

COMUNE DI VERONA		REGIONE VENETO
INTERVENTO		
PIANO URBANISTICO ATTUATIVO CON PIANO CASA DI UN FABBRICATO IN VIA MILONE 13 A VERONA		
PROPRIETARIO		
DELTA IMMOBILIARE S.R.L.		
TAVOLA	Arch. Cristini Paolo Via Boschetti n.30 - Peschiera del Garda.(VR) tel. 3494433393	
CONTENUTO		DATA
Relazione previsionale dei requisiti acustici passivi D.C.P.M. 05.12.1997		agosto 2013

PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi di un fabbricato di edilizia residenziale, via Milone, 13, località San Massimo, comune di Verona.

L'intervento prevede la realizzazione di n. 11 appartamenti con N. 4 piani fuori terra ed un piano interrato ad uso box auto.

Per una descrizione dettagliata dell'intervento si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

- Legge 447/95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- D.P.C.M. 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- UNI EN 12354-1 "Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti";
- UNI EN 12354-2 "Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti";
- UNI EN 12354-3 "Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 3: Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea";
- UNI/TR 11175: 2005 "Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici – Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale";
- Regione Veneto Direzione Generale del Diritto alla Salute e delle Politiche di Solidarietà e Direzione Generale delle Politiche Territoriali ed Ambientali. "Linee guida per la valutazione dei requisiti acustici passivi degli edifici D.P.C.M. 5/12/97."

DEFINIZIONI E GRANDEZZE RILEVANTI

Il D.P.C.M. 5/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi di un edificio" stabilisce i valori limite delle grandezze che esprimono le proprietà acustiche degli edifici e dei loro componenti, misurate in opera, cioè nelle reali condizioni di utilizzo. Tali grandezze, espresse mediante indici di valutazione, sono:

- indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di partizioni interne $R'w$, che esprime l'isolamento a rumori aerei fra ambienti interni e che considera oltre alla trasmissione diretta attraverso la partizione anche i percorsi di trasmissione sonora dovuti alle strutture laterali;
- indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione $D2m,nT,w$, che esprime l'isolamento presentato da facciate rispetto a rumori aerei esterni;
- livello di rumore di calpestio normalizzato $L'n,w$, che esprime l'isolamento a rumore di calpestio fra due ambienti interni e che tiene conto oltre che della trasmissione diretta attraverso il solaio in esame, anche della trasmissione che avviene attraverso le strutture laterali;
- livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderato A (LA,eq) per impianti a funzionamento continuo;
- livello massimo di pressione sonora misurato con costante temporale slow, ponderato A (LA,s,max) per impianti a funzionamento discontinuo.

Il decreto classifica gli ambienti abitativi in 7 categorie, fissando per ciascuna di esse i valori limite dei requisiti acustici passivi.

Tabella III.1 – Classificazione degli ambienti abitativi

TABELLA A , Allegato A - D.P.C.M. 5/12/97

Categoria A	Edifici adibiti a residenza o assimilabili
Categoria B	Edifici adibiti ad uffici e assimilabili
Categoria C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
Categoria D	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
Categoria E	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
Categoria F	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
Categoria G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Tabella III.2 – Requisiti acustici passivi degli edifici per categoria

TABELLA B, ALLEGATO A - D.P.C.M. 5/12/97

Categoria	$R'w$ (*)	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{aeq}
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	25
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	35

(*)valori di R_w riferiti ad elementi di due distinte unità immobiliari

METODI DI CALCOLO

In un edificio esistente gli indici di valutazione che esprimono le prestazioni acustiche possono essere determinati a partire dai valori misurati della grandezza in oggetto con i metodi riportati nella norma UNI EN ISO 717 parti 1 e 2.

In un edificio in fase di progetto gli indici di valutazione che esprimono le caratteristiche acustiche dei componenti edilizi in opera, possono essere determinati con sufficiente approssimazione, mediante modelli di calcolo analitico.

I metodi di calcolo sono definiti dalla serie di norme UNI EN 12354 parti 1 -3 e dalla norma UNI/TR 11175: 2005 e consentono di prevedere gli indici di valutazione dei componenti edilizi realizzati a regola d'arte nelle reali condizioni di utilizzo a partire dalle caratteristiche acustiche dei singoli elementi.

Tali caratteristiche, dovrebbero derivare principalmente da misurazioni effettuate in laboratorio, ma dove non siano disponibili i certificati di prova, le proprietà acustiche degli elementi che compongono un edificio possono essere calcolate utilizzando relazioni generali.

E' importante sottolineare che l'accuratezza acustica delle previsioni del modello dipende da molti fattori, quali:

- la conoscenza certa del tipo di elementi, dei giunti e della geometria della situazione e l'attendibilità delle caratteristiche acustiche degli elementi che compongono l'edificio;
- la corrispondenza della situazione reale con il modello, ovvero l'effettivo impiego dei componenti utilizzati per l'implementazione dell'algoritmo di calcolo;
- l'esecuzione d'opera a regola d'arte dei componenti edilizi valutati;
- le incertezze proprie di ogni valutazione analitica del tipo in esame.

VALUTAZIONE DELL'INDICE DEL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE

Per la verifica dell'indice del potere fonoisolante apparente delle partizioni verticali ed orizzontali di separazione tra unità immobiliari distinte si è utilizzato un modello di calcolo semplificato basato su indici di valutazione.

Tale metodo si basa sull'assunto che la trasmissione complessiva di potenza sonora tra due ambienti sia il risultato della somma delle trasmissioni di potenza attraverso diversi percorsi indipendenti di trasmissione (trasmissione diretta e trasmissione laterale).

I dati di ingresso per il modello sono:

- superficie della partizione di separazione;
- volume dell'ambiente di emissione e di quello di ricezione;
- potere fonoisolante R_w dei componenti edilizi: struttura di separazione (parete o solaio), pareti laterali;
- massa superficiale m' (kg/m^2) delle strutture dei componenti edilizi;
- incremento di potere fonoisolante R_w degli eventuali strati addizionali;
- indice di riduzione delle vibrazioni K_{ij} per ogni giunto tra strutture laterali e tra strutture laterali e struttura di separazione e per ogni percorso di fiancheggiamento.

Il modello di calcolo utilizzato non tiene conto di discontinuità o mancanza di tenuta dei giunti (fessure, attraversamenti impiantistici, ponti acustici), poiché la loro valutazione non può in genere essere svolta in modo analitico.

VERIFICHE ACUSTICHE

Procedura di verifica

Le planimetrie degli appartamenti edifici presentano le stesse tipologie di materiali impiegati e quindi analizzeremo solo le partizioni più critiche.

Le **partizioni** (pareti, solai, facciate) ritenute più "critiche", dal punto di vista della trasmissione del rumore, sia per composizione che per ubicazione all'interno dell'involucro edilizio sono quelle di seguito elencate.

1. Dapprima effettueremo le verifiche acustiche delle partizioni senza tener conto delle trasmissioni laterali, tali partizioni prenderanno il nome di "**strutture**".

2. Successivamente verificheremo le "strutture" inserendole nel contesto dell'involucro edilizio tenendo conto delle trasmissioni laterali, in questo caso le strutture prenderanno il

nome di “**partizioni**”.

Strutture

Seguono le stratigrafie delle strutture e la relativa verifica acustica:

_ PARETE INTERNA spessore 30 cm.

_ PARETE ESTERNA – MURATURA PORTANTE tipo POROTON cm 30 CON cappotto spessore spess. cm. 12. - 44.2 cm.

_ SOLAIO PIANO INTERRATO – PIANO TERRA spessore 37,6 cm.

