



1. Basi

1.1 Tipologie delle pompe di calore

Le pompe di calore vengono fondamentalmente distinte in sonde geotermiche, pompe di calore aria-aria e pompe di calore aria-acqua.

Le pompe di calore a sonde geotermiche, nelle varianti acqua glicolata-acqua oppure acqua-acqua, vengono installate all'interno degli edifici e non provocano normalmente emissioni foniche all'esterno. Esse non sono problematiche sotto il profilo della rumorosità e non richiedono pertanto una valutazione acustica.

Le pompe di calore aria-aria possono venire installate sia all'interno che all'esterno. Entrambe le modalità d'installazione comportano emissioni foniche all'esterno, e richiedono di conseguenza una valutazione del rumore prodotto.

Le pompe di calore di gran lunga più diffuse sono quelle aria-acqua. Anche in questo caso si distingue essenzialmente tra pompe di calore installate all'interno o all'esterno. Un ulteriore tipo di pompe è rappresentato dagli apparecchi split, costituiti da un'unità esterna e da una interna. Tanto le pompe di calore aria-acqua installate sia all'interno che all'esterno, quanto gli apparecchi split, generano emissioni foniche all'esterno e necessitano di una valutazione del rumore.

1.2 Campo d'applicazione

Il presente aiuto all'esecuzione si applica in generale alle pompe di calore aria-acqua, installate in sostituzione di altri impianti di riscaldamento nonché negli edifici di nuova costruzione.

Riguardo alle pompe di calore per il riscaldamento delle piscine private vengono fissate in questo aiuto all'esecuzione disposizioni supplementari.

1.3 Basi legali

- Legge federale sulla protezione dell'ambiente del 7 ottobre 1983 (LPAmb; RS 814.01)
- Ordinanza contro l'inquinamento fonico del 15 dicembre 1986 (OIF; RS 814.41)
- Giurisprudenza

Art. 11 cpv. 2 LPAmb (principio della prevenzione)

Indipendentemente dal carico inquinante esistente, le emissioni, nell'ambito della prevenzione, devono essere limitate nella misura massima consentita dal progresso tecnico, dalle condizioni d'esercizio e dalle possibilità economiche.

L'aiuto all'esecuzione è disponibile in più lingue. In caso di incongruenze tra le diverse versioni linguistiche, fa testo la redazione originale in tedesco. Le altre versioni linguistiche sono una traduzione della versione in tedesco.

Art. 7 cpv. 1 OIF (impianti fissi nuovi)

Le emissioni foniche di un impianto fisso nuovo devono essere limitate secondo le disposizioni dell'autorità esecutiva:

- a. nella maggior misura possibile dal punto di vista tecnico e dell'esercizio e sopportabile sotto il profilo economico, e*
- b. in modo che le immissioni foniche prodotte da detto impianto non superino i valori di pianificazione.*

Art. 36 cpv. 1 OIF

L'autorità esecutiva determina o fa determinare le immissioni foniche esterne degli impianti fissi, se ha motivo di ritenere che i valori limite d'esposizione determinanti di detti impianti siano o potrebbero essere superati.

Allegato 6 cifra 1 cpv. 1 lett. e OIF (campo d'applicazione)

Il rumore prodotto dalle pompe di calore viene valutato in base all'allegato 6 OIF.

In sintesi

Il principio di prevenzione e il rispetto dei valori di pianificazione hanno valenza cumulata. Nel processo di valutazione devono essere presi entrambi in considerazione.

Giurisprudenza

L'attuale giurisprudenza in materia di rumore prodotto dalle pompe di calore può essere consultata sul sito internet rumore.ch¹ del Cercle Bruit.

1.4 Valenza giuridica dell'aiuto all'esecuzione

Questo aiuto all'esecuzione del Cercle Bruit è innanzi tutto indirizzato alle autorità esecutive. Esso concretizza concetti giuridici indeterminati espressi da leggi e ordinanze e promuove una prassi d'esecuzione uniforme. Attenendosi al presente aiuto all'esecuzione, le autorità esecutive possono partire dal presupposto di star applicando il diritto federale in modo conforme; altre soluzioni sono anch'esse consentite, purché siano conformi al diritto vigente.

1.5 Obiettivi dell'esecuzione uniforme

Nel quadro della procedura di autorizzazione occorre che venga garantito che l'esercizio della pompa di calore rispetti le prescrizioni di legge federali in materia di protezione fonica (prevenzione e valore di pianificazione). Una esecuzione uniforme nella valutazione delle pompe di calore consente ai produttori degli apparecchi, ai progettisti, ai committenti, ai confinanti, agli installatori e alle autorità esecutive una maggiore sicurezza legale nella pianificazione, nell'inoltro e nel trattamento delle domande, nonché in caso di azioni legali in materia di rumore.

I seguenti contenuti dell'aiuto all'esecuzione sono d'ausilio ai fini di una valutazione uniforme sotto il profilo della normativa sul rumore delle pompe di calore:

- Esame delle misure di protezione fonica (capitolo 2.2).
- Direttive per la determinazione del livello di valutazione (capitolo 2.3)
- Applicazione web per l'allestimento di un Attestato di protezione fonica per le pompe di calore (allegato 1)
- Elenco di possibili misure di protezione fonica, con la valutazione della loro efficacia (allegato 2)
- Concetto standardizzato di misurazione e di valutazione per la verifica delle indicazioni fornite nel quadro della procedura per il rilascio del permesso di costruzione e per l'eventuale evasione di reclami in materia di rumore (allegato 3)
- Caso esemplificativo (allegato 4)

¹ www.rumore.ch > Problemi legati al rumore > Diritto e legge > Giurisprudenza > Industria e artigianato > Pompe di calore

2. Valutazione

2.1 Misure preventive

Indipendentemente dal carico fonico esistente ed oltre al rispetto dei valori di pianificazione, occorre esaminare misure di prevenzione. Nel caso in cui i valori di pianificazione sono rispettati, ulteriori misure di limitazione delle emissioni vengono considerate economicamente sostenibili, secondo la giurisprudenza, solo quando con un onere relativamente modesto è possibile ottenere una considerevole riduzione supplementare delle immissioni.

Nella valutazione se una misura di limitazione delle emissioni nell'ambito della prevenzione è necessaria e proporzionata, occorre innanzi tutto accertare se essa condurrebbe a una riduzione rilevante e percepibile del livello di immissione. In secondo luogo si pone quindi la questione di quanto elevato sarebbe l'onere che la misura comporterebbe.

Riduzione necessaria del livello e onere ragionevolmente esigibile

Al di sotto dei valori di pianificazione, le riduzioni del livello sonoro di meno di 3 dB non sono da considerarsi come rilevanti. Le misure che producono un effetto minore non devono pertanto venire attuate.

Riduzioni di livello sonoro di più di 3 dB possono essere fondamentalmente ottenute adottando le misure progettuali da valutare in linea prioritaria elencate al capitolo 2.2.1. Se l'onere necessario allo scopo risulta relativamente modesto (fino all'1% dei costi d'investimento per l'impianto a pompa di calore), la misura dev'essere implementata.

Una significativa riduzione del livello di rumore può essere ottenuta anche con le ulteriori misure di tipo tecnico e costruttivo elencate nel capitolo 2.2.2 e nell'allegato 2. I relativi costi per tali misure ammontano però di regola a più dell'1% delle spese d'investimento per l'impianto a pompa di calore. Pertanto, se i valori di pianificazione sono rispettati queste misure non risultano proporzionate.

