



AQUA *SILENT*

Especificaciones técnicas

**Sistema de evacuación
insonorizado en PVC**

PIPELIFE 



ÍNDICE

	página
EL SISTEMA AQUASILENT	6
APLICACIONES DE LA GAMA	6
RUIDO Y CONFORT	7
El ruido	7
Medición del ruido	8
Transmisión del ruido	10
LA SOLUCIÓN: AQUASILENT	12
ENSAYOS DE INSONORIZACIÓN	14
Resultados comparativos obtenidos en el ensayo	14
Montaje de las instalaciones	15
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA GAMA	16
EL MATERIAL: PVC	16
LA GAMA AQUASILENT	17
Tecnología tricapa	17
Listado de componentes	18
Certificados	19
DATOS TÉCNICOS	20
Propiedades mecánicas	21
Resistencia química	21

ÍNDICE

	página
DIMENSIONADO DE INSTALACIONES	23
CÁLCULO DE EVACUACIONES DE AGUAS NEGRAS Y GRISES	23
Generalidades	23
Configuraciones	24
Cálculo del caudal de descarga	24
Diseño de bajantes de descarga	26
CÁLCULO DE EVACUACIONES DE AGUAS PLUVIALES	27
Cálculo del caudal de descarga	27
Intensidad pluviométrica r	27
Área efectiva de cubierta A	28
Coefficientes de retardo o escorrentía C	29
Diseño hidráulico de canalones	30
Salidas de desagüe del canalón	32
Salidas de desagüe de tejados planos	32
Diseño de bajantes de descarga	33
CÁLCULO DE COLECTORES Y ALBAÑALES	34
CÁLCULO DE SISTEMAS MIXTOS	38
EJEMPLO DE CÁLCULO DE LAS VÁLVULAS DE AIREACIÓN	38
DOCUMENTACIÓN	40
BIBLIOGRAFÍA	40
NORMATIVA	40

EL SISTEMA AQUASILENT

Con la gama de tuberías y accesorios Aquasilent, PIPELIFE presenta un producto especialmente diseñado para la evacuación insonorizada de aguas residuales y pluviales, consiguiendo evitar la propagación del ruido que a menudo se produce al verter sustancias a través de los conductos sanitarios. Para ello Aquasilent dispone de la última tecnología en sistemas de aislamiento acústico gracias a su innovadora composición tricapa en PVC.

La estructura tricapa de Aquasilent está formada por dos pieles que protegen de las agresiones externas a la capa interior. Esta capa, también llamada núcleo, consigue que los ruidos producidos en las tuberías queden atrapados en su interior gracias a las especiales propiedades físicas del material, reduciendo notablemente la sonoridad de las instalaciones.



APLICACIONES DE LA GAMA

Aquasilent está concebido para la evacuación de aguas tanto residuales como pluviales, a baja y alta temperatura, en tramos de bajante y acometida general de desagüe instalados en el interior de edificaciones que buscan ante todo el silencio y la tranquilidad de sus ocupantes, permitiendo adaptar el trazado y la distribución de componentes del sistema de evacuación a las más diversas necesidades.



RUIDO Y CONFORT

El ruido acústico es un agente físico cada vez más presente en la vida diaria de los países desarrollados, resultando cada vez más molesto y estando actualmente considerado como factor de riesgo por sus efectos negativos para la salud. La exposición prolongada a los ruidos puede provocar en los seres humanos pérdida de audición y traumas psicológicos, como estrés. Los más molestos son aquellos provocados por constantes golpeteos, por lo que tiene mucha importancia evitar en todo lo posible los impactos entre materiales.

El ruido

Desde el punto de vista psico-físico el ruido puede ser definido como todo aquel sonido no deseado, desagradable y molesto, localizado tanto en un lugar como a lo largo del tiempo. Se deduce por lo tanto que el concepto de ruido es valorado de manera subjetiva, aunque en base a una parte objetiva que puede cuantificarse: el sonido propiamente dicho.

Definido físicamente el ruido es una vibración, y como tal puede aparecer en cualquier medio material: sólido, líquido o gaseoso (como el aire). En cada medio se propaga a una velocidad diferente que viene determinada tanto por su densidad como por su rigidez, entendiéndose ésta como la resistencia que ofrece el cuerpo a la deformación. Las relaciones siguientes son las expresiones matemáticas de la velocidad de propagación de las ondas sonoras en diferentes medios.

Medio sólido	Medio líquido	Medio gaseoso
$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$	$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$	$v = \sqrt{\frac{\gamma R T}{M}}$
Y es el modulo de Young; ρ es la densidad volumétrica	B es el modulo volumétrico de elasticidad; ρ es la densidad volumétrica.	γ es la constante adiabática del gas; R es la constante de los gases ideales; T es la temperatura en grados Kelvin; M es la masa molecular del gas.

Como toda onda, el ruido se propaga en el medio en el que se produce, motivo por el cual su aislamiento resulta necesario en muchos casos y muy recomendable en la mayoría. Pero también se propaga entre diferentes medios materiales, dando especial relevancia a la forma de realizarse el aislamiento.

Cuando pasan de un medio a otro las ondas pueden rebotar o transmitirse, siendo habitual que sucedan simultáneamente las dos cosas. En estos casos los fenómenos físicos involucrados son la reflexión y la refracción de ondas, que conjuntamente con la amortiguación del material que atraviesa el sonido, reducen la intensidad del ruido al dispersar la energía de la onda acústica.

Medición del ruido

El ruido se mide en función de las variaciones de presión de aire producidas durante el desplazamiento del frente de ondas que lo componen. El aire, más que ningún otro material de entre los que pueden encontrarse a menudo, sufre compresiones y enrarecimientos localizados de diversa magnitud, que los oídos humanos perciben como sonidos más o menos fuertes en función de su intensidad, definida para una onda armónica según la expresión...

$$I = \frac{1}{2} \frac{P_A^2}{2\rho v}$$

... en la que P_A es la presión máxima producida por el movimiento ondulatorio, ρ es la densidad del medio y v es la velocidad de propagación del sonido en el mismo.

El oído humano percibe sonidos en un intervalo de **intensidades sonoras** comprendidas aproximadamente entre 10^{-12} w/m², que normalmente se toma como umbral de audición, y 1 w/m², que produce sensación dolorosa en la mayoría de las personas. Debido a este gran intervalo y a que la sensación fisiológica de intensidad sonora no varía directamente con la misma, la forma más adecuada para medir el ruido es mediante el nivel de presión sonora. Lo describe una escala logarítmica que se expresa en decibelios según la curva de ponderación A, establecida en la norma UNE - EN 61672-1¹, y se indica con la abreviatura dB(A). Es una medida subjetiva adaptada a las condiciones de audición humanas, según la cual el incremento en 3 dB(A) de un ruido representa el doble de potencia en la emisión de ese ruido y que presenta valores aproximadamente entre 0 dB(A) y 120 dB(A).

Se define el nivel de presión sonora según la expresión $L_{PA} = 20 \text{ Log} \frac{P_A}{P_0} \text{ dB(A)}$

Siendo P_A la presión máxima producida por el movimiento ondulatorio y P_0 la presión de referencia relacionada con el umbral de audición humano, de valor $2 \cdot 10^{-5}$ Pascales.

Como todas las ondas, las sonoras son generadas por movimientos oscilatorios de su foco, lo que determina su frecuencia de emisión. Esta frecuencia es constante en todo momento para la misma onda hasta que sucede su dispersión por desgaste energético, lo que permite realizar el estudio de ruidos en función de ciertos rangos de frecuencias, llamados bandas, con propiedades próximas.



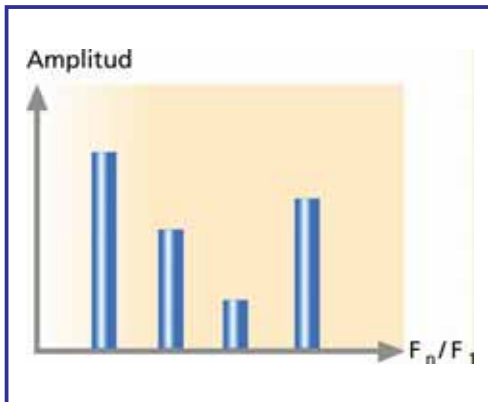
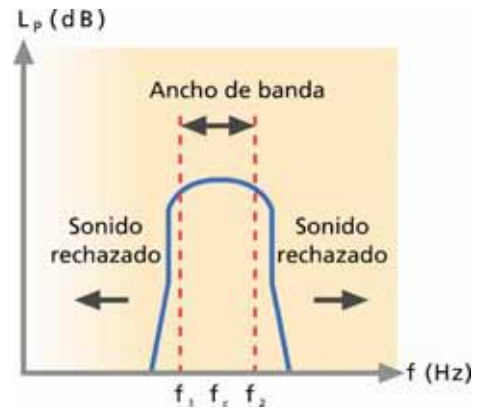
¹ Electroacústica. Sonómetros. Parte 1: Especificaciones.

Es prácticamente imposible que el ruido generado de manera espontánea esté modulado en una única banda, siendo lo más habitual que abarque todo el espectro de frecuencias audible. Mediante filtros que dejen pasar el ruido entre las frecuencias mínima y máxima de las bandas es posible evaluar la composición del mismo, ya que al dividir el espectro de frecuencias podemos observar cuales son preponderantes en cada caso. La banda más utilizada en acústica es la banda de octava, aunque si se desea un estudio más detallado existen también filtros de bandas de tercio de octava, ambas caracterizadas por la frecuencia central, que se normaliza entre 20 Hz y 20kHz, y por las expresiones siguientes.

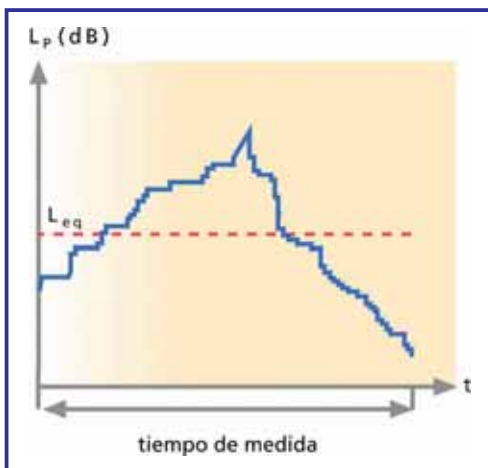
Banda de octava: $f_2 = 2f_1$

Banda de tercio de octava: $f_2 = \sqrt[3]{2f_1}$

Frecuencia central: $f_c = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$



Dividir el ruido en bandas permite realizar mediciones independientes de la presión acústica para cada una, obteniendo así la composición total del ruido como la adición de las diferentes bandas consideradas, con mayor exactitud cuanto mayor sea su número. A partir de estos datos es posible representar la onda sonora en un gráfico espectral, realizando un gráfico de las amplitudes relativas de cada uno de los componentes del ruido en función de la frecuencia.

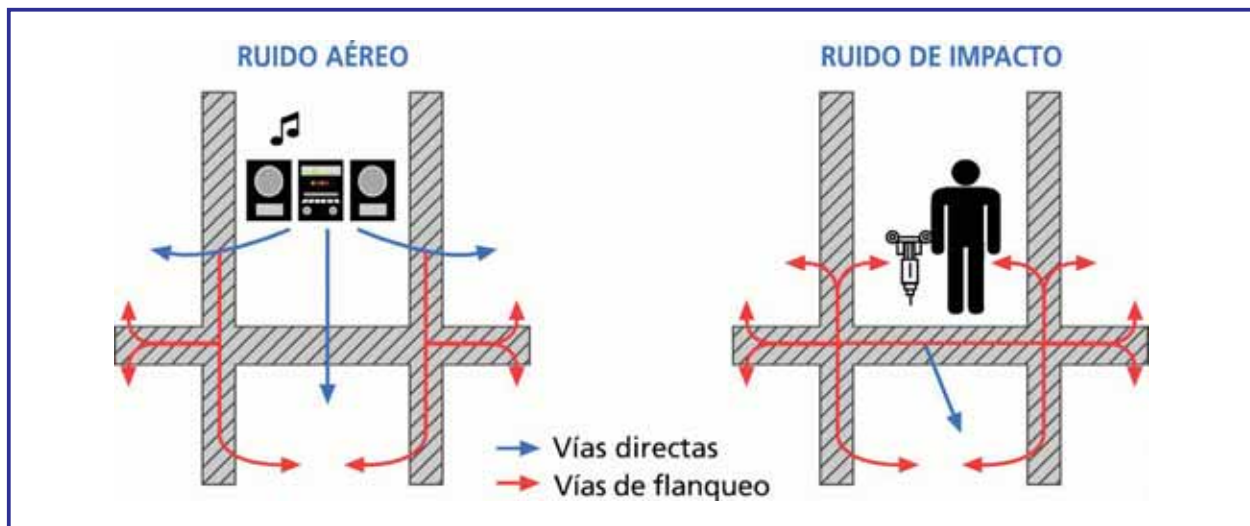


Otra simplificación de las ondas acústicas que facilita su estudio es la representación gráfica de su envolvente, la curva obtenida uniendo los puntos de máxima intensidad entre ellos, así como los de mínima, lo que determina la forma de la onda como función del tiempo. Mediante esta función es posible obtener al nivel sonoro continuo equivalente, correspondiente a la misma cantidad de energía acústica que el ruido real considerado en un punto determinado y durante un periodo de tiempo concreto. Este valor es el ruido cuantificable mediante los aparatos sonométricos convencionales.