_ SOLAIO PRIMO PIANO – PIANO TERRA – PRIMO PIANO – PIANO SECONDO – PIANO TERZO spessore 43,6 cm.

_

_ SOLAIO DI COPERTURA PIANA – spessore 52,50 cm

PARETI INTERNE

Calcolo previsionale del potere fonoisolante di elementi di edifici

Tipo di componente edile: Parete verticale a doppia parete.

Teoria applicata: Parete singola generica: Metodo delle Impedenze Progressive, MIP

Descrizione dell'elemento: Parete interna – spessore 30cm,
Parete che separa due unità distinti nello stesso piano.

STRUTTURA: DOPPIA PARETE ALLEGGERITO 25 CM + FORATO 8 CM CON EXTRAWALL

INFORMAZIONI GENERALI				
Tipo di struttura	Tipologia costruttiva	Tipologia di calcolo	Spessore [mm]	m' [kg/m²]
Parete	Doppio paramento	Laterizio	420	329,42

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA						
DESCRIZIONE STRATO	Spessore	Densità	E	fc	Rs	s'
	[mm]	[kg/m³]	[GPa]	[Hz]	[kPa*s/m²]	[MN/m³]
PARETE 1						
Intonaco di calce e gesso	15,0	1.400	8,0	0	0,0	0,0
Mattone forato 1.1.19 80	80,0	775	3,0	0	0,0	0,0
INTERCAPEDINE						
Pannello ISOVER EXTRAWALL	50,0					
• <i>Pannello ISOVER EXTRAWALL – Base</i>	49,6	40	0,0	0	33,0	0,0
• <i>ISOVER carta kraft-alluminio</i>	0,4	1.100	0,0	0	0,0	14,4
PARETE 2						
Malta di calce o calce cemento	10,0	1.800	8,0	0	0,0	0,0
Blocco forato 1.1.13/1 250	250,0	796	27,0	0	0,0	0,0
Malta di calce o calce cemento	15,0	1.800	8,0	0	0,0	0,0

RISULTATI DI CALCOLO					
Potere fonoisolante					
R_w	ΔR_{wint}	ΔR_{wEst}	R_{wTot}	$R_w + \Delta R_{wint}$	$R_w + \Delta R_{wEst}$
[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
54,0	0,0	0,0	54,0	–	–

PARETI PIANO TERRA - PRIMO – SECONDO -TERZO

Calcolo previsionale del potere fonoisolante di elementi di edifici

Tipo di componente edile: Parete verticale con cappotto

Descrizione dell'elemento: Parete esterna

STRUTTURA: PARETE ALLEGGERITO 30 CM CON CAPPOTTO CAPP12

INFORMAZIONI GENERALI				
Tipo di struttura	Tipologia costruttiva	Tipologia di calcolo	Spessore	m'
			[mm]	[kg/m ²]
Parete	Singolo paramento	Laterizio porizzato	442	279,60

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA						
DESCRIZIONE STRATO	Spessore	Densità	E	f_c	R_s	s'
	[mm]	[kg/m ³]	[GPa]	[Hz]	[kPa*s/m ²]	[MN/m ³]
PARETE						
Intonaco di calce e gesso	15,0	1.400	8,0	0	0,0	0,0
Blocco forato 1.1.13/1 250	300,0	796	27,0	0	0,0	0,0
Adesivo per cappotto	3,0	1.500	0,0	0	0,0	0,0
Pannello ISOVER Cappotto copertura	120,0	75	0,0	0	0,0	3,0

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA						
DESCRIZIONE STRATO	Spessore	Densità	E	fc	Rs	s'
	[mm]	[kg/m ³]	[GPa]	[Hz]	[kPa*s/m ²]	[MN/m ³]
Rasante cementizio	3,0	1.500	0,0	0	0,0	0,0
Intonaco in pasta	1,0	1.800	0,0	0	0,0	0,0

RISULTATI DI CALCOLO					
Potere fonoisolante					
R _w	ΔR _{wInt}	ΔR _{wEst}	R _{wTot}	R _w + ΔR _{wInt}	R _w + ΔR _{wEst}
[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
52,6	0,0	0,0	52,6	–	–

SOLAIO PIANO INTERRATO – PRIMO PIANO

Calcolo previsionale del potere fonoisolante di elementi di edifici

Tipo di componente edile: Solaio

Teoria applicata: Solaio in laterocemento con pavimento galleggiante

Descrizione dell'elemento: Solaio tra piano interrato e primo piano – spessore 37,6cm.

STRUTTURA: SOLAIO IN LATERO CEMENTO CON PAVIMENTO GALLEGGIANTE CON EKOSOL N

INFORMAZIONI GENERALI					
Tipo di struttura	Tipologia costruttiva	Tipologia di calcolo	Spessore	m'	m' massetto
			[mm]	[kg/m ²]	[kg/m ²]
Solaio	Pavimento galleggiante	Cemento armato – massetto colato	376	551,08	123,30

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA						
DESCRIZIONE STRATO	Spessore	Densità	E	fc	Rs	s'
	[mm]	[kg/m ³]	[GPa]	[Hz]	[kPa*s/m ²]	[MN/m ³]

	[mm]	[kg/m ³]	[GPa]	[Hz]	[kPa*s/m ²]	[MN/m ³]
SOLETTA						
Malta di calce o calce cemento	15,0	1.800	8,0	0	0,0	0,0
Blocco da solaio 2.1.03i/2 220	220,0	1.214	25,0	0	0,0	0,0
Sottofondo in cls magro	60,0	2.200	5,0	90.000	0,0	0,0
INTERCAPEDINE						
Pannello ISOVER EKOSOL N	20,0	85	0,0	0	0,0	8,0
MASSETTO						
Feltro BITUVER BITULAN C3	0,5	600	0,0	0	0,0	14,4
C.l.s. con aggr. natur. 2000 (m 15%)	50,0	2.000	20,0	0	0,0	0,0
Piastrelle	10,0	2.300	36,6	0	0,0	0,0

RISULTATI DI CALCOLO								
Potere fonoisolante						Livello di calpestio		
R_w	$\Delta R_{w\text{CS}}$	$\Delta R_{w\text{PG}}$	$R_{w\text{Tot}}$	$R_w + \Delta R_{w\text{CS}}$	$R_w + \Delta R_{w\text{PG}}$	L_{nw} [dB]	ΔL_{nw} [dB]	$L_{nw\text{Tot}}$
[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
66,2	0,0	0,0	66,2	–	–	39,0	31,0	8,0

SOLAIO PIANO TERRA – PRIMO PIANO – PIANO PRIMO – SECONDO PIANO – PIANO TERZO

Calcolo previsionale del livello di calpestio di elementi di edifici

Tipo di componente edile: Solaio

STRUTTURA: SOLAIO IN LATERO CEMENTO CON PAVIMENTO GALLEGGIANTE CON EKOSOL N

INFORMAZIONI GENERALI					
Tipo di struttura	Tipologia costruttiva	Tipologia di calcolo	Spessore	m'	m' massetto
			[mm]	[kg/m²]	[kg/m²]
Solaio	Pavimento galleggiante	Cemento armato – massetto colato	436	659,08	123,30