2.2 Misure di protezione fonica

2.2.1 Misure primarie

Le seguenti misure di riduzione delle emissioni devono essere verificate e documentate nell'attestato di protezione fonica:

- Installazione interna della pompa di calore
- Scelta di un impianto con basso livello di potenza sonora
- Ottimizzazione del luogo d'installazione

Nel caso di pompe di calore con esercizio notturno con ridotte emissioni sonore occorre inoltre attivare durante la notte quale misura di riduzione delle emissioni la modalità silenziosa. Questa viene tenuta in considerazione nell'attestato di protezione fonica in modo automatico.

Installazione interna della pompa di calore

L'installazione all'interno delle pompe di calore risulta di solito proporzionata solo in caso di nuove costruzioni oppure quando negli edifici esistenti già sono presenti le aperture idonee per l'afflusso e lo scarico dell'aria. Per la sostituzione dell'impianto di riscaldamento con l'installazione interna occorre secondo esperienza prevedere elevati oneri di progettazione e costruttivi, con costi per diverse migliaia di franchi (aperture nelle pareti, pozzetti di presa e scarico dell'aria, etc.).

Scelta di un impianto con basso livello di potenza sonora

Tra pompe di calore con potenze di riscaldamento comparabili possono presentarsi differenze marcate nell'irradiazione del rumore a seconda dei diversi modelli. I motivi sono di natura tecnica e possono p.e. essere ricondotti a strutture speciali a basse emissioni già integrate.

La scelta di un modello di pompa di calore con emissioni foniche le più basse possibili rappresenta una misura molto efficace di riduzione delle emissioni alla fonte. I livelli delle emissioni di modelli più rumorosi possono venire ridotti per mezzo di accorgimenti adottati alla fonte (cappa insonorizzante, isolamento acustico delle condotte, etc.).

Ottimizzazione del luogo d'installazione

Nella scelta del luogo ottimale d'installazione occorre prendere in considerazione diversi criteri. Fondamentalmente, il luogo d'installazione delle componenti rumorose dell'impianto dev'essere scelto in modo tale che le immissioni foniche nei locali sensibili al rumore e negli spazi esterni dove persone si trattengono a lungo (p.e. luoghi con posti a sedere) siano le più basse possibile. Nella misura in cui ciò sia fattibile, il luogo dev'essere scelto in modo che sia interessato dalle immissioni il minor numero di persone possibile, e nuove sorgenti di rumore siano disposte lì dove già ne sono presenti (p.e. una strada), così da proteggere le zone tranquille da nuove fonti di rumore. D'altra parte occorre però considerare anche criteri di natura tecnica. Così, nel caso di pompe di calore installate all'esterno, il luogo d'installazione può avere implicazioni riguardo alla lunghezza delle condutture e alle dispersioni di calore, lo scarico dell'aria della pompa di calore provocare d'inverno la formazione di ghiaccio su vie pedonali, oppure la possibilità di scelta del luogo d'installazione essere limitata dalla situazione topografica.

Modalità silenziosa

Le pompe di calore aria-acqua modulanti (a regime regolato) producono a massimo regime la maggiore potenza di riscaldamento. Allo stesso tempo sono però massime anche le emissioni foniche (allegato 1, attestato di protezione fonica: livello potenza sonora, regime massimo diurno). Queste pompe di calore possono venire programmate in modo tale che il regime massimo venga limitato in orari determinati (modalità silenziosa, esercizio notturno con ridotte emissioni sonore). Ai sensi della prevenzione, con queste pompe di calore durante la notte (tra le ore 19 e le 7) deve in linea generale venire attivata la modalità silenziosa (esercizio notturno con ridotte emissioni sonore). Questa può invero in singoli casi essere limitata. Tra le ore 22 e le 6 tuttavia la modalità silenziosa dev'essere attivata in qualsiasi caso. Questa misura di prevenzione viene tenuta in considerazione nell'attestato di protezione fonica (allegato 1, livello potenza sonora massimo esercizio notturno). Il sistema di riscaldamento deve in tal caso essere progettato in modo tale da poter garantire la capacità di riscaldamento occorrente anche nella modalità silenziosa, senza l'utilizzo di un inserto di riscaldamento elettrico. Progettisti, installatori e gestori delle pompe di calore aria-acqua si prendono congiuntamente cura per l'attuazione di questa misura.

2.2.2 Misure ulteriori

Un elenco di ulteriori misure di tipo tecnico e costruttivo viene prodotto nell'allegato 2 di quest'aiuto all'esecuzione. Si tratta di misure che servono a ridurre le immissioni foniche in misura tale che sia possibile rispettare i valori di pianificazione. Se però i valori di pianificazione sono già rispettati, come già spiegato al capitolo 2.1 queste misure normalmente non risultano proporzionate per motivi di costo.

Limitazioni d'esercizio

Ulteriori limitazioni temporali dell'esercizio, dalle esperienze nella prassi, non si sono rivelate funzionali, perché le pompe di calore vengono dimensionate rispetto alla loro potenza di riscaldamento possibilmente senza riserve di potenza. Con una limitazione temporale supplementare dell'esercizio, in caso di tempo freddo una capacità di riscaldamento sufficiente potrebbe eventualmente essere ottenuta unicamente con una pompa di calore più potente, e perciò tendenzialmente anche più rumorosa.

Cappe insonorizzanti

Per le pompe di calore installate all'esterno una significativa riduzione del livello sonoro può essere normalmente ottenuta tramite una cappa insonorizzante. A causa dei suoi costi dell'ordine di diverse migliaia di franchi, questa misura risulta tuttavia normalmente non proporzionata in caso di rispetto dei valori di pianificazione.

Pareti fonoassorbenti

L'effettiva efficacia di una tale misura viene spesso sovrastimata, poiché a causa delle basse frequenze che sono dominanti nelle pompe di calore si producono piuttosto effetti di diffrazione del suono. Inoltre si presenta il rischio che le riflessioni sonore sulle pareti generino nuovo rumore molesto. In relazione alla difficoltà del corretto dimensionamento di una tale misura e ai costi da essa generati, in caso di rispetto dei valori di pianificazione fondamentalmente essa non risulta proporzionata.

2.3 Determinazione del rumore

Il livello di valutazione del rumore L_r viene determinato ai sensi dell'allegato 6 OIF come segue:

$$L_r = L_{eq} + K1 + K2 + K3 + 10 \cdot \log(t / t_0)$$

L_r	Livello di valutazione del rumore ai sensi dell'OIF
L_{eq}	Livello energetico medio di rumore, ponderato A, sul luogo dell'immissione (valore misurato o calcolato)
K1	Correzione di livello in base al tipo d'impianto
K2	Correzione di livello in base all'udibilità della componente tonale sul luogo d'immissione
K3	Correzione di livello in base all'udibilità della componente impulsiva sul luogo d'immissione
$10 \cdot \log(t / t_0)$	Correzione in base al tempo di funzionamento
t	Durata media giornaliera d'esercizio in minuti
t_0	720 minuti

Per la pianificazione devono essere applicati i seguenti parametri:

K1	5 dB durante il giorno e 10 dB di notte
K2	2 dB; componente tonale udibile debolmente
K3	0 dB; assenza di componente impulsiva
$10 \cdot \log(t / t_0)$	0 dB, a seguito di $t = 720$ minuti Presupposto: esercizio continuo, divergenze possibili solo quando il funzionamento viene limitato, p.e. con timer

