

IL RUMORE DEGLI IMPIANTI

Vengono studiati i problemi acustici di un fabbricato come se questo fosse formato da una serie di scatole ravvicinate e sovrapposte. Le scatole, però, comprendono una serie, sempre crescente, di attrezzature (acqua, gas, elettricità, ventilazione, ascensori, ecc.) le quali costituiscono delle sorgenti di rumore che l'acustica deve combattere.

Un sistema di tubazioni è costituito da una rete rigida, collegata ad un certo numero di rubinetti e di apparecchi sanitari, che è soggetta a delle vibrazioni originate dalle pompe e dai rubinetti. Poiché l'insieme è fissato alle strutture del fabbricato, le vibrazioni vi si trasmettono e queste emettono dei rumori aerei che possono essere fastidiosi. Le tubazioni vibrano più facilmente e trasmettono forti rumori in tutti gli ambienti o gli appartamenti che attraversano. L'acqua arriva ai piani di un edificio mediante colonne montanti dalle quali si diramano le tubazioni che vanno agli appartamenti: sulle tubazioni si innestano i rubinetti e gli apparecchi sanitari. Se la pressione è insufficiente per garantire un servizio regolare, si installa un surpressore: in questo caso le principali sorgenti di rumore sono i rubinetti ed il surpressore. Nei rubinetti lo scorrimento dell'acqua, in pressione, è disturbato a causa dei cambiamenti di velocità e di direzione dell'acqua, che ne rendono turbolento il movimento e creano delle vibrazioni. Queste si propagano nella colonna d'acqua, con la velocità di ca. 1000 m/s, e nel tubo, con velocità variabile da 3000 a 5000 m a seconda del materiale usato. La pressione dell'acqua influisce sulla perturbazione causata dal rubinetto perché fa aumentare la velocità di deflusso: di conseguenza, se la portata è notevole, si riduce, generalmente, l'apertura del rubinetto accrescendo, in tal modo, l'entità della perturbazione e quindi del rumore. In definitiva un rubinetto strozzato disturba più di uno completamente aperto e perciò conviene prevedere un *riduttore* di pressione all'entrata negli appartamenti. Per una pressione data, il rumore dipende dal profilo interno del rubinetto che deve essere idrodinamico e cioè con cambiamenti progressivi di sezione e di direzione e quindi *privo di gomiti ed angoli vivi*: si devono togliere anche le sbavature di fonderia che agiscono come le linguette di un fischio. La chiusura del rubinetto non deve essere brusca perché in tal caso si produce il "colpo d'ariete" dato che l'acqua, pressoché incompressibile, si comporta come una massa solida in movimento ed esercita sull'ostacolo una pressione che tende a respingerla. Il brusco aumento di pressione si propaga lungo il tubo come un'onda d'urto. Per eliminare il colpo d'ariete vi sono diversi dispositivi che realizzano, praticamente, degli ammortizzatori a molla, a bottiglia, ad accumulazione idro pneumatica a vescica ecc.:

questi ultimi sono i più efficaci. Conviene, però, evitare che si verifichi il colpo d'ariete usando dei rubinetti a chiusura progressiva.

Per ridurre il livello sonoro del rumore emesso da un rubinetto, si può aggiungere un rompigitto, oppure un manicotto elastico, posto tra il rubinetto e la tubazione: si possono anche accoppiare i due rimedi. La diminuzione della velocità implica un'attenuazione del rumore, ma anche quella della portata.

- ✓ I manicotti elastici limitano la trasmissione delle vibrazioni alle tubazioni
- ✓ Un manicotto di materia plastica associato ad un rompigitto aeratore consente di ridurre di 10 ÷ 12 dB (A) il livello sonoro (a 1000 l/h)

Le tubazioni disturbano più come trasmettitrici di vibrazione che come sorgenti di rumore:

- *trasmissione del rumore lungo le tubazioni*. Le tubazioni sono rigide e quindi trasmettono lontano e rapidamente le vibrazioni prodotte dai rubinetti e perciò l'impianto finisce con l'irradiare un rumore aereo.