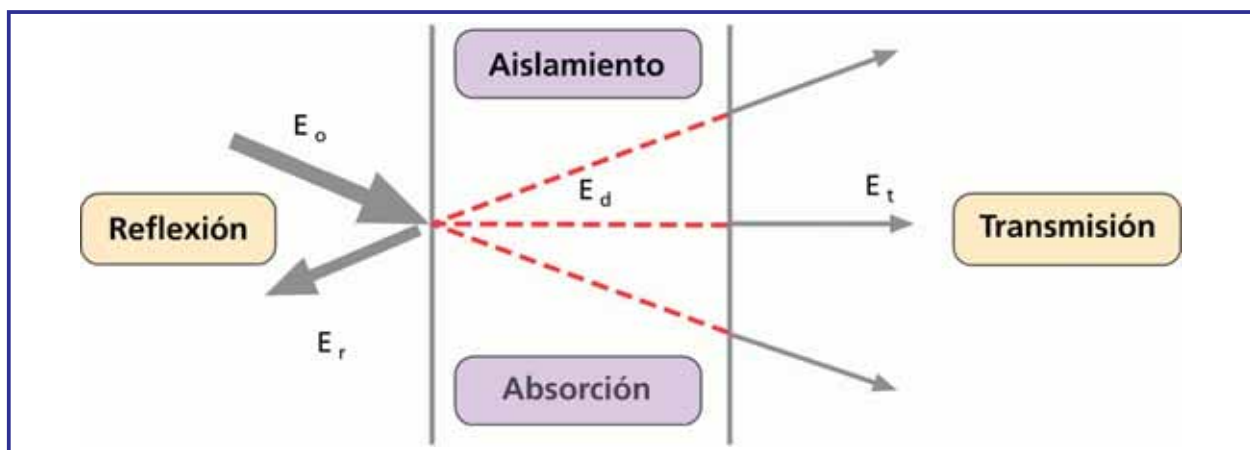
Transmisión del ruido

Los ruidos originados en las edificaciones se clasifican en función de las vibraciones que los causan en dos categorías, el ambiental o aéreo y los impactos contra cerramientos u otros elementos de la construcción. Se define el ruido aéreo como todo aquel producido por ondas sonoras generadas directamente en el aire, como la voz humana, y el de impacto como el originado por la propagación de vibraciones a través de las estructuras, que las transmiten posteriormente al aire, aumentando el nivel sonoro continuo equivalente.

Una vez originados los ruidos todas las paredes, techos y suelos de la estructura de un edificio suponen vías de transmisión para ellos. Estas vías pueden ser directas o de flanco, dependiendo de si la misma se realiza a través de particiones comunes o de elementos distintos a éstas.



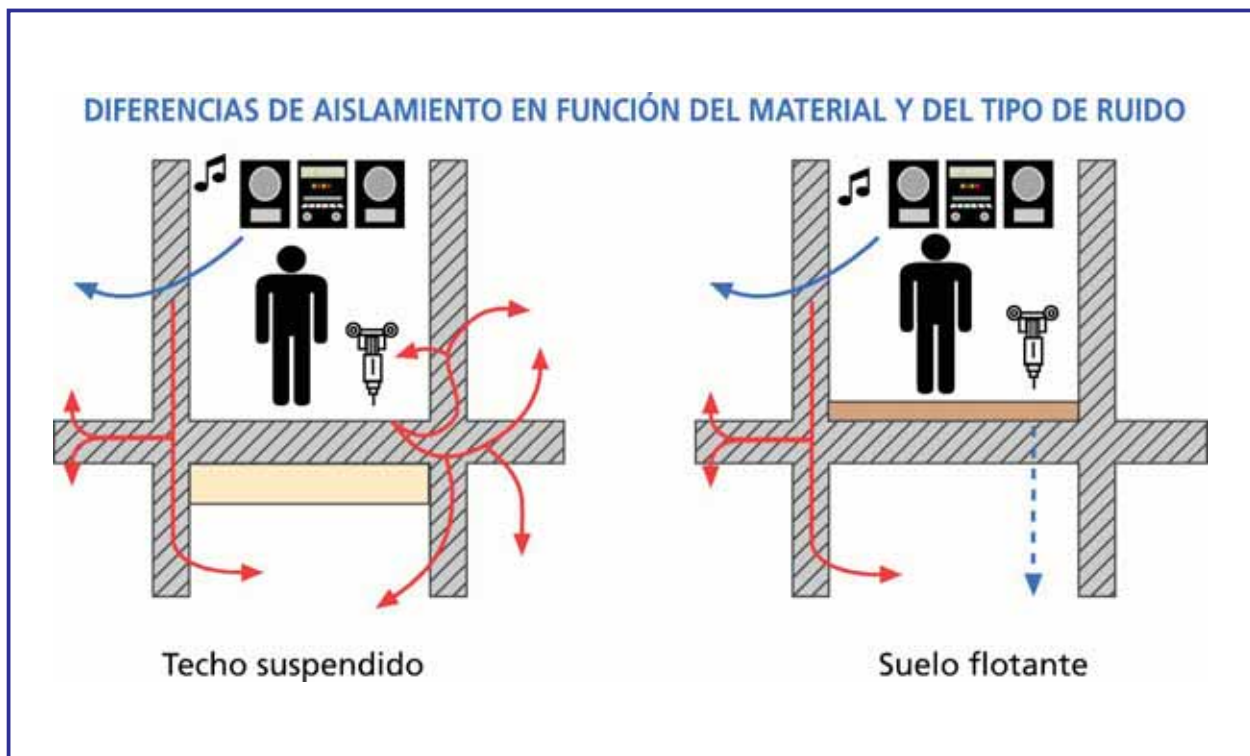
Sin embargo la transmisión del ruido encuentra ciertas dificultades. La intensidad del sonido se reduce conforme aumenta la distancia a su foco y los cerramientos realizan la función de aislantes de ruido. Al cambiar de medio de transmisión las ondas acústicas sufren un fenómeno de reflexión de mayor o menor intensidad, que junto con la absorción propia del mismo medio reducen considerablemente la energía transmitida por la onda sonora a los locales colindantes, reduciendo su intensidad.



A este fenómeno de dispersión energética se le conoce con el nombre de pérdida por transmisión. Depende de múltiples factores entre los que se encuentran la masa del medio transmisor, su rigidez, y su capacidad de amortiguación a las vibraciones, siendo los materiales más aislantes los que reúnen las propiedades de dureza, rigidez y flexibilidad. También es un factor determinante la frecuencia de vibración de la onda sonora, siendo por lo general más fácil aislar las altas (sonidos agudos) que las bajas (sonidos graves). La expresión más conocida en el mundo de la edificación que trata de cuantificar las relaciones existentes entre estos factores es la ecuación semiempírica de la **Ley de Masas**:

$$TL = 20 \log(mf) - 43 \text{ dB(A)}$$

Siendo TL el aislamiento acústico en dB(A), m la masa superficial de la partición en kg/m² y f la frecuencia en Hz de la onda sonora. Sin embargo, si se desea reducir la transmisión de sonido dentro del edificio es preciso incorporar elementos adicionales que refuercen la disminución propia de las particiones que produce la ley de masas, como los diversos aislantes existentes en el mercado, adaptados a las características propias del edificio y a la naturaleza del ruido que desea suprimirse.

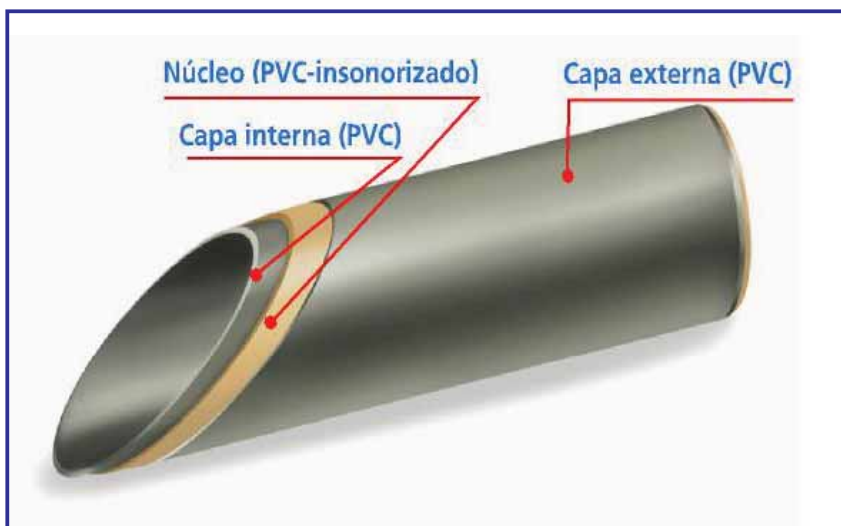


La adición de estos productos a la partición apenas suele modificar la masa de ésta, pero los materiales añadidos favorecen la reflexión de las ondas sonoras al interponer más cambios de medio a la propagación de las mismas. Diversas capas de múltiples materiales producen sucesivas reflexiones de las ondas de ruido, resultando por lo tanto más eficaces que una única capa de material, aunque éste sea más pesado. Puede asegurarse de manera general que las capas incluidas en uno de estos cerramientos compuestos reflejarán en mayor medida cuanto mayor sea la diferencia entre las densidades y las rigideces de los diferentes medios de transmisión en contacto con la misma frontera.

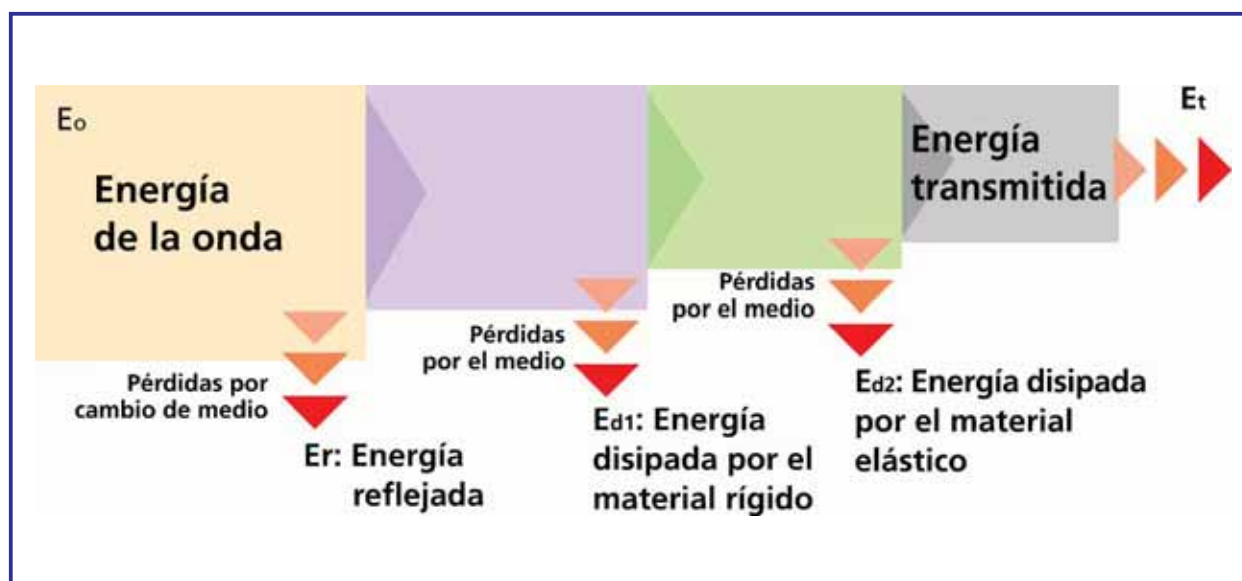
LA SOLUCIÓN: AQUASILENT

Por las molestias que ocasiona habitar un espacio ruidoso habitualmente resulta deseable limitar las exposiciones a los sonidos molestos, especialmente si son intensos, o incluso evitarlas por completo. Las instalaciones de evacuación de agua sanitaria son una fuente intermitente de ruidos tanto aéreos como de impacto, pudiendo resultar molestas en función de la intensidad de su uso y de las horas a las que se realice.

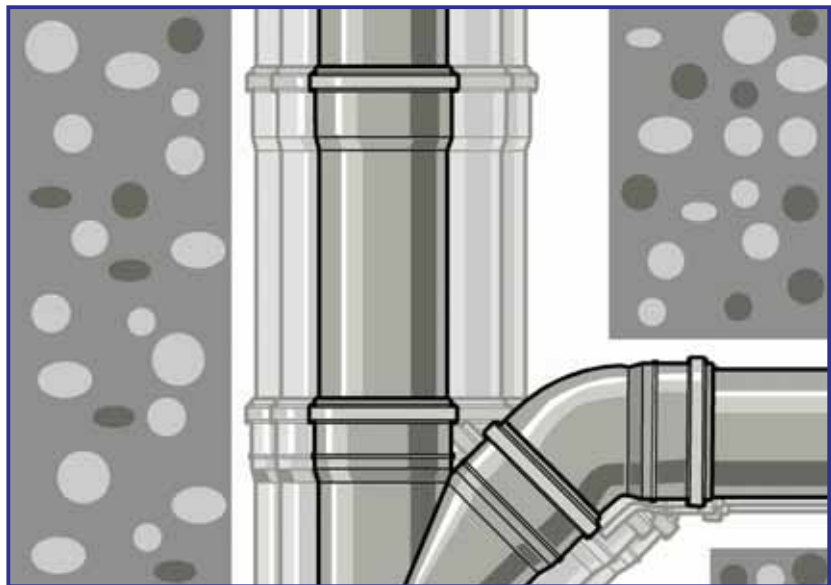
Las propiedades de aislamiento naturales de los materiales que componen las conducciones de evacuación son insuficientes en muchos casos para evitar que la instalación resulte molesta. Se debe recurrir entonces a diseños especiales para conseguir que las ondas acústicas sufran la dispersión de parte de su energía, disminuyendo la intensidad del ruido. El sistema Aquasilent opta por un diseño en tres capas de PVC(U) (Policloruro de Vinilo r) en el cual las exteriores presentan propiedades similares a las de otros productos convencionales manufacturados con este material mientras que la interna, o núcleo, es más densa y rígida, siendo la responsable directa del aislamiento acústico incrementado conseguido por la gama.



