

INGENIERIA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL
SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA
INSTALACIÓN PARA LA
EVACUACIÓN DE AGUAS
RESIDUALES DE EDIFICIOS”**





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedico este trabajo a la persona de quien he tenido todo sin pedir nada a cambio... mi mamá, que con sus desvelos y oraciones siempre estuvo apoyándome en los momentos más difíciles.

Agradezco especialmente mi director de tesis, el Ingeniero Enrique Barranco Vite por compartir conmigo su conocimiento y experiencia, pero sobre todo por su amistad.

*“El éxito debe medirse, no por la posición
a que una persona ha llegado, sino por su
esfuerzo por triunfar”*

Broker J. Washington

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. ANTECEDENTES.....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3. OBJETIVOS	6
1.4. ALCANCES	7
2. ASPECTOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.....	8
2.1. DEFINICIONES.....	11
2.2. NORMATIVIDAD.....	17
3. SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA INSTALACIÓN PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.....	21
3.1 ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL SISTEMA	23
3.2 SIFONAMIENTO.....	40
3.3 TIPOS DE VENTILACIÓN.....	48
3.3.1 VENTILACIÓN SIMPLE.....	48
3.3.2 VENTILACIÓN SECUNDARIA.....	49
3.3.3 VENTILACIÓN DOBLE.....	50
3.3.4 VENTILACIÓN MEDIANTE VÁLVULAS DE ADMISIÓN DE AIRE.....	51
4. DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	58
4.1 RECOMENDACIONES DE DISEÑO.....	66
5. EJEMPLOS DE APLICACIÓN.....	72
5.1 INSTALACIÓN DOMÉSTICA.....	72
5.2 INSTALACIÓN EN EDIFICIO PÚBLICO.....	78
6. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Durante la construcción de las edificaciones, uno de los aspectos más importantes es el diseño de la red de la instalación sanitaria, debido a que debe satisfacer las necesidades básicas del ser humano, como son el agua potable para la preparación de alimentos, el aseo personal y la limpieza del hogar, eliminando desechos orgánicos, etc.

Las instalaciones sanitarias de evacuación de aguas residuales, tienen por objeto principal retirar de las construcciones en forma segura, y dentro de lo posible económica, las aguas negras y pluviales, además de establecer obturaciones o trampas hidráulicas, para evitar que los gases y malos olores producidos por la descomposición de las materias orgánicas acarreadas, salgan indebidamente por donde se usan los muebles sanitarios o por las coladeras en general.

Las instalaciones sanitarias en general, deben proyectarse y principalmente construirse, procurando sacar el máximo provecho de las cualidades de los materiales empleados, e instalarse en la forma más práctica posible, de modo que se eviten reparaciones constantes

e injustificadas, previendo un mínimo mantenimiento, el cual consistirá en condiciones normales de funcionamiento, en dar la limpieza periódica requerida a través de los registros.

Es recomendable que durante la planeación de cualquier sistema de evacuación de aguas residuales sea contemplado así mismo un sistema de ventilación que garantice el funcionamiento óptimo de la instalación sanitaria y el posible ahorro económico en caso de problemas futuros.

Lo anterior quiere decir, que independientemente de que se proyecten y construyan las instalaciones sanitarias en forma práctica y en ocasiones hasta cierto punto económica, no debe olvidarse de cumplir con las necesidades higiénicas y que además, la eficiencia y funcionalidad sean las requeridas en las construcciones actuales y planeadas y ejecutadas con estricto apego a lo establecido en los Códigos de Construcción y Reglamentos Sanitarios, que son los que determinan los requisitos mínimos que deben cumplirse, para garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones particulares, que redundan en un óptimo servicio de las redes de drenaje general.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El funcionamiento óptimo de todos y cada uno de los elementos que componen una edificación (instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, aire acondicionado, especiales, etc.) es uno de los aspectos esenciales que el ingeniero debe considerar durante la planeación, proyección y construcción de la misma, sin embargo, la ventilación en los sistemas hidráulico-sanitario no ha contado con la atención suficiente dentro de los proyectos ejecutivos de la obra.

Debido a que en los Reglamentos de Construcción manejados en México no existen artículos enfocados íntegramente a este tema, en gran parte de las construcciones no se lleva a cabo una adecuada ventilación de la instalación sanitaria, únicamente se cuenta con la que ocasionalmente proporciona la propia instalación (sanitaria y/o pluvial) o la que empíricamente propone el maestro plomero, ocasionando así problemas de funcionamiento de la red, mal olor o incluso de ruido dentro del edificio, situaciones cuyo arreglo implica costos e incomodidades para los usuarios (ocasionadas por los trabajos), razón por la cual prefieren ignorar la problemática acrecentando así el problema inicial.

Es por ello que en este trabajo se pretenden analizar de manera detallada la ventilación para el sistema de evacuación de aguas residuales y su correspondencia con este (utilización de materiales, tipos de arreglos, normatividad, etc.), en base a ello generar un documento con información completa y ordenada, así como un instructivo de diseño enfocado únicamente a la ventilación, pero destacando la interrelación con el sistema de evacuación de aguas residuales, pues aunque existen documentos, apuntes y manuales de plomería, mucha de esta información se encuentra en general dispersa e implícita, tiene fallas (técnicas, de redacción y de impresión) o es confusa, generando así una mayor incertidumbre de aplicación para el ingeniero, constructor o usuario de dicho documento.

Las instalaciones sanitarias estudiadas en este caso, son del tipo domiciliario, donde se consideran los aparatos sanitarios de uso privado e instalaciones sanitarias sencillas de uso público en las cuales existen pocos muebles sanitarios. Estas instalaciones básicamente deben cumplir con las exigencias de habitabilidad, funcionabilidad, durabilidad y economía en todo el edificio.

1.3 OBJETIVOS

Objetivo General

- Estudiar y comprender la relación entre el Sistema de Ventilación y el Sistema de Evacuación de aguas Residuales en Edificios.

Objetivos Específicos

- Desarrollar un documento que contenga las especificaciones y recomendaciones adecuadas para la planeación, construcción y mantenimiento de las instalaciones sanitarias en edificios.
- Conocer la forma de diseñar y proponer un sistema de ventilación según el sistema de evacuación de aguas residuales de un edificio.
- Establecer las bases para que los proyectos de ventilación sanitaria en edificios se desarrollen en forma racional y con un criterio uniforme.
- Prevenir (mediante una buena planeación) problemas de funcionamiento en la instalación para la evacuación de aguas residuales.
- Evitar gastos innecesarios creados por el mantenimiento y/o compostura de la red de evacuación de aguas residuales.

1.4 ALCANCES

El desarrollo de este trabajo no pretende sustituir ni hacer un lado la reglamentación establecida en los códigos de construcción, sino por el contrario ampliarla y complementarla para formar una herramienta de diseño dirigida a ingenieros, arquitectos, constructores, técnicos, plomeros y todo individuo que se desarrolle dentro del ámbito de las instalaciones sanitarias para edificación.

Además, que mediante la reflexión fundamentada este trabajo le enseñará al usuario el papel y la importancia que el sistema de ventilación tiene dentro del funcionamiento y comodidad de un edificio.

También lo instruirá en los métodos apropiados para clasificar cada mueble según su tamaño y carga de trabajo (UM) y así proponer el diámetro y el arreglo adecuado en la instalación de ventilación sanitaria.

2

ASPECTOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Objetivo

- El sistema de evacuación de aguas residuales tiene como objetivo primordial eliminar en forma rápida y segura las aguas servidas de una edificación; evitando que las aguas que salen del edificio reingresen a el y controlando el ingreso de insectos y roedores en la red.

Ubicación de la instalación y muebles sanitarios

La ubicación de los servicios en la edificación debe siempre permitir la mínima longitud posible de tuberías desde cada salida hasta las conexiones domiciliarias, siendo además deseable que su recorrido no cruce los ambientes principales (sala, comedor, accesos principales, etc). Las menores distancias incidirán en al presión del sistema, disminuyendo las perdidas de carga y facilitando el usar diámetros mas pequeños, con la consiguiente reducción de costos.

Es recomendable concentrar en lo posible los muebles sanitarios, puesto que además de simplificar el diseño de las instalaciones y facilitar su montaje, se posibilita reunir en una sola área, casi siempre la de servicio, los trabajos de mantenimiento y reparación o reposición de elementos.

Las áreas de los espacios destinados a servicios sanitarios se definen en función a la cantidad de usuarios y al espacio mínimo indispensable para la circulación de las personas en relación con el uso de los aparatos. Estas áreas por la calidad de los acabados que deben presentar para garantizar una fácil limpieza de las mismas (azulejo, loseta, etc.) son las más costosas de la edificación. La cantidad y tipo de aparatos sanitarios a instalarse se proponen en función del proyecto arquitectónico, del presupuesto establecido o de los requerimientos del sistema, pero siempre sin perder de vista que se cumplan con las especificaciones de calidad y funcionamiento óptimo.

En relación a la ubicación de los aparatos sanitarios en el interior de los ambientes, deben considerarse además de las exigencias de orden arquitectónico, las siguientes condiciones:

El inodoro debe ser colocado siempre lo mas cerca posible del ducto principal del sistema de evacuación de aguas residuales, o del muro que contiene el colector vertical que se halla en su interior para facilitar su directa conexión, y a través de este con el colector principal de desagües o con la caja de registros mas próxima; de modo que se emplee el recorrido mas corto, se eviten accesorios, se facilite la descarga y se logre el menor costo.

El lavabo debe quedar próximo a una ventana (si la hay) para recibir luz natural; es necesario prolongar la tubería de descarga para lograr una buena ventilación de las tuberías por tratarse del aparato de descarga mas alta. Además debe permitir empotrar botiquines con

espejos en el muro donde se encuentre instalado, exactamente en la parte superior.

El muro o soporte donde se instalará un lavadero debe estar como mínimo 1.20 m sobre el nivel de piso terminado, salvo el caso en que la tubería no sea instalada en el muro sino sobre el mueble donde se halla empotrado el lavadero.

La ventilación en el baño debe ser natural y por diferencia de temperaturas; es importante garantizar una permanente circulación de aire.

En cuanto a la ubicación de las instalaciones con la relación a la estructura, por lo general suele preferirse el empotramiento en muros y losas. Si bien las instalaciones eléctricas por sus reducidos diámetros pueden ubicarse en la parte superior de muros (que posteriormente se cubren con los acabados), o en la parte interior de las losas; no ocurre lo mismo en las instalaciones sanitarias por sus diámetros relativamente mayores y porque requieren de periódico control y registro.

Las instalaciones sanitarias deben ubicarse de tal manera que no comprometan los elementos estructurales. Lo recomendable es utilizar ductos exteriores para los tramos verticales y colocar los tramos horizontales en falsos contrapisos u ocultos mediante plafones.

Materiales para la Instalación de Evacuación de Aguas Residuales

Se pueden encontrar de los siguientes materiales:

- Asbesto – cemento: son muy frágiles por lo que requieren una manipulación cuidadosa, tienen un costo elevado y existe carencia de accesorios en el mercado (solo se atienden bajo pedido); se utilizan para redes externas.

-
- Arcilla vitrificado: para redes exteriores, no existe producción en gran escala.
 - Concreto: para uso exterior, es muy utilizada en tramos rectos sin accesorios.
 - Fierro fundido: para uso general en redes interiores y exteriores de evacuación de agua y de ventilación. Actualmente han caído en desuso debido a su costo y peso que hacen la instalación más cara y complicada.
 - Plomo: para trampas y ciertos trabajos especiales.
 - Fierro forjado: para uso industrial.
 - Plástico PVC rígido: estas tuberías se encuentran en diámetros de 2", 3", 4", 6" y 8"; en longitudes de 3 m para diámetros hasta de 3" y 5 m para diámetros mayores. Para instalaciones domesticas se suelen utilizar diámetros entre 2 y 4 pulgadas.

2.1 DEFINICIONES

Las siguientes definiciones se presentan con la finalidad de entender cada uno de los términos tratados en este trabajo, buscando además la unificación en cuanto a la terminología presentada en otros libros, manuales y/o códigos.

Abrazadera: Elementos que se utiliza como medio de sujeción entre tuberías.

Accesorio: Son todas las piezas que complementan una línea de abastecimiento o red de agua potable o alcantarillado, tales como: conexiones, válvulas, bombas, manómetros.

Acoplamiento: Es la unión de dos piezas, que puede lograrse por varios medios, cuya característica principal debe ser la hermeticidad.

Aguas pluviales: Agua procedente de la precipitación pluvial.

Aguas residuales o servidas: Es el líquido de composición variada resultante de cualquier uso por el que haya sufrido alteración de sus características originales. Suele denominárseles como AGUAS RESIDUALES, por la gran cantidad y variedad de residuos que arrastran, o también se les puede llamar y con toda propiedad como AGUAS SERVIDAS, porque se desechan después de aprovecharse en un determinado servicio.

A las aguas residuales o aguas servidas, suele dividírseles por necesidad de su coloración como:

- a) AGUAS NEGRAS.- A las provenientes de mingitorios y W.C.
- b) AGUAS GRISES.- A las evacuadas en vertederos y fregaderos.
- c) AGUAS JABONOSAS.- A las utilizadas en lavabos, regaderas, lavadoras, etc.

Albañal: Tubería de la red de alcantarillado que recoge las aportaciones de las aguas domésticas y las conduce a las atarjeas.

Alcantarilla: Conducto subterráneo destinado en las localidades para conducir y eliminar las aguas residuales derivadas de los usos domésticos, comercial e industrial.

Alcantarillado: Se define como la red de alcantarillas, generalmente tuberías enterradas, a través de las cuales se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas residuales y pluviales conduciéndolas a cauces o plantas de tratamiento establecidas.

Alcantarillado Combinado: Se proyecta y construye para la eliminación conjunta de las aguas residuales y las de lluvia. Se justifica para grandes ciudades con topografía plana.

Alcantarillado Pluvial: Se diseña y construye para la eliminación de las aguas de lluvia. La red debe cubrir únicamente la zona baja o sujeta a inundación. Las redes sanitaria y pluvial (cuando se construye esta) forman un “sistema separado”, a fin de no incrementar los gastos de aguas residuales al someterla a procesos de tratamiento.

Alcantarillado sanitario: Red de conductos, tubería a través de los cuales se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas residuales domésticas, de establecimientos comerciales y pequeñas plantas comerciales conduciéndose a una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen ni daños ni molestias.

Anillos de hule: Elemento elastomérico que se usa como sello de juntas o uniones de las tuberías, para conseguir hermeticidad.

Atarjea: Conducto de servicio público colocado generalmente a lo largo y el centro de las calles y que tiene por función recoger las aguas de los albañales y conducir las a los subcolectores y colectores.

Cárcamo de bombeo: Depósito del cual se extrae algún líquido mediante un eyector o bomba hidráulica. Un cárcamo de bombeo se coloca en una instalación sanitaria de una edificación cuando las aguas residuales producidas dentro del inmueble, no pueden evacuarse libremente por gravedad hacia la red de desagüe municipal (esto debido a que el nivel de descarga del edificio está a un nivel más bajo que el nivel de la red de alcantarillado municipal).

Cemento solvente de PVC: Solución de resina de poli(cloruro de vinilo) en un disolvente apropiado, la cual puede contener algunas otras sustancias que ayuden a regular sus características cementantes.

Corona de la trampa: Se le denomina corona al punto más elevado del interior de una trampa de mueble (céspol o sifón).

Colector: Tubería que recoge los caudales de las atarjeas en los pozos de visita, pueden ser simples o ramificados. Las ramas se denominan subcolectores.

Conexiones: Partes componentes de un sistema cuya función es unir y en algunos casos cambiar de dirección o derivar, por ejemplo: coples, codos, té, entre otras.

Crucero: Conjunto de piezas especiales, generalmente de fierro fundido y/o plástico y válvulas de seccionamiento que se unen para formar: intersecciones de conductos, derivaciones, cambios de dirección y de diámetro.

Derivación: Es un ramal de la tubería principal, de diámetro menor, el cual se inicia en su unión con la pieza de conexión (te, cruz).

Diámetro nominal (Dn): Medida que corresponde a la denominación comercial de tuberías. (en el sistema métrico, es una medida de clasificación correspondiente al diámetro exterior, sobre cuyo valor se aplican las tolerancias).

Diámetro nominal de una conexión de PVC: (sistema métrico e inglés), corresponde a la medida nominal de los tubos que va a unir.

Fuga: Escape del agua por la pared de la tubería, sus dispositivos de unión y accesorios. Se considera fuga a partir de un escurrimiento (las zonas húmedas de la pared del tubo no se consideran fugas).

Golpe de ariete: Sobre presión producida por cambio de velocidad de fluido, que se presenta generalmente cuando se acciona una válvula, o se arranca o se para una bomba.

Instalación: Conjunto de operaciones necesarias para tener un sistema de conducción de fluidos; generalmente estas operaciones son descarga del transporte de los tubos y accesorios, manejo y

almacenamiento en obra de los materiales y equipos; tendido, construcción y pruebas; y protección de los sistemas.

Junta: Es el sistema de unión entre dos tubos, conexiones, piezas especiales y/o accesorios.

Línea: Es la instalación compuesta por tubos, conexiones y piezas especiales.

Piezas especiales: Elemento que permite realizar conexiones en los cruceros con tuberías y válvulas, en cambios de dirección, unión de tramos de tubería de diferente material y diámetro; generalmente son codos, tes, cruces, reducciones, tapas ciegas.

Policloruro de vinilo (PVC): Polímero resultante de la polimerización del monómero cloruro de vinilo.

Policloruro de vinilo clorado (CPVC): Polímero resultante de la polimerización del monómero cloruro de vinilo, con un contenido del 20% mayor de cloro en las moléculas.

Registro: Estructura formada por una caja, en donde se unen los albañales interiores del predio y son generalmente de mampostería, de tabique o concreto.

Sedimento: Material fragmentado transportado por el agua desde el lugar de origen al lugar de deposición.

Sello de Agua: Profundidad del agua que evita el paso libre del aire (u otros gases), a través de una trampa.

Tapones de limpieza: Los tapones de limpieza le dan fácil acceso al sistema de evacuación de aguas residuales sin cortar los tubos. Por lo general los tapones de limpieza se instalan en los extremos de los tubos horizontales de drenaje y cerca del punto donde la línea del drenaje principal o alcantarillado sale de la casa. Algunas

trampas sanitarias como son los céspedes para lavabos, tienen un tapón de limpieza en la parte baja del tubo.

Tratamiento de aguas residuales: Serie de procesos artificiales a que se someten las aguas residuales para eliminar o alterar sus constituyentes inconvenientes y obtener una calidad, que satisfaga los requisitos para su disposición final, de acuerdo con lo que señale la legislación relativa a la prevención y control de la contaminación ambiental.

Tubería: Es la unión de dos o más tubos y sus conexiones.

Unidad Mueble (UM): La unidad mueble es un valor arbitrario, comparativo asignado a un mueble sanitario específico, dispositivo, o parte de un equipo. Los valores de unidad mueble representan el flujo probable que el mueble descargará en un sistema del desagüe, o bien, el uso (demanda) de un sistema de suministro de agua potable.

Válvulas: Accesorios que se utilizan en las redes de distribución para controlar el flujo.

Zonas de presión de espumas: Los aparatos y muebles que normalmente usan detergentes, como fregaderos de la cocina, bañeras, duchas, lavaplatos, y lavadoras de ropa, pueden descargar una cantidad grande de detergentes en el sistema del desagüe. Al llevar a cabo la descarga de aguas residuales al sistema de desagüe, la turbulencia generada en determinadas zonas de la tubería causa grandes cantidades de espumas.

Las espumas aumentan en las zonas más bajas del sistema de desagüe y pueden permanecer allí durante largos periodos de tiempo. Cuando los líquidos adicionales pasan a través de esas secciones del sistema, las espumas son desplazadas siguiendo el camino de menor resistencia, por lo cual, la presión acumulada puede forzar a que estas salgan a través de la trampa del mueble.

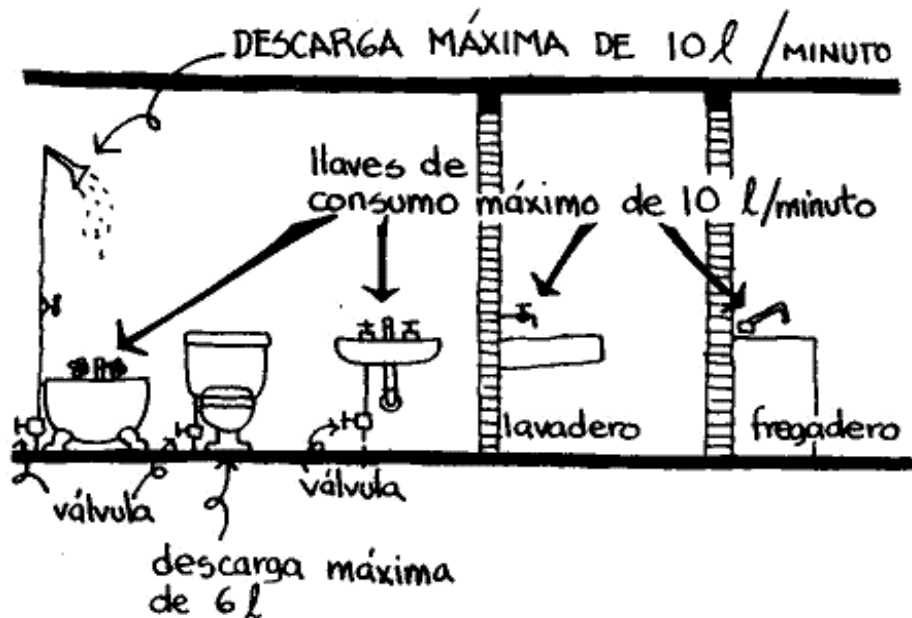
2.2 NORMATIVIDAD

En el Distrito Federal y en la República Mexicana, en general, no existen manuales, códigos de plomería, o una normatividad establecida formalmente en cuanto a las instalaciones hidráulicas, sanitarias y de ventilación para construcciones públicas o privadas (ya sean casas habitación, oficinas, industrias, etc.), únicamente se cuenta con algunos artículos que el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal contiene, siendo el único que regula algunas cuestiones de esta índole, ya que para otros reglamentos de construcción estatales solamente se extrapolan adecuándose a cada caso.

