
COMUNE DI LUCCA

PROVINCIA DI LUCCA

INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA
DELLE SERRE ORTO BOTANICO - LUCCA - CUP
J61E24000200004

≡ PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED
ECONOMICA

Relazione Impatto Acustico

PFTE_7IMPA_CSR_RS_SP_020_00

25-016

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	21/04/2026	PRIMA EMISSIONE	016M	001M	001A

COMMITTENTE:
Comune di Lucca
RUP Ing. Stefano Angelini

TEAM DI PROGETTAZIONE
Studio INTRE

Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	3
3. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	5
4. INQUADRAMENTO DEL CONTESTO.....	6
5. DATI TECNICI DELLA SORGENTE SONORA.....	6
6. RICETTORI POTENZIALMENTE INTERESSATI.....	7
7. METODO DI VALUTAZIONE PREVISIONALE.....	8
8. STIMA DEI LIVELLI SONORI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA.....	9
9. PIANO DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA.....	9
10. VALUTAZIONE RISPETTO AI LIMITI ACUSTICI.....	10
11. FUNZIONAMENTO DIURNO E NOTTURNO.....	12
12. CARATTERISTICHE DEL RUMORE EMESSO.....	12
13. MISURE PROGETTUALI DI MITIGAZIONE ACUSTICA.....	13
14. COMPATIBILITA' CON IL CONTESTO STORICO E MUSEALE.....	14
15. VALUTAZIONE PRELIMINARE DELL'IMPATTO.....	14
16. PRESCRIZIONI ESECUTIVE.....	15
17. CONCLUSIONI.....	15

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica ha lo scopo di valutare, in via previsionale, l'impatto acustico conseguente all'installazione di una nuova unità esterna a pompa di calore a servizio della Casermetta San Regolo, ubicata all'interno dell'Orto Botanico di Lucca, in Via Giardino Botanico n. 14.

L'intervento riguarda l'adeguamento e la riqualificazione impiantistica del fabbricato, con particolare riferimento alla climatizzazione estiva e invernale degli ambienti interni mediante sistema ad espansione diretta a portata variabile di refrigerante, del tipo VRF. L'installazione della pompa di calore comporta l'introduzione di una nuova sorgente sonora esterna, costituita principalmente dal ventilatore assiale, dal compressore inverter e dagli organi elettromeccanici dell'unità motocondensante.

La valutazione è finalizzata a verificare la compatibilità acustica dell'intervento rispetto al contesto circostante, tenendo conto delle caratteristiche della sorgente sonora, delle condizioni di funzionamento previste, della distanza dai possibili ricettori e delle misure progettuali adottabili per contenere la propagazione del rumore.

La presente relazione costituisce valutazione tecnica preliminare e dovrà essere integrata, qualora richiesto dagli enti competenti, con la classificazione acustica comunale puntuale dell'area, con il rilievo fonometrico del clima acustico ante operam e con la verifica strumentale post operam a impianto funzionante.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento previsto presso la Casermetta San Regolo consiste nell'installazione di una unità esterna a pompa di calore ad espansione diretta, a servizio degli ambienti interni destinati a uso espositivo, museale, didattico e/o conferenze.

La Casermetta San Regolo svolge funzione di biglietteria e punto di accesso principale all'Orto Botanico di Lucca ed è aperta al pubblico nella sola fascia diurna, indicativamente dalle ore 10:30 alle ore 19:00. L'Orto Botanico è inoltre fruibile dal pubblico prevalentemente nel periodo primaverile-autunnale (indicativamente dal 21 marzo al 3 novembre), mentre nel periodo invernale resta chiuso alle visite turistiche ordinarie. Tale regime di apertura, limitato alle ore diurne e concentrato nella stagione primaverile-estiva, è coerente con il funzionamento prevalentemente diurno dell'impianto e contribuisce a contenere l'esposizione dei ricettori sensibili nelle ore notturne.

La pompa di calore sarà installata all'esterno del fabbricato, nelle immediate vicinanze del locale tecnico, nella posizione indicata nella figura 3. L'unità sarà collegata alle unità interne mediante rete frigorifera a due tubi e linea di comunicazione dati.