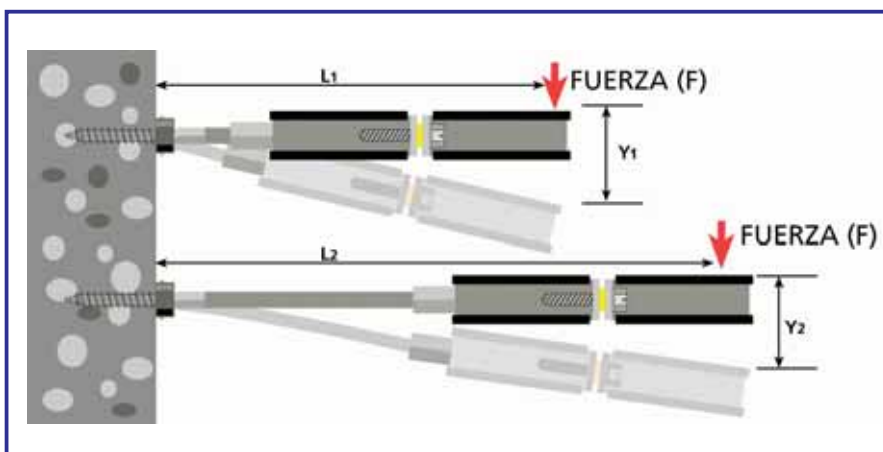
Las pérdidas por transmisión para cualquier onda acústica que atraviese una tubería Aquasilent son mayores que en otras conducciones, aunque éstas últimas sean más robustas. En los sucesivos cambios de medio que sufren las ondas se realiza una dispersión continuada de energía que aísla el ruido en el interior de la instalación, evitando su propagación a los entornos próximos de la misma.



Independientemente del aislamiento que las conducciones hagan de los ruidos generados en su interior, otra fuente de ruidos en las instalaciones es la vibración de la propia instalación. El flujo de agua en las canalizaciones de evacuación genera movimientos menos bruscos que en las de presión ya que las fuerzas aplicadas sobre éstas son mucho menores. No obstante la intermitencia de las descargas provoca que el movimiento generado tenga carácter vibratorio.



Las vibraciones que intenten atravesar el espesor de las conducciones sufrirán pérdidas energéticas debidas a la reflexión y la absorción propia del material, pero la inercia de la masa de agua desplazará de su posición de equilibrio a la instalación entera. Los centros de giro de este movimiento estarán localizados en las sujeciones de la instalación, habitualmente abrazaderas, que por encontrarse firmemente amarradas a la misma, no permitiendo el desplazamiento relativo entre ambas, estarán sometidas a flexión y actuarán como un muelle amortiguado.



A efectos prácticos las abrazaderas serán vigas en voladizo sometidas a flexión por un movimiento vibratorio, lo que causará unas reacciones oscilatorias en los apoyos. Por este motivo se generarán ruidos estructurales de intensidad variable además de posibles fallos de las sujeciones. El incremento de la distancia de separación entre la

pared y las conducciones acentuará el problema puesto que aumentará la magnitud de las reacciones en los empotramientos, generando con ello mayor ruido.

Una solución consiste en interponer entre el muro y las conducciones un material elástico en el que repercutan parte de estos esfuerzos y que permita cierto desplazamiento relativo, como las abrazaderas insonorizantes. En previsión de las diversas necesidades de aislamiento, la gama Aquasilent dispone de dos tipos diferentes de estos productos con dos niveles de aislamiento diferentes.

ENSAYOS DE INSONORIZACIÓN

Para comprobar la capacidad de insonorización de la gama de productos Aquasilent se ha llevado a cabo un preciso ensayo de medición del ruido que estos productos emiten durante su funcionamiento. Dicho ensayo ha sido realizado en el Instituto Fraunhofer para la Física de la Construcción.

El ensayo se practica en una instalación con propiedades acústicas especiales que permiten extrapolar los resultados a distintas condiciones de medición de las dadas en el laboratorio. Esta instalación tiene dos pisos de altura, más el sótano y la buhardilla, y dispone de dos salas de medición por piso. En una de ellas se encuentra la instalación directamente al aire y anclada a un muro (sala de emisión) mientras que la otra se encuentra al otro lado del muro donde están anclados los componentes (sala de recepción).

El muro al que se fija la instalación es muy importante, ya que se trata de un tabique simple de fábrica enlucido por ambos lados, de espesor 115 mm y densidad superficial 220 kg/m², tal y como indica la norma alemana DIN 1409. Todos estos detalles constructivos y la configuración exacta del montaje pueden observarse en el dibujo explicativo de la página siguiente.

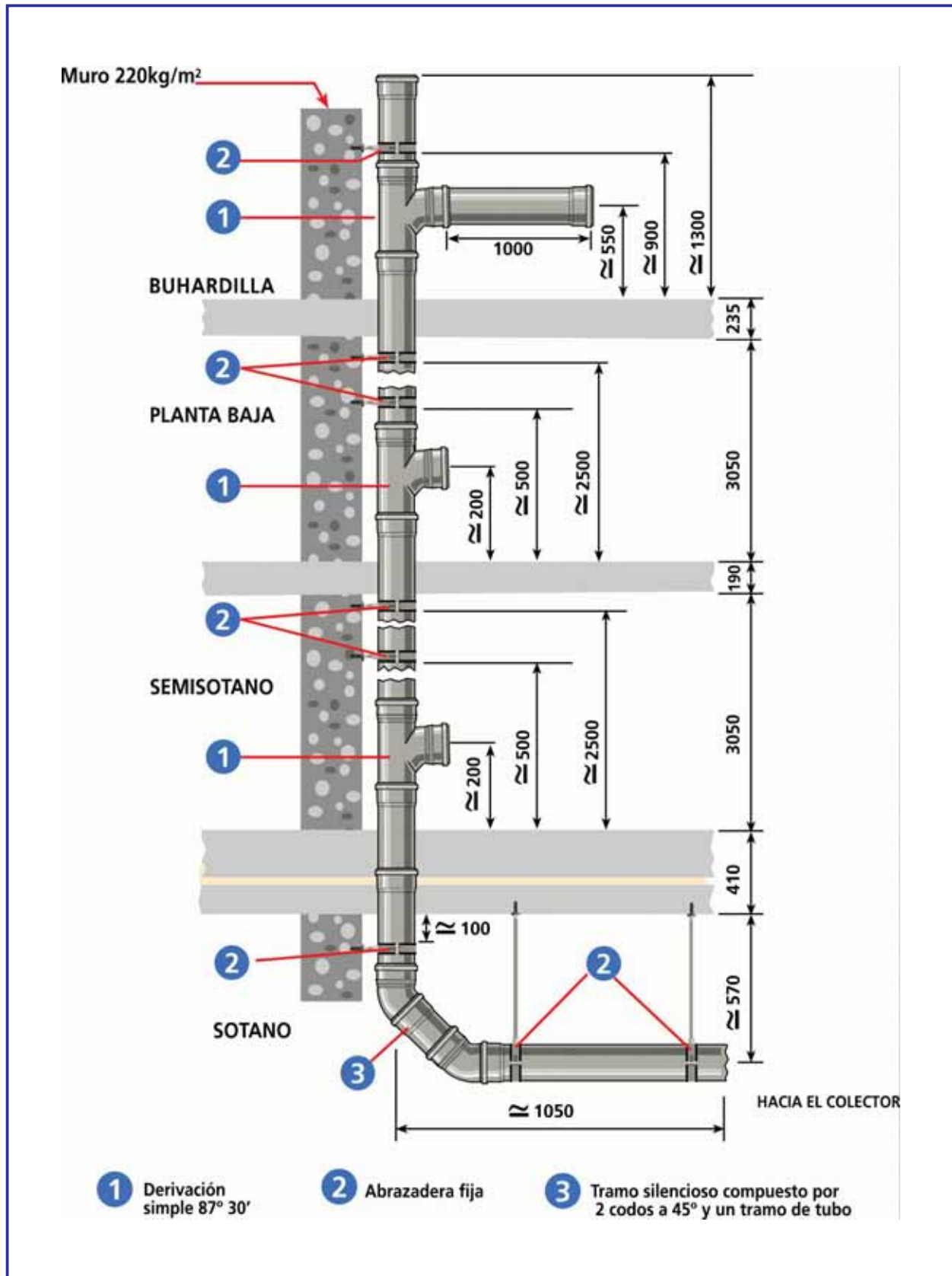
El ensayo se realiza durante el funcionamiento en régimen estacionario de la instalación, tomando mediciones, para conducciones de DN 110, con cuatro caudales diferentes: 0,5 l/s; 1,0 l/s; 2,0 l/s; 4,0 l/s. Se toman simultáneamente en todas las salas de medición para cada tercio de banda de octava entre las frecuencias de 100 Hz y 5000 Hz. Posteriormente se realizan ciertas correcciones y normalizaciones de manera teórica, lo que posibilita el uso de mediciones tomadas en momentos diferentes, para el mismo o distinto sistema de evacuación, a nivel comparativo.

Resultados comparativos obtenidos en el ensayo



Montaje de las instalaciones

La instalación objeto de ensayo se realiza según se especifica en la siguiente figura.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA GAMA

EL MATERIAL: PVC

El uso del PVC, así como el de otros vinilos, está muy extendido en múltiples sectores, pudiendo encontrarlo en la construcción, en componentes eléctricos, en la sanidad, en automoción, etc... Su tecnología básica es conocida desde la tercera década del siglo XX, aunque recientemente está sufriendo una revolución muy importante en cuanto a técnicas de reciclaje se refiere.

Rígido por naturaleza, el PVC puede formularse de centenares de maneras en función de las características técnicas que se desean obtener, pudiendo dotársele de una cierta flexibilidad. El PVC contiene estabilizantes que impiden su degradación por efecto térmico o bajo la acción de la luz ultravioleta, permitiendo realizar productos con una **vida útil mayor de 50 años**. Para aplicaciones a largo plazo, como la construcción, el PVC representa el mejor compromiso calidad - precio.

El PVC es **resistente al fuego** gracias a una peculiar propiedad de este material: es autoextinguible, no se quema por sí mismo, no mantiene el incendio, ni lo propaga por goteo. Además, al quemarse desprende un olor característico que puede alertar de un fuego naciente.

En cuanto a su reactividad, podemos definir al PVC como un **material químicamente inerte**, comparable a otros materiales plásticos, cuyo uso no conlleva riesgos sanitarios ni provoca contaminación química. La presencia de átomos de cloro en la molécula no es sinónimo de toxicidad, ni supone ningún peligro, como nos demuestra el consumo de sal de mesa (NaCl).

El reciclado de PVC es conocido y utilizado por la industria europea desde hace mucho tiempo, que está notablemente sensibilizada respecto a este procedimiento. Prueba de ello es el compromiso voluntario de mejorar el ciclo de vida del PVC en una perspectiva de desarrollo sostenible. En este marco se realiza un desarrollo de las recogidas de productos de PVC desechados en vertederos, así como un incremento del porcentaje de productos fabricados con materia prima reciclada.



LA GAMA AQUASILENT

La gama de productos Aquasilent de Pipelife se presenta como la mejor solución a las molestias ocasionadas por los ruidos producidos durante la evacuación de aguas, puesto que reúne las mejores propiedades insonorizantes con una tecnología de fabricación de alta calidad. Además tanto los tubos como los accesorios son fabricados mediante tecnologías dominadas por el Departamento Técnico de la empresa, asegurando la calidad de los productos fabricados y su correcta funcionalidad.

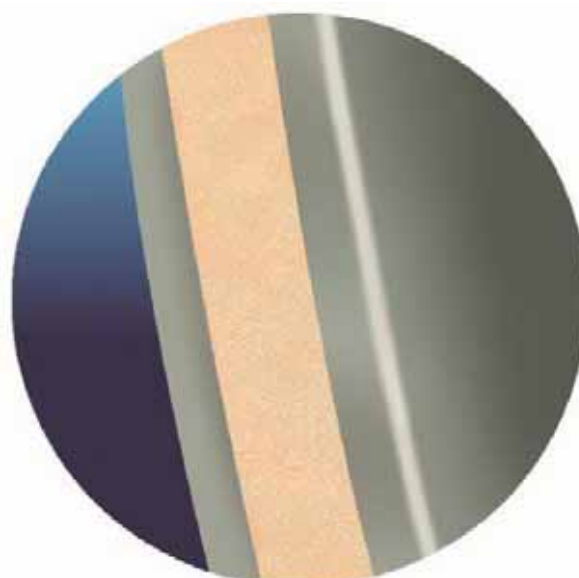


Tecnología tricapa

El lanzamiento de la gama Aquasilent es el resultado de una concienzuda labor de investigación por parte de PIPELIFE HISPANIA. Tras realizar un exhaustivo estudio de las posibilidades existentes en el campo de la insonorización ha optado por el sistema tricapa como la mejor solución posible a los molestos ruidos generados en las instalaciones de evacuación de aguas.

La estructura tricapa en los tubos se consigue mediante un sistema de coextrusión en línea que requiere de una precisión y un control adecuado. Pipelife produce desde hace tiempo un excelente tubo multicapa de núcleo espumado para uso en redes sanitarias y de saneamiento, por lo que conoce bien la tecnología de coextrusión. Este hecho permite que la gama de productos Aquasilent goce de una gran calidad técnica, materializada en la lisura interna de las tuberías y la fuerte adherencia entre las capas que las componen.

No obstante cada producto tiene sus particularidades y la nueva gama ha supuesto una investigación importante en cuanto a materia prima se refiere. Los materiales que conforman el núcleo insonorizante y los accesorios son dos innovaciones desarrolladas en exclusiva para la gama Aquasilent. Están basados en PVC rígido convencional pero incorporan cargas minerales especiales desarrolladas buscando la mayor eficacia insonorizante para la gama Aquasilent. Ambos materiales han sido sometidos a múltiples pruebas, tanto estructurales como funcionales y estéticas, hasta llegar al convencimiento de poder ofrecer al cliente un producto de la mejor calidad.