Así mismo existen algunas normas de construcción particulares que algunas instituciones públicas editan para el control y ejecución de sus obras, como por ejemplo el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), la Comisión Nacional del Agua (CNA), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), pero que únicamente son aplicadas a nivel particular sin incidir en un código general de instalaciones sanitarias.

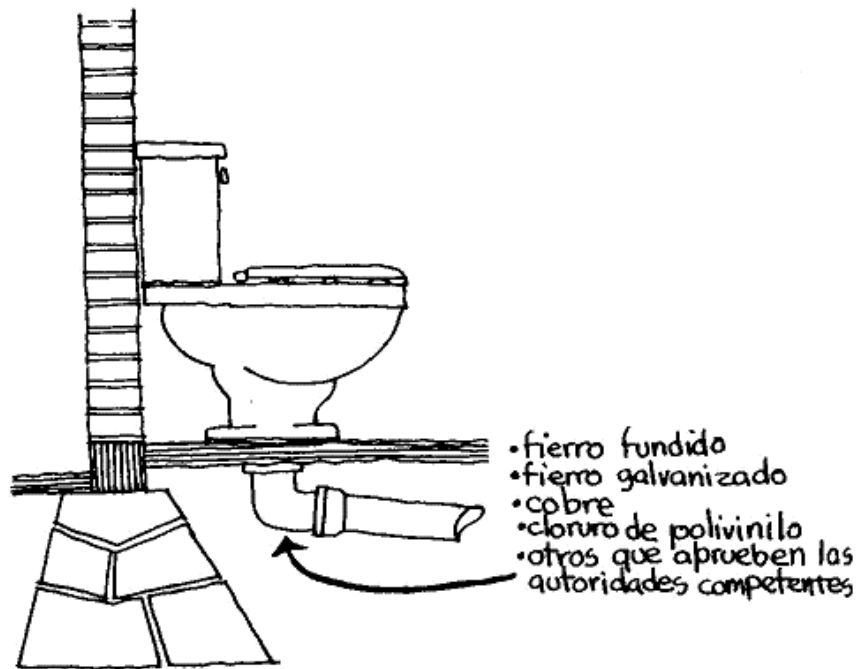
A continuación se presentarán algunos aspectos de los artículos más importantes relacionados a las instalaciones sanitarias en una edificación que se incluyen en el Reglamento del Distrito Federal:

Artículo 154. Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua; los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas y los migitorios, tendrán una descarga máxima de diez litros por minuto, y dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio; y los lavabos, y las tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tendrán llaves que no consuman mas de diez litros por minuto.



Artículo 155. Las edificaciones que requieran licencia de uso de suelo, se deberán sujetar a lo dispuesto por la legislación ambiental y demás ordenamientos aplicables. Estas edificaciones deberán contar con instalaciones para separar las aguas pluviales, jabonosas y negras, las cuales se canalizarán por sus respectivos albañales para su uso, aprovechamiento o desalojo, de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias.

Artículo 157. Las tuberías de desagüe de los muebles sanitarios deberán ser de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, cloruro de polivinilo (PVC) o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes.

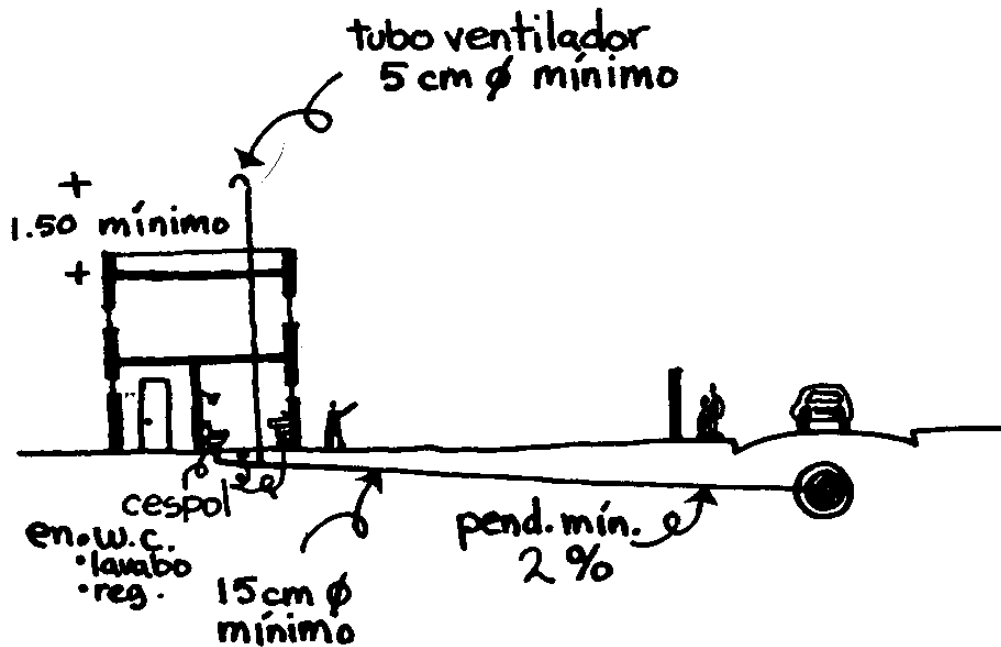


Las tuberías de desagüe tendrán un diámetro no menor de 32 mm, ni inferior a la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima del 2% (se eliminó la pendiente de 1.4% para diámetros mayores de 75 mm).

Artículo 159. Las tuberías o albañales que conducen las aguas residuales de una edificación hacia fuera de los límites de su predio, deben ser de 15 cm de diámetro como mínimo, contar con una pendiente mínima de 2% y cumplir con las normas de calidad que expida la autoridad competente.

Los albañales deberán estar provistos en su origen de un tubo ventilador de 5 cm de diámetro mínimo que se prolongará cuando menos 1.5 m arriba del nivel de azotea de la construcción cuando esta sea transitable, en edificaciones de más de tres niveles se debe contar con una tubería adicional que permita la doble ventilación.

La conexión de tuberías de desagüe con albañales deberá hacerse por medio de obturadores hidráulicos fijos, provistos de ventilación directa (*).



No se hace mención de los casos en los cuales el nivel de salida de las aguas residuales está debajo del nivel inferior del colector, y los sistemas que pueden utilizarse. La descarga a colectores que se sobrecargan en épocas de lluvias deberá estudiarse proponiendo sistemas de válvulas de no retorno para evitar la entrada de aguas negras a las construcciones (el Departamento podría indicar cuáles son estos colectores sobresaturados).

(*) **Nota:** Como vemos esta parte es la única parte que trata sobre el sistema de ventilación en una edificación. Como se observa, únicamente menciona los límites mínimos requeridos, pero no dice como proponer o calcular los casos según el tipo de construcción.

3

SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA INSTALACIÓN PARA LA EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

El sistema de ventilación sanitaria es una red de tuberías conectadas directamente con el sistema de evacuación de aguas residuales con el fin de limitar las fluctuaciones de la presión de aire dentro de la tubería (± 0.0254 m de columna de agua).

Existen dos razones principales por las que el sistema de ventilación es un complemento integral y necesario para cualquier tubería del sistema de evacuación de aguas residuales:

- I. Previene la pérdida de sellos en las trampas de los muebles.
- II. Permite el flujo uniforme del agua en el alcantarillado.

Otras funciones que desarrollan un papel importante en el sistema de ventilación creado para la instalación de evacuación de aguas residuales son las siguientes:

- i. La función más obvia de una ventilación es la de llevar los gases del sistema de evacuación de aguas residuales hacia el exterior del edificio, evitando así su salida por coladeras, registros o incluso el mismo mueble.
- ii. Un aspecto menos obvio, pero igualmente importante es que la ventilación permite a los muebles (conectados al sistema de desagüe) desalojar el agua residual de una forma más rápida y mejor.
- iii. Al permitir que se nivelen las presiones dentro de la tubería, el movimiento brusco del agua disminuye y los ruidos producidos por el “golpe de ariete” desaparecen.
- iv. Impide de cierto modo la corrosión de los elementos que integran las instalaciones sanitarias, al introducir en forma permanente aire fresco que ayuda a diluir los gases.

3.1 ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL SISTEMA

Los elementos que integran el sistema de ventilación son básicamente tuberías, piezas y accesorios que se conectan directamente con el sistema de evacuación de aguas residuales.

Los materiales de estos elementos son los mismos que los utilizados el sistema de desagüe.

A continuación se describen todos y cada uno de los elementos que pueden ser parte del sistema de ventilación:

Anillo o Vuelta de Ventilación: El anillo de ventilación es igual al circuito de ventilación, salvo que la conexión del ramal llega al sistema general del edificio, es decir, se conecta a una chimenea de ventilación en lugar de conectarse a la columna de ventilación.

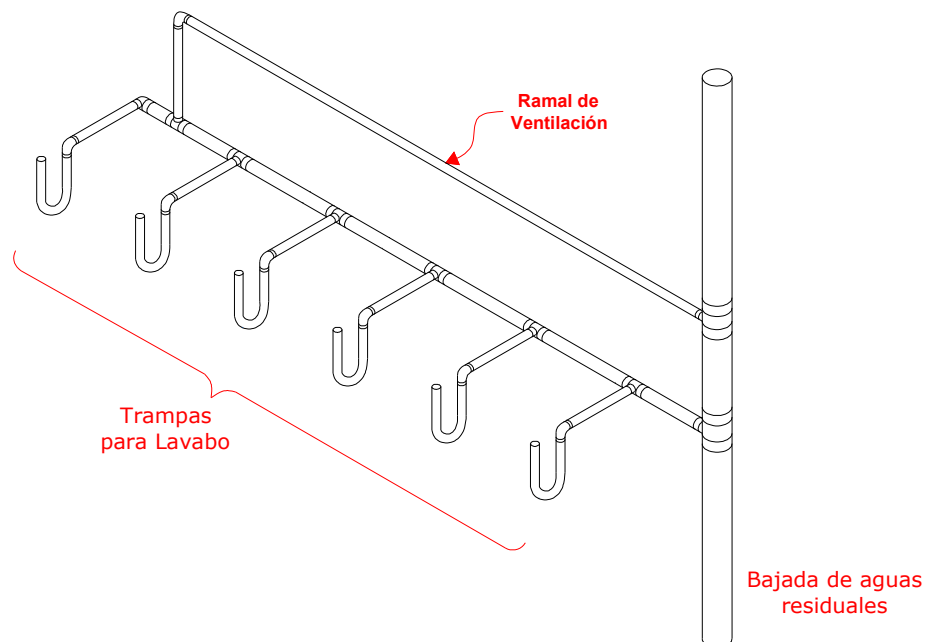


Fig. 3.1.1 Anillo de ventilación

Batería de Muebles: Una batería es cualquier grupo de dos o más muebles que descargan en una misma línea horizontal o en un solo ramal subterráneo.

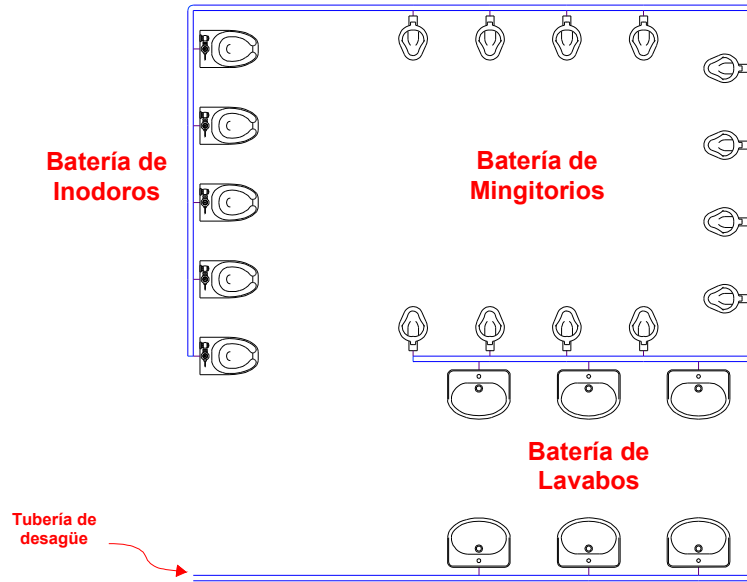


Fig. 3.1.2 Conjunto de baterías de muebles de baño

Brazo de la trampa: El brazo de la trampa es la parte la tubería del desagüe que está entre la trampa (de un mueble sanitario) y el ducto de ventilación.

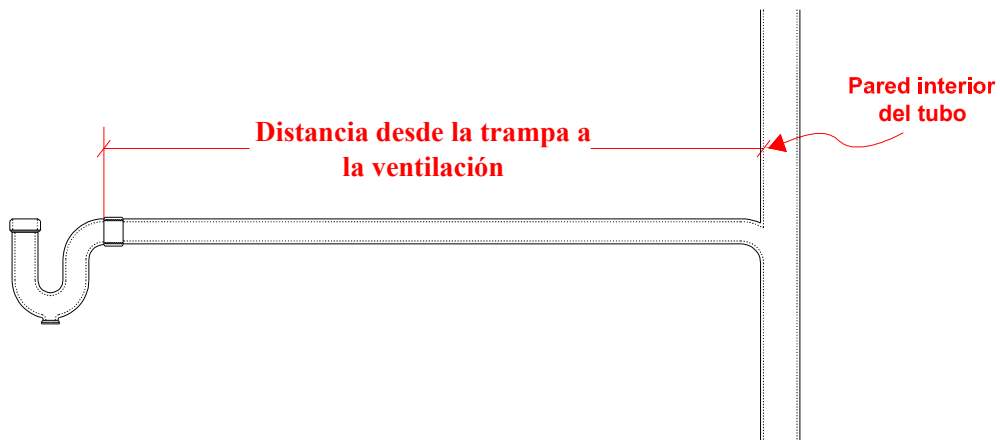


Fig. 3.1.3 Brazo de una trampa sanitaria

Chimenea de Ventilación: Una chimenea de ventilación son realmente dos tuberías en una, ya que la parte inferior es una tubería de evacuación de aguas residuales, y la parte superior es una extensión vertical de tubería que conecta el sistema hacia cielo abierto en la parte más alta del edificio. A la parte de la chimenea de ventilación que desaloja las aguas residuales, también se le conoce como ventilación húmeda.

Circuito de Ventilación: Un circuito de ventilación es un arreglo que sirve a una o más trampas de mueble conectadas en la batería, pero sin exceder de ocho. El circuito de ventilación requiere un diámetro uniforme en la línea de desagüe.

Dicho circuito se forma conectando la línea de evacuación de aguas (correspondiente a la batería de muebles) en un punto antes de la última trampa hasta el ramal de ventilación que llega a una ventilación de chimenea.

El circuito de ventilación requiere además, la conexión de una ventilación de alivio en la línea de desagüe horizontal, al final de la batería o cada ocho muebles.

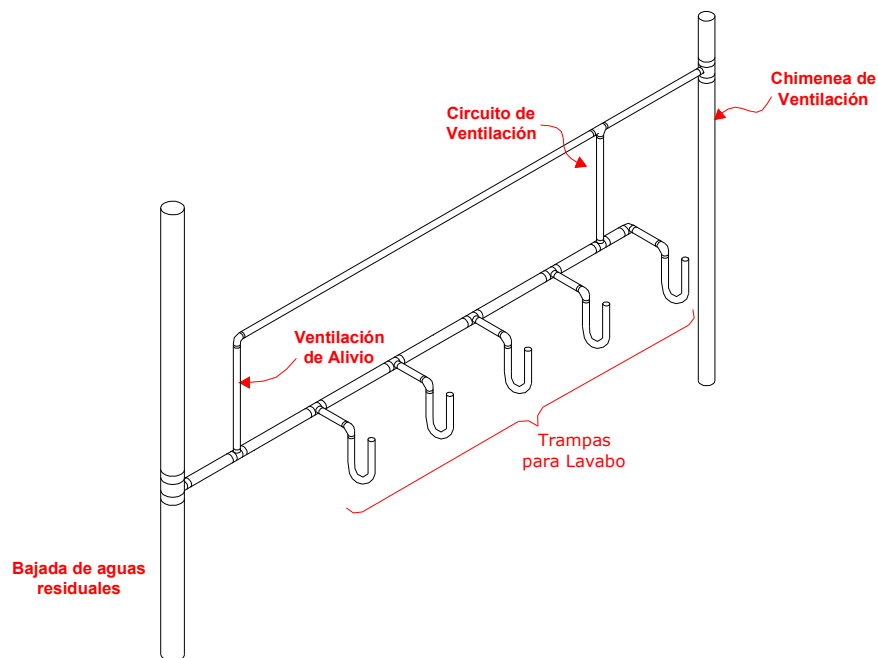


Fig. 3.1.4 Circuito de ventilación

Columna de Ventilación: Una columna de ventilación es una tubería cuyo único propósito es la entrada y salida de aire del sistema de evacuación de “aguas negras”.

La columna de ventilación es una ventilación principal que a lo largo de su recorrido vertical por los niveles del edificio se usa como punto de conexión de los ramales horizontales y/o de las ventilaciones individuales (ver Fig. 3.1.14).

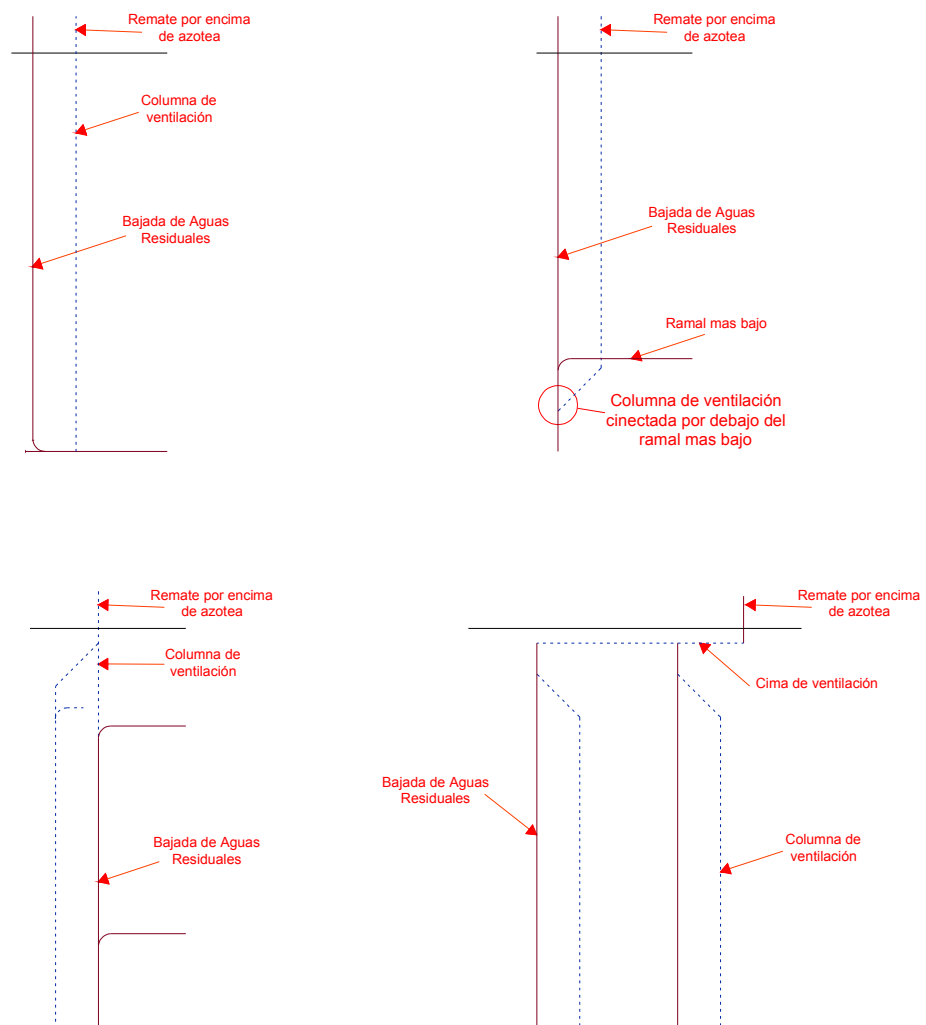


Fig. 3.1.5 Formas distintas para conectar una columna de ventilación

Ramal de Ventilación: Los ramales o ramas de ventilación son tuberías horizontales (o con una pequeña pendiente) que conectan uno o mas muebles y ventilaciones individuales o comunes con una columna de ventilación.

Remate de Ventilación: El remate de ventilación es la parte superior de la chimenea de ventilación; es por donde el sistema de ventilación está en contacto con la atmósfera, es decir, por donde entra aire al sistema.

Dado que en general, el remate de ventilación siempre se coloca sobre la azotea se recomienda que este sea protegido con una tela metálica o semejante, para que no puedan ingresar a la tubería del sistema de ventilación insectos, roedores, u otro tipo de animales.