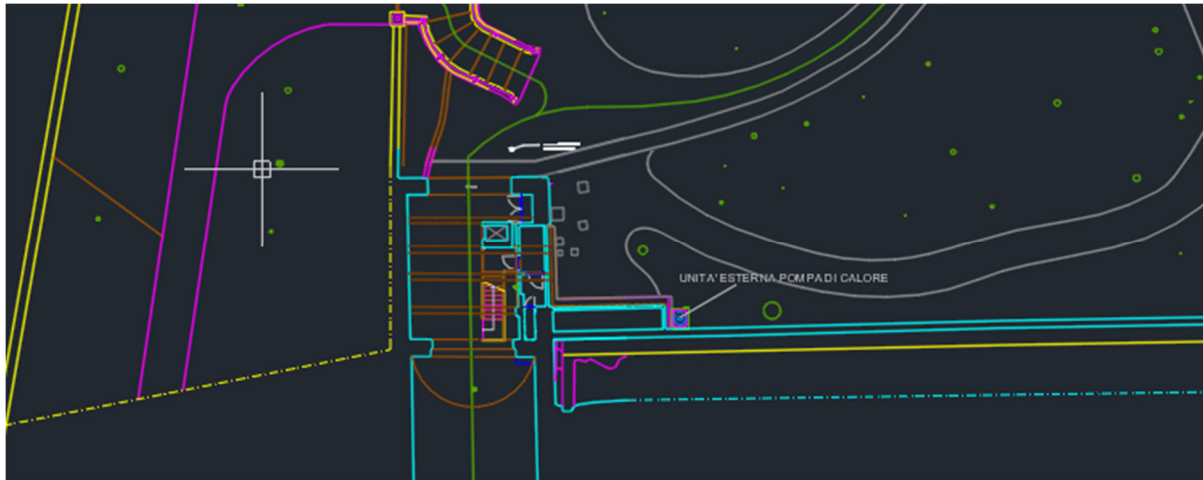


Figura 2 – Vista planimetrica luogo di installazione PDC



Figura 3 – Vista punto di installazione PDC

L'impianto sarà utilizzato per la climatizzazione degli ambienti, con funzionamento prevalente:

- in modalità raffrescamento durante il periodo estivo;
- in modalità riscaldamento durante il periodo invernale;
- con funzionamento modulante in relazione al carico termico effettivo degli ambienti.

L'unità è dotata di compressore inverter e ventilatore a controllo elettronico, pertanto il funzionamento non è necessariamente continuo alla massima potenza, ma varia in funzione della richiesta termica. Secondo le previsioni di esercizio, l'impianto funzionerà prevalentemente in orario diurno e solo raramente in orario notturno. Ai fini della valutazione cautelativa, si assume comunque come riferimento il livello di potenza sonora dichiarato dal costruttore per il funzionamento nominale.

3. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

La valutazione dell'impatto acustico viene sviluppata con riferimento al seguente quadro normativo e tecnico:

- Legge 26 ottobre 1995, n. 447, "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- D.P.C.M. 14 novembre 1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- D.M. 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- Legge Regionale Toscana 1 dicembre 1998, n. 89, "Norme in materia di inquinamento acustico";
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale Toscana 8 gennaio 2014, n. 2/R, "Regolamento di attuazione della L.R. 89/1998 in materia di inquinamento acustico", e successive modifiche (testo coordinato con il D.P.G.R. n. 38/R del 2014);
- Piano comunale di classificazione acustica del Comune di Lucca, da verificare puntualmente per l'area di intervento;
- norme tecniche UNI/ISO applicabili alla propagazione sonora in ambiente esterno e alla misura del rumore ambientale.

Il D.P.C.M. 14 novembre 1997 distingue, in funzione della classificazione acustica del territorio, i limiti di emissione, i limiti assoluti di immissione e i limiti differenziali di immissione. La verifica definitiva deve essere condotta con riferimento alla classe acustica assegnata all'area dal Piano comunale di classificazione acustica.

Il Piano Comunale di Classificazione Acustica del Comune di Lucca (Tavola 5, rev. 5 del novembre 2024) attribuisce all'area di intervento la Classe III – aree di tipo misto. Il sito si colloca infatti in un contesto urbano storico, con presenza di funzioni pubbliche, culturali e verdi e di possibili ricettori sensibili o residenziali nelle vicinanze.

4. INQUADRAMENTO DEL CONTESTO

La Casermetta San Regolo è collocata all'interno dell'Orto Botanico di Lucca, in Via Giardino Botanico n. 14, in un contesto di pregio storico, ambientale e paesaggistico. Il fabbricato oggetto di intervento è destinato a funzioni culturali, espositive, didattiche e di supporto alle attività dell'Orto Botanico.



