

1 ASPETTI ACUSTICI

Nel caso di pompe di calore e refrigeratori aria/acqua, considerata l'installazione esterna, è importante valutare l'aspetto acustico legato al posizionamento delle unità, sia per la verifica del rispetto

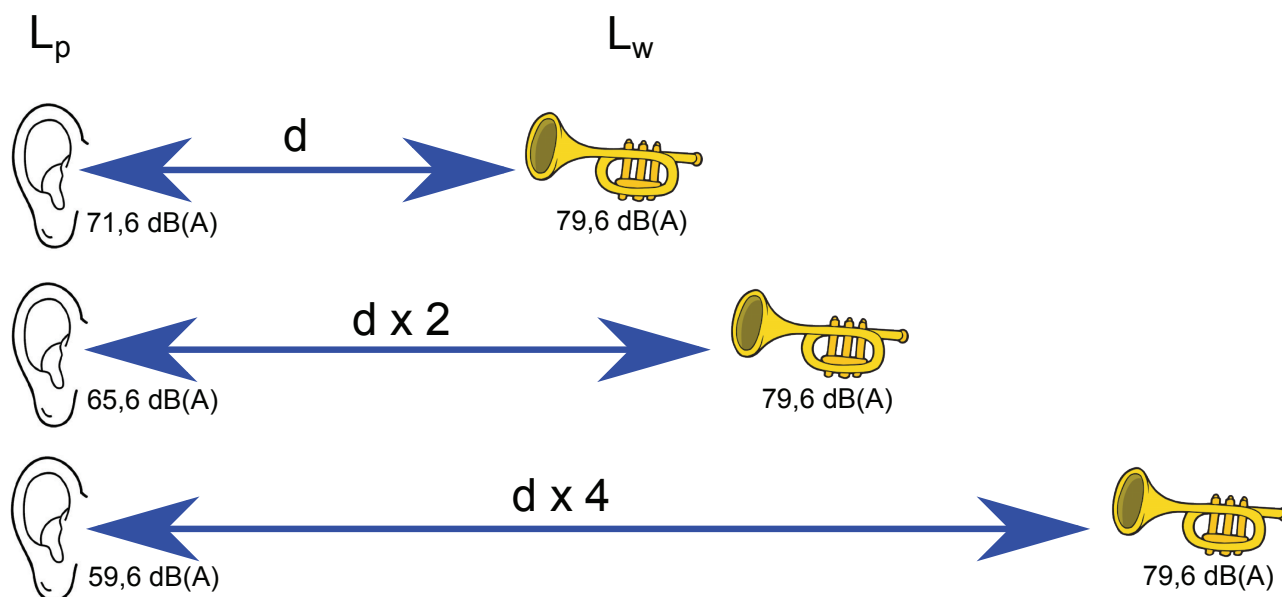
dei limiti normativi, sia per la valutazione del comfort acustico delle utenze circostanti il luogo di installazione.

2 DEFINIZIONI

Per prima cosa va fatta una distinzione fra potenza sonora L_w e pressione sonora L_p .

La Figura 2.1 p. 1 permette di apprezzare in modo intuitivo la differenza tra potenza sonora L_w e pressione sonora L_p .

Figura 2.1 Potenza e pressione sonora



$L_w [\text{dB(A)}]$ è la potenza sonora

$L_p [\text{dB(A)}]$ è la pressione sonora a una precisa distanza, con un preciso posizionamento della sorgente

2.1 POTENZA SONORA L_w

La potenza sonora L_w espressa in dB(A) caratterizza la capacità di emissione sonora complessiva della sorgente: è una proprietà intrinseca della sorgente sonora, indipendente dalla distanza.

Tale valore viene usualmente misurato in laboratori appositamente attrezzati e permette di confrontare tra loro diverse sorgenti di emissione (apparecchi).

2.2 PRESSIONE SONORA L_p

La pressione sonora L_p , anch'essa espressa in dB(A) , è invece un indice del livello sonoro percepito in un dato luogo e dipende quindi da diversi fattori:

- distanze delle varie sorgenti sonore;
- fattori di direzionalità;
- condizioni ambientali (riverberazione);
- rumore di fondo.

Essendo un parametro locale, è usualmente misurata sul posto con un fonometro.

3 LA VALUTAZIONE ACUSTICA

La valutazione acustica non può prescindere dal corretto posizionamento delle unità, in relazione anche al contesto di installazione e al livello di rumore di fondo naturalmente presente (che ad esempio è più elevato in contesti urbani rispetto a contesti rurali).

