

ESTUDIO SISTEMÁTICO DEL RUIDO GENERADO POR LA INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO EN EDIFICACIÓN Y ACTUACIONES DE MEJORA

PACS: 43.50.Jh

Alonso Martínez, Ignacio; Jiménez Moreno, Cristina; Sorribes Gil, Marta
Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción IETcc, CSIC.
Serrano Galvache 4,
28033, Madrid
E-mail: tacho.alonso@ietcc.csic.es

ABSTRACT

By studying the noise generated by the drainage of both dirty and rain water in two brand new buildings we are able to confirm the importance of appropriate design and perform a careful installation of the drainage pipework in buildings. Evidence of the careless installation from a vibration transmission point of view is shown. The suitability of common design recommendations coinciding with acousticians good practice is confirmed and possible mitigation measures are suggested for problematic cases.

RESUMEN

A partir del estudio del ruido producido por el desagüe de aguas pluviales y/o fecales en dos edificios de nueva construcción, se confirma la necesidad fundamental de generar un diseño adecuado y una ejecución cuidadosa de los sistemas de evacuación de aguas en edificación. Se ponen de manifiesto evidencias de las carencias en la práctica habitual de la instalación de estos sistemas desde el punto de vista de la transmisión estructural. Se confirma lo adecuado de las recomendaciones habituales de diseño respecto de estos sistemas y se sugieren posibles actuaciones de mejora en situaciones problemáticas.

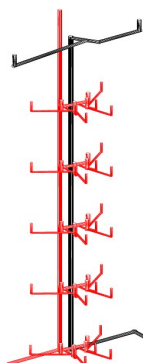
1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una creciente sensibilidad en cuanto a la contaminación acústica y especialmente al ruido dentro de viviendas.

El ruido producido por el desagüe de aguas residuales así como de aguas pluviales afecta a menudo, en mayor o menor medida, a espacios sensibles al ruido a lo largo de todo su recorrido hasta la red de evacuación general. A pesar de ser capaz de afectar a un gran número de espacios dentro de un mismo edificio con el agravante de que el ruido pueda generarse a cualquier hora del día y de la noche, con frecuencia, no se presta la suficiente atención a un correcto diseño y ejecución de la red de evacuación de aguas de cara a mitigar y reducir posibles efectos adversos que el ruido puede causar en los usuarios.

Descripción del sistema de evacuación de aguas

El sistema de evacuación de aguas en los edificios de nueva construcción distingue entre aguas residuales (procedente de baños y cocinas) y aguas pluviales (procedente de la lluvia solamente). La evacuación de aguas se realiza mediante diferentes sistemas de tuberías que desembocan en los colectores, por ejemplo, en los sótanos. Estas tuberías pueden ser de diferentes materiales desde PVC a materiales de varias capas o incluso de acero fundido. Estas tuberías están sujetas a elementos suficientemente pesados del edificio mediante abrazaderas que también pueden ser de diferentes tipos. En su recorrido las tuberías atraviesan elementos separadores de espacios de los edificios. Suelen estar ocultas y protegidas por mochetas de fábrica o trasdosados en sus tramos verticales y por falsos techos de placa de yeso o escayola en sus tramos horizontales. A medida que aumenta el número de baños así lo hará el número de sistemas de bajantes o el diámetro de las tuberías. En la siguiente imagen se detalla el recorrido de una línea de desagüe de aguas pluviales y otra de aguas residuales en un edificio.



Red de desagüe de aguas residuales procedentes de baños (rojo) y aguas pluviales (negro) a cada lado de un elemento de separación vertical en un edificio residencial de 5 plantas. Se aprecia el elevado número de posibles conexiones del sistema de aguas residuales (rojo) con elementos estructurales así como la mayor complejidad del problema acústico.