Figura 1 – Inquadramento dell'area di intervento

Il contesto acustico di riferimento può essere caratterizzato dalla presenza di:

- rumore di fondo urbano;
- traffico veicolare sulle viabilità limitrofe;
- fruizione pubblica dell'Orto Botanico;
- eventuali attività culturali o manutentive;
- possibile presenza di ricettori residenziali o assimilabili nelle aree esterne al complesso.

La nuova pompa di calore costituisce sorgente sonora tecnica di tipo fisso. La rumorosità è legata principalmente al funzionamento del ventilatore di scambio termico con l'esterno e del compressore. Trattandosi di macchina inverter, il livello emissivo può variare in funzione del carico richiesto e delle condizioni climatiche esterne.

5. DATI TECNICI DELLA SORGENTE SONORA

L'unità esterna prevista è una pompa di calore VRF aria-aria con condensazione ad aria e portata variabile di refrigerante.

Caratteristiche principali della macchina:

- tipologia: pompa di calore ad espansione diretta VRF;
- condensazione: ad aria;
- refrigerante: R410A;
- alimentazione elettrica: trifase 380/400 V, 50 Hz;
- potenza frigorifera nominale: 28,0 kW;
- potenza termica nominale: 31,5 kW;
- assorbimento elettrico nominale in raffreddamento: 9,62 kW;
- assorbimento elettrico nominale in riscaldamento: 8,49 kW;
- compressore: scroll ermetico ad alta efficienza con motore DC inverter;
- ventilatore: elicoidale, n. 1 unità;
- configurazione costruttiva: unità del tipo «a torre», con ventilatore assiale posto superiormente e mandata dell'aria verticale verso l'alto e aspirazione dell'aria sui lati;
- portata aria ventilatore: 185 m³/min;
- potenza assorbita ventilatore: 0,92 kW;
- dimensioni indicative: 1.858 mm altezza × 920 mm larghezza × 740 mm profondità;
- peso indicativo: 213 kg;
- pressione sonora dichiarata: 60 dB(A);
- potenza sonora dichiarata: 78 dB(A);
- possibilità di attivazione modalità silenziosa mediante configurazioni dedicate.

Ai fini della valutazione previsionale viene assunto come dato di emissione principale il livello di potenza sonora ponderato A, pari a:

- $L_{wA} = 78 \text{ dB(A)}$

Tale valore rappresenta il parametro più idoneo per il calcolo previsionale della propagazione sonora in ambiente esterno, in quanto indipendente dalla distanza di misura e dalle condizioni locali di rilevamento.

6. RICETTORI POTENZIALMENTE INTERESSATI

Sulla base dell'analisi cartografica e dell'ortofoto dell'area, con scala grafica di riferimento, si individuano i seguenti ricettori potenzialmente interessati dall'emissione sonora dell'unità esterna, con indicazione orientativa di direzione, distanza e sensibilità (valori da confermare con rilievo planimetrico):

- Casa di Cura «M. D. Barbantini», a circa 120 m in linea d'aria a Nord-Ovest: ricettore sensibile (struttura sanitaria), potenzialmente da tutelare come area particolarmente protetta;
- edifici residenziali del centro storico, a Nord/Nord-Est (lato Via del Fosso – Via Elisa), i più prossimi a circa 47 m in linea d'aria;
- edificio scolastico, a circa 110 m in linea d'aria: ricettore sensibile;
- Ristorante Celide, a circa 180–220 m a Est: ricettore non sensibile (attività commerciale) con presenza di persone;
- Scuola di Musica «Sinfonia», a circa 400 m a Sud-Est, oltre la cinta muraria: ricettore sensibile ma distante;
- edifici residenziali oltre la circonvallazione (SS439), a Sud/Sud-Ovest (zona Hotel Rex), a circa 350–400 m, schermati dal terrapieno delle Mura;

- fruitori dell'Orto Botanico, a ridosso dell'impianto, presenti tuttavia unicamente in orario diurno e nella sola stagione di apertura.

