



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



COMUNE DI
CAMPI BISENZIO
Città Metropolitana
di Firenze

**PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
MISSIONE 5: INCLUSIONE E COESIONE**

Componente 2 - Infrastrutture sociali, famiglie, comunità e terzo settore
Investimento 2.2: Piani Urbani Integrati

COMUNE DI CAMPI BISENZIO
Città Metropolitana di Firenze

RIQUALIFICAZIONE PARCO E VILLA RUCELLAI PARTE SETTECENTESCA CON ANNESSI E MASTERPLAN DELLA CITTADELLA DELLA CULTURA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA "RAFFORZATA"

C.U.P. C87B22000130005

RUP:
Arch. Letizia Nieri

progetto architettonico e coordinamento:
Prof. Arch. Fabio Capanni
via del Romito, 2 - Firenze

progetto strutturale
coordinamento sicurezza in fase di progettazione
prestazioni energetiche-acustiche, VV. FF.:
GPA s.r.l. - via Leone X, 13 - Firenze
Ing. Giovanni Cardinale (responsabile)
Ing. Valentina Cardinale
Ing. Simone Tognaccini
Geom. Stefano Battagli

progetto impianti:
Ing. Andrea Giunti
via dei Glicini, 40 - Greve in Chianti (FI)

collaboratori:
Arch. Daniele Vanni
Giulia Viciani

consulente per restauro opere pittoriche e architettoniche:
Dott. Daniele Casavecchi Restauratore/Conservatore Beni Culturali

RELAZIONE ACUSTICA

Elaborato
P.AC.01

Aprile 2023

Rev_02

 <p>ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING</p>	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.1 di 21
		Revisione 02 Data Maggio 2023

VILLA RUCELLAI ANNESSO

RELAZIONE ACUSTICA

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com


Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.2 di 21
		Revisione 02 Data Maggio 2023

SOMMARIO

1 - PREMESSA.....	3
2 - RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI ACUSTICA EDILIZIA	3
3 - LIMITI DI RUMOROSITÀ	4
3.1. - Requisiti acustici passivi D.P.C.M. 5 dicembre 1997	4
3.2. - I criteri ambientali minimi (C.A.M.).....	5
3.3. - UNI 11367 (Requisiti acustici passivi e comfort acustico).....	6
4 - DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	7
5 - INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA $D_{2m,nT,w}$	8
6 - CARATTERISTICHE ACUSTICHE INTERNE	10
6.1. - Definizioni	10
6.2. - Valore di riferimento del tempo di riverberazione.....	11
6.3. - Analisi progettuale degli ambienti.....	12
7 - IMPATTO ACUSTICO CENTRALE DI CLIMATIZZAZIONE.....	13
7.1. - Riferimenti legislativi e normativi	13
7.2. - Limiti di rumorosità.....	14
7.2.1 - Zonizzazione acustica comune di Campi Bisenzio	14
7.2.2 - Differenziale di immissione (applicabile in ambiente abitativo).....	15
7.3. - Sorgenti	16
7.3.1 - Opere di mitigazione.....	17
7.4. - Ricettori.....	17
7.5. - Rispetto dei limiti.....	18
7.5.1 - Limiti di riferimento per la progettazione	18
7.5.2 - Ipotesi di calcolo	18
7.5.3 - Stima dei livelli sonori attesi	18
8 - GIUDIZIO CONCLUSIVO.....	21


 Ing. Sacha Slim Bouhageb
 N° 7988 Elenco TCAA Ministero Dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
 Ex n. 387 Elenco Regionale Toscana T.C.A.A.
 Ex n. 79 Elenco dei T.C.A.A. della Provincia di Firenze (atto dir. n. 3451 de 5/11/2003)

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.3 di 21
		Revisione 02 Data Maggio 2023

1 - PREMESSA

Il presente documento relativo all'Analisi dei Requisiti Acustici Passivi degli Edifici (con riferimento ai Criteri ambientali minimi, viene valutata la Specifica tecnica progettuale "2.4.11 - Prestazioni e comfort acustici"¹) e Valutazione Previsionale di Impatto Acustico viene redatto nell'ambito del Progetto di riqualificazione e restauro di un corpo di fabbrica all'interno dell'area di intervento attualmente non abbandonato e non accessibile (denominato nel seguito Annesso), Villa Rucellai, Campi Bisenzio (FI).



Immagine della zona con evidenziata la zona di studio

Per ulteriori approfondimenti sull'architettura, l'impiantistica e la parte strutturale si rimanda alle tavole specifiche di progetto.

2 - RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI ACUSTICA EDILIZIA

Per la valutazione dei requisiti acustici passivi e del comfort acustico si è fatto riferimento alla seguente legislazione:

- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici".

¹ Decreto Ministero della Transizione Ecologica 23 giugno 2022 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi" in vigore dal 04/12/2022 (Specifica tecnica progettuale - § 2.4.11 Prestazioni e comfort acustici). Da tale data è abrogato il Decreto Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 11 ottobre 2017 (§ 2.3.5.6 *Comfort acustico*).

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.4 di 21
		Revisione 02 Data Maggio 2023

- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Direzione Generale Valutazioni Ambientali. Prot. DVA-2014 - 0002440 del 30/01/2014. Parere.
- Ministero della Transizione Ecologica. Decreto 23 giugno 2022. "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi". Specifica tecnica progettuale - § 2.4.11 Prestazioni e comfort acustici. (G.U. - Serie generale n. 183 del 6-8-2022).

ed alla seguente normativa tecnica:

- UNI 11367:2023. Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di validazione e verifica in opera.
- UNI EN ISO 12354-3. Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti. - Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea.