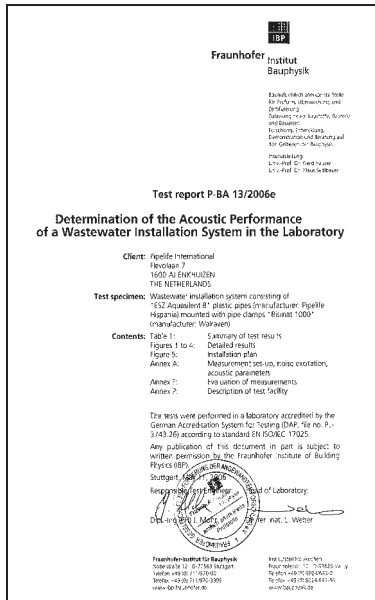
Listado de componentes

- Para evacuación de aguas residuales y pluviales, tanto a bajas como a elevadas temperaturas según usos dados por UNE - EN 12056
- Unión por junta elástica, estanca según EN 1277
- Color exterior gris, RAL 7037
- Diámetros Nominales y longitudes según normas UNE EN 1329 y UNE EN 1453
- Área de aplicación B y BD


Elemento	L	DN110	DN125	DN160	Elemento	DN110	DN125	DN160
	1 m	X	X	X		X	X	X
	3 m	X	X	X				
Elemento	α°	DN110	DN125	DN160				
	15°	X	-	-		X	X	X
	30°	X	-	X				
	45°	X	X	X				
	87.5°	X	X	X				
	45°	X	X	X		X	-	-
	87,5°	X	X	X				
	45°	X	-	-		X	X	X
	87,5°	X	-	-		X	X	X
Elemento	DN110	DN125	DN160	 <td></td> <td></td> <td></td>				
	-	125/110	160/110 160/125		X	X	X	
	110/40 110/50	125/40 125/50	-		X	-	-	
	-/40-40 -/50-40 -/50-40	-/40-40 -/50-40 -/50-50	-			X	X	X
						X		

Certificados

Los certificados obtenidos por los distintos productos de la gama Aquasilent garantizan su correcto funcionamiento en las condiciones de uso para las que han sido diseñados.



DATOS TÉCNICOS

Material	
Capa externa	PVC convencional
Capa intermedia o núcleo	PVC mineralizado con efecto insonorizante
Capa interna	PVC de baja rugosidad superficial
Color	
Capas interna y externa	Gris Sanitario (RAL 7037)
Capa intermedia o núcleo	Color natural del PVC mineralizado
Identificación de la gama	
	Identificación del fabricante:  - AQUASILENT Identificación de producto: PVC - DN x espesor nominal Datos de producción: Fecha, hora y línea de producción. Identificación de la gama: SISTEMA INSONORIZADO
Dimensiones de la gama	
Longitudes de los tubos	1 m / 3 m
Diámetros Nominales	DN 110 / DN 125 / DN 160
Conexiones	Mediante copa con junta labiada instalada en fábrica
Características especiales	
	Autoextinguible Fácil de recortar, achaflanar... No se produce oxidación ni incrustaciones Marcado especial para facilitar el montaje Reciclable



AQUA *SILENT*

Propiedades mecánicas

Resistencia al agua caliente	Admite descargas alternativas hasta 95 °C Según norma UNE - EN 1055
Resistencia a la abrasión	Según norma DIN 53754
Características físicas	
Módulo elástico	3600 MPa
Resistencia a tracción	36 MPa
Resistencia al impacto rígido	31,0 Nm
Punto Vicat	81,5 °C
Coefficiente de dilatación lineal	$0,8 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Resistencia química

En la siguiente tabla se expone el comportamiento de la gama de tuberías Aquasilent a distintas sustancias químicas con diferentes grados de concentración (la celda marcada con el símbolo %). Éste se ha clasificado en las siguientes categorías:

S: Respuesta **satisfactoria** al compuesto con determinada concentración y a la temperatura indicada.

L: Respuesta **limitada** al compuesto con determinada concentración y a la temperatura indicada.

NS: Respuesta **no satisfactoria** al compuesto con determinada concentración y a la temperatura indicada.

PRODUCTO	%	Temperatura	
		20 °C	60 °C
ACEITES Y GRASAS	-	S	S
ACETONA	100%	NS	NS
ACIDO ACETICO	GLACIAL	NS	NS
ACIDO ACETICO	25%	S	L
ACIDO ACETICO	60%	S	L
ACIDO BROMICO	10%	S	-
ACIDO CITRICO	SOL. SAT.	S	S
ACIDO CROMICO	1% - 50%	S	L
ACIDO LACTICO	10%	S	L
ACIDO MALEICO	SOL. SAT.	S	L
ACIDO NITRICO	≤ 45%	S	L
ACIDO NITRICO	50% - 98%	NS	NS
ACIDO ORTOFOSFORICO	30%	S	L

PRODUCTO	%	Temperatura	
		20 °C	60 °C
ACIDO ORTOFOSFORICO	> 30%	S	S
ACIDO SULFURICO	40% - 90%	S	L
ACIDO SULFURICO	96%	L	NS
ACIDO SULFUROSO	SOL.	S	S
AGUA DE MAR	-	S	L
AMONIACO (GAS SECO)	100%	S	S
AMONIACO ACUOSO	SOL. DIL.	S	L
AZUCAR (SOL. ACUOSA)	SOL. SAT.	S	S
BENCENO	100%	NS	NS
BROMURO DE POTASIO	SOL. SAT.	S	S
BUTADIENO	100%	S	S
BUTANO (GAS)	100%	S	-

PRODUCTO	%	Temperatura	
		20 °C	60 °C
CERVEZA	-	S	S
CICLOEXANOL	100%	NS	NS
CICLOEXANONA	100%	NS	NS
CLORURO ACUOSO	SOL. SAT.	L	NS
CLORO GAS SECO	100%	L	NS
CLORURO AMONIACO	SOL. SAT.	S	S
CLORURO DE CALCIO	SOL. SAT.	S	S
CLORURO DE ZINC	SOL. SAT.	S	S
CLORURO DE COBRE	SOL. SAT.	S	S
CLORURO DE ESTAÑO	SOL. SAT.	S	S
CLORURO DE FOSFORO	100%	NS	-
CLORURO DE HIERRO	SOL. SAT.	S	S
CLORURO DE MAGNESIO	SOL. SAT.	S	S
CLORURO DE POTASIO	SOL. SAT.	S	S
CLORURO DE SODIO	SOL. SAT.	S	S
DICLOROETANO	100%	NS	NS
DICLOROMETANO	100%	NS	NS
DIOXIDO AZUFRE (LIQ.)	100%	L	NS
DIOXIDO AZUFRE (SECO)	100%	S	S
DIOXIDO DE CARBONO (GAS HUMEDO)	-	S	S
DIOXIDO DE CARBONO (GAS SECO)	100%	S	S
DIOXIDO DE CARBONO (SOLUCIÓN ACUOSA)	SOL. SAT.	S	L
ETANOL	95%	S	L
FENOL	90%	NS	NS
GASOLINA	-	S	S
GLICERINA	100%	S	S
GLUCOSA	SOL. SAT.	S	L
HIDROGENO	100%	S	S
HIDROXIDO DE POTASIO	SOL.	S	S
HIDROXIDO DE SODIO	SOL.	S	S
HIPOCLORITO SODICO	100%	S	L

PRODUCTO	%	Temperatura	
		20 °C	60 °C
JABON	SOL.	S	L
LECHE	-	S	S
MELAZAS	SOL TRAB	S	L
METANOL	100%	S	L
METACRILATO (METILO)	100%	NS	NS
NITRATO AMONICO	SOL. SAT.	S	S
NITRATO DE CALCIO	50%	S	S
NITRATO DE PLATA	SOL. SAT.	S	L
NITRATO DE POTASIO	SOL. SAT.	S	S
ORINA	-	S	L
OXIGENO	100%	S	S
OZONO	1000%	S	S
PERMANGANATO DE POTASIO	20%	S	S
PEROXIDO HIDROGENO	30%	S	S
PETROLEO	80/20%	NS	NS
PROPANO (GAS LIQUID.)	100%	S	-
REVELADORES (FOTO)	SOL TRAB	S	S
SULFATO AMONICO	SOL. SAT.	S	S
SULFATO DE COBRE	SOL. SAT.	S	S
SULFURO HIDROGENO	100%	S	S
TETRACLORURO DE CARBONO	100%	NS	NS
TOLUENO	100%	NS	NS
TRICLOROETILENO	100%	NS	NS
UREA	10%	S	L
VINO	-	S	S
VINAGRE (AC. ACETICO)	80 gr/l	S	S

DIMENSIONADO DE INSTALACIONES

El dimensionado de las conducciones de evacuación de aguas se calcula según la norma UNE - EN 12056, que trata la canalización de aguas residuales y pluviales en edificios, y la norma UNE - EN 752, sobre las pautas de diseño y cálculo de colectores. No obstante, el cumplimiento de estas normas no exime del cumplimiento del Código Técnico de la Edificación (CTE), por ser el texto legal cuya aplicación es impositiva en España. Por este motivo se dan referencias de los requisitos especificados en el CTE que debe cumplir cualquier proyecto.

CÁLCULO DE EVACUACIONES DE AGUAS NEGRAS Y GRISES

De manera distinta al tradicional sistema de cálculo por unidades de descarga, la norma europea 12056 especifica un sistema de cálculo más racional y moderno, e incluso más fácil de codificar en hojas de cálculo o bases de datos. Cuenta además con la ventaja de ser totalmente compatible con el sistema de cálculo de colectores normalizado en UNE - EN 752, lo que permite eliminar la necesidad de ilegibles gráficos de conversión de unidades de descarga en metros cuadrados de cubierta, así como el uso de tablas en exceso recargadas. Mediante el presente documento PIPELIFE apuesta por una renovación hacia la modernidad y la integración europea, incluyendo en su servicio de atención al cliente respuestas sobre estas normativas comunitarias.

Generalidades

Actualmente existen múltiples sistemas de evacuación de aguas residuales, desarrollados por la utilización de diferentes tipos y usos de aparatos sanitarios y diversas tradiciones técnicas. Sin embargo todos ellos se pueden dividir en cuatro grandes grupos, con múltiples puntos en común pese a las variaciones existentes:

Sis. I Sistema con bajante única y ramales de tuberías de descarga parcialmente llenos.

Los aparatos sanitarios descargan a ramales de tuberías con un nivel de llenado del 50% que descargan en una bajante única.

Sis. II Sistema con bajante única y ramales de tuberías de descarga de pequeño diámetro.

Los aparatos sanitarios descargan a ramales de tuberías con un nivel de llenado del 70% que descargan en una bajante única.

Sis. III Sistema con bajante única y ramales de tuberías de descarga totalmente llenos.

Los aparatos sanitarios descargan a ramales de tuberías con un nivel de llenado del 100% que descargan en una bajante única.

Sis. IV Sistema con bajantes separadas.

Los anteriores sistemas de desagüe pueden disponer de dos bajantes de descarga, una de aguas negras para dar servicio a inodoros y urinarios y otra de aguas grises para las demás aplicaciones.

Configuraciones

Actualmente pueden encontrarse muy diversos diseños de instalaciones desagüe, pero siempre es necesario controlar la presión en las canalizaciones para impedir que un posible sifonamiento de los cierres hidráulicos permita a los gases mefíticos producidos en las evacuaciones penetrar en los edificios. Para evitar que esto suceda se disponen sistemas de ventilación formando configuraciones que se pueden dividir en los siguientes grupos:

Configuraciones de sistema con ventilación primaria.

Consistente en la prolongación de la bajante por encima de la última planta hasta la cubierta de forma que quede en contacto con la atmósfera exterior y por encima de los locales habitados.

Configuraciones de sistema con ventilación secundaria.

Consistente en una bajante de ventilación separada de la principal, a la que sigue en paralelo y se conecta, que tiene como misión evitar el exceso de presión en la base de la bajante permitiendo la salida del aire comprimido en ésta.

Configuraciones con ramales de descarga sin ventilación.

El control de la presión en el ramal de descarga se consigue mediante la entrada de aire en la bajante.

Configuraciones con ramales de descarga ventilados.

El control de la presión en el ramal de descarga se consigue mediante la ventilación de dicho ramal. También llamada **ventilación terciaria** su misión es proteger los cierres hidráulicos contra el sifonamiento y el autosifonamiento en ramales de cierta longitud.

En cualquiera de los casos anteriores la ventilación puede realizarse mediante ramales de la tubería de ventilación o mediante válvulas de aireación, lo que permite una mayor economía de espacio y material.

Cálculo del caudal de descarga

La norma UNE - EN 12056 no especifica un método de cálculo concreto para las dimensiones de las bajantes residuales, sino que relaciona los diámetros de las mismas con sus capacidades de descarga y el tipo de acoplamiento de los componentes de las conducciones. Para demostrar que Aquasilent cumple con los requisitos dimensionales que permiten aplicar la norma arriba citada para el cálculo y dimensionado de las bajantes baste la siguiente tabla:

	DN	d _i	d _i (min.)	DN	
DIÁMETROS DE LA GAMA AQUASILENT	110	99,4	96	100	DIÁMETROS SEGÚN LA NORMA UNE-EN 12056
	125	113,8	113	125	
	160	147,4	146	150	

Para el cálculo de los caudales a evacuar se utilizan las Unidades de Descarga, que no son sino caudales característicos de los diversos aparatos sanitarios que dependen del sistema de evacuación empleado. A continuación se dan las Unidades de Descarga de los aparatos sanitarios más comunes:

APARATO SANITARIO		Unidades de Descarga (UD) en litros por segundo			
		Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
Lavabo		0,5	0,3	0,3	0,3
Bidé		0,5	0,3	0,3	0,3
Ducha	Sin tapón	0,6	0,4	0,4	0,4
	Con tapón	0,8	0,5	1,3	0,5
Bañera (con o sin ducha)		0,8	0,6	1,3	0,5
Urinario	Con cisterna	0,8	0,5	0,4	0,5
	Con válvula de descarga	0,5	0,3	0,2	0,3
	De placa *	0,2	0,2	0,2	0,2
Inodoro	Cisterna de 4,0 litros	**	1,8	**	**
	Cisterna de 6,0 litros ***	2,0	1,8	1,5	2,0
	Cisterna de 7,5 litros ***	2,0	1,8	1,6	2,0
	Cisterna de 9,0 litros ***	2,5	2,0	1,8	2,5
	Con fluxómetro	4,0	3,5	3,0	4,0
Fregadero de cocina		0,8	0,6	1,3	0,5
Lavavajillas doméstico		0,8	0,6	0,2	0,5
Lavadora	Hasta 6 kg	0,8	0,6	0,6	0,5
	Hasta 12 kg	1,5	1,2	1,2	1,0
Lavadero		0,8	0,6	1,0	0,5
Vertedero		3,0	3,0	2,5	3,0
Fuente para beber *		0,1	0,1	0,1	0,1
Sumidero	De suelo. DN 50	0,8	0,9	-	0,6
	De suelo. DN 70	1,5	0,9	-	1,0
	De suelo. DN 100	2,0	1,2	-	1,3
* : Por persona ** : No permitido *** : Los valores del Sistema III son medias. Margen de $\pm 0,2$ l/s - : No usado o no se dispone de datos					
Las descargas de los aparatos sanitarios industriales, como por ejemplo cocinas industriales, deben ser determinadas de forma individual mediante ensayo.					

