

**ASPECTOS SIGNIFICATIVOS EN LA EVALUACIÓN DE LAS
PRESTACIONES ACÚSTICAS DE INSTALACIONES DE BAJANTES
MEDIANTE ENSAYOS EN LABORATORIO.**

PACS: 43.55 Rg
Área Temática: AED - Acústica en la Edificación

Frutos Vázquez, Borja; Olaya Adán, Manuel
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) - Consejo Superior de
Investigaciones Científicas (CSIC).
C/ Serrano Galvache 4
Madrid 28033
España
Tf: (+34) 91 3020440
Fax: (+34) 91 3020700
E-mail: borjafv@ietcc.csic.es

ABSTRACT

UNE EN 14366:2005 establishes a procedure to assess the acoustic performance of waste water installation through laboratory tests. We analyze the noise emitted by the system on the room along which it is installed and in the adjacent room separated by a wall in which the system is fixed. Various aspects of construction such as the fixing of the waste water pipework and other derived from the test procedure meet in this assessment. This communication is intended to describe these aspects and possible problems that are associated.

RESUMEN

La norma UNE EN 14.366:2005 establece un procedimiento para poder evaluar las prestaciones acústicas de los sistemas de evacuación de aguas residuales mediante ensayos realizados en cámaras de laboratorio. Se trata de analizar el ruido emitido por el sistema, tanto en el recinto por donde discurre la bajante, como en el recinto contiguo separado por la pared soporte y de fijación del sistema. En esta evaluación, concurren distintos aspectos constructivos como son los puntos de fijación de la bajante, así como otros derivados del procedimiento de ensayo. En esta comunicación se pretende describir estos aspectos y las posibles problemáticas que llevan asociados.

INTRODUCCIÓN

Las instalaciones que poseen los edificios pueden constituir focos de ruido y vibraciones y ser causa de molestias para los ocupantes de los mismos.

En edificios de viviendas, donde las instalaciones suelen constituir un pequeño porcentaje de los elementos que conforman la construcción, los principales focos de ruido los podemos encontrar en los aparatos elevadores, tanto en el hueco por donde discurre la cabina como en su cuarto de máquinas, las calderas comunitarias, los aparatos de aire acondicionado, los conductos de ventilación, las redes de abastecimiento de agua, y las redes de saneamiento, tanto en su distribución vertical como en horizontal. En otro tipo de edificios, donde exista una parte importante de instalaciones en proyecto, pueden aparecer otros focos propios de cada actividad.

La patología acústica derivada de dichas instalaciones aparece cuando, el ruido o las vibraciones que producen, alcanzan a los usuarios del edificio causando molestias que perturban las actividades propias, ya sea en residencial o en puestos de trabajo.

Los principales motivos por los que se producen dichas molestias son:

- un excesivo ruido de la instalación;
- una falta de atenuación acústica en los cerramientos que la encapsulan;
- y una deficiencia en los elementos que amortiguan las vibraciones.

En cualquiera de estos casos, el ruido o la vibración que produce una determinada instalación, puede llegar a transmitirse, tanto por vía aérea como por vía estructural, y alcanzar a los usuarios del edificio.

La legislación vigente de contaminación acústica aborda esta problemática desde distinto aspectos:

- En la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE) [1], aparece el mandato de incluir una exigencia de protección frente al ruido en la normativa de edificación.

- La Ley del Ruido (Ley 37/2003 de 17 de noviembre) [2], de ámbito estatal, y los Reales Decretos que desarrollan dicha ley (Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre [3]; Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre [4]) tratan de gestionar los focos productores de ruido, limitando los niveles emitidos, y fijando unos niveles máximos de inmisión en los distintos espacios de los edificios en función del uso del mismo, el periodo del día, y del área donde esté ubicado.

El Anexo II del Real Decreto 1367/2007, establece los objetivos de calidad acústica en los ambientes interiores de los edificios en función de su uso y el periodo del día. En la tabla 1, a modo de ejemplo, se recogen los valores de calidad acústica a ruido aéreo para el área residencial.

Uso del edificio	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
Vivienda o uso residencial	Estancias	45	45	35
	Dormitorios	40	40	30

Tabla 1. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda o usos residenciales. (Tabla B del Anexo II del RD 1367/2007)

La tabla 2 recoge los valores de calidad acústica para los índices de vibración.