Due assunzioni di calcolo di tipo conservativo presenti nell'attestato di protezione fonica (allegato 1) conducono ad una relativa sovrastima del livello di valutazione determinato:

- Supposizione di un esercizio continuo durante la notte
- Considerazione del livello massimo di potenza sonora L_{WAmax} durante il giorno rispettivamente di notte

Supposizione di un esercizio continuo durante la notte

Con una pompa di calore dimensionata correttamente la durata dell'esercizio durante la notte ammonta mediamente sulla totalità dei «giorni d'esercizio» a circa 4 ore, da cui conseguirebbe una correzione in base al tempo di funzionamento di circa -5 dB. Supponendo un esercizio continuo, il livello di valutazione nell'attestato di protezione fonica risulta perciò fondamentalmente di circa 5 dB più elevato di quanto risulterebbe se venisse riferito ad una durata media dell'esercizio di 4 ore. Grazie a questa procedura vengono promosse le

pompe di calore a basse emissioni, perché le pompe di calore rumorose possono rispettare i valori di pianificazione solo prendendo conto della correzione in base al tempo di funzionamento, e tuttavia durante l'esercizio risultano più rumorose ovvero moleste.

Considerazione del livello massimo di potenza sonora L_{WAmax} di giorno, rispettivamente durante la notte

Per le pompe di calore modulanti uno stato di esercizio con L_{WAmax} dovrebbe presentarsi solo per pochi giorni molto freddi all'anno. Nel periodo rimanente le immissioni foniche risultano considerevolmente più basse. Grazie a un dimensionamento basato sul L_{WAmax} si garantisce che anche in caso d'insorgenza di L_{WAmax} non si creino immissioni foniche moleste.

Valutazione del rumore

Il livello di valutazione L_r dev'essere determinato al centro delle finestre aperte dei locali sensibili al rumore e nelle particelle edificabili ancora libere sul limite di costruzione (confine della particella più distanza di arretramento legale di edificabilità)². Le immissioni foniche prodotte esclusivamente dall'impianto (livello di valutazione L_r) – dopo che esigenze ed attuazione delle misure ai sensi della prevenzione saranno stati assicurati – non possono superare i valori di pianificazione prescritti nell'allegato 6 OIF³.

Nel caso di pompe di calore di case plurifamiliari molto spesso il locale maggiormente esposto al rumore si trova nell'edificio stesso.

Il livello energetico medio L_{eq} , ponderato A, al centro delle finestre aperte dei locali sensibili al rumore (luogo d'immissione), può essere calcolato come segue a partire dal livello di potenza sonora L_{WA} della pompa di calore:

$$L_{eq} = L_{WAmax} - 11 \text{ dB} + D_C - 20 \cdot \log(s / s_0)$$

L_{eq}	Livello energetico medio ponderato A al centro delle finestre aperte di locali sensibili al rumore (valore misurato o calcolato)
L_{WAmax}	Livello massimo di potenza sonora ponderato A
D_C	Coefficiente di direttività
$20 \cdot \log(s / s_0)$	Attenuazione di distanza
s	Distanza s in metri tra sorgente fonica e luogo d'immissione
s_0	1 metro

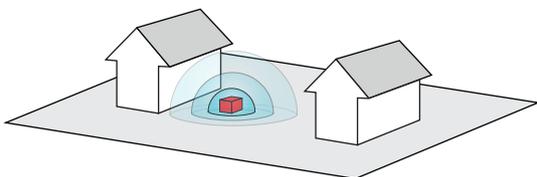
² Art. 39 OIF

³ Art. 7 cpv. 1 lett. b OIF

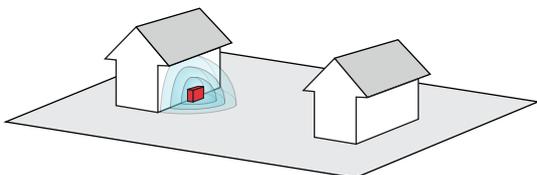
Il livello massimo di potenza sonora L_{WA} della pompa di calore è da ricavarsi dall'elenco dei dati sulle emissioni sonore dell'Associazione professionale svizzera delle pompe di calore APP. In mancanza di tali dati, è possibile utilizzare le indicazioni fornite dal fabbricante, a condizione che la misurazione sia stata eseguita secondo la norma EN 12102-1.

Qualora fossero disponibili dati dettagliati come p.e. la diffusione del livello della pressione sonora in campo libero (caratteristica di direttività) e l'orientamento della pompa di calore è noto, esso potrà essere considerato nel calcolo.

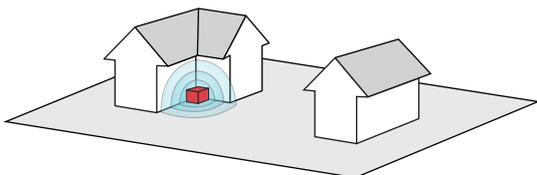
Il coefficiente di direttività D_C misura:



in campo libero +3 dB
(distanza dalla parete di almeno 5 metri)



appoggiato alla parete +6 dB



in angolo rientrante della facciata +9 dB

2.4 Attestato di protezione fonica per situazioni semplici

Tramite l'attestato di protezione fonica si deve comprovare che le misure di prevenzione sono state esaurientemente esaminate e che i valori di pianificazione sono rispettati. Questo attestato può essere prodotto per singoli impianti e situazioni semplici dell'ambiente circostante grazie all'applicazione web «Attestato di protezione fonica» dell'Associazione professionale svizzera delle pompe di calore APP (allegato 1).

Poiché le pompe di calore aria-acqua vengono valutate durante la notte (dalle 19 alle 7) in modo significativamente più rigido rispetto all'esercizio diurno, per la valutazione è di regola determinante il periodo più critico notturno. L'attestato di protezione fonica può tuttavia essere utilizzato anche per impianti in esercizio unicamente durante il giorno (dalle 7 alle 19).

Indicazioni relative alla pompa di calore, livello di potenza sonora determinante

Per la misurazione del rumore è determinante il livello massimo di potenza sonora durante l'esercizio diurno rispettivamente notturno. Per molti modelli di pompe di calore aria-acqua questi valori possono essere direttamente desunti dall'elenco dei dati sulle emissioni sonore nell'attestato di protezione fonica. Se questi dati mancano, possono essere inseriti manualmente nell'applicazione web. In tal caso occorre documentare in dettaglio le indicazioni del produttore dell'apparecchio (allegare la scheda tecnica).

Rispetto dei valori limite d'esposizione

I valori di pianificazione sono rispettati se i livelli di valutazione non superano sul luogo d'immissione i valori di pianificazione determinanti. In caso contrario sono necessarie ulteriori misure di riduzione delle emissioni.

Verifica delle misure preventive

La verifica delle misure preventive di riduzione delle emissioni dev'essere dichiarata nell'attestato di protezione fonica.

2.5 Pompe di calore per case unifamiliari

Gli abitanti di una casa unifamiliare (in genere i proprietari e richiedenti) hanno possibilità di controllo sull'esercizio della pompa di calore ed anche un interesse personale a proteggersi dall'inquinamento fonico. I valori limite d'esposizione determinanti devono di principio venire rispettati anche nella propria casa unifamiliare.