Figura 1

Mecanismos de generación de ruido

Los mecanismos de generación de ruido son varios y se pueden dividir en:

- ruidos generados por los impactos producidos por el agua contra las paredes de las tuberías y
- ruido generado por las turbulencias del flujo del agua por un sistema parcialmente lleno de aire.

De esta manera, a más caudal, más ruido así como a más altura de caída, más velocidad del flujo y más ruido. El paso del agua producirá una vibración en las tuberías que se transmitirá de forma aérea y de forma estructural a los diferentes recintos del edificio.

La parte estructural hará vibrar elementos del edificio que radiarán ruido a los recintos cercanos (ruido re-radiado). Por tanto, se deberá reducir el nivel de vibración de la tubería en sí misma, así como la vibración transmitida desde la tubería a las estructuras del edificio (anclajes y pasos de forjados y divisorios verticales).

Las zonas en las que el sistema de evacuación atraviesa las divisorias del edificio (forjados y paredes) son de vital importancia por dos razones:

- la primera es mantener las propiedades de aislamiento acústico del forjado o de la pared y
- la segunda, reducir la transmisión de las vibraciones a la estructura en estos pasos evitando conexiones rígidas.

También es importante resaltar que las bajantes de aguas pluviales que desalojan el agua de la lluvia de las cubiertas solamente harán ruido cuando llueva y producirán un ruido estacionario con cambios bruscos poco frecuentes. Es posible que la sensación de molestia sea menor en estos casos que en los casos del ruido producido por las bajantes de aguas residuales donde el ruido será intermitente y puede suceder en cualquier momento.

Además, y como ya se ha comentado, las bajantes de aguas pluviales tendrán un recorrido con menos conexiones a otros subsistemas de tuberías. La tubería bajará de la cubierta al colector atravesando forjados sin ninguna otra interconexión con otras tuberías por lo que el ruido puede ser localizado con mayor facilidad. Sin embargo, las bajantes de aguas residuales tendrán conexiones procedentes de baños y/o cocinas en todas las plantas lo que hará que más partes del sistema vibren y por tanto estas bajantes serán potencialmente más problemáticas desde el punto de vista de contaminación acústica por su mayor capacidad emisora.

Por último hay que tener en cuenta que se podrán encontrar diferentes puntos singulares dentro del sistema de desagüe. Es posible encontrar codos y/o tramos horizontales en falsos techos de recintos sensibles al ruido que radiarán ruido de diferentes características al generado en, por ejemplo, tramos verticales. Otro punto singular es el bote sifónico descolgado de forjado y las tuberías conectadas a él.

2. PROCEDIMIENTO DE MEDIDA

Fuentes de ruido

Como parte del estudio realizado se realizaron mediciones de ruido recibido producido por el uso de la ducha, descarga de cisterna y descarga de un caudal determinado desde cubierta. Para mantener un caudal constante en la descarga desde cubierta se controlaron dos parámetros, la altura de la columna de agua del depósito y el diámetro de salida.



Figura 2

Normas

Las normas UNE-EN 14366:2005 [1], UNE-EN 16032:2004 [2], UNE-EN ISO 3382-2:2008 [3], ASTM E1222 – 90 (Reapproved 2009) [4], ISO 15665:2003 [5], han servido como referente para la realización del estudio,

Situaciones estudiadas

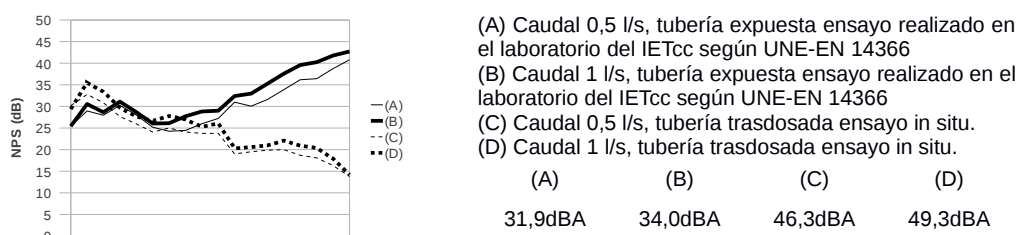
Como parte del estudio realizado se realizaron mediciones de ruido recibido en situaciones con tuberías expuestas, revestidas por techos y trasdosados, y tuberías revestidas con lana mineral.

