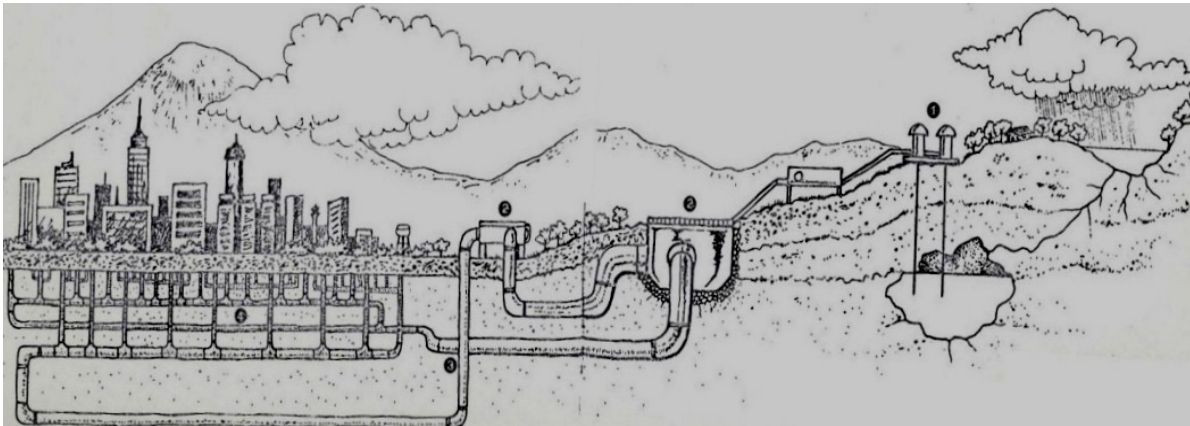


## I. INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA

### I.1. Instalación hidráulica

#### I.1.1. Generalidades

El agua debe purificarse para el uso humano por medio de algún proceso de purificación. Una vez purificada se conduce a las comunidades por medio de equipo de bombeo y sistemas de tuberías, dependiendo de cómo sea el suministro, si es por gravedad, por bombeo o una combinación de ambos. En la **Figura 1** podemos observar cuatro puntos principales del sistema de abastecimiento de agua potable, estos son: fuente de captación y extracción del agua, sistema de potabilización y regulación, conducción y red municipal.



**Figura 1. Así llega el agua a una localidad.**

Cuando el agua llega a la red municipal, el suministro de agua a las edificaciones se logra mediante un sistema de abastecimiento diseñado de acuerdo con el uso que se le va a dar al inmueble. Dentro del diseño está la parte del suministro de agua fría y agua caliente, cuyo propósito es brindar a los ocupantes confort en el aseo personal y doméstico. A este sistema se le llama instalación hidráulica en una edificación.

Por tanto, una instalación hidráulica se puede definir como el conjunto de tubos, muebles, accesorios (válvulas, codos y conexiones) y equipo (calentadores, bombas, hidroneumáticos) unidos para llevar en forma adecuada el suministro de agua fría y caliente a una edificación.

### I.1.2. Características que debe cumplir una instalación hidráulica

El diseño de una instalación de agua fría y caliente está en función del gasto y la presión que se requiere en cada mueble.

En la **Tabla 2** se da la cantidad de agua y una presión media mínima que debe llegar a los distintos muebles, con estos valores podemos determinar si el diseño de la instalación cumple con el gasto mínimo que debe llegar a cada mueble.

Para tener un buen funcionamiento en una instalación hidráulica es necesario cumplir con los siguientes requisitos (NTCIH, 2004, del Departamento del D. F.).

#### a) El diseño

Diseñar las tuberías para que no sean ruidosas y no tengan excesiva presión, además de que tampoco se reduzca el gasto cuando se utilice otro mueble.

#### b) Tuberías y válvulas

Evitar el contacto con otra instalación, sobre todo la de drenaje. Lo recomendable es que la tubería de alimentación general tenga cuando menos una separación con las líneas de drenaje de 1 m; además, éstas tendrán que colocarse en zonas de fácil acceso para su mantenimiento.

Después de la toma de la red municipal, más adelante del medidor, deben instalarse una llave de globo y otra de nariz.

Por otro lado, las tuberías de agua fría y agua caliente deben tener una separación de 20 cm; las salidas del agua caliente siempre se colocan del lado izquierdo y por consecuencia, las de agua fría del lado derecho.

Es recomendable que todos los muebles cuenten con una llave de paso para que en un futuro, si llegase a haber una fuga o se requiera cambiar el mueble, no se tenga que cerrar la llave general de la instalación, sino sólo la llave de paso del mueble en cuestión.

Las alturas estándar de los tubos que alimentan a los muebles a partir del nivel de piso terminado son: lavabo, 79 cm; excusado (W. C.), 38 cm; llave de regadera, 137 cm; salida de regadera, 200 cm; lavadero, 90 cm.

El baño y la cocina deben construirse cercanos entre sí, para que toda la tubería corra en la misma trayectoria. Esto evitará mayores gastos, pérdidas de energía y ahorro de material.

#### c) Sobre los elementos de almacenamiento

El tinaco debe colocarse cuando menos a 50 cm del piso de la azotea para facilitar su instalación y cuando menos a 2 m de alto del mueble de uso para lograr una presión adecuada en la instalación.

### d) El calentador

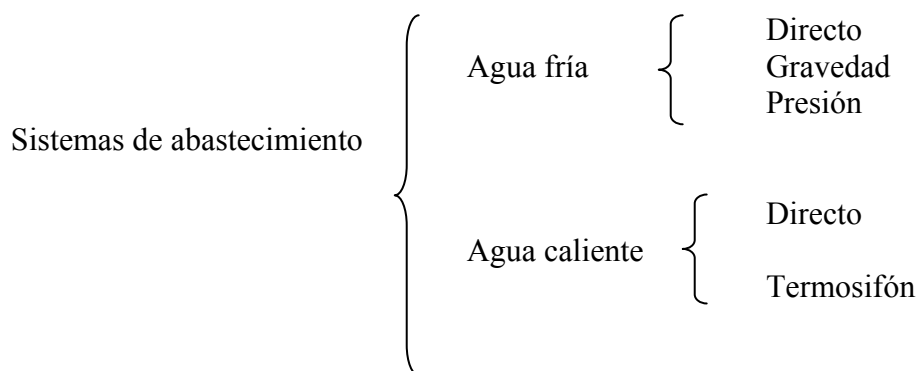
El calentador de agua debe instalarse en un lugar abierto, nunca dentro de la habitación; además, debe tener una válvula de seguridad o jarro de aire.

### e) Validación de la instalación

Al finalizar la instalación se hace una prueba de presión para comprobar si no hay fugas o si existe la presión adecuada, para confirmarlo se realizan las pruebas de hermeticidad que se establecen en la norma citada.

### I.1.3. Abastecimiento de agua fría y caliente

En los predios urbanos se cuenta con los servicios municipales que proporciona el servicio de abastecimiento de agua potable por redes de distribución, lo que hace estudiar los siguientes tipos de abastecimientos tanto para agua fría como para agua caliente dentro de una edificación.



#### I.1.3.1. Sistemas de abastecimiento de agua fría y agua caliente

##### a) Sistemas de abastecimiento de agua fría

Una instalación de agua fría se realiza de acuerdo con los requisitos del proyecto; además, el proyectista es quien decidirá qué sistema de distribución empleará. Existen tres sistemas de distribución de agua fría que a continuación se describen:

- Sistema directo: consiste en suministrar agua a los inmuebles con la presión de agua que llega en la red municipal.

Este sistema se aplica para llevar el agua con la presión de la red municipal a todos y cada uno de los muebles de la edificación, siempre y cuando la presión del agua sea suficiente para alimentar adecuadamente los servicios que se requieren. Para que éste pueda ser usado el agua deberá tener una presión mínima de  $0.2\text{kg/cm}^2$ . Generalmente se emplea en inmuebles de dos a tres niveles.

- Sistema por gravedad: cuando la presión de la red municipal no tiene la presión requerida, se recurre a este sistema, que consiste en subir por medio de una o más bombas, agua a un tanque elevado, generalmente colocado en la azotea del inmueble para que a partir de éste descienda el agua por gravedad; para lograr el suministro por este método debe preverse la construcción de cisternas y tanques elevados. Este sistema se emplea en edificios de gran altura.
- Sistema por presión: es cuando se requiere dar mucho más presión para algunos muebles, entonces se recurre a un hidroneumático o un equipo de bombeo programado. Este sistema de abastecimiento se diseña de acuerdo con las características de abastecimiento de los edificios y muebles.

### b) Sistemas de abastecimiento de agua caliente

Los servicios de agua caliente se logran por medio de dos sistemas de distribución y la elección entre uno y otro depende de la cantidad de muebles que vayan a colocarse en la edificación.

- El Sistema directo: éste no se emplea cuando el agua debe recorrer largas distancias desde el calentador a los muebles. Este sistema da buenos resultados y es más barato para pequeñas instalaciones muy agrupadas, sin largos recorridos. Las tuberías van directamente desde el calentador, o depósito a la tubería general, a los distintos muebles. En la **Figura 2** tenemos que el suministro empieza en el depósito del calentador y va hacia la tubería general, la cual contiene un sifón para evitar un cierre hidráulico, y de la tubería general se alimentan los muebles. Su funcionamiento es mejor cuando se emplean tubos de cobre de mínimas dimensiones admisibles, ya que así se disminuye la corrosión.
- Sistema por termosifón: para éste existen dos métodos de acuerdo con el número de inmuebles por alimentar.
  - El primer método consiste en líneas de alimentación y de retorno. El agua circula para alimentar a los muebles, ya sea desde los conductos de ida o por los de retorno. La circulación de agua caliente se mantiene por la diferencia de peso entre la columna de agua contenida en las tuberías que salen del calentador, y la de agua ligeramente más fría contenida en las de retorno. En la **Figura 3** se pueden observar en términos generales los elementos de este método, el cual consta de dos canalizaciones horizontales y dos verticales.

Una de las horizontales alimenta al montante de alimentación vertical que se conecta a los muebles y la otra es en la que desagua el montante vertical de retorno.

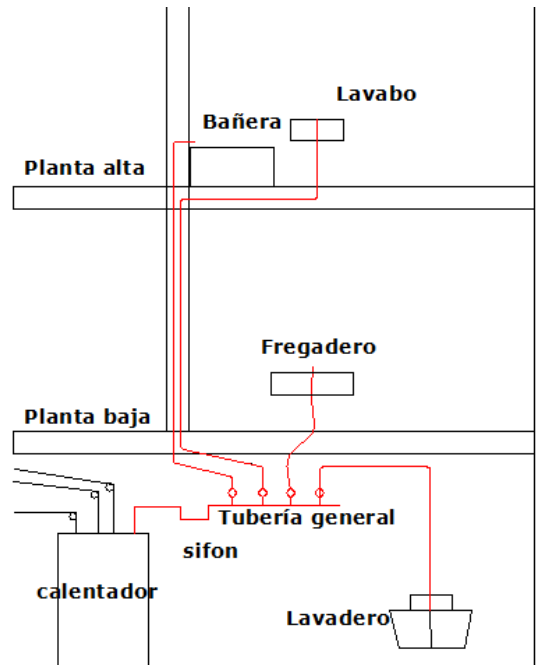


Figura 2. Distribución agua caliente (sistema directo).