Nel caso di una pompa di calore o di un pozzetto che si trovino a ridosso della facciata della casa unifamiliare, l'applicazione web «Attestato di protezione fonica» (allegato 1) non consente di calcolare la propagazione sonora verso il proprio edificio.

Se le componenti rumorose della pompa di calore, ovvero le prese di alimentazione o espulsione dell'aria, si trovano a ridosso della facciata della casa unifamiliare, queste dovrebbero essere posizionate nella misura del possibile lì dove:

- non si trovano finestre di locali sensibili al rumore,
- è data la maggior distanza possibile dalle finestre di locali sensibili al rumore,
- i locali sensibili al rumore dispongono di una ulteriore finestra rivolta su un lato diverso da quello in cui si trova la pompa di calore.

Attuando almeno una di queste misure si può di regola presumere che sia presente un disturbo al limite di poco conto, ciò che permette di rinunciare alla determinazione di un livello di valutazione quantitativo presso la casa unifamiliare.

2.6 Pompe di calore per piscine private

Le pompe di calore aria-acqua per il riscaldamento delle piscine private sono da considerare quale caso speciale. Esse servono al riscaldamento dell'acqua di vasche o piscine e normalmente sono posizionate all'esterno.

In singoli casi queste pompe di calore per il riscaldamento di piscine sono riportate nella banca dati dell'APP. In tal caso, l'attestato di protezione fonica può essere realizzato tramite l'applicazione web. Per le pompe di calore per il riscaldamento di piscine che non sono comprese nella banca dati dell'APP, è possibile utilizzare il modulo «Attestato di protezione fonica per impianti HVACR»⁴ ed inserire i dati manualmente. Occorre a proposito considerare che le norme di misurazione per le pompe di calore delle piscine si discostano dalle norme definite per le pompe di calore per il riscaldamento delle abitazioni. Si devono perciò riprendere per analogia i valori per la potenza di riscaldamento (invece di A2/W35: aria 28°C/acqua 28°C, invece di A-7/W35: aria 15°C/acqua 26°C).

Per la valutazione delle pompe di calore delle piscine la presa in considerazione di una correzione per il tempo d'esercizio è consentita se la pompa di calore è spenta per periodi prolungati di tempo (p.e. tramite un timer).

Ai sensi della prevenzione occorre inoltre tenere in considerazione i seguenti punti:

- Esercizio notturno solo in casi giustificati
- Nella scelta del luogo d'installazione devono essere tenuti in considerazione gli spazi esterni usufruiti come p.e. panchine o terrazze dei vicini.

Non si deve infine trascurare che normalmente in una piscina non solo la pompa di calore provoca immissioni foniche, e che perciò devono essere prese in considerazione anche altre componenti quali pompa di circolazione, filtro, impianto di corrente inversa, etc.

2.7 Verifica delle immissioni foniche in caso di reclami contro il rumore

Con condizioni particolari e in casi dubbi è opportuno effettuare misurazioni. Anche in caso di reclami per il rumore la verifica delle immissioni foniche tramite misurazioni risulta uno strumento idoneo. Se possibile, la misurazione viene effettuata presso la finestra aperta del locale sensibile al rumore maggiormente esposto. Le misurazioni vanno eseguite conformemente all'allegato 3.

Avvertenza

Le correzioni di livello K2 (componente tonale) e K3 (componente impulsiva) devono essere determinate sul luogo d'immissione da parte di uno specialista.

⁴ Cercle Bruit, Aiuto all'esecuzione 6.20 «Valutazione degli impianti di riscaldamento, di aerazione, di climatizzazione e di refrigerazione ai sensi della normativa sul rumore»

3. Documentazione di approfondimento

3.1 Letteratura

[1] Ufficio federale dell'energia, manuale Pompe di calore: progettazione / ottimizzazione / esercizio / manutenzione, 2008

SUVA, Lärmbekämpfung durch Kapselungen, opuscolo informativo n. 66026 [«Lotta al rumore tramite contenimenti», in tedesco e francese]

[2] SUVA, Schallemissionsmessungen an Maschinen, opuscolo informativo n. 66027 [«Misurazione delle emissioni foniche di macchine», in tedesco e francese]

[3] Lips W., Strömungsakustik in Theorie und Praxis, Expert Verlag, Band 474 [«Aeroacustica nella teoria e nella pratica», in tedesco]

Bayerisches Landesamt für Umwelt, Tieffrequente Geräusche bei Biogasanlagen und Luftwärmepumpen, Leitfaden 2011 [«Rumori a bassa frequenza prodotti da impianti a biogas e pompe di calore ad aria, linee guida 2011», in tedesco]

L'Associazione professionale svizzera delle pompe di calore APP ha sviluppato in collaborazione con il Cercle Bruit l'applicazione web «Attestato di protezione fonica». Si può accedere all'applicazione sul sito internet dell'APP⁵. L'applicazione web sostituisce il formulario Excel «Attestato di protezione fonica per pompe di calore aria-acqua».



L'allegato 1 di quest'aiuto all'esecuzione è d'aiuto quale manuale di utilizzo per l'attestato di protezione fonica.

Avvertenza

La raffigurazione dell'attestato di protezione fonica sul sito web può differire da quella presente nel manuale.

Dati relativi alla pompa di calore

Nella sezione «Dati relativi alla pompa di calore» è possibile selezionare le pompe di calore dei vari produttori. Cliccando sul logo del rispettivo produttore sulla destra, questo viene automaticamente ripreso nell'elenco delle marche selezionabili. Dopo aver selezionato modello e tipo, vengono visualizzati i dati relativi alla potenza di riscaldamento e al livello di potenza sonora della determinata pompa di calore⁶.

Dati relativi alla pompa di calore	
Produttore	<input type="text" value="Prego selezionare"/> ▼
Modello /Tipo	<input type="text" value="Prego selezionare"/> ▼
Potenza di riscaldamento (A2/W35)	<input type="text"/> kW
Potenza di riscaldamento (A-7/W35)	<input type="text"/> kW
Potenza di riscaldamento (regime massimo notturno)	<input type="text"/> kW
Potenza sonora secondo ErP (A7/W47-55)	<input type="text"/> dB(A)
Potenza sonora regime massimo diurno	<input type="text"/> dB(A)
Potenza sonora regime massimo notturno	<input type="text"/> dB(A)

Per le pompe di calore non riportate nella banca dati è possibile inserire i valori manualmente, selezionando sotto «Produttore» l'ultima voce «Inserimento manuale dei dati». Nel caso in cui i dati vengono inseriti manualmente, occorre allegare all'attestato di protezione fonica la scheda tecnica del produttore con le indicazioni relative ai livelli sonori della pompa di calore.

⁵ <https://www.fws.ch/it/attestato-di-protezione-fonica/>

⁶ Esiste un ufficio di mediazione, il quale verifica su segnalazione le indicazioni relative alla potenza sonora. Immissioni di dati dubbi possono essere comunicate all'Associazione professionale svizzera delle pompe di calore APP all'indirizzo info@fws.ch.

Vengono indicati la potenza di riscaldamento e il livello di potenza sonora nelle condizioni di riferimento (ErP), di regime massimo nell'esercizio normale (diurno) e nella modalità silenziosa (notturno). Per l'ulteriore calcolo nell'attestato di protezione fonica vengono considerati i livelli massimi di potenza sonora per l'esercizio diurno rispettivamente notturno.

