 16 – Macchine considerate nella valutazione dell'impatto vibrazionale in fase di cantiere misurate a 5 m dalla sorgente

Il calcolo dell'effetto delle sorgenti sui ricettori considerati verrà stimato tenendo conto di due fenomeni, l'attenuazione della vibrazione per la espansione geometrica, e l'attenuazione dovuta al terreno. I parametri di trasmissione della vibrazioni nel terreno sono riportati in tabella:

Parametro	Valore
Tipologia del fondo	Sabbioso-limoso
Coefficiente di assorbimento del terreno	0,2
Velocità di propagazione	1500 m/s
Densità del mezzo	1700 kg/mc

Tabella 17 – Parametri del terreno

L'attenuazione positiva per la possibile presenza di discontinuità nel terreno è stato trascurato, non essendo note le precise caratteristiche geolitologiche dei terreni.

Pertanto, l'analisi effettuata tiene conto di due fenomeni, l'attenuazione della vibrazione per la espansione geometrica, e l'attenuazione dovuta al terreno nella zona.

Emissione alla sorgente	Rullo Esc Aut Martello Pala						Emissione alla sorgente
	dB	105	93	77	102	90	
vibrazione alla sorgente	dB	105	93	77	102	90	dB
accelerazione alla sorgente	mm/s2	177,8	44,7	7,1	125,9	31,6	mm/s2
Attenuazione geometrica							Attenuazione geometrica
distanza del ricettore dalla sorgente	m	180	180	180	180	180	m
posizione di misura (distanza dalla sorgente)	m	5	5	5	5	5	m
coefficiente di attenuazione geometrica		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
attenuazione geometrica	dB	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	dB
Attenuazione per assorbimento del terreno							Attenuazione per assorbimento
frequenza di rotazione	rpm	800	250	250	125	1000	rpm
f- frequenza onda vibrazione	Hz	40	12,5	12,5	50	50	Hz
omega - pulsazione onda	rad/s	251,3	78,5	78,5	314,2	314,2	rad/s
eta - coefficiente di assorbimento del terreno		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
c - velocità di propagazione	m/s	1500	1500	1500	1500	1500	m/s
densità del mezzo di propagazione	kg/m3	1700	1700	1700	1700	1700	kg/m3
attenuazione per assorbimento	dB	25,5	8,0	8,0	31,8	31,8	dB
attenuazione per assorbimento (2ndo calc)	dB	26,0	12,4	12,4	30,9	30,9	dB
Vibrazione al ricettore							Vibrazione al ricettore
vibrazione al ricettore	dB	64,0	69,5	53,5	54,6	42,6	dB
accelerazione al ricettore	mm/s2	1,6	3,0	0,5	0,5	0,1	mm/s2
accelerazione al ricettore totale	mm/s2	3,5					

Tabella 18 – Calcolo della vibrazione in fase di cantiere

Come si evince dalla tabella i valori a 180 m di distanza dalla sorgente (distanza minima tra il ricettore più vicino e l'area di impianto) sono notevolmente inferiori ai 7 mm/s² presi come livello limite.

13. CONCLUSIONI

È stato analizzato l'impatto acustico ai ricettori individuati da sopralluogo e studio cartografico dell'area di progetto. Sono state analizzate le fasi di installazione, esercizio e dismissione dell'impianto fotovoltaico.

Considerati i limiti di legge per la zona, riassunti nella tabella seguente:

	Limite diurno
Overall	60 dB(A)
Differenziale	5 dB(A) se >50 dB(A)

Tabella 19 – Limiti previsti per la zona in oggetto

Si conclude dallo studio che il progetto non presenta criticità dal punto di vista dell'impatto acustico.

Durante la fase di cantiere il clima acustico risulterà perturbato dalle varie lavorazioni che implicano l'utilizzo di macchinari che generano rumore di particolare entità. La scarsa densità abitativa rende le emissioni di rumore tali da non arrecare nessun impatto importante sulla popolazione. La perturbazione sarà comunque limitata ad un breve periodo di tempo e si adotteranno tutte le misure necessarie a ridurre il disturbo in prossimità dei ricettori. Qualora i limiti di legge dovessero essere superati si dovrà richiedere una deroga temporanea, ai sensi della L. R. Lazio 18/2001 art. 17 per attività rumorosa temporanea di cantiere al comune di Paliano. In ogni caso sarà possibile limitare l'inquinamento acustico con le accortezze descritte alla Sez 9.

In fase di esercizio gli elementi di rumore del futuro impianto fotovoltaico sono costituiti dalla presenza di inverter e trasformatori e pacchi batterie tutti caratterizzati da una bassa emissione acustica. L'alloggiamento dei trasformatori è previsto in apposite cabine tali da attenuare ulteriormente il livello di pressione sonora in prossimità della sorgente stessa.