La Tabella 3.1 p. 2 presenta una generica indicazione dei livelli di rumore di fondo naturalmente presenti in alcuni ambienti di riferimento, espressi come Livello sonoro continuo equivalente (L_{eq}), che rappresenta una media del livello di energia sonora.

Tabelle di questo tipo sono determinate da norme nazionali e/o locali, in quanto risentono necessariamente degli stili di vita, del clima

e delle architetture dei fabbricati.

Tabella 3.1 Valori limite delle sorgenti sonore - L_{eq} [dB(A)]

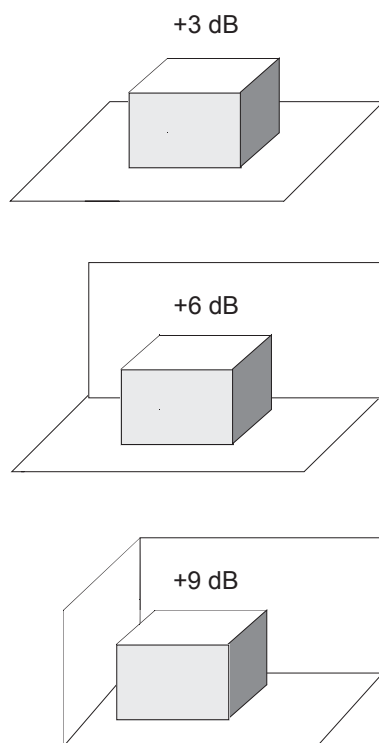
Tipo di zona	Giorno	Medio	Notte
Ospedali, zone di riposo, aree naturali protette	45	40	35
Zone residenziali rurali o periferiche, con scarso traffico (veicolare/aereo)	50	45	40
Zone residenziali urbane	55	50	45
Zone residenziali e commerciali con traffico (veicolare/aereo) mediamente elevato	60	55	50
Zone commerciali e industriali (industria leggera)	65	60	55
Zone industriali (industria pesante)	65	65	65

Valori limite di emissione secondo normativa italiana DPCM 14/11/97

Nella Figura 3.1 p. 2 viene prospettato l'incremento di pressione sonora dipendente dal posizionamento della sorgente rispetto a

eventuali ostacoli in grado di riflettere il suono.

Si considera come riferimento (aumento pari a zero) la sorgente sonora sufficientemente lontana da qualunque ostacolo.

Figura 3.1 Fattori di riflessione sonora

Si tenga conto che un'eventuale schermatura acustica può essere combinata con una schermatura visiva, spesso richiesta

indipendentemente dall'eventuale criticità degli aspetti acustici.

4 PRESSIONE SONORA COMPLESSIVA RISULTANTE

La pressione sonora complessiva risultante dalla presenza contemporanea di più sorgenti sonore può essere calcolata sia per via semplificata che per via analitica.

4.1 CALCOLO SEMPLIFICATO

Il calcolo semplificato è utilizzabile solamente in presenza di due apparecchi, per via delle semplificazioni che adotta.

Si considera la differenza tra le pressioni sonore L_p tra gli apparecchi (riferite entrambe alla medesima distanza e alle medesime condizioni di misura), e sulla base di essa si somma, al valore di L_p più elevato, il valore indicato nella Tabella 4.1 p. 2.

Tabella 4.1 Tabella calcolo semplificato L_p risultante

Differenza in dB(A) tra i valori L_p	dB(A) da aggiungere al valore L_p più elevato
0-1	3
2-3	2
4-6	1
6+	0



Esempio di calcolo con unità identiche

Due GAHP A HT Standard identiche (pressione sonora L_p a 5 m (massima) 57,6 dB(A)) danno una pressione sonora L_p totale risultante di (57,6 + 3 = 60,6 dB) in quanto la differenza tra i valori di L_p delle due sorgenti sonore è 0 dB e pertanto il valore da sommare al valore L_p più elevato è 3 dB.



Esempio di calcolo con unità diverse

Una GAHP A HT S1 (pressione sonora L_p a 5 m (massima)

52,0 dB(A)) funzionante contestualmente a una ACF 60-00 (pressione sonora L_p a 5 m (massima) 57,6 dB(A)) danno una pressione sonora L_p totale risultante di (57,6 + 1 = 58,6 dB) in quanto la differenza tra i valori di L_p delle due sorgenti sonore è tra 4 e 6 dB e pertanto il valore da sommare al valore L_p più elevato è 1 dB.