Ai fini della verifica acustica, i ricettori più significativi sono quelli esterni al fabbricato e potenzialmente esposti al rumore dell'unità esterna. La verifica definitiva dovrà essere condotta in corrispondenza dei ricettori più sfavoriti, considerando distanza, quota, schermature, orientamento della macchina e presenza di superfici riflettenti. Si osserva inoltre che i ricettori costituiti dal pubblico e dai fruitori dell'Orto Botanico sono presenti unicamente nelle ore diurne di apertura (indicativamente 10:30–19:00) e prevalentemente nella stagione primaverile-autunnale: tale condizione riduce sensibilmente l'esposizione nelle ore notturne, più sensibili sotto il profilo acustico.

Incrociando le distanze stimate con i livelli previsionali in campo libero (cfr. § 8), il contributo sonoro atteso ai principali ricettori risulta orientativamente:

- edifici residenziali più prossimi (~47 m): ~33–34 dB(A);
- edificio scolastico (~110 m): ~26 dB(A);
- Casa di Cura Barbantini (~120 m): ~25 dB(A);
- Ristorante Celide (~200 m): ~21 dB(A);
- Scuola di Musica e residenze oltre le Mura (~350–400 m): ~15–17 dB(A).

Tali livelli, ampiamente inferiori ai limiti assoluti di immissione della Classe III assegnata all'area, costituiscono una stima cautelativa preliminare (a cui può sommarsi un incremento fino a 3 dB in caso di installazione contro superfici riflettenti) e risultano rispettati rispetto ai limiti della Classe III assegnata all'area dal PCCA del Comune di Lucca, da confermare in funzione della posizione definitiva dell'unità.

7. METODO DI VALUTAZIONE PREVISIONALE

La stima del livello sonoro generato dalla pompa di calore presso i ricettori viene eseguita, in prima approssimazione, mediante propagazione geometrica in campo libero, assumendo la sorgente come puntiforme.

La relazione semplificata utilizzata è:

$$L_p = L_w - 20 \log_{10}(r) - 11 + K$$

dove:

- L_p è il livello di pressione sonora stimato al ricettore, in dB(A);
- L_w è il livello di potenza sonora della sorgente, in dB(A);
- r è la distanza tra sorgente e ricettore, in metri;
- 11 è il termine di conversione per propagazione emisferica/sferica semplificata;
- K rappresenta eventuali correzioni dovute a riflessioni, direttività, schermature o condizioni locali.

In assenza di dati geometrici puntuali, si assume inizialmente $K = 0$ dB, corrispondente a una condizione semplificata di campo libero. Qualora l'unità sia installata in prossimità di pareti riflettenti o in corti chiuse, dovranno essere considerate correzioni positive. Qualora invece siano presenti schermature efficaci, muri, setti o barriere, potranno essere considerate attenuazioni.

8. STIMA DEI LIVELLI SONORI IN FUNZIONE DELLA DISTANZA

Assumendo il livello di potenza sonora della pompa di calore pari a:

$$L_{wA} = 78 \text{ dB(A)}$$

si ottengono, in campo libero, i seguenti livelli indicativi di pressione sonora:

Distanza dalla sorgente Livello stimato L_{pA}

3 m	circa 57,5 dB(A)
5 m	circa 53,0 dB(A)
10 m	circa 47,0 dB(A)
15 m	circa 43,5 dB(A)
20 m	circa 41,0 dB(A)
30 m	circa 37,5 dB(A)
50 m	circa 33,0 dB(A)

I valori sopra riportati rappresentano una stima preliminare e non tengono conto di eventuali effetti locali di riflessione, schermatura, assorbimento del terreno, direttività del ventilatore o contributo del rumore residuo presente nell'area.

In presenza di installazione contro parete rigida o in prossimità di superfici riflettenti, è prudente considerare un incremento del livello sonoro di circa 3 dB rispetto ai valori calcolati. In caso di installazione in angolo o in vano parzialmente confinato, l'incremento può essere superiore e deve essere valutato caso per caso.

9. PIANO DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA

Il Piano Comunale di Classificazione Acustica (PCCA) del Comune di Lucca suddivide il territorio comunale nelle sei classi acustiche previste dalla Tabella A del D.P.C.M. 14 novembre 1997, sulla base delle destinazioni d'uso e dell'effettiva fruizione del territorio. Dall'esame della cartografia di zonizzazione (Tavola 5, rev. 5 del novembre 2024), l'area in cui ricade la Casermetta San Regolo, all'interno dell'Orto Botanico di Lucca, risulta classificata in Classe III – aree di tipo misto, cui corrispondono i limiti assoluti di immissione di 60 dB(A) nel periodo diurno e 50 dB(A) nel periodo notturno e i limiti di emissione di 55 dB(A) (diurno) e 45 dB(A) (notturno). Tale classificazione costituisce il riferimento per la verifica di compatibilità acustica dell'intervento. Nella figura seguente è riportato l'estratto della tavola di zonizzazione relativo all'area di intervento.