Valutazione ai sensi della normativa sul rumore secondo il Cercle Bruit

L'Attestato di protezione fonica è stato elaborato in collaborazione con la APP ed è stato verificato dal Cercle Bruit. Tramite il link (in blu) è possibile scaricare il presente aiuto all'esecuzione inclusa l'istruzione per l'applicazione web «Attestato di protezione fonica».

Valutazione ai sensi della normativa sull'inquinamento fonico secondo il Cercle Bruit			
Aiuto all'esecuzione del Cercle Bruit			
Modalità d'installazione	Installazione esterna ▼		
Locali sensibili al rumore sul punto di ricezione	Locali in abitazioni ▼	Giorno	Notte
Valore di pianificazione determinante nel punto di ricezione (Grado di sensibilità GS)	<input type="radio"/> GS I (zona di riposo) <input checked="" type="radio"/> GS II (zona residenziale) <input type="radio"/> GS III (p.e. zona mista) <input type="radio"/> GS IV (zona industriale)	55 dB(A)	45 dB(A)

Modalità d'installazione

È possibile scegliere tra le seguenti tre modalità d'installazione:

- Installazione interna: la pompa di calore si trova totalmente all'interno dell'edificio e afflusso e deflusso dell'aria avvengono tramite pozzetti o aperture nella facciata;
- Installazione esterna: la pompa di calore si trova nel suo complesso all'esterno dell'edificio;
- Costruzione in modalità split: il condensatore si trova all'esterno, mentre il compressore all'interno dell'edificio.

Fondamentalmente, la modalità d'installazione dipende dal tipo scelto di pompa di calore. Può tuttavia verificarsi che pompe di calore vengano installate in maniera diversa da come previsto dal produttore. Occorre di conseguenza selezionare la modalità d'installazione effettiva.

Locali sensibili al rumore sul luogo di ricezione

È possibile scegliere tra locali sensibili al rumore in abitazioni e in aziende. Per i locali sensibili al rumore aziendali valgono nei gradi di sensibilità I, II e III valori di pianificazione più elevati di 5 dB.

Valore di pianificazione determinante sul luogo di ricezione (grado di sensibilità GS)

Per la valutazione del carico fonico è determinante il grado di sensibilità al rumore (GS) nelle adiacenze dell'impianto. L'attribuzione del GS può essere rilevata dai piani di zona, rispettivamente dai piani del grado di sensibilità al rumore comunali. Sovente tali piani sono anche disponibili sul GIS online del Comune o del Cantone.

Osservanza dei valori limite d'esposizione

L'attestato di protezione fonica calcola il rispetto dei valori limite d'esposizione sia per il giorno che per la notte. Esso pertanto può essere utilizzato anche per le pompe di calore in esercizio solamente durante il giorno (dalle 7 alle 19).

Osservanza dei valori limite d'esposizione		Giorno	Notte
Livello potenza sonora	Esercizio notturno attivato dalle: <input type="text" value="19"/> fino alle: <input type="text" value="7"/>	58 dB(A)	49 dB(A)
Conversione livello pressione sonora		-11 dB	-11 dB
Correzione coefficiente direttività D_c	<input type="text" value="PdC / Pozzetto lungo la facciata"/> 	6 dB	6 dB
Distanza fonte-ricettore Edificio confinante; in caso di mappale non edificato, considerare la linea di arretramento rispettivamente la distanza dal confine, per le case plurifamiliari nell'edificio stesso	<input type="text" value="10"/> m	-20 dB	-20 dB
Misure di protezione fonica	<input type="checkbox"/> Griglia protettiva contro le intemperie insonorizzata (fino a -3 dB) <input type="checkbox"/> Pozzo luce, profondità 1.5-2 m (fino a -5 dB) <input type="checkbox"/> Altri <input type="checkbox"/> Altri	0 dB	0 dB
Pompe di calore a cascata	<input type="checkbox"/> più pompe di calore a cascata	0 dB	0 dB
Livello pressione sonora L_{pA} nel punto di ricezione		33 dB(A)	24 dB(A)
Correzione del livello K1 per impianti di riscaldamento		5 dB	10 dB
Correzione del livello K2 Udibilità della componente tonale	<input type="text" value="debolmente udibile (esercizio normale) +2 dB"/>	2 dB	2 dB
Correzione del livello K3 Udibilità della componente impulsiva	<input type="text" value="non udibile"/>	0 dB	0 dB
Correzione in base al tempo di funzionamento	<input type="text" value="Funzionamento senza limitazioni temporali"/>	0 dB	0 dB
Livello di valutazione L_v	<input checked="" type="checkbox"/> Valori di pianificazione rispettati.	40 dB(A)	36 dB(A)

Livello di potenza sonora

L'attestato di protezione fonica adotta per la valutazione del rumore il livello massimo di potenza sonora per l'esercizio diurno, rispettivamente notturno. Quale finestra temporale standard per l'esercizio notturno si considera nell'attestato il periodo tra le 19 e le 7 del mattino. Gli orari possono essere modificati manualmente, cosa che modifica i valori del livello di potenza sonora durante la notte utilizzati per la valutazione del rumore. Tuttavia, tra le 22 e le 6 del mattino la pompa di calore è sempre da far funzionare nell'esercizio notturno a ridotte emissioni sonore (modalità silenziosa). La modalità silenziosa dev'essere programmata nella pompa di calore secondo gli orari indicati.

Correzione della direttività D_c

A dipendenza del luogo d'installazione delle componenti rumorose, il suono non può propagarsi in tutte le direzioni e viene riflesso. Di conseguenza, occorre indicare la posizione della pompa di calore o rispettivamente dei pozzetti:

- PdC / pozzetto in campo libero (almeno 5 metri di distanza dalla parete)
- PdC / pozzetto esterno lungo la facciata
- PdC / pozzetto in un angolo rientrante della facciata

Distanza dal luogo di ricezione

Si tratta della distanza tra la pompa di calore, rispettivamente il pozzetto, e la più vicina finestra di locali sensibili al rumore (dimorare, dormire, etc.) nelle vicinanze. Per i mappali edificabili, non ancora edificati, si considera la distanza tra le componenti rumorose della pompa di calore, rispettivamente i pozzetti, e il limite di edificazione ovvero la linea legale di arretramento rispetto al confine parcellare.

Osservazione: l'attestato di protezione fonica non può al momento venire utilizzato per la valutazione relativa al proprio edificio, poiché le caratteristiche di diffusione del suono nelle adiacenze della pompa di calore non sono note e gli effetti di schermatura presenti in loco non sono facili da calcolare. Il modo in cui la determinazione del rumore presso il proprio edificio possa venire integrato nell'attestato di protezione fonica è ancora oggetto di chiarimenti, le relative verifiche sono state predisposte.

Misure di protezione fonica

Sotto questa voce è possibile selezionare le misure di protezione fonica con l'indicazione della loro efficacia. La riduzione di livello ottenuta con l'esercizio notturno a ridotte emissioni sonore (modalità silenziosa) non può essere qui inserita, perché essa viene già considerata nei dati relativi alla marca con il livello inferiore di potenza sonora.

Pompe di calore a cascata

Se più pompe di calore di medesima costruzione vengono installate nello stesso luogo e fatte funzionare a cascata, nell'attestato di protezione fonica è possibile selezionare la relativa voce e indicare il numero delle pompe di calore. A dipendenza del numero delle pompe di calore viene calcolato l'aumento del livello sonoro.