Uso del edificio	Índice de vibración L_{aw}
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

Tabla 2. Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones. (Tabla C del Anexo II del RD 1367/2007)

Estas dos tablas se refieren al índice resultante del conjunto de emisores acústicos que inciden en el ambiente interior. Cuando se trata de un único emisor acústico, como pueden ser las instalaciones de bajantes, los valores cambian ligeramente (ver tabla 3).

Uso del local colindante	Tipo de Recinto	Índices de ruido		
		$L_{K,d}$	$L_{K,e}$	$L_{K,n}$
Residencial	Zonas de estancias	40	40	30
	Dormitorios	35	35	25

Tabla 3. Valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades. Uso residencial. (Tabla B2 del Anexo III del RD 1367/2007)

Los valores de estas tablas fijan la referencia, a nivel nacional, para la evaluación de las inmisiones de ruido aéreo y de vibraciones que se producen en el interior de los edificios.

Por otro lado, el Código Técnico de la Edificación (CTE) [5], desde un punto de vista constructivo, establece los criterios de diseño de las instalaciones para evitar la transmisión de un ruido excesivo. Figuran en los apartados 2.3, y 3.3. del Documento Básico de Protección frente al Ruido DB-HR. Dichos criterios se basan fundamentalmente en la incorporación de elementos de fijación que atenúen la transmisión estructural.

En esta comunicación nos centraremos únicamente en el ruido que transmiten los sistemas de evacuación de aguas residuales, de su evaluación mediante ensayos en cámaras normalizadas de laboratorio, y de los aspectos fundamentales que son evaluados mediante los distintos índices de ruido que se ofrecen como resultado.

ESQUEMA Y COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES

Una instalación de aguas residuales se compone principalmente de una bajante (tubería en tramo vertical con ventilación superior) que recoge las aguas residuales de los cuartos húmedos de cada planta, y las conduce hacia la red de alcantarillado público (Ver figura 1).

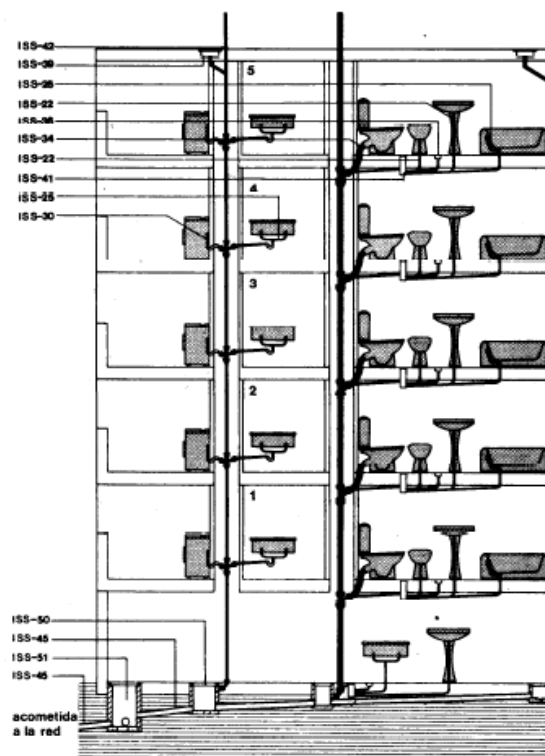


Figura 1. Esquema de un sistema de evacuación de aguas residuales (NTE-ISS) [6]

Los elementos y aspectos relevantes de esta red son los siguientes:

- Tramo vertical (Bajante): Tubería de diámetro comprendido entre 50-315 mm, con ventilación primaria, secundaria o terciaria (en función del número de plantas).

El tramo debe ser lo más recto posible, sin desviaciones ni retranqueos.

Los materiales habitualmente usados para estos fines son PVC y Polipropileno. Últimamente están apareciendo productos en el mercado de varias capas, con distintas densidades, que consiguen mejorar las prestaciones acústicas.

Se deben diseñar para que el agua únicamente ocupe 1/3 de la sección de la tubería como máximo (CTE-HS).