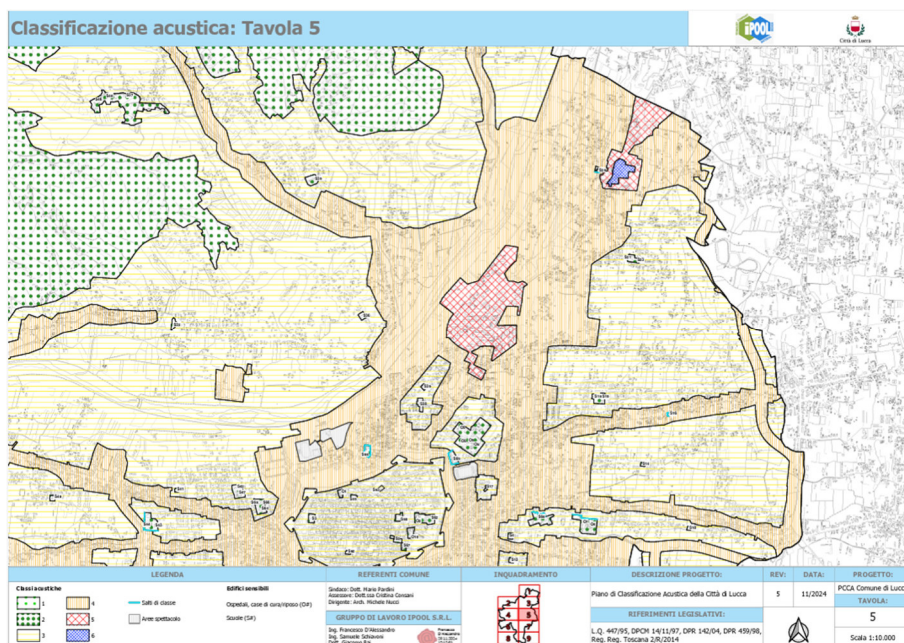


Figura 4 – Estratto della Tavola 5 del Piano di Classificazione Acustica del Comune di Lucca: l'area di intervento ricade in Classe III (aree di tipo misto)

10. VALUTAZIONE RISPETTO AI LIMITI ACUSTICI

La verifica rispetto ai limiti di legge dovrà essere effettuata sulla base della classe acustica attribuita all'area dal Piano comunale di classificazione acustica del Comune di Lucca.

In generale, il D.P.C.M. 14 novembre 1997 prevede:

- limiti assoluti di emissione;
- limiti assoluti di immissione;
- limiti differenziali di immissione, da verificare all'interno degli ambienti abitativi, ove applicabili.

Il rispetto dei limiti assoluti dipende dalla classe acustica dell'area e dal periodo di riferimento, diurno o notturno. Il periodo diurno è generalmente compreso tra le ore 06:00 e le ore 22:00, mentre il periodo notturno tra le ore 22:00 e le ore 06:00.

Si riportano di seguito i valori limite assoluti previsti dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 in funzione della classe acustica di appartenenza dell'area, da assumere come riferimento per la verifica una volta acquisita la classificazione del Piano comunale di classificazione acustica del Comune di Lucca:

Tabella B – Valori limite di emissione (D.P.C.M. 14 novembre 1997)

Classe acustica	Emissione diurno (06–22) dB(A)	Emissione notturno (22–06) dB(A)
I – Aree particolarmente protette	45	35
II – Aree prevalentemente residenziali	50	40
III – Aree di tipo misto	55	45

Classe acustica	Emissione diurno (06-22) dB(A)	Emissione notturno (22-06) dB(A)
IV - Aree di intensa attività umana	60	50
V - Aree prevalentemente industriali	65	55
VI - Aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella C – Valori limite assoluti di immissione (D.P.C.M. 14 novembre 1997)

Classe acustica	Immissione diurno (06-22) dB(A)	Immissione notturno (22-06) dB(A)
I - Aree particolarmente protette	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali	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

I valori limite differenziali di immissione, applicabili all'interno degli ambienti abitativi ai sensi dell'art. 4 del D.P.C.M. 14 novembre 1997, sono pari a 5 dB(A) nel periodo diurno e 3 dB(A) nel periodo notturno.