3. ANÁLISIS

Todos los datos que se exponen a continuación son niveles de presión sonora equivalente (en dB re. 2×10^{-5} Pa) normalizados a 0,5s y en bandas de tercio de octava desde 100 a 5000Hz.

Efecto mayor caudal

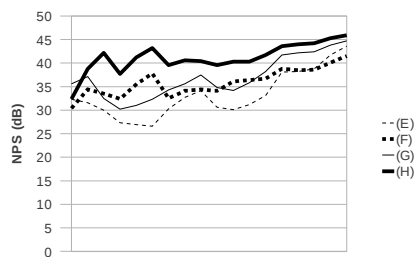
Aumentar el caudal significa que el ruido se incrementa. Se ha observado un aumento en niveles globales de ruido generalmente de entre 2 y 6 dB cada vez que se dobla el caudal dependiendo de la forma del espectro recibido. Los niveles de ruido aumentan en todas las bandas de frecuencia obteniéndose generalmente curvas casi paralelas para ruidos procedentes de las bajantes ya sean tuberías expuestas o trasdosadas. La siguiente gráfica representa este efecto tanto para mediciones realizadas en el laboratorio de acústica del Instituto Eduardo Torroja IETcc-CSIC con la tubería expuesta (curvas A y B) como para mediciones realizadas in situ con la tubería trasdosada (curvas C y D).



Gráfica 1

Efecto mayor altura de caída

A mayor altura de caída se generará más ruido. El agua descargada alcanzará más velocidad y por tanto, el ruido se incrementará debido a la mayor excitación de las tuberías. Se han estudiado dos casos: uno en el que la altura de caída del agua desde cubierta era aproximadamente de 1m (curvas E y G) y otro donde la altura era de 16m (curvas F y H). Se observa que el aumento más significativo del ruido se produce en las bandas de bajas frecuencias, posiblemente consecuencia de la mayor excitación estructural.



(E) Caudal 0,5 l/s, tubería expuesta, 1m de caída con codo por debajo, ensayo in situ.
 (F) Caudal 0,5 l/s, tubería expuesta, 16m de caída con codo por debajo, ensayo in situ.
 (G) Caudal 1 l/s, tubería expuesta, 1m de caída con codo por debajo, ensayo in situ.
 (H) Caudal 1 l/s, tubería expuesta, 16m de caída con codo por debajo, ensayo in situ.

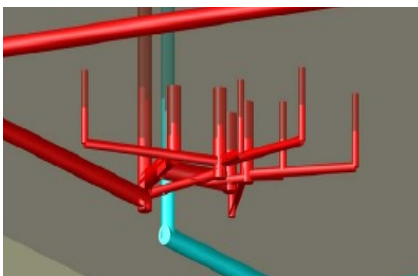
(E)	(F)	(G)	(H)
49,1dBA	50,4dBA	51,8dBA	55,3dBA

Gráfica 2

Problemática de un piso bajo

A menudo la planta baja suele representar uno de los casos más desfavorables dentro de un edificio de varias plantas desde el punto de vista de ruido de las bajantes. Por un lado, la altura de caída es mayor, lo que indudablemente producirá más ruido que en situaciones donde el caudal caiga desde menos altura como se acaba de explicar. Por otro lado, los recintos de planta baja estarán afectados por actividades de más usuarios que los recintos situados en plantas superiores.

Por último, se suele dar la circunstancia de la existencia justo debajo de los espacios del piso bajo de un codo y un tramo horizontal con conexiones adicionales entre sanitarios y colector. La existencia del codo, del colector y el mayor número de posibles conexiones con el forjado pueden provocar niveles de ruido elevado. Existirá un sistema complejo de tuberías vibrantes afectado por una mayor energía producto de la mayor altura de caída y la presencia del codo.