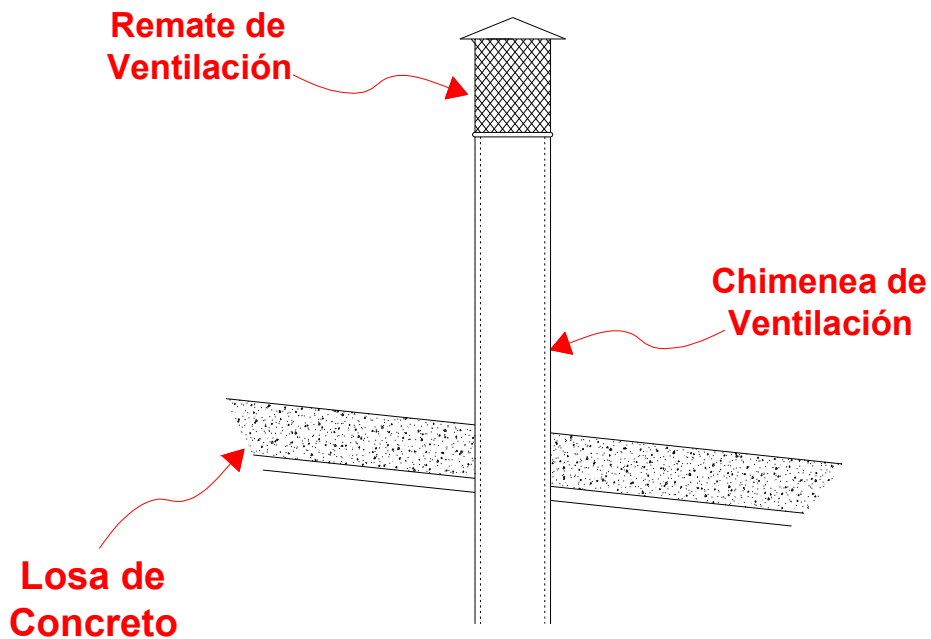


Fig. 3.1.6 Remate de ventilación simple

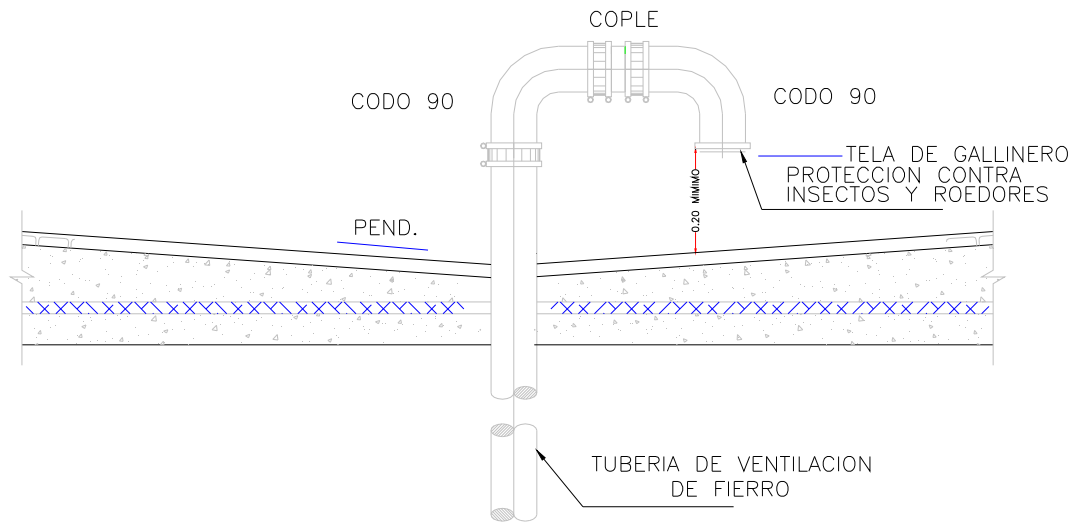


Fig. 3.1.6-2 Remate de ventilación formado por codos de 90°

Ventilación de Alivio: Una ventilación de alivio es una ventilación auxiliar que conecta la columna de ventilación al drenaje subterráneo en edificios de varios niveles, ya que se usa para nivelar la presión entre ellos. Se recomienda que se conecte una ventilación de alivio a cada 10 entrepisos iniciando de la parte superior del edificio hacia abajo.

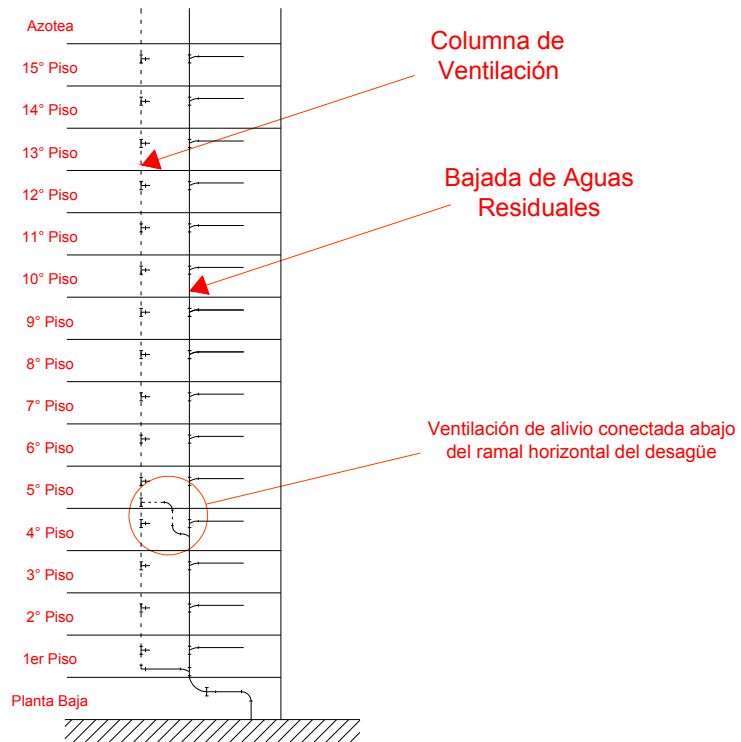


Fig. 3.1.7 Ventilación de alivio en bajadas de aguas negras para edificios de mas de 10 entrepisos

La ventilación de alivio también se utiliza para proporcionar aire adicional al sistema de evacuación de aguas residuales cuando la ventilación principal está lejos del mueble sanitario.

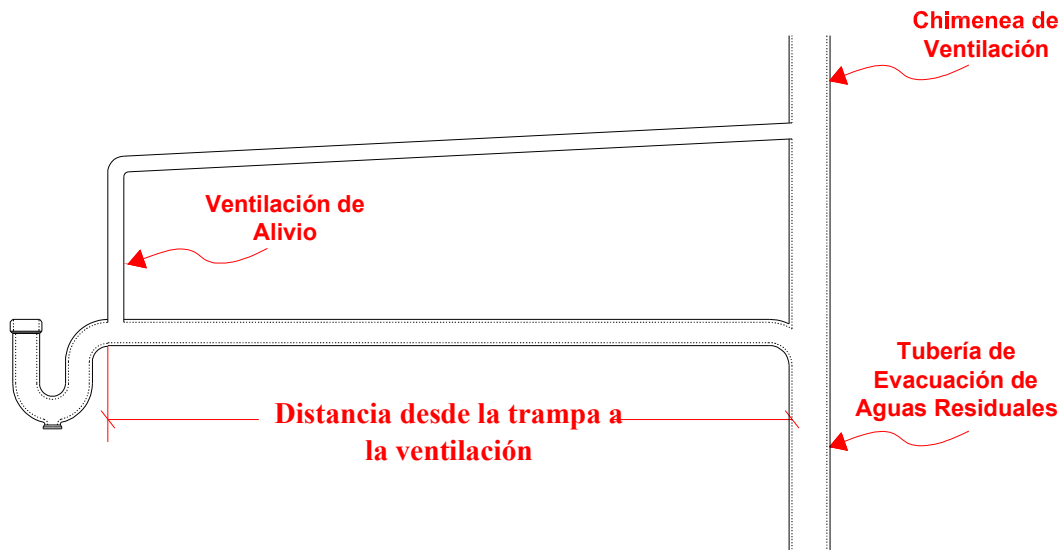


Fig. 3.1.8 Ventilación de alivio cuando la distancia a la ventilación principal es muy grande

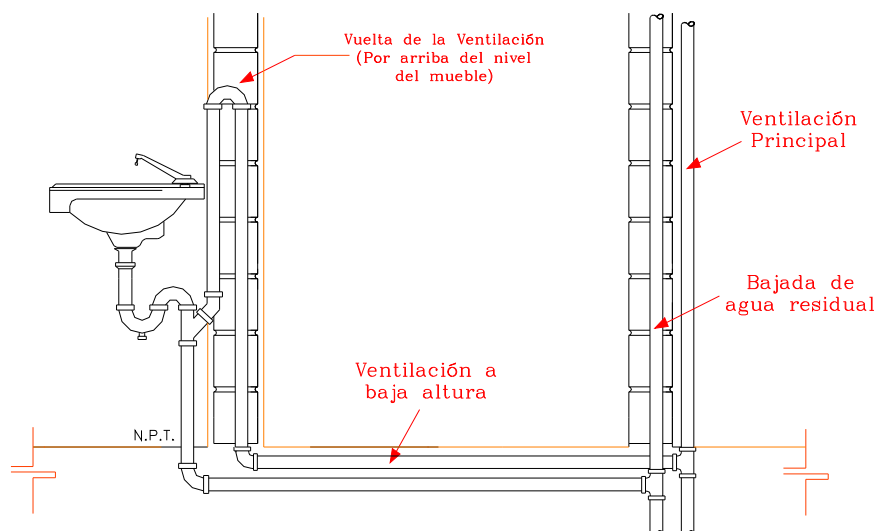
Ventilación de Alivio de Espumas: Cuando existe una zona de presión de espumas en la tubería del desagüe (generalmente en donde hay cambios de dirección), se instala desde la base de dicha zona hasta una zona sin presión, una ventilación de alivio para las espumas generadas.

Ventilación a Baja Altura: La ventilación a baja altura es inusual encontrarla en una instalación de ventilación, pero este tipo de arreglo es muy práctico en casos en donde el mueble sanitario (fregadero o lavabo), está separado de la tubería de ventilación por algún cuarto o corredor.

Otro caso práctico en donde se puede utilizar este tipo de ventilación es cuando el fregadero de la cocina es parte de una cocina “integral”, es decir, que está empotrado un mueble de madera y no puede dañarse para colocar una ventilación normal (por lo cual, el arreglo se hace dentro del gabinete del mueble).

Aunque el arreglo para estos dos casos es muy semejante existen pequeñas diferencias de instalación:

En el primer caso la ventilación a baja altura consiste en conectar después de la trampa una tubería que suba hasta arriba del nivel de funcionamiento del lavabo y después de darle la vuelta llevarla hasta el nivel del suelo (baja altura) en donde podrá librar con facilidad el cuarto que se interpone con la tubería de ventilación.



**Fig. 3.1.9 Ventilación a baja altura
para “librar” pasillo o cuarto**

En el segundo caso también se conecta una tubería después de la trampa que se lleva hacia arriba (hasta donde el mueble de la cocina lo permita), y después de dar vuelta conectarse en la parte inferior a la tubería de drenaje y a la de ventilación.

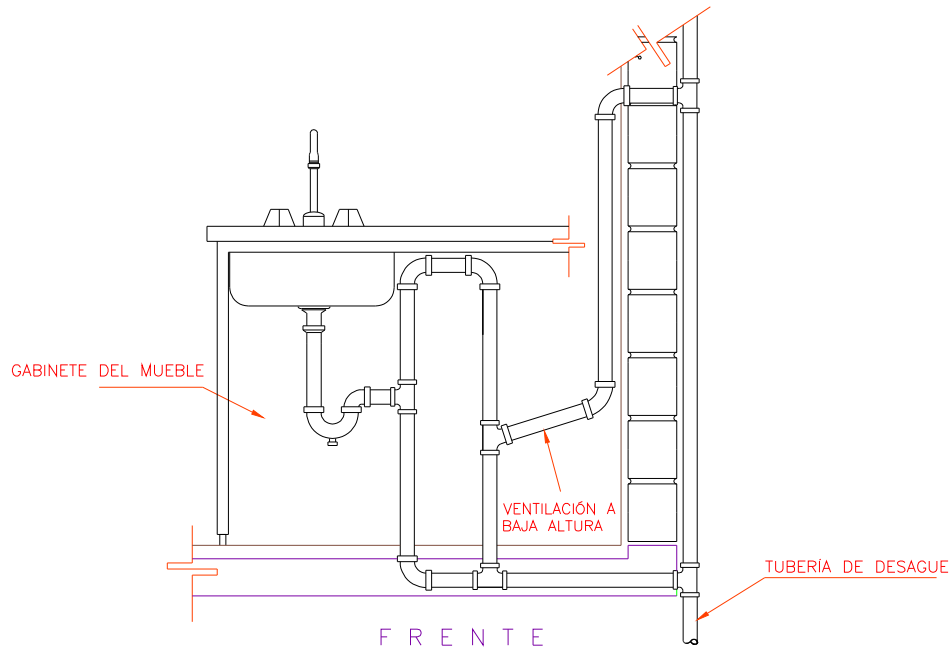


Fig. 3.1.10 Ventilación a baja altura dentro de un mueble

Ventilación del Cárcamo de Bombeo: El cárcamo de bombeo siempre debe ser ventilado y lo ideal es que su ventilación sea llevada directamente al exterior. En el caso de cárcamos situados en el sótano del edificio en donde no sea práctico llevar la ventilación al exterior (dentro del mismo sótano), esta podrá conectarse directamente al sistema de ventilación de la red sanitaria.

Ventilación Común: La ventilación común es una línea de ventilación que dá salida a dos trampas de mueble. La ventilación común solo se permite cuando los muebles que están siendo servidos por la ventilación están a mismo nivel.

Normalmente, no mas de dos trampas pueden compartir una ventilación común, pero existe una excepción en zona tres (esta zona permite en ocasiones conectar hasta tres muebles a una sola ventilación común).

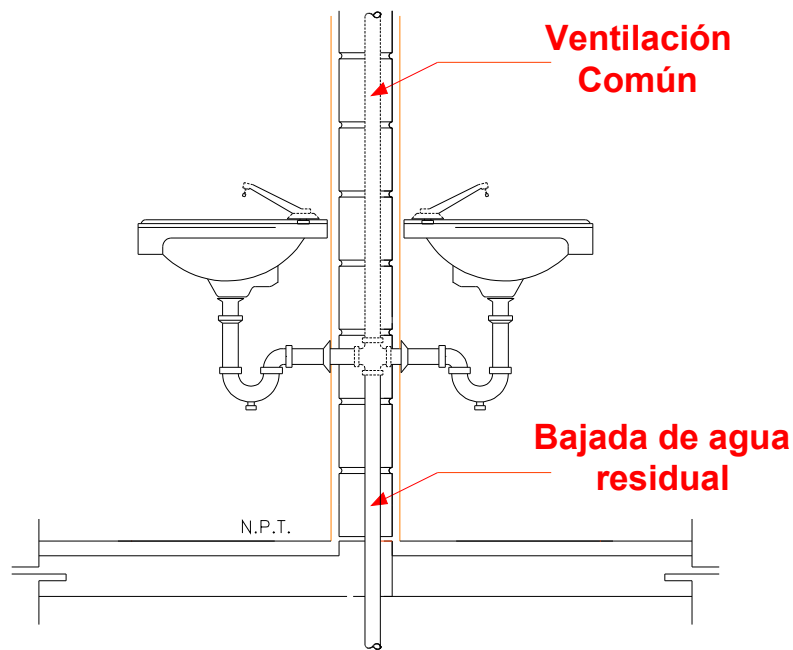


Fig. 3.1.11 Ventilación común para dos muebles

Ventilación Húmeda: Ventilación húmeda se le llama a la parte de la tubería que sirve como un desagüe para un mueble y ventilación para otro al mismo tiempo.

La ventilación húmeda es una opción muy importante para todos aquellos proyectos en los que no esté contemplado un sistema de ventilación para las tuberías de evacuación de aguas residuales, ya que si se utiliza eficazmente se puede reducir la cantidad de tubería (destinada a ventilación), y las reparaciones que en un tiempo determinado puedan exigir algunos problemas ocasionados por la falta de esta.

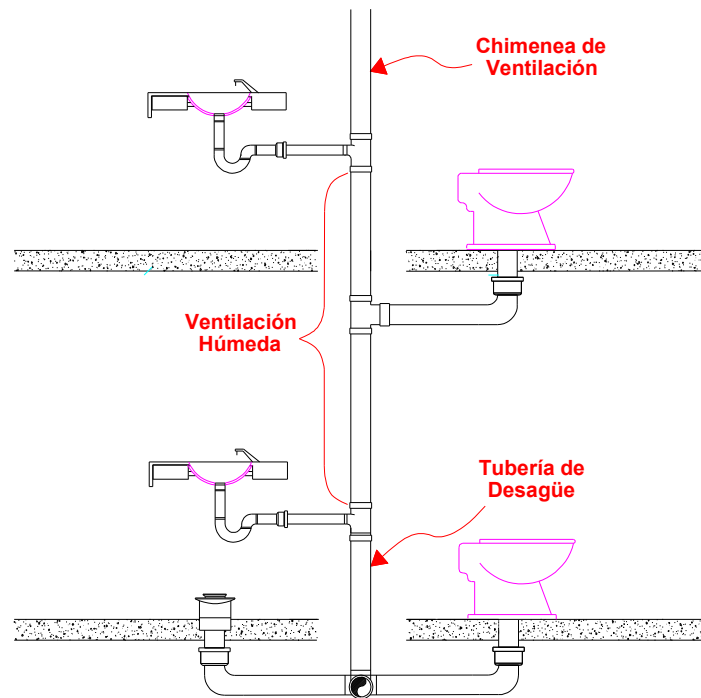


Fig. 3.1.12 Arreglo de una ventilación húmeda

Ventilación Individual: Las ventilaciones individuales son, como su nombre lo dice, ventilaciones que sirven a muebles individuales. Estas ventilaciones solo dan “salida” a una sola trampa de mueble, pero no llegan directamente al exterior del edificio, si no que, se conectan a otros ductos de ventilación (ramales o chimeneas) para que estos las comuniquen a cielo abierto.

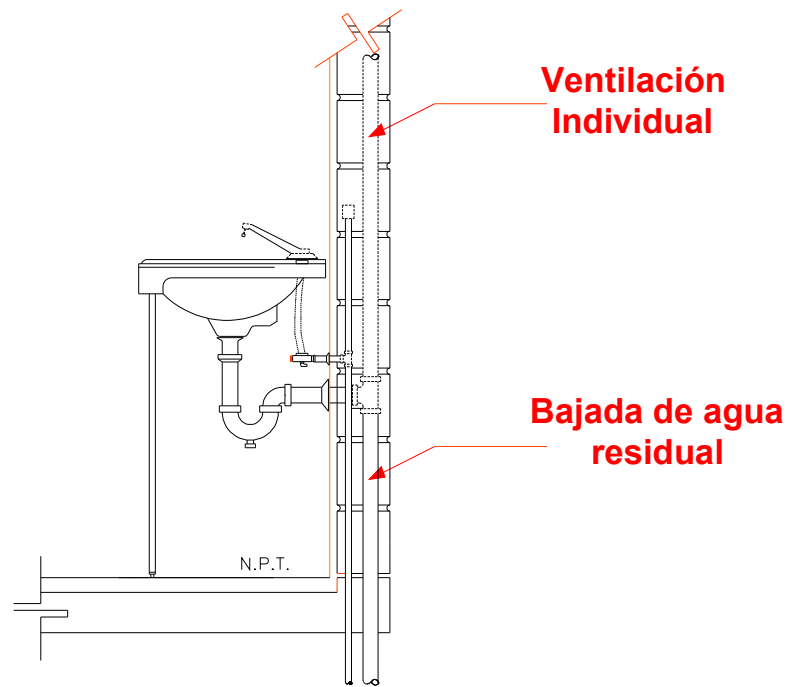


Fig. 3.1.13 Ventilación Individual en un solo mueble

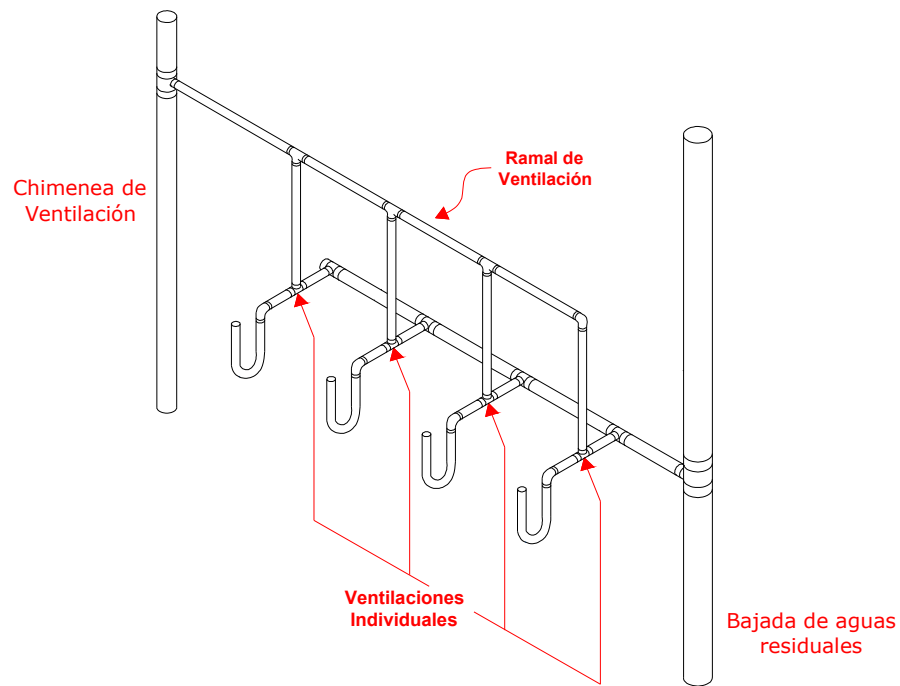


Fig. 3.1.14 Ventilación Individual de varios muebles

Ventilación Principal: La ventilación principal de un edificio es la tubería principal por la que se ventilan todos y cada uno de los muebles sanitarios, ya sea directamente o mediante la conexión de ramales de ventilación o ventilaciones secundarias, esto con el fin de que así se penetre una sola vez sobre el techo de la edificación. En la mayoría de los casos, la ventilación principal funciona como ventilación húmeda.

Trampa de Mueble: Accesorio o parte de un mueble sanitario que se dispone para retener el agua en su interior, y así evitar que los gases y malos olores producidos por la descomposición de las materias orgánicas que contiene la tubería de evacuación de agua residual salgan al exterior. Para lograr esta finalidad es necesario que la profundidad del sello de agua dentro de la trampa sea la

necesaria para retener líquido suficiente que impida precisamente que escapen los gases por donde se usan los diferentes muebles sanitarios.