4.2 CALCOLO ANALITICO

Per il calcolo analitico della pressione sonora complessiva risultante va utilizzata la Formula 4.1 p. 3.

Figura 4.1 Formula calcolo pressione sonora

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{(L_{p_i})}{10}} \right)$$

L_p è il livello di pressione sonora risultante complessivo e (L_p)_i è il livello di pressione sonora delle singole sorgenti (riferite tutte alla medesima distanza e alle medesime condizioni di misura).



Esempio di calcolo

Due GAHP-AR S (pressione sonora L_p a 5 m (massima) 53,0 dB(A) ciascuna) funzionanti con una GAHP A HT S1 (pressione sonora L_p a 5 m (massima) 52,0 dB(A)) portano, applicando la Formula 4.2 p. 3 ad una pressione sonora risultante totale di 57,5 dB(A).

Figura 4.2 Esempio calcolo pressione sonora

$$L_p = 10 \log_{10} (10^{\frac{53}{10}} + 10^{\frac{53}{10}} + 10^{\frac{52}{10}})$$

5 TABELLE EN ISO 9614

Dalle considerazioni di carattere generale dei paragrafi precedenti si passa ora all'analisi dei dati acustici specifici delle unità Robur.

I dati tecnici nella sezione B riportano il valore di pressione sonora L_p riferito a una distanza di 5 m, frontalmente alla sorgente, considerando un fattore di direzionalità pari a 2 (corrispondente ad una superficie semiriflettente).

I livelli di intensità acustica riportati di seguito sono stati rilevati in accordo alla norma EN ISO 9614:2009.

Il test di intensità acustica, conforme alla norma EN ISO 9614, è un metodo per determinare i livelli di potenza sonora di una sorgente con rumore stazionario, attraverso la misurazione dell'intensità sonora sulle superfici di un parallelepipedo e/o di una semisfera ideale che contiene la sorgente.

5.1 GAHP-AR E GA ACF

Per unità GAHP-AR Standard, GAHP A HT Standard e GA ACF versioni standard si vedano la Tabella 5.1 p. 3 e la Figura 5.1 p. 4.

Tabella 5.1 Livelli sonori EN 9614 GAHP-AR, GAHP A e ACF standard

Frequency	Surface					Sum over frequencies
	Top	Left	Front	Right	Back	
Hz	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	A [dBA]
50	53,2	-	-	-	-	-
63	59,0	58,3	51,3	-	46,0	-
80	59,3	-	-	-	-	-
100	59,8	56,5	57,4	56,3	56,3	64,5
125	61,7	60,7	55,2	56,7	49,8	65,5
160	60,2	-	-	-	-	-
200	69,8	59,1	64,0	64,2	62,9	72,4
250	64,8	61,0	58,0	58,2	62,9	68,8
315	63,0	60,4	57,1	57,4	59,1	67,0
400	66,1	60,5	61,6	60,9	62,5	69,9
500	66,1	63,3	59,7	62,5	63,1	70,4
630	67,1	64,6	61,6	62,6	64,8	71,5
800	67,9	66,2	61,3	64,9	65,8	72,7
1000	67,7	64,8	61,2	65,1	65,4	72,3
1250	66,7	64,2	61,0	64,1	64,0	71,4
1600	66,3	63,6	60,6	63,2	63,3	70,8
2000	65,8	63,1	59,9	62,2	62,7	70,1
2500	65,3	62,6	60,9	61,7	62,2	69,8
3150	62,1	59,9	59,6	60,0	59,2	67,3
4000	59,4	58,6	58,0	58,1	58,3	65,5
5000	56,7	57,5	56,2	56,1	56,5	63,6
6300	53,8	53,3	-	53,3	54,6	-
A [dBA]	78,1	74,8	72,5	74,1	74,7	82,1

Per **front** si intende il lato dell'unità che prevede il pannello removibile per la manutenzione