El caudal estimado de aguas residuales de un sistema de desagüe o de una parte del mismo al que solamente están conectados aparatos sanitarios se calcula mediante la expresión:

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum UD}$$

Donde: Q_{ww} es el caudal de aguas residuales, en l/s;
 K es el coeficiente de frecuencia de uso apropiado para cada caso;
 $\sum UD$ es la suma de las Unidades de Descarga en la tubería.

Los coeficientes de frecuencia de uso normalizados aparecen relacionados en la siguiente tabla.

Uso de los aparatos sanitarios	K
Uso irregular: Viviendas, pensiones, oficinas...	0,5
Uso frecuente: Hospitales, hoteles, restaurantes...	0,7
Uso intensivo: Servicio y/o duchas públicas...	1,0
Uso especial: Laboratorios, industria...	1,2

Una vez calculado el caudal de aguas residuales se procede a la obtención del caudal total que circula por las conducciones mediante la expresión:

$$Q_{\text{Tot}} = Q_{\text{ww}} + Q_{\text{c}} + Q_{\text{p}}$$

Donde: Q_{Tot} es el caudal total, en l/s;
 Q_{ww} es el caudal de aguas residuales, en l/s;
 Q_{c} es el caudal continuo, en l/s, vertido en la conducción (Ej. aires acondicionados);
 Q_{p} es el caudal de aguas residuales bombeado para vencer diferencias de cota entre instalaciones en edificios y la red pública, en l/s.

La capacidad hidráulica de las evacuaciones Q_{max} ha de ser, al menos, la mayor de entre el caudal total calculado o del caudal del aparato sanitario con la mayor unidad de descarga.

Diseño de bajantes de descarga

El CTE obliga a que el diseño de la bajante se realice para un nivel de llenado de 1/3, es decir, sólo la tercera parte del área interna de la tubería debe estar ocupada por el agua. En la siguiente tabla figuran las dimensiones y limitaciones de aplicación de las bajantes en función de la ventilación del sistema y del tipo de acoplamiento de las derivaciones.

BAJANTE Y VENTILACIÓN PRINCIPAL	VENTILACIÓN SECUNDARIA	CAPACIDAD HIDRÁULICA DE BAJANTE SIN VENTILACIÓN SECUNDARIA (l/s)		CAPACIDAD HIDRÁULICA DE BAJANTE SIN VENTILACIÓN SECUNDARIA (l/s)	
		Acoplamientos a escuadra ¹	Acoplamientos en flecha ²	Acoplamientos a escuadra ¹	Acoplamientos en flecha ²
DN	DN**				
110*	50	4,0	5,2	5,6	7,3
125	70	5,8	7,6	7,6	10,0
160	80	9,5	12,4	12,4	18,3

*: Diámetro mínimo cuando se conectan inodoros.

** : Diámetro mínimo de la columna de ventilación.

1: Realizados formando un ángulo > 45°.

2: Realizados formando un ángulo ≤ 45°.

CÁLCULO DE EVACUACIONES DE AGUAS PLUVIALES

El método de cálculo de evacuaciones de aguas pluviales especificado por la UNE - EN 12056 relaciona mediante varias fórmulas los diámetros de las conducciones con las capacidades de evacuación parciales del sistema. La misma norma define además el procedimiento y condiciones de ensayo para la medición de la capacidad de las salidas de desagüe de los canalones. Debe indicarse que en el presente documento no se hace referencia a dicho ensayo y los métodos de cálculo aparecen notablemente resumidos.

Cálculo del caudal de descarga

La evacuación de aguas pluviales en las cubiertas y tejados se realiza mediante canalones y sumideros conectados a una bajante que no debe recoger aguas residuales, con una capacidad de evacuación de agua de lluvias calculado según la expresión siguiente:

$$Q_{RWP} = r \cdot A \cdot C$$

Donde: Q_{RWP} es el caudal de aguas pluviales en litros por segundo (l/s);
 r es la intensidad pluviométrica media en litros por segundo y metro cuadrado (l/s·m²);
 A es el área efectiva de cubierta en metros cuadrados (m²);
 C es un coeficiente de retardo, llamado de escorrentía, que es adimensional.

Intensidad pluviométrica r

El valor de la intensidad pluviométrica media utilizada en la fórmula anterior debe proceder de datos estadísticos fiables en cuanto a frecuencia, duración e intensidad de las precipitaciones se refiere. Esta información puede obtenerse en el Instituto Nacional de Meteorología, contactando con la siguiente sección.

Unidad de Información Meteorológica

c/ Leonardo Prieto Castro 8

28040 Madrid

Tfno.:915819702

Fax:915819811

Web:www.inm.es

En caso de no disponer de la información precisa para el correcto cálculo de las evacuaciones de aguas pluviales puede utilizarse el procedimiento dado por la norma UNE - EN 12056-3. Se seleccionará una **intensidad pluviométrica** mínima de entre las que figuran en la primera tabla de la página siguiente, de tal forma que sea adecuada a la climatología del lugar. Por tratarse de un método inexacto, debe multiplicarse la intensidad pluviométrica final obtenida por un *coeficiente de riesgo*, C_R , de entre los que figuran en la segunda tabla de dicha página antes de utilizarla en la fórmula del caudal.

Intensidad Pluviométrica l/s•m ²	C _R	SITUACIONES POSIBLES	C _R	
0,010	1,0	Canalones de tejado	Canalones interiores y localizaciones en las que exista riesgo de inundación por desbordamiento de los mismos	
0,015				
0,020				
0,025				
0,030				
0,040				
0,050				
0,060	1,5	Canalones de tejado en los que el desbordamiento cause molestias, por ejemplo, entradas a edificios públicos	Canalones interiores en edificios en los que se necesita especial seguridad, como hospitales, centrales eléctricas...	3,0

Área efectiva de cubierta A

La superficie efectiva de las cubiertas se calcula de forma diferente en función de la necesidad existente en tener en cuenta los efectos del viento. Normalmente no se consideran pero puede resultar obligatorio según las legislaciones locales. La siguiente tabla resume las fórmulas aplicables para todos los casos posibles.

Influencia del viento	Área efectiva de cubierta
Sin tener en cuenta el viento	$A = L_R \cdot B_R$
Lluvia inclinada 26° respecto a horizontal	$A = L_R \cdot \left(B_R + \frac{H_R}{2} \right)$
Lluvia perpendicular al tejado	$A = L_R \cdot T_R$
<p>A es el área impermeable del tejado, en m². L_R longitud del tejado, en m. B_R anchura del tejado desde el canalón al caballete, en m. H_R altura del tejado desde el canalón al caballete, en m. T_R distancia desde el canalón al caballete medida paralelamente a la superficie del tejado.</p>	
<p>Nota importante: Si ha de tenerse en cuenta el efecto del viento en los cálculos pluviométricos se deberá sumar a la superficie efectiva del tejado el 50% de las áreas de aquellos muros que puedan escurrir agua precipitada hacia la cubierta que deseamos evacuar.</p>	

Coeficientes de retardo o escorrentía C

Representa la diferencia entre la lluvia total y la lluvia que alcanza la red de alcantarillado. Su valor es la unidad cuando no se prevé que el material de la zona a evacuar el agua pueda absorber nada en absoluto de la precipitada, o cuando se desconoce dicho material. También puede ser considerado su valor la unidad cuando se desea ser especialmente conservador. En la siguiente tabla se relacionan algunos coeficientes de escorrentía.

Tipo de superficie	Coeficiente
Superficies pavimentadas	
Hormigón o asfalto	0,85 - 0,95
Adoquinado	0,70 - 0,80
Macadam Ordinario	0,30 - 0,60
Gravas	0,15 - 0,30
Superficies sin pavimentar	
	0,10 - 0,25
Superficies diversas	
Zona industrial	0,50 - 0,85
Zona residencial aislada de la ciudad	0,35 - 0,55
Zona rural	0,10 - 0,25
Zona deportiva	0,20 - 0,50
Zona de parques y jardines	0,15 - 0,40
Cubiertas de edificios	
	0,75 - 0,95
Terrenos	
Pradera densa en terreno granular	0,05 - 0,35
Vegetación tipo medio en terreno granular	0,10 - 0,50
Pradera vegetal densa arcillosa	0,15 - 0,50
Vegetación tipo medio en terreno arcilloso	0,30 - 0,75

Al recoger agua en cubiertas compuestas de diferentes materiales el coeficiente de escorrentía medio de las mismas será la media ponderada de las escorrentías de las superficies parciales que las componen, respondiendo a la expresión siguiente:

$$c_m = \frac{\sum (c_i \times S_i)}{\sum S_i}$$

Donde: c_i es el coeficiente de escorrentía correspondiente a la superficie S_i
 S_i es la superficie parcial considerada.

Diseño hidráulico de canalones

Antes de exponer el método de cálculo de la capacidad de evacuación de los canalones es notablemente útil clasificarlos en base a su pendiente y su posición en la construcción, puesto que existen diferencias entre las fórmulas que dependen directamente de tales parámetros.

CLASIFICACIÓN SEGÚN PENDIENTE	CLASIFICACIÓN SEGÚN POSICIÓN
<p>I. Nivelados. Sin pendiente alguna, completamente paralelos a la separación entre fachada y tejado.</p> <p>II. En pendiente. Por causa la cual un canalón no podrá quedar por debajo del nivel del tejado.</p> <p>III. Nominalmente nivelados. Aquellos canalones con pendiente de hasta 3 mm/m. Para realizar cálculos se consideran nivelados.</p>	<p>I. Canalones de tejado. En los que puede considerarse llena la sección entera del canalón.</p> <p>II. Canalones de interior (o de alero). En los que debe existir un borde libre mínimo para que no rebose el agua y que tendrá una altura función de la del canalón.</p>

Un canalón puede considerarse **hidráulicamente corto** si cumple que su **longitud** (L) no es mayor de 50 veces su **altura de cálculo** (W), $L \leq 50 \cdot W$. Si no lo es se debe tener en cuenta un factor de corrección, F_L , que multiplica la ecuación de la capacidad del canalón y cuyo valor depende directamente de la pendiente.

Coefficientes de capacidad, F_L

$\frac{L}{W}$	Pendiente				
	0 a 3 mm/m	4 mm/m	6 mm/m	8 mm/m	10 mm/m
≤ 50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
75	0,97	1,02	1,02	1,07	1,09
100	0,93	1,03	1,08	1,13	1,18
125	0,90	1,05	1,12	1,20	1,27
150	0,86	1,07	1,17	1,27	1,37
175	0,83	1,08	1,21	1,33	1,46
200	0,80	1,10	1,25	1,40	1,55
225	0,78	1,10	1,25	1,40	1,55
250	0,77	1,10	1,25	1,40	1,55
275	0,75	1,10	1,25	1,40	1,55
300	0,73	1,10	1,25	1,40	1,55
325	0,72	1,10	1,25	1,40	1,55
350	0,70	1,10	1,25	1,40	1,55
375	0,68	1,10	1,25	1,40	1,55
400	0,67	1,10	1,25	1,40	1,55
425	0,65	1,10	1,25	1,40	1,55
450	0,63	1,10	1,25	1,40	1,55
475	0,62	1,10	1,25	1,40	1,55
500	0,60	1,10	1,25	1,40	1,55

Estos coeficientes de capacidad para canales inclinados son aplicables únicamente si cada sección de canalón en un tramo continuo tiene una pendiente regular en dirección a la salida de desagüe. Para los canales que tengan sección semicircular o similar instalados con salidas que garanticen la descarga libre, su capacidad de evacuación se calcula mediante la fórmula:

$$Q_L = 0,9 \cdot Q_N$$

Donde: Q_L es la capacidad de diseño de un canalón hidráulicamente corto y nivelado, en l/s. En caso de no ser así este valor será multiplicado por el factor F_L , descrito con anterioridad.

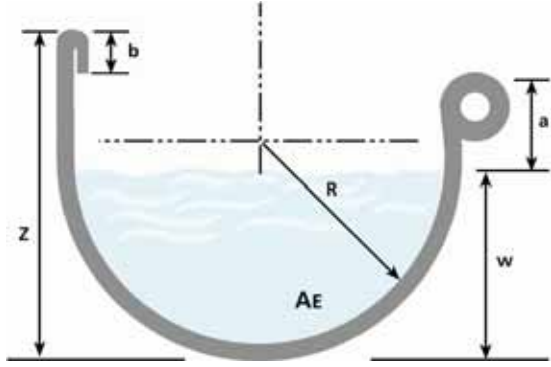
0,9 es un coeficiente de seguridad, sin dimensiones.

Q_N es la capacidad nominal del canalón, en l/s. Se calcula mediante la expresión:

$$Q_N = 2,78 \cdot 10^{-5} \cdot A_E^{1,25}, \text{ siendo } A_E \text{ el área llena de agua de la sección transversal del canalón, en mm}^2, \text{ calculada como sección circular.}$$

Cuando el recorrido del canalón tenga uno o más ángulos mayores de 10° en su longitud la capacidad de evacuación del mismo, Q_L , debe multiplicarse por un coeficiente de reducción de 0,85.