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA						
DESCRIZIONE STRATO	Spessore	Densità	E	fc	Rs	s'
	[mm]	[kg/m³]	[GPa]	[Hz]	[kPa*s/m²]	[MN/m³]
SOLETTA						
Malta di calce o calce cemento	15,0	1.800	8,0	0	0,0	0,0
Blocco da solaio 2.1.03i/2 220	220,0	1.214	25,0	0	0,0	0,0
Calcestruzzo	60,0	1.800	20,0	0	0,0	0,0
Sottofondo in cls magro	60,0	2.200	5,0	90.000	0,0	0,0
INTERCAPEDINE						
Pannello ISOVER EKOSOL N	20,0	85	0,0	0	0,0	8,0
MASSETTO						
Feltro BITUVER BITULAN C3	0,5	600	0,0	0	0,0	14,4
C.I.s. con aggr. natur. 2000 (m 15%)	50,0	2.000	20,0	0	0,0	0,0
Piastrelle	10,0	2.300	36,6	0	0,0	0,0

RISULTATI DI CALCOLO								
Potere fonoisolante						Livello di calpestio		
R _w	ΔR _{w CS}	ΔR _{w PG}	R _{wTot}	R _w + ΔR _{w CS}	R _w + ΔR _{w PG}	L _{nw} [dB]	ΔL _{nw} [dB]	L _{nwTot}
[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
54,8	0,0	11,5	66,3	–	66,3	73,1	35,7	37,5

COPERTURA

Calcolo previsionale del potere fonoisolante di elementi di edifici

Descrizione dell'elemento: Copertura orizzontale

STRUTTURA: SOLAIO DI COPERTURA ISOLATO A PAVIMENTO CON IBR K

INFORMAZIONI GENERALI					
Tipo di struttura	Tipologia costruttiva	Tipologia di calcolo	Spessore	m'	m' massetto
			[mm]	[kg/m²]	[kg/m²]
Solaio	Solaio monolitico	Cemento armato	525	519,68	–

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA						
DESCRIZIONE STRATO	Spessore	Densità	E	fc	Rs	s'
	[mm]	[kg/m³]	[GPa]	[Hz]	[kPa*s/m²]	[MN/m³]
SOLAIO						
Malta di calce o calce cemento	15,0	1.800	8,0	0	0,0	0,0
Blocco da solaio 2.1.03i/2 220	220,0	1.214	25,0	0	0,0	0,0
Calcestruzzo	50,0	1.800	20,0	0	0,0	0,0
Pannello ISOVER IBR K	180,0					
• Pannello ISOVER IBR N Base	179,6	12	0,0	0	7,0	0,0
• ISOVER carta kraft	0,4	1.100	0,0	0	0,0	0,0
Sottofondo in cls magro	50,0	2.200	5,0	90.000	0,0	0,0
Piastrelle	10,0	2.300	36,6	0	0,0	0,0

RISULTATI DI CALCOLO								
Potere fonoisolante						Livello di calpestio		
R _w	ΔR _{w CS}	ΔR _{w PG}	R _{wTot}	R _w + ΔR _{w CS}	R _w + ΔR _{w PG}	L _{nw} [dB]	ΔL _{nw} [dB]	L _{nwTot}
[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
54,5	0,0	0,0	54,5	–	–	73,5	0,0	73,5

Infissi

Ipotizziamo l'adozione di infissi con le seguenti caratteristiche di fonoisolamento:

- finestre a vetro doppio ad una intercapedine 4/12/4

$R'_w (C, C_{tr}) = 33.6 (-1, -3) \text{ dB}$, e 6/16/4 R'_w

$(C, C_{tr}) = 39 (-3, -6) \text{ dB}$

- porte-finestre a vetro doppio ad una intercapedine 4/12/4 $R'_w (C, C_{tr}) = 33.6 (-1, -3) \text{ dB}$, e 6/16/4

$R'_w (C, C_{tr}) = 39 (-3, -6) \text{ dB}$

- porte di ingresso agli appartamenti e interne $R_w = 37,0 \text{ dB}$

Per quanto riguarda gli infissi si ricorda che le loro prestazioni acustiche sono in gran parte responsabili dell'isolamento acustico della facciata, soprattutto in questo progetto in quanto sono

presenti finestre di grandi dimensioni.

Si consiglia quindi di prestare molta attenzione alla scelta degli infissi, nel senso che sarebbe

opportuno scegliere tra coloro che forniscono infissi accompagnati da un certificato di laboratorio

del potere fonoisolante.

Relazione dettagliata del calcolo previsionale delle prestazioni acustiche degli edifici a partire dalle prestazioni di prodotti

GRANDEZZE, SIMBOLI ED UNITÀ DI MISURA ADOTTATI

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITÀ DI MISURA
Termine di adattamento allo spettro 1 in conformità con la EN ISO 717-1	C	[dB]
Termine di adattamento allo spettro per il rumore da calpestio in conformità con la EN ISO 717-2	C _i	[dB]
Termine di adattamento allo spettro 2 in conformità con la EN ISO 717-1	C _{tr}	[dB]
Isolamento acustico di facciata alla frequenza i-esima	D _{2m,nT}	[dB]
Indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione in conformità alla EN ISO 717-1	D _{2m,nT,w}	[dB]
Elemento divisorio (verticale o orizzontale) tra due ambienti	D, d	–
Elemento i-esimo di trasmissione laterale appartenente all'ambiente emittente	F _i	–
Elemento i-esimo di trasmissione laterale appartenente all'ambiente ricevente	f _i	–
Termine di correzione per la trasmissione laterale	K	[dB]
Indice di riduzione delle vibrazioni per ciascuna via di trasmissione ij su un giunto	K _{ij}	–
Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico, in opera, in conformità con la EN ISO 717-2	L' _{n,w}	[dB]
Indice di valutazione del livello equivalente di pressione sonora di calpestio normalizzato	L _{n,w,eq}	[dB]
Livello di pressione sonora di calpestio alla frequenza i-esima normalizzato	L _{ni}	[dB]
Massa per unità di area di un elemento	m'	[kg/m ²]
Potere fonoisolante apparente di una facciata per un campo sonoro incidente diffuso	R'	[dB]
Potere fonoisolante alla frequenza i-esima di un elemento	R _i	[dB]
Valore della curva dello spettro di riferimento alla frequenza i-esima in conformità con la EN ISO 717-1 o EN ISO 717-2	R _{if}	[dB]
Indice di valutazione del potere fonoisolante in conformità con la EN ISO 717-1	R _w	[dB]
Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente	R' _w	[dB]
Peso percentuale del potere fonoisolante dell'elemento rispetto al potere fonoisolante della facciata	R _{w%}	[dB]

Potere fonoisolante laterale per il percorso ij	$R_{ij,w}$	[dB]
Differenza del livello di pressione sonora per la forma della facciata	ΔL_{fs}	[dB]
Indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio dovuto ad un rivestimento di pavimentazione in conformità con la EN ISO 717-2	ΔL_w	[dB]

MODELLO DI CALCOLO SEMPLIFICATO SECONDO UNI EN 12354-3:2002

A block diagram of a feedback control system. The system is enclosed in a large rectangle. On the left side, there are three input lines labeled F , D , and F from top to bottom. The top F line connects to a block labeled f at the top of the system. The D line connects to a block labeled d on the left side of the system. The bottom F line connects to a block labeled f at the bottom of the system. Inside the system, the output of the top f block is labeled Df . The output of the d block is labeled Dd . The output of the bottom f block is labeled Ff . A microphone icon is positioned between the Dd and Ff outputs. Arrows indicate the flow of signals: from Df to Dd , from Dd to Ff , and from Ff back to the top f block, forming a feedback loop.