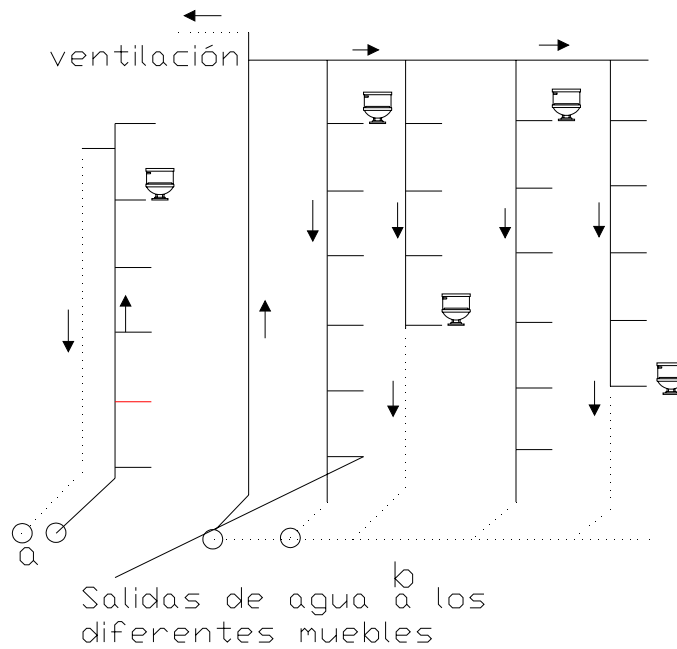


Figura 3. Corte de una instalación por termosifón.

Este método se aplica a residencias de tamaño mediano, donde el número de montantes de alimentación es reducido; se recomienda que las tuberías de retorno no sean menores de 3/4 de pulgada de diámetro.

- El otro método se indica también en la **Figura 3**; consiste en disponer un montante que alimenta una tubería horizontal de distribución en lo alto del edificio, de la cual parten los bajantes que aumentan las distintas hileras verticales de muebles. Los extremos inferiores de estos bajantes se reúnen en una canalización horizontal de retorno que conduce el agua al calentador nuevamente.
- Una modificación al sistema por termosifón es el que se presenta en la **Figura 4**; el agua del calentador se conduce por una canalización horizontal y ésta alimenta a los montantes verticales que van a los muebles de los cuartos de baño, y los montantes de retorno a las cocinas. Una vez que el agua retorna se vuelve a llevar al depósito del calentador y puede ser mediante la misma energía con la que regresa o por medio de una bomba accionada por un termostato.

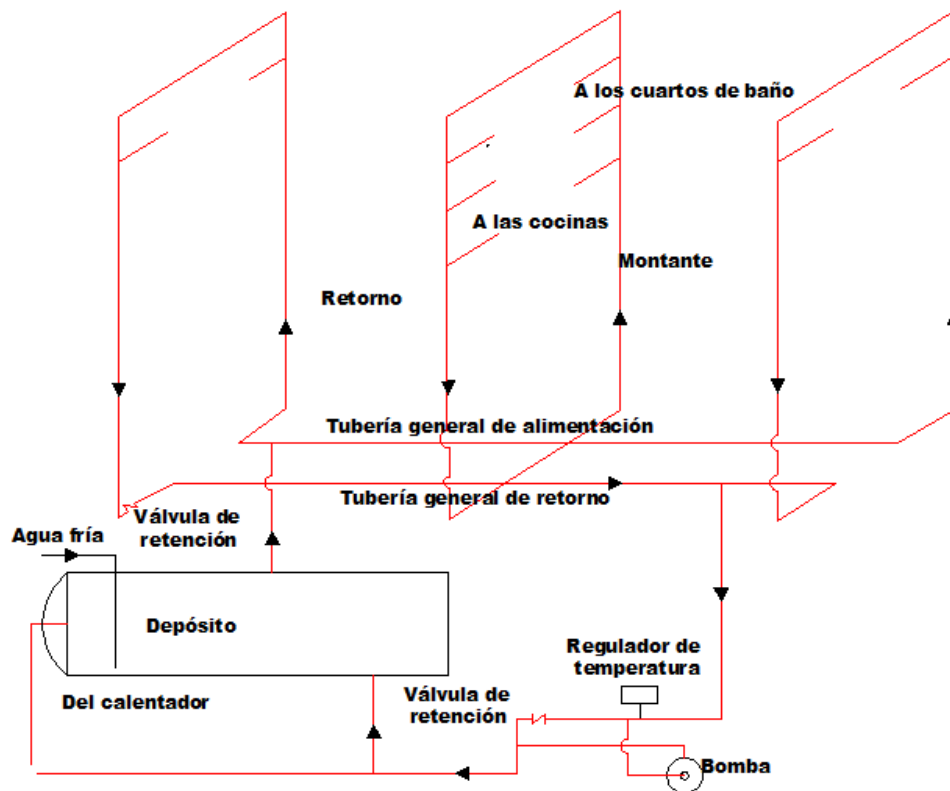


Figura 4. Distribución de agua caliente por circuitos.

I.1.3.2. Dotaciones, unidades mueble de agua fría y caliente

a) Dotaciones y unidades muebles de agua fría

El diseño de una instalación hidráulica de agua fría en un edificio comprende la cantidad de agua necesaria para alimentos, servicios sanitarios, calefacción, aire acondicionado, fabricación y protección contra incendio. Una vez conocida la cantidad total requerida, se procede a determinar la capacidad de tanques, cisternas, bombas, tuberías y accesorios.

La cantidad de agua necesaria se determina por medio del consumo promedio que requiere una persona al día, el valor que se le da incluye: aseo personal, alimentos y demás necesidades. La **Tabla 1** contiene la cantidad de agua promedio que gasta una persona de acuerdo con el tipo de construcción.

**Tabla 1. Dotación diaria por persona en un día.**

Tipo de construcción	Litros por persona al día
Viviendas de 100 m <sup>2</sup> construidos	150
Viviendas de más 100 m <sup>2</sup> construidos	200
Albergues y Casas de Huéspedes	300
Hoteles y Moteles	300
Orfanatos y Asilos	300
Ejército, Policía y bomberos	200
Oficinas	50

En la **Tabla 2** tenemos las características mínimas (diámetros, presión y gastos) más apropiadas para cada uno de los muebles. En los edificios, casas unifamiliares, construcciones con pocos servicios instalados, son admisibles los datos dados. En consecuencia, esto nos puede servir de referencia para juzgar en términos generales si la instalación está bien diseñada.

**Tabla 2. Diámetro de las tuberías mínimas para el buen funcionamiento de los muebles para servicio de agua fría.**

Mueble	Diámetro de la tubería (pulgadas)	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	Caudal (litros por minuto)
Lavabo	3/8	0.58	12
Llave de cierre automático	1/2	0.87	10
Lavabo público, 3/8"	3/8	0.73	15
Fregadero, 1/2"	1/2	0.36	15
Bañera	1/2	0.36	25
Lavadero	1/2	0.36	20
Ducha	1/2	0.58	20
W.C., con tanque de descarga	1/2	0.58	12
W.C., con válvula de descarga	1	0.73-1.46	75-15
Mingitorio con válvula de descarga	1	1.09	60
Manguera de jardín de 15 m	1/2	2.19	20

## I. INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA

Por otra parte, a cada mueble se le asigna un término llamado “unidad mueble”, el cual se define como la cantidad de agua necesaria que requiere cada aparato para su buen funcionamiento, en términos generales cada unidad mueble equivale a unos 4 a 5 litros por minuto. Este concepto se emplea para el diseño de las tuberías, ya que de acuerdo con el número de unidades muebles que se estimen será el diámetro de la tubería.

En la **Tabla 3** se muestran las unidades muebles de acuerdo con el tipo de muebles y en la **Tabla 4**, el gasto probable de acuerdo con las unidades muebles y siendo válido para edificios pequeños.

**Tabla 3. Unidades muebles por aparato.**

Mueble o grupo de Muebles	Uso Público	Uso Particular	Forma de Instalación
W.C.	10	6	Válvula de descarga
W.C.	5	3	Tanque de descarga
Lavabo	2	1	Grifo
Bañera	4	2	Grifo
Ducha	4	2	Válvula mezcladora
Fregadero	4	2	Grifo
Pileta Office	3		Grifo
Mingitorio de Pedal	10		Válvula de descarga
Mingitorio mural	5		Válvula de descarga
Mingitorio mural	3		Tanque de descarga
Cuarto de baño completo		8	Válvula de descarga para W. C.
Cuarto de baño completo		6	Tanque de descarga para W. C.
Ducha adicional		2	Válvula mezcladora
Lavadero		3	Grifo
Combinación de lavadero y fregadero		3	Grifo

**Tabla 4. Gastos probables en litros por segundo.**

Unidad mueble	Tanque	Válvula	Unidad Mueble	Tanque	Válvula
10	0.57	1.77	210	4.29	5.76
20	0.89	2.21	220	4.39	5.84
30	1.26	2.59	230	4.45	6.00
40	1.52	2.90	240	4.54	6.20
50	1.80	3.22	250	4.64	6.37
60	2.08	3.47	260	4.78	6.48
70	2.27	3.66	270	4.93	6.60
80	2.40	3.91	280	5.07	6.71
90	2.57	4.10	290	5.22	6.83
100	2.78	4.29	300	5.36	6.94
110	2.57	4.42	320	5.61	7.13
120	3.15	4.61	340	5.86	7.32
130	3.28	4.80	360	6.12	7.52
140	3.41	4.92	380	6.37	7.71
150	3.54	5.11	400	6.62	7.90
160	3.66	5.24	420	6.87	8.09
170	3.79	5.36	440	7.11	8.28
180	3.91	5.42	460	7.36	8.47
190	4.04	5.58	480	7.60	8.66
200	4.15	5.63	500	7.85	8.85



### b) Dotaciones y unidades muebles de agua caliente

Siempre será cómodo disponer de agua caliente cuando se necesite o simplemente cuando se desee. La instalación está formada por una serie de tuberías que conducen el agua caliente a los lugares o puntos de uso, con sus llaves correspondientes. Es de observar que la instalación de agua fría y de la caliente sólo difieren en algunos aspectos, entre los más importantes son: el volumen de agua que se consume y el sistema para elevar la temperatura.

El agua caliente generalmente para el uso domestico se suministra a 60 grados; para restaurantes y otros casos especiales se requieren temperaturas de 80 grados. Por lo que para lograr estas temperaturas se requiere de un calentador, caldera o cualquier otro dispositivo que tenga la capacidad de elevar la temperatura a 80 grados.

Para conocer la cantidad de agua caliente que se debe suministrar a los muebles, se puede calcular como 1/3 del consumo total de agua fría debido a que no son muchos los muebles que requieren agua caliente, para las viviendas el consumo máximo diario de agua caliente se considera entre 75 y 150 litros por persona, para oficinas, fabricas, restaurantes y otras clases de edificios se deben hacer los cálculos de acuerdo con el proyecto del edificio.

En consecuencia, es necesario determinar la capacidad del depósito de almacenamiento de agua caliente y el gasto que debe suministrar el calentador, mediante la cantidad de agua por calentar al día, consumo máximo por hora, duración del consumo máximo y la posibilidad de calentar y almacenar agua con relación al consumo diario.

La capacidad del calentador puede calcularse a partir del número de muebles, obteniéndose el máximo consumo probable por medio de la **Tabla 6** multiplicando el número de litros correspondientes a los distintos muebles por el coeficiente de consumo máximo. La capacidad del calentador debe ser igual al máximo consumo probable, y el depósito de almacenamiento está dado por el máximo consumo probable multiplicado por un coeficiente de almacenamiento.

Las **Tablas 5 y 6** proporcionan en forma general la demanda de agua caliente por mueble y por tipo de edificación, y con esto se puede predeterminar, junto con lo descrito en el párrafo anterior, la capacidad del calentador y del depósito de almacenamiento.

I. INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA

**Tabla 5. Consumo de agua caliente por persona en varios tipos de edificios.**

Clase de edificio	Agua caliente necesaria en l/minuto por persona al día	Consumo máximo horario con relación al consumo diario	Duración del periodo de máximo consumo	Capacidad de almacenamiento con relación al consumo diario	Capacidad del calentador con relación al consumo diario
Viviendas apartamentos, hoteles	150	1/7	4	1/5	1/7
Oficinas	7.5	1/5	2	1/5	1/6
Fabricas y talleres	20	1/3	1	2/5	1/8
Restaurantes	7 litros por comida al día			1/10	1/10
Restaurantes (tres comidas diarias)		1/10	8	1/5	1/10
Restaurantes (una comida diaria)		1/5	2	2/5	1/6

**Tabla 6. Consumo de agua caliente por mueble.**

Mueble	Casa de apartamentos	Club	Hotel	Fábrica	Casa para despachos	Viviendas	Escuela
Lavabo privado	8	8	8	8	8	8	8
Lavabo público	15	25	30	45	25		555
Bañera	75	75	75	120		75	
Lavaplatos	55	200-600	200-800	75-400		55	75-400
Fregadero	40	80	80	80		40	40
Lavadero	80	100	100			80	
Pileta office	20	40	40			20	40
Ducha	280	560	280	840		280	840
Vertedero de agua sucia	75	75	120	75	60	60	75
Coefficiente de consumo máximo	0.30	0.30	0.25	0.40	0.30	0.30	0.40
Coefficiente de almacenamiento	1.25	0.90	0.80	1.00	2.00	0.70	1.00

I.1.4. Acometida y tanques de almacenamiento

a) Acometida

En cualquier proyecto de construcción se debe incluir el suministro de agua de la red municipal hacia el inmueble acondicionado de acuerdo con las necesidades del usuario y el material debe cumplir con las mejores condiciones higiénicas para la conducción del agua.

Algunos factores que deben considerarse para elegir la trayectoria de la acometida son: resistencia mecánica, resistencia a la corrosión, capacidad de flujo, flexibilidad, conexiones y accesorios, métodos y costos de instalación.

En la **Figura 5** podemos observar las características generales del suministro de agua de la red municipal al inmueble, de las cuales podemos enunciar los siguientes elementos: la tubería de acometida; ésta parte desde la red pública hasta el medidor de agua, el medidor; aparato que sirve para medir la cantidad de agua que se gasta en la edificación, llaves de paso; se colocan tres, una al inicio, una intermedia entre la red y el medidor, la otra antes de éste para efectos de mantenimiento y el punto de toma, que es en dónde se hace la unión de la red pública y la acometida.

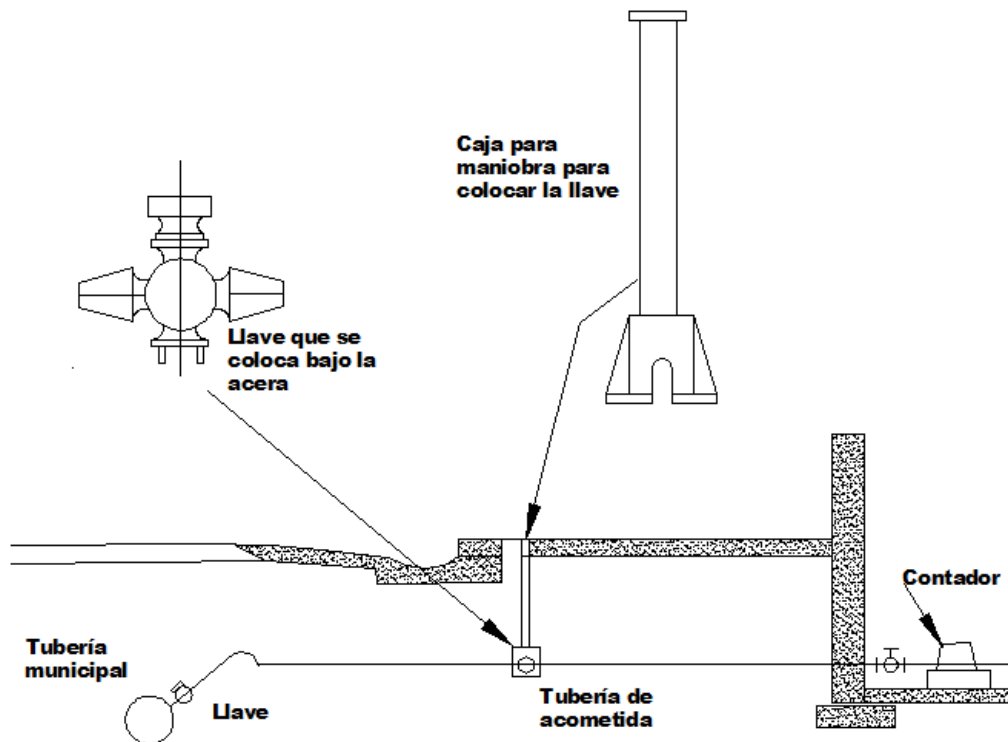


Figura 5. Corte esquemático de una toma domiciliar y acometida.

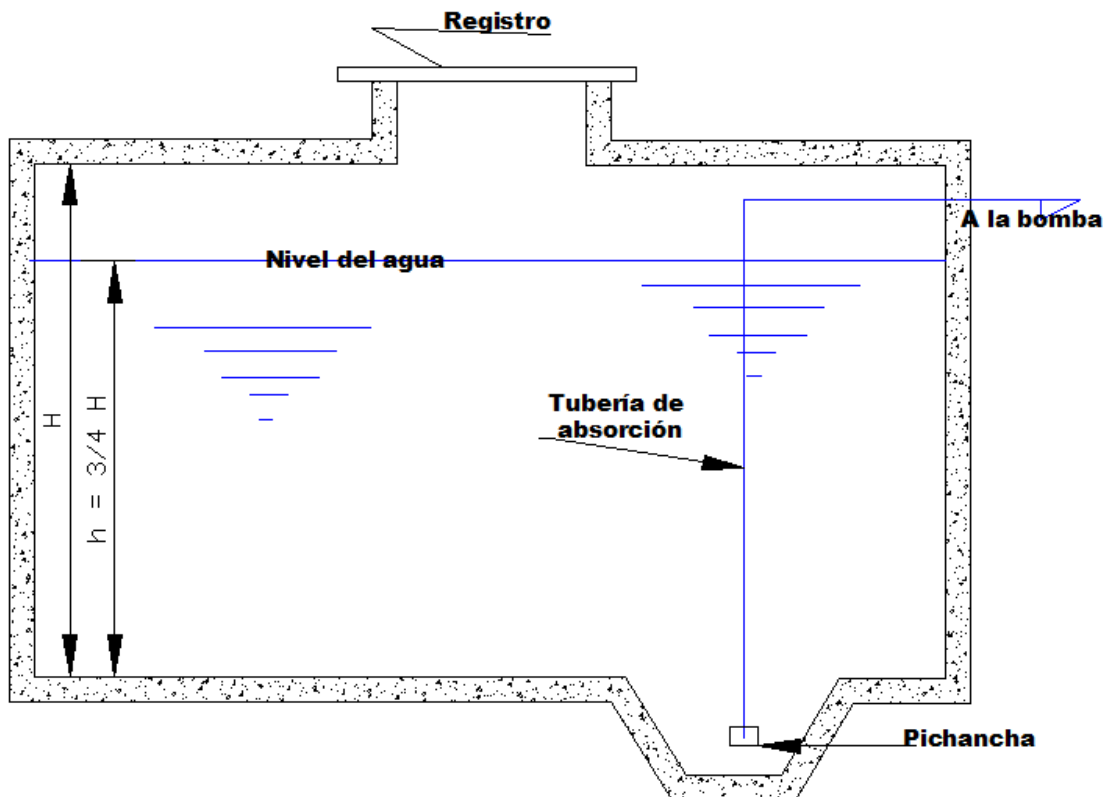
Una vez que se realizó la acometida, se distribuye el agua al interior del edificio por medio de algún sistema de distribución que ya mencionados anteriormente; sin embargo, en

algunos tipos de distribución se requieren tanques de almacenamiento; por tanto, es recomendable la construcción de un elemento en el cual se pueda almacenar agua suficiente para aquellas ocasiones en que se escasee el agua o por cuestiones de mantenimiento.

b) Tanques de almacenamiento

Los tanques comúnmente se les denominan de la siguiente manera: cisternas y tanques elevados.

- Cisternas: éstas pueden construirse mediante ladrillos, tabiques de concreto, etc., y la losa de concreto; sin embargo, lo más común construirlas de concreto armado. Para su construcción se recomienda que sea a 3 m cuando menos de cualquier tubería de aguas negras y a 1 m con colindancias; asimismo, deben contar con registros de cierre hermético de 60 x 60 cm como mínimo y de 20 a 30 cm de lecho inferior de la losa al nivel máximo del agua con una pendiente hacia la pichancha o tubería de succión, la cual estará interconectada a la bomba. Por reglamento, la altura total del agua que contendrá la cisterna ocupará como máximo el 75% del volumen total calculado. En la **Figura 6** podemos observar las características generales de una cisterna. Existen en el mercado cisternas prefabricadas de plásticos o cemento; y su forma de instalación la proporciona el fabricante.



**Figura 6.** Corte de las características generales de una cisterna.

- Tanques elevados: la capacidad de un tinaco está en función de la cantidad de agua demandada diariamente, se recomienda entre un 30 y 40 por ciento del consumo diario y, las formas, capacidades y materiales de los tanques elevados son muy variadas, pueden ser de fabricación de línea de materiales como: asbesto, cemento, fibra de vidrio, plástico, etc., o bien, construidos en sitio, generalmente de concreto armado.

### I.1.5. Principales tipos de tuberías, muebles y accesorios

#### a) Principales tipos de tuberías

La elección del material depende de las características del lugar, la capacidad de flujo y los costos, entre otros. En la **Tabla 7** se describen algunas tuberías con ciertas características y se dan algunas recomendaciones para su uso.


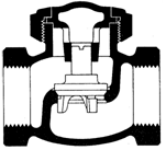
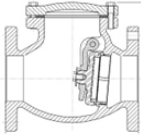
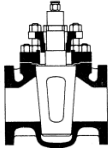
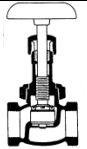
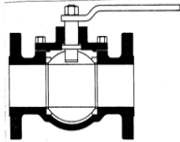

**Tabla 7. Características de las tuberías empleadas para la distribución de agua potable.**

Clase de Tubería	Material y Construcción	Uniones	Propiedades	Observaciones	Recomendación
Acero	Hasta 2" soldada a tope, mayores diámetros sin costura	Roscada	Básica	Sólo se usará cuando el agua no sea corrosiva	En sistemas de agua caliente
Hierro forjado	Hasta 2" soldada a tope, mayores diámetros sin costura	Roscadas	Más resistente a la corrosión que el acero	Se reconoce por una franja espiral roja	Para instalaciones expuestas a vibraciones
Latón rojo	85 % de cobre 15% de zinc	Roscadas	Resistente a la corrosión	Voluminosas por el grueso que han de tener las roscas	
Cobre tipo K	Sin costura, temple duro o blando	Manguitos soldados	Resistente a la corrosión y fácil de fabricar	Paredes más delgadas que el latón y fácil de montar	Diseñada para uso industrial en donde las tuberías están sometidas a grandes presiones y temperaturas
Cobre tipo L	Sin costura paredes más delgadas que el tipo k temple duro y blando	Manguitos soldados	Resistente a la corrosión y fácil de fabricar	Paredes más delgadas que el latón y fácil de montar	Para instalaciones con presiones considerables
Plástico	Polietileno, cloruros de polivinilo, etc.	Soldadura con cemento disolvente	Muy fácil de fabricar	No expuesto a la corrosión electrolítica	Para instalaciones con bajas presiones.
Aleaciones especiales	De cobre, níquel y zinc de acero de cromo	Roscadas	Resistente a la corrosión	Aplicaciones especiales	
Acero galvanizado	Acero recubierto de Zinc.	Roscadas	Bastante resistente a la corrosión.	Apropiado para aguas algo ácidas.	Para agua fría, agua caliente, desagües de lavaderos, sistemas contra incendio

b) Principales tipos de válvulas

Existe un sinnúmero de válvulas, grifos, y accesorios para realizar una instalación hidráulica; sin embargo, se debe determinar mediante el estudio técnico-económico adecuado para escoger el mejor material. En la **Tabla 8** se describen de forma somera los principales tipos de válvulas utilizados en las instalaciones de agua.