3 - LIMITI DI RUMOROSITÀ

3.1. - REQUISITI ACUSTICI PASSIVI D.P.C.M. 5 DICEMBRE 1997

Il D.P.C.M. 5/12/97 determina i requisiti acustici passivi degli edifici e dei loro componenti in opera. Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", prevede la verifica in opera dei componenti edilizi e fissa criteri e metodologie per il contenimento dell'inquinamento da rumore all'interno degli ambienti abitativi.

I valori degli indici a singolo numero delle grandezze acustiche normate devono essere confrontati con i valori limite fissati dal D.P.C.M. 05/12/1997, ove applicabili, trattandosi nel caso in esame di singola unità immobiliari distinta l'unica grandezza acustica "normata" è l'isolamento acustico normalizzato di facciata (si identificano due tipologie di ambienti con diverse destinazioni d'uso:

Categoria	Parametro
	$D_{2m,nT,w}$
categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili	≥ 42
categoria B: edifici adibiti ad uffici o assimilabili (uffici ed assimilabili)	≥ 42

Requisiti acustici passivi degli edifici D.P.C.M. 05/12/1997 – valori limite dell'isolamento acustico normalizzato di facciata

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.5 di 21
		Revisione 02
		Data Maggio 2023

3.2. - I CRITERI AMBIENTALI MINIMI (C.A.M.)

Con l'emanazione del Decreto 11 Gennaio 2017, "Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili", meglio conosciuto come Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.), sono stati introdotti i seguenti requisiti (al punto 2.3.5.6, comfort acustico) con le relative prestazioni, verranno riportati i riferimenti relativi solo all'intervento in oggetto:

- i valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio devono corrispondere almeno a quelli della Classe II ai sensi della norma UNI 11367

Descrittore	Classe II
Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ [dB]	≥ 40

- Gli ambienti interni, ad esclusione delle scuole, rispettano i valori indicati nell'appendice C della UNI 11367. La norma indica che i valori ottimali del tempo di riverberazione medio fra 500 Hz e 1.000 Hz sono ricavabili dall'espressione seguente:

$$T_{ott} = 0,32 \lg (V) + 0,03 \text{ [s]} \quad (\text{ambiente non occupato adibito al parlato})$$

dove:

V = volume dell'ambiente, in metri cubi.

La norma suggerisce che i risultati ottenuti dalle misurazioni di tempo di riverberazione T ad ambiente non occupato, rispettino il seguente criterio, in tutte le bande di ottava comprese fra 250 Hz e 4.000 Hz:

$$T \leq 1,2 T_{ott}$$

N.B. La norma UNI 11367:2023 precisa che è esclusa la valutazione del rumore immesso dagli impianti nella stessa unità immobiliare cui essi sono asserviti e in ambienti accessori o di servizio di unità immobiliari diverse (considerati come ambienti riceventi).

Si riporta di seguito estratto del Decreto MTE 23 giugno 2022, relativo alla Specifica tecnica progettuale "§ 2.4.11 Prestazioni e comfort acustici".

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.6 di 21
		Revisione 02
		Data Maggio 2023

2.4.11 Prestazioni e comfort acustici

Criterio

Fatti salvi i requisiti di legge di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 «Determinazione dei requisiti acustici degli edifici» (nel caso in cui il presente criterio ed il citato decreto prevedano il raggiungimento di prestazioni differenti per lo stesso indicatore, sono da considerarsi, quali valori da conseguire, quelli che prevedano le prestazioni più restrittive tra i due), i valori prestazionali dei requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio, partizioni orizzontali e verticali, facciate, impianti tecnici, definiti dalla norma UNI 11367 corrispondono almeno a quelli della classe II del prospetto 1 di tale norma. I singoli elementi tecnici di ospedali e case di cura soddisfano il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A di tale norma e rispettano, inoltre, i valori caratterizzati come "prestazione buona" nel prospetto B.1 dell'Appendice B di tale norma. Le scuole soddisfano almeno i valori di riferimento di requisiti acustici passivi e comfort acustico interno indicati nella UNI 11532-2.

Gli ambienti interni, ad esclusione delle scuole, rispettano i valori indicati nell'appendice C della UNI 11367.

Nel caso di interventi su edifici esistenti, si applicano le prescrizioni sopra indicate se l'intervento riguarda la ristrutturazione totale degli elementi edilizi di separazione tra ambienti interni ed ambienti esterni o tra unità immobiliari differenti e contermini, la realizzazione di nuove partizioni o di nuovi impianti.

Per gli altri interventi su edifici esistenti va assicurato il miglioramento dei requisiti acustici passivi preesistenti. Detto miglioramento non è richiesto quando l'elemento tecnico rispetti le prescrizioni sopra indicate, quando esistano vincoli architettonici o divieti legati a regolamenti edilizi e regolamenti locali che precludano la realizzazione di soluzioni per il miglioramento dei requisiti acustici passivi, o in caso di impossibilità tecnica ad apportare un miglioramento dei requisiti acustici esistenti degli elementi tecnici coinvolti. La sussistenza dei precedenti casi va dimostrata con apposita relazione tecnica redatta da un tecnico competente in acustica di cui all'articolo 2, comma 6 della legge 26 ottobre 1995, n. 447. Anche nei casi nei quali non è possibile apportare un miglioramento, va assicurato almeno il mantenimento dei requisiti acustici passivi preesistenti.