DESCRIZIONE FACCIATA

Ambiente ricevente (1) - 3 - Camera 2 (piano: Piano primo, esposizione: Ovest)

RISULTATO DI CALCOLO **$D_{2m,nT,w} = 46,5 \text{ dB}$** **ELEMENTI**

CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m'	R _w
		[kg/m ²]	[dB]
D	Parete esterna da 30 cm	(*)	(*)
f1	Finestra 140x140, Parete esterna da 30 cm	321,7	47
f2	divisorio10	92,0	38
f3	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	659,1	55
f4	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	659,1	55

(*) Fare riferimento alla tabella "composizione facciata" per i dettagli

COMPOSIZIONE FACCIATA

ELEMENTO	R _w	Area
	[dB]	[m ²]
Parte opaca	47,1	10,8

GIUNTI

CODICE GIUNTO	DESCRIZIONE
G1	Giunto rigido a L
G2	Giunto rigido a T
G3	Giunto rigido a T
G4	Giunto rigido a T

PERCORSI DI TRASMISSIONE ACUSTICA

CODICE PERCORSO	K _{ij}	R _{ij,w}	ΔR _{ij,w}
	-	[dB]	[dB]
Dd	0,00	47,1	0,0
Df1	2,00	55,1	0,0

Df2	7,38	56,2	0,0
Df3	6,25	73,0	11,5
Df4	6,25	61,5	0,0

RISULTATI AGGIUNTIVI DI CALCOLO		
R'	ΔL_{fs}	$10 \log(V/6T_0S_s)$
[dB]	[dB]	[dB]
45,9	0,0	0,54

DESCRIZIONE FACCIATA	
Ambiente ricevente	(1) - 1 - Sala (piano: Piano primo, esposizione: Ovest)

RISULTATO DI CALCOLO
$D_{2m,nT,w} = 49,7$ dB

ELEMENTI			
CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m'	R _w
		[kg/m ²]	[dB]
D	Parete esterna da 30 cm	(*)	(*)
f1	Parete interna da 30 cm	241,7	51
f2	Parete esterna da 30 cm	321,7	47
f3	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	659,1	55
f4	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	659,1	55

(*) Fare riferimento alla tabella "composizione facciata" per i dettagli

COMPOSIZIONE FACCIATA		
ELEMENTO	R _w	Area
	[dB]	[m ²]
Parte opaca	47,1	12,3

GIUNTI	
CODICE GIUNTO	DESCRIZIONE

G1	Giunto rigido a T
G2	Giunto rigido a L
G3	Giunto rigido a T
G4	Giunto rigido a T

PERCORSI DI TRASMISSIONE ACUSTICA			
CODICE PERCORSO	K _{ij}	R _{ij,w}	$\Delta R_{ij,w}$
	–	[dB]	[dB]
Dd	0,00	47,1	0,0
Df1	5,79	61,4	0,0
Df2	2,00	55,7	0,0
Df3	6,25	73,0	11,5
Df4	6,25	61,5	0,0

RISULTATI AGGIUNTIVI DI CALCOLO		
R'	ΔL_{fs}	$10 \log(V/6T_0S_s)$
[dB]	[dB]	[dB]
46,3	0,0	3,46

DESCRIZIONE FACCIATA

Ambiente ricevente (1-2) – 3 – Camera 2 (piano: Piano primo, esposizione: Est)

RISULTATO DI CALCOLO

$D_{2m,nT,w} = 46,5 \text{ dB}$

ELEMENTI

CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m'	R _w
		[kg/m ²]	[dB]
D	Parete esterna da 30 cm	(*)	(*)
f1	divisorio10	92,0	38
f2	Finestra 140x140, Parete esterna da 30 cm	321,7	47
f3	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	659,1	55
f4	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	659,1	55

(*) Fare riferimento alla tabella “composizione facciata” per I dettagli

COMPOSIZIONE FACCIATA

ELEMENTO	R _w	Area
	[dB]	[m ²]
Parte opaca	47,1	10,8

GIUNTI

CODICE GIUNTO	DESCRIZIONE
G1	Giunto rigido a T
G2	Giunto rigido a L
G3	Giunto rigido a T
G4	Giunto rigido a T

PERCORSI DI TRASMISSIONE ACUSTICA

CODICE PERCORSO	K _{ij}	R _{ij,w}	ΔR _{ij,w}
	–	[dB]	[dB]
Dd	0,00	47,1	0,0
Df1	7,38	56,2	0,0
Df2	2,00	55,1	0,0

Df3	6,25	73,0	11,5
Df4	6,25	61,5	0,0

RISULTATI AGGIUNTIVI DI CALCOLO		
R'	ΔL_{fs}	$10\log(V/6T_0Ss)$
[dB]	[dB]	[dB]
45,9	0,0	0,54

DESCRIZIONE FACCIATA	
Ambiente ricevente	(1-2) - 1 - Sala (piano: Piano primo, esposizione: Est)

RISULTATO DI CALCOLO
$D_{2m,nT,w} = 49,7$ dB

ELEMENTI			
CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m'	R _w
		[kg/m ²]	[dB]
D	Parete esterna da 30 cm	(*)	(*)
f1	Parete esterna da 30 cm	321,7	47
f2	Parete interna da 30 cm	241,7	51
f3	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	659,1	55
f4	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	659,1	55

(*) Fare riferimento alla tabella "composizione facciata" per i dettagli

COMPOSIZIONE FACCIATA		
ELEMENTO	R _w	Area
	[dB]	[m ²]
Parte opaca	47,1	12,3

GIUNTI	
CODICE GIUNTO	DESCRIZIONE
G1	Giunto rigido a L

G2	Giunto rigido a T
G3	Giunto rigido a T
G4	Giunto rigido a T

PERCORSI DI TRASMISSIONE ACUSTICA			
CODICE PERCORSO	K _{ij}	R _{ij,w}	ΔR _{ij,w}
	–	[dB]	[dB]
Dd	0,00	47,1	0,0
Df1	2,00	55,7	0,0
Df2	5,79	61,4	0,0
Df3	6,25	73,0	11,5
Df4	6,25	61,5	0,0

RISULTATI AGGIUNTIVI DI CALCOLO		
R'	ΔL _{fs}	10log(V/6T ₀ Ss)
[dB]	[dB]	[dB]
46,3	0,0	3,46

Ambiente ricevente (2-3) – 3 – Camera 2 (piano: Piano secondo, esposizione: Ovest)

RISULTATO DI CALCOLO

$D_{2m,nT,w} = 46,5$ dB

ELEMENTI

CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m'	R _w
		[kg/m ²]	[dB]
D	Parete esterna da 30 cm	(*)	(*)
f1	Finestra 140x140, Parete esterna da 30 cm	321,7	47
f2	divisorio10	92,0	38
f3	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	659,1	55
f4	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	659,1	55

(*) Fare riferimento alla tabella “composizione facciata” per I dettagli

COMPOSIZIONE FACCIATA

ELEMENTO	R _w	Area
	[dB]	[m ²]
Parte opaca	47,1	10,8

GIUNTI

CODICE GIUNTO	DESCRIZIONE
G1	Giunto rigido a L
G2	Giunto rigido a T
G3	Giunto rigido a T
G4	Giunto rigido a T

PERCORSI DI TRASMISSIONE ACUSTICA

CODICE PERCORSO	K _{ij}	R _{ij,w}	ΔR _{ij,w}
	–	[dB]	[dB]
Dd	0,00	47,1	0,0
Df1	2,00	55,1	0,0
Df2	7,38	56,2	0,0
Df3	6,25	73,0	11,5

Df4	6,25	61,5	0,0
-----	------	------	-----

RISULTATI AGGIUNTIVI DI CALCOLO		
R'	ΔL_{fs}	$10\log(V/6T_0Ss)$
[dB]	[dB]	[dB]
45,9	0,0	0,54

DESCRIZIONE FACCIATA

Ambiente ricevente (2-3) – 7 – WC (piano: Piano secondo, esposizione: Tetto piano esterno)