I collegamenti rigidi comunicano una parte dell'energia alle strutture e queste producono un rumore aereo, non solo nel locale che contiene la tubazione, ma anche in quelli vicini: di conseguenza una rete trasmette il disturbo in numerosi alloggi.

Per evitare l'inconveniente vi sono tre sistemi:

- ✓ Si ostacola la propagazione delle vibrazioni nella rete;
- ✓ Si riduce l'irradiazione dei rumori aerei prodotti dai tubi che vibrano;
- ✓ Si impedisce la trasmissione delle vibrazioni dai tubi alle strutture.

Per impedire che l'energia si propaghi lungo una sbarra si deve tagliarla: anche in questo caso si adotta la stessa soluzione. Le vibrazioni, però, si trasmettono sia attraverso l'acqua, con la velocità di 1000 m/s, che attraverso il tubo, con la velocità di ca. 40000 m/s. Il tubo può essere tagliato in un punto e collegato da un manicotto elastico. Se il manicotto si dispone, ad esempio, tra il rubinetto ed il tubo, alla sua uscita la vibrazione del tubo è quasi smorzata. La vibrazione dell'acqua rimane però invariata e, a poco a poco, si trasmette al tubo che riprende ad oscillare e perciò, alla distanza di ca. 6 m dal manicotto, si rende necessario un nuovo taglio. Non si deve quindi disporre un solo manicotto, in vicinanza della sorgente del rumore, ma bensì una serie opportunamente distanziata. Nel caso di una colonna montante si collocherà un manicotto in ogni piano, all'ingresso dei singoli appartamenti: in questo modo il rumore di un rubinetto resta limitato ad un alloggio e non si propaga negli altri. Gli ancoraggi delle tubazioni sono, quasi sempre, di acciaio e trasmettono molto bene le vibrazioni alle pareti che si eccitano

maggiormente quanto più sono leggere, ma in modo notevole, anche se sono pesanti. Per eliminare l'inconveniente si deve desolidarizzare, ancora una volta, la rete dal muro. Ciò si ottiene in due modi:

- con un collare di materia plastica;
- disponendo uno strato elastico tra il collare ed il tubo.

Alcuni consigliano di fissare i tubi con del piombo, ma questa soluzione è poco efficace, è costosa ed è difficile. Le precauzioni non devono essere limitate al fissaggio dei tubi, ma vanno estese anche ai loro attraversamenti delle pareti, che devono essere isolati mediante guarnizioni elastiche. Qualche volta si fa passare la tubazione in un elemento di diametro maggiore e ciò per tenerla staccata dal muro, ma in questo modo si genera un rumore aereo, nell'intercapedine, analogo a quello prodotto da una fessura: l'inconveniente è particolarmente sensibile con le frequenze acute. Questa soluzione richiede un riempimento, con mastice, dello spazio compreso tra il tubo ed il suo astuccio, ma allora risulta più pratico l'uso di una guarnizione elastica.

- Le tubazioni possono essere sorgente di rumore.

In generale i rumori emessi dalla rete idraulica derivano dai rubinetti e dalle pompe, ma anche la velocità dell'acqua ne provoca, sotto forma di un fischio, a causa della turbolenza e dell'attrito con le pareti dei tubi. Se la velocità dell'acqua è modesta, il suo movimento non è turbolento ed il rumore prodotto risulta, praticamente, trascurabile, ma ciò implica l'adozione di tubi più grossi perché se D è la portata in l/s, S la sezione del tubo in cm² e V la velocità dell'acqua in m/s:

$$D = \frac{S \cdot V}{10}$$

Il dimensionamento normale fa sì che lo scorrimento dell'acqua sia turbolento: si è dimostrato che il moto non produce disturbi se la sua velocità rimane al di sotto dei 2 m/s, cosa che dà la portata di 1 l/s con il diametro di 2,5 cm. Anche la natura del tubo influisce sulla trasmissione del rumore: il rame emette un suono di 46 dB (A) quando la velocità dell'acqua è di 3,4 m/s; nelle stesse condizioni si ottengono per la plastica, l'acciaio, il piombo ed il rame con rivestimento plastico, rispettivamente i seguenti risultati: 41, 38, 39 e 29 dB(A). Infine si devono considerare i cambiamenti di direzione e di sezione, specialmente se bruschi, che danno luogo a moti turbolenti dell'acqua e quindi a rumori. In un gomito a squadra il liquido batte contro la parete del tubo successivo e la distribuzione dei filetti liquidi diventa irregolare: il colpo e la turbolenza generano vibrazioni e quindi rumori che si ripercuotono nell'impianto. Qualora si prepari gradualmente il

liquido al cambiamento di direzione, guidandolo secondo un largo raggio, il fenomeno risulta notevolmente attenuato. Questi apparecchi possono produrre dei notevoli rumori sia per effetto del movimento dell'acqua, che a causa della loro utilizzazione. I rubinetti e gli scarichi sono, spesso, collegati rigidamente agli apparecchi che, a loro volta, sono fissati alle murature e quindi si devono isolare sia i rubinetti dalle tubazioni, che gli apparecchi dalle strutture murarie. La caduta dell'acqua, specialmente nelle vasche da bagno, fa un rumore che non si può eliminare nel locale dove è installato l'apparecchio, ma la cui trasmissione, nelle stanze vicine, può essere ridotta isolando quest'ultimo dalla muratura. Il distacco degli apparecchi è utile anche perché i colpi che questi ricevono – ad esempio un lavello urtato dal vasellame – vengono, altrimenti, trasmessi al muro come se questo fosse colpito direttamente. Purtroppo la depolarizzazione non si realizza facilmente ed è costosa: per i lavabi si dispongono delle rondelle di gomma tra le mensole e la vaschetta, mentre le vasche si posano sopra una soletta galleggiante, oppure su blocchi antivibranti. Per questi apparecchi si incontra una certa difficoltà nella giunzione con la parete verticale, giunzione che deve risultare stagna. Infine si deve ricordare il rumore provocato dalla cacciata dei W.C.; questa si effettua in tre modi:

- la cacciata con serbatoio all'aria libera;
- la cacciata idropneumatica
- i rubinetti di cacciata.

Con i serbatoi all'aria libera, il riempimento avviene mediante un rubinetto che è chiuso, progressivamente, da un galleggiante. Poiché la sezione del rubinetto è piccola, la velocità dell'acqua risulta notevole e quindi si genera un fischio sgradevole la cui intensità aumenta col progredire della chiusura: questa richiede, tra l'altro, un certo tempo ed è accompagnata, inoltre, anche dal rumore di caduta dell'acqua. Nel sistema idropneumatico, l'acqua arriva dalla parte inferiore di un cilindro chiuso, contenente dell'aria che viene compressa: quando si libera l'acqua questa viene espulsa dalla pressione dell'aria. Il riempimento del cilindro si effettua con la stessa velocità per tutta la durata e perciò è più rapido e silenzioso. I rubinetti di cacciata producono un rumore intenso, ma breve, perché non devono più riempire un serbatoio: questi possono però dar luogo al colpo d'ariete.

Apparecchi di scarico delle acque usate

Quando si vuota un lavabo, l'acqua di scarico aspira dell'aria dal troppo-pieno: questo genera un moto turbolento e quindi un fischio: per evitarlo vi sono vari artifici:

- ✓ si può collegare il troppo-pieno con l'uscita del sifone: ma ciò richiede un sifone ausiliario che impedisca la fuoriuscita degli odori;
- ✓ si aumenta la sezione del tubo di scarico in modo che, in corrispondenza della valvola, questa rimanga maggiore di quella del sifone, oppure si dà al raccordo un diametro superiore a quello del tubo di scarico e ciò per ridurre la velocità dell'acqua nel primo. Infine si porta la presa del troppo-pieno in prossimità del sifone.