Detalle de la problemática del piso bajo. Las descargas superiores acaban en el enlace con el colector golpeando las tuberías con más energía justo debajo de los espacios de planta baja. Todo el sistema vibrará conjuntamente haciendo más probable la transmisión de niveles elevados de ruido a los recintos de planta baja.

Figura 3

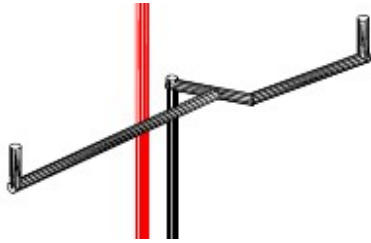
Problemática del piso bajo la cubierta

El DB-HS5 del actual CTE establece el número mínimo de sumideros que deben disponerse en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven. De esta manera para menos de 100m² son necesarios 2 sumideros, 3 sumideros para superficies entre 100 y 200m², etc.

La ubicación de estos sumideros suele hacerse atendiendo lo máximo posible a la distribución del piso inferior, de manera que coincida con moquetas de instalaciones, cuartos húmedos, etc. que permitan su integración en la distribución de los diferentes espacios por donde discurren.

No obstante esto no es siempre posible y muy a menudo el conducto de los sumideros se prolonga bajo el forjado en colectores descolgados que discurren por falsos techos hasta la bajante principal, atravesando espacios que pueden ser sensibles al ruido.

Esta situación, bastante habitual en ciertos usos como el residencial, administrativo, etc., implica la necesidad de tener en cuenta estos trazados de colectores para su adecuado aislamiento acústico recordando que el ruido producido por un tramo horizontal de bajantes es más problemático que uno vertical. La siguiente figura describe esta situación.

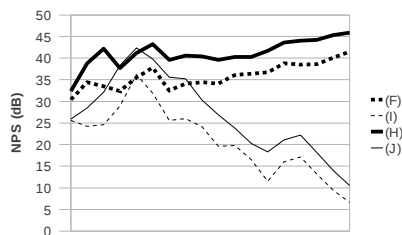


Tramos horizontales de bajantes de pluviales que discurren por el falso techo de los recintos de la última planta en un edificio residencial.

Figura 4

Transmisión estructural a recintos contiguos

Uno de los problemas más acusados dentro del ruido producido por los sistemas de desagüe en edificios es la transmisión estructural a recintos más sensible al ruido. Las bajantes suelen estar instaladas en patinillos dentro de los baños o vestíbulos de distribución que pueden ser contiguos a recintos sensibles al ruido, como los dormitorios. Si la transmisión estructural es excesiva el ruido re-radiado por las estructuras puede ser demasiado alto como para interrumpir el sueño o causar molestias a los ocupantes. La siguiente gráfica compara el espectro de ruido recibido en un baño por donde discurre la bajante frente al ruido recibido en un dormitorio contiguo. Existían conexiones estructurales en ambos pasos de forjado, en el muro con la vivienda contigua y a través de 2 abrazaderas con caucho. Es importante destacar el aumento de 7,2dBA entre el nivel producido por el caudal de 0,5l/s y el de 1l/s.



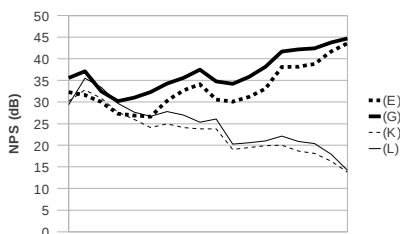
(F) Caudal 0,5 l/s, tubería expuesta en baño, ensayo in situ.
 (I) Caudal 0,5 l/s, ruido recibido en recinto contiguo, ensayo in situ.
 (H) Caudal 1 l/s, tubería expuesta en baño, ensayo in situ.
 (J) Caudal 1 l/s, ruido recibido en recinto contiguo, ensayo in situ.