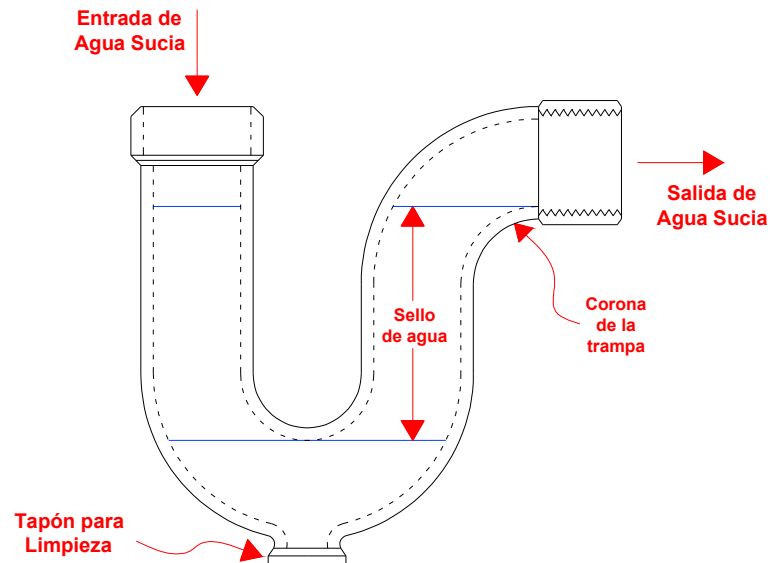


Fig. 3.1.15 Partes de una Trampa Sanitaria

En general, ninguna trampa sanitaria debe tener en su interior ni aristas ni rugosidades que puedan retener los diversos cuerpos extraños y residuos evacuados con las aguas ya usadas.

Atendiendo primordialmente a su forma y uso, las trampas pueden ser de diferentes tipos. A continuación presentamos los más comunes:

- Los sifones y los cespoles, son trampas de muebles sanitarios que se utilizan frecuentemente para lavabos, fregaderos o mingitorios. Los sifones o cespoles, son de diferentes medidas así los tenemos de: 32, 38, 51, 102 mm de diámetro, etc.

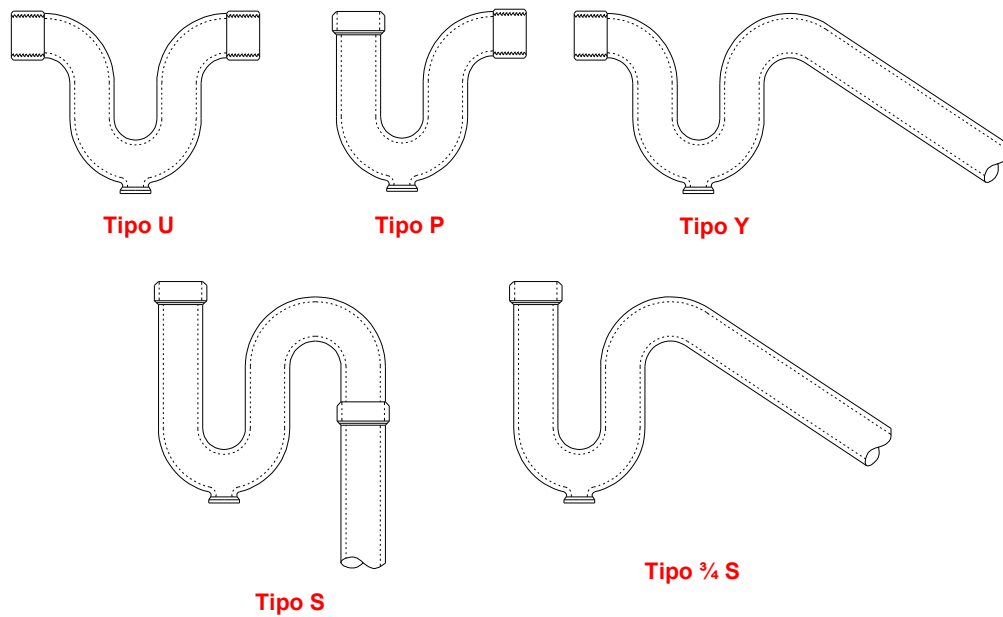


Fig. 3.1.16 Tipos de céspeles (trampas), para muebles sanitarios

- Las trampas de “botella” pueden ser requeridas en especificaciones de construcción para instituciones o industrias en donde se requieran instalaciones especiales, como laboratorios o fábricas.

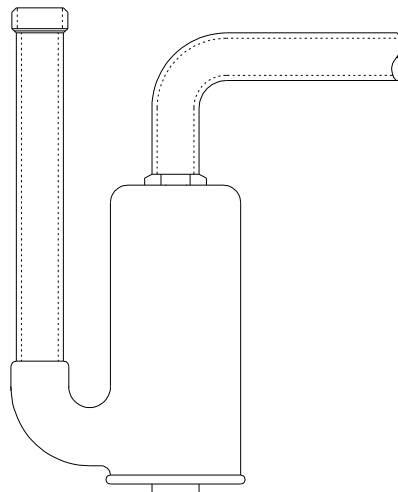


Fig. 3.1.17 Trampa de botella

- Para regaderas, patios de servicio y/o registros se utilizan trampas en forma de cono (en la parte interior de coladeras), de diferentes formas y materiales.

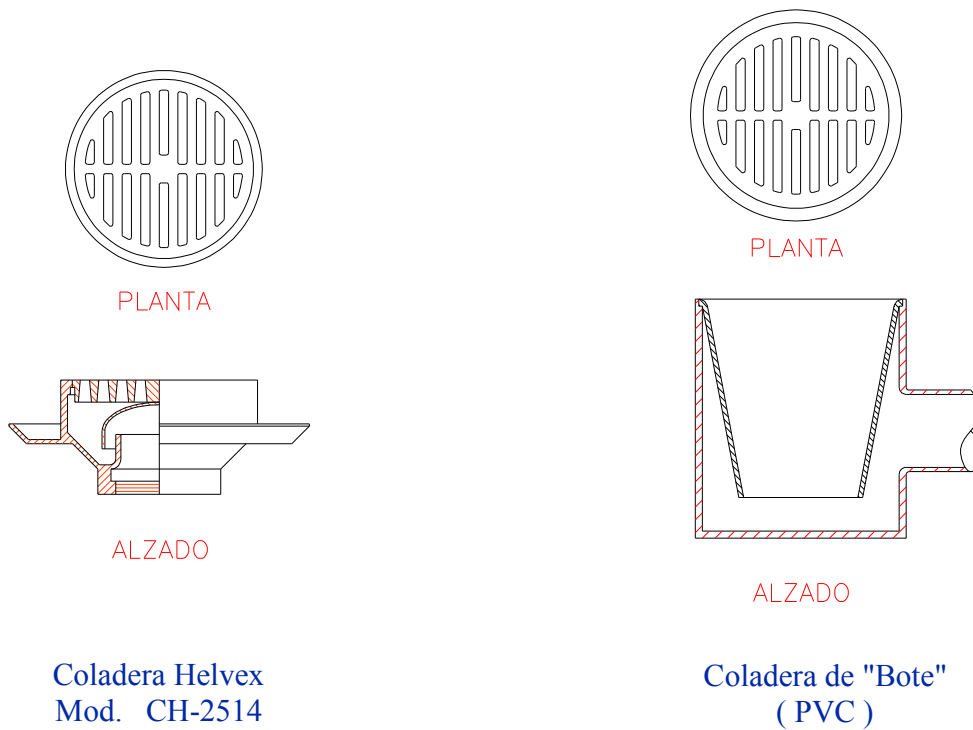
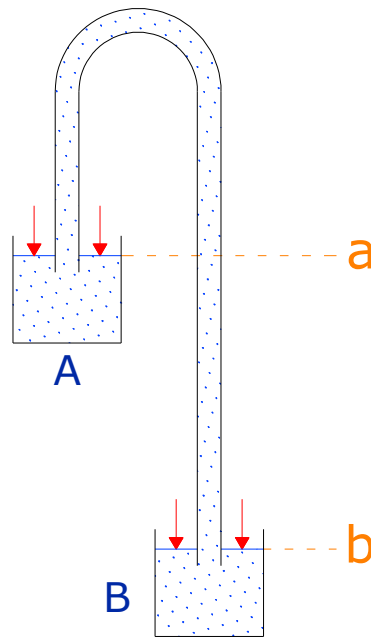


Fig. 3.1.18 Trampas de piso

Es importante que en los proyectos ejecutivos de una obra se exija que todos los muebles y equipos directamente conectados al sistema del desagüe sanitario tengan trampas sanitarias.

3.2 SIFONAMIENTO

Un sifón es un dispositivo formado por un tubo en forma de “U” invertida con sus extremos de longitud desigual, dentro del cual se presenta el flujo de un líquido debido a una diferencia de presiones en los extremos de este.



La diferencia de presiones se crea debido al peso de la columna de agua de los niveles ab. El líquido contenido en dicho intervalo bajará por su propio peso hacia el recipiente B, creando una depresión que succionará así el líquido contenido en el recipiente A.

Por lo tanto, para que el sifón funcione, el extremo largo del tubo debe quedar más abajo que el extremo corto, y tampoco deberá tener ningún orificio (en el extremo largo), ya que la entrada de aire haría desaparecer la depresión y no funcionaría como sifón.

En ocasiones, a las trampas sanitarias se les llama de forma incorrecta sifones, pero este funcionamiento solo se busca para determinados casos, pues en general, el fenómeno se trata de evitar para la mayoría de los muebles sanitarios, pues la succión ocasionada haría que se perdiera el sello en ellos permitiendo así el paso libre de los gases provenientes del sistema de desagüe.

Cabe mencionar que el único mueble sanitario que presenta por completo el funcionamiento como un sifón es en el inodoro.

Sifonamiento

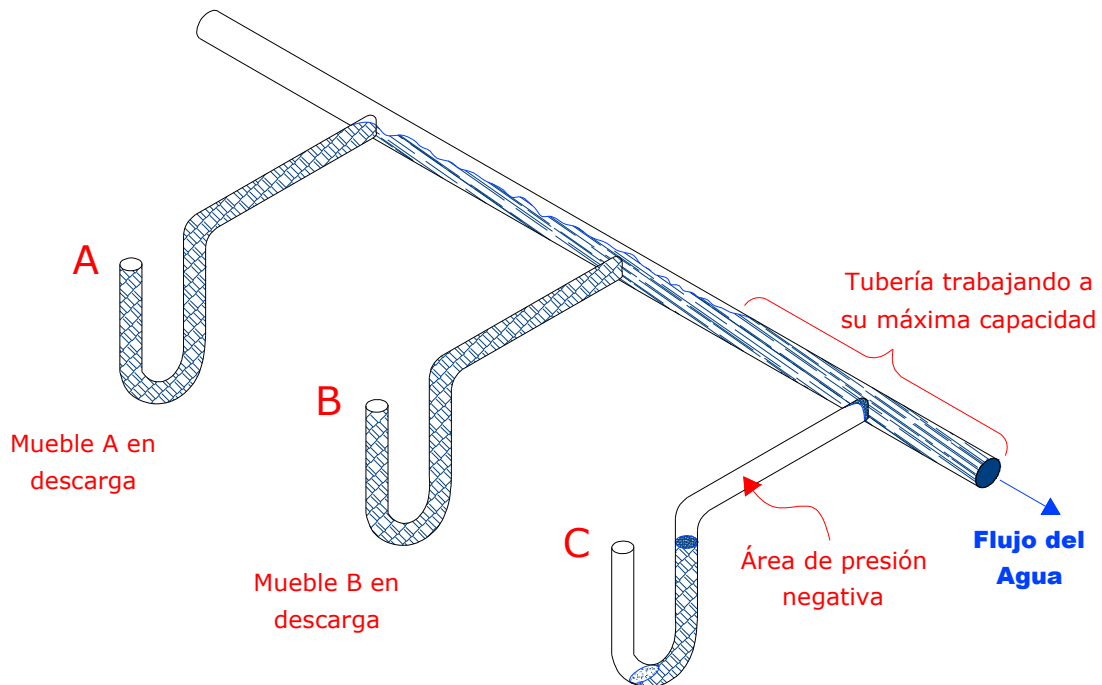
Dado que el propósito principal de un sifón es el traslado de un líquido de un lugar a otro, en el lenguaje técnico de instalaciones sanitarias se le llama sifonamiento, a cualquier fenómeno físico que ocasiona que una trampa sanitaria funcione como un sifón.

A continuación presentamos algunas de las causas más comunes por las que se presenta el sifonamiento en las trampas de los muebles y otros fenómenos que también provocan la pérdida del sello en ellas:

a. Sifonamiento Inducido

Este problema aparece en la salida de una trampa correspondiente a un mueble sanitario, y es provocado por la descarga de agua residual de otro mueble conectado a la misma tubería.

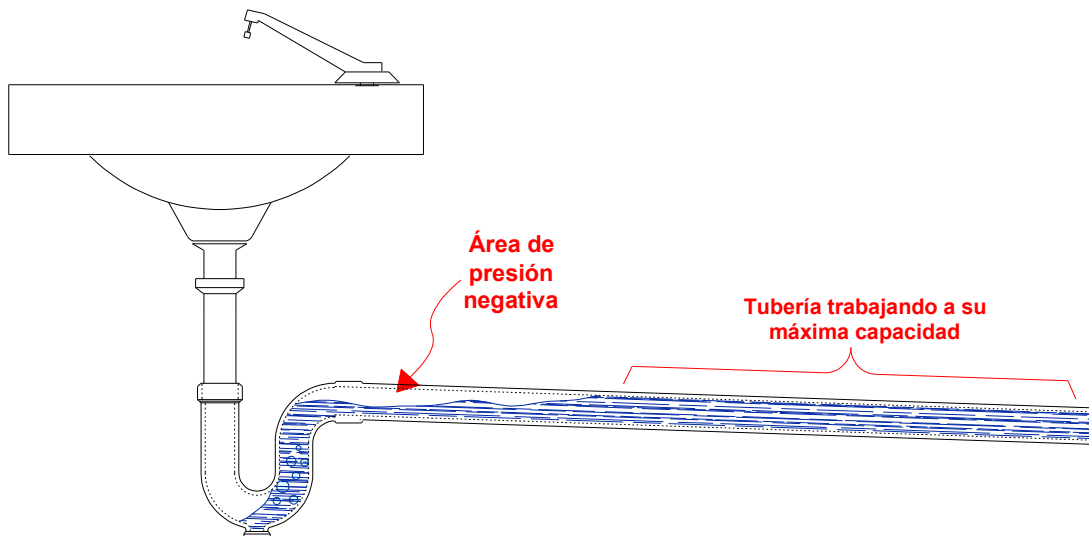
El agua que pasa por la conexión de la segunda trampa puede extraer aire de esta, ocasionando un vacío parcial que ocasiona el sifonaje.



b. Autosifonamiento

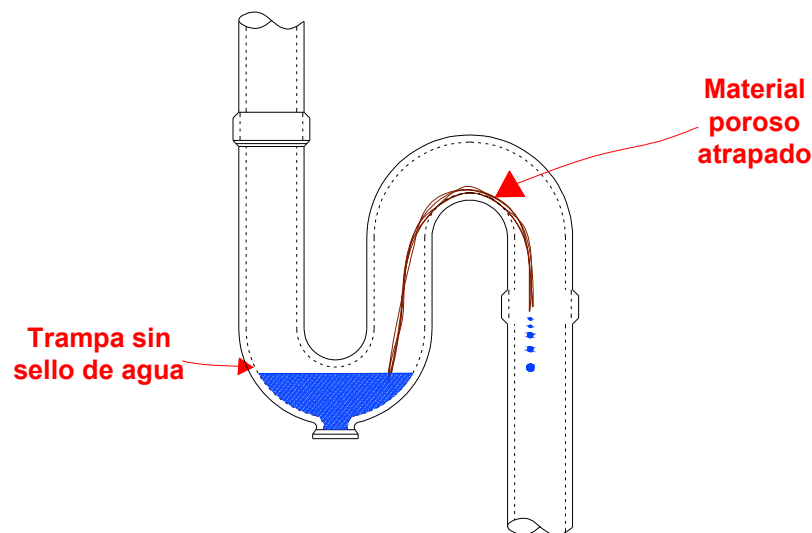
El autosifonamiento es provocado por un tapón de agua en movimiento, dentro del ramal de desagüe que se conecta con la trampa sanitaria. Este “tapón” se origina cuando el ramal por donde descarga el mueble es muy largo y está trabajando a su máxima capacidad.

A medida que el tapón avanza por la tubería va creando detrás de él un vacío parcial (presión negativa), por lo que se produce el sifonamiento.



c. Atracción capilar

Este fenómeno ocurre cuando una pieza de material poroso (como un trapo, cuerda o cabello enredado), queda atrapada en la corona de una trampa, mientras que uno de sus extremos permanece sumergido en el sello de agua de la misma. Si el mueble no es utilizado durante un periodo largo de tiempo, el agua del sello se va perdiendo a través del material por medio de capilaridad.

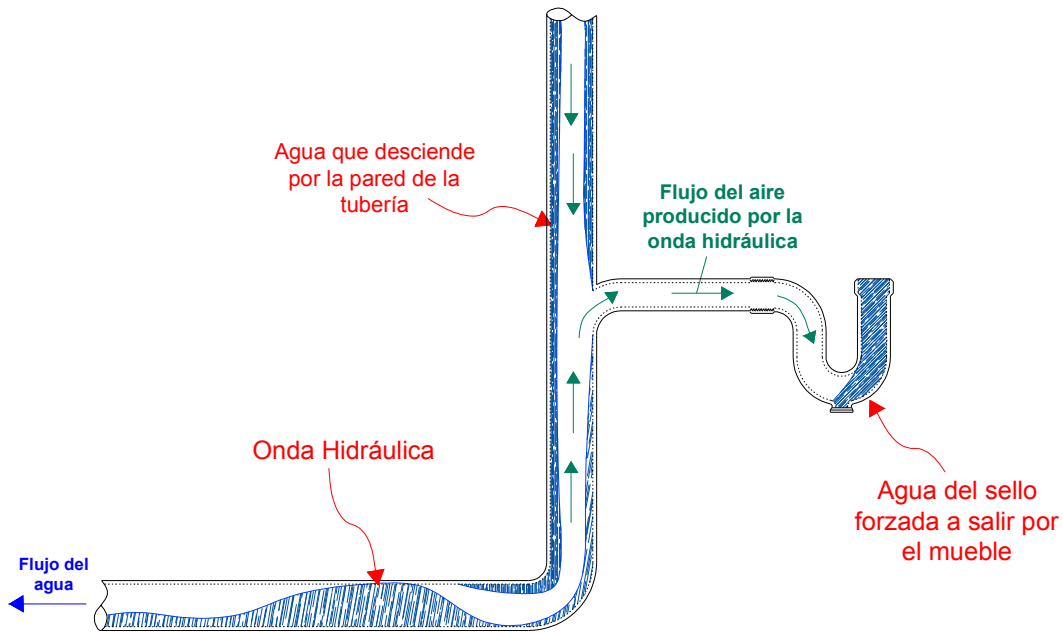


d. Compresión o Contrapresión

A medida que el agua desciende por la tubería de desagüe, arrastra el aire contenido en su interior y también vá comprimiendo el que se encuentra delante de ella.

Cuando el agua pasa por un accesorio de cambio de dirección (generalmente codos en la base de la tubería), esta disminuye su velocidad y también se produce una onda hidráulica en la tubería horizontal. La parte trasera de la onda comprime el aire que busca

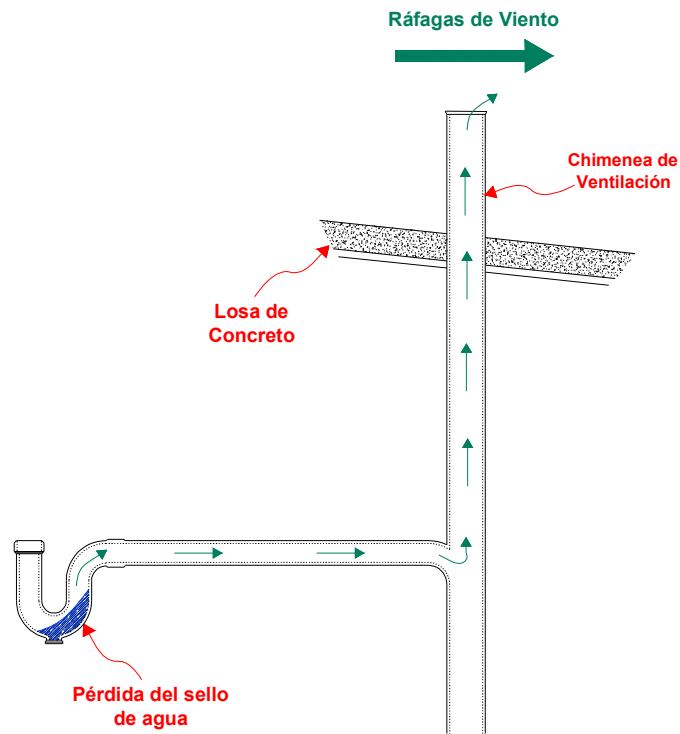
salir inmediatamente, por lo que si existe alguna trampa colocada cerca de este codo, ese aire provocará la pérdida del sello y saldrá por el mueble.



e. Sifonamiento por oscilaciones

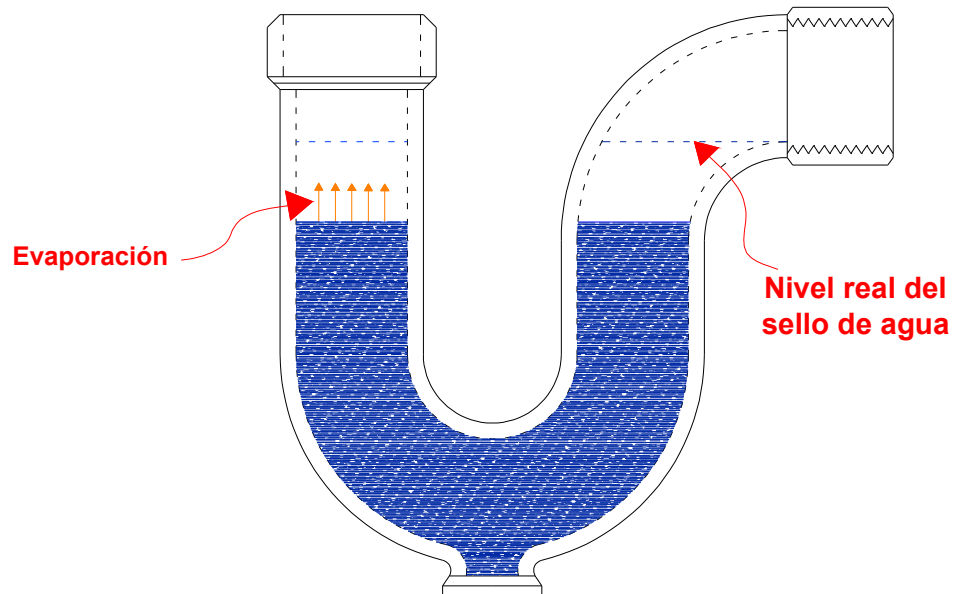
Cuando la tubería del desagüe está conectada a una chimenea de ventilación ó con una bajada de agua pluvial, los muebles conectados en esta (generalmente los del último nivel del edificio) corren el riesgo de que en su trampa se pierda el sello de agua. Esto se debe a que la circulación de aire a alta velocidad por encima del edificio, puede extraer el aire contenido en la tubería creando así un vacío parcial en ella.