- Fijación de la bajante: Las bajantes deben ir fijadas a la obra (de espesor no menor de 12 cm y masa superficial $>150 \text{ kg/m}^2$. CTE DB-HR 3.3.3.1) mediante puntos fijos y abrazaderas. La distancia entre puntos de fijación depende del diámetro de la tubería. Como ejemplo, para un diámetro de 110 mm, deben disponerse puntos de fijación cada 1,5 m.
- Tramo horizontal, enterrado o colgado: A este tramo, normalmente en la parte más baja del edificio, acometen las bajantes, y desemboca en el alcantarillado público. El diámetro depende del número de unidades a los que sirva, y debe calcularse para una sección llena de $\frac{3}{4}$ como máximo. La pendiente puede oscilar entre un 1% para colectores colgados y un 2% para tuberías enterradas.
- Paso de forjado: No pueden existir conexiones rígidas entre la tubería y el edificio (CTE DB-HR, apartado 3.3.3.1)

PROBLEMÁTICA DE RUIDO Y VIBRACIONES ASOCIADA A LAS CONDUCCIONES DE AGUAS RESIDUALES– BAJANTES.

La instalación de sistemas de evacuación de aguas residuales puede constituir un foco transmisor de ruido a los espacios colindantes si no se ejecuta debidamente y con materiales apropiados.

Normalmente, y salvo que la instalación funcione a tubo lleno como es el caso de los sistemas sifonados, el agua que discurre por la bajante lo hace en régimen turbulento. Ello produce un ruido debido al choque con las paredes del tubo que puede ser transmitido por vía aérea a los espacios colindantes, o por vía estructural a través de los puntos de fijación de la bajante a la fábrica de separación.

En esta transmisión del ruido concurren diversos aspectos:

- La altura de caída de la bajante. A mayor altura mayor velocidad del fluido.
- El diámetro.

- La composición y material de la tubería: La densidad, los cambios de capas en sistemas multicapa, las cargas minerales, o la rigidez del tramo, son aspectos que modifican las características del ruido aéreo transmitido.
- Los puntos de fijación de la bajante a la obra. Estos puntos son los encargados de dar una estabilidad a la tubería para que pueda soportar los envites del fluido. Sin embargo, también son los causantes de que se produzcan ruidos estructurales en los espacios colindantes debido a la transmisión de la vibración de la bajante a través de los puntos de anclaje a la pared. El tipo de fijación, en cuanto a su capacidad para amortiguar la vibración de la bajante y atenuar su transmisión a la pared de anclaje, es un aspecto relevante a la hora de evaluar la transmisión del ruido estructural.
- Forros de bajantes. Pueden aparecer en forma de encapsulado de la bajante para reducir la transmisión de ruido aéreo y de vibraciones. Suelen usarse materiales con altas densidades, y con capacidad absorbente.

EVALUACIÓN DEL RUIDO DE LAS INSTALACIONES DE BAJANTES MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio permiten conocer el comportamiento de un sistema de evacuación de aguas residuales en la evaluación de todos aquellos aspectos que intervienen en la transmisión del ruido aéreo y estructural, tales como los comentados en el punto anterior.

Como norma de ensayo de referencia existe la norma UNE EN 14366: 2005 “Medición en laboratorio del ruido emitido por instalaciones de evacuación de aguas residuales” [7]

En dicha norma se establece un método de ensayo en el que se fijan distintos parámetros para la instalación:

El montaje del sistema se realiza en cámaras normalizadas de ensayo con dos recintos separados por una pared de masa superficial conocida y acotada (200 ± 50 kg/m²). Por uno de los recintos discurre la bajante que se ancla a la pared de separación con el otro recinto. De esta manera se evalúa el ruido aéreo en la propia cámara donde está la bajante y el ruido aéreo y estructural transmitido al recinto colindante. Cada uno de los recintos debe tener un volumen superior a 50 m³.

El sistema de ensayo parte con un tramo horizontal por donde entra en carga de agua. Éste acomete a la bajante vertical, con ventilación superior y con una altura de caída con respecto al punto más bajo de entre 5,8 m y 7,5 m. La bajante entra en el recinto de la cámara y se fija a la pared separadora mediante dos puntos de fijación del sistema que se quiera evaluar. Previo al paso de los forjados, debe disponerse de unos accesorios en T que simulan la entrada de inodoros. A la salida del forjado de suelo, se colocan dos codos de 45 grados para introducir un tramo horizontal de cuelgue que cierra el circuito en el depósito y bomba de impulsión. Ver figuras 2 y 3.