Figura 5.1 Intensità sonora EN 9614 unità standard

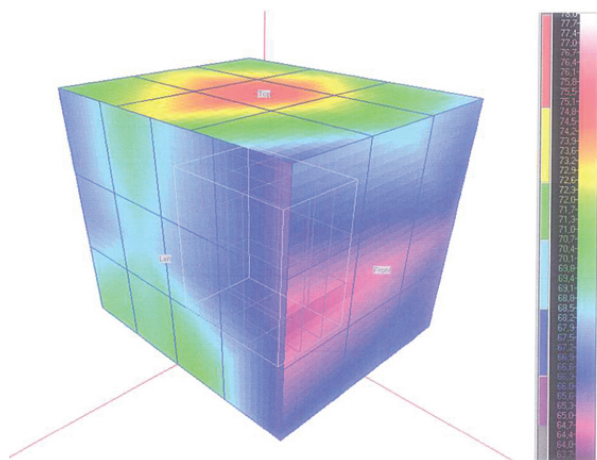
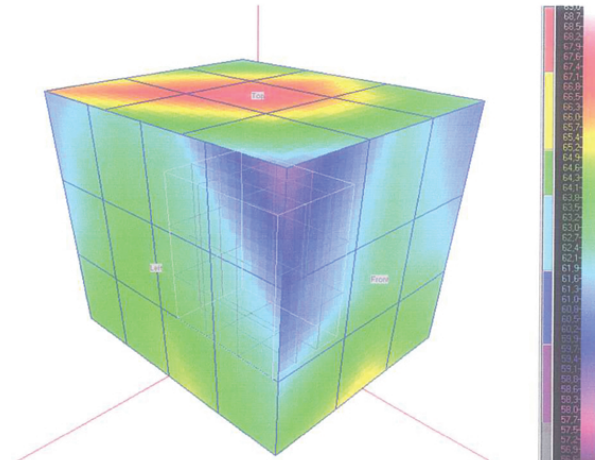


Figura 5.2 Intensità sonora EN 9614 GAHP-AR S e GA ACF S



Per unità GAHP-AR S e GA ACF versioni silenziate (S) si vedano la Tabella 5.2 p. 4 e la Figura 5.2 p. 4.

Tabella 5.2 Livelli sonori EN 9614 GAHP-AR S e GA ACF silenziate

Frequency Hz	Surface					Sum over frequencies A [dBA]
	Top DB(A)	Left DB(A)	Front DB(A)	Right DB(A)	Back DB(A)	
50	50,5	-	-	-	-	-
63	48,6	-	-	-	-	-
80	51,5	-	-	-	-	-
100	57,9	60,3	62,3	58,3	62,0	67,5
125	58,1	43,7	43,6	44,3	44,6	58,7
160	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-
250	55,5	51,7	53,4	49,9	51,9	59,9
315	56,7	55,4	52,0	55,8	54,1	62,1
400	56,9	55,1	53,6	54,9	55,2	62,3
500	58,5	57,7	56,7	59,7	56,3	65,0
630	58,9	59,6	58,0	58,5	58,6	65,7
800	60,7	60,9	57,7	60,1	59,6	66,9
1000	60,9	57,4	53,2	56,6	57,0	64,7
1250	61,9	57,3	53,9	57,1	58,0	65,4
1600	59,1	56,1	55,5	56,0	55,1	63,6
2000	56,9	55,0	54,8	53,4	54,5	62,1
2500	55,1	54,3	56,9	54,8	53,4	62,1
3150	56,7	57,7	54,9	56,6	55,8	63,5
4000	56,8	57,1	50,9	54,0	58,1	63,0
5000	57,2	57,3	55,0	56,5	56,2	63,5
6300	-	46,0	-	51,4	50,3	-
A [dBA]	70,6	69,2	68,0	68,7	69,0	76,1

Per *front* si intende il lato dell'unità che prevede il pannello removibile per la manutenzione

5.2 GAHP A

Per l'unità GAHP A HT Standard si veda la Tabella 5.1 p. 3 e la relativa Figura 5.1 p. 4.

Per l'unità GAHP A HT S1 si veda la Tabella 5.3 p. 4 e le Figure 5.3 p. 5 e 5.4 p. 5.