Livello di pressione sonora L_{pA} sul luogo di ricezione

Il livello di pressione sonora sul luogo d'immissione viene calcolato in base alla somma dei valori finora considerati.

Correzioni di livello da K1 a K3 e correzione in base al tempo di funzionamento

Le correzioni dei livelli vengono preimpostate in conformità all'aiuto all'esecuzione. Le spiegazioni in merito sono illustrate nel cap. 2.3 dell'aiuto. Se l'esercizio della pompa di calore viene limitato durante la notte con un timer, occorre indicare il periodo di blocco (orario da / a). Questo periodo resta poi vincolante quale valore predefinito. Nel calcolo della correzione in base al tempo di funzionamento il dato relativo all'esercizio notturno attivato confluisce anch'esso nel valore del livello di potenza sonora. In caso di differimento dall'orario standard dalle 19 fino alle 7 dell'esercizio notturno, la correzione in base al tempo di funzionamento durante la notte viene operata tramite un calcolo misto delle due diverse fasi di rumore con il livello massimo di potenza sonora per il giorno rispettivamente la notte.

Livello di valutazione L_r

Nel momento in cui i dati necessari saranno stati inseriti viene automaticamente calcolato il livello di valutazione e viene indicato se i valori limite d'esposizione (valori di pianificazione) relativi al GS selezionato vengono rispettati o meno.

Verifica delle misure preventive

Oltre al rispetto dei valori di pianificazione, tramite l'attestato di protezione fonica occorre dimostrare che misure di prevenzione sono state verificate.

Verifica delle misure preventive			
Se i valori di pianificazione sono rispettati (in part. nel GS II), ulteriori misure di riduzione delle emissioni vengono considerate di regola economicamente sostenibili solo se con un onere relativamente modesto (< 1% del costo dell'impianto) sia possibile ottenere una considerevole ulteriore riduzione delle emissioni (≥ 3 dB).			
Installazione interna	si		
Livello potenza sonora	<input checked="" type="checkbox"/> Pompa di calore con basso livello di potenza sonora		
Luogo d'installazione ottimizzato	Ubicazione ottimizzata riguardo al rumore per vicini e il proprio edificio <input type="text" value="v"/>		
Esercizio notturno con ridotte emissioni sonore	Attivato nel periodo dalle ore 19 fino alle 7 La regolazione è necessaria ai fini del rispetto delle prescrizioni legali e non può essere modificata. Utenti e/o proprietari dell'impianto sono stati avvisati in merito al significato di questa finestra temporale.		
Valutazione della prevenzione	<input checked="" type="checkbox"/> Le misure di prevenzione considerabili sono state esaminate, e le misure risultate proporzionate vengono attuate. Il principio di prevenzione viene pertanto rispettato.		

Installazione interna

In caso di pompe di calore installate all'esterno occorre motivare il perché un'installazione interna non sia possibile oppure risulti sproporzionata. È possibile scegliere tra le seguenti motivazioni:

- Provoca costi sproporzionati
- Mancanza di posto disponibile
- Livello di valutazione chiaramente inferiore al valore di pianificazione
- Propria motivazione: ...

Livello di potenza sonora

Le pompe di calore con un alto livello di potenza sonora sono da evitare. Occorre a proposito osservare che le pompe di calore a regime regolato per la maggior parte del tempo d'esercizio funzionano a carico parziale, e livelli alti o rispettivamente quelli massimi di potenza sonora insorgono di regola solo in caso di basse temperature esterne oppure durante il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria.

Luogo d'installazione ottimizzato

Occorre indicare come è stato ottimizzato il luogo d'installazione:

- Ubicazione ottimizzata riguardo al rumore per i vicini (p.e. adiacente al proprio edificio)
- Ubicazione ottimizzata riguardo al rumore per i vicini e per il proprio edificio (p.e. pompa di calore sul lato della strada)
- Ubicazione ottimizzata riguardo al rumore per il proprio edificio (p.e. schermatura con edificio adiacente)
- Propria motivazione (p.e. livello di valutazione chiaramente inferiore al valore di pianificazione)

Esercizio notturno con ridotte emissioni sonore

Gli orari vengono ripresi dai dati inseriti alla voce livello di potenza sonora «Esercizio notturno attivato dalle: ... fino alle: ...». Il fornitore risp. installatore si obbliga ad attivare la modalità silenziosa per l'orario dichiarato nell'attestato di protezione fonica (standard: dalle ore 19 alle 7, al minimo dalle ore 22 fino alle 6).

Valutazione della prevenzione

Una volta compilato il capitolo della verifica delle misure preventive, viene visualizzato se le misure preventive sono state sufficientemente verificate ed implementate.

Dati progettuali

Per creare il file PDF dell'attestato di protezione fonica devono essere compilati obbligatoriamente i campi relativi al richiedente, l'indirizzo, NPA e luogo. Riguardo all'indirizzo, occorre indicare il sito della pompa di calore o rispettivamente delle componenti rumorose.

Dati progettuali			
Richiedente	<input type="text"/>		
Mappale n.	<input type="text"/>		
Domanda di costruzione n.	<input type="text"/>		
Indirizzo	<input type="text"/>		
NPA / luogo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Per richieste di chiarimenti			
Autore/autrice	<input type="text"/>		
E-mail	<input type="text"/>		
Telefono	<input type="text"/>		
Luogo, data	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="button" value="Creare documento PDF"/>			

Per richieste di chiarimenti

Per richieste di chiarimenti da parte dell'autorità occorre assolutamente fornire i dati relativi a chi ha compilato l'attestato di protezione fonica.

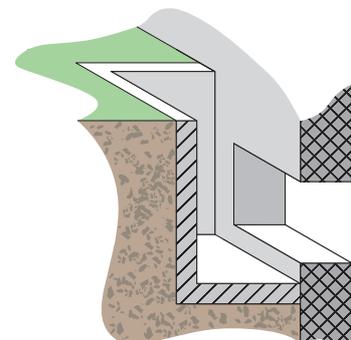
Creare documento PDF

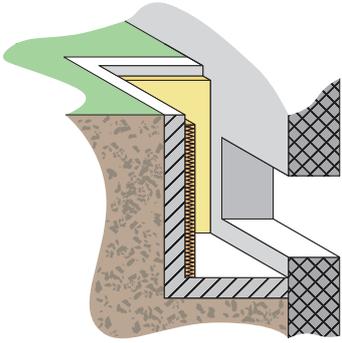
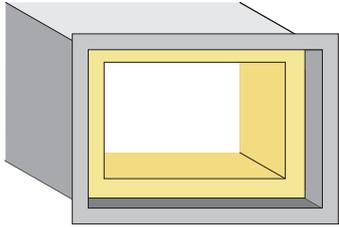
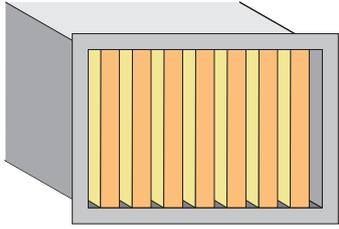
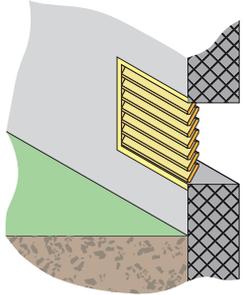
Tramite il pulsante «Creare documento PDF» è possibile creare dal modulo web un documento PDF che può essere salvato su disco locale. Nel documento PDF è contenuto nella nota a piè di pagina un link, tramite il quale è possibile ripristinare il modulo web comprensivo di tutti i dati che vi sono stati inseriti.