Verifica

La Relazione CAM, di cui criterio "2.2.1-Relazione CAM", illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale e prevede anche una relazione acustica di calcolo previsionale redatta da un tecnico competente in acustica secondo le norme tecniche vigenti; in fase di verifica finale della conformità è prodotta una relazione di collaudo basata su misure acustiche in opera eseguite da un tecnico competente in acustica secondo le norme tecniche vigenti.

In considerazione di quanto sopra le prestazioni acustiche degli elementi tecnici previsti nel presente progetto sono confrontate con i valori prestazionali del Decreto MTE 23 giugno 2022.

3.3. - UNI 11367 (REQUISITI ACUSTICI PASSIVI E COMFORT ACUSTICO)

Fatti salvi i requisiti di legge di cui al D.P.C.M 05/12/97, i valori prestazionali dei requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio (partizioni orizzontali e verticali, facciate, impianti tecnici), definiti dalla norma UNI 11367 corrispondono almeno a quelli della classe II del prospetto 1 di tale norma.

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.7 di 21
		Revisione 02
		Data Maggio 2023

Nel caso in cui il D.P.C.M. 05/12/97 e la norma UNI 11367 prevedano prestazioni differenti per lo stesso indicatore, si dovrà conseguire la prestazione più restrittiva.

Nella tabella seguente sono riportati i valori prestazionali dei requisiti acustici passivi degli elementi tecnici (classe II) della norma UNI 11367.

Per semplicità di esposizione, per ciascun descrittore viene riportato anche il valore prestazionale definito dal D.P.C.M. 05/12/97 per edifici a destinazione ricreativa (categoria G) e per edifici a destinazione a uffici (categoria B).

Classe/ DPCM 5/12/97	Indici di valutazione
	Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata
	D_{2m,nT,w} dB
II	≥ 40
DPCM 5/12/97	≥ (42)

Per gli edifici adibiti ad attività ricreativa o assimilabile, categoria F e per gli edifici adibiti ad uffici o assimilabile, categoria B del D.P.C.M. 05/12/97, tra parentesi viene riportata la prestazione di ciascun requisito. Per ciascun descrittore viene evidenziata in grassetto la prestazione più restrittiva tra D.P.C.M e UNI 11367.

4 - DESCRIZIONE DEL PROGETTO



Vista a terra dell'immobile

L'immobile, di due pinai fuori terra, attualmente in totale stato di abbandono, risulterà oggetto di totale ristrutturazione (sia edilizia che impiantistica) e verranno realizzati, oltre ad uffici, anche ambienti destinati all'insegnamento della musica ed un'area polivalente al piano terra.

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.8 di 21
		Revisione 02
		Data Maggio 2023

5 - INDICE DI VALUTAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA $D_{2M,NT,W}$

La normativa stabilisce che la misura in opera di tale grandezza venga effettuata a partire dalle misure dei livelli di pressione sonora: in particolare quello esterno a 2 m dalla facciata, prodotto dal rumore da traffico se prevalente o da altoparlante con angolo di incidenza sulla facciata pari a 45° ($L_{1,2m}$) e quello interno (L_2) dato dalla seguente formula:

$$L_2 = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \right)$$

in cui L_i sono gli n livelli sonori misurati per ciascuna banda di terzi d'ottava (con n pari al numero intero immediatamente superiore a un decimo del volume dell'ambiente ricevente e comunque non minore di cinque) applicando successivamente la seguente relazione:

$$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \log \frac{T}{T_0}$$

in cui:

$D_{2m} = L_{i,2m} - L_2$ (dB) è la differenza tra i livelli sonori precedentemente definiti

T (s) = tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente

T_0 (s) = tempo di riverberazione di riferimento (0.5 s)

In questa fase progettuale, il calcolo dell'isolamento acustico di facciata si effettua applicando la relazione fornita dalla UNI 12354-3, che calcola il relativo indice di valutazione:

$$D_{2m,nT} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \log \frac{V}{6T_0S}$$

in cui:

R'_w = indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di facciata

ΔL_{fs} = termine correttivo che quantifica l'influenza della forma della facciata

V = volume interno del locale

T_0 = tempo di riverberazione di riferimento assunto pari a 0.5 s

S = superficie di facciata vista dall'interno

L'indice del potere fonoisolante apparente in facciata, si calcola tenendo conto di tutti gli elementi che la compongono, sommando gli indici di valutazione del potere fonoisolante di ciascun elemento costituente la facciata, distinguendo tra elementi considerati normali (murature e finestre) e dai piccoli elementi (prese aria, bocche di ventilazione con superficie inferiore a 1 m²); la formula utilizzata è la seguente:

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.9 di 21
		Revisione 02
		Data Maggio 2023

$$R'_{w} = -10\log\left(\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{\frac{-R'_{iw}}{10}} + \frac{A_0}{A} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{-D_{m,i}}{10}}\right) - K$$

in cui:

R'_{iw} (dB) = indici di valutazione dei poteri fonoisolanti degli n elementi i che compongono la facciata

S_i (m²) = superfici degli n elementi i che compongono la facciata

S (m²) = superficie totale della facciata

A_0 (m²) = area equivalente di assorbimento acustico di riferimento (pari a 10 m²)

$D_{m,i}$ (dB) = isolamenti acustici normalizzati degli m piccoli elementi i di facciata, e si calcolano utilizzando la seguente formula:

$$D_{m,i} = -10\log\left(\frac{S_i}{10}\right)$$

Il termine ΔL_{fs} dipende dalla forma della facciata, dall'assorbimento acustico delle superfici aggettanti (balconi) e dalla direzione del campo sonoro. La forma della facciata si individua su una sezione verticale della facciata in cui le eventuali barriere (parapetti di balconi, ecc., cfr figura seguente) sono indicate solo se a sezione piena; l'assorbimento w si riferisce all'indice di valutazione dell'assorbimento sonoro come definito dalla norma UNI EN ISO 11654. Il valore massimo per w (0,9) si applica anche qualora la superficie riflettente sopra la facciata sia assente. La direzione dell'onda sonora incidente, si caratterizza mediante l'altezza definita dall'intersezione tra la linea di veduta dalla sorgente ed il piano della facciata.