Cuando la velocidad del aire es variable, el agua de la trampa oscila hasta que se pierde el sello de agua en ella.



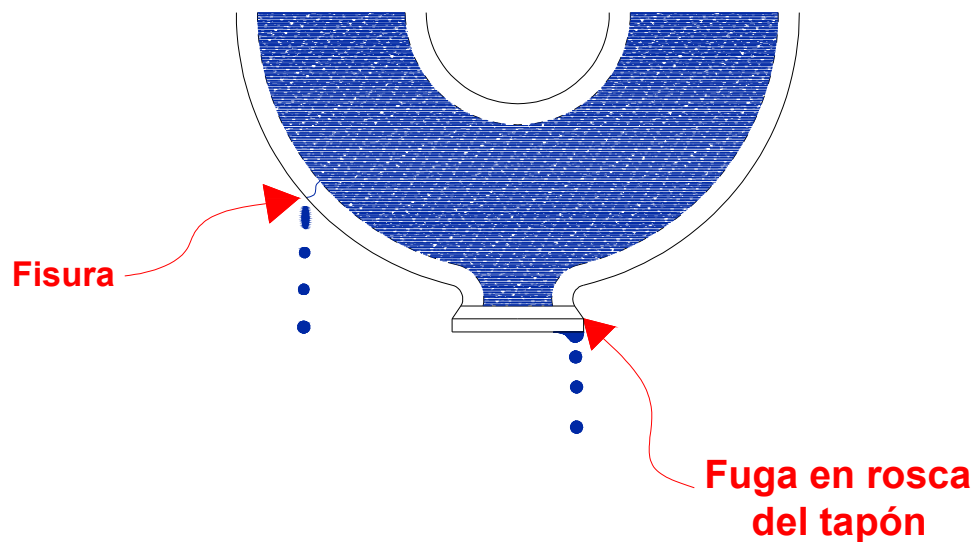
f. Evaporación

Cuando la humedad relativa en el interior del edificio es baja y el mueble no se utiliza en un largo periodo de tiempo, el sello de agua que contiene la trampa puede desaparecer debido a una evaporación. Este fenómeno tarda mucho en realizarse, ya que en condiciones normales, la razón con la que se evapora el agua del sello es de aproximadamente de 2.5 mm por semana (en climas templados), pero dependerá también de la humedad relativa del aire.



g. Fugas en las trampas

Las fugas son las causas más comunes de la pérdida de sellos en las trampas, y aunque son las más obvias no se les da la importancia debida. Casi siempre se deben a una unión defectuosa del tapón de limpieza, a una fisura en la parte inferior de la trampa o a una mala instalación de la misma.



3.3 TIPOS DE VENTILACIÓN

Como hemos visto hasta ahora, dentro de la tubería de evacuación de aguas residuales, pueden ocurrir una serie de fenómenos que ocasionen la pérdida de sellos hidráulicos en las trampas además de otros desagradables problemas.

Todos estos problemas pueden prevenirse y/o evitarse proponiendo un arreglo adecuado (según los requerimientos de la instalación del sistema de desagüe), pues aunque el sistema de ventilación es muy simple en cuanto a su diseño e instalación hay que elegir el que mejor proporcione las condiciones para un buen funcionamiento en toda la instalación.

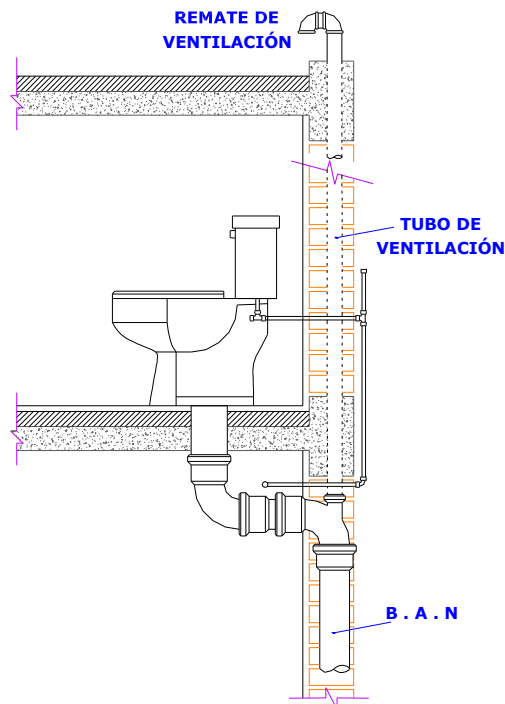
Los tipos de arreglos más comunes que se pueden proponer para la habilitación de una ventilación, son los que a continuación se presentan:

3.3.1 VENTILACIÓN SIMPLE (PRIMARIA)

Se le llama ventilación simple a este tipo de arreglo, ya que es la forma más sencilla de ventilar una instalación de evacuación de aguas, pues como su nombre lo indica, consta de una “simple” tubería con la cual se permite la entrada de aire al sistema.

En general, la ventilación simple es utilizada en casas habitación de uno o dos niveles (como máximo), ya que como se trata de una tubería única, no sería suficiente para construcciones mayores.

La tubería de esta ventilación se conecta desde la trampa a cielo abierto, o bien, directamente con el bajante de aguas residuales. Cabe mencionar que la ventilación húmeda es el caso más claro de la ventilación simple.



Ventilación simple en W.C.

3.3.2 VENTILACIÓN SECUNDARIA

La ventilación secundaria es la tubería de ventilación conectada directamente a una tubería de descarga secundaria, es decir, a los ramales del sistema de desagüe.

El principal motivo para instalar una ventilación secundaria, es cuando los muebles sanitarios dentro de un edificio se encuentran lejos de la bajada principal de aguas residuales o de la ventilación principal, dificultando su ventilación directa; por tal motivo, las ventilaciones secundarias son el tipo de arreglo más común en las grandes construcciones, ya que, permitir que la mayoría de los muebles estén en contacto directo con la atmósfera, dando así un mejor funcionamiento.

Una ventilación secundaria también se conoce como ventilación individual, ya que con ella se busca que cada mueble este lo mejor

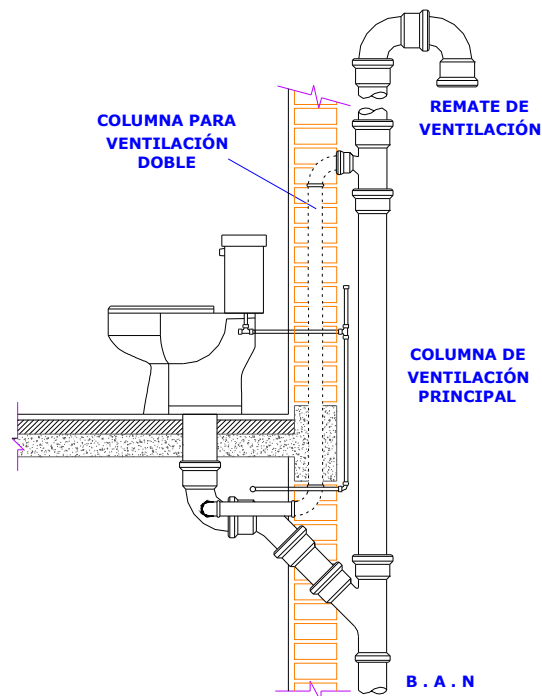
ventilado posible de manera individual (para que el funcionamiento sea el óptimo).

Las ventilaciones de alivio, la mayoría de ventilaciones individuales, los circuitos y anillos de ventilación son ejemplos claros de la ventilación secundaria.

3.3.3 VENTILACIÓN DOBLE

Una ventilación doble consta de dos tuberías que ventilan al mismo tiempo un solo mueble sanitario, es decir, que además de la ventilación lograda mediante la tubería de descarga del mueble, se conecta inmediatamente después de la trampa una tubería exclusiva para ventilar el mueble.

Aunque este tipo de arreglo garantiza un mejor funcionamiento de la red de evacuación de aguas, en la práctica no es muy común, ya que además de que se requiere más espacio y trabajos de instalación, también implica un mayor costo.



Doble Ventilación en W.C.

3.3.4 VENTILACIÓN MEDIANTE VÁLVULAS DE ADMISIÓN DE AIRE

Un método alternativo para la ventilación del sistema de evacuación de aguas residuales es la instalación de válvulas de admisión de aire.

Aunque este método no es recomendable considerarlo en la etapa de proyecto para una nueva edificación (ya que lo óptimo es que el sistema de evacuación de aguas residuales cuente con su propio sistema de ventilación), si resulta muy importante como un método correctivo de todas aquellas construcciones en las cuales ya no se puedan realizar modificaciones en la red de tuberías sanitarias (inmersas en muros y losas), ya que evita gastos propios de demoliciones, daños a elementos estructurales y molestias comunes de espacio y ruido.

Una válvula de admisión de aire (VAA), es un dispositivo que “permite la entrada de aire” al sistema de evacuación de aguas residuales sin la necesidad de conectarlo directamente a una tubería que viaje hasta el exterior de la construcción.

Las válvulas de admisión en aire (VAA) se abren y cierran conjuntamente con la operación normal del sistema DWV (Drenaje, Desecho y Ventilación), eliminando así de manera efectiva la necesidad de tubos secundarios de ventilación. Una VAA ofrece una alternativa a la ventilación secundaria cuando se le utiliza dentro del alcance de los códigos modelo de plomería o las normas de consulta de reglamentos.

Las VAA ofrecen la una solución ideal de ventilación para fregaderos en islas, grupos de baños remotos y trabajos de remodelación, ya que eliminan la necesidad de enlazarlos a un tubo vertical de ventilación.

A menudo las VAA resultan más económicas que correr tubería de ventilación en una construcción nueva porque reducen la necesidad de materiales y mano de obra adicionales.

En México no estamos tan familiarizados con estos accesorios (debido a la falta de interés de plomeros, constructores, ingenieros, arquitectos, etc.), por lo que es difícil encontrarlas en el mercado, sin embargo, la empresa Oatey saca al mercado su nueva línea de productos para plomería, dentro de los cuales se incluyen las válvulas Sure-Vent®.



SISTEMA *DFU* OPTIMIZADO

La capacidad para respirar de una Válvula de Admisión de Aire se mide en Unidades de Muebles o Accesorios de Drenaje o DFU (Drainage Fixture Units), por sus siglas en inglés. Cuanto más alto es el rango de DFU de una válvula, mayor es la cantidad de aire que puede entrar al sistema DWV. El rango de DFU es asignado a los elementos de plomería dependiendo del índice del volumen de descarga, la duración de la operación y el tiempo entre las operaciones. Los rangos de DFU de los accesorios comunes se muestran en la tabla.

Para asegurar la capacidad de respiración apropiada, determine todo los elementos que serán ventilados y calcule la carga total de DFU, después selecciones la Sure-Vent® apropiada para el uso. Cada casquillo de las Sure-Vent® Oatey indican el rango máximo de DFU – 6, 20, 160 y 500 DFU.

Por ejemplo: En una casa con un cuarto de lavado y un baño compartiendo una pared común, la carga total de DFU sería de un total de nueve. Cinco por el baño, tres por la lavadora y uno por el desagüe del lavadero. La VAA Sure-Vent® de 20 DFU es la correcta para el trabajo.

Es aceptable utilizar una Sure-Vent® de mayor capacidad, sin embargo, una de menor capacidad no permitirá que el sistema de drenaje respire correctamente.

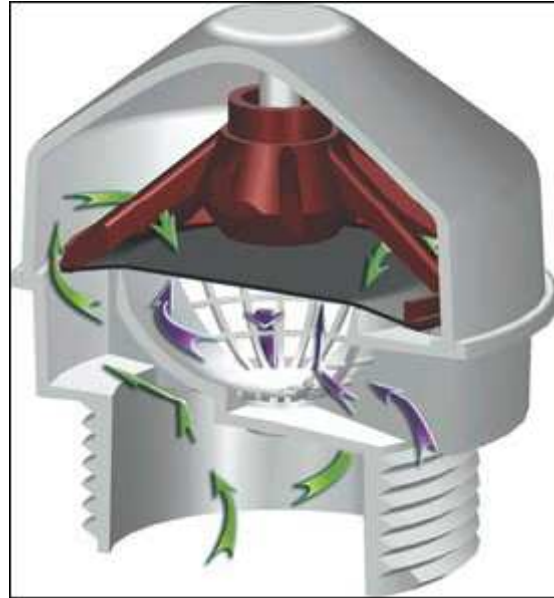
RANGOS DE CARGA DE ELEMENTOS COMUNES	
Aplicación de Elementos	Carga de DFU
Conjunto tradicional de baño público (Inodoro de 6.047litros, regadera con tina y lavamanos)	6
Conjunto tradicional de baño privado (Inodoro de 6.047litros, regadera con tina y lavamanos)	5
Inodoro Público (6.047litros)	4
Inodoro Privado (6.047litros)	3
Lavadora	3
Regadera con Tina	2
Lavamanos y Desagüe	2
Lavavajillas	2
Regadera	2
Fregador	1
Fuente para Beber	0.5
Elementos no listados arriba	
Trampa de 1-1 1/2"	2
Trampa de 2"	3
Trampa de 3"	5
Trampa de 4"	6

FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA DE ADMISIÓN DE AIRE *Sure-Vent*®

PRESIÓN CERO

A presión cero la VAA *Sure-Vent*® está sellada, lista para reaccionar a cambios de presión.

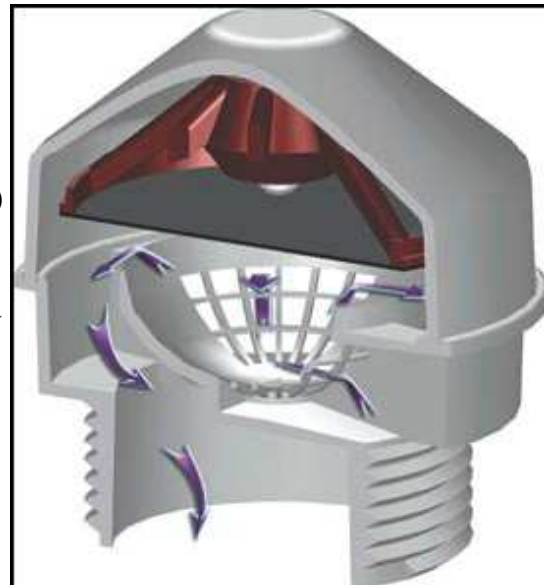
La VAA *Sure-Vent*® no permitirá que los gases del sistema de evacuación de aguas entren al edificio.



PRESIÓN NEGATIVA

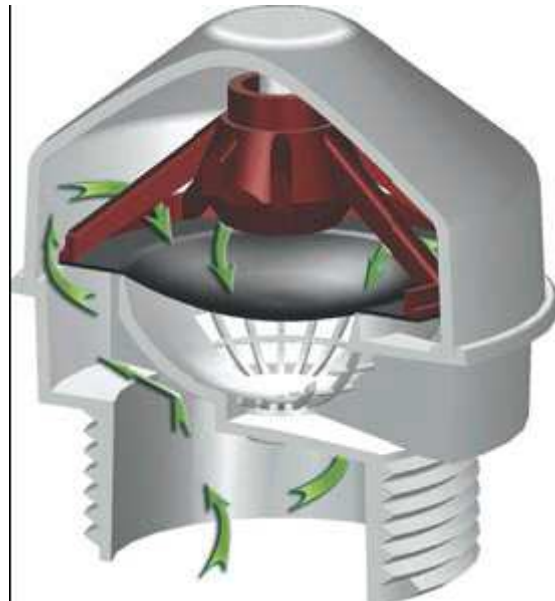
Un cambio de presión de -0.01 psi (-0.25 mca) hará que la VAA *Sure-Vent*® se abra.

Cuando abra, el aire fluirá del cuarto a través de la malla protectora, pasará el sello y entrará el sistema DWV como lo indican las flechas. Cuando la presión se estabilice, la VAA *Sure-Vent*® regresará a la posición de presión cero.



PRESIÓN POSITIVA

La VAA Sure-Vent® sella a 0 psi o más. La figura muestra la VAA Sure Vent en una posición de sellado que bloquea los gases del sistema de evacuación de aguas. Cuando la presión baja, la VAA Sure-Vent® vuelve a la posición de presión cero.



CARACTERÍSTICAS, VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE UNA VÁLVULA DE ADMISIÓN DE AIRE

- a) Cada una de estas válvulas puede estar conectada para aliviar hasta 4 ramales de desagüe, siempre y cuando se encuentren en el mismo ramal horizontal (en el mismo piso) y con una inclinación menor de 45°.
- b) Una sola válvula puede ser suficiente por cada cuarto de baño o lavado, siempre y cuando la capacidad en DFUs de la válvula no sea superada y que las condiciones de instalación estén dentro de lo mencionado anteriormente.
- c) Estas válvulas solucionan 2 problemas principales:
 1. Elimina la necesidad de utilizar líneas secundarias de ventilación (en algunos casos).

2. Elimina el ruido (sifonamiento) en la línea de descarga, que se debe al aire atrapado dentro de la línea.
- d) Pueden eliminarse las líneas secundarias de ventilación porque se alivia la presión inmediatamente con el aire del propio edificio, y no es necesario llevar líneas de tuberías adicionales hasta el techo.
 - e) La válvula debe de ir instalada justo después de la trampa de uno de los muebles de descarga que tengan que aliviarse.



- f) En todas las construcciones se necesita ventilar las líneas del desagüe, por lo tanto el ahorro del costo se vé reflejado al eliminar los trabajos que requieran líneas secundarias de ventilación mediante la colocación de válvulas.

- g) Pueden ocultarse, si se desea, dentro de cajas empotradas en el muro, o dentro del mismo mueble (en el caso de lavabos).



- h) Aunque la utilización de la válvula de alivio resulta atractiva en diversos aspectos (instalación y costo) para el proyectista, constructor, plomero y usuario final de la instalación, cabe mencionar que el uso de esta, únicamente es recomendado como **medida correctiva**, es decir, cuando la instalación lo requiera, pero ya no pueda ser modificada, pero **NO** en el caso de una instalación nueva, pues siempre será mejor que el proyecto inicial incluya la proyección de un sistema de ventilación.
- i) El costo a largo tiempo puede ser mayor, pues el cambio continuo de estas significaran gastos.
- j) El mayor problema para la utilización de la válvula es su escasez en el mercado, dificultando la posibilidad de utilizarla.

4

DISEÑO DEL SISTEMA
DE VENTILACIÓN

El flujo de aire es el componente principal a considerar durante el diseño del sistema de ventilación. Por lo tanto, para comprender mejor el comportamiento del sistema de ventilación, es importante comprender algunas características físicas que intervienen en su conducta dentro del sistema.

➤ Carga estática

La carga estática es la presión ejercida por el peso de una sustancia sobre cualquier punto que se encuentre debajo de ella. En el sistema de evacuación de aguas dentro de un edificio, la carga estática actuante es la presión atmosférica, en donde lógicamente la sustancia que la ejerce es el aire.

Esta presión o carga estática, comúnmente se expresa en unidades de fuerza sobre área (N/m^2 que en el SI se conocen como Pa), pero también puede expresarse en términos de la altura que tendría una columna de la sustancia sobre el punto debajo de ella; para ello utilizamos la siguiente expresión:

$$P = \rho gh \dots\dots\dots (1)$$

Despejando se tiene,

$$h = \frac{P}{\rho g} \dots\dots\dots (2)$$

Donde,

P = Presión [Pa]

ρ = Densidad de la sustancia [kg/m³]

g = 9.81 [m/s²]

h = Carga estática [m]

Como hemos mencionado anteriormente, el propósito fundamental del diseño del sistema de ventilación es mantener los cambios de presión dentro de la tubería del desagüe a ± 2.54 cm (1 in) de columna de agua, por lo que para conocer la carga estática de aire que mantendría en reposo el sello en las trampas igualamos la presión que ejerce el agua y el aire.

$$P_w = P_a$$

Utilizando la ecuación (1), resulta:

$$\rho_w g h_w = \rho_a g h_a$$

Despejando h_w y sustituyendo valores (donde agua y aire a 20 °C),

$$h_a = \frac{\rho_w h_w}{\rho_a} = \frac{(998 \text{ kg/m}^3)(0.0254 \text{ m})}{(1.20 \text{ kg/m}^3)} = 21.12 \text{ [m]}$$

Lo que quiere decir que una columna de aire de 21.12 m ejercerá la misma presión que una columna de agua de 0.0254 m.

➤ Circulación gravitacional

El principio de circulación gravitacional de aire es utilizado para mantener completamente libre de desagradables olores y crecimiento

de moho y hongos, al sistema sanitario de un edificio. La circulación es inducida por la diferencia de carga estática (presión) entre el aire al exterior del edificio y el aire dentro de la tubería de ventilación. Esta diferencia de carga se debe a la diferencia entre las dos temperaturas, ya que estas provocan una diferencia en su densidad a lo largo de la tubería de ventilación. El aire frío es más denso y este tiende a desplazar el aire menos denso del sistema; así se forma la circulación del aire. Una fórmula aproximada para conocer la circulación de aire es la siguiente:

$$H = 0.0101949(\gamma_0 - \gamma_1)H_S$$

Donde,

H = Presión normal de diseño (cm de agua)

γ_0 = Peso específico del aire exterior [N/m^3]

γ_1 = Peso específico del aire exterior [N/m^3]

H_S = Altura de la columna de aire dentro de la chimenea [m]

Bajo condiciones normales de diseño, el valor del flujo debe ser más grande para vencer las pérdidas por fricción.