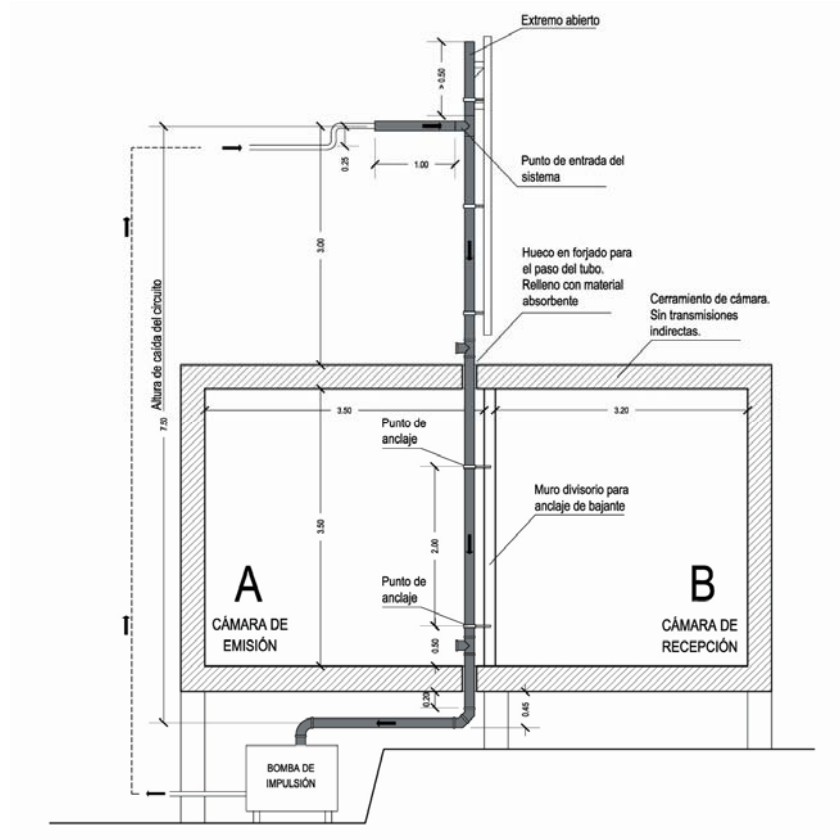


Figura 2. Esquema del sistema y cámaras de laboratorio. Instituto Eduardo Torroja



Figura 3. Fotografías de las cámaras de ensayo, emisión y recepción. Instituto Eduardo Torroja

El ensayo se basa en evaluar los distintos índices de ruido, que se producen en las dos cámaras de ensayo, cuando por el sistema circula agua con diferentes caudales (de 0,5 a 8 l/s).

- Ruido aéreo (emitido en la cámara de emisión). Cámara donde se instala la bajante
- Ruido estructural (transmitido a la cámara de recepción). Cámara contigua separada por una pared de fijación de la bajante

Los elementos que componen el sistema de ensayo, y que son relevantes en el resultado del mismo, son los siguientes:

- Tubería: El tipo de tubería, material y capas de las paredes.
- Sistema de fijación a la pared. Tanto las bridas, su diseño y materiales, como los puntos de anclaje a la pared.
- Forros o camisas de la bajante. Estos elementos encapsulan la tubería.

Los índices de ruido que se evalúan son los siguientes:

- Caracterización de la Sensibilidad Estructural de la pared soporte: Por medio de acelerómetros y una fuente direccional, se evalúa la vibración que se produce en los puntos de anclaje. Este dato nos aporta una normalización con respecto a una pared de referencia.

$$L_{SS} = L_v - L_w + 10 \lg \frac{V_r}{T_r} - 59 \text{ dB}$$

- Medida del ruido estructural en el recinto de RECEPCIÓN, índices L_{sn} y L_{sc} :

Para cada tasa de flujo (0,5 – 1 – 2 – 4 – 8 l/s), y para un rango de frecuencias de 100-5.000 Hz, se mide el ruido en el recinto de recepción. También se mide el ruido de fondo para hacer la corrección oportuna.