Per la schematizzazione e determinazione del contributo dato dalla forma di facciata si rimanda al Prospetto 6 della Norma UNI/TR 11175:2005, nel caso specifico si considera pari a 0.

K è un coefficiente che tiene conto della trasmissione laterale, si assume pari a 0 per elementi di facciata non connessi e pari a 2 per elementi di facciata pesanti con giunti rigidi, nel caso in esame, anche se siamo in presenza di pareti leggere (a secco con massa superficiale < 100 kg/m²) verrà assunto il valore pari a 2.

Il valore fonoisolante (R_w) della parete esterna è pari a 50 dB².

Verranno effettuate di seguito le verifiche prestazionali sui vani rappresentativi (per i codici identificativi dei vari locali si rimanda alle tavole architettoniche, i vani sono comunque ripetitivi per tutti i piani) al fine di

² $R_w = 20 \log(m')$ dB, dove m' = massa superficiale in kg/m², nel caso specifico 400 kg/m², al risultato viene applicato un fattore correttivo pari a - 2 dB come indicato dalla Norma UNI/TR 11175

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.10 di 21
		Revisione 02
		Data Maggio 2023

appurare la prestazione complessiva della parete (il valore risultante è arrotondato all'unità inferiore), con un fattore di sicurezza + 2 dB rispetto alle prestazioni minime di legge (pari quindi a 44 dB):

Ambienti	Parametri di calcolo						
	Sup. Facciata Interna [m ²]	Sup. Finestra [m ²]	Sup. Opaca [m ²]	R _w Opaco [dB]	R _w Infisso [dB]	Vol. [m ³]	D _{2m,nT,w} [dB]
<i>Piano Terra</i>							
Polivalente lato 1	36,29	10,60	25,68	50	40	731,07	48*
Polivalente lato 2	83,64	3,53	80,11	50	40	731,07	49*
Ufficio 27,85 m ²	21,76	8,02	13,74	50	40	111,40	44
Ufficio 11,76 m ²	10,89	1,69	9,20	50	40	35,28	44
<i>Primo Piano</i>							
Sala musica 73,69 m ² lato 1	31,59	1,92	29,67	50	40	263,07	48*
Sala musica 73,69 m ² lato 2	30,45	1,93	28,53	50	40	263,07	48*
Sala musica 50,99 m ²	20,88	1,93	18,96	50	40	182,03	47
Sala musica 48,79 m ²	18,85	1,93	16,92	50	40	174,18	47
Sala musica 18,10 m ²	18,39	1,93	16,45	50	40	64,26	45
Sala musica 18,20 m ²	12,57	2,03	10,54	50	40	64,97	46
Sala prova 29,17 m ²	28,35	2,03	26,32	50	40	104,14	46
Studio 28,63 m ² lato 1	17,58	1,22	16,36	50	40	85,89	47
Studio 28,63 m ² lato 2	6,36	0,80	5,56	50	40	85,89	49
Studio 17,81 m ²	15,18	1,50	13,68	50	40	53,43	45
Studio 18,45 m ²	15,48	0,62	14,86	50	40	55,35	47

* Ambienti non collaudabili ai sensi della UNI EN ISO 16283-3 - 2016 "Acustica - Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 3: Isolamento acustico di facciata" (volume massimo degli ambienti 250 m³)

6 - CARATTERISTICHE ACUSTICHE INTERNE

6.1. - DEFINIZIONI

Si richiamano di seguito i principali termini e definizioni utilizzate per la presente valutazione.

- area di assorbimento equivalente di un ambiente (A):

Area ipotetica di una superficie totalmente assorbente senza effetti di diffrazione che, se fosse il solo elemento assorbente dell'ambiente, determinerebbe lo stesso tempo di riverberazione dell'ambiente stesso. L'area di assorbimento equivalente di un ambiente si esprime in metri al quadrato (m²) ed è determinata in conformità alla UNI EN ISO 354.

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.11 di 21
		Revisione 02 Data Maggio 2023

- area di assorbimento equivalente di un elemento (A_{obj}):

Differenza tra l'area di assorbimento equivalente di un ambiente con e senza elemento (campione di prova). L'area di assorbimento equivalente di un ambiente si esprime in metri al quadrato (m^2) ed è determinata in conformità alla UNI EN ISO 354.

- coefficiente di assorbimento acustico (α_s):

Area di assorbimento equivalente di un campione di prova divisa per l'area del campione medesimo.

- coefficiente di assorbimento acustico pratico (α_p):

Valore del coefficiente di assorbimento acustico dipendente dalla frequenza basato su misurazioni effettuate per bande di terzo di ottava conformemente alla UNI EN ISO 354 e calcolato per bande di ottava conformemente alla norma UNI EN ISO 11654:1998.

- coefficiente di assorbimento acustico ponderato (α_w):

Valore unico indipendente dalla frequenza uguale al valore della curva di riferimento a 500 Hz dopo la traslazione conformemente a quanto specificato nella norma 11654:1998. Permette di determinare in prima istanza il comportamento fonoassorbente medio del materiale.