➤ Pérdida de carga por fricción

Cuando el aire circula dentro de una tubería existe una pérdida de presión ocasionada por la fricción entre el propio aire y la pared del tubo. Esta pérdida puede ser expresada mediante la fórmula de Darcy:

$$h_f = \frac{fLv^2}{2gD} \dots\dots\dots(3)$$

donde,

h_f = Carga perdida por fricción [m de columna de aire]

f = Coeficiente de fricción

L = Longitud de la tubería [m]

D = Diámetro de la tubería [m]

v = Velocidad del aire [m/s]

g = Aceleración gravitacional (9.81 m/s^2)

➤ Valor de flujo de aire proveniente del desagüe

La velocidad con la que el flujo de aire sale de un desagüe hacia la atmósfera (en la parte alta de la chimenea) es justamente la presión total de alivio de la tubería de ventilación sobre el desagüe.

$$Q_D = C_D Q_I \dots\dots\dots(4)$$

Donde

- Q_D = Gasto real de descarga [m³/s]
- Q_I = Gasto ideal de descarga [m³/s]
- C_D = Coeficiente de descarga

Utilizando la fórmula $Q=Av$ y sustituyendo en (4) nos queda:

$$Q_D = C_D Av$$

$$Q_D = C_D (0.000507 d_0^2 v)$$

Donde

- Q_D = Gasto real de descarga [m³/s]
- d_0 = Diámetro del desagüe [in]
- v = Velocidad ideal [m/s]

Sabiendo que $v = \sqrt{2gh}$, donde g = aceleración gravitacional y h es la altura (o carga) de la columna de aire.

$$Q_D = C_D (0.002245 d_0^2 \sqrt{h})$$

Usando 0.67 como un coeficiente de descarga aceptable nos queda entonces:

$$Q_D = 0.001505 d_0^2 h^{1/2} \dots\dots\dots(5)$$

El valor de descarga desde una salida de ventilación puede ser determinado cuando la presión sobre la salida es de 0.0254 m (1 in) de columna de agua o 21.12 m de columna de aire, por lo tanto:

$$Q_D = 0.001505d_0^2(21.12)^{1/2}$$

$$Q_D = 0.006916d_0^2$$

A continuación se presentan los valores de descarga para varios diámetros de la tubería de ventilación con una presión de flujo de 21.12 m de columna de aire.

Diámetro de salida d_0 [in]	Descarga de aire Q_D [m ³ /s]	Descarga de aire Q_D [lps]
2	0.028	27.664
2 ½	0.043	43.225
3	0.062	62.244
4	0.111	110.656
5	0.173	172.900

Tabla 1 Valores de descarga de aire
(a 0.0254 m de columna de agua)

➤ Flujo del aire en las tuberías de desagüe

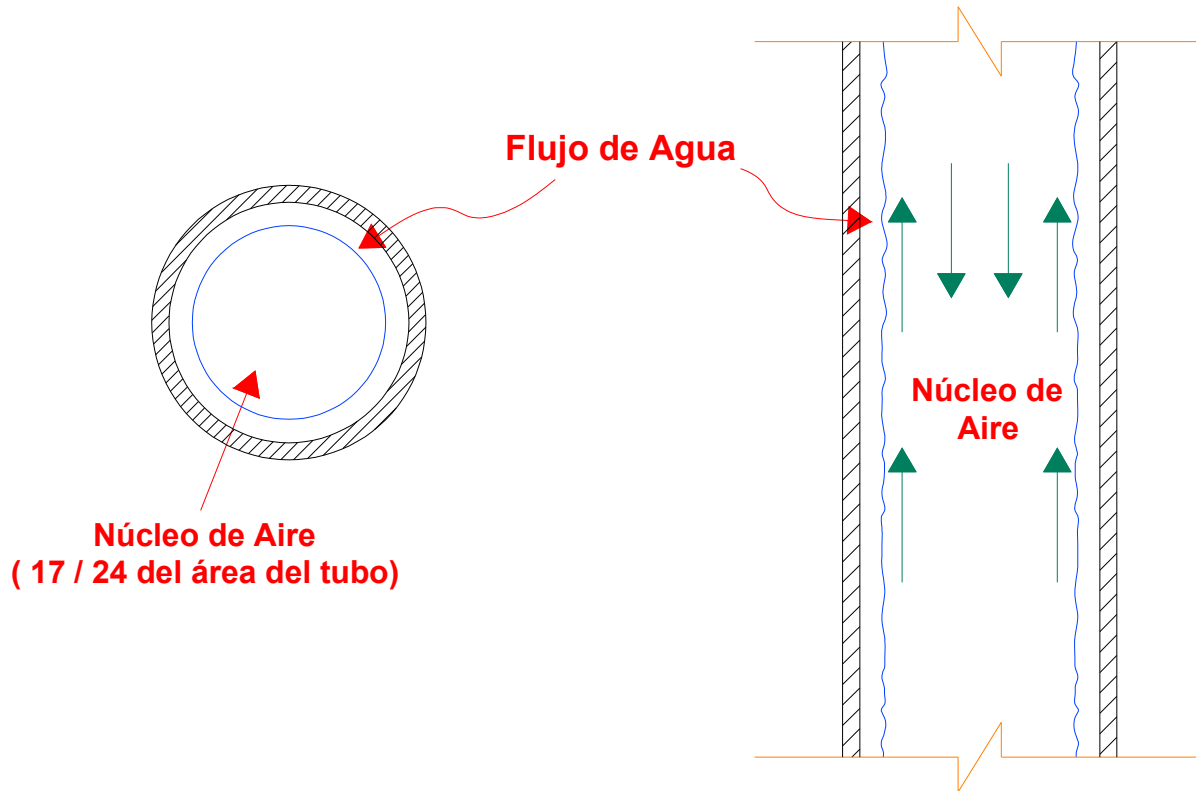
Las diferencias de presión en una tubería de evacuación de aguas residuales son ocasionadas por el flujo de agua que conducen y el movimiento de del aire dentro de la tubería, este último se comporta de manera distinta dependiendo la posición de la tubería.

★ Flujo de aire en bajadas y líneas verticales de desagüe

Cuando el agua está avanzando bajo las condiciones de diseño en un desagüe horizontal (a medio llenar aproximadamente), se forzarán el aire que se encuentra antes del líquido en movimiento, debido a la fricción entre el flujo del agua y el aire.

En la tuberías verticales (columnas y bajadas de agua residual), el agua fluye alrededor del perímetro de la tubería ocupando 7/24 del

área transversal del tubo y los restantes 17/24 del área mencionada son ocupados por un núcleo central de aire, excepto cuando se carga excesivamente.



Este comportamiento del agua y el aire dentro de la tubería del desagüe ocasiona muchos de los problemas de sifonamiento mencionados en el capítulo 3, por ello, es importante que el diseño del sistema de ventilación sea capaz de minimizar o desaparecer los efectos de dicho fenómeno en el sistema de evacuación de aguas residuales.

Cuando el flujo de agua circula hacia abajo, este flujo ejerce una fricción en el centro de aire siendo arrastrado también hacia la parte inferior de la tubería. El aire arrastrado debe ser reemplazado por una cantidad equivalente de aire para no desarrollar presiones negativas de más de 0.0254 m (1 in) de columna de agua; Obviamente la columna o chimenea de ventilación debe ser suficientemente grande para permitir que la cantidad máxima de aire entre a la tubería del desagüe.

El valor de descarga (entrada) de aire requerido, es proporcional al tamaño de la tubería trabajando en condiciones de diseño:

Diámetro en bajada de desagüe [in]	Flujo de agua [lps]	Flujo de aire [lps]
2	1.48	3.60
3	4.42	10.73
4	9.15	22.23
5	17.04	41.40
6	27.45	66.70
8	58.05	141.05
10	104.11	252.98
12	167.20	406.29

Tabla 2 Aire requerido para servir columnas de ventilación (Bajadas de desagüe con flujo a 7/24 del lleno total)

★ Flujo de Aire en Ramales y Líneas Horizontales de Desagüe

Se supone que en los ramales del desagüe el flujo de agua ocupa la mitad del tubo (de las condiciones de diseño) y que el aire, la mitad superior de la tubería, fluyendo con la misma velocidad y volumen. La tabla 3, muestra esos valores para varias pendientes del desagüe:

Diámetro del desagüe [in]	Pendiente de la tubería [%]	Valor del flujo [lps]
1 ½	2	0.38
2	2	0.56
2 ½	2	0.98
3	2	1.61
4	1	2.40
5	1	4.35
6	1	7.07
8	1	15.14

Tabla 3 Valor del aire en desagües horizontales

➤ Longitud Permisible en la Tubería de Ventilación

La máxima longitud de la tubería de ventilación para algún diámetro en particular y una presión de 2.54 cm (1 in) de columna de agua, es establecida calculando las pérdidas de presión para distintos valores del flujo en ventilaciones de distintos diámetros.

Combinando la fórmula de Darcy de fricción en tuberías y la fórmula del gasto, y convirtiendo además los términos de las ecuaciones en unidades utilizadas generalmente en plomería tenemos:

$$h = \frac{fLv^2}{2gd} \dots\dots\dots(3)$$

$$Q = 0.785398d^2v \dots\dots\dots(6)$$

Despejando v de (6) y sustituyendo en la ecuación (3), tenemos:

$$v = \frac{Q}{0.785398d^2}$$

$$h = \frac{fLQ^2}{1.2795 \times 10^{-7} d^5}$$

Resolviendo para L ,

$$L = \frac{1.2795 \times 10^{-7} hd^5}{fQ^2}$$

sustituyendo $h = 0.0254$ m de columna de agua,

$$L = \frac{3.25 \times 10^{-9} d^5}{fQ^2}$$

Donde,

L = Longitud de la tubería [m]

d = Diámetro de la tubería [in]

f = Coeficiente de fricción

Q = Valor del gasto del flujo [m^3/s]

4.1 RECOMENDACIONES DE DISEÑO

A continuación se presentan una serie de recomendaciones para el diseño de los elementos que con mayor frecuencia integran el sistema de ventilación de un edificio:

COLUMNA O CHIMENEA DE VENTILACIÓN El procedimiento básico para dimensionar la columna (o la chimenea) de ventilación se basa en el conocimiento de los siguientes puntos:

- ◆ El total de las Unidades Mueble descargadas en la tubería que se vá a ventilar.
- ◆ La longitud de desarrollo de la ventilación que se está dimensionando.
- ◆ El diámetro del desagüe, ramal o bajada de aguas residuales que se ventilará.

Posteriormente utilizando como ayuda de diseño la tabla 4, la cual nos dá el diámetro recomendado para la columna de ventilación según los requerimientos del sistema de evacuación de aguas residuales.

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE DESAGÜE [in]	UNIDADES MUEBLE DESCARGADAS	DIÁMETRO REQUERIDO DE LA TUBERÍA DE VENTILACIÓN [in]								
		1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4	5	6	8
		MÁXIMA LONGITUD HORIZONTAL [m]								
1 ¼	2	22.85								
1 ½	8	21.35	45.70							
2	24	8.50	21.35	91.40						
3	40		6.10	24.90	79.25	198.10				
3	80		5.50	22.85	73.15	182.90				
4	310			9.15	28.95	73.15	305.00			
4	620			6.70	21.35	54.85	230.00			
5	750				8.50	21.35	97.50	305.00		
5	1500				6.10	15.25	73.15	230.00		
6	1440					6.10	28.95	73.15	305.00	
6	2880					5.50	21.35	55.00	230.00	
8	3100						9.15	24.40	105.00	335.00
8	6200						7.60	18.30	76.00	240.00

Tabla 4

La utilización de la tabla anterior para el diseño de una columna de ventilación se describe a continuación:

- 1) Ya calculados los puntos mencionados anteriormente, entrar en la tabla 4 con la condición mas desfavorable de tamaño de tubería de desagüe o de unidades muebles descargadas.
- 2) Entonces, leer horizontalmente hacia la derecha hasta encontrar el número que satisfaga o exceda la longitud de desarrollo calculada previamente.
- 3) Por ultimo, leer hacia arriba el valor del diámetro recomendado para la tubería de ventilación.

VUELTAS Y CIRCUITOS DE VENTILACIÓN El diseño de las vueltas y los circuitos de ventilación también se basa en la utilización de una tabla. Dado que estos son arreglos muy parecidos, las tuberías que los integran también lo son, por lo que se dimensionan con la ayuda de la misma tabla:

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE DESAGÜE		UNIDADES MUEBLE (máximo)	DIÁMETRO DEL CIRCUITO Ó ANILLO DE VENTILACIÓN [in]					
			1 ½	2	2 ½	3	4	5
mm	in		MÁXIMA LONGITUD HORIZONTAL [m]					
38	1 ½	10	6.10					
50	2	12	4.55	12.20				
50	2	20	3.05	9.15				
75	3	10		6.10	12.20	30.50		
75	3	30			12.20	30.50		
75	3	60			4.85	24.50		
10	4	100			6.10	15.80	61.00	
10	4	200			5.50	15.80	55.00	
10	4	500			4.52	11.00	42.50	
125	5	200				4.90	21.50	61.00
125	5	1100				3.00	12.20	42.50

Tabla 5

Los pasos para el diseño de un circuito de ventilación son los siguientes:

- Se identifica el diámetro de la tubería del desagüe o bien, de las unidades mueble servidas con dicha tubería.
- Se determina la longitud máxima desde el mueble más lejano hasta la chimenea o columna de ventilación principal.
- Con la obtenida se entra en la fila correspondiente y se obtiene el diámetro del circuito o anillo de ventilación.

Para determinar a cada cuántos aparatos o unidades de descarga deberá colocarse una rama del circuito de ventilación, se revisa el

diámetro de la tubería utilizada y las unidades de descarga totales de los muebles en dicho tramo.

El número de aparatos a considerar para el diseño de un circuito o vuelta de ventilación.

Diámetro del ramal horizontal [in]	Número de WC y mingitorios de pedestal	Número de unidades de descarga para aparatos distintos de los citados en la columna B
A	B	C
2	ninguno	6
3	2	20
4	8	60
5	16	120
5	24	180

Tabla 6

RAMALES DE VENTILACIÓN Los ramales o derivaciones de ventilación se dimensionan con la ayuda de la tabla 7, la cual está dividida en dos grupos: el primer grupo considera una batería de muebles sanitarios sin ningún W.C., mientras que en el segundo grupo ya se incluye el W.C.

El dimensionamiento del ramal de ventilación se propone dependiendo el número de Unidades Mueble de descarga de los aparatos a ventilar y del grupo de muebles correspondiente.

Batería de Muebles sin W.C.			Batería de Muebles con W.C.		
Unidades Mueble Descargadas	Ventilación		Unidades Mueble Descargadas	Ventilación	
	mm	in		mm	in
1	32	1 ½	Hasta 17	50	2
2 a 8	38	1 ½	18 a 36	63	2 ½
9 a 18	50	2	37 a 60	75	3
19 a 36	63	2 ½			

Tabla 7

VENTILACIÓN INDIVIDUAL Para lograr un diseño óptimo de la ventilación individual de muebles y/o accesorios, es necesario considerar los siguientes puntos:

- ◆ El valor de descarga individual de cada mueble.
- ◆ La longitud de desarrollo entre cada mueble a ventilar individualmente y la bajada de desagüe o columna de ventilación.

La siguiente tabla muestra algunos tamaños recomendados de ventilación individual según el tipo de mueble (para longitudes de desarrollo de 15 m como máximo), además del tamaño de la trampa correspondiente a cada uno.

Tipo de mueble o accesorio	Unidades Mueble de Descarga	Diámetro de la Trampa [in]	Diámetro Mínimo de Ventilación [in]
Lavadora automática de ropa	3	2	1 ½
Bidé	1	1 ¼	1 ¼
Lavabo privado	1	1 ¼	1 ¼
Lavabo público	2	1 ¼	1 ¼
Lavaplatos domestico	2	1 ½	1 ½
Fregadero doméstico	2	1 ½	1 ½
Tina de baño	2	1 ½	1 ½
Regadera de casa	2	2	1 ½
W.C. privado de tanque	4	3	1 ½
W.C. público de tanque	4	3	1 ½
Coladera de piso	5	3	1 ½
W.C. privado de fluxómetro	6	3	1 ½
W.C. público de fluxómetro	6	3	1 ½
Mingitorio de pedestal	6	3	1 ½

Tabla 8

TRAMPA SANITARIA Los diámetros de cada trampa dependen del mueble o elemento sanitario al que dan servicio y de los diámetros de los tubos de desagüe o descarga a los que llega su extensión, pero es importante recordar que el tubo de ventilación correspondiente debe ser como mínimo, la mitad del diámetro del tubo de desagüe o descarga del mueble correspondiente.

VENTILACIÓN DEL CÁRCAMO El diámetro de la tubería de ventilación que servirá al cárcamo de bombeo, depende del gasto de bombeo y de la longitud de dicha tubería.

Gasto de bombeo [lps]	Diámetro de la Ventilación [in]					
	1 ½	1 ½	2	2 ½	3	4
	Longitud de la ventilación [m]					
0.63	*	*	*	*	*	*
1.26	55	*	*	*	*	*
2.52	14	32	*	*	*	*
3.79	6	15	55	*	*	*
5.05	3	8	30	77	*	*
6.31	2	5	20	51	*	*
9.46	N	2	9	22	75	*
12.62	N	N	4	12	43	*
15.78	N	N	2	7	27	*
18.93	N	N	2	5	18	77
25.24	N	N	N	2	9	43
31.55	N	N	N	N	5	26

Tabla 9

(*) Longitud ilimitada. Físicamente representan más de 100 metros.
 (N) No permitido

5

EJEMPLOS DE APLICACIÓN

Para comprender mejor el funcionamiento y la manera en la que se propone y diseña un sistema de ventilación en distintos tipos de edificación en este capítulo se desarrollarán algunos ejemplos de aplicación.

Analizaremos las características de la edificación, el arreglo del sistema de evacuación de aguas residuales que tiene, y en base a los requerimientos que este exija propondremos los diámetros, longitudes, y el arreglo óptimo de ventilación de cada caso en particular.

5.1 INSTALACIÓN DOMÉSTICA

La instalación doméstica es el caso más sencillo de cualquier instalación, ya que en general, el número de muebles en la instalación sanitaria son pocos y de baja demanda.

Aunque en ocasiones no sea necesario incluir un sistema de ventilación como tal, pero si se recomienda la colocación de alguna tubería que ventile al W.C. y los lavabos del sanitario y la cocina

(pudiéndose hacer en algunos casos mediante la bajada de aguas pluviales).

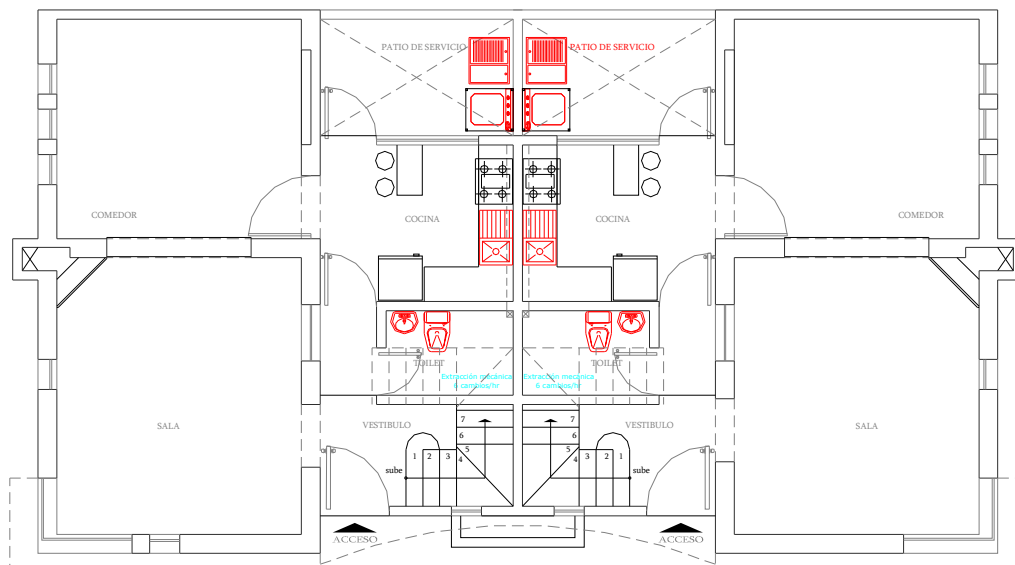
Ejemplo de aplicación

Proponer el arreglo y los diámetros del sistema de ventilación que se requiere en unas casas “duplex” de interés medio. Cada casa consta de un medio baño en la planta baja (lavabo y W.C.), un fregadero, conexión para lavadora y un lavadero. En la planta alta cuenta con dos baños completos (lavabo, W.C. y regadera).