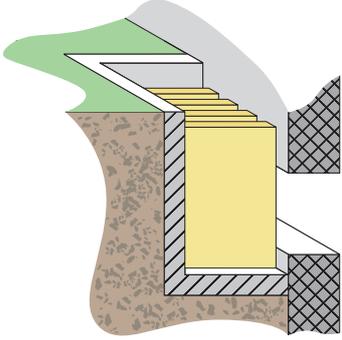
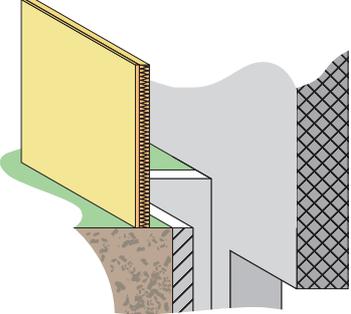
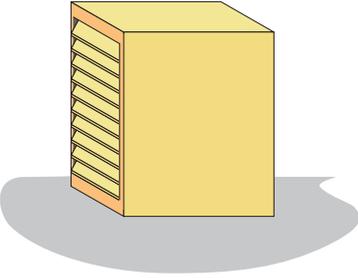
La misura assolutamente più efficace è l'impiego di una pompa di calore il più possibile silenziosa e un buon posizionamento. La posizione ottimale della pompa di calore per gli impianti installati all'esterno, o rispettivamente dei pozzetti di aerazione per gli impianti installati all'interno dell'edificio, dev'essere attentamente valutata il prima possibile (distanza maggiore possibile rispetto agli edifici dei vicini, schermatura tramite costruzioni antistanti come garage, scarpate, etc.). Il locale d'installazione all'interno dell'edificio dev'essere scelto in modo tale da non trovarsi nei pressi di locali sensibili al rumore (soggiorno e camere da letto).

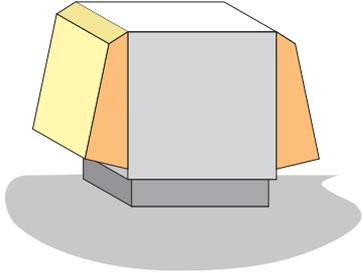
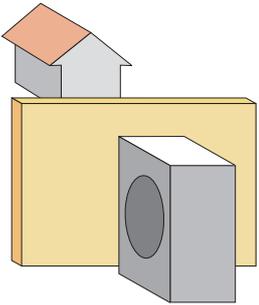
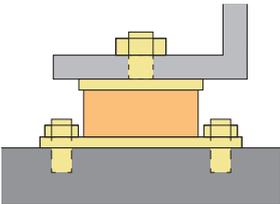
Le riduzioni di livello sonoro effettivamente conseguibili devono essere determinate da parte di uno specialista.

Misura	Efficacia
Misure primarie	
Scelta del luogo d'installazione	fino a -25 dB
Scelta di una pompa di calore con basso livello di potenza sonora	fino a -10 dB
Modalità silenziosa (esercizio notturno con ridotte emissioni sonore) – da attivarsi per impostazione predefinita tra le ore 19 e le 7 (almeno dalle 22 alle 6) – efficacia secondo le indicazioni del produttore – viene presa in considerazione per la valutazione	
Ulteriori misure di tipo tecnico e costruttivo per pompe di calore installate all'interno	
Pozzo luce – profondità da 1,5 m fino a 2,0 m	fino a -5 dB



<p>Rivestimento dei pozzetti e delle condotte con materiale fonoassorbente</p> <ul style="list-style-type: none"> – efficacia di riduzione fortemente dipendente dalla frequenza, rispettivamente dallo spessore assorbente del materiale <p>Spessori efficaci del materiale di rivestimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ca. 50 mm per la gamma di frequenze medie – per basse frequenze spesso non realistico (> 300 mm, comporta ingenti riduzioni della sezione) 	<p>da -2 fino a -4 dB</p>	 
<p>Silenziatori nelle condotte dell'aria</p> <ul style="list-style-type: none"> – sovente irrealizzabile per motivi di spazio – efficacia di riduzione fortemente dipendente dalla frequenza <p>Se è disponibile spazio sufficiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> – fino a -15 dB in caso di predominanza delle medie frequenze – fino a -5 dB con predominanza delle basse frequenze 	<p>da -3 fino a -15 dB</p>	
<p>Griglia protettiva contro le intemperie insonorizzante</p> <ul style="list-style-type: none"> – considerare i valori di attenuazione in relazione alla frequenza 	<p>da 0 fino a -3 dB</p>	

<p>Silenziatore di fondo nel pozzo luce</p> <ul style="list-style-type: none"> – efficacia di riduzione fortemente dipendente dalla frequenza <p>Se è disponibile spazio sufficiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> – fino a –15 dB in caso di predominanza delle medie frequenze – fino a –5 dB possibile con predominanza delle basse frequenze 	<p>da –3 fino a –15 dB</p>	
<p>Parete fonoassorbente davanti al pozzetto</p> <p>Fattore di isolamento acustico $R'_w \geq 25$ dB Perdita di riflessione $DL_a \geq 8$ dB (lato sorgente)</p> <ul style="list-style-type: none"> – l'effetto di schermatura dipende fortemente dal grado di copertura tra punto d'emissione e punto d'immissione – con predominanza delle componenti sonore a basse frequenze, l'efficacia delle pareti fonoassorbenti viene fortemente ridotta, ovvero diventano necessarie pareti significativamente più massicce (con R'_w fino a 55 dB) ed un elevato grado di copertura (calcolo secondo Maekewa) 	<p>fino a –8 dB</p>	
<p>Ulteriori misure di tipo tecnico e costruttivo per pompe di calore installate all'esterno</p>		
<p>Cappa insonorizzante</p> <ul style="list-style-type: none"> – con predominanza delle componenti sonore a bassa frequenza, riduzione fino a –3 dB 	<p>fino a –8 dB</p>	

<p>Cappuccio canna di aerazione</p> <ul style="list-style-type: none"> – la formazione di risonanze in caso di rumori trasmessi per via solida può comportare un aumento della propagazione sonora – impedire la propagazione sonora diretta nella parte inferiore del cappuccio; necessario un sufficiente grado di copertura 	<p>da -2 dB a -6 dB</p>	
<p>Parete fonoassorbente</p> <p>Fattore di isolamento acustico $R'_w \geq 25$ dB Perdita di riflessione $DL_a \geq 8$ dB (lato sorgente)</p> <ul style="list-style-type: none"> – l'effetto di schermatura dipende fortemente dal grado di copertura tra punto d'emissione e punto d'immissione – con predominanza delle componenti sonore a basse frequenze, l'efficacia delle pareti fonoassorbenti viene fortemente ridotta, ovvero diventano necessarie pareti significativamente più massicce (R'_w fino a 55 dB) ed un elevato grado di copertura (calcolo secondo Maekewa) 	<p>fino a -8 dB</p>	
<p>Misure di riduzione in caso di rumore trasmesso per via solida</p>		
<p>Posizionamento su supporto elastico</p> <p>Pompe di calore e condutture posizionate su supporti elastici evitano immissioni foniche tramite la diffusione secondaria di rumore per via solida all'interno dell'edificio. Indicazioni più dettagliate relativamente alle misure contro la diffusione del rumore per via solida sono consultabili su [1].</p>		

Gli effetti qui documentati si intendono quali valori di riferimento. A dipendenza delle modalità di realizzazione, l'efficacia può risultare maggiore o minore. Tutte le misure illustrate devono fondamentalmente essere valutate in base alla frequenza sonora. Di principio, l'attuazione di misure efficaci risulta tanto più difficile, quanto più sono rilevanti le componenti del rumore a basse frequenze.