Le caratteristiche fonoassorbenti (coefficienti di assorbimento acustico α , ad incidenza casuale) dei controsoffitti vengono misurate in laboratorio (in camera riverberante), mediante procedure indicate nella UNI EN ISO 354. Dalla misura si ricavano, per ogni materiale testato, 18 coefficienti di assorbimento acustico (α_s), uno per ogni banda di terzo d'ottava da 100 Hz a 5.000 Hz.

Per fini comparativi la valutazione sintetica dei dati misurati in laboratorio può essere effettuata utilizzando le procedure proposte nella UNI EN ISO 11654. I 18 valori (α_s) possono essere ridotti a 6 coefficienti di assorbimento acustico pratico (α_p), in bande di frequenza di ottava (da 125 Hz a 4.000 Hz). Questi a loro volta possono essere ricondotti ad un unico valore di assorbimento acustico ponderato (α_w) che caratterizza l'intero materiale. I valori di α_p e α_w devono essere arrotondati al valore 0,05 più vicino. Valori di α_p maggiori di 1 devono essere indicati pari a 1.

6.2. - VALORE DI RIFERIMENTO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE


Come detto i valori di riferimento del tempo di riverberazione T (in tutte le bande di ottava comprese tra 250 Hz e 4.000 Hz) sono calcolati con la formula seguente:

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.12 di 21
		Revisione 02 Data Maggio 2023

$$T_{ott} = 0,32 \lg (V) + 0,03$$

$$T \leq 1,2 T_{ott}$$

6.3. - ANALISI PROGETTUALE DEGLI AMBIENTI

Al fine di una lineare correzione acustica, il controsoffitto all'interno degli ambienti (nel caso in esame i più rappresentativi in relazione dal volume, i maggiori, e dalla destinazione) dovrà avere una prestazione fonoassorbente media minima pari a 0,70 con distribuzione alle medie-alte frequenze.

L'efficacia dei trattamenti fonoassorbenti ambientali è stimabile con la seguente relazione di Sabine:

$$T_R = 0.160 \frac{V}{A}$$

T_R = tempo di riverbero s;

V = volume dell'ambiente m^3 ;

A = area equivalente di assorbimento acustico totale m^2 (coefficiente di assorbimento x superfici assorbenti)³.

È stata quindi modellati gli ambienti "tipo" e sono state calcolate le varie combinazioni (tipologia di rifinitura, quindi di fonoassorbimento, e disposizione spaziale) al fine di raggiungere le migliori prestazioni acustiche, introducendo il valore di superficie equivalente fonoassorbente necessario al raggiungimento dei valori limite.

Ambiente	Volume	Tempo di riverbero ottimale	Tempo di riverbero ottimale in ambiente vuoto	Tempo di riverbero stimato	Superficie equivalente fonoassorbente alle frequenze (125 Hz – 4000 Hz)
Polivalente	731 m^3	0,95 s.	1,14 s.	1,12 s.	48,06/124,60/178,31/142,65/133,74/160,48
Ufficio 27,85 m^2	112 m^3	0,69 s.	0,83 s.	0,80 s.	7,52/19,48/27,82/22,26/20,87/25,04
Ufficio 28,63 m^2	86 m^3	0,65 s.	0,78 s.	0,75 s.	7,73/20,04/28,63/22,91/21,48/25,77

³ Ai fini di calcolo sono stati considerati i seguenti elementi con le relative prestazioni fonoassorbenti:


Assorbimento Hz	125	250	500	1000	2000	4000
pavimento	0,05	0,15	0,1	0,15	0,15	0,3
vetro infisso	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Pareti intonacate	0,2	0,15	0,1	0,07	0,07	0,07
porta	0,3	0,2	0,15	0,1	0,15	0,1

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.13 di 21
		Revisione 02 Data Maggio 2023

Si rileva che le prestazioni relative al tempo di riverbero sono in linea con i valori di riferimento.

Gli ambienti non oggetto della presente analisi non sono stati analizzati dato che saranno oggetto di analisi approfondite in relazione alla loro destinazione d'uso (sale di musica).

7 - IMPATTO ACUSTICO CENTRALE DI CLIMATIZZAZIONE

7.1. - RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

- Legge n. 447, 26 ottobre 1995, "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- Decreto Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"
- DM Ambiente 31/01/2005 "Emanazione di Linee Guida per l'individuazione delle migliori tecniche disponibili, per le attività elencate nell'allegato I° del Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n. 372"
- D. Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 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
- Legge Regionale Toscana 1 dicembre 1998, n. 89 "Norme in materia di inquinamento acustico"
- Giunta Regionale Toscana – Deliberazione n. 857 del 21/10/2013 "Definizione dei criteri per la 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"
- DPGR Toscana 8 gennaio 2014, n. 2/R "Regolamento regionale di attuazione ai sensi dell'articolo 2, comma 1, della legge regionale 1 dicembre 1998, n. 89 (Norme in materia di inquinamento acustico)"
- Consiglio Comunale del Comune di Campi Bisenzio - Deliberazione n. 172 del 29 novembre 2004 "Approvazione Piano Comunale Classificazione Acustica" e s.m.i.

ed alla seguente normativa tecnica:

- Norma UNI 10855:1999 "Acustica - Misurazione e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti"

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.14 di 21
		Revisione 02 Data Maggio 2023

- Norma UNI 9884 "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale" (ritirata)
- UNI ISO 9613-2:2006. Acustica. Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto – Parte 2: Metodo generale di calcolo