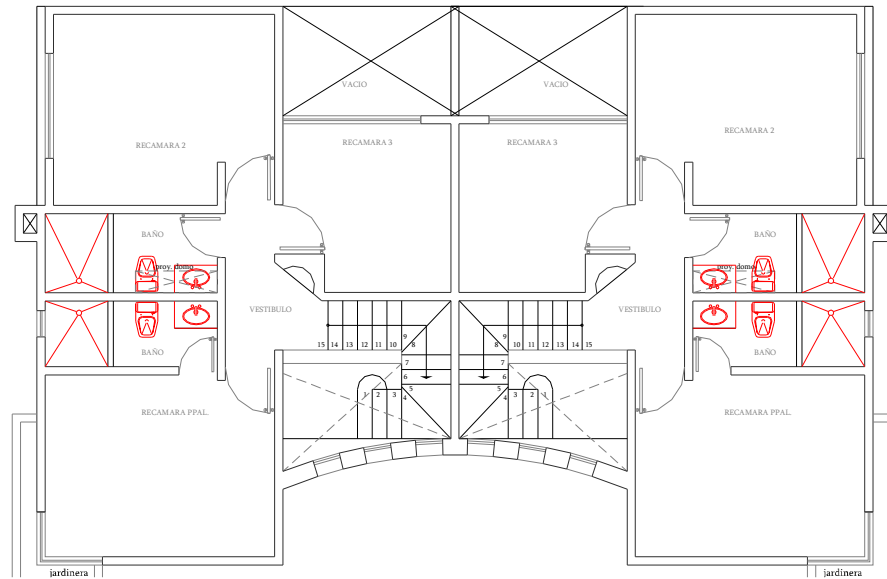
La altura de cada entrepiso es de 2.5 m y la losa tiene un espesor de 0.20 m.

NOTA: Aunque las dos casas están unidas (duplex), cada una debe tener su instalación sanitaria y de ventilación particular, pero ya que el arreglo de los muebles sanitarios es igual, el análisis y resultados que se obtengan para una de ellas, servirá también para la otra.

Las plantas del conjunto son las siguientes:



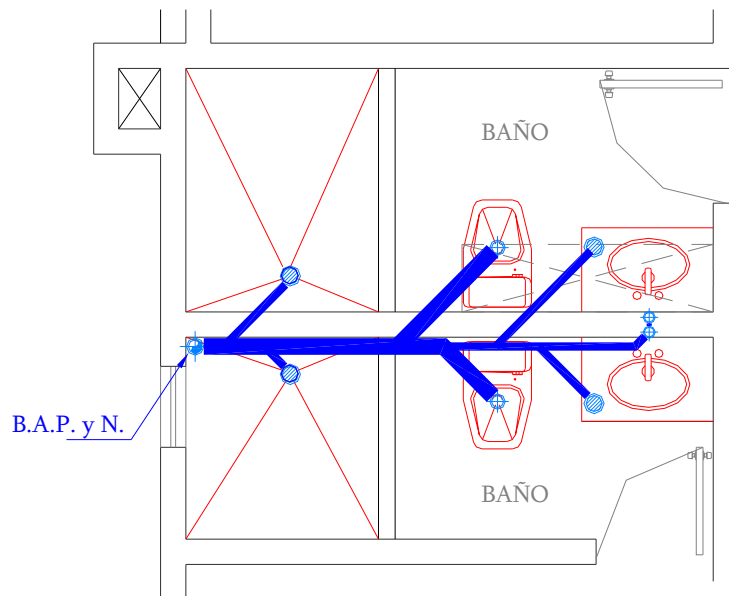
Planta baja



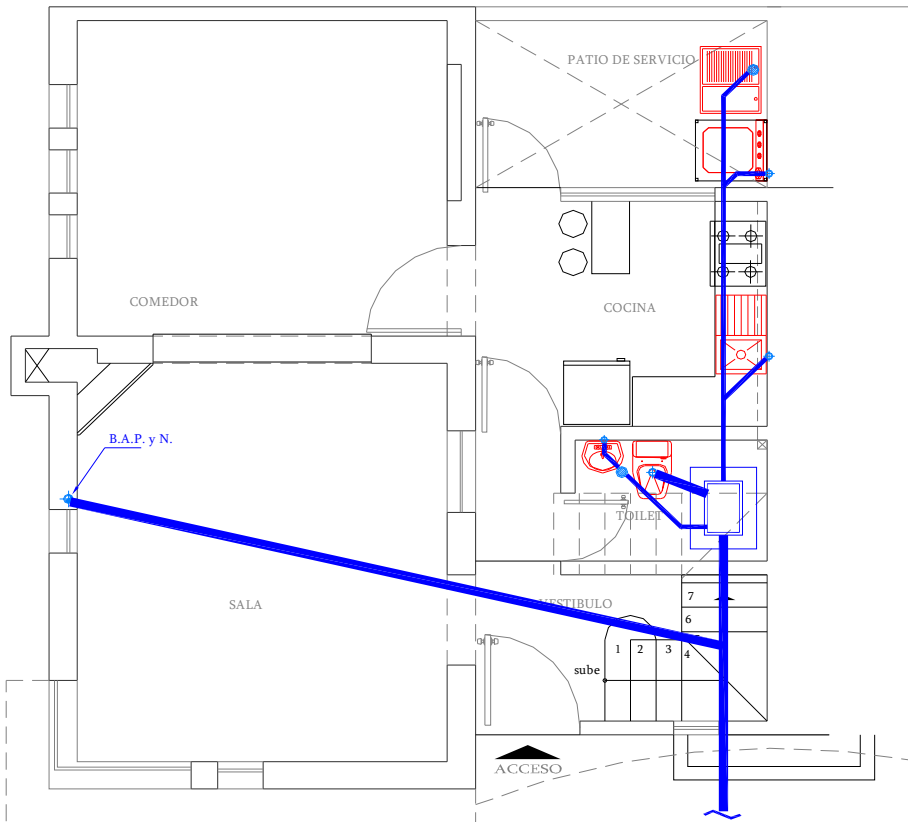
Planta alta

Como vemos, los muebles y accesorios a considerar en el diseño aparecen en color rojo. Con esto podemos proponer ya, el arreglo a desarrollar y conocer las dimensiones de las tuberías.

En el primer nivel el arreglo propuesto de desagüe para los dos baños de una de las casas, es el que se muestra a continuación:



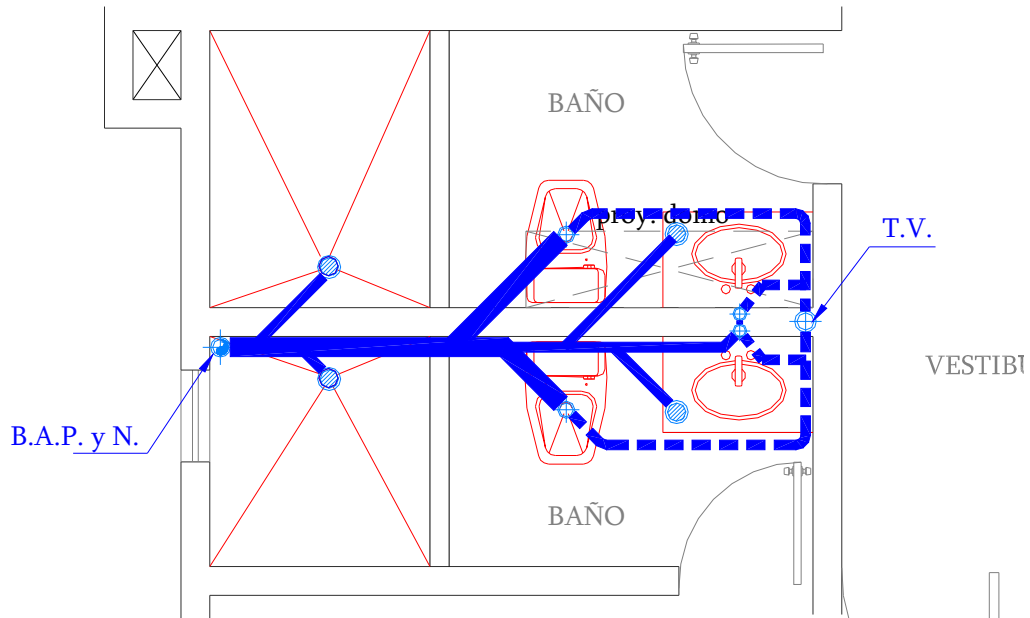
En la planta baja de la casa el arreglo propuesto es el siguiente:



Se desarrolla una tabla de datos para determinar el diámetro de la tubería de desagüe para nuestro sistema:

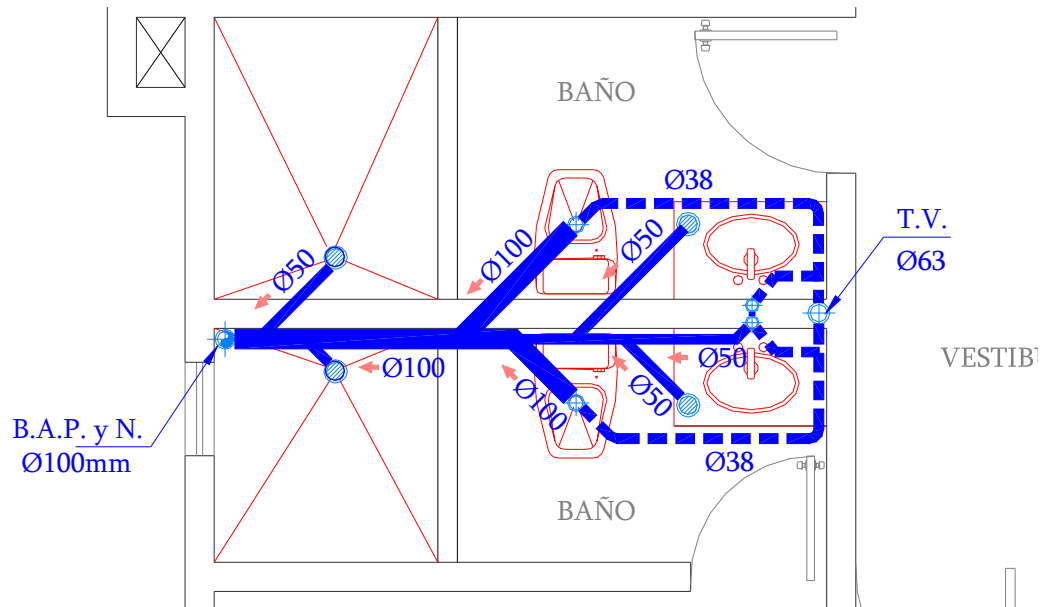
Tramo	Mueble			Σ UD		Diámetro		Pendiente [%]
	Descripción	Cantidad	UD	Parcial	Total	Φ [in]	Φ [mm]	
A-B	Lavabo	2	1	2	23	4	100	2
	Coladera de piso	5	1	5				
	WC	2	6	12				
	Ducha	2	2	4				
C-D	Lavadero	1	1	1	13	4	100	2
	Centro de lavado	1	3	3				
	Fregadero	1	2	2				
	Lavabo	1	1	1				
	WC	1	6	6				

Del mismo modo se propone el sistema de ventilación y se determina las dimensiones de la tubería

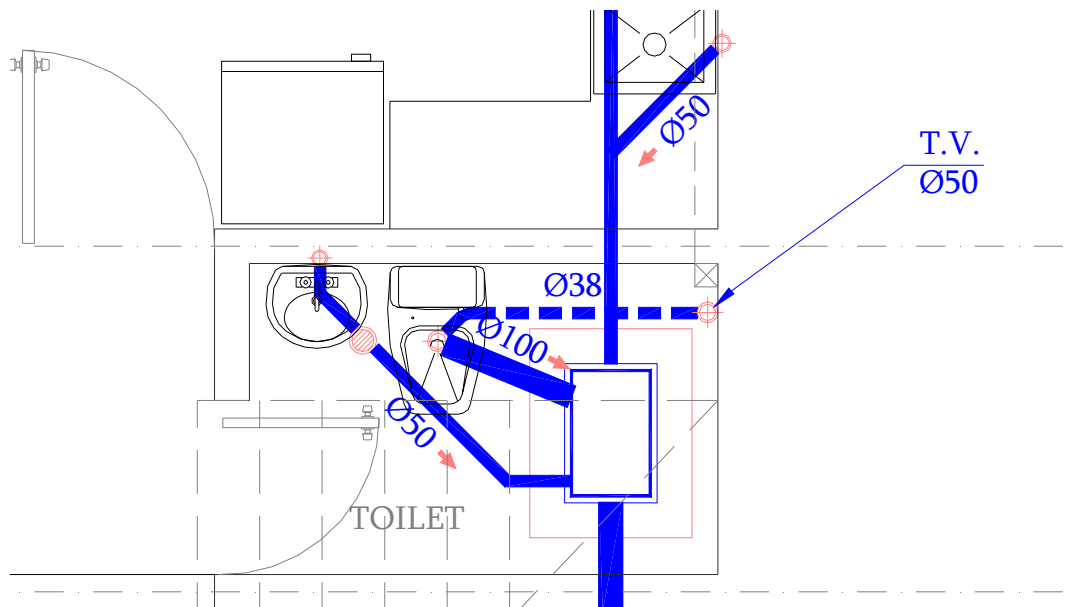


Teniendo las unidades mueble de descarga acumuladas en cada tramo, se recurre a la tabla 7 para tuberías de ventilación y se busca que en el primer nivel se requiere una tubería de 63 mm (2 ½ in) y en la planta baja una tubería de 50 mm (2 in).

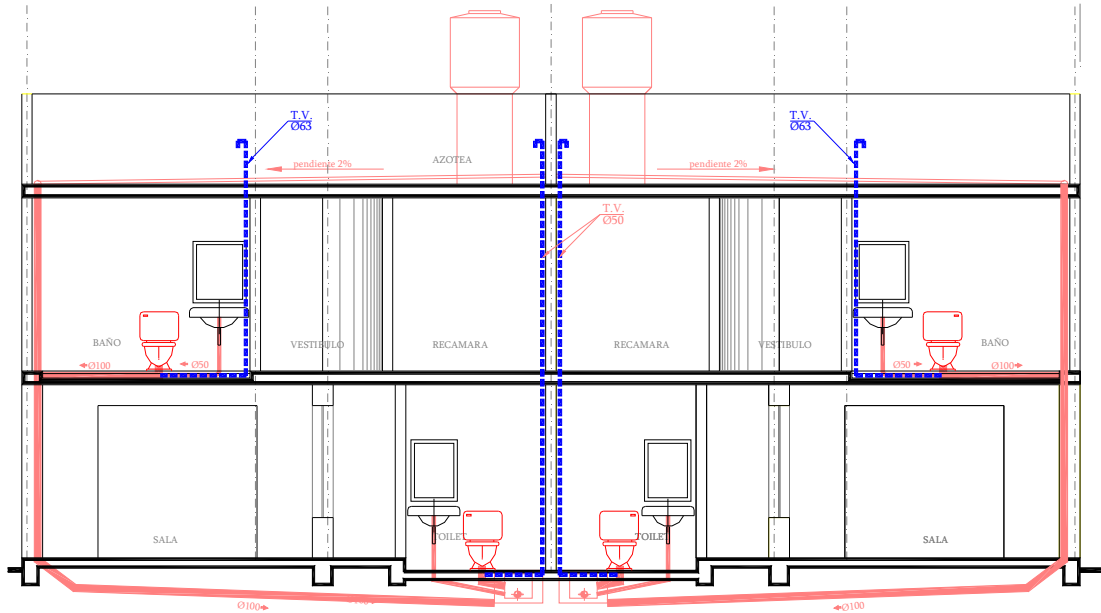
De la tabla 8, se obtiene el diámetro para cada mueble individual, en este caso tenemos que para los W.C. el mínimo requerido es de 38 mm (1 ½ in), así mismo se observa que para los lavabos será de (1 ¼ in), solo que dicha medida no es muy comercial, por lo que también se ventilarán individualmente con una de 1 ½ in.



En la planta baja el arreglo de ventilación queda de la siguiente manera:



Dado que la simetría de la otra casa es igual, el arreglo de la instalación se repite también.



5.2 INSTALACIÓN EN EDIFICIO PÚBLICO

Como instalación en edificio público nos referimos a todos aquellos proyectos que incluyen en su funcionamiento un gran número de accesorios (coladeras, cárcamos, etc.) y muebles sanitarios, a los cuales hay que ventilar.

Por lo tanto, decimos que aquí se incluyen todos los edificios (de uso público o privado) donde se requiera un sistema de ventilación mas elaborado.

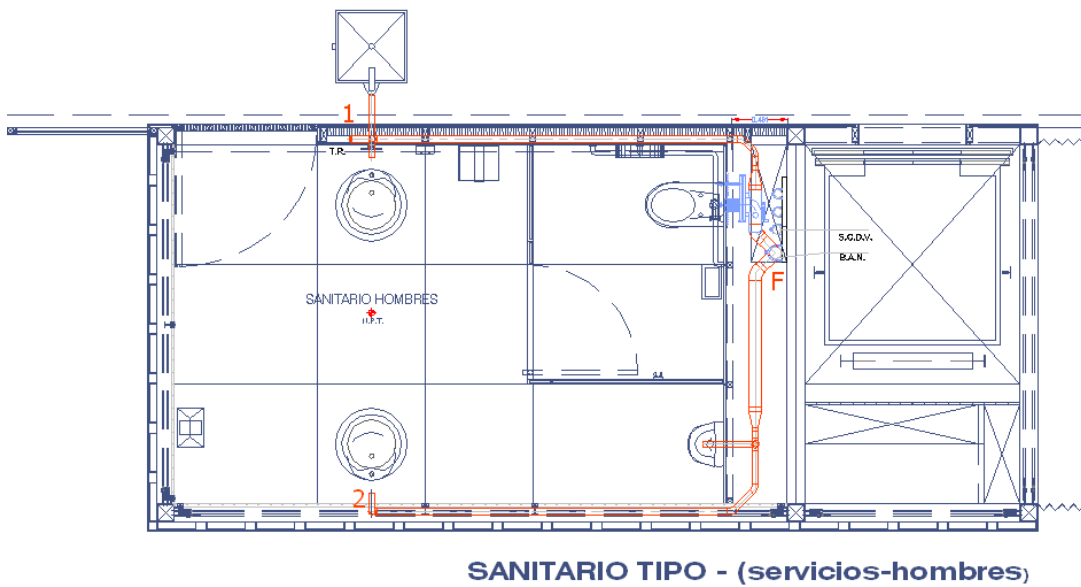
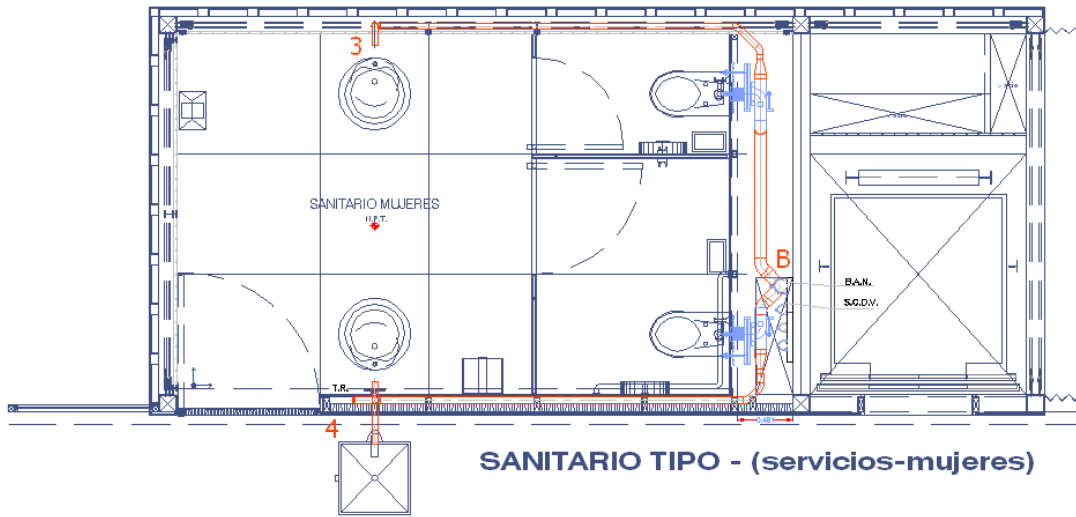
Ejemplo de aplicación

Para ilustrar este caso, realizaremos la instalación de los baños en un edificio de oficinas de 7 niveles, considerando que cada nivel cuenta con un baño de hombres y uno de mujeres.

El baño de hombres cuenta con un W.C., un mingitorio, dos lavabos, y un bebedero exterior. Por su parte, el de mujeres cuenta con dos W.C., dos lavabos y el bebedero exterior.

La altura de cada entrepiso es de 2.34 m (contando losa y piso terminado).

La planta de los baños es la siguiente:



Debido a que los baños de los siete niveles son iguales, el arreglo de la instalación sanitaria y de ventilación no cambia, y únicamente se conectarán a columnas de desagüe y ventilación respectivamente.

El cálculo de la instalación sanitaria en cada uno de los baños se muestra en las tablas presentadas a continuación:

Tramo	Mueble			Σ UD		Diámetro		Pendiente [%]
	Descripción	Cantidad	UD	Parcial	Total	Φ [in]	Φ [mm]	
1 - 2	Lavabo	1	2	2	2	2	50	2
2 - B	Lavabo	1	2	2	8	4	100	1
	WC	1	6	6				
3 - 4	Bebedero	1	2	2	4	2	50	2
	Lavabo	1	2	2				
4 - B	Bebedero	1	2	2	10	4	100	2
	Lavabo	1	2	2				
	WC	1	6	6				

Baño de mujeres

Tramo	Mueble			Σ UD		Diámetro		Pendiente [%]
	Descripción	Cantidad	UD	Parcial	Total	Φ [in]	Φ [mm]	
7 - 8	Lavabo	1	2	2	2	2	50	2
8 - F	Lavabo	1	2	2	4	2	50	2
	Mingitorio	1	2	2				
5 - 6	Bebedero	1	2	2	4	2	50	2
	Lavabo	1	2	2				
6 - F	Bebedero	1	2	2	10	4	100	2
	Lavabo	1	2	2				
	WC	1	6	6				

Baño de hombres

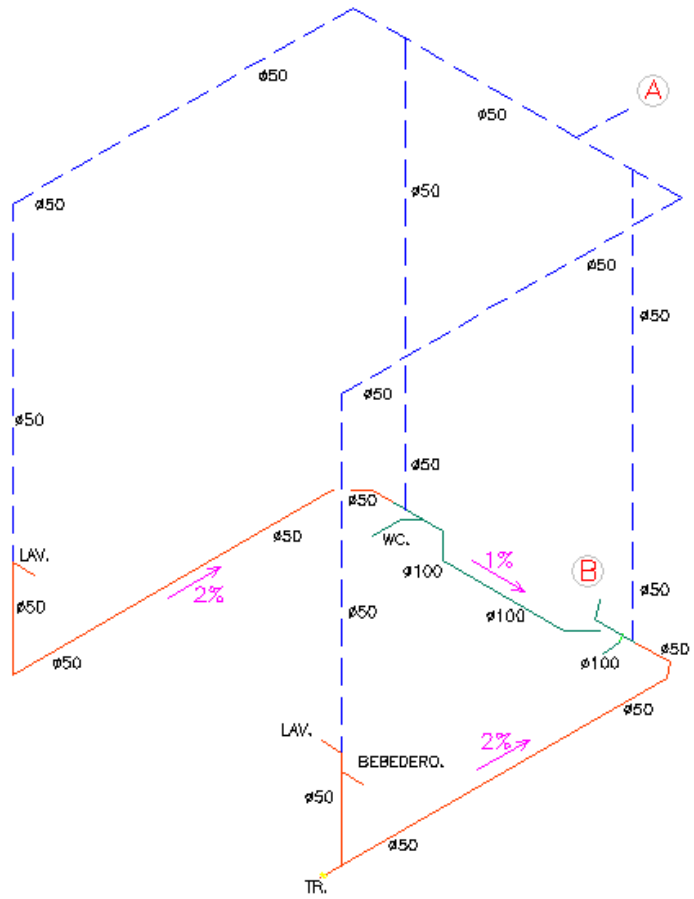
Dado que el cubo de instalaciones se encuentra lejos de la mayoría de los muebles, se propone la colocación de ventilaciones de alivio en cada uno de ellos, conectándose entre sí para formar un circuito de ventilación que garantice su óptimo funcionamiento.