RISULTATO DI CALCOLO

$D_{2m,nT,w} = 53,6 \text{ dB}$

ELEMENTI

CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m'	R _w
		[kg/m ²]	[dB]
D	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	(*)	(*)

(*) Fare riferimento alla tabella "composizione facciata" per i dettagli

COMPOSIZIONE FACCIATA

ELEMENTO	R _w	Area
	[dB]	[m ²]
Parte opaca	54,8	2,4

RISULTATI AGGIUNTIVI DI CALCOLO

R'	Contributo trasmissione laterale	ΔL_{fs}	$10\log(V/6T_0S_s)$
[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
52,8	2,0	0,0	0,85

DESCRIZIONE FACCIATA

Ambiente ricevente (2-3) - 9 - Cucina (piano: Piano secondo, esposizione: Tetto piano esterno)

RISULTATO DI CALCOLO

$D_{2m,nT,w} = 54,9 \text{ dB}$

ELEMENTI

CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m'	R _w
		[kg/m ²]	[dB]
D	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	(*)	(*)

(*) Fare riferimento alla tabella "composizione facciata" per i dettagli

COMPOSIZIONE FACCIATA

ELEMENTO	R _w	Area
	[dB]	[m ²]
Parte opaca	54,8	2,4

RISULTATI AGGIUNTIVI DI CALCOLO

R'	Contributo trasmissione laterale	ΔL_{fs}	$10 \log(V/6T_0S_s)$
[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
52,8	2,0	0,0	2,17

DESCRIZIONE FACCIATA

Ambiente ricevente (2-3) – 1 – Sala (piano: Piano secondo, esposizione: Ovest)

RISULTATO DI CALCOLO

$D_{2m,nT,w} = 49,7 \text{ dB}$

ELEMENTI

CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m'	R _w
		[kg/m ²]	[dB]
D	Parete esterna da 30 cm	(*)	(*)
f1	Parete interna da 30 cm	241,7	51
f2	Parete esterna da 30 cm	321,7	47
f3	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	659,1	55
f4	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	659,1	55

(*) Fare riferimento alla tabella “composizione facciata” per I dettagli

COMPOSIZIONE FACCIATA

ELEMENTO	R _w	Area
	[dB]	[m ²]
Parte opaca	47,1	12,3

GIUNTI

CODICE GIUNTO	DESCRIZIONE
G1	Giunto rigido a T
G2	Giunto rigido a L
G3	Giunto rigido a T
G4	Giunto rigido a L

PERCORSI DI TRASMISSIONE ACUSTICA

CODICE PERCORSO	K _{ij}	R _{ij,w}	ΔR _{ij,w}
	–	[dB]	[dB]
Dd	0,00	47,1	0,0
Df1	5,79	61,4	0,0
Df2	2,00	55,7	0,0

Df3	6,25	73,0	11,5
Df4	6,67	61,9	0,0

RISULTATI AGGIUNTIVI DI CALCOLO		
R'	ΔL_{fs}	$10\log(V/6T_0Ss)$
[dB]	[dB]	[dB]
46,3	0,0	3,46

DESCRIZIONE FACCIATA

Ambiente ricevente (2-3) – 1 – Salone (piano: Piano secondo, esposizione: Tetto piano esterno)

RISULTATO DI CALCOLO

$D_{2m,nT,w} = 52,3 \text{ dB}$

ELEMENTI

CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m'	R _w
		[kg/m ²]	[dB]
D	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	(*)	(*)

(*) Fare riferimento alla tabella "composizione facciata" per i dettagli

COMPOSIZIONE FACCIATA

ELEMENTO	R _w	Area
	[dB]	[m ²]
Parte opaca	54,8	30,4

RISULTATI AGGIUNTIVI DI CALCOLO

R'	Contributo trasmissione laterale	ΔL_{fs}	$10 \log(V/6T_0 S_s)$
[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
52,8	2,0	0,0	-0,46

DESCRIZIONE FACCIATA

Ambiente ricevente (2-4) – 9 – Cucina (piano: Piano secondo, esposizione: Tetto piano esterno)

RISULTATO DI CALCOLO

$D_{2m,nT,w} = 54,9 \text{ dB}$

ELEMENTI

CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m'	R _w
		[kg/m ²]	[dB]
D	Solaio in latero cemento con pavimento galleggiante con EKOSOL N	(*)	(*)

(*) Fare riferimento alla tabella "composizione facciata" per i dettagli

COMPOSIZIONE FACCIATA

ELEMENTO	R _w	Area
	[dB]	[m ²]
Parte opaca	54,8	2,4

RISULTATI AGGIUNTIVI DI CALCOLO

R'	Contributo trasmissione laterale	ΔL_{fs}	$10\log(V/6T_0S_s)$
[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
52,8	2,0	0,0	2,17

Parete di separazione - isolamento per via aerea

STUDIO DELL'ISOLAMENTO PER VIA AEREA TRA UNITA' ABITATIVE ADIACENTI

Come risulta dalla Tab. A del citato D.P.C.M. 5/12/1997 risulta che l'isolamento per via aerea

(potere fonoisolante apparente $R'w$) richiesto fra ambienti debba essere pari ad almeno $R'w = 50$ dB **per gruppo A, B e G.**

Facciamo osservare che il dato di isolamento richiesto per via aerea ($R'w$) si riferisce al comportamento in opera, e tale comportamento non dipende quindi solamente dalle caratteristiche

del componente (tramezzo, partizione), ma anche dalle caratteristiche degli elementi laterali e, ancor più, dalle modalità di messa in opera.

Schema di analisi dell'isolamento acustico fra ambienti adiacenti

Queste ultime possono essere riassunte in una serie di regole di buona pratica, che sono essenzialmente:

- La posa delle partizioni verticali su supporti resilienti al di sopra ed al di sotto delle partizioni;

- Lo spessore minimo dell'intonaco come prescritto;

- Il disaccoppiamento delle due pareti costituenti la partizione verticale, evitando di creare ponti acustici con elementi passanti (tipicamente impianti idraulici, elettrici, riscaldamento ...), che dovranno essere, nel caso, acusticamente isolati;

- È da evitare la posa di scatole a muro per prese e interruttori, nonché di scatole di derivazione, centraline, citofoni, impianti antifurto, antenna nelle pareti di divisione tra unità immobiliari.

- Nel caso di quadri elettrici, cassette ecc. è necessario evitare che siano collocate in posizioni affacciate sulle pareti doppie;

- L'interposizione di materiale fono-isolante nella cavità fra le partizioni verticali;

- Ciascun paramento deve essere realizzato sigillando accuratamente le fughe orizzontali e verticali tra mattone e mattone per il suo intero spessore;

- Si deve fare attenzione a sigillare i giunti tra i pannelli fonoisolanti da porre nell'intercapedine, così come tutti i collegamenti (pannello/solaio, pannello/soffitto) mediante apposito nastro adesivo;

- Eventuali punti singolari di collegamento esterno/interno (griglie aerazione delle cucine/bagni) dovranno utilizzare componentistica adeguata atta ad attenuare il collegamento acustico per questa via;

Facciata - isolamento per via aerea STUDIO DELL'ISOLAMENTO DI FACCIATA RELATIVAMENTE AI REQUISITI DEL D.P.C.M. 5/12/1997

Come risulta dalla Tab. A del citato D.P.C.M. 5/12/1997 risulta che l'isolamento di facciata richiesto debba essere pari ad almeno: $D_{2m,nT,w} = 40$ dB **per gruppo A-C**;

L'ottenimento del requisito richiede pareti o vetrate adeguatamente fonoisolanti.