7.2. - LIMITI DI RUMOROSITÀ

Si restituiscono le seguenti definizioni:

- Livello di rumore ambientale (L_A): è il livello di rumore prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo;
- Livello di rumore residuo (L_R): è il livello di rumore che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante (nel caso in esame la procedura di svuotamento dei cassonetti interrati);
- Livello differenziale di rumore (L_D): è la differenza tra il livello di rumore ambientale (L_A) e quello di rumore residuo (L_R):

$$L_D = L_A - L_R;$$

- Livello di emissione: è il livello di rumore dovuto alla sorgente specifica. È il livello che si confronta con i limiti di emissione;
- 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 recettori. I valori limite di immissione sono distinti in:
 - a) valori limite assoluti, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
 - b) valori limite differenziali, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

7.2.1 - ZONIZZAZIONE ACUSTICA COMUNE DI CAMPI BISENZIO

Il Comune di Campi Bisenzio ha adottato il piano di classificazione acustica del territorio, con Delibera n. 172 del 29 novembre 2004: in base a tale classificazione l'area di progetto, come anche i ricettori, è situata in Classe III (Aree di tipo misto), i cui limiti risultano:

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.15 di 21
		Revisione 02
		Data Maggio 2023

Destinazione d'uso del territorio	Limite diurno (06-22) L _{eq} dB(A)	Limite notturno (22-06) L _{eq} dB(A)
Classe III (aree di tipo misto)	55	45

Valori limite assoluti di emissione (tabella B del D.P.C.M. 14 novembre 1997)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limite diurno (06-22) L _{eq} dB(A)	Limite notturno (22-06) L _{eq} dB(A)
Classe III (aree di tipo misto)	60	50

Valori limite assoluti di immissione (tabella C del D.P.C.M. 14 novembre 1997)



CLASSE ACUSTICA		LIMITI (L _{eq} in dB(A))			
		DIURNO		NOTTURNO	
I	[Pattern]	50/45	45/35	47/37	35/25
II	[Pattern]	55/45	50/40	52/42	45/35
III	[Pattern]	60/50	55/45	57/47	50/40
IV	[Pattern]	65/55	60/50	62/52	55/45
V	[Pattern]	70/60	65/55	67/57	60/50
VI	[Pattern]	75/70	70/60	72/62	65/55

NOTA: LE AREE DESTINATE A SPETTACOLO A CARATTERE TEMPORANEO, MOBILE E ALL'APERTO SONO SEGNALATE CON BORDI IN NERETTO E TRATTEGGIO DELLE CLASSI CORRISPONDENTI

Estratto Piano di Classificazione Acustica Comune di Campi Bisenzio (particolare l'area oggetto di studio)

7.2.2 - DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE (APPLICABILE IN AMBIENTE ABITATIVO)

L'accettabilità del rumore all'interno degli ambienti abitativi viene valutata attraverso il criterio differenziale (art. 4 - D.P.C.M. 14/11/97). Il decreto stabilisce le seguenti soglie di rumore ambientale per l'applicabilità del suddetto criterio.

Condizioni punto di misura in ambiente abitativo	Periodo diurno (06-22) L _{eq} dB(A)	Periodo notturno (22-06) L _{eq} dB(A)
Soglia di applicabilità a finestre aperte	50	40
Soglia di applicabilità a finestre chiuse	35	25

Soglie di applicabilità del criterio differenziale.

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.16 di 21
		Revisione 02
		Data Maggio 2023

Se il rumore ambientale L_A risulta inferiore ai valori indicati in tabella “ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile”, viceversa viene valutato il livello differenziale di immissione. I valori limite differenziali di immissione sono: 5 dB nel periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno, all’interno degli ambienti abitativi.

Il livello differenziale di rumore L_D è ottenuto come differenza aritmetica tra il livello di rumore ambientale L_A (sorgente specifica in funzione) ed il livello di rumore residuo L_R (sorgente specifica spenta). Il parametro acustico di riferimento per la misura di tali livelli è il L_{Aeq} riferito ad un periodo sufficiente a caratterizzare il rumore della sorgente specifica (tempo di misura T_M).

7.3. - SORGENTI



Identificazione area nuova centrale

La nuova centrale di climatizzazione verrà realizzata a fianco dell’edificio oggetto delle lavorazioni, nel giardino di pertinenza, e consiste in:

- n. 1 pompa di calore marca LG modello ARUM241LTE 5 con potenza acustica pari a 84 dB(A);
- n. 1 pompa di calore marca LG modello ARUM140LTE 5 con potenza acustica pari a 82 dB(A);

La potenza acustica complessiva risulta quindi pari a 86,1 dB(A).

Il periodo di funzionamento dell’impianto è legato all’attività della stessa struttura e quindi non ben definibile, è possibile infatti che alcuni eventi possano proseguire in periodo notturno (fino al massimo di 2 ore).