Il diametro del raccordo dovrebbe essere di 60 mm(2)

Lo scarico non è rumoroso quando la portata è ridotta perché allora il tubo terminale non è pieno e l'aria vi circola liberamente: nel caso contrario, la colonna d'acqua agisce come un pistone ed aspira l'aria attraverso il sifone producendo un gorgoglio sgradevole. Per evitarlo occorre che la depressione dovuta alla differenza di livello tra l'uscita dal sifone e l'arrivo al tubo di caduta non sia troppo forte e praticamente, sia minore dell'altezza dell'acqua contenuta nel sifone. La velocità di scarico dipende anche dal dislivello tra il pelo dell'acqua contenuta nel lavabo ed il raccordo tra il tubo di scarico e quello di caduta, cosa che obbliga a soluzioni di compromesso: conviene, comunque, che il tubo di scarico sia grosso. Anche quello di raccordo deve essere abbondante per evitare la formazione dei vortici che sono molto rumorosi perché aspirano dell'aria. Il collegamento dell'uscita del sifone ad un tubo di ventilazione secondaria riduce il rumore dello scarico. Anche il sifone influisce sulla produzione dei rumori: questo deve determinare delle perdite di carico maggiori di quelle che si verificano nel raccordo e l'altezza dell'acqua in esso contenuta deve essere sufficiente. Le colonne di caduta hanno, generalmente, diametro notevole ed attraversano tutti i piani ai quali trasmettono i rumori dell'acqua. L'attraversamento dei solai ne riduce l'isolamento sia perché le pareti della tubazione sono relativamente leggere, sia perché resta, quasi sempre, una fessura tra il tubo ed il solaio.

Posizione degli apparecchi

Gli apparecchi sanitari sono fonti di rumori che si sopprimono con difficoltà e con notevole spesa e quindi conviene raggrupparli in ambienti posti in contiguità del vano scale: comunque si deve:

- ☞ collocare le colonne montanti e le cadute entro involucri sufficientemente pesanti;
- ☞ evitare l'attacco degli apparecchi e dei tubi su pareti leggere che vibrano facilmente;
- ☞ evitare l'attacco di apparecchi e tubazioni sulle pareti che separano l'ambiente da quello contiguo se questo è un soggiorno o una stanza da letto;
- ☞ utilizzare tubazioni idonee allo scopo.

Sistemi di tubazioni di scarico fonoassorbenti in PVC

Il sistema tubazioni è stato realizzato secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 1329-1 che specifica i requisiti per i tubi, i raccordi e per il sistema di tubazioni di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) nel campo degli scarichi (a bassa ed alta temperatura) sia all'interno della struttura dell'edificio (marcati "BD"). La rigidità anulare supera la classe SN 4. Le sue caratteristiche ignifughe, inoltre, sono state determinate utilizzando il metodo EN 13823 che ne simula l'applicazione.

Il rumore causato dagli impianti all'interno degli edifici

Il rumore è considerato un fattore di stress per l'organismo. Rumori continui e prolungati possono essere infatti un elemento di forte disturbo. Rumori particolarmente molesti derivano dal funzionamento degli impianti collettivi: gli ascensori, gli impianti di riscaldamento e di condizionamento, le apparecchiature e i servizi sanitari. Nella progettazione degli edifici è importante perciò prospettare soluzioni tecnologiche capaci di realizzare le condizioni per il benessere acustico degli individui.

Normative sul rumore

A tale proposito si deve fare riferimento al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 5 dicembre 1997 che introduce i valori limite e i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne, al fine di ridurre l'esposizione al rumore. Il DPCM del 5/12/97 stabilisce che la rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici non deve superare i seguenti limiti:

- a. **35 dB (A)** per i servizi a funzionamento discontinuo
- b. 25 dB (A) per i servizi a funzionamento continuo.