**Tabla 8. Tipos de válvulas.**

Tipo de Válvula	Descripción	Figura
Válvula compuerta.	Consiste en una compuerta en forma de cuña que se desplaza por medio de un tornillo y al bajar se introduce entre dos anillos de latón. Se recomienda cuando se quiere un servicio con apertura total o cierre total, sin estrangulación, otra de sus ventajas es que tiene un cierre hermético.	
Válvula de retención de cierre vertical	Se emplean cuando se desea que el agua circule en una misma dirección; además, existe la posibilidad de invertir el sentido de flujo.	
Válvula de retención de cierre horizontal	Se emplea cuando se desea que el agua circule en una misma dirección, además existe la posibilidad de invertir el sentido de flujo.	
Válvula macho	Es recomendada para cuando se quiere un servicio con apertura total o cierre total y es de ¼ de vuelta y controla la circulación por medio de un macho cilíndrico o cónico que tiene un agujero en el centro, el cual se puede mover de la posición abierta a la cerrada mediante un giro de 90°.	
Válvula de globo	Es recomendada para estrangulación o regulación, es de accionamiento frecuente y es de vueltas múltiples, en la cual el cierre se logra por medio de un disco o tapón que cierra o corta el paso del fluido.	
Válvula de bola	Se emplea para servicio de conducción y corte, sin estrangulación y es de ¼ de vuelta, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola 90°.	
Válvula de mariposa	Es recomendada cuando se requiere servicio con apertura total o cierre total y es de ¼ de vuelta y controla la circulación por medio de un disco circular.	

c) Principales muebles

- Fregadero: los más usados en la actualidad son los de acero inoxidable; sin embargo, también pueden ser de otras aleaciones. Las medidas son desde 0.40 m hasta 0.60 m de ancho y hasta 1.85 m de largo.
- Excusados: se fabrican generalmente de porcelana vidriada, y deben estar constituidos por un sifón, vaso y borde. Los W. C. de depósito por norma deben descargar 6 litros, éstos generalmente tienen medidas estándar de aproximadamente 35 a 38 cm de ancho y de 60 a 75 cm de alto.

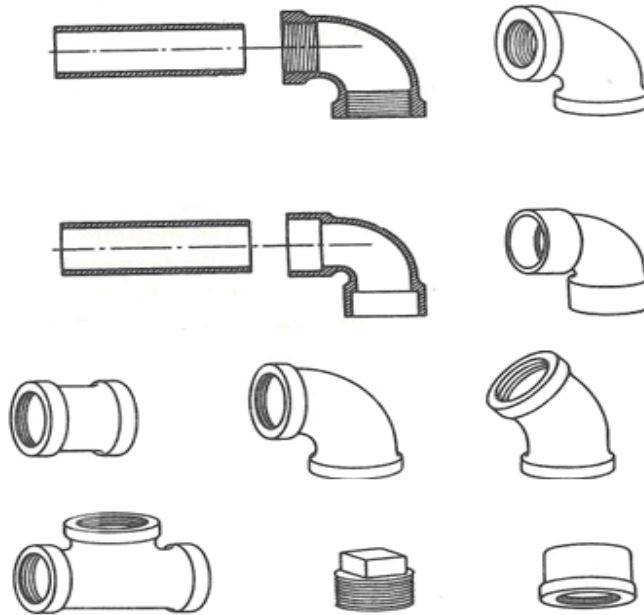
En edificios de oficinas y otros, los W. C. que se emplean son de fluxómetro de palanca o eléctricos.

- Lavabos: se fabrican de porcelana esmaltada y otros materiales. Pueden suspenderse en la pared con elementos de sujeción o apoyados en el piso por medio de algún soporte. En el mercado hay un gran número de modelos y marcas. Sus medidas estándar son de aproximadamente 45 a 60 cm de ancho y de 50 a 70 cm de largo.
- Regadera: es un pulverizador que descarga lluvia fina siendo el extremo una pieza llamada regadera redonda de aproximadamente 10 cm de diámetro con varios orificios pequeños.
- Mingitorios: se fabrican generalmente en porcelana de una sola pieza sin juntas, existen tres tipos de mingitorios: el suspendido, el apoyado y el de pedestal. El primero es suspendido fijándolo en el muro, además los hay de fluxómetro de pedal y eléctrico; el segundo es apoyado sobre el piso y tiene 1.10 m de alto; el tercero se asienta mediante un soporte a una altura de 50 a 55 cm.

d) Principales tipos de accesorios para uniones

Las conexiones para unir las tuberías, grifos y válvula (codos, Tee, Y, reducciones, tapones, etc.), los hay en distintos materiales y pueden ser soldables o roscadas.

En la **Figura 7** se muestran codos de 90, 60, tee, tapones y accesorios fundamentales para lograr cambios de dirección en la instalación; los materiales pueden ser de P.V.C, cobre, acero al carbón, acero inoxidable, acero galvanizado, etcétera.



**Figura 7. Accesorios para conexiones hidráulicas.**

#### I.1.6. Tipos de calentadores y su localización

En el mercado existen varias marcas de calentadores para aumentar la temperatura del agua y sus características varían de acuerdo con cada fabricante; sin embargo, se pueden rescatar algunos elementos en general que más adelante se describen.

Por otro parte, por norma todos los calentadores y calderas deben estar en un lugar bien ventilado y abierto.

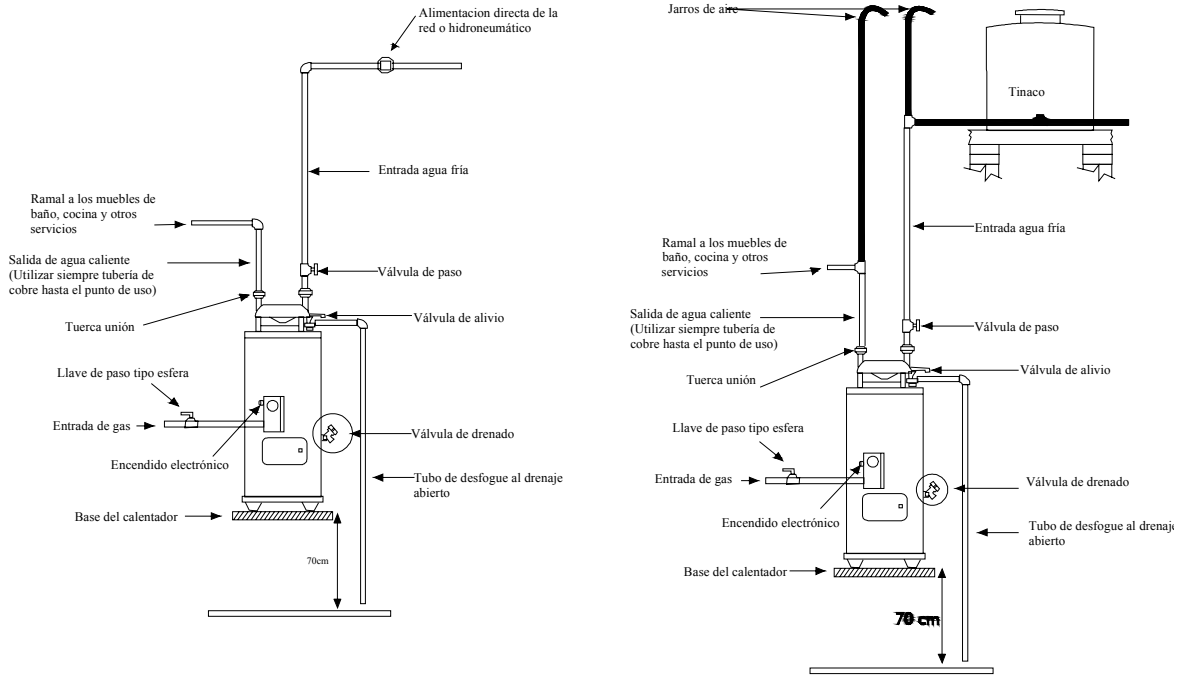
##### a) Calentadores de gas

Hay dos tipos de calentadores de gas: los instantáneos y los que tienen depósito, los cuales constan principalmente de los siguientes elementos: tubo de desfogue, válvula de drenado, válvula de alivio, válvula de paso en la línea de alimentación de agua fría, salida de agua caliente, tuerca unión en la línea de salida de agua caliente y termostato, además deben contar con jarros de aire.

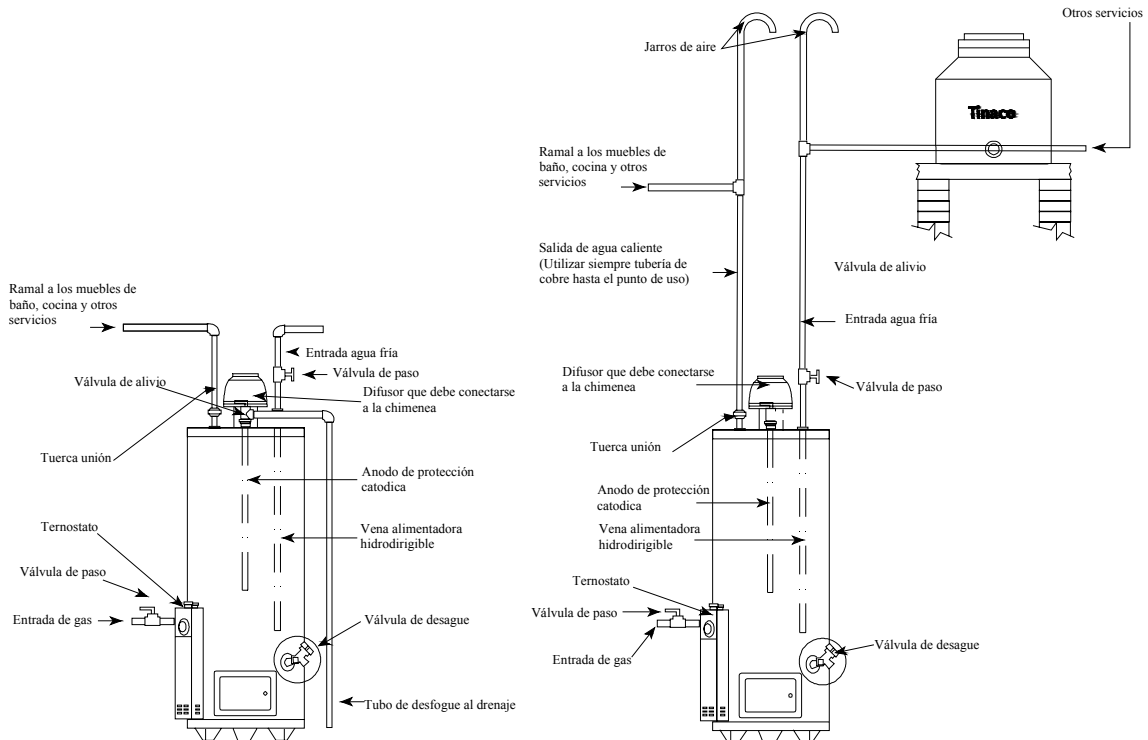
Una diferencia entre un calentador de paso y el de depósito es el tanque de almacenamiento que tiene éste último. Para estos calentadores es necesario contar con una buena presión de agua y suministro de gas uniforme. En las **Figuras 8 y 9** se muestra la forma de instalación de un calentador de paso y uno de depósito.