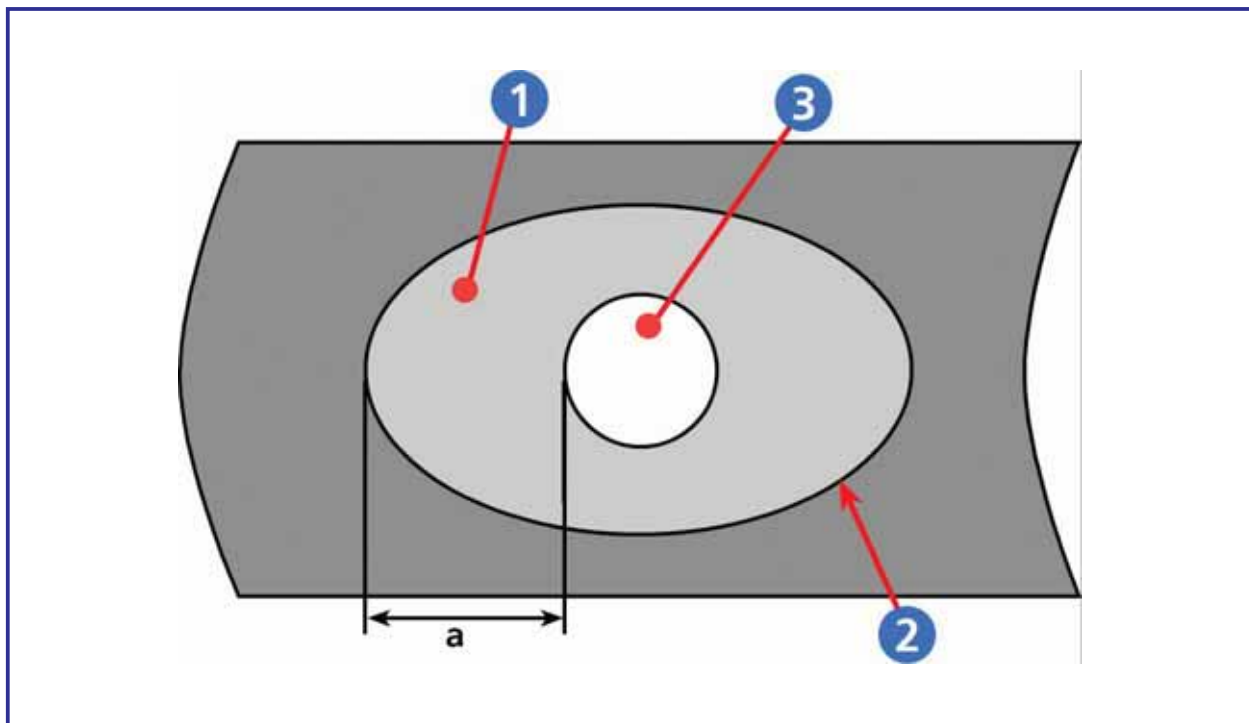
Con objeto de clarificar las diversas explicaciones realizadas hasta el momento se incluye el siguiente cuadro con las dimensiones características de los **canalones de forma semicircular** o similar.

DIMENSIONES CARACTERÍSTICAS DE LOS CANALONES	
<ul style="list-style-type: none"> I. Radio (R) II. Altura total del canalón (Z) III. Altura de cálculo (W) IV. Borde libre (a) V. Prolongación lateral (b) VI. Sección llena del canalón (A_E) 	
Valores de la altura de cálculo	
Canalones de interior	$W = Z - a$
Canalones de tejado	$W = Z \Rightarrow a = 0$
Relación entre altura del canalón y borde libre mínimo en canalones de interior	
Z, en mm	a, en mm
Menor de 85	25
De 85 a 250	$0,3 \cdot Z$
Mayor de 250	75

Salidas de desagüe del canalón

Para canalones que no tienen fondo plano, la experiencia demuestra que la salida puede considerarse apropiada para la capacidad del canalón nominalmente nivelado cuando cumple los siguientes requisitos:

- I. La abertura en el fondo del canalón es plana, y aproximadamente de área doble de la sección de la tubería de desagüe más pequeña capaz de asumir el flujo de evacuación.
- II. Existe una transición suave hacia la bajante de aguas pluviales, cuyo diámetro mínimo se calcula según el procedimiento dado más adelante.



Cuando una salida de desagüe de un canalón de fondo no plano esté equipada con un filtro de rejilla la capacidad de los canalones debe ser multiplicada por un coeficiente de 0,5. Entonces resultará:

- I. Para canalones hidráulicamente cortos: $Q_L = 0,45 \cdot Q_N$
- II. Para canalones no hidráulicamente cortos: $Q_L = 0,45 \cdot F_L \cdot Q_N$

Salidas de desagüe de techados planos.

Cualquier salida de desagüe, ya sea por rebosamiento o por caída libre, colocada en techados planos debe ser diseñada de manera que la altura de agua acumulada durante su funcionamiento no exceda la resistencia de la cubierta ni la atraviese, por ejemplo, por las juntas.

Diseño de bajantes de descarga

Las bajantes de sección circular de desagüe de precipitaciones se dimensionan en función del porcentaje de su sección que ocupa el agua. El CTE especifica que el máximo llenado de tubería debe ser de 0,33, es decir, de una tercera parte de su sección, pero puede ser menor, como puede observarse en la siguiente tabla.

Capacidad de evacuación de aguas pluviales según norma UNE - EN 12056

Diámetro Nominal	Capacidad de desagüe Q_{RWP} para las tuberías Aquasilent		Diámetro interior
	Factor de llenado mínimo $f = 0,20$	Factor de llenado máximo $f = 0,33$	
110	4,57 l/s	10,55 l/s	99,4
125	6,56 l/s	15,14 l/s	113,8
160	13,07 l/s	30,18 l/s	147,4

Valores entre los que se comprende la capacidad de desagüe, cuya gráfica reproducimos abajo, según la forma de Wyly - Eaton:

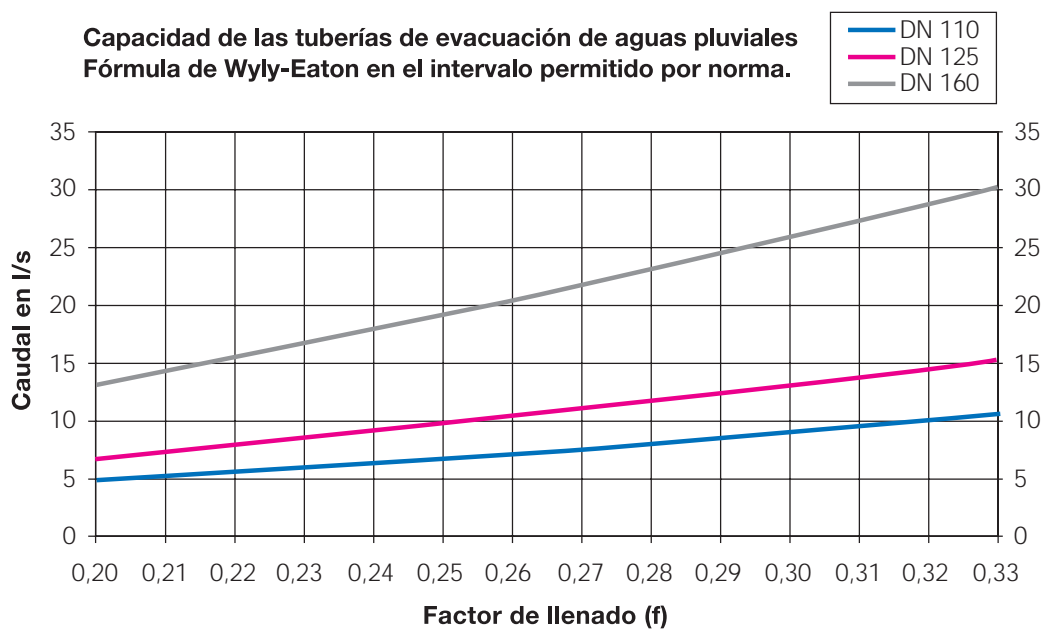
$$Q_{RWP} = 0,25 \cdot 10^{-3} \cdot k_b^{-0,167} \cdot d_i^{2,667} \cdot f^{1,667}; \quad \text{donde:}$$

Q_{RWP} es la capacidad de la tubería de desagüe, en l/s;

k_b es la rugosidad de la tubería, en mm (se asume 0,25 mm);

d_i es el diámetro interior de la tubería de desagüe, en mm;

f es el nivel de llenado, proporción de la sección transversal llena de agua, adimensional.



Conviene observar que la capacidad del sistema de evacuación de aguas pluviales depende normalmente de la de la salida de desagüe del canalón del tejado plano más que de la de la bajante de evacuación.

CÁLCULO DE COLECTORES Y ALBAÑALES

Una vez evacuadas de sus lugares de origen, tanto las aguas residuales como las pluviales deben ser canalizadas a la red de saneamiento general. Para ello deben utilizarse conducciones con un trazado sensiblemente horizontal denominadas colectores. En las edificaciones con niveles subterráneos no habitables, como garajes, pueden estar al aire y generar un ruido muy molesto, siendo entonces recomendable su insonorización.

El principal criterio en el diseño de los colectores debe ser su capacidad de autolimpieza, ya que la formación de depósitos permanentes de sólidos en las redes de desagüe incrementa significativamente el riesgo de inundaciones y de contaminación. Por este motivo el agua canalizada en su interior debe tener suficiente fuerza de arrastre para limitar la formación de tales depósitos, cosa que podemos conseguir, para los diámetros de la gama Aquasilent, mediante:

- I. La instalación de los colectores con una pendiente mínima de 10 mm/m, según el CTE.
- II. La obtención de al menos una vez al día de una velocidad de flujo en la instalación de 0,7 m/s.

Para asegurar la autolimpieza resulta necesario calcular adecuadamente los flujos teóricos en los colectores, que según la norma UNE - EN 752 se puede hacer mediante una de las siguientes ecuaciones:

I. Ecuación de Manning. Aplicable a todo tipo de conducciones.

$$v = K \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot J_E^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- K es el coeficiente de Manning, en $m^{1/3}/s$;
- R_h es el radio hidráulico de la conducción, en m;
- J_E es la pendiente hidráulica (equivalente a la pérdida de carga unitaria), en m/m.

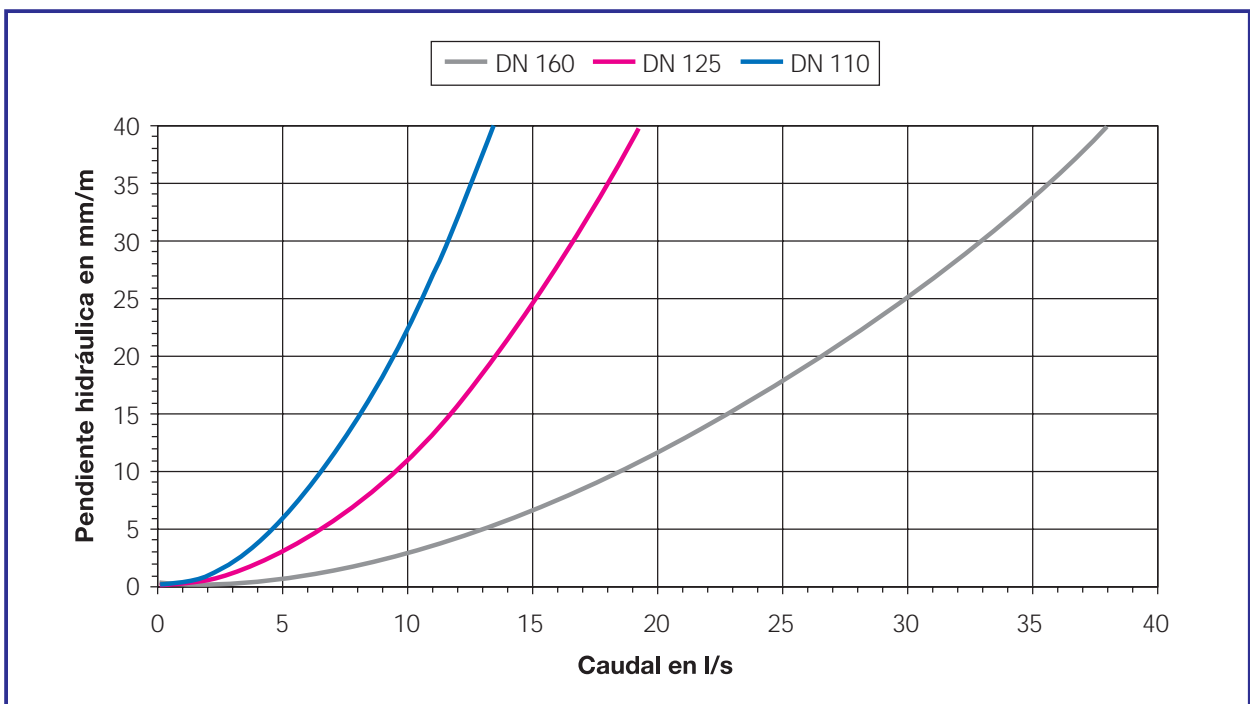
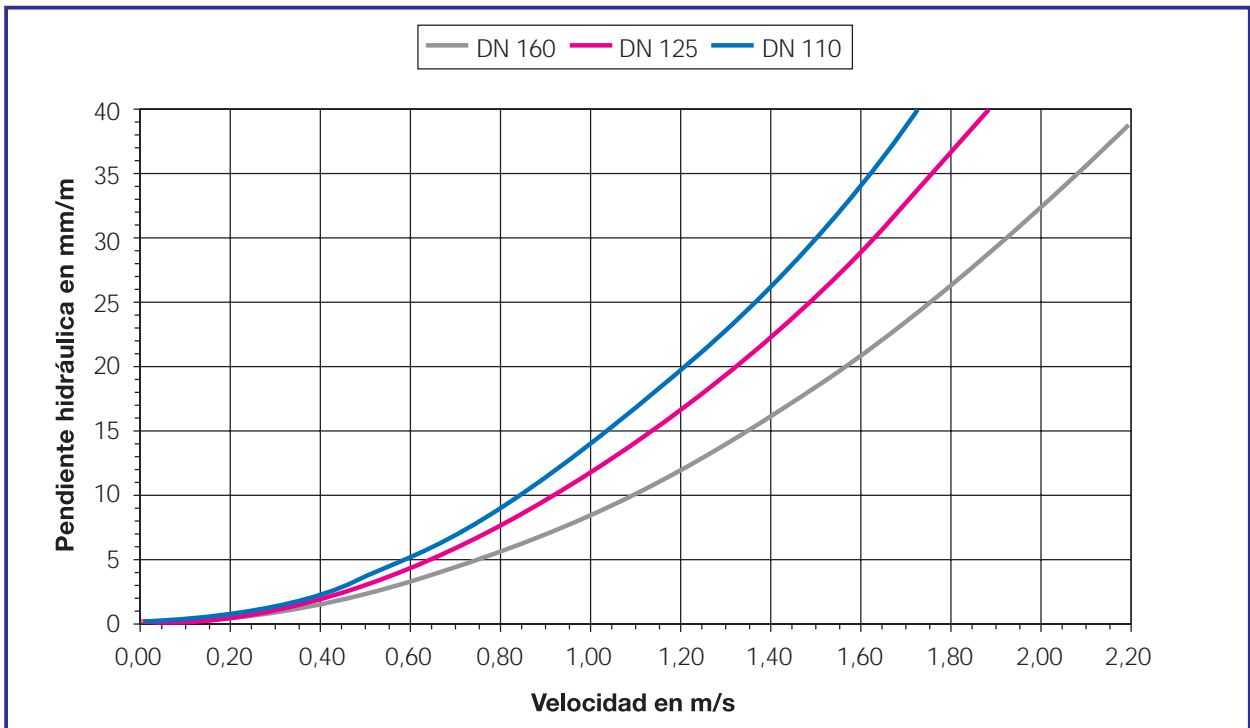
II. Ecuación de Colebrook - White. Aplicable a tuberías de sección circular y completamente llenas:

$$v = -2 \cdot \sqrt{2g \cdot D \cdot J_E \cdot \log_{10} \left(\frac{k}{3,71D} + \frac{2,51\nu}{D \sqrt{2g \cdot D \cdot J_E}} \right)}$$

Donde:

- v es la velocidad media en la sección transversal al flujo, en m/s;
- g es la aceleración de la gravedad, en m/s^2 ;
- D es el diámetro interno de la tubería, en m;
- J_E es la pendiente hidráulica (equivalente a la pérdida de carga unitaria), en m/m;
- k es la rugosidad de la tubería, en m;
- ν es la viscosidad cinemática del fluido, en m^2/s .

De estas dos ecuaciones la de Colebrook es la más moderna y adecuada para las instalaciones montadas con tuberías. Sin embargo su uso sin medios informáticos resulta engorroso y lento, motivo por el cual en muchos manuales se sigue recomendado la ecuación de Manning, que resulta una buena aproximación a los resultados reales. Para simplificar su uso, en las siguientes gráficas se encuentran representadas las soluciones de la ecuación de Colebrook para los diámetros de la gama Aquasilent. Éstas han sido elaboradas con los supuestos valores de $k = 0,25$ mm y de $\nu = 1,30 \cdot 10^{-6}$ m²/s, convencionalmente utilizados para el agua residual.



Ahora bien, como las conducciones de evacuación nunca deben funcionar a sección completamente llena, se introducen las ecuaciones de Thormann y Franke, que relacionan el flujo dado por la ecuación de Colebrook con el que recorrería una conducción parcialmente llena.

$$w = \frac{V_p}{V_{II}} = \left[\frac{2\beta - \text{sen}2\beta}{2(\beta + \gamma \text{sen}2\beta)} \right]^{0,625}$$

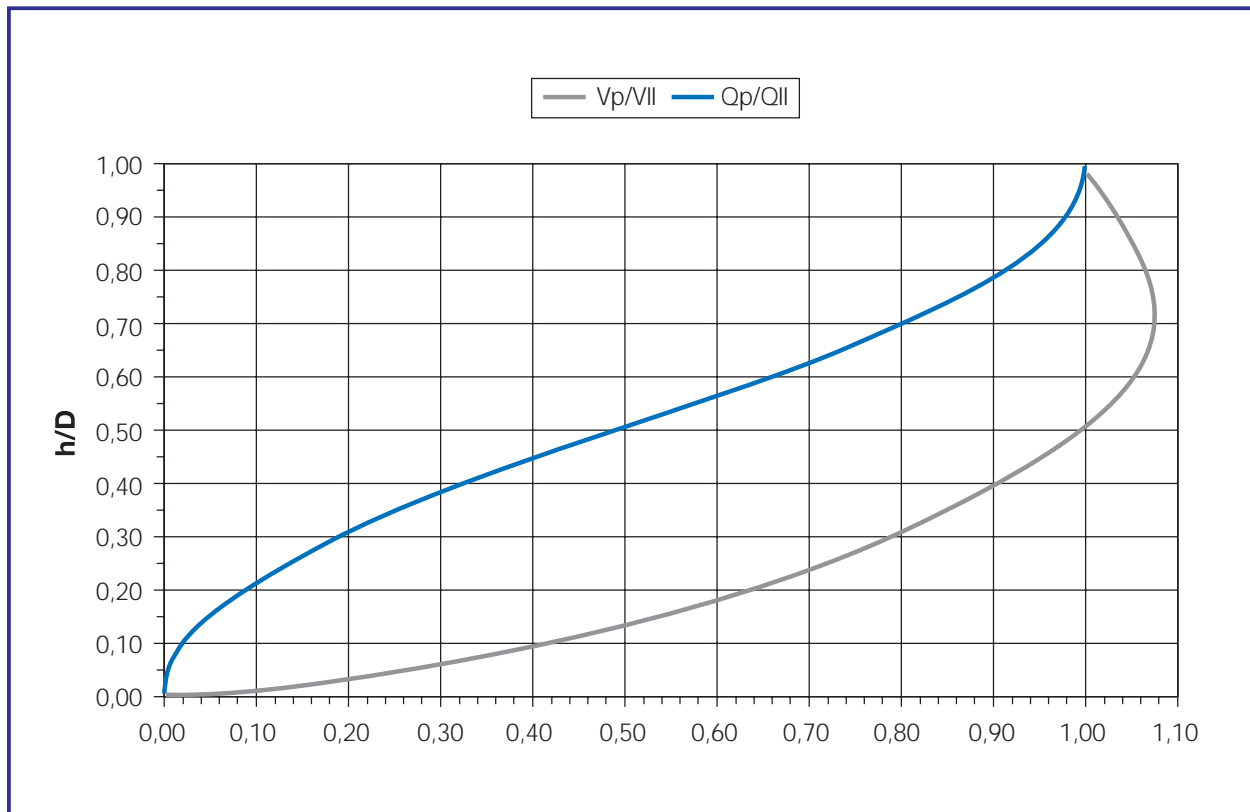
$$q = \frac{Q_p}{Q_{II}} = \frac{(2\beta - \text{sen}2\beta)^{1,625}}{9,69(\beta + \gamma \text{sen}2\beta)^{0,625}}$$

Donde:

- V_{II} es la velocidad a sección llena, convencionalmente en m/s;
- V_p es la velocidad a sección parcialmente llena, convencionalmente en m/s;
- Q_{II} es el caudal a sección llena, convencionalmente en l/s;
- Q_p es el caudal a sección parcialmente llena, convencionalmente en l/s;
- $\theta = 2\beta$ es el arco de la sección húmeda, en radianes;
- γ es el coeficiente adimensional de Thormann referido al rozamiento entre el líquido y el aire en el interior de la tubería. Toma los siguientes valores en función del nivel de llenado de la conducción:

$$\eta = \frac{h}{D} \leq 0,5 \Rightarrow \gamma = 0$$

$$\eta = \frac{h}{D} > 0,5 \Rightarrow \gamma = \frac{\eta - 0,5}{3} + \frac{20 \cdot (\eta - 0,5)^3}{3}$$



El caudal que deben evacuar los colectores será el dado por la expresión siguiente:

$$Q_{TOT} = Q_C + Q_i$$

Donde: Q_{TOT} es el caudal total, en l/s;
 Q_C es el caudal continuo, en l/s;
 Q_i es el caudal de aportación, en l/s, calculado según las aguas a evacuar sean:

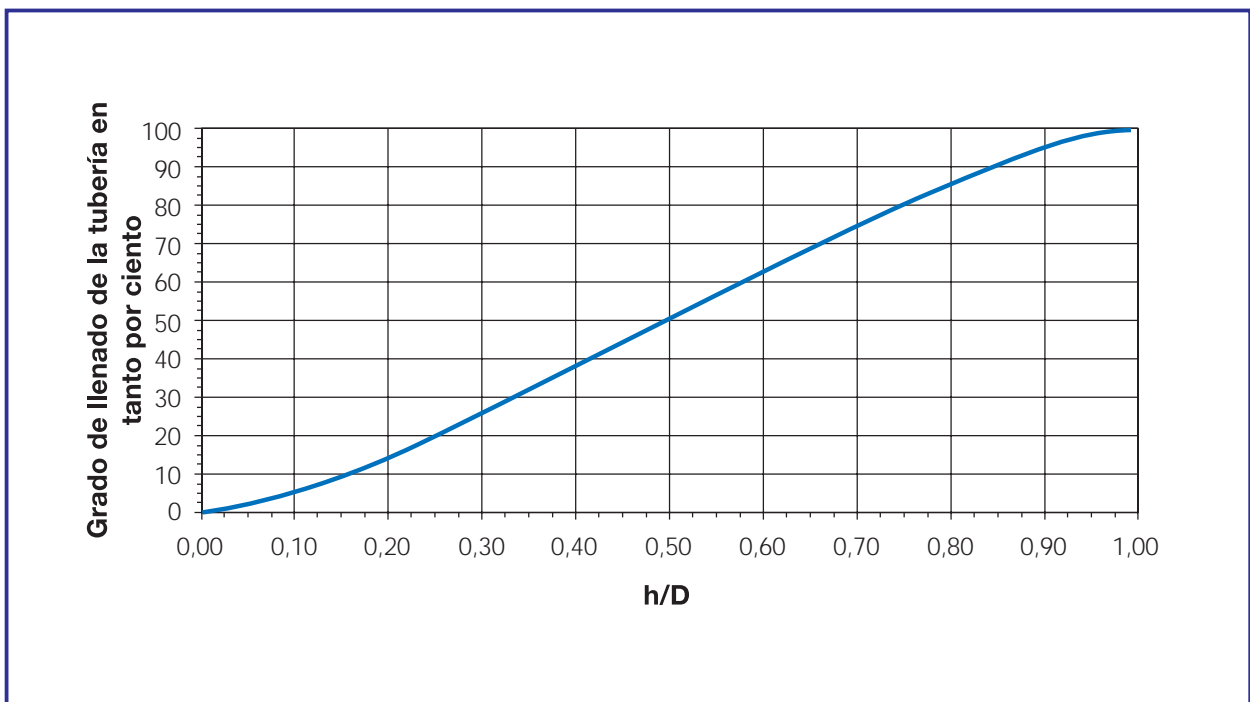
I. Residuales: $Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\sum UD}$

Donde: Q_{ww} es el caudal de aguas residuales, en l/s;
K es el coeficiente de frecuencia de uso;
 $\sum UD$ es la suma de las Unidades de Descarga.

II. Pluviales: $Q_{RWP} = r \cdot A \cdot C$

Donde: Q_{RWP} es el caudal de aguas pluviales, en l/s;
r es la intensidad pluviométrica media, en l/s·m²;
A es el área efectiva de cubierta, en m²;
C es el coeficiente de escorrentía, adimensional.

Si se precisa más información para el cálculo de los caudales afluentes al colector puede encontrarse en las diversas secciones de este manual dedicadas al cálculo de evacuaciones de aguas residuales o pluviales. Con los resultados obtenidos de las fórmulas se decidirá la pendiente del colector y su diámetro, de tal manera que se pueda garantizar la velocidad de autolimpieza al menos una vez al día. Para facilitar los cálculos se incluye la relación entre el porcentaje de llenado de la sección transversal y la relación h/d, utilizada en las ecuaciones de Thormann y Franke.



CÁLCULO DE SISTEMAS MIXTOS

Cuando se realicen instalaciones en las cuales se evacuen tanto aguas residuales como pluviales conjuntamente el caudal total a evacuar por el colector se calculará según la expresión:

$$Q_{TOT} = Q_C + Q_{WW} + Q_{RWP}$$

Donde:

- Q_{TOT} es el caudal total, en l/s;
- Q_C es el caudal continuo, en l/s;
- Q_{WW} es el caudal de aguas residuales, en l/s, calculado según la expresión arriba indicada.
- Q_{RWP} es el caudal de aguas pluviales, en l/s, calculado según la expresión arriba indicada.

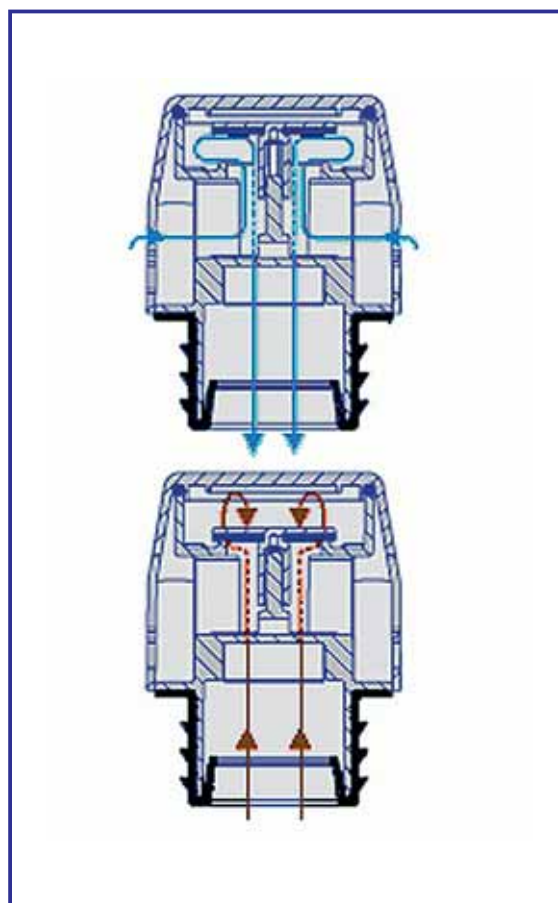
Deberán tenerse en cuenta en estos casos unos parámetros de diseño tales que, además de permitir el flujo del caudal total de cálculo, permitan también que se alcance diariamente la velocidad mínima de 0,7 m/s, es decir, tan sólo con el caudal calculado de aguas residuales. De otra forma no se puede garantizar la autolimpieza de las conducciones con la suficiente frecuencia y deberá optarse por un sistema de evacuación separativo.