Come si evince dal presente studio, non vi saranno disturbi per i ricettori più prossimi. La ridotta emissione acustica, scarsa densità abitativa, la prossimità dell'autostrada A1, e la relativa grande distanza dei ricettori fanno sì che il rumore addizionale emesso dall'impianto fotovoltaico in esercizio sia pressochè trascurabile, e comunque ben al di sotto dei limiti di legge.

Infine anche l'analisi delle vibrazioni indotte dalle lavorazioni di dismissione dell'impianto risulta rispettare i limiti di legge e non perturbare significativamente il clima acustico ai ricettori nel periodo limitato necessario alle operazioni di dismissione.

14. BIBLIOGRAFIA

[ISO01] - Organizzazione internazionale per la standardizzazione. ISO 9613-2: Acustica - Attenuazione del suono durante la propagazione all'esterno - Parte 2: Metodo generale di calcolo. 15 dicembre 1996.

[UNI03] - UNI / TS 11143 Metodo per la stima dell'impatto acustico per tipologia di sorgenti

[ITA04] D.P.C.M. 01.03.1991, Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.

[ITA05] Legge 26.10.1995, n. 447, Legge Quadro sull'inquinamento acustico.

[ITA06] D.P.C.M. 14.11.1997 Decreto Attuativo Legge Quadro, Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.

[ITA07] D.M. 16.03.1998, Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.

[ITA08] L.R. 18 del 03 agosto 2001, Disposizioni in materia di inquinamento acustico per la pianificazione ed il risanamento del territorio - modifiche alla Legge regionale 06 agosto 1999, n. 14.

15. APPENDICE A – STRUMENTAZIONE E CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DEL RUMORE DI FONDO

Le misure sono state eseguite con la seguente strumentazione:

- Sistemi 01 dB Fusion SR n. 14402;
- Capsula microfonica G01dB, con cuffia antivento;
- Calibratore Bruel & Kjaer;
- Treppiede o box infissa su palo.

Il sistema di misura soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994, i filtri le norme EN 61260/1995 (IEC 1260), il microfono le norme EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/1995 e EN 61094-4/1995, il calibratore le norme CEI 29-4. (come specificato all'allegato B nei punti 1 e 2 del DPCM 1° marzo 1991 e all'art.2 del DPCM 16 marzo 1998).

La catena del sistema di misura ed il calibratore sono stati sottoposti a taratura da un centro SIT autorizzato. La calibrazione acustica è stata eseguita prima, durante e dopo le misurazioni fonometriche, secondo quanto disposto dalla norma IEC 942/1998, non evidenziando scostamenti del valore di riferimento superiori a 0,5 dB(A).

Le misure del livello di rumore sono avvenute nelle postazioni ritenute rappresentative per la valutazione del clima sonoro dell'area, ponendo la strumentazione ad oltre un metro di distanza da pareti e ad oltre 1,5 metri di altezza. Inoltre sono state eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve il giorno 23/06/2023.

Il sito scelto per il monitoraggio fornisce una completa rappresentazione dal punto di vista acustico dell'area oggetto del futuro parco fotovoltaico: sono porzioni di territorio fruibili dall'uomo soggette al rumore di varie sorgenti quali traffico veicolare transitante, condizionatori d'aria, macchine agricole, aeromobili etc.

E' stata scelta una postazione di monitoraggio che per la sua ubicazione fornisce una rappresentazione rappresentativa dell'area oggetto di indagine. Di seguito sono riportate foto del punto di misura e traccia della misura effettuata.



Figura 6 – Posizione e vista del punto di misura M1



Figura 7 – Traccia delle misura M1

16. APPENDICE B – SCHEDE TECNICHE

- Dai Test di emissione acustica effettuati dalla Huawei per gli inverter SUN2000 (fonte: Environment Test Report Report n.HW0020201205001)

4.15.2 Detailed Test Data

- 1) Sound pressure level produced by equipment while the rotational speed of air moving devices within the equipment under test is set to the speed that the devices would run at when the equipment is operating in an ambient temperature equal to full speed.

Table 17 Detailed test data of acoustic test

Test Item	Measurement max Point	Sound Pressure Level (dB(A))
Acoustic test		62.8
Background noise		60.1 dB(A)
Qualification criterion		≤65dB(A)

- Emissione sonore di un trasformatore tra 2500 kVA e 5000 (fonte: GBE - Trasformatori in olio):