# I. INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA



**Figura 8. Instalación de un calentador de paso: al lado izquierdo sistema abierto y a la derecha sistema cerrado.**



**Figura 9. Instalación de un calentador de depósito: del lado izquierdo sistema abierto y del lado derecho sistema cerrado.**

b) Calentadores solares

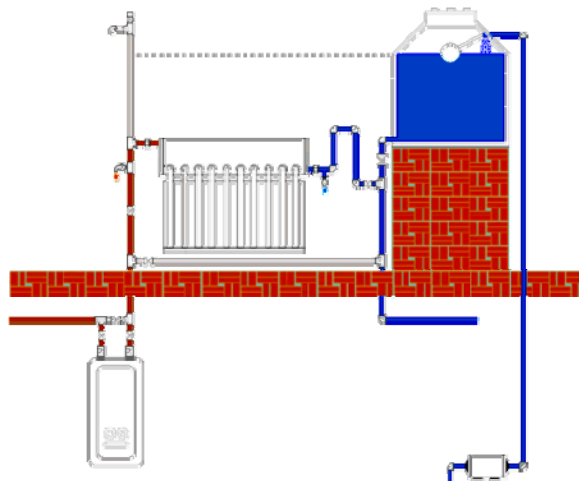
Los calentadores solares de agua constan principalmente de tres partes: los tubos colectores al alto vacío, que se encargan de absorber la energía del sol y transferirla al agua; tanque térmico de almacenamiento, donde se conserva el agua caliente y estructuras de acero inoxidable que soportan los equipos. Ver **Figura 10**.

El funcionamiento de este tipo de calentadores se logra mediante el efecto denominado “termosifón”, que provoca la diferencia de temperaturas. Es decir; este sistema opera por convección natural, el agua caliente es más ligera que el agua fría y, por lo tanto, tiende a subir. Esto es lo que sucede entre los tubos de cristal al alto vacío y el tanque de almacenamiento, con lo cual se establece una circulación natural.



**Figura 10. Calentador solar.**

Una desventaja de los calentadores solares es que requieren de una gran área; además, se deben conectar en serie con un calentador de gas o eléctrico, para asegurarse que nunca falte agua caliente. Ver **Figura 11**.



**Figura 11. Conexión en serie del calentador solar y un calentador de gas o eléctrico.**

c) Calentadores eléctricos

Los calentadores eléctricos están constituidos generalmente por: válvula de alivio, sensores de temperatura, conectores, fusibles, terminal de tierra, entrada de agua fría y salida de agua caliente, tarjeta electrónica y tanque de almacenamiento.

El funcionamiento consiste en: el agua entra por un tubo y pasa por un serpentín de uno o varios compartimientos longitudinales localizados dentro del tanque. Cada compartimiento debe tener un sensor de temperatura y una resistencia calefactora sumergida que transfiere todo el calor que genera directamente al agua. Los sensores detectan la temperatura del agua y envían la información a la tarjeta electrónica que controla el paso de la corriente a las resistencias, dando como resultado un flujo de agua caliente en forma instantánea y constante, a una temperatura controlada. En la **Figura 12** se presentan los elementos que conforman un calentador eléctrico.

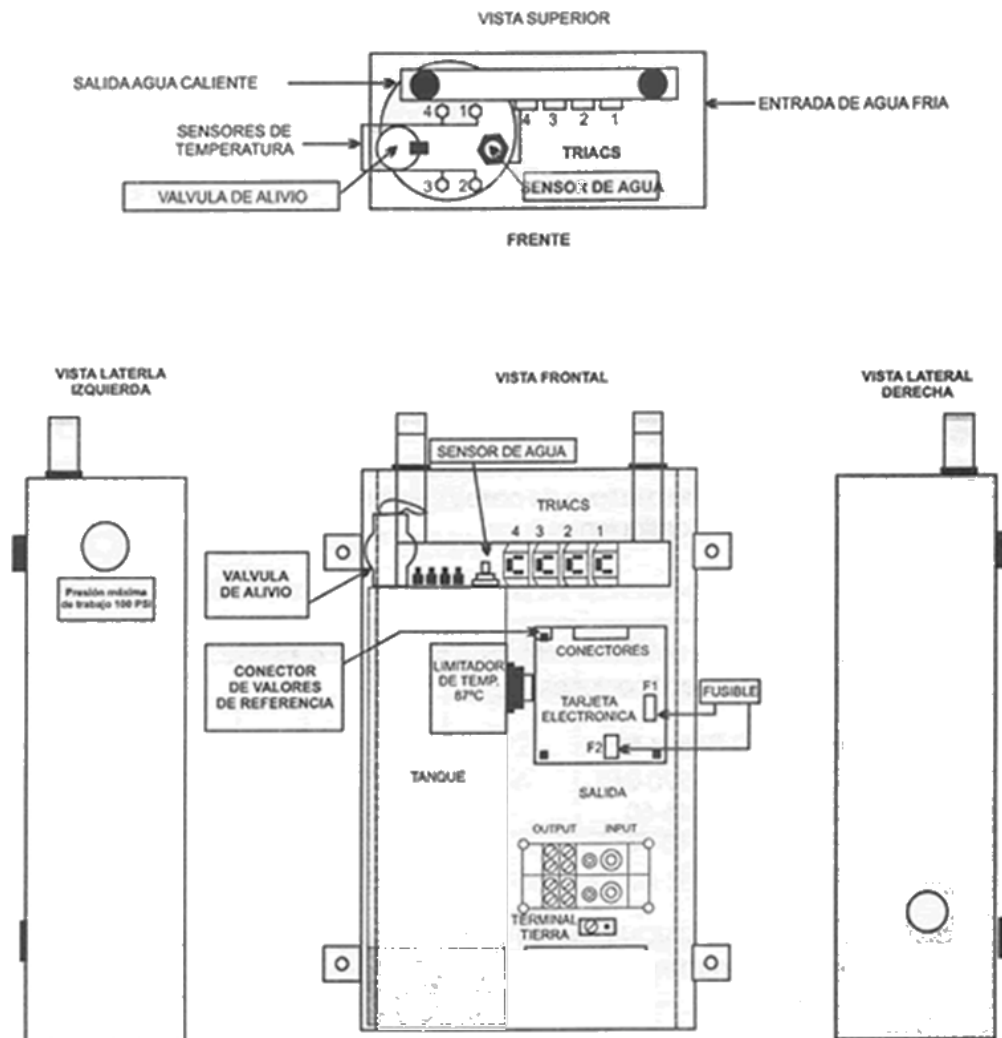
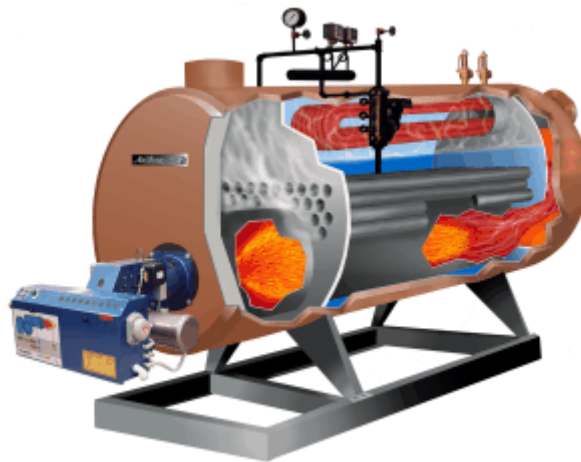


Figura 12. Características generales de un calentador eléctrico.

d) Agua caliente por medio de calderas

Las características de un generador de agua caliente es que cuentan con un intercambiador de calor integral.

La generación de agua caliente por medio de calderas, consiste en que el agua en el interior del generador de agua caliente se evapora y condensa una y otra vez en un ciclo continuo, transfiriendo su calor al agua que circula por el interior del intercambiador de calor hasta temperaturas de 65°C en circuito cerrado de calentamiento. Las calderas son ideales para el calentamiento de agua de consumo en hoteles, lavanderías, baños industriales y reclusorios, entre otros. En la **Figura 13** se muestra un generador de agua caliente, el cual está diseñado bajo el principio descrito al inicio de este párrafo.



**Figura 13. Vista general de una caldera de vapor.**

I.1.7. Sistemas de tratamiento de agua potable

Debido a las fugas que existen en la trayectoria del agua desde la fuente de abastecimiento hasta los hogares, el agua se contamina, por lo que es recomendable colocar ciertos sistemas y/o aparatos para el tratamiento de agua potable.

Existe un gran número de sistemas y equipos para el tratamiento del agua, tanto para casas como para restaurantes, hoteles, lavanderías, plantas embotelladoras de agua, fábricas de hielo, laboratorios, hospitales, industrias y comercios. En este capítulo únicamente se hará una descripción general de algunos, el encargado del proyecto del suministro de agua será quien decida qué tratamiento le dará al agua para su uso final.

a) Suavizadores

Éstos tienen la finalidad de remover la dureza del agua. Esta dureza es causada por el calcio, magnesio, hierro y manganeso contenidos en el agua.

Al remover casi por completo estas sustancias, se evitan las incrustaciones y obstrucciones formadas en las tuberías. También hace más eficientes a los calentadores de agua al disminuir el consumo de gas o electricidad, además generan un ahorro de jabón en el lavado de telas, vajillas, etcétera.

### b) Filtros de carbón activado

Su función es remover contaminantes del agua por medio de adsorción. Los contaminantes que son removidos son los siguientes: cloro libre, ozono, yodo, arsénico, cromo, mercurio y otros compuestos orgánicos que provocan mal olor.

Estos filtros mejoran la apariencia del agua (color, olor y sabor), además de eliminar la espuma que se provoca por la presencia de sales.

### c) Sistemas de ósmosis inversa

Estos sistemas de purificación de agua nos permiten separar y quitar materia orgánica, inorgánica, sólidos disueltos, virus y bacterias proporcionando así un agua pura y segura.

La ósmosis inversa puede aplicarse en un campo muy vasto, entre sus diversos usos podemos mencionar los siguientes: abastecimiento de agua para uso potable e industrial, tratamiento de efluentes municipales e industriales, industria farmacéutica, para la separación de proteínas, desalinización, industria refresquera, industria cosmética y en hotelería en costas por pozos profundos.

### d) Sistemas ultravioleta (UV)

Los sistemas UV proveen protección contra enfermedades, ya que destruyen los microorganismos antes de que lleguen a su consumo. Desinfectan el agua usando alta densidad de energía de luz UV. Al no utilizar químicos, no deja residuos o productos secundarios en el agua ni altera su sabor, olor o claridad.

Este se puede emplear para el tratamiento de agua tanto para casas como para restaurantes, hoteles, lavanderías, laboratorios, hospitales, industrias, comercios entre otros.