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.17 di 21
		Revisione 02 Data Maggio 2023

7.3.1 - OPERE DI MITIGAZIONE

Al fine di limitare la rumorosità determinata dai macchinari è prevista la seguente opera di mitigazione:


realizzazione di barriera acustica (fonoassorbente lato macchinari) a delimitazione del fronte e dei due fianchi della centrale, in direzione del ricettore oggetto di studio. La barriera garantirà una significativa riduzione della rumorosità ai terzi ricettori, avrà un'altezza di 2.50 m (l'altezza delle pompe di calore VRF comprensiva degli antivibranti è pari a circa 2.00 m) e garantirà le seguenti prestazioni (caratteristiche acustiche del pannello modulare):

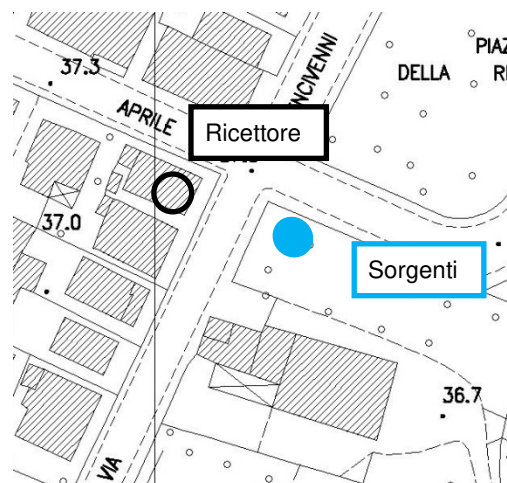
potere fonoisolante: $R_w \geq 24$ dB (UNI EN ISO 10140-2).

assorbimento acustico: Si (ISO 354:1985).

7.4. - RICETTORI

Il ricettore interessato dalle emissioni acustiche delle sorgenti oggetto di analisi risulta essere:

<p>Ricettore Edificio residenziale posto in via Bencivenni Rucellai 54 (di fronte all'area di progetto), due piani fuori terra, distanza dalle sorgenti 20 metri</p>	
--	--



Planimetria con in nero i due ricettori ed in azzurro posizione gruppo pompe di calore

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.18 di 21
		Revisione 02 Data Maggio 2023

7.5. - RISPETTO DEI LIMITI

7.5.1 - LIMITI DI RIFERIMENTO PER LA PROGETTAZIONE

Il limite di rumorosità più restrittivo nel caso specifico (e nella quasi totalità dei casi di inquinamento acustico) risulta il limite differenziale di immissione, valutato in ambiente abitativo a finestra aperta/chiusa, riferito al tempo di misura.

Obiettivo della progettazione acustica è quello di garantire, cautelativamente, il rispetto del criterio differenziale di immissione a finestra aperta, indipendentemente dal rumore residuo al ricettore.

Quanto sopra è verificato quando in facciata al recettore si hanno livelli sorgente L_s (contributo della sorgente specifica - UNI 10855:1999, comprensiva del contributo delle sorgenti precedentemente descritte) inferiori a:

periodo notturno (22-06): 43 dB(A);

periodo diurno (06-22): 54 dB(A).

Sotto tali condizioni si ottiene infatti la non applicabilità oppure il rispetto del criterio differenziale^{4, 5}.

7.5.2 - IPOTESI DI CALCOLO

Le considerazioni seguenti sono svolte nell'ipotesi di funzionamento contemporaneo di tutte le macchine; tale ipotesi sovrastima l'emissione sonora degli impianti tecnologici L_E (legata alla durata di accensione ed alla condizione di esercizio di ciascun macchinario), ma è coerente con la verifica del differenziale di immissione che deve essere eseguita rispetto alle condizioni d'esercizio più gravose della sorgente.

La valutazione è svolta con i dati forniti dalla casa produttrice delle pompe di calore.

7.5.3 - STIMA DEI LIVELLI SONORI ATTESI

In considerazione della distanza "sorgente-ricettore", la sorgente può essere schematizzata come puntiforme con il relativo livello di potenza sonora equivalente ($L_{WA eq}$) somma energetica dei macchinari presenti. Il livello

⁴ A. Di Bella, F. Fellini, M. Tergolina, R. Zecchin, Metodi per l'analisi di impatto acustico di installazioni impiantistiche per il condizionamento e la refrigerazione, Atti Seminario AIA-GAA "Immissioni di rumore e vibrazioni da impianti civili e stabilimenti industriali", Ferrara, 12/6/2002, pagg. 51-71, 2002.

⁵ F. Borchì, S. Luzzi, F. Miniati. "Metodologia per la valutazione previsionale di impatto acustico dei parchi eolici". AIA 41° Convegno Nazionale, Pisa 17-19 giugno 2014.

 GPA ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.19 di 21
		Revisione 02 Data Maggio 2023

di pressione sonora in facciata al ricettore (livello di sorgente L_S - UNI 10855:1999) è dato, quindi dal contributo della Sorgente.

Nell'ipotesi di sorgente omnidirezionale posta su piano riflettente, irradiante in campo libero, il contributo al ricettore R della è valutato tramite la seguente relazione:

$$L_S = L_{WA} - (20 \log d + 8,0) + 3,0 - A_{barriera}$$

con:

L_S = livello di pressione sonora prodotto dalla sorgente in facciata al ricettore;

L_{WA} = livello di potenza sonora della sorgente;

$20 \log d + 8,0$ = attenuazione per divergenza geometrica con sorgente posta su piano riflettente;

d = distanza sorgente/ricettore;

$+3,0$ = contributo cautelativo per riflessione di facciata (UNI 9884:1997);

$A_{barriera}$ = attenuazione per effetto barriera dato dall'opera di bonifica acustica, nel caso specifico è stimata a titolo ampiamente cautelativo pari a 14 dB⁶ (DMA 29/11/2000 – ricettori posti nella zona A dell'ombra).