(F)	(I)	(H)	(J)
50,4dBA	32,8dBA	55,3dBA	40,0dBA

Gráfica 3

Efecto del trasdosado

Se ha valorado la influencia de un trasdosado de placa de cartón yeso sobre los niveles de ruido emitidos por un tramo vertical de bajante. En esta ocasión la instalación de la bajante no incluía abrazaderas. Las conexiones estructurales se producían tanto en el paso de cubierta como en el paso de forjado.



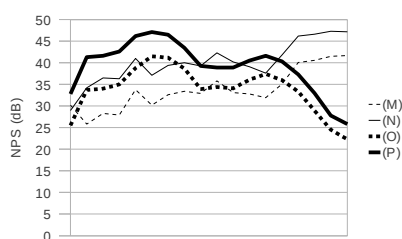
(E) Caudal 0,5 l/s, tubería expuesta, ensayo in-situ
 (G) Caudal 1 l/s, tubería expuesta, ensayo in situ.
 (K) Caudal 0,5 l/s, tubería en mocheta, ensayo in-situ
 (L) Caudal 1 l/s, tubería en mocheta, ensayo in situ.

(E)	(G)	(K)	(L)
49,1dBA	51,8dBA	31,9dBA	34,0dBA

Gráfica 4

Efecto del falso techo

De la misma manera que en el caso anterior se ha valorado la influencia sobre los niveles de ruido recibidos en un recinto de un falso techo de placa de yeso con un descuelgue de unos 20 cm. El tramo de tubería que da lugar a estos niveles de ruido es un codo y la única conexión estructural existente es la debida al paso de forjado y al paso de un muro. Llama la atención que los niveles de bajas frecuencias se incrementan en la situación con falso techo.



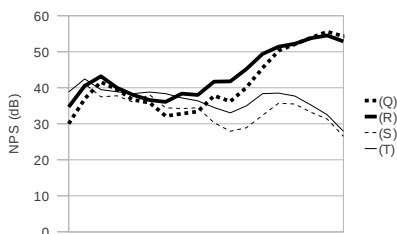
(M) Caudal 0,5 l/s, codo, tubería expuesta, ensayo in-situ
 (N) Caudal 1 l/s, codo, tubería expuesta, ensayo in situ.
 (O) Caudal 0,5 l/s, codo, tubería tras falso techo, ensayo in-situ
 (P) Caudal 1 l/s, codo, tubería tras falso techo, ensayo in situ.

(M)	(N)	(O)	(P)
49,8dBA	55,7dBA	46,1dBA	50,8dBA

Gráfica 5

Efecto del revestimiento de lana mineral de 25mm

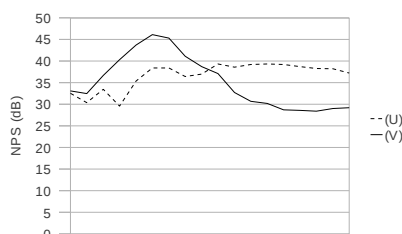
El efecto final de un revestimiento de lana mineral es difícil de predecir. Dependerá de un cúmulo de factores como las conexiones estructurales, el espectro original del ruido, el trasdosado que se aplique y el recinto receptor. Aquí se presentan dos casos que representan las variaciones sobre los niveles recibidos en dos situaciones. En la primera se aprecia la mejora introducida por el revestimiento aplicado a un codo de bajante presente en un recinto (gráfica 6). En la segunda se observa el efecto que el revestimiento tiene sobre los niveles de ruido recibidos a bajas frecuencias después de revestir el bote sifónico y el pulpo de desagüe (gráfica 7).