Per l'area di intervento, la Tavola 5 del PCCA del Comune di Lucca (rev. 5 del novembre 2024) attribuisce la Classe III – aree di tipo misto, cui corrispondono i seguenti limiti assoluti: immissione 60 dB(A) (diurno) e 50 dB(A) (notturno); emissione 55 dB(A) (diurno) e 45 dB(A) (notturno). I livelli sonori stimati ai ricettori (dell'ordine di ~25-34 dB(A) in campo libero, con il valore massimo in corrispondenza delle residenze più prossime a circa 47 m) risultano ampiamente inferiori a tali limiti, con un margine di almeno 16 dB rispetto al limite notturno di immissione (50 dB(A)). Il criterio differenziale, ove applicabile, dovrà essere verificato con il rumore residuo presso i ricettori; il funzionamento prevalentemente diurno e i livelli emessi molto contenuti ne riducono comunque sensibilmente la criticità.

Il criterio differenziale richiede il confronto tra:

- livello di rumore ambientale, con sorgente in funzione;
- livello di rumore residuo, con sorgente non attiva.

La differenza tra i due livelli deve rispettare i limiti previsti dalla normativa, ove applicabile.

La valutazione previsionale mostra comunque che, già a distanze dell'ordine di 20-30 m, il contributo della macchina tende a ridursi a valori contenuti, dell'ordine di circa 41-38 dB(A) in campo libero. Tali valori risultano ampiamente compatibili con i limiti della Classe III assegnata all'area, sia nel periodo diurno sia in quello notturno; la compatibilità nel periodo notturno resta comunque condizionata, sotto il profilo differenziale, alla verifica del rumore residuo presso i ricettori più prossimi.

11. FUNZIONAMENTO DIURNO E NOTTURNO

Secondo le previsioni di esercizio, la pompa di calore funzionerà esclusivamente in orario diurno — indicativamente nella fascia di apertura al pubblico della struttura, dalle ore 10:30 alle ore 19:00 — e solo raramente in orario notturno. Tale regime di utilizzo è favorevole sotto il profilo acustico, in quanto il periodo notturno — più sensibile per i ricettori — risulta interessato dal funzionamento dell'impianto solo in via eccezionale.

Ai fini della mitigazione acustica si raccomanda comunque di differenziare il funzionamento dell'unità tra periodo diurno e periodo notturno.

Nel periodo diurno, la macchina potrà funzionare secondo la normale logica di regolazione automatica, nel rispetto delle condizioni di comfort interno e delle esigenze d'uso degli ambienti.

Nel periodo notturno, qualora l'impianto debba restare attivo, si raccomanda:

- attivazione della modalità silenziosa disponibile sull'unità esterna;
- limitazione della massima velocità del ventilatore;
- riduzione della potenza massima disponibile, se compatibile con le esigenze impiantistiche;
- programmazione oraria per evitare funzionamenti alla massima capacità nelle fasce più sensibili;
- gestione degli sbrinamenti invernali in modo da ridurre eventi sonori percepibili, ove tecnicamente possibile.

Se la Casermetta non richiede climatizzazione notturna continuativa, la soluzione preferibile dal punto di vista acustico è prevedere lo spegnimento o la riduzione al minimo dell'unità esterna durante il periodo notturno.

12. CARATTERISTICHE DEL RUMORE EMESSO

La rumorosità di una pompa di calore esterna è generalmente composta da:

- componente aerodinamica del ventilatore;
- componente meccanica del compressore;
- eventuali componenti tonali legate a ventilatore, compressore, inverter o vibrazioni;
- rumori occasionali connessi a sbrinamento, inversione ciclo o variazioni di regime.

Ai fini della valutazione acustica, dovrà essere verificata l'eventuale presenza di componenti tonali o impulsive, in quanto tali caratteristiche possono comportare penalizzazioni nella valutazione secondo la normativa tecnica di misura.

Va inoltre considerato che l'unità è del tipo «a torre», con mandata dell'aria verticale verso l'alto e aspirazione laterale: la componente aerodinamica principale del ventilatore risulta quindi orientata verso l'alto e non direttamente verso i ricettori posti sul piano orizzontale. Tale configurazione contribuisce a ridurre la propagazione diretta del rumore verso i ricettori e rende cautelativa la stima condotta in campo libero con fattore correttivo $K = 0$.