L_{sn} : Ruido en recepción, corregido por ruido de fondo y normalizado a un área de absorción equivalente de 10 m².

$$L_{sn} = L_s - 10 \lg (T_r) + 10 \lg (0,16 V_r / 10)$$

L_{sc} : Ruido en recepción, corregido por ruido de fondo, normalizado a un área de absorción equivalente de 10 m², y corregido por la sensibilidad de la pared soporte.

$$L_{sc} = L_{sn} - \Delta L_{SS}$$

- Medida del ruido aéreo en el recinto de EMISIÓN, índices L_{tn} y L_{an} :

Para cada tasa de flujo (0,5 – 1 – 2 – 4 – 8 l/s), y para un rango de frecuencias de 100-5.000 Hz, se mide el ruido en el recinto de emisión. También se mide el ruido de fondo para hacer la corrección.

L_{tn} : Ruido en emisión, corregido por ruido de fondo y normalizado a un área de absorción equivalente de 10 m^2 .

$$L_{tn} = L_t - 10 \lg(T_e) + 10 \lg(0,16V_e/10)$$

L_{an} : Ruido en emisión, corregido por ruido de fondo, normalizado a un área de absorción equivalente de 10 m^2 , y restado el ruido aéreo causado por la vibración de la pared.

$$L_{an} = 10 \lg\left(10^{L_{tn}/10} - 10^{L_{sn}/10}\right)$$

Los resultados obtenidos de estos índices se representan en gráficas por frecuencias y finalmente se calcula un valor único para cada índice con ponderación A.

ASPECTOS RELEVANTES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Estos cuatro índices caracterizan un sistema de bajantes en cuanto a su comportamiento acústico. Como aspectos relevantes de la evaluación se podrían destacar los siguientes:

- Al aumentar la tasa de caudal del circuito, el ruido emitido es mayor. Aunque este punto parece obvio, y en términos generales se cumple, resulta interesante observar como para un determinado rango de frecuencias, esto no siempre es cierto. Este efecto se debe a que el régimen turbulento del agua no se comporta de una forma lineal en relación al caudal de circulación.
- Los ruidos que se producen en la cámara de emisión tienen un comportamiento relativamente plano, con valores comprendidos en un rango de 30 a 50 dB para todas las frecuencias y para todos los flujos analizados. Ver figura 4.

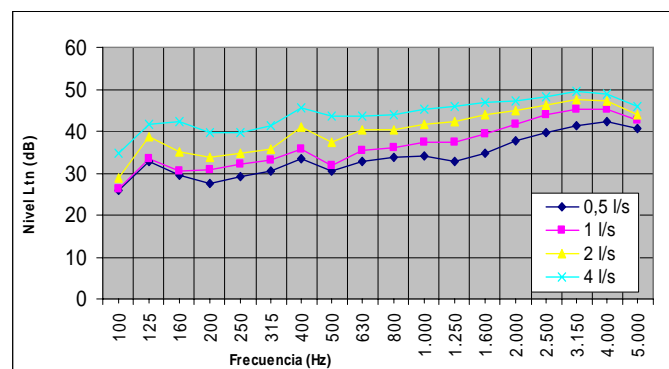


Figura 4. Índice L_{tn} para un sistema de bajante. Cámara de emisión.

Este índice L_{tn} nos permite conocer el ruido aéreo que produce la bajante en la cámara de emisión. Se ha podido comprobar que formulaciones de plásticos distintas, dan resultados de emisión distintos, jugando un papel importante la densidad de la pared del tubo.

Para un caudal de 2 l/s, un rango habitual de índice de ruido global L_{tn} expresado en decibelios A ($L_{t,A}$), para dos tipos de tuberías, una con pared simple y otra multicapa, suele ser el siguiente:

Caudal 2 l/s. Tubería simple: $L_{t,A} = 52-56$ dBA

Caudal 2 l/s. Tubería multicapa o densidad superior: $L_{t,A} = 48-51$ dBA

Este índice también nos permite conocer la atenuación acústica que puede introducir un tipo de forro de bajante.

- Los resultados obtenidos en la cámara de recepción muestran como, para un mismo sistema de bajantes, se produce una atenuación importante en un rango de frecuencias medias y altas. Ver figura 5.