Livello Isolamento MT / Rated Voltage HV		24 kV		Classe Isolamento MT / Insulation Class HV						FI 50 kV BIL 95 kV				
Livello Isolamento BT / Rated Voltage LV		1,1 kV		Classe Isolamento BT / Insulation Class LV						FI 3 kV				
Frequenza / Frequency		50+60 Hz		Regolazione MT / Tappings HV						± 2 x 2,5%				
TS3R17-TS3R24 (CoBK)	Uk	KVA	Uk (120°C) %	Po (W)	Pcc GBE (75°C) (W)	Pcc CEI-EN (120°C) (W)	I ₀ %	LwA (dB(A))	LpA (dB(A))	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	Kg
		Uk 4%	50	4	300	1400	1570	2,74	58	49	1040	670	1100	520
100	4	400	1600	1750	2,15	59	50	1040	670	1150	520	570		
160	4	580	2200	2500	1,97	62	53	1070	670	1200	520	820		
200	4	690	2600	2980	1,92	64	54	1250	670	1300	520	950		
250	4	800	3000	3450	1,73	65	55	1250	670	1300	520	1100		
315	4	950	3700	4170	1,72	67	57	1250	820	1400	670	1250		
400	4	1100	4400	4900	1,51	68	58	1330	820	1500	670	1470		
500	4	1350	4900	5550	1,16	69	58	1330	820	1550	670	1740		
630	4	1600	6100	6900	1,08	70	59	1360	820	1650	670	2000		
Uk 6%	50	6	360	1600	1750	2,4	58	50	1040	670	900	520	400	
100	6	460	1800	2050	2,1	59	50	1070	670	1100	520	530		
160	6	650	2600	2900	2	62	53	1250	670	1150	520	760		
200	6	770	3000	3350	1,87	64	55	1250	670	1200	520	880		
250	6	880	3300	3800	1,78	65	55	1250	670	1300	520	1020		
315	6	1050	4100	4650	1,65	67	57	1330	820	1300	670	1160		
400	6	1200	4800	5500	1,48	68	58	1330	820	1400	670	1360		
500	6	1450	5800	6550	1,2	69	59	1360	820	1500	670	1610		
630	6	1650	6800	7600	1,06	70	59	1410	820	1550	670	1850		
800	6	2000	8300	9400	0,9	72	61	1570	1000	1700	820	2190		
1000	6	2300	9600	11000	0,8	73	62	1570	1000	1750	820	2610		
1250	6	2800	11500	13000	0,7	75	63	1740	1000	1950	820	3020		
1600	6	3100	14000	16000	0,65	76	63	1740	1000	2200	820	3530		
2000	6	4000	16000	18000	0,6	78	65	1860	1300	2250	1070	4160		
2500	6	5000	20000	23000	0,56	81	68	2010	1300	2300	1070	4950		
3150	6	6000	23500	28000	0,5	83	70	2100	1300	2450	1070	5940		
4000	7+8	7000	26600	29930	0,4	86	72	2260	1300	2500	1070	8100		
5000	7+8	8100	29400	33100	0,36	88	74	2380	1500	2680	1250	10100		

17. APPENDICE C – CERTIFICATO TECNICO ACUSTICO

ENTECA Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica

Home
Tecnici Competenti in Acustica
 Corsi
 Login

Home / Tecnici Competenti in Acustica

Numero Iscrizione Elenco Nazionale

Regione

Cognome

Nome

Cerca

Numero Iscrizione Elenco Nazionale	Regione	Cognome	Nome	Data pubblicazione in elenco	
7156	Lazio	Bartolazzi	Andrea	10/12/2018	

REGIONE LAZIO



Dipartimento DIPARTIMENTO TERRITORIO
Direzione Regionale AMBIENTE E PROTEZIONE CIVILE
Area CONSERVAZIONE QUALITA'AMBIENTE-OSSERVATORE AMBILIE

DETERMINAZIONE

N. 80333 del 17 FEB. 2004 Proposta n. 2278 del 18/02/2004

Oggetto:

Incarico dei Tecnici Competenti in acustica ambientale nell'Elenco regionale. Nono elenco.

Proponente:

Estensore	CALAFIORE MAURIZIO	
Responsabile del Procedimento	G.BRUSCHI	
Responsabile dell'Area	M. MONDINO	
Direttore Regionale	R. DE FILIPPIS	
Direttore Dipartimento	P. CUCCIOLETTA	
Protocollo Invio		<u>31904</u>
Firma di Concerto		

La presente copia che si compone di n. 4
facciate è stata rilevata conforme
al documento originale costituito di n. 5 facciate.