1. Misurazione del rumore

1.1 In generale

In determinati casi può essere necessario determinare il rumore prodotto da una pompa di calore tramite una misurazione tecnica. L'inquinamento fonico (livello di valutazione) sui luoghi rilevanti d'immissione può essere rilevato sulla base della misurazione del livello di pressione sonora.

Una misurazione per un impianto di riferimento può così diventare ad esempio necessaria se non sono disponibili i dati del produttore relativi al livello di potenza sonora di una pompa di calore, e di conseguenza non è possibile attestare preliminarmente il rispetto dei valori di pianificazione (p.e. in una procedura di permesso di costruzione). Misurazioni possono inoltre essere eseguite per l'esame di reclami contro il rumore, oppure in caso di dubbi sulla veridicità dei dati forniti.

1.2 Requisiti per la misurazione

In caso di azioni contro il rumore, la misurazione dev'essere eseguita se possibile presso il reclamante al centro della finestra aperta (art. 39 OIF), per quanto consentito dai rumori di disturbo. Eventualmente il livello del rumore di fondo dev'essere misurato separatamente e sottratto energeticamente dal valore di misurazione, o altrimenti la pressione sonora viene misurata in un punto più vicino all'impianto e il relativo valore convertito in base alla distanza effettiva dal luogo di valutazione (la finestra).

Considerato che durante il giorno sono spesso presenti rumori di disturbo e che nel caso delle pompe di calore modulanti (a regime regolato) è difficile porre l'impianto manualmente in un determinato stato d'esercizio con regime massimo, si raccomanda di effettuare una misurazione di lungo periodo su più notti e con temperature esterne il più possibile basse e usuali sul luogo. Il microfono può essere posizionato conformemente alla direttiva dell'UFAM⁷ direttamente all'esterno della finestra chiusa. Rispetto al valore misurato nella finestra aperta, devono essere detratti dal valore misurato sul vetro della finestra 5 dB.

- a) La disposizione della misurazione dev'essere la più semplice possibile e riproducibile.
- b) La misurazione non dev'essere falsata da rumori di disturbo. Il livello sonoro di fondo dovrebbe essere sul luogo della misurazione nettamente minore del livello di pressione sonora prodotto dalla pompa di calore. Eventualmente la misurazione dev'essere effettuata in un punto più vicino all'impianto, se possibile e sostenibile.

⁷ Metodo per determinare le immissioni foniche esterne a finestre chiuse

1.3 Contenuti del rapporto di misurazione

Nel verbale di misurazione sono necessari i seguenti dati:

- a) Apparecchio di misurazione (tipo, numero dell'apparecchio o di fabbricazione, numero del microfono, ultima taratura)
- b) Calibratura (data, calibratore utilizzato, livello di calibrazione, ultima taratura)
- c) Luogo della misurazione (punto di posizionamento del microfono: pianta e fotografie, distanza dalla sorgente sonora, ostacoli)
- d) Sorgente sonora (se noti: tipo pompa di calore, produttore, numero di serie, anno fabbricazione, livello di potenza sonora $L_{WA,ErP}$, $L_{WAmax,giorno}$ ed $L_{WAmax,notte}$, ubicazione, orientamento, dimensioni, pozzetto, modalità d'esercizio, eventuali misure di riduzione del rumore, eventualmente fotografie)
- e) Orario e durata della misurazione (data e ora)
- f) Condizioni meteorologiche (temperatura, se disponibili: direzione e velocità del vento, grado di copertura nuvolosa)
- g) Rumori estranei (tipologia dei rumori estranei, livello, durata)
- h) Incertezza di misurazione

Vengono indicati i singoli L_{eq} misurati, il valore energetico medio che ne viene determinato e le eventuali correzioni di livello per la componente tonale e quella impulsiva determinate sul posto o sulla base di registrazioni audio.

Il livello energetico medio, ponderato A, calcolato in base alla misurazione sul punto d'immissione costituisce insieme alle correzioni di livello per la componente tonale e quella impulsiva la base per la determinazione del livello di valutazione conformemente al cap. 2.3 dell'aiuto all'esecuzione.

1. Pompa di calore installata all'esterno di una casa unifamiliare

1.1 Fattispecie

In una casa unifamiliare l'impianto di riscaldamento esistente alimentato con gas dev'essere sostituito con una pompa di calore aria-acqua installata all'esterno. La pompa di calore deve venire posizionata ad una distanza di 1 m dalla facciata rivolta a est. I locali sensibili al rumore più vicini si trovano nel perimetro di GS II.



La prevista pompa di calore presenta i seguenti valori fonici:

	L_{WA}
Livello di potenza sonora secondo ErP (A7/W47-55)	60 dB(A)
Livello di potenza sonora esercizio diurno massimo	63 dB(A)
Livello di potenza sonora esercizio notturno massimo	57 dB(A)

1.2 Valutazione

La distanza della casa unifamiliare dagli edifici adiacenti misura 6 m (verso ovest) e 16 m (verso est). Sul lato a sud confina con una particella edificabile ancora libera.

Sul lato rivolto a est della casa unifamiliare si trovano la toilette, l'ingresso e la cucina (al piano terra) e il bagno e una camera da letto (al primo piano).

	Valori
$L_{WAmax,notte}$	57 dB(A)
D_C	6 dB
s	14 m
K1 notte	10 dB
K2	2 dB
K3	0 dB
t	720 minuti
VP GS II notte	45 dB(A)

Valutazione in riferimento all'edificio più vicino situato a est della casa

$$L_{eq} = L_{WAmax,notte} - 11 \text{ dB} + D_C - 20 \cdot \log(s / s_0)$$

$$L_{eq} = 57 \text{ dB(A)} - 11 \text{ dB} + 6 \text{ dB} - 20 \cdot \log(14 \text{ m} / 1 \text{ m}) = 52 \text{ dB(A)} - 23 \text{ dB} = 29 \text{ dB(A)}$$

$$L_r = L_{eq} + K1 + K2 + K3 + 10 \cdot \log(t / t_0)$$

$$L_r = 29 \text{ dB(A)} + 10 \text{ dB} + 2 \text{ dB} + 0 \text{ dB} + 10 \cdot \log(720 \text{ min.} / 720 \text{ min.}) = 41 \text{ dB(A)}$$

Il livello di valutazione durante l'esercizio della pompa di calore misura 41 dB(A). Il valore di pianificazione di 45 dB(A) durante la notte può essere rispettato.

1.3 Spiegazione e indicazioni

La pompa di calore viene realizzata sul lato della casa unifamiliare dal quale sussiste la distanza maggiore verso gli edifici vicini.

Sul proprio edificio, è presente un unico locale sensibile al rumore provvisto di finestra che guarda verso la pompa di calore. La camera dispone inoltre di una seconda finestra, rivolta su una facciata diversa da quella su cui è collocata la pompa di calore.