Si noti che il dato di isolamento richiesto per via aerea ($D_{2m,nT,w}$) si riferisce al comportamento in opera, e tale comportamento non dipende quindi solamente dalle caratteristiche del componente (tramezzo, partizione), ma anche dalle caratteristiche degli elementi laterali e, ancor più, dalle modalità di messa in opera.

Schema di analisi dell'isolamento al calpestio fra ambienti sovrapposti

Come per i casi precedenti il requisito previsto dal d.P.C.M. 5/12/1997 sarà ottenuto solo prestando attenzione alla modalità di posa in opera. In particolare sarà necessario:

Effettuare il distacco del massetto dalle pareti mediante una striscia perimetrale di fascia desolidarizzante di altezza adeguatamente superiore allo spessore del massetto, per assicurare il distacco anche della pavimentazione.

Prestare attenzione affinché non si creino ponti acustici tra il massetto di rivestimento e la struttura portante, avendo cura di risvoltare lo strato resiliente, adottato nel caso di 'Pavimento Galleggiante';

È tassativo realizzare o impostare i muri divisorii prima della posa del pavimento galleggiante per evitare che la parete di separazione posata direttamente sul pavimento galleggiante trasmetta i rumori aerei e di percussione generati nel locale disturbante;

La superficie del massetto non deve essere superiore a 30 m² con lati di non oltre 7 m; superfici più grandi devono essere frazionate mediante giunti di dilatazione.

Allo scopo di evitare un'essiccazione troppo rapida e irregolare, bisogna mantenere umido il massetto per almeno 7 giorni, evitando di camminarci sopra per i primi 3 giorni ed attendendo un periodo sufficiente prima della posa della pavimentazione (almeno 4-5 settimane).

Dopo la posa del massetto verificare di avere ancora un'altezza adeguata di fascia perimetrale; quest'ultima infatti dovrà contenere anche lo strato di pavimentazione finale per garantire una completa disgiunzione delle pareti.

Dopo aver posato la pavimentazione rifilare l'eccesso di fascia desolidarizzante prima della posa del battiscopa

Posare il battiscopa creando un distacco tra il battiscopa stesso e la pavimentazione. Il distacco si può realizzare o con un sottile velo di silicone (1,5 mm) oppure con un nylon che dovrà essere rimosso dopo la posa del battiscopa.

Suggerimenti

Si elencano alcuni suggerimenti generali per ottenere il rispetto in opera dei limiti fissati dal DPCM 5/12/97.

R'w riferito a pareti

- se le partizioni sono monostrato, ricorrere a strutture “pesanti” (almeno 400 kg/mq);
- utilizzare doppie pareti in laterizio con intercapedine, in cui almeno una delle strutture abbia una massa discreta (critica la soluzione 8/4/8);
- utilizzare strutture leggere, come ad esempio le doppie pareti in cartongesso;
- inserire del materiale fonoassorbente all'interno dell'intercapedine;
- evitare di far passare tubazioni di ventilazione o di scarico all'interno delle pareti divisorie;
- svincolare le pareti di separazione mediante l'applicazione del cosiddetto “taglia muro”;
- accertarsi che il potere fonoisolante non sia inficiato dal solaio soprastante;
- valutare attentamente l'attendibilità dei certificati di prova relativi a strutture tipo.

R'w riferito a solai

- ricorrere a solai di massa complessiva superiore a 450 kg/mq;
- nel caso di strutture “leggere”, ad esempio per i solai in legno, prevedere un controsoffitto con intercapedine;
- in caso di situazioni diverse dalle precedenti, richiedere la consulenza specifica di un tecnico con esperienza “sul campo”, in quanto non esistono relazioni di calcolo sufficientemente attendibili per le strutture complesse.

D2mnTw riferito a facciate

- ricordarsi che il problema maggiore è dato dai serramenti, non dalla parte in muratura;
- in fase di progettazione, evitare di prevedere pareti con percentuale elevata di superficie vetrata;
- se possibile, progettare le facciate con balconi;
- installare serramenti con elevato potere fono isolante, cioè con classe 3 o 4 di tenuta all'aria e con vetrocamera di prestazioni acustiche superiori (sono preferibili serramenti muniti di certificato del potere fono isolante);
- ricorrere a cassonetti per le tapparelle con prestazioni acustiche certificate;
- nelle cucine, installare prese di aerazione di tipo insonorizzato.

L'nw riferito a solai

- se per il rivestimento finale non è prevista moquette a pelo alto, è assolutamente necessaria la realizzazione di un pavimento “galleggiante”;
- scegliere il materiale resiliente in base alle caratteristiche di rigidità dinamica, di resistenza allo schiacciamento e di smorzamento;
- non fidarsi ciecamente delle relazioni di calcolo previste dalla normativa tecnica (UNI EN 12354-2);

- prestare attenzione ai valori dichiarati di rigidità dinamica dei materiali, soprattutto per quelli "morbidi";
- La rigidità dinamica rappresenta il rapporto tra la forza dinamica applicata perpendicolarmente sul provino e la variazione dinamica dello spessore del provino stesso: $R.D. = F / \Delta d$
- Per i materiali anticalpestio viene utilizzata la rigidità dinamica per unità di superficie, indicata dal simbolo s' : $s' = F / (\Delta d \cdot S)$
- E' da notare che rigidità dinamica bassa significa in genere materiale con scadenti caratteristiche di resistenza allo schiacciamento.

LASmax impianti a funzionamento discontinuo

- riguarda in particolare la rumorosità degli scarichi e degli impianti idrici, oltre agli ascensori nel caso di palazzi con diversi piani;
- prevedere che tutte le tubazioni annegate nelle solette o inserite nelle murature siano rivestite con materiale elastico;
- utilizzare tubazioni di scarico di tipo insonorizzato (e comunque rivestirle con materiale elastico);
- prevedere l'installazione di rubinetterie e cassette WC a bassa rumorosità (UNI EN 817, UNI EN 200);
- prevedere la realizzazione di cavedi tecnici, dove fissare le tubazioni con collarini antivibranti

LAeq impianti a funzionamento continuo

- riguarda in particolare la rumorosità degli impianti di riscaldamento e di condizionamento;
- in tal caso le tubazioni sono già rivestite con materiale elastico, per garantire l'isolamento termico;
- ricorrere ad apparecchiature di cui sia fornito il livello di emissione sonora;
- installare le macchine con idonei supporti antivibranti;
- prevedere la realizzazione di cavedi tecnici per le tubazioni dei fumi di scarico delle caldaie

Certificati di prodotto

Nella scelta dei materiali che saranno utilizzati per realizzare le partizioni, dovrà essere prestata la massima attenzione.

In particolare prima di ordinare i prodotti, sarebbe opportuno richiedere i certificati del potere fonoisolante di laboratorio per:

- Blocchi di laterizio per le pareti di separazione e le facciate,
- Tappetino resiliente per realizzare i solai galleggianti,
- Infissi (finestre e porte),
- Tubazioni per scarichi,
- Caldaie, ecc.

e controllare se le prestazioni di fono isolamento sono simili a quelle assunte nei calcoli di verifica.

Spetterà alla Direzione dei Lavori controllare se tali prodotti saranno scelti e correttamente usati.

Criteri di progettazione impianti

Indicazioni generali

Per ciò che concerne gli impianti tecnologici ad uso continuo verranno semplicemente elencati i problemi generali ad essi connessi e le prescrizioni da rispettare per il progettista.