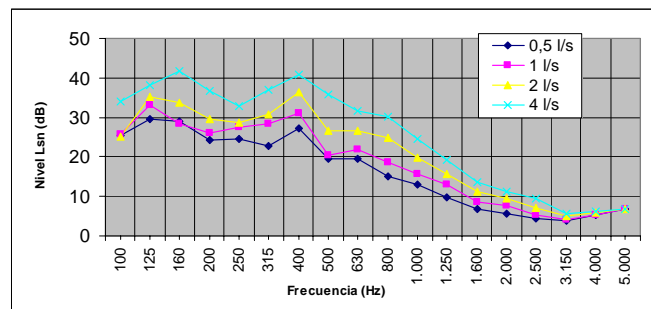


Figura 5. Índice L_{sn} para un sistema de bajante. Cámara de recepción.

Dado que la pared intermedia suele tener un índice de aislamiento acústico suficiente como para aislar el ruido aéreo de la bajante, lo que permite evaluar el índice L_{sn} es el ruido estructural transmitido a la sala colindante debido al sistema de fijación de la bajante. En este sentido, son los elementos de fijación los que influyen en un mayor orden en el resultado del ruido transmitido al recinto colindante.

En estos elementos de fijación actúan tanto las bridas que abrazan al tubo, y que permiten un grado determinado de movimiento, como los puntos de anclaje a la pared que son los responsables de la transmisión directa de la vibración al soporte.

La incorporación de elementos anti vibración, tanto en el tubo como en el elemento de anclaje, mejora sustancialmente el resultado del ruido transmitido.

El espesor y masa superficial de la pared de ensayo, y la configuración estructural de la cámara, son aspectos a tener en cuenta en el análisis de los resultados en el ruido transmitido. Para el caso concreto de las cámaras instaladas en el Instituto Eduardo Torroja, se ha escogido un tipo de pared soporte que se adapta a las exigencias del CTE como elemento separador de unidades de uso distintas. De esta forma se evalúan las calidades acústicas en ambos recintos conforme a las prescripciones constructivas del CTE.

CONCLUSIONES

La norma UNE EN 14366: 2005 permite analizar el comportamiento acústico de un sistema de evacuación de aguas residuales mediante ensayos realizados en cámaras normalizadas de laboratorio. Mediante este ensayo se puede conocer el ruido aéreo que emite el sistema en la cámara por donde pasa la bajante, y el ruido estructural transmitido a la sala colindante a través de los puntos de fijación en una pared soporte intermedia.

El Real Decreto 1367/2007 es el marco legal de referencia, de ámbito estatal, para poder evaluar el ruido transmitido. Establece los valores límite de ruido transmitido a locales colindantes por actividades. El ensayo aporta los datos necesarios para poder estudiar la idoneidad del sistema conforme a los valores que exige el real decreto.

Los elementos que son evaluables en este ensayo, y que varían el resultado del ruido del sistema, son: los tubos, tanto en su formulación química como en el diseño de las capas de pared; las bridas que abrazan al tubo; y los sistemas de anclaje a la pared soporte. También puede analizarse la capacidad atenuadora de un forro o camisa envolvente de la bajante. Cada uno de estos elementos tiene una influencia distinta en emisión o recepción, siendo necesario realizar un buen diseño del sistema para obtener un resultado que cumpla con los valores exigidos por la normativa.

Hay que tener en cuenta que la configuración de las cámaras de laboratorio y la pared soporte son aspectos que deben analizarse previamente y ajustarse a la tipología constructiva propia del país, siendo nuestra referencia la descrita en el CTE en cuanto a paredes separadoras de unidades de uso distintas.

REFERENCIAS

- [1] LEY DE ORDENACIÓN DE LA EDIFICACIÓN- LOE. Ley 38/1999, de 5 de noviembre. Jefatura del Estado. (BOE núm. 166, de 6 noviembre de 1999).
- [2] Ley del Ruido, Ley 37/2003 de 17 de noviembre. (BOE núm. 276, de 18 noviembre de 2003).
- [3] Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre. (BOE núm. 301, de 17 diciembre de 2005)
- [4] Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre. (BOE núm. 254, de 23 octubre de 2007)
- [5] REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación - CTE. (BOE núm. 74, de 28 marzo de 2006)
- [6] Norma Tecnológica de la Edificación - NTE. Instalaciones de salubridad – ISS. 1973.
- [7] UNE EN 14366: 2005 “Medición en laboratorio del ruido emitido por instalaciones de evacuación de aguas residuales”