### e) Sistemas ozonificadores

Los generadores de ozono pueden utilizarse para la reducción de productos secundarios del cloro, así como para la oxidación de compuestos inorgánicos y orgánicos, como hierro y manganeso; y como aquellos que producen olor, color y sabor, compuestos fenólicos y pesticidas. Esto hace posible que estos equipos puedan ser empleados en desinfección de agua embotellada, tratamiento de piscinas, torres de enfriamiento, tratamiento de agua de pozo, industria textil y otros usos industriales.

## I.2. Instalación Sanitaria

### I.2.1. Generalidades

La instalación sanitaria la podemos definir como un conjunto de elementos mediante los cuales se desalojan las aguas residuales de una edificación hacia los lugares apropiados, cómo fosas sépticas y/o a la red pública. El propósito es desalojar de forma segura las aguas residuales, de tal manera que se cubran los requisitos de las normas y reglamentos correspondientes del lugar en donde se esté realizando la instalación.

Las especificaciones las encontramos en las memorias descriptivas, en los planos y en las memorias de cálculo, desde luego que éstas deben cumplir con las normas correspondientes y los reglamentos de la región; en el caso de la ciudad de México es el Reglamento de Construcciones del D. F. y las Normas Técnicas Complementarias de Instalación Hidráulica (NTCCIH).

### I.2.2. Características que debe cumplir una instalación sanitaria

El diseño de la instalación sanitaria está en función del gasto y la presión de descarga de cada mueble.

Para tener un buen funcionamiento en una instalación sanitaria es necesario cumplir con los siguientes requisitos (NTCIH, 2004, del Departamento del D. F.):

#### a) Materiales en los cuartos sanitarios

Los cuartos sanitarios deberán tener pisos, muros impermeables y antiderrapantes.

#### b) Canalizaciones

El material para las tuberías de desagüe de los muebles sanitarios deberán ser de fierro galvanizado, PVC, o cualquier material que aprueben las autoridades competentes y/o se dicte en la norma.

El diámetro de las tuberías de desagüe no podrá ser menor a 32 mm, ni inferior a la boca de desagüe de cada mueble; además, se tienen que instalar con una pendiente mínima de 2%. Las tuberías de desagüe que conducen aguas residuales hacia el exterior de un predio deberán ser de 20 cm de diámetro como mínimo y contar con una pendiente de 2%.

Los albañales deberán estar provistos en su origen de un tubo ventilador de 5 cm de diámetro como mínimo y cuando menos 1.5 m arriba del nivel de la azotea.

La conexión de tuberías de desagüe con albañales se debe realizar por obturadores hidráulicos fijos y provistos de ventilación directa.

Los albañales deberán tener registros colocados a distancias no mayores de 10 m entre cada uno y entre cada cambio de dirección del albañal. Los registros deben ser: 40 x 60 cm para profundidades de hasta 1 m; 50 x 70 cm para profundidades de hasta 1 a 2 m y 60 x 80 cm para profundidades mayores a 2 m.

### c) Descargas

A las fosas sépticas sólo se descargarán aguas negras que provengan de excusados y mingitorios.

La descarga de fregaderos que conduzcan a pozos de absorción o terrenos de oxidación deberán contar con trampas de grasas.

En las edificaciones de habitación unifamiliar de hasta 500 m<sup>2</sup> y consumos máximos de agua de 1000 m<sup>3</sup> bimestrales, ubicadas en zonas donde exista el servicio público de alcantarillado de tipo separado, los desagües deben ser separados; es decir, el agua pluvial deberá contar con su propio sistema de desalojo y las residuales con el suyo.

El material de la tubería para el desalojo de aguas residuales podrán ser de concreto, P.V.C. o fierro negro.

Las bajadas de aguas pluviales y servidas, siempre descargarán a un registro rompedor de presión.

Es recomendable que exista una instalación para aguas residuales y otra para disponer aguas pluviales.

Cuando el diámetro de la conducción de desalojo del predio de agua pluvial sea mayor que la existente en la red municipal, será necesaria la construcción de un tanque regulador de tormentas.

Los desagües verticales de los muebles y de las coladeras con diámetros iguales o menores a 50 mm serán de tubería de cobre tipo M.

### d) Los registros

En las coladeras con diámetro mayor a 50 mm se usarán niples de fierro galvanizado y los tubos horizontales o verticales que forman la red de desagüe serán de fierro fundido con pendiente de 2%.

En zonas externas o en planta baja se colocarán registros a cada 10 m cuando se tenga tubería de 15 cm de diámetro, a cada 20 m para tubos de 20 cm, a cada 30 m para tubos de 25 cm y a cada 40 m para tubos mayores.

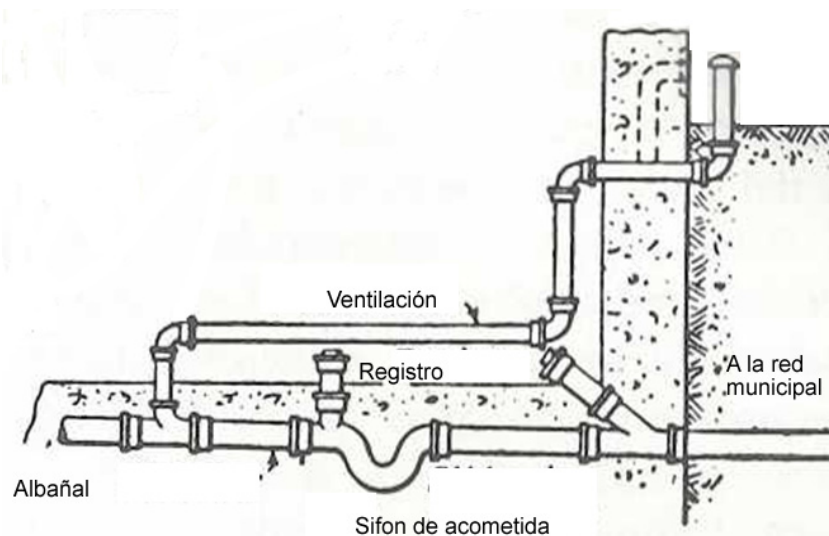
I.2.3. Elementos de una instalación sanitaria y sus características

La instalación comprende diversos elementos, tanto si se trata de una casa sencilla como de un edificio, algunos pueden o no ser construidos como el caso de la fosa séptica, pues ésta se utiliza sólo cuando no se tiene red de drenaje municipal cercano a la edificación.

El diseño de la instalación está en función del tipo de inmueble, ya sea de uso privado o público; sin embargo, podemos pensar e imaginar que constan de los siguientes elementos:

a) Acometida

La canalización que une la red interior con el alcantarillado de la red municipal puede ser de tubo de ferrocemento, de fundición u otro material. La acometida suele tener una pendiente del 2% y no menos de 10 cm de diámetro, según el tipo de material. Para grandes edificios se adopta por el mismo diámetro que tiene el albañal horizontal. Además, la acometida puede o no llevar un sifón general, esto dependerá de las normas que se estén aplicando para el diseño de la instalación, pues en algunos reglamentos y normas lo consideran innecesario. El propósito de éste es oponer un cierre hidráulico a la entrada de gases procedentes del alcantarillado en las canalizaciones domiciliarias. En la **Figura 14** se muestra una acometida del interior de un edificio hacia la red de drenaje.



**Figura 14. Acometida del interior de una edificación hacia la red de drenaje.**

b) Albañal

Es el conducto horizontal en el cual desembocan los bajantes. Se deben emplear para éste, tubos de fundición, además debe tener una pendiente del 2% como mínimo y empalmarse directamente a la acometida.

c) Conductos de ventilación



El objetivo de instalar tuberías de ventilación es para igualar las presiones y evitar el llamado golpe de ariete; además con éstas se evita un cierre hidráulico.

Cabe señalar que existen tres tipos de ventilación para la canalización de muebles:

- Ventilación Primaria: la ventilación general de la instalación sanitaria tiene por objeto dar entrada al aire exterior en el sistema de evacuación para facilitar la circulación en el mismo y procurar una salida a los gases por encima del techo. El tubo suele tener un diámetro igual a la mitad del diámetro del albañal del edificio y no debe descender de un mínimo de 10 cm.
- Ventilación Secundaria: la ventilación a los ramales a los muebles de baño tiene por objeto facilitar la circulación del agua de manera eficiente.
- Doble ventilación: es la combinación de la ventilación primaria y secundaria.

### d) Bajadas de aguas negras y servidas

Se emplean generalmente los tubos de hierro fundido, cobre, acero galvanizado, entre otros. Las bajadas de los edificios se apoyan sobre un pilar de mampostería o sobre un grueso poste de fierro y se sujetan al muro a intervalos de 3 m por medio de abrazaderas. Las bajadas deben ser lo más rectas posible, sin cambios de dirección bruscos. Los empalmes con los ramales y con el albañal horizontal deben realizarse con ángulos de 45°. Por razones de economía, el número de bajadas de aguas sucias debe ser lo más reducido posible; por tanto, es recomendable la superposición de baños, lavabos y otros servicios sanitarios en los pisos sucesivos, para que puedan ser servidos por el mismo bajante.

### e) Canalización de los muebles

La canalización entre los muebles y las bajadas de aguas negras pueden ser de fundición, latón, cobre o acero galvanizado. Se empalman al sifón de cada mueble y tienen una pendiente de 1 a 4%. Los ramales de ventilación deben dotarse de pendiente para que las condensaciones vuelvan al ramal del mueble. Es importante que las descargas de aguas sucias no puedan invadir los tubos de ventilación para que no los ensucien ni obstruyan interceptando la entrada de aire. Si el ramal se dobla formando ángulo recto, el conducto del aire toma la dirección del brazo vertical del empalme y si la conexión no está debajo de la pendiente hidráulica, el conducto de ventilación no se cerrará.

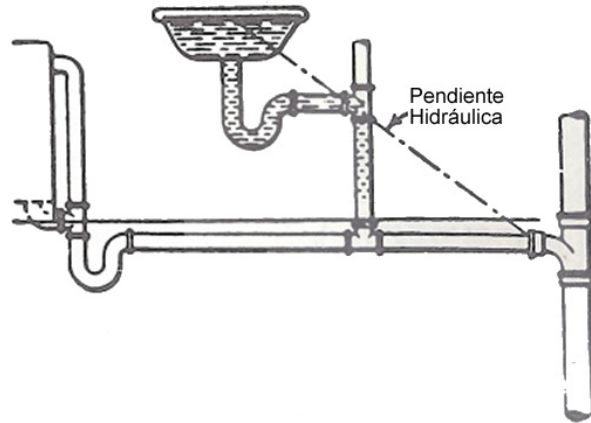


Figura 15. Ramal de lavabo hacia la bajada de aguas negras.

En la Figura 15 se muestra la pendiente hidráulica de la conexión de un lavabo y la B.A.N., y en las Figuras 16, 17 y 18 se muestra un ejemplo práctico de la conexión de muebles de baño a la red de drenaje.