Gli impianti, oltre che essere in taluni casi fonte di impatto acustico verso l'esterno, sono sicuramente sorgente di rumore all'interno della struttura edilizia. Dal punto di vista acustico la loro rumorosità è normata dal DPCM del 5 dicembre 1997 che tuttavia non definisce come sarebbe auspicabile cosa si intende per impianto tecnologico ma fornisce le seguenti classificazioni:

“sono servizi a funzionamento discontinuo gli ascensori, gli scarichi idraulici, i bagni, i servizi igienici e la rubinetteria”;

“sono servizi a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento”.

La rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:

- a) 35 dB(A) L_{Amax} con costante di tempo slow per i servizi a funzionamento discontinuo;
- b) 25 dB(A) L_{Aeq} per i servizi a funzionamento continuo.

Le misure di livello sonoro devono essere eseguite nell'ambiente nel quale il livello di rumore è più elevato. Tale ambiente deve essere diverso da quello in cui il rumore si origina.

Gli impianti di distribuzione dell'acqua e gli apparecchi idrosanitari devono essere realizzati mantenuti e condotti in modo da evitare rumori molesti e si dovranno adottare tutti i possibili accorgimenti tecnici e comportamentali per eliminare ogni possibile causa di disturbo.

Gli apparecchi elettrodomestici (cappe, frigoriferi, cucine, lavastoviglie, lavatrici, condizionatori, impianti di climatizzazione, ecc.) potranno essere utilizzati nel periodo notturno, solo a condizione che non alterino la rumorosità nei locali degli alloggi contigui.

Dal punto di vista funzionale gli impianti che usualmente sono presenti all'interno degli edifici di solito sono gli impianti di riscaldamento, di condizionamento e gli impianti idraulici (idrici e sanitari).

Inoltre pur non essendo classificabili come impianti, sono da prendere in considerazione i condotti all'interno dei quali si muovono i fluidi messi in movimento dagli impianti prima descritti.

La propagazione del rumore che gli impianti generano avviene sia per via aerea che per via solida, raggiungendo anche distanze notevoli dalla sorgente emittente poiché utilizza sia i condotti che i fluidi in esso contenuti.

Molto spesso il loro rumore è caratterizzato da uno spettro sbilanciato verso le basse frequenze e contempla la presenza di componenti tonali che nel complesso rendono il disturbo sonoro particolarmente cospicuo.

I punti fondamentali che il progettista e l'esecutore delle opere dovranno considerare al fine di contenere la rumorosità sono:

- la collocazione del sistema impiantistico rispetto alla dislocazione orizzontale e verticale dei locali.
- la modalità di installazione del solaio.
- la tipologia dei condotti per i fluidi.
- l'intersezione dei condotti con la struttura muraria.

Realizzare le scatole degli impianti elettrici in maniera asimmetrica sui divisori per non realizzare una via di propagazione privilegiata per il suono.

Proteggere adeguatamente i vani degli impianti senza diminuire la capacità fonoisolante delle strutture.

L'impianto idraulico (idrico e sanitario)

L'impianto idraulico è composto da tre parti: le pompe di circolazione, i condotti per i fluidi, i rubinetti e le valvole per il controllo dei flussi.

Le pompe di circolazione hanno uno spettro sonoro caratterizzato da elevati livelli sonori alle basse frequenze.

I condotti per i fluidi sono fonte di rumore quando vengono posti in vibrazione dal generatore ed al loro interno i fluidi a causa della geometria del condotto stesso possono operare in condizioni di turbolenza.

I rubinetti e le valvole per il controllo del flusso determinano in modo innaturale un'improvvisa caduta di pressione e quindi delle turbolenze nei fluidi. Un ruolo importante viene spesso giocato dal c.d. "colpo di ariete" che mette in vibrazione tutte le strutture idrauliche e che quindi va accuratamente evitato. Anche i sanitari possono essere fonte di rumore a causa del collegamento rigido con la struttura muraria.

PRESCRIZIONI

Acquisire dal produttore i dati inerenti l'impianto quali potenza e pressione acustica in dB(A) e lo spettro sonoro in banda di ottave.

Le pompe di circolazione vanno montate su supporti antivibranti, connesse a condotti dotati di giunti elastici e rivestiti di materiali resilienti all'atto dell'attraversamento di strutture murarie, essi inoltre vanno appoggiati alle staffe di sostegno mediante materiali smorzanti.

La velocità di esercizio dei fluidi non deve essere elevata: questo significa che vanno dimensionati adeguatamente i diametri ed evitati condotti con variazioni brusche di direzione a causa delle quali si determinano delle turbolenze che possono generare un'emissione sonora molto intensa, soprattutto alle basse frequenze. Pertanto, variazioni di sezione o filtri vanno collocati ad almeno 8 diametri a valle del ventilatore o del gomito precedente e 3 diametri a monte del ventilatore o gomito successivo.

Le murature della camera di contenimento del sistema vanno progettate con adeguati sistemi di fonoisolamento.

Le griglie di emissione dell'aria vanno dotate di trappole acustiche.

Il locale tecnologico va posizionato lontano da ambienti che necessitano una particolare attenzione all'inquinamento acustico.

L'avvio e lo spegnimento degli impianti dovrà avvenire in modo graduale per evitare moti turbolenti.

Isolare opportunamente i condotti per evitare fenomeni di risonanza provocati da fonti esterne e rivestire il condotto all'interno con materiali fonoassorbenti per evitare fenomeni di riflessione del suono.

Adottare silenziatori lungo il percorso.

I condotti devono essere realizzati con materiali opportuni (in ordine crescente di isolamento: rame, acciaio, plastica, polipropilene).

I rubinetti dovrebbero essere dotati di regolatori di pressione all'ingresso di ogni unità immobiliare.

Esempi di applicazioni pratiche

Geberit PE

Tubi in polietilene alta densità **Geberit PE**, (massa volumica $\approx 950 \text{ Kg/m}^3$) con valori minimi di MRS (Minimum Required Strength) di 6,3 Mpa destinati alle condotte di scarico di acque reflue e ventilazione realizzate all'interno dei fabbricati, prodotti in conformità alla norma UNI EN 1519, area B e BD, e contrassegnati dal marchio **IIP** dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo, secondo quanto previsto dal "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n° 109 e successive modifiche".

Geberit Isol

Geberit Isol si compone di un foglio in materia sintetica che esclude l'infiltrazione di umidità e serve contemporaneamente da barriera contro il vapore, una lamina in piombo per ridurre la diffusione del rumore attraverso l'aria ed uno strato ammortizzante acustico fatto di materia schiumosa.

Il valore smorzante minimo di Geberit Isol è pari a 13dB (A).

Geberit Isol viene utilizzato soprattutto nei casi in cui si rende necessaria un'azione di insonorizzazione successiva alla realizzazione dell'impianto.

Geberit Silent-db20

Tubi (**GEBERIT PE Silent-db20**) in polietilene alta densità rinforzati con fibre minerali durante il processo produttivo, destinati alle condotte di scarico FONOISOLANTI realizzate all'interno dei fabbricati con capacità fonoisolante minima di 13 dB(A).

I tubi e i raccordi Geberit Silent si caratterizzano per la composizione ed il particolare design.

Geberit Silent si compone di una miscela di PE amalgamata con una scelta di fibre minerali che forniscono al tubo quella pesantezza e quelle caratteristiche fisiche che consentono una prestazione fonoassorbente di tutto rispetto. Particolare attenzione è stata prestata nella progettazione della raccorderia Geberit Silent che si contraddistingue per una serie di "ali" posizionate in concomitanza della superficie d'impatto dell'acqua di scarico.