CÁLCULO DE LAS VÁLVULAS DE AIREACIÓN

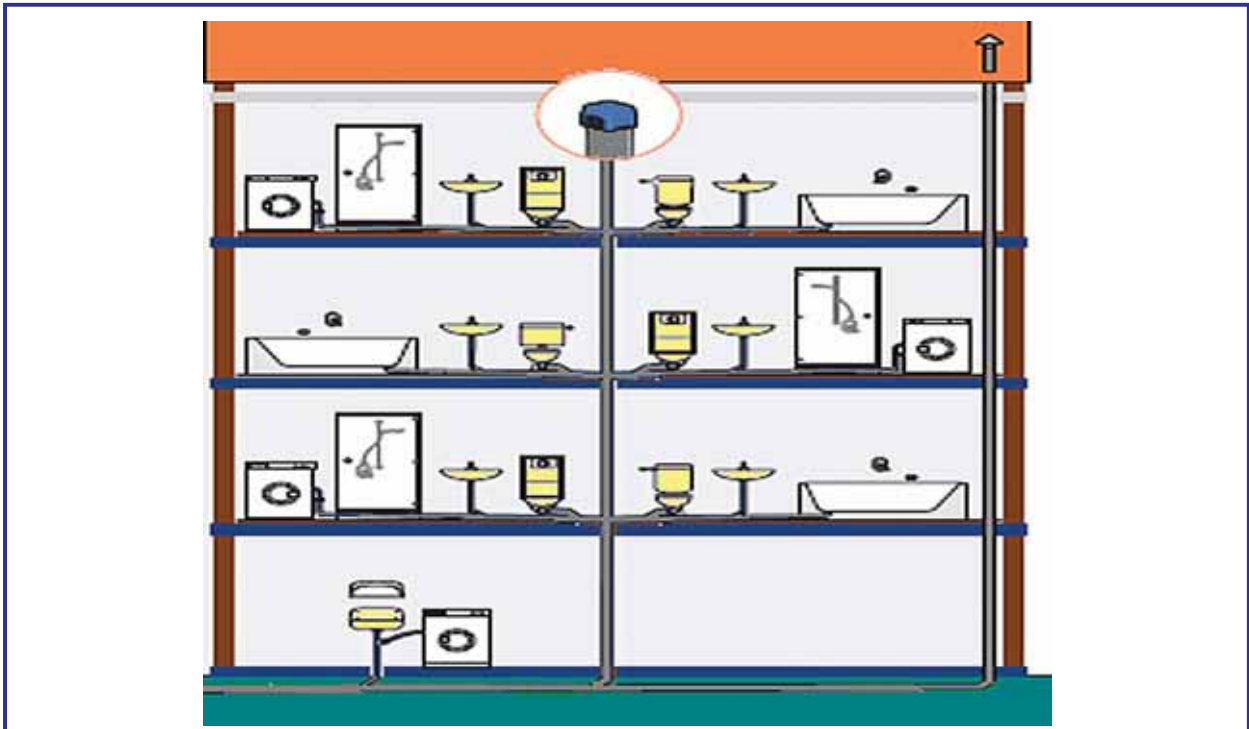
En este documento se ha indicado con anterioridad la importancia de controlar la presión en el interior de las canalizaciones de las instalaciones de evacuación de aguas, con objeto de evitar el sifonamiento de los cierres hidráulicos de los aparatos sanitarios, que produciría el indeseable efecto de permitir la entrada en los espacios habitables de gases mefíticos. Por ellos es recomendable el uso de válvulas de aireación, ya que éstas disponen de un sistema de seguridad especialmente diseñado para ello.

No obstante para que las válvulas realicen adecuadamente su función deben ser capaces de permitir el paso de un caudal mínimo de aire Q_a , que según la norma 12056: 2 en bajantes nunca será menor de ocho veces el caudal total de aguas residuales calculado Q_{Tot} , en l/s.

El CTE por su parte indica que, de realizar una ventilación con válvulas, debe instalarse una única válvula en edificios de hasta 5 plantas y una cada 4 plantas en edificios de más de 5.



Se presenta a continuación un ejemplo de estimación de requisitos para las válvulas de aireación. La instalación dibujada en el recuadro de abajo tiene las unidades de descarga dadas en la tabla, con las que se procederá al cálculo del caudal total de aguas a evacuar y al de aire que debe pasar por la válvula.



UNIDADES DE DESCARGA DE LOS APARATOS SANITARIOS

Aparatos Sanitarios		UD (l/s)	
Tipo	Cantidad	c.u.	Totales
Inodoro con cisterna de 7,5 litros	6	2,0	12,0
Lavabo	6	0,5	3,0
Bañera	3	0,8	2,4
Ducha sin tapón	3	0,6	1,8
Lavadora de hasta 6 kg	3	0,8	2,4
Total de Unidades de Descarga en instalación		Σ UD	21,6

CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE EN FUNCIÓN

Caudal de aguas residuales:

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\Sigma \text{UD}}$$

Caudal necesario de aire:

$$Q_a = 8 \cdot Q_{ww}$$

Caudal de aguas residuales:

$$Q_{ww} = 0,5 \cdot \sqrt{21,6} = 2,32 \text{ l/s}$$

Caudal necesario de aire:

$$Q_a = 8 \cdot 2,32 = 18,56 \text{ l/s}$$

K es el coeficiente de frecuencia de uso, en este caso K= 0,5.

UD es la abreviatura de Unidades de Descarga.

Las válvulas suministradas para Aquasilent permiten el paso de hasta **19 l/s de aire**, resultando el uso de válvulas mediante el sistema de cálculo igual de intensivo en la mayoría de los casos que los requisitos mínimos al respecto dados por CTE, como demuestra este ejemplo.

Casos especiales requerirán mayor número de válvulas, que debe calcularse dividiendo el caudal necesario de aire por 19 y redondeando el resultado hacia arriba.

DOCUMENTACIÓN

BIBLIOGRAFÍA

Manual Técnico.

Tubos Saenger. Pipelife Hispania.

3º edición revisada, actualizada y ampliada, 1997.

Manual Técnico. Conducciones de PVC.

AseTUB, 1º edición, Enero 2002.

Saneamiento y Alcantarillado.

Prof. Dr. Ing. Aurelio Hernández Muñoz

Ed. Paraninfo, 2º edición, 1990.

Curso de Acústica Arquitectónica.

Manuel Recuero López

Ed. Paraninfo, 1º edición, 1999.

NORMATIVA

Las siguientes normas aparecen en el texto del presente manual de **Especificaciones Técnicas**, o han sido tenidas en cuenta durante el desarrollo de la gama de productos insonorizados Aquasilent o de la documentación realizada para la misma.

UNE - EN 1329: Sistemas de canalización en materiales plásticos para la evacuación de aguas residuales (a alta y baja temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U).

UNE - EN 1453: Sistemas de canalización en materiales plásticos con tubos de pared estructurada para la evacuación de aguas residuales (a baja y a alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U).

UNE - EN 1277: Sistemas de canalización en materiales plásticos. Sistemas de canalización termoplástica para aplicaciones enterradas sin presión. Métodos de ensayo de estanqueidad de las uniones con junta de estanqueidad elastómero.

UNE - EN 13801: Sistemas de canalización en materiales plásticos para la evacuación de aguas residuales (a baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Termoplásticos. Práctica recomendada para la instalación.

UNE - EN 12056: Sistemas de desagüe por gravedad en el interior de edificios.

UNE - EN 752: Sistemas de desagües y de alcantarillado exteriores a edificios.

UNE - EN 53331: Plásticos. Tuberías de poli(cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas.

UNE - EN 1055: Sistemas de canalización en materiales plásticos. Sistemas de canalizaciones termoplásticas para la evacuación de aguas residuales en el interior del edificio. Método de ensayo de resistencia cíclica a temperatura elevada.

UNE - EN 1634-1:2000: Ensayos de resistencia al fuego de puertas y elementos de cerramiento de huecos. Parte 1: Puertas y cerramientos cortafuegos

UNE - EN 61672-1: Electroacústica. Sonómetros. Parte 1: Especificaciones.

UNE - EN 140: Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción.

UNE - EN 14366: Medición en laboratorio del ruido emitido por las instalaciones de evacuación de aguas residuales.

DIN 4109: Sound insulation in buildings; requirements and testing
(Aislamiento acústico de edificaciones; condiciones y ensayos)

DIN 53754: Testing of plastics; determination of abrasion, abrasive disk method
(Ensayos de plásticos; resistencia a la abrasión, método del disco abrasivo)

NBE - CA 88: Norma Básica de la Edificación sobre "Condiciones Acústicas en los Edificios"

CTE: Código Técnico para la Edificación

DELEGACIONES

ALICANTE

Poligono Rabasa-C/ Rosales, 12
Alicante, 03009
Tfno.: 96 /517 46 97
Fax: 96 /518 40 48
pipelife.alicante@xpress.es

ALMERÍA

Poligono La Cepa C/. Naranjo, 38
Huerca de Almeria, 04230
Tfno.: 950 /14 13 02
Fax: 950 /14 13 02
pipelife.almeria@xpress.es

ASTURIAS

Poligono Asipo, nºba 37 Apartado 599
Llanera , 33428
Tfno.: 985 /26 40 32
Fax: 985 /26 32 98
pipelife.oviedo@xpress.es

BARCELONA

Carretera Nacional II, km. 560,12
ODENA , 08711
Tfno.: 93 /803 20 86 93/804 93 88
Fax: 63 /804 93 87
pipelife.odena@xpress.es

CÁDIZ

Poligono El Portal, C/B, nave 4 Conjunto Piscis
Jerez de la Frontera, 11408
Tfno.: 956 /14 50 53
Fax: 956 /14 30 60
pipelife.jerez@xpress.es

GERONA

Poligono Fornells de la Selva-Migdia, 13
Fornells de la Selva , 17458
Tfno.: 972 /47 63 07
Fax: 972 /47 62 19
gerona@pipelife.es

JAÉN

Poligono del Guadil, nave 185-A
Guarromán , 23210
Tfno.: 953 /67 67 03
Fax: 953 /67 67 03
linares@pipelife.es

LEÓN

Carretera Leon-Zamora, Km. 8
Onzanilla , 24231
Tfno.: 987 / 2190 60
Fax: 987 /21 86 49
leon@pipelife.es

LÉRIDA

Poligono La Nora, sect. A, parc. 10-12, nº2
Alcoletge , 25660
Tfno.: 973 /19 72 42
Fax: 973 /19 62 04
lleida@pipelife.es

MADRID

Poligono San Fernando II Sierra de Guadarrama, 46
San Fernando de Henares , 28850
Tfno.: 91 /675 17 49
Fax: 91 /656 48 22
pipelife.madrid@xpress.es

MÁLAGA

Poligono Santa Teresa C/. Torre del Mar,10
Málaga , 29006
Tfno.: 952 /24 35 88 952/24 35 89
Fax: 952 /24 30 71
pipelife.odena@xpress.es

MURCIA

Camino de los Pinos, 28
Beniaján, 30570
Tfno.: 968 /87 34 34
Fax: 968 /87 33 43
pipelife.murcia@xpress.es

NAVARRA

Poligono Noain-Esquiroz, C/V, s-n
Esquiroz, 31191
Tfno.: 948 /31 22 99
Fax: 948 /31 86 15
pipelife.navarra@xpress.es

PALENCIA

Carretera Santander, Km. 13,2 Apartado 773
Fuentes de Valdepero , 34080
Tfno.: 979 /70 14 15
Fax: 979 /74 71 50
pipelife.palencia@xpress.es

SALAMANCA

Poligono Tormes-Av. Aldehuela,9
Salamanca, 37008
Tfno.: 923 /18 42 85
Fax: 923 /18 42 85
pipelife.salamanca@xpress.es

TARRAGONA

Pol. Riu-Clar, nave A-2, 16-23
Tarragona, 43006
Tfno.: 977 /54 13 14
Fax: 977 /54 13 14
pipelife.tarragona@xpress.es

TOLEDO

Carretera Extremadura, km, 120,400, Apartado 673
Talavera de la Reina, 45600
Tfno.: 925 /81 57 06 925/82 58 38
Fax: 925 /81 57 06
pipelife.talavera@xpress.es

VALENCIA

Poligono Fuente El Jarro, Ciudad de Sevilla, 55
Paterna, 46988
Tfno.: 96 /134 05 56
Fax: 96 /134 07 32
pipelife.paterna@xpress.es

VIGO

C/ Las Roteas, 287
Corujo, 36330
Tfno.: 986 /46 01 25
Fax: 986 /46 01 20
pipelife.vigo@xpress.es

DELEGACIONES COMERCIALES:

Igualada (Barcelona): Capellades, 39, 6º, 2ª - 08700; tfno.: 93.806.61.12 / fax: 93.806.61.11

Málaga: dirección de la delegación de Má'e1laga;
tfno.: 952.173.453 / fax: 952.173.453

Sevilla: Luis Rosales, 10, portal 4, 1º B - 41013 ;
tfno.: 954.628.200 / fax: 954.628.001



Polígono Malpica, c/C, parcelas 5 a 7 - 50016 Zaragoza
Servicio comercial:
Teléfono: + 34 976 457 575 - Fax. + 34 976 573 312
e-mail: comercial@pipelife.es - web: www.pipelife.es