Roma, **01 MAR. 2004**

Il Responsabile
D.ssa Giuseppa Bruschi



NONO ELENCO

Nome	Cognome	Data Nascita	Diploma	Laurea	numero d'ordine
Guido	Alfaro Degan	19/11/72		Ing. Mecc.	578
Gabriele	Amato	02/02/69	Geometra		579
Luigi	Angelini	06/02/71	Per. Ind.		580
Massimo	Bartaletti	24/04/45		Ing. Civ.	581
Angelo	Bartocci	22/05/50	Per. Tec.		582
Andrea	Bartolazzi	12/01/67		Ing. Mecc.	583
Alberto	Bartolotta	19/09/70		Ing. Amb.	584
Patrizia	Bellucci	30/09/56		Ing. Amb.	585
Claudio	Biasielli	06/11/60		Ing. Mecc.	586
Massimo	Bonafaccia	22/03/77	Per. Ind.		587
Claudia	Borgo	18/09/73		Tec. Amb.	588
Beniamino	Bullo	17/12/47		Ingegneria	589
Luciano	Burla	01/05/56		Ing. Amb.	590
Fabrizio	Calabrese	20/11/57	Per. Tec.		591
Gian Marco	Cancelli	24/04/72		Ing. Elettr.	592
Diego	Capri	26/07/78	Ragionier.		593
Marco	Carilli	28/01/70	Geometra		594
Valerio	Carlin	08/12/63		Ing. Civile	595
Nazzareno	Ceccacci	05/05/56	Geometra		596
Claudio	Celestini	08/07/66	Geometra		597
Antonio	Cerreto	12/12/72		Ing. Amb.	598
Giuseppe	Cervellera	02/06/58	Geometra		599
Emanuele	Codacci Pisanelli	19/02/55		Ing. Civ.	600
Cinzia	Colagrossi	27/11/69		Chimica	601
Simone	Colavecchi	15/12/73		Ing. Mecc.	602
Domenico	Coletta	21/07/53	Ragioniere		603
Fabrizio	Colle	09/01/69	Geometra		604
Paolo	Corti	24/01/71		Architettura	605
Alfredo	Corvaja	21/07/71		Ing. Amb.	606
Francesco Maria	Cusi	08/12/60	Geometra		607
Francesco	Cutillo	16/07/78		Ing. Elettr.	608
Sergio	De Fabritis	19/01/71	Mat. Scient.		609
Antonino	Di Folco	02/07/46		Chimica	610
Amedeo	Di Giovangiulio	14/10/49	Per. Ind.		611
Giovanni	Di Meo	18/05/69		Ing. Telecom.	612
Silvio	Fabietti	11/07/52		Ing. Elettr.	613
Andrea	Fantozzi	30/07/73		Ing. Amb.	614
Giulio	Feo	16/06/54		Ing. Amb.	615
Marco	Fileri	15/02/73		Ing. Amb.	616
Luca	Fontana	21/12/76		Ing. Elettr.	617
Simona	Fossa	22/12/67		Chimica	618
Enrico	Fusco	10/08/72		Ing. Mecc.	619
Simona	Gabrijevic	18/01/77		Ing. Amb.	620
Giovanni	Gallucci	23/11/49	Geometra		621
Fabio	Garzia	28/04/66		Ing. Elettr.	622
Amalia	Gelfù	16/08/78		Ing. Amb.	623
Gianfranco	Gencarelli	03/03/66		Ing. Nucleare	624
Luigi	Gentil	11/12/48	Per. Ind.		625
Barbara	Gonella	21/12/72		Ing. Amb.	626
Raffaella	Grecco	06/08/73		Architettura	627
Angelo	Grottanelli	27/10/58		Scienze Agrarie	628

18. APPENDICE D – CALIBRAZIONE STRUMENTO



21

Chapitre 3. CERTIFICAT DE CONFORMITE CONFORMITY CERTIFICATE

CC-DTE-L-22-PVE-82213

Nous, fabricant
We, manufacturer

Acoem
200, Chemin des Ormeaux
F 69578 LIMONEST Cedex- FRANCE

déclarons sous notre seule responsabilité que le produit suivant :
declare under our own responsibility that the following equipment:

Désignation : **Sonomètre Intégrateur Moyenneur**
Designation: **Integrating-Averaging Sound level meter**

Référence : **FUSION**
Reference:

Numéro de série : **14402**
Serial Number:

est conforme aux dispositions des normes suivantes :
complies with the requirements of the following standards:

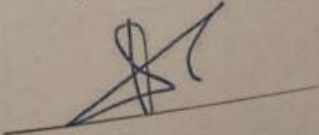
	Norme Standard	Classe Class	Edition du Edition of
Sonomètre :	IEC 60651	1	10-2000
Sound level meter :	IEC 60804	1	10-2000
	IEC 61672-1	1	09-2013
	IEC 61260	1	07-1995-2011
	ANSI S1.11	1	2004
	ANSI S1.4	1	1983-1985

et répond en tout point, après vérification et essais, aux exigences spécifiées, aux normes et règlements applicables, sauf exceptions, réserves ou dérogations énumérées dans la présente déclaration de conformité.

After testing and verification, this device satisfies all specified requirements and applicable standards and regulations apart from exceptions, reservations, or exemptions listed in this conformance certificate.

Date

LE RESPONSABLE PRODUCTION
MANUFACTURING MANAGER
Francis FERASIN



2410212022