Lo scopo di questo design è quello di attenuare la propagazione dei rumori proprio nei punti in cui questi vengono provocati.

L'assortimento Geberit Silent si compone di tubi e raccordi dei tre diametri principali: 75, 90 e 110 mm per soddisfare tutte le esigenze di insonorizzazione per lo scarico delle colonne dei bagni e delle cucine.

Le tre tubazioni sono inoltre affiancate da una gamma di curve e raccordi per effettuare qualsiasi diramazione necessaria all'impianto.

Le curve disponibili sono da 15°, 30°, 67°, 881/2° e la pratica 45° per facilitare il deflusso dell'acqua di scarico.

Oltre alle classiche braghe nelle angolazioni 45° e 881/2°, nel nuovo assortimento sono anche presenti diversi tipi di diramazione, pezzi di ispezione, manicotti di dilatazione e le riduzioni eccentriche.

L'impianto di riscaldamento

L'impianto di riscaldamento può essere suddiviso in 4 parti: la caldaia, il bruciatore, le pompe di circolazione ed i condotti per i fluidi.

La caldaia non è di per se fonte di rumore significativo, in quanto i moti convettivi dei fluidi al suo interno sono piuttosto limitati, mentre causa più consistente di disturbo può essere legata all'espulsione dei fumi attraverso i camini che vengono messi in vibrazione.

Il bruciatore è una sorgente di rumore da trattare con attenzione perché ha uno spettro sonoro caratterizzato da elevati livelli sonori alle frequenze più basse e da toni puri.

Le pompe di circolazione hanno uno spettro sonoro caratterizzato da elevati livelli sonori alle basse frequenze.

I condotti per i fluidi sono fonte di rumore dal momento che essi vengono posti in vibrazione dal generatore e che al loro interno i fluidi possono operare non in condizioni di isocentrismo, ma di turbolenza soprattutto a causa della geometria del condotto stesso. La geometria influisce sulla propagazione: i condotti a sezione quadrata entrano facilmente in vibrazione ed attenuano l'emissione sonora in uscita; quelli a forma circolare vibrano poco ma portano tutta l'energia nella parte terminale.

PRESCRIZIONI

Acquisire dal produttore i dati inerenti l'impianto quali potenza e pressione acustica in dB(A) e lo spettro sonoro in banda di ottave.

Inserire un silenziatore sui condotti di espulsione fumi, eventualmente accordato alla frequenza di risonanza.

Montare l'impianto su supporti antivibranti opportunamente calcolati.

Le pompe di circolazione vanno connesse a condotti dotati di giunti elastici e rivestiti di materiali resilienti all'atto dell'attraversamento di strutture murarie, essi inoltre vanno appoggiati alle staffe di sostegno mediante materiali smorzanti.

La velocità di esercizio dei fluidi non deve essere elevata: questo significa che vanno dimensionati adeguatamente i diametri ed evitati condotti con variazioni brusche di direzione a causa delle quali si determinano delle turbolenze che possono generare un'emissione sonora molto intensa, soprattutto alle basse frequenze. Pertanto, variazioni di sezione o filtri vanno collocati ad almeno 8 diametri a valle del ventilatore o del gomito precedente e 3 diametri a monte del ventilatore o gomito successivo.

Verificare se il bruciatore è già insonorizzato; in caso contrario va identificato, in base allo spettro sonoro, il tipo di materiale fonoisolante da utilizzare.

Le murature della camera di contenimento del sistema vanno progettate con adeguati sistemi di fonoisolamento.

Le griglie di emissione dell'aria vanno dotate di trappole acustiche.

Il locale tecnologico va posizionato lontano da ambienti che necessitano una particolare attenzione all'inquinamento acustico.

L'avvio e lo spegnimento degli impianti dovrà avvenire in modo graduale per evitare moti turbolenti.

Scegliere o isolare opportunamente i condotti per evitare fenomeni di risonanza provocati da fonti esterne e rivestire il condotto all'interno con materiali fonoassorbenti per evitare fenomeni di riflessione del suono.

L'impianto di condizionamento

L'impianto di condizionamento può essere suddiviso in 4 parti: gruppo frigorifero dotato di compressore e condensatore, le pompe di circolazione, i condotti per i fluidi e le torri evaporative.

Il compressore del gruppo frigorifero è una sorgente di rumore da trattare con attenzione perché ha uno spettro sonoro caratterizzato da elevati livelli sonori alle frequenze più basse e da toni puri.

Le pompe di circolazione hanno uno spettro sonoro caratterizzato da elevati livelli sonori alle basse frequenze.

I condotti per i fluidi sono fonte di rumore dal momento che essi vengono posti in vibrazione dal generatore e che al loro interno i fluidi possono operare non in condizioni di isocentrismo, ma di turbolenza soprattutto a causa della geometria del condotto stesso.

Per quel che concerne le torri evaporative, queste vanno trattate come i condotti per la circolazione dei fluidi all'interno degli edifici e come sorgente di impatto acustico dotate di elevata direzionalità di emissione dall'esterno.

PRESCRIZIONI

Acquisire dal produttore i dati inerenti l'impianto quali potenza e pressione acustica in dB(A) e lo spettro sonoro in banda di ottave.

Montare l'impianto su supporti antivibranti opportunamente calcolati.

Le pompe di circolazione vanno connesse a condotti dotati di giunti elastici e rivestiti di materiali resilienti all'atto dell'attraversamento di strutture murarie, essi inoltre vanno appoggiati alle staffe di sostegno mediante materiali smorzanti.

La velocità di esercizio dei fluidi non deve essere elevata: questo significa che vanno dimensionati adeguatamente i diametri ed evitati condotti con variazioni brusche di direzione a causa delle quali si determinano delle turbolenze che possono generare un'emissione sonora molto intensa, soprattutto alle basse frequenze. Pertanto, variazioni di sezione o filtri vanno collocati ad almeno 8 diametri a valle del ventilatore o del gomito precedente e 3 diametri a monte del ventilatore o gomito successivo.

Le murature della camera di contenimento del sistema vanno progettate con adeguati sistemi di fonoisolamento.

Le griglie di emissione dell'aria vanno dotate di trappole acustiche.

Il locale tecnologico va posizionato lontano da ambienti che necessitano una particolare attenzione all'inquinamento acustico.

L'avvio e lo spegnimento degli impianti dovrà avvenire in modo graduale per evitare moti turbolenti.

Scegliere o isolare opportunamente i condotti per evitare fenomeni di risonanza provocati da fonti esterne e rivestire il condotto all'interno con materiali fonoassorbenti per evitare fenomeni di riflessione del suono.

Adottare silenziatori lungo il percorso.

Le torri evaporative vanno schermate con barriere acustiche pesate sullo spettro sonoro di emissione, lontano da superfici riflettenti e montate su supporti antivibranti; va tenuto conto che l'appoggio non dovrà avvenire sulle travi della struttura di copertura sottostante.

La conformazione strutturale dell'edificio e le sue caratteristiche costruttive non determinano la necessità di porre alcuni accorgimenti affinché l'involucro rispetti i limiti previsti dalla normativa vigente.

A Fronte di quanto detto sopra descritto, in relazione ai calcoli effettuati e nell'ipotesi che per gli interventi segua una corretta posa in opera atta a garantire i risultati stimati in via revisionale, sulla base delle indicazioni progettuali fornite, si ritiene che il fabbricato sarà conforme a quanto previsto nel D.P.C.M. 05/12/1997.

Il tecnico