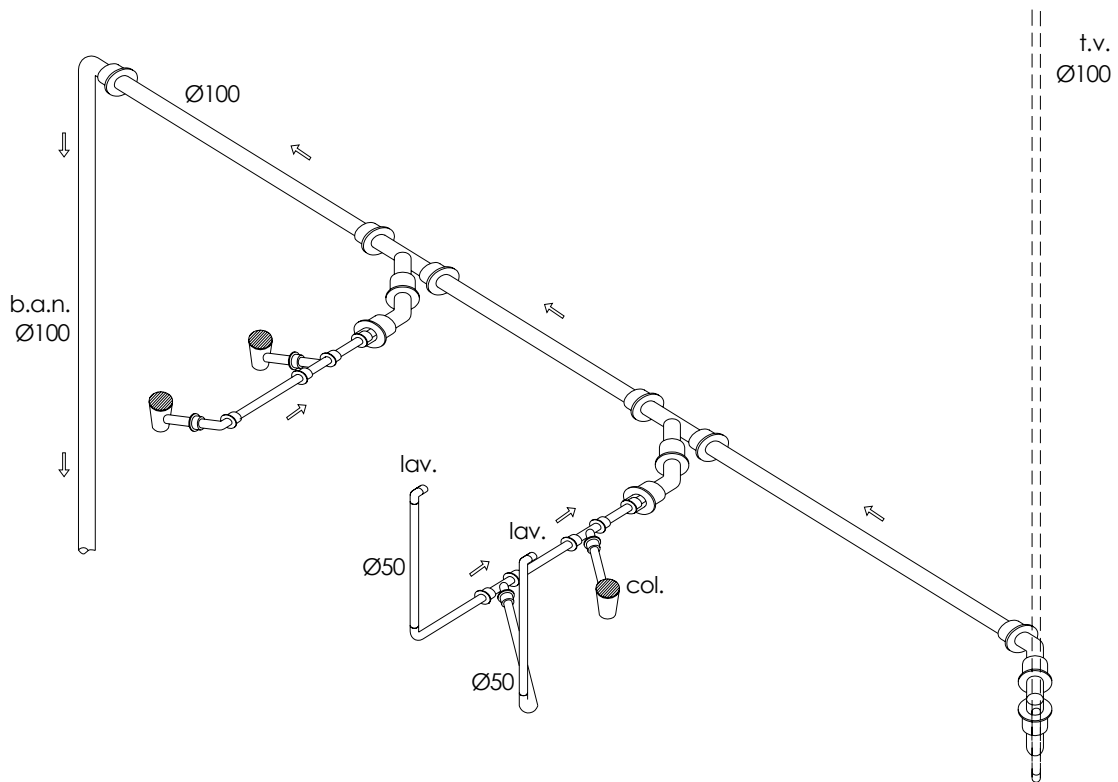


Figura 16. Ejemplo de conexión entre muebles de baño, tubo de ventilación y bajada de aguas negras.

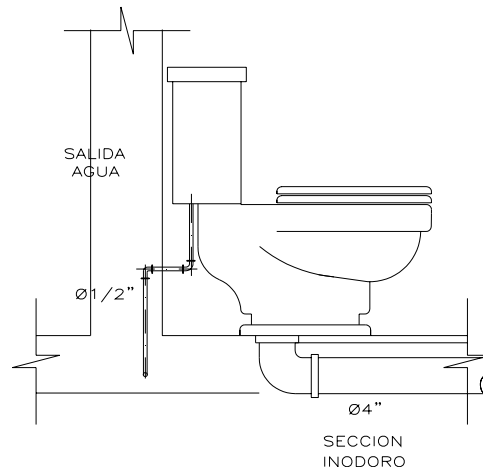


Figura 17. Corte de la instalación de un excusado.

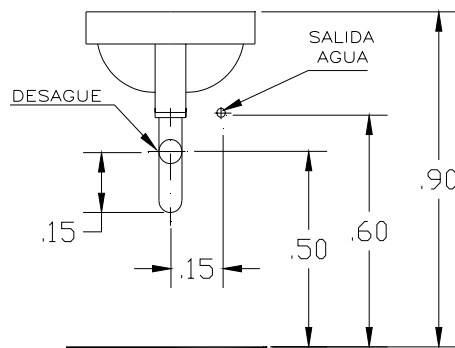


Figura 18. Corte de la instalación de un lavabo.

f) Sifones

Están clasificados en sifones en tipo S, P, Y., ver **Figura 19**. Cuanto más profundo es el cierre del sifón, más resistente es a la succión, pero mayor es la superficie ensuciable. Así pues, una profundidad mínima de 5 cm y máxima de 10 cm, con seguridad de que no se producirá nunca una pérdida de altura del agua de más de 2.5 cm, son dimensiones generalmente aceptadas. Los sifones deben ser autolimpiables, o sea, capaces de arrastrar todo su contenido cada vez que entran en función, de tal manera que no quede en su interior nada que pueda descomponerse.

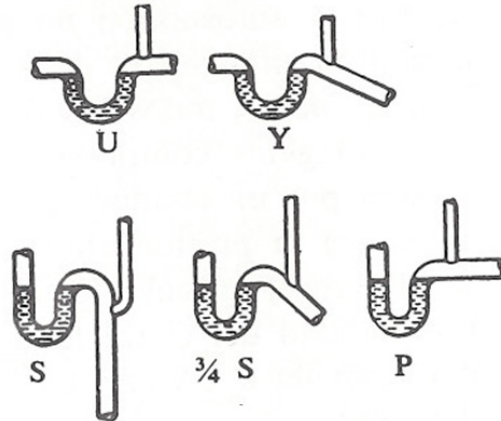


Figura 19. Tipos de sifones.

g) Desagües de patios

Estos desagües se conducen al alcantarillado en las instalaciones urbanas, pero en el campo pueden ser conducidos a pozos secos. Cuando se conectan al alcantarillado deben estar provistos de sifones de al menos 7.5 cm de diámetro con registros. Es práctico a menudo empalmar los desagües de patios y sótanos a un albañal de agua de lluvia. Si estos desagües van a parar a un pozo seco no es necesario el sifón, ya que en tales casos no hay producción de gases malolientes.

h) Bajadas de aguas pluviales

Pueden instalarse dentro o fuera del muro de la edificación. Las bajadas pueden ser de fundición, hierro forjado o acero, como los de aguas sucias, con juntas roscadas o calafateadas impermeables al aire y al agua. Éstas están normalmente provistas de sifones en sus extremos inferiores antes de su empalme al albañal.

i) Registros

En el fondo de la caja de registro se hace una plantilla de cedacería de un tabique de 5 cm de espesor pegada con mezcla hidratada y arena, para las pendientes de desagües, asimismo, debe construirse un canal sobre el piso del registro con dirección al desagüe para orientar la salida de las aguas.

Por último, en la **Figura 20** para efectos didácticos se muestran todos los componentes de una instalación sanitaria.

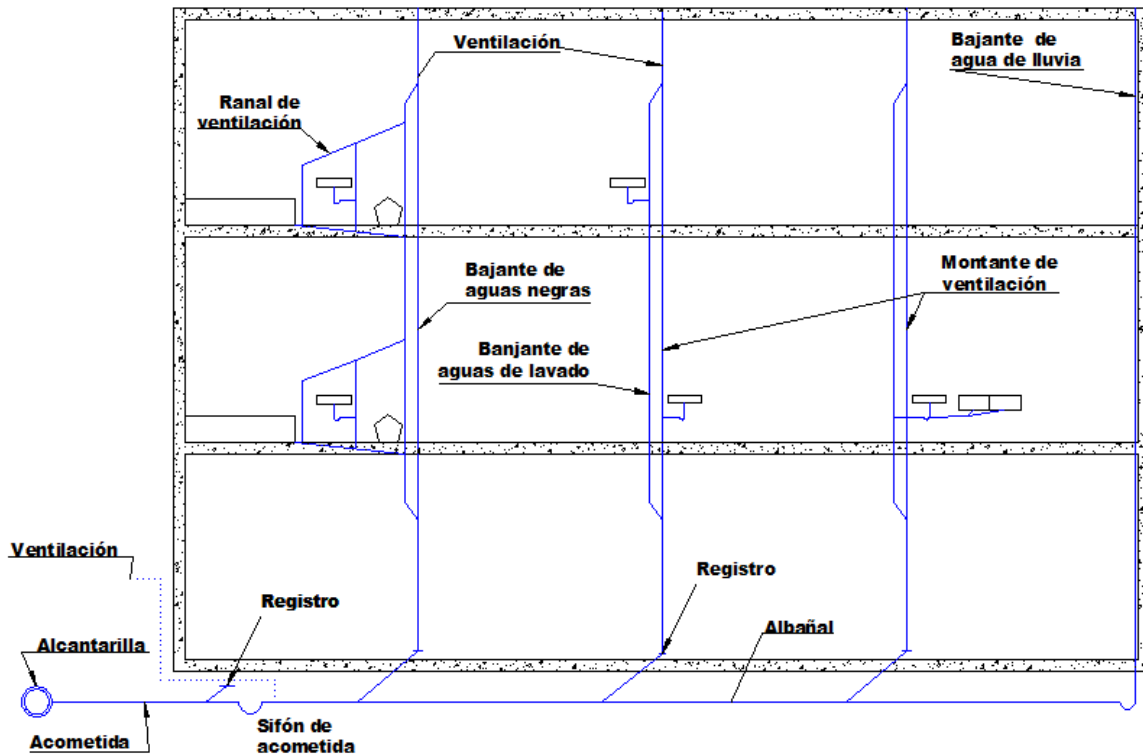


Figura 20. Elementos de una instalación sanitaria de una edificación.

j) Tanques reguladores y pozos de absorción

Debido al crecimiento de las ciudades y las poblaciones en general, se ha llegado a la construcción de grades edificaciones en forma vertical, lo que ha incrementado la gran cantidad de aguas residuales para evacuar hacia el alcantarillado; esto trae como consecuencia el problema de “insuficiencia de diámetro” en algunas redes; lo que está propiciando inundaciones. Tratando de resolver este grave problema se recomienda que, en inmuebles con grandes áreas techadas y de estacionamiento, se construyan pozos de absorción o tanques reguladores de tormentas, para captar el agua producto de las precipitaciones pluviales, propiciando un alivio momentáneo a las redes de alcantarillado.

I.2.4. Unidades de descarga

El objetivo de las siguientes tablas es mostrar en forma general cómo se pueden obtener los diámetros de las distintas tuberías que constituyen la descarga de aguas residuales para corroborar que los diámetros especificados son correctos.

La **Tabla 9** encontramos el número de unidades de descarga en función del mueble, de acuerdo con el sector donde se empleará.

**Tabla 9. Unidades de descarga de los muebles sanitarios.**

Muebles	Número de unidades de descarga	
	Privado	Público
Lavabo	1	2
W. C.	6	10
Regadera	2	4
Ducha	2	4
Mingitorio		5 a 10
Fregadero de cocina	2	
Cuarto de baño	8	
Dos o tres lavaderos	3	
Combinación lavadero-fregadero	3	

Los diámetros que pueden llegar a tomar las bajadas de aguas pluviales para una precipitación de 100 mm/hora, están dados por la **Tabla 10**. Es recomendable que para edificios de gran altura se tenga un colector sólo para aguas pluviales.

**Tabla 10. Diámetro de las bajadas para aguas pluviales.**

Diámetro (pulgadas)	Superficie de cubierta (m2)
2	50
2 ½	90
3	140
4	290
5	500
6	780
8	1680

Cuando se tiene una edificación de hasta tres niveles se puede hacer uso de la **Tabla 11**, para determinar el diámetro de los tubos de acuerdo con las unidades de descarga por ramal y por bajante.

**Tabla 11. Diámetro por ramal y bajante de un edificio de 3 niveles.**

Diámetro (pulgadas)	Unidades de descarga por ramal	
	Por ramal	Por bajante
1 ¼	1	2
1 ½	3	4
2	6	10
3	32	48
4	160	30
5	360	540
6	640	960
8	1200	2240
10	1800	3780

En la **Tabla 12** se presenta el número de muebles de acuerdo con el diámetro del ramal que se pueden considerar para un circuito de ventilación.