Inoltre definisce come servizi a funzionamento discontinuo:

- ☞ ascensori
- ☞ scarichi idraulici, bagni
- ☞ servizi igienici e rubinetteria

La propagazione del suono

L'onda sonora proveniente dai sistemi di scarico può propagarsi all'edificio per via aerea e attraverso la struttura.

Collari certificati anti-vibrazione

Per evitare la trasmissione delle vibrazioni attraverso la struttura, deve essere creata una discontinuità tra la sorgente di vibrazioni e la parete d'installazione. Per realizzare efficacemente e in modo rapido questo isolamento, il sistema dispone di appositi collari certificati DIN 4109 che permettono di assorbire le vibrazioni provenienti dal tubo, evitandone la trasmissione alla struttura della parete d'installazione. Quindi l'applicazione del sistema completo di tubazioni permette di non utilizzare elementi fonoisolanti aggiuntivi.

CARATTERISTICHE TECNICHE

La guarnizione preinserita

Il tubo fonoassorbente per colonne di scarico è dotato di guarnizione preinserita e bloccata. La guarnizione preinserita, oltre ad impedire lo sfilamento e limitare la propagazione della vibrazione lungo la colonna, consente una posa in opera molto più veloce, sicura, anche in condizioni di lavoro non ottimali, rispetto ai sistemi di giunzione tradizionali.

Prove di laboratorio

Per verificare in modo scientifico le caratteristiche di fonoassorbenza, il sistema è stato sottoposto a severi test di laboratorio che hanno coinvolto sia i materiali fonoassorbenti sia la realizzazione di una soluzione di installazione in grado di abbattere in modo drastico la trasmissione del rumore. Per verificare le proprietà di fonoassorbenza del sistema sono stati eseguiti numerosi test dal "Frauhofer Institut", Istituto di fisica civile di Stoccarda, specializzato in misurazioni acustiche.

Determinazione del livello acustico dell'impianto in laboratorio

Impianto di prova

Impianto per smaltimento acque reflue, costituito da tubi, con guarnizione reinserita e raccordi in lega polimerica a base di PVC collari anti-vibrazione con rivestimento in gomma.

Allestimento dell'impianto

- ✓ La rete di tubazioni consiste in tubi per convogliare le acque reflue (dimensione nominale DN – diametro esterno – 100), due derivazioni di entrata da 87°, due curve da 45° al primo piano interrato con una sezione intermedia di rallentamento (lunghezza 250 mm ca.), più una sezione orizzontale fognaria.
- ✓ Morsetti per tubi: collari anti-vibrazione Ø 110 mm con rivestimento in gomma lungo la sezione, completamente chiusi, fissati alla parete dell'impianto mediante perni e tiranti a vite.

Descrizione dell'infrastruttura di prova

Impianto di prova: P12 con parete di installazione di massa relativa 220 Kg/m²

Sale dell'impianto:

- secondo piano interrato (KG);
- primo piano interrato (UG);
- piano terra (EG);
- piano superiore (DG).

Sale di misurazione:

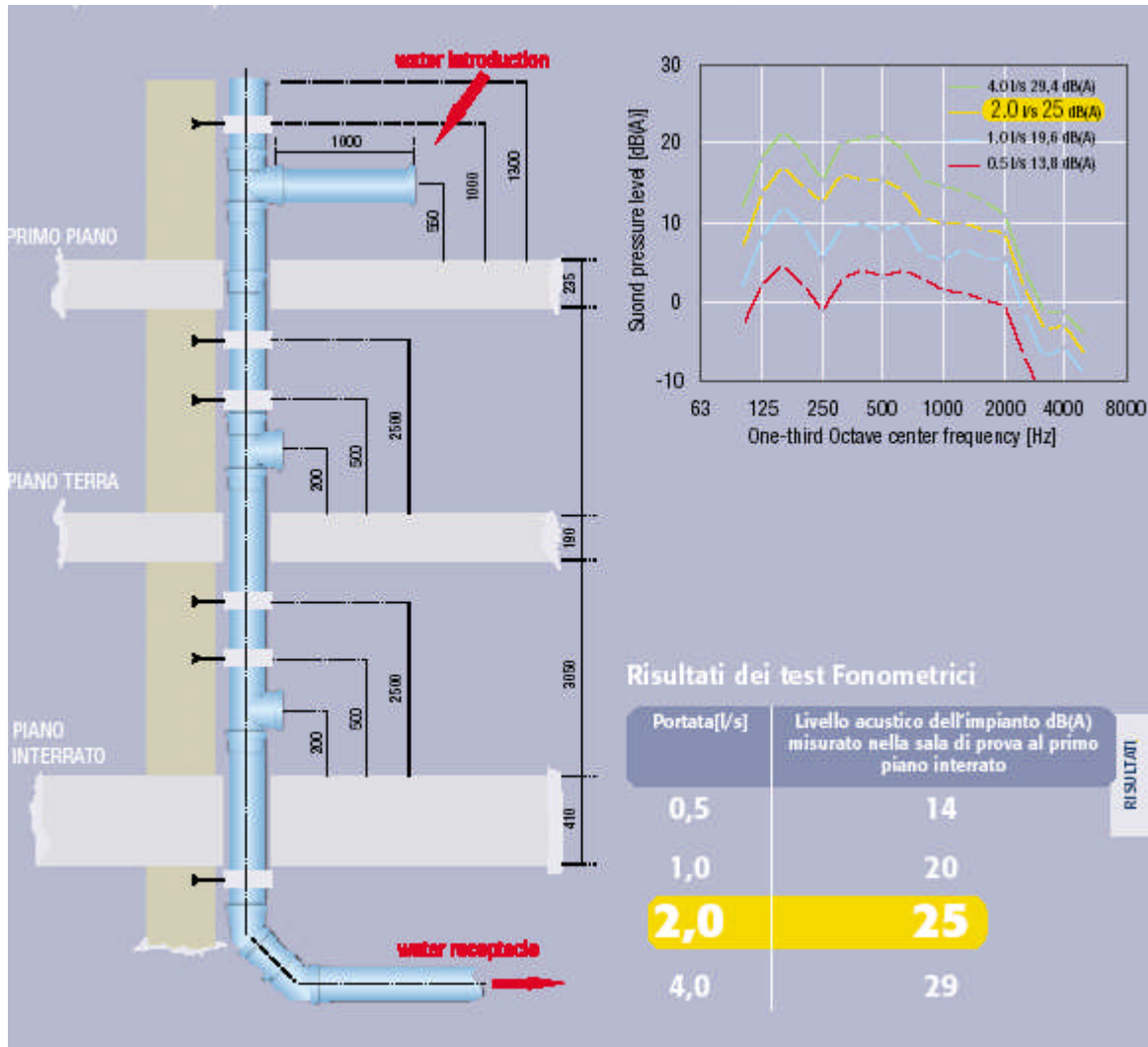
- retro UG (specifiche tecniche secondo lo standard DIN EN 14366).

Metodo di prova:

Le misurazioni sono state effettuate conformemente agli standard tedeschi DIN 52219 e DIN EN 14366, eccitazione acustica mediante flusso stazionario dell'acqua con 0,5 lt/s, 1 lt/s, 2 lt/s e 4 lt/s.

Il "Fraunhofer Institut" dichiara che la portata di 2 lt/s corrisponde al flusso medio richiesto dai WC. A tale portata, il livello acustico dell'impianto è di soli 25 dB (A).

Schema dell'impianto con sistema di tubazione, installato con collari anti-vibrazione con rivestimento in gomma (disegno non in scala, dimensioni in mm)



Il sistema di tubazioni sottoposto a prova, rispetta i requisiti dello standard DIN 4109/A1:2001. Il livello acustico dell'impianto misurato dietro alla parete di installazione, è inferiore a 30 dB (A), ben al di sotto del limite di 35 dB(A) definito dal DPCM del 05/12/1997.