Para dimensionar el circuito de ventilación se toma la medida entre el mueble más desfavorable (lavabo) y la bajada de aguas negras, ya que junto a ella se colocará la columna de ventilación. La longitud en este caso es de 5.58 [m] aproximadamente

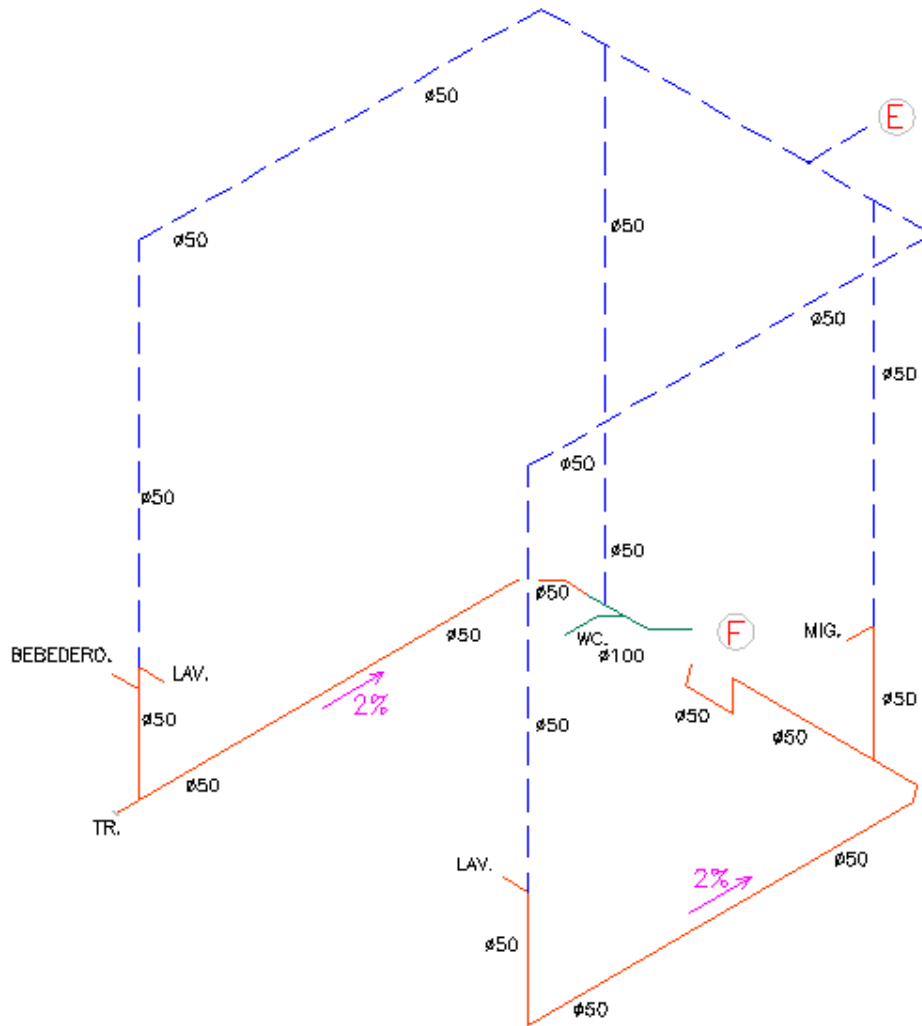
Conociendo que el diámetro de la tubería de descarga es de 50 [mm] se entra en la tabla 5. Posteriormente se revisa que el número de unidades de descarga máximo es de 10 unidades, dato utilizado para posicionarnos en la segunda fila. Por último comparamos la longitud obtenida anteriormente con las dos columnas de la tabla y obtenemos el diámetro del circuito de ventilación que es de 2 [in].

Para dimensionar la ventilación de alivio se revisa la tabla 8 en la cual se observa el diámetro mínimo requerido para cada mueble. En general se presenta un diámetro de 1½ in, pero para facilitar la instalación física de la tubería se propone un tubo de 2 [in], tomando en cuenta que se cumple con la dimensión mínima.

El arreglo final para cada uno de los baños es el siguiente:



Isométrico sanitarios públicos
(Servicio – hombres)

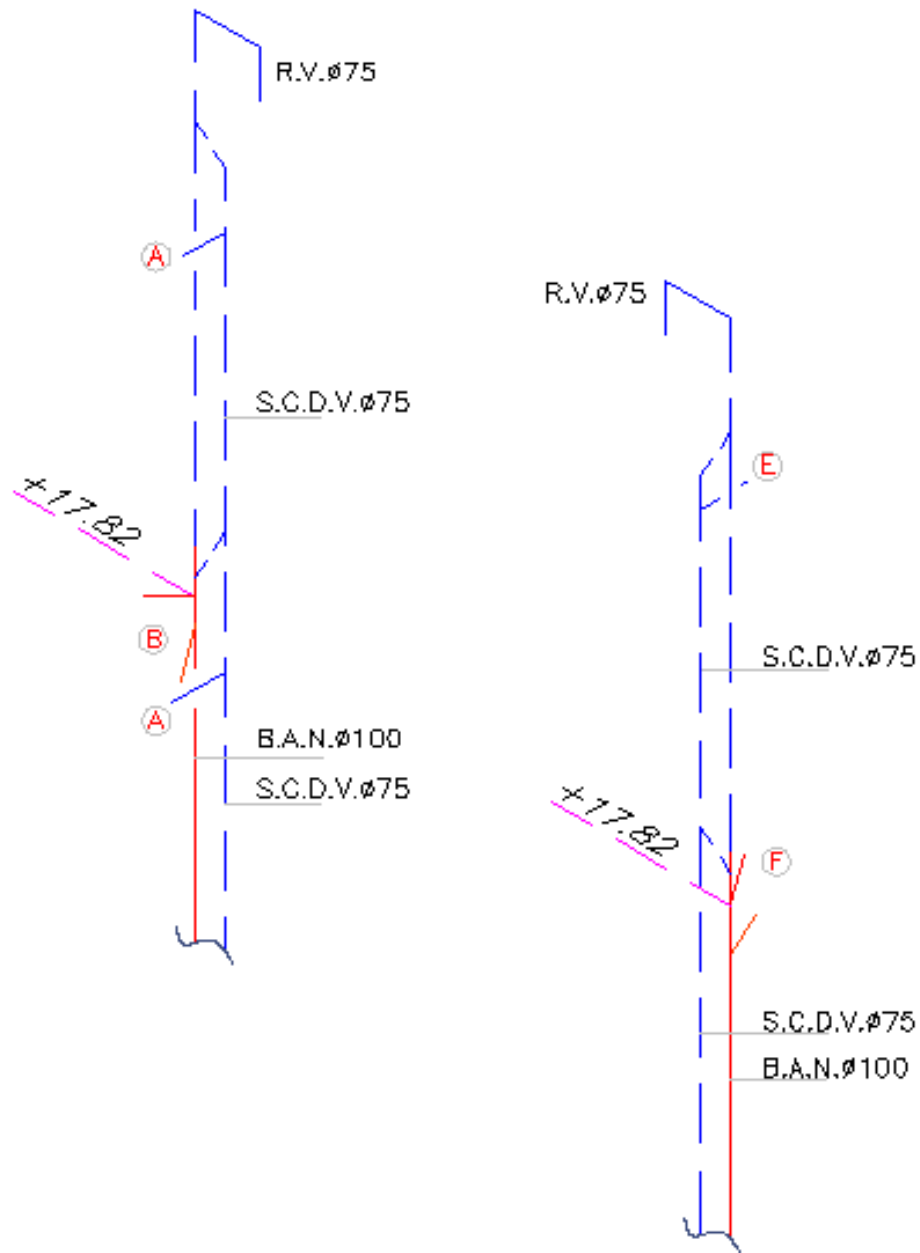


Isométrico sanitarios públicos
(Servicio – mujeres)

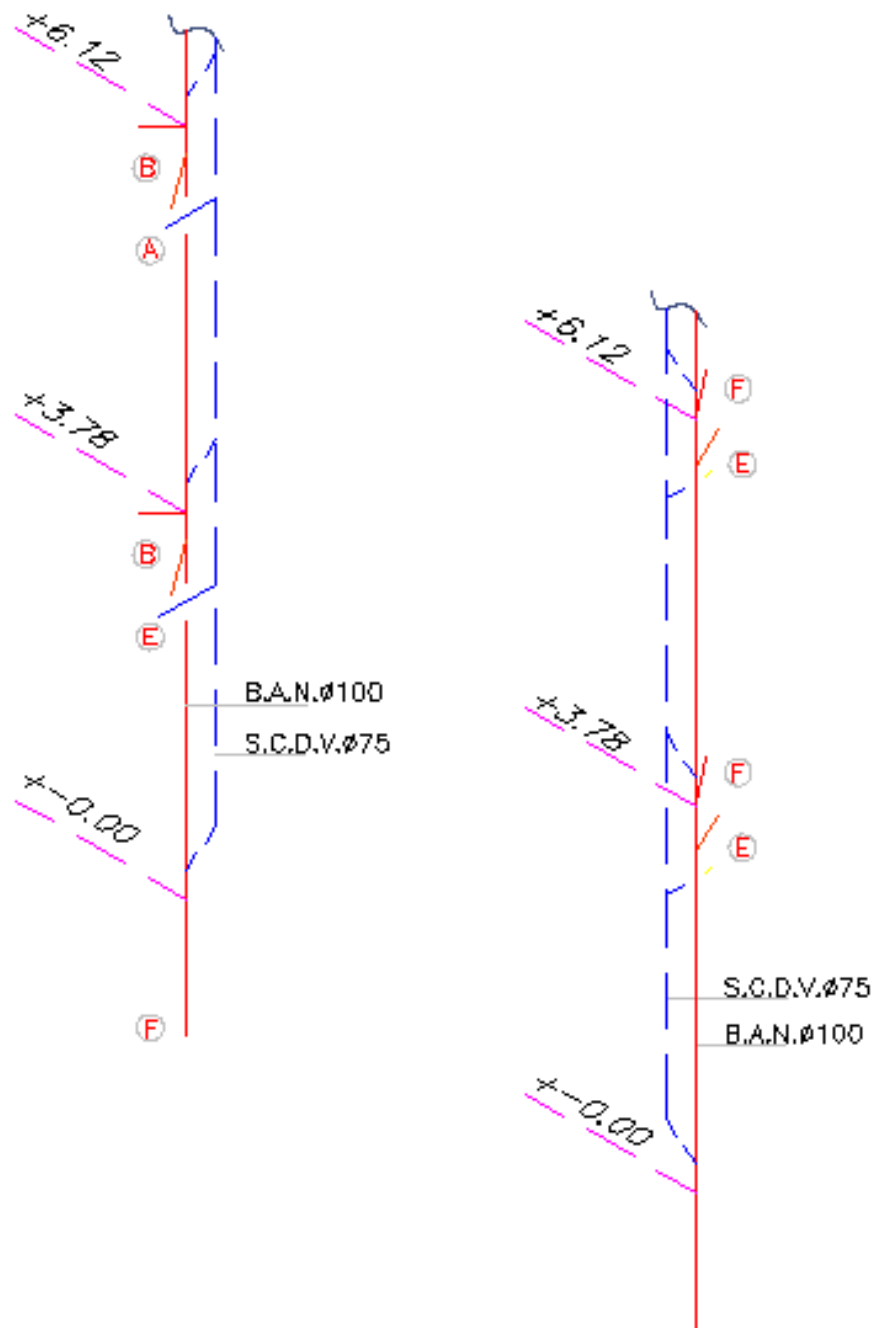
Para dimensionar la columna de ventilación se determinan las unidades mueble de todos los muebles a los que servirá. En este caso se tienen 14 UM. Con dicho dato y el diámetro de la tubería de descarga de aguas residuales se entra a la tabla 4; en la sexta fila.

La tubería bajará a través de los siete niveles, por lo cual se tiene una longitud de desarrollo es de 20.16 [m], hasta la azotea del

edificio. Con esto se obtiene que el diámetro de la columna de ventilación es de 2 ½ in (64 mm).



Parte superior de la columna de ventilación general.



Parte inferior de la columna de ventilación general.

6

RECOMENDACIONES
Y CONCLUSIONES

A continuación se exponen a manera de resumen algunos de los principios que rigen el diseño del sistema de ventilación y que no deberán de olvidarse durante dicho proceso:

- 1) Cuando el gasto de diseño se excede, las tuberías están completamente llenas de agua. Esto comprime el aire que está adelante del cuerpo sólido del agua, y crea un vacío detrás de él.
- 2) El movimiento del aire en una tubería de ventilación tiene pérdidas por fricción similares al producido por el flujo de agua. Razón por la cual, entre mas larga sea la tubería, el diámetro también aumentará.
- 3) La cantidad de aire desplazado es similar a la cantidad de agua que fluye a través de las tuberías del desagüe. Por eso el flujo es determinado utilizando unidades mueble (UM).

- 4) El diámetro de una tubería de ventilación debe ser como mínimo la mitad del diámetro de la tubería de desagüe. El diámetro del ramal de ventilación debe ser como mínimo la mitad del diámetro del ramal de desagüe que sirve.
- 5) Toda ventilación de mueble debe subir por encima del nivel de inundación del mueble servido, para no actuar como una línea de desagüe en caso de una obstrucción en la tubería de evacuación de desechos del mismo.
- 6) Es conveniente que los tubos que integran el sistema de desagüe sean de la sección más amplia posible (según los métodos de diseño y el aspecto económico), ya que esto hace que las velocidades de los líquidos y gases transportados sean más bajas, disminuyendo así los problemas de sifonamiento y golpe de ariete.

Si se toman en cuenta los puntos anteriores, el proceso de dimensionamiento de los elementos será más sencillo y eficaz, pues al comprender mejor el fenómeno, se logrará obtener una solución óptima.

RECOMENDACIONES GENERALES

En el capítulo 4 se especifican una serie de pasos con los cuales se diseña el diámetro de un sistema particular de ventilación mediante el uso de tablas, pero además existen una serie de recomendaciones generales que complementan el diseño.

VENTILACIONES INDIVIDUALES

- ★ El diámetro de ventilación no será menor de 32 milímetros (1 1/4 in), ni menor de la mitad del diámetro del desagüe del mueble a que esté conectada.
- ★ Si se ventilan toilets, únicamente se ventilará el lavabo; la ventilación y la tubería del desagüe del mismo tendrán un diámetro de 50 mm.
- ★ Se ventilaran siempre los mingitorios.
- ★ Se ventilará el mueble más cercano a una baja de aguas negras.
- ★ Cuando se tenga una batería de inodoros, se ventilará uno de cada 5 o fracción, empezando por el último.
- ★ Cuando el desagüe de un lavabo con ventilación se conecte a una coladera de piso, el desagüe se conectará a una de las dos bocas altas de la coladera.
- ★ Siempre se ventilará el último mueble de cada línea de desagüe.

Independientemente de las recomendaciones antes hechas, en cada proyecto se revisará la ubicación y tipo de mueble a ventilar, pues de acuerdo a eso se decidirá cual requiere ventilación individual.

COLUMNAS Y CHIMENEAS DE VENTILACIÓN

- ★ Se proyectará una columna de ventilación, junto con la bajada de aguas negras, siempre que se tengan muebles ventilados (ventilaciones de alivio o ramales de ventilación) en dos o más niveles. Dicha columna deberá conectarse en la base de la bajada de aguas negras inmediatamente antes de que cambie de dirección la tubería. La parte superior de la columna se conectará a la bajada de aguas negras antes de salir a la azotea.
- ★ Una chimenea de ventilación deberá prolongarse hasta la azotea sin disminuir su diámetro.
- ★ Las columnas y chimeneas de ventilación proyectadas para funcionar en edificios de no más de 10 niveles, deberán medir por lo menos 38 mm de diámetro.

REMATES DE VENTILACIÓN

- ★ Los remates de las chimeneas y columnas de ventilación no deberán estar colocados a menos de 3 metros (de distancia horizontal), ni a menos de 0.90 m (de distancia vertical) de puertas y/o ventanas del propio edificio o edificios vecinos.

VENTILACIONES DE ALIVIO

- ★ Cuando una ventilación de alivio se conecte a una línea horizontal de desagüe, deberá empezar por arriba del eje de la tubería de desagüe, y subir verticalmente o en un ángulo no mayor de 45° (con respecto a la vertical) hasta una altura no menor de 15 cm arriba del nivel de rebosamiento del mueble que se está ventilado, antes de cambiar a posición horizontal.

- ★ Cuando existan bajadas de aguas negras en edificios de más de 10 entrepisos, se deberá proyectar una ventilación de alivio para la columna a cada 10 entrepisos, comenzando por el piso superior. El diámetro de esta ventilación de alivio será igual al de la columna de ventilación a la que se conecte. La conexión a la bajada se hará mediante una “Y” inmediatamente abajo del ramal horizontal del piso, y la conexión a la columna de ventilación se hará también con una “Y” a no menos de 90 cm del nivel del piso.

VENTILACIÓN MEDIANTE VÁLVULAS

- ★ Cuando se utilicen válvulas de admisión de aire, debe contemplarse que su funcionamiento no afecte adversamente el diseño del sistema de desagüe, ni el propio sistema de ventilación principal (en caso de que exista), y que las condiciones de uso sean las indicadas para el funcionamiento de dicho dispositivo.

CONCLUSIONES

Como se destacó durante el desarrollo de este trabajo, la red de tuberías que conforman un sistema de ventilación no implica arreglos complejos ni mucho menos costos elevados, y más aún si consideramos que el contemplar dichas tuberías desde el principio del proyecto, traerá los beneficios de un buen funcionamiento del sistema de evacuación de aguas residuales dentro de una edificación.

Mediante una breve descripción del sistema de evacuación de aguas residuales se trató de subrayar la correlación e importancia que la ventilación tiene para este. Así mismo se presentaron todos y cada uno de los elementos y arreglos posibles que pueden formar parte de un sistema de ventilación de un edificio, los cuales servirán como herramientas a la hora de proponer soluciones para los frecuentes problemas dentro de la tubería de aguas servidas.

Con la finalidad de que el proyectista comprenda el funcionamiento del sistema de ventilación, se presentan en el capítulo 4, algunos de los principios físicos que actúan dentro de la tubería de dicho sistema, además de los pasos a seguir y una serie de tablas de ayuda que facilitarán el diseño del sistema de ventilación.

Es importante destacar que la falta de reglamentación para las instalaciones sanitarias en general, ha contribuido al poco interés por el diseño adecuado del sistema de ventilación que complementa al sistema de evacuación de aguas residuales. Porque, este trabajo pretende ser una guía que facilite la ubicación de los muebles sanitarios y su correcta ventilación; para ello se incluyen una serie de recomendaciones y especificaciones concretas a considerar en cada parte del sistema.

Por último, es importante mencionar que al fungir como una recopilación ordenada, este trabajo pretende la unificación de criterios y el establecimiento de normas que garanticen el desarrollo adecuado en las instalaciones sanitarias, así como la inclusión del sistema de ventilación en todos los proyectos ejecutivos, ya que con esto se lograrán mejores condiciones de confort y seguridad dentro de las edificaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. National Plumbing Codes Handbook
R. Dodge Woodson
Mc Graw-Hill, Inc.
2. Plumbing Piping Systems (Chapter 13)
Michael Frankel, CIPE
Jacobs Engineering Group, Inc.
3. Engineered Plumbing Design II, (Chapter 8: Vent Systems)
Calvin Laws, PE, CPD.
American Society of Plumbing Engineers
January / February 2007
4. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal
Luis Arnal Simón, Max Betancourt Suárez
Editorial Trillas
México D.F., Enero 2006
5. PLOMERÍA: Sistemas de Suministro de Agua Fría, Desagüe e Instalaciones Sanitarias. Primera Edición
F. Hall
Editorial Limusa, S.A. de C.V.
México D.F. 1998
6. Instalaciones, Hidráulicas, Sanitaria y Gases Medicinales. Tomo II
Subdirección General de Obras y Patrimonio Inmobiliario. Unidad de Proyectos
Instituto Mexicano del Seguro Social.
México 1993

7. Manual de las Instalaciones en Edificios
Charles Merrick Gay, Charles de van Fawecett, William J. McGuinness, Benjamin Stein
Ediciones G.Gili, S.A. de C.V.
México 1991

8. El ABC de las instalaciones de gas, hidráulicas y sanitarias.
Gilberto Enríquez Harper
Editorial Limusa, S.A. de C.V.

9. Oatey-Válvula de admisión de aire
<http://www.oateyespanol.com/cgi-bin/secure/productos.asp>

7. Ventilación de bajantes del desagüe
<http://personales.ya.com/sailor/DrainVent/>