**Tabla 12. Número de muebles para un circuito de ventilación.**

Diámetro del ramal (pulgadas)	Numero de W. C. y mingitorios de pedestal	Unidades de descarga para muebles de la columna 2
2''	Ninguno	6
3''	2	20
4''	8	60
5''	16	120
6''	24	180

El albañal debe tener igual o menor diámetro que cualquier tubería de desagüe, el diámetro mínimo es de 10 cm. Si el edificio es de gran altura es recomendable que se tenga un albañal para aguas pluviales, por lo que el diámetro del albañal será estimado por la **Tabla 13**.

**Tabla 13. Diámetro de los albañales de aguas pluviales.**

Diámetro de la tubería en pulgadas	Pendiente de la tubería		
	1%	2%	4%
	Superficies de cubierta en metros cuadrados		
3	70	95	140
4	150	200	290
5	250	340	500
6	390	560	780
8	810	1100	1620
10	1410	1820	2820

Cuando se tienen edificios de varios pisos se proporciona el número de unidades por bajadas y con esto queda limitado el número de muebles o ramales con el fin de evitar excesivas velocidades. La **Tabla 14** contiene las unidades por bajante.

**Tabla 14. Unidades de descarga por bajada.**

Diámetro	Intervalos de entronque										Unidades de descarga por bajada
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1 ¼	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1 ½	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	8
2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	24
3	32	16	13	12	11	10	10	10	9	9	80
4	240	120	100	90	84	80	77	75	73	72	600
5	540	270	225	202	189	180	173	168	165	162	1500
6	960	480	400	360	336	320	308	300	293	288	2800
8	1800	900	750	675	630	600	578	562	550	540	5400
10	2700	1350	1125	1012	945	900	868	844	825	810	8000
12	4200	2100	1750	1575	1475	1400	1350	1312	1283	1260	14000

En los conductos de ventilación su diámetro está determinado en relación con las bajadas. El factor determinante es la capacidad de circulación del aire. A mayor diámetro del bajante mayor es el diámetro del tubo de ventilación.

En la **Tabla 15** se proporciona el diámetro de las bajadas de aguas negras con relación en las unidades de descarga, así como la relación entre éstos con el diámetro de la tubería de ventilación y su longitud máxima.

**Tabla 15. Diámetro y longitud de las tuberías de ventilación.**

Diámetro del bajante	Número de unidades de descarga en el bajante	Diámetro de ventilación en pulgadas									
		1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4	5	6	8	
		Longitud máxima en m									
1 ¼	2	22.85									
1 ½	8	21.35	45.70								
2	24	8.50	21.35	91.24							
3	40		6.10	24.40	79.25	198.10					
3	80		5.50	22.85	73.15	182.90					
4	310			9.15	54.85	73.15	305				
4	620			6.70	21.35	54.85	230				
5	750				15.25	21.35	97.50	305			
5	1500				6.10	15.25	73.15	230			
6	1440				5.50	6.10	28.95	73.15	305		
6	2880					5.50	21.35	55	230		
8	3100						9.15	24.40	105	335	
8	6200						7.60	18.30	76	240	

Los ramales pueden elegirse de acuerdo con la **Tabla 16**. El diámetro está relacionado con la capacidad de los ramales.

**Tabla 16. Capacidad de los ramales.**

Diámetro	Número máximo de unidades de descarga				
	Ramales de muebles con pendiente mínima o mayor pendiente	Ramales que van desde los bajantes al albañal.			
		Pendiente de ½ por 100	Pendiente de 1 por 100	Pendiente de 2 por 100	Pendiente de 4 por 100
1 ¼	1			2	2
1 ½	3			5	7
2	6			21	26
3	32		36	42	50
3	20		24	27	36
4	160		180	216	250
5	360	360	400	480	560
6	600	600	660	790	940
8	1200	1400	1600	1920	2240
10	1800	2400	2700	3240	3780
12	2800	3600	4200	500	6000



I.2.5. Principales tipos de tuberías, muebles y accesorios

a) Principales tipos de tuberías

En las instalaciones sanitarias los tubos comúnmente empleados son los siguientes: de cemento, tubo de barro vitrificado, acero galvanizado, canal de asbesto-cemento, tubo de fierro fundido, tubo de PVC y de cobre. Los diámetros varían de acuerdo con el tipo de material.

b) Muebles y accesorios sanitarios

Existe un sinnúmero de muebles sanitarios con sus aditamentos de diferentes marcas y modelos. Las características generales se dieron en la instalación hidráulica. Estos pueden ser:

- Evacuadores: mingitorios, vertedores
- Limpieza de objetos: fregaderos de cocina, lavaplatos y lavaderos
- Higiene corporal: lavabos, baños, duchas

c) Accesorios

En las instalaciones sanitarias los cambios de dirección deben realizarse por medio de curvas suaves. Los accesorios normalizados son: Y, T, codo de 45°, codo de 90°, TY, curva de 1/6, 1/8 y 1/16. Las T nunca deben usarse en conductos de aguas sucias, sólo en tubos de ventilación. En la **Figura 21** se muestran algunos accesorios utilizados en un sistema de desalojo de aguas residuales.

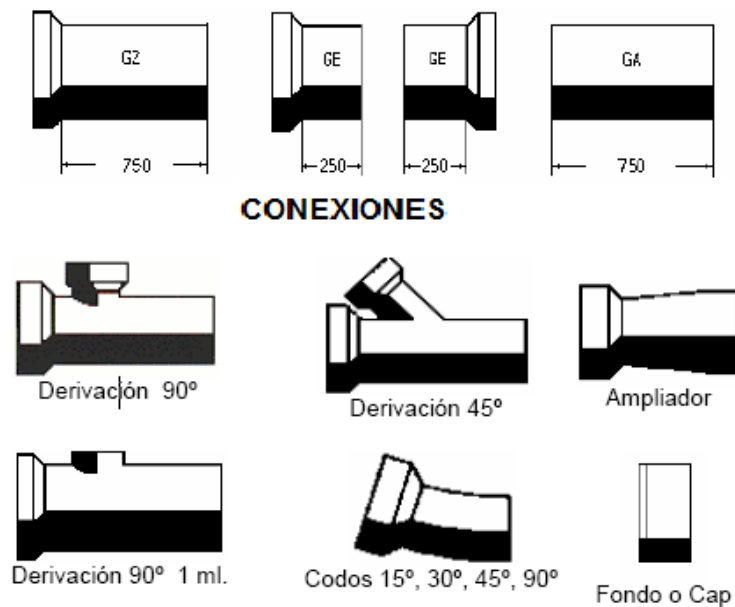
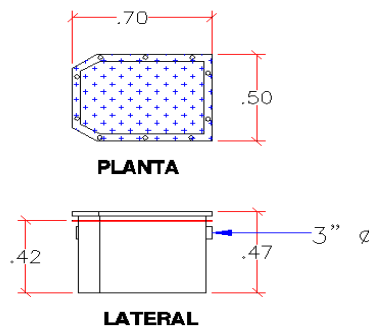


Figura 21. Accesorios para conexiones de descarga.

### I.2.6. Trampas especiales

De acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias de Instalaciones Hidráulicas, en edificaciones tales como restaurantes, hoteles, gasolineras, talleres mecánicos y todas aquellas que desechen aguas con alto contenido de grasas, deben construir trampas de grasas para la retención de las mismas.

La estructura de la trampa de grasa debe diseñarse resistente a la cargas de diseño, y a la cantidad de usuarios a servir. En la **Figura 22** se muestra una trampa de grasa de un comedor industrial.



**Figura 22. Trampa de grasa de un comedor industrial.**

### I.2.7. Fosa séptica

Una fosa séptica es un contenedor hermético cerrado, donde se acumulan las aguas negras y donde se les da un tratamiento primario, separando los sólidos de aguas negras. Elimina los sólidos al acumular las aguas negras en el tanque y, al permitir que parte de los sólidos se asienten en el fondo del tanque, mientras que los sólidos que flotan (aceites y grasas) suben a la parte superior. En la **Figura 23** se muestran las características de una fosa séptica de dos compartimentos.

Algunos sólidos se eliminan del agua, algunos se digieren y otros se quedan en el tanque. Hasta un 50% de los sólidos que se acumulan en el tanque se descomponen: el resto se acumula en el fondo y debe bombearse periódicamente.

Existen tres tipos principales de fosas sépticas para el tratamiento de aguas negras en sistemas individuales:

- a) Fosas de concreto, éstas son las más comunes.
- b) Fosas de fibra de vidrio, se usan para aquellos lugares de acceso difícil.
- c) Fosas plásticas, las venden en varias capacidades, éstas se emplean en lugares de acceso difícil.

Los elementos de una fosa séptica son:

- Taque séptico: es donde quedan las aguas en reposo y en el que se lleva a cabo la sedimentación y fermentación de nata; después de un tiempo determinado el volumen desaparece, así como el carácter ofensivo a la vista y al olfato.
- Campo de oxidación: como su nombre lo dice se lleva a cabo la oxidación, que en este caso es la del afluente.
- Pozo de absorción: éste es recubierto en las paredes interiores con piedra redonda o piedra de río y el fondo debe tener grava, cascajo o cualquier otro material inerte, para facilitar la penetración del afluente.

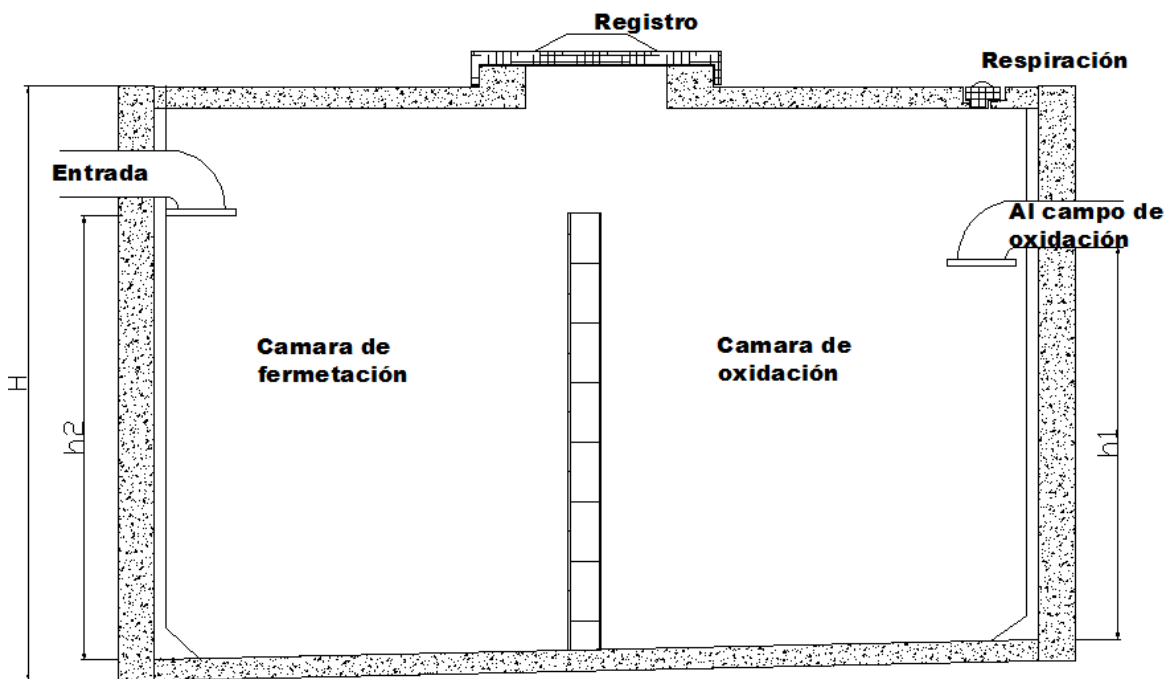