Tabella 5.3 Livelli sonori EN 9614 GAHP A S1

Frequency Hz	Surface					Sum over frequencies	
	Top DB	Left DB	Front DB	Right DB	Back DB	L [dB]	A [dBA]
50	79,0	75,2	69,9	78,7	74,0	83,4	53,2
63	62,2	60,3	55,4	60,8	58,6	67,0	40,8
80	66,4	58,8	59,2	57,6	59,1	68,7	46,2
100	73,8	72,4	70,4	69,8	71,2	78,8	59,7
125	58,2	55,6	55,3	55,5	54,3	62,9	46,8
160	66,5	61,5	60,1	60,3	60,8	69,6	56,2
200	61,1	60,9	60,5	59,0	57,5	67,0	56,1
250	63,2	58,9	58,2	55,7	56,9	66,4	57,8
315	61,9	60,0	58,4	57,8	59,2	66,7	60,1
400	61,5	60,9	56,8	59,5	59,2	66,9	62,1
500	62,3	64,6	60,1	64,0	62,3	69,9	66,7
630	62,6	64,5	58,1	61,5	59,3	68,8	66,9
800	62,0	64,8	57,3	59,4	59,0	68,3	67,5
1000	60,7	63,6	57,4	58,2	57,7	67,2	67,2
1250	58,3	61,5	54,9	55,2	54,8	64,8	65,4
1600	55,6	56,4	49,9	54,9	54,4	61,7	62,7
2000	53,0	52,2	46,0	51,8	51,0	58,3	59,5
2500	52,6	53,8	46,2	53,8	53,0	59,6	60,9
3150	46,6	45,3	38,3	44,9	44,8	51,7	52,9
4000	44,0	44,0	37,1	43,6	43,2	50,0	51,0
5000	41,1	40,0	35,2	41,0	29,6	46,8	47,3
6300	38,0	37,6	33,7	36,5	36,4	43,6	43,5
L [dB]	81,1	78,5	74,7	79,8	76,9	85,7	75,3
A [dBA]	69,1	70,8	65,1	67,5	66,8		

Per *front* si intende il lato dell'unità che prevede il pannello removibile per la manutenzione

Figura 5.3 Intensità sonora EN 9614 GAHP A S1 fronte

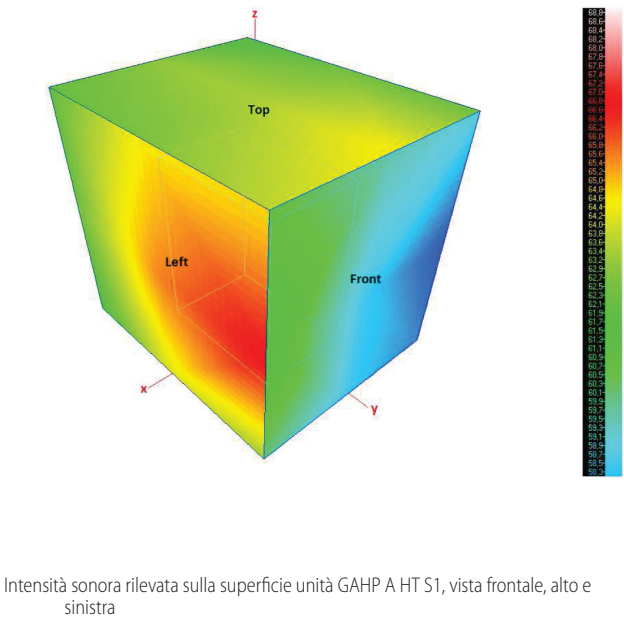
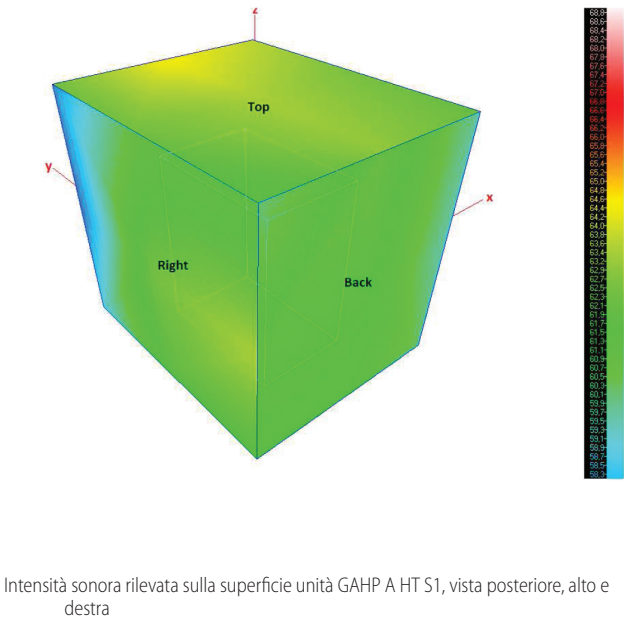