In sede esecutiva dovranno essere adottate soluzioni finalizzate a evitare:

- vibrazioni trasmesse alla struttura;

- risonanze su basamenti, supporti o carter;
- propagazione del rumore verso ricettori sensibili;
- installazione in cavedi, nicchie o angoli acusticamente sfavorevoli;
- riflessioni multiple tra superfici rigide.

13. MISURE PROGETTUALI DI MITIGAZIONE ACUSTICA

Per ridurre l'impatto acustico della pompa di calore, si prescrivono le seguenti misure progettuali:

1. Posizionamento dell'unità

L'unità esterna dovrà essere collocata nella posizione più distante possibile dai ricettori sensibili, evitando orientamenti diretti del ventilatore verso finestre, abitazioni o spazi di permanenza.

2. Schermatura

Qualora la distanza dai ricettori sia ridotta, dovrà essere prevista una schermatura acustica mediante setto, barriera o elemento architettonico compatibile con il contesto storico e paesaggistico. La schermatura dovrà interrompere la linea di vista diretta tra sorgente e ricettore, garantendo al tempo stesso la corretta ventilazione della macchina.

3. Supporti antivibranti

L'unità dovrà essere installata su supporti antivibranti idonei al peso e alle frequenze di funzionamento della macchina, al fine di limitare la trasmissione di vibrazioni alla struttura edilizia e al basamento.

4. Basamento

Il basamento dovrà essere stabile, piano e disaccoppiato, ove necessario, dalla struttura dell'edificio. Dovranno essere evitate installazioni su elementi leggeri o facilmente risonanti.

5. Collegamenti flessibili

Le tubazioni frigorifere e le connessioni impiantistiche dovranno essere realizzate in modo da evitare la trasmissione rigida di vibrazioni verso il fabbricato.

6. Modalità silenziosa

Dovrà essere prevista, se compatibile con le esigenze di esercizio, l'attivazione della modalità silenziosa dell'unità esterna nelle fasce orarie più sensibili e, in particolare, nel periodo notturno.

7. Manutenzione

Dovrà essere garantita la manutenzione periodica della macchina, con pulizia degli scambiatori, controllo dei ventilatori, verifica dei fissaggi e controllo dell'assenza di vibrazioni anomale.

8. Verifica post operam

A impianto installato e funzionante, dovrà essere eseguita una verifica fonometrica in corrispondenza dei ricettori più esposti, qualora richiesta dagli enti competenti o ritenuta necessaria dal progettista.

14. COMPATIBILITA' CON IL CONTESTO STORICO E MUSEALE

La Casermetta San Regolo si inserisce in un contesto di pregio storico e ambientale. Pertanto l'installazione dell'unità esterna dovrà tenere conto non solo degli aspetti acustici, ma anche dell'inserimento architettonico e paesaggistico.

Dal punto di vista acustico, la scelta di una unità inverter a portata variabile risulta favorevole, in quanto consente il funzionamento modulante e la riduzione dei regimi di rotazione rispetto al funzionamento continuo a pieno carico. La presenza di modalità silenziosa costituisce ulteriore elemento utile per il contenimento delle emissioni sonore.

La collocazione della macchina dovrà comunque evitare condizioni di amplificazione acustica dovute alla vicinanza di pareti rigide, cavedi, nicchie o superfici riflettenti. In particolare, si dovrà evitare l'installazione in spazi stretti e parzialmente confinati, ove il rumore del ventilatore possa essere riflesso e amplificato.

15. VALUTAZIONE PRELIMINARE DELL'IMPATTO

Sulla base dei dati acustici dichiarati dal costruttore e assumendo una potenza sonora pari a 78 dB(A), il contributo sonoro dell'unità esterna può essere ritenuto potenzialmente contenibile, a condizione che siano rispettate le seguenti condizioni:

- installazione a distanza adeguata dai ricettori sensibili;
- assenza di orientamento diretto verso aperture o spazi di permanenza;
- adozione di supporti antivibranti;
- attivazione di modalità silenziosa in orario notturno o in fasce sensibili;
- eventuale schermatura acustica se la distanza dai ricettori è ridotta;
- verifica del rispetto dei limiti di zona a impianto installato.

La stima previsionale indica che, in campo libero, il contributo della macchina può essere dell'ordine di:

- circa 47 dB(A) a 10 m;
- circa 41 dB(A) a 20 m;
- circa 37,5 dB(A) a 30 m.