(Q) Caudal 0,5 l/s, codo, tubería expuesta, ensayo in-situ
 (R) Caudal 1 l/s, codo, tubería expuesta, ensayo in situ.
 (S) Caudal 0,5 l/s, codo, tubería revestida, ensayo in-situ
 (T) Caudal 1 l/s, codo, tubería revestida, ensayo in situ.

(Q)	(R)	(S)	(T)
61,8dBA	61,7dBA	44,2dBA	47,2dBA

Gráfica 6



(U) Ruido ducha, tubería expuesta, ensayo in-situ
 (V) Ruido ducha, tubería revestida, ensayo in situ.

(U)	(V)
49,7dBA	47,0dBA

Gráfica 7

4. CONCLUSIONES

Como se ha expuesto anteriormente, los mecanismos de generación y transmisión del ruido emitido por el sistema de desagüe de aguas residuales y pluviales son complejos y un número importante de factores interviene en el ruido final que afecta a un determinado recinto. Algunos de estos factores han sido presentados en el apartado anterior.

Precisamente por esto, es fundamental pensar en el diseño acústico de los sistemas de evacuación de aguas como un diseño integral. Es muy probable que cualquier actuación de mejora que se aplique a posteriori para mitigar un ruido excesivo de bajantes es muy probable que se manifieste insuficiente ya que problemas en el diseño y/o la ejecución de un sistema generalmente no podrán solucionarse.

Desde el punto de vista de la buena práctica del diseño y de la ejecución se debe:

- ✓ Evitar las conexiones rígidas entre el edificio y el sistema de desagüe especialmente en los pasos de forjado (bajante y tuberías de inodoro, bote sifónico, lavabo, ducha...)
- ✓ Utilizar sistemas de anclaje elásticos. El desagüe de las aguas tanto residuales como pluviales producen un gran movimiento en todos los tramos de tubería conectados a la bajante principal. Este movimiento se transmite a la estructura del edificio (considerando que las tuberías están desvinculadas de la estructura del edificio tanto en los pasos de forjado y divisorios verticales) a través de los anclajes que sujetan el sistema de desagüe.
- ✓ Siempre y cuando se cumplan las premisas anteriores se puede recurrir al uso de tuberías acústicamente mejoradas de varias capas. El uso de estos productos es adecuado siempre y cuando el diseño y la ejecución del sistema sean los adecuados. La mejora introducida por estos sistemas quedará muy limitada en la mayoría de los casos si existe alguna deficiencia de diseño o ejecución.
- ✓ Evitar los tramos horizontales y los codos dentro de recintos sensibles al ruido.
- ✓ Se deben trasdosar los tramos de bajante de forma que se deje el suficiente espacio entre la bajante y el trasdosado como para incorporar con suficiente holgura material poroso como lana mineral.
- ✓ Se puede trasdosar con doble placa de yeso e incluir material poroso como lana mineral en el espacio delimitado por el trasdosado de cara a atenuar el ruido en mayor medida.

AGRADECIMIENTOS

La información/resultados que se exponen en la presente comunicación son fruto de los trabajos de investigación realizados en el marco del Proyecto BALI, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) dentro del programa Proyectos Singulares Estratégicos. Dichos resultados son, pues, propiedad exclusiva de las entidades que generaron dicha información/resultados en el ámbito del Proyecto BALI.

Bibliografía

- [1] UNE-EN 14366:2005 – Medición en laboratorio del ruido emitido por las instalaciones de evacuación de aguas residuales.
- [2] UNE-EN ISO 16032:2004 – Medición del nivel de presión sonora de los equipos técnicos de los edificios. Método de peritaje.
- [3] UNE-EN ISO 3382-2: 2008 - Medición de parámetros acústicos en recintos – Parte 2- Tiempo de reverberación en recintos ordinarios.
- [4] ASTM E1222 – 90 (Reapproved 2009) – Standard test method for laboratory measurement of the insertion loss of pipe lagging systems.
- [5] ISO 15665:2003 – Acoustic insulation for pipes, valves and flanges.