Figura 5.4 Intensità sonora EN 9614 GAHP A S1 retro



5.3 GAHP GS/WS

Tabella 5.4 Livelli sonori EN 9614 GAHP GS/WS

Frequency	Surface					Sum over frequencies	
	Top	Left	Front	Right	Back	L [dB]	A [dBA]
Hz	DB	DB	DB	DB	DB	L [dB]	A [dBA]
50	59,2	61,9	61,9	60,1	60,2	67,8	37,6
63	52,2	61,4	59,6	56,7	58,0	65,5	39,3
80	52,3	56,5	57,7	59,1	58,4	64,3	41,8
100	55,3	72,5	64,7	56,6	65,1	73,9	54,8
125	55,8	57,4	60,4	57,9	57,2	65,0	48,9
160	49,8	54,3	56,7	53,2	52,0	60,8	47,7
200	57,2	57,1	57,9	55,4	56,8	64,0	53,1
250	52,8	53,7	56,6	52,0	56,4	61,7	53,1
315	55,1	58,3	56,4	57,3	58,8	64,3	57,7
400	50,7	54,3	53,8	53,6	52,8	60,2	55,4
500	53,0	59,1	56,2	52,9	56,6	63,2	60,0
630	56,4	57,7	58,9	58,9	59,6	65,4	63,5
800	54,5	53,9	54,6	53,1	55,3	61,3	60,5
1000	57,8	51,6	54,5	50,7	55,7	61,8	61,8
1250	59,3	51,6	53,6	49,0	57,7	62,8	63,4
1600	49,7	45,8	48,4	46,1	48,4	54,9	55,9
2000	44,6	42,9	46,7	47,7	43,7	52,4	53,6
2500	40,0	40,0	41,9	44,9	40,4	48,9	50,2
3150	41,1	38,2	44,8	48,2	41,2	51,1	52,3
4000	37,4	35,9	38,7	48,2	39,7	49,7	50,7
5000	34,5	33,9	34,1	35,5	33,4	41,3	41,8
6300	32,4	33,0	31,7	32,4	32,6	39,4	39,3
L [dB]	67,5	74,1	70,6	68,1	70,4	77,8	70,4
A [dBA]	64,1	62,9	63,2	62,0	64,3		

Per *front* si intende il lato dell'unità che prevede il pannello removibile per la manutenzione
I livelli sonori sono stati rilevati con installazione dell'unità di tipo C

Figura 5.5 Intensità sonora EN 9614 GAHP GS/WS fronte

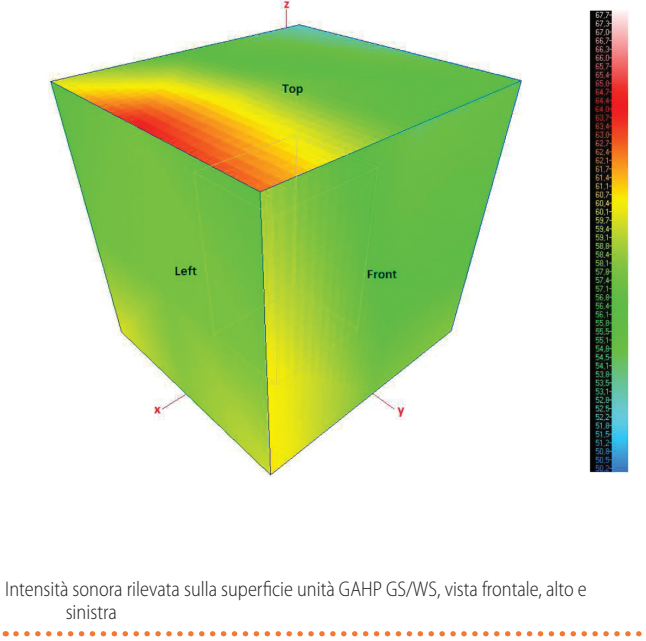
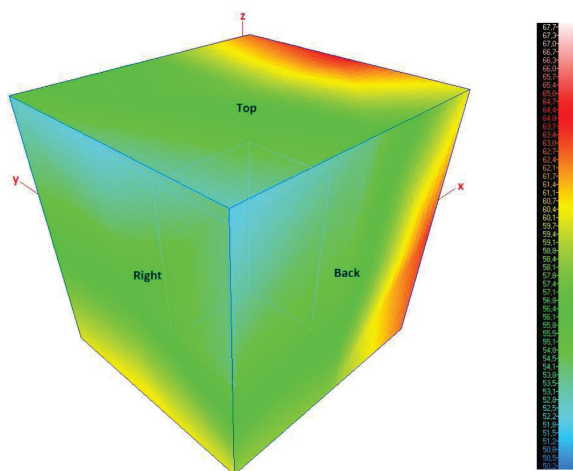


Figura 5.6 Intensità sonora EN 9614 GAHP GS/WS retro



Intensità sonora rilevata sulla superficie unità GAHP GS/WS, vista posteriore, alto e destra