Poiché l'impianto funzionerà prevalentemente in orario diurno, indicativamente nella fascia di apertura della struttura (dalle ore 10:30 alle ore 19:00), e solo in via eccezionale in orario notturno, lo scenario di esposizione dei ricettori nel periodo notturno — più sensibile sotto il profilo acustico — risulta del tutto marginale. Per i ricettori a distanze superiori, con schermature naturali o architettoniche, l'impatto acustico atteso è comunque contenuto, mentre le misure di mitigazione dedicate restano comunque previste a tutela dei ricettori più prossimi. Nel caso specifico, il ricettore più tutelato è la Casa di Cura «M. D. Barbantini», posta a circa 120 m in linea d'aria a Nord-Ovest: a tale distanza il contributo sonoro stimato dell'unità (~25 dB(A) in campo libero) risulta ampiamente inferiore ai limiti applicabili anche nelle classi più restrittive. Il ricettore residenziale più prossimo si colloca a circa 47 m in linea d'aria, distanza alla quale il livello stimato in campo libero (~33–34 dB(A)) resta ampiamente entro i limiti di Classe III sia nel periodo diurno (60 dB(A)) sia nel periodo notturno (50 dB(A)); un edificio scolastico è presente a circa 110 m (~26 dB(A)). Il fronte Sud-Ovest dell'unità è inoltre libero, in quanto schermato dal terrapieno delle Mura.

16. PRESCRIZIONI ESECUTIVE

In fase esecutiva dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- acquisire la posizione definitiva dell'unità esterna su planimetria;
- verificare la classe acustica dell'area e dei ricettori più prossimi;
- individuare i ricettori sensibili più esposti;
- evitare l'installazione della macchina in posizione riflettente o acusticamente sfavorevole;
- installare la macchina su supporti antivibranti;
- mantenere adeguate distanze da pareti e ostacoli, secondo manuale del costruttore;
- garantire la libera aspirazione ed espulsione dell'aria;
- evitare cortocircuiti d'aria e incrementi di prevalenza non necessari;
- prevedere, se necessario, schermatura acustica compatibile con il corretto funzionamento della macchina;
- impostare modalità silenziosa nelle fasce orarie sensibili;
- eseguire verifica fonometrica post operam, qualora richiesta.

17. CONCLUSIONI

L'intervento di installazione della pompa di calore VRF a servizio della Casermetta San Regolo introduce una nuova sorgente sonora esterna costituita dall'unità motocondensante.

Sulla base dei dati dichiarati dal costruttore, la macchina presenta livello di pressione sonora pari a 60 dB(A) e livello di potenza sonora pari a 78 dB(A). Il valore di potenza sonora è stato assunto come dato di riferimento per la valutazione previsionale.

La stima semplificata della propagazione sonora indica livelli decrescenti con la distanza e potenzialmente compatibili con il contesto, purché la macchina sia correttamente posizionata, installata su supporti antivibranti, eventualmente schermata e gestita con modalità silenziosa nelle fasce orarie sensibili.

La compatibilità definitiva rispetto ai limiti normativi, riferiti alla Classe III assegnata all'area dal PCCA del Comune di Lucca (Tavola 5), dovrà essere verificata in funzione della distanza dai ricettori, del rumore residuo ante operam (per il criterio differenziale) e dell'effettivo regime di funzionamento dell'unità. A tale riguardo si evidenzia che l'impianto funzionerà prevalentemente in orario diurno e solo raramente in orario notturno e che la fruizione pubblica dell'area è limitata alle ore diurne e alla stagione primaverile-autunnale: tali condizioni risultano favorevoli e contribuiscono a ridurre la criticità nel periodo notturno. Il ricettore residenziale più prossimo si trova a circa 47 m in linea d'aria (livello stimato ~33-34 dB(A)), l'edificio scolastico più vicino a circa 110 m (~26 dB(A)) e la Casa di Cura «M. D. Barbantini» a circa 120 m (~25 dB(A)): a tali distanze i livelli attesi risultano ampiamente entro i limiti assoluti di Classe III, sia nel periodo diurno sia in quello notturno. In via preliminare, l'intervento può essere ritenuto acusticamente compatibile a condizione che siano rispettate le prescrizioni progettuali ed esecutive indicate nella presente relazione e che, qualora emergano ricettori sensibili prossimi o condizioni di installazione sfavorevoli, siano adottate specifiche misure di mitigazione acustica.