A titolo cautelativo, i calcoli successivi sono svolti considerando la distanza orizzontale tra il centro della sorgente equivalente e il ricettore. Risulta quindi che il livello sorgente al ricettore è (i risultati sono stati arrotondati all'unità superiore):

Sorgente	L_{WA}	d	$-(20 \log d + 8)$	Riflessione di facciata	$A_{barriera}$	L_S
	dB(A)	[m]	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
Pdc	86,1	20	- 34,0	+ 3,0	- 14	41,1
					L_S	≈ 42,0

Valore limite di emissione

L'emissione della sorgente specifica, da confrontare con i limiti di legge, è determinabile con la relazione seguente:

$$L_E = L_S + 10 \log \left(\frac{T_f}{T_R} \right)$$

con:

⁶ Ministero dell'Ambiente. Decreto 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"

 ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.20 di 21
		Revisione 02 Data Maggio 2023

T_f = tempo di funzionamento della sorgente specifica (diurno 14 ore e notturno 2 ore);

T_R = periodo di riferimento (diurno 16 ore e notturno 8 ore).

Ipotizzando a titolo cautelativo che la sorgente resti in funzione al 100% del carico durante l'intero periodo di esercizio, risulta:

$$L_E \text{ diurno} \approx L_S \text{ diurno} \approx 41,0 \text{ dB(A)}.$$

$$L_E \text{ notturno} \approx L_S \text{ notturno} \approx 36,0 \text{ dB(A)}.$$

Quindi l'emissione della sorgente specifica risulta ampiamente inferiore al limite di legge (classe III periodo diurno/notturno 55/45 dB(A)).

Valore limite di immissione assoluto

In considerazione del livello di emissione della sorgente specifica, l'eventuale superamento di tale limite (classe III – periodo diurno/notturno 60/50 dB(A)) sarebbe imputabile solo al rumore residuo.

Valore limite di immissione differenziale (ambiente abitativo)

Il limite di rumorosità più restrittivo nel caso specifico (e nella quasi totalità dei casi di inquinamento acustico) risulta il limite differenziale di immissione, valutato in ambiente abitativo a finestra aperta/chiusa, riferito al tempo di misura. Si dimostra il rispetto di tale limite indipendentemente dal rumore residuo (con riferimento al periodo notturno durante il quale valgono limiti più restrittivi). L'accettabilità del rumore all'interno degli ambienti abitativi viene valutata attraverso il criterio differenziale di immissione. Il criterio risulta applicabile se il rumore ambientale supera le soglie indicate nella tabella dell'applicabilità del criterio differenziale.

La valutazione deve essere eseguita sia a finestre chiuse che a finestre aperte, al fine di individuare la situazione più gravosa per il ricettore. Nel caso in esame, per i ricettori la situazione di finestre aperte è la più gravosa perché la sorgente è esterna all'edificio ricettore e la trasmissione del rumore avviene per via aerea.

In prima approssimazione, per il ricettore, si può stimare la rumorosità immessa a finestra aperta considerando una riduzione di circa 6 dB(A) nel passaggio tra ambiente esterno ed ambiente abitativo^{7,8}. Quindi, in ambiente

⁷ A. Di Bella, F. Fellini, M. Tergolina, R. Zecchin, Metodi per l'analisi di impatto acustico di installazioni impiantistiche per il condizionamento e la refrigerazione, Atti Seminario AIA-GAA "Immissioni di rumore e vibrazioni da impianti civili e stabilimenti industriali", Ferrara, 12/6/2002, pagg. 51-71, 2002.

⁸ F. Borchì, S. Luzzi, F. Miniati. "Metodologia per la valutazione previsionale di impatto acustico dei parchi eolici". AIA 41° Convegno Nazionale, Pisa 17-19 giugno 2014.

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com

 ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	RELAZIONE ACUSTICA VILLA RUCELLAI Annesso	MOD21
		Pag.21 di 21
		Revisione 02 Data Maggio 2023

confinato a finestra aperta nel periodo notturno, il contributo della sorgente specifica è stimato pari a circa 35,6 dB(A) (41,1 – 6,0).

Per l'applicabilità del criterio differenziale di immissione nel periodo diurno è necessario che il rumore ambientale superi la soglia di 40 dB(A) a finestre aperte. Tale superamento, qualora si verificasse, sarebbe imputabile al solo rumore residuo (in tal caso non inferiore a 38,0 dB(A)) e determinerebbe il valore massimo del differenziale di immissione ($L_D = L_A - L_R$) pari a circa 2,0 dB, minore del limite previsto dalla normativa vigente (3 dB(A) nel periodo notturno).

8 - GIUDIZIO CONCLUSIVO

Le considerazioni precedentemente riportate, relativamente alle tipologie costruttive dei manufatti e ai materiali utilizzati partono dal requisito fondamentale di una posa in opera a regola d'arte; la non corretta posa in opera dei materiali o sistemi di isolamento acustico inficia in maniera determinante i risultati prevedibili in fase progettuale.

Oltre alle indicazioni generali di buona posa in opera sopra descritte, per l'intervento edificatorio in oggetto saranno individuate di volta in volta le soluzioni da adottare in accordo con la Direzione Lavori, in considerazione anche delle eventuali modifiche che potrebbero essere apportate per venire incontro alle richieste formulate dalla Committenza.

Si consiglia infine che durante le varie fasi di realizzazione (cantierizzazione) e di esercizio (collaudo), vengano effettuate sessioni di misura fonometrica al fine di poter garantire la veridicità delle ipotesi e delle tesi considerate (i valori misurati in opera possono discostarsi dai valori calcolati in via previsionale) oltre che poter intervenire per tempo nelle situazioni acusticamente più "delicate".

Alla luce dei risultati ottenuti si conclude che l'opera in oggetto è conforme alle disposizioni legislative in materia di acustica.

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec info@pec.gpapartners.com

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail info@gpapartners.com

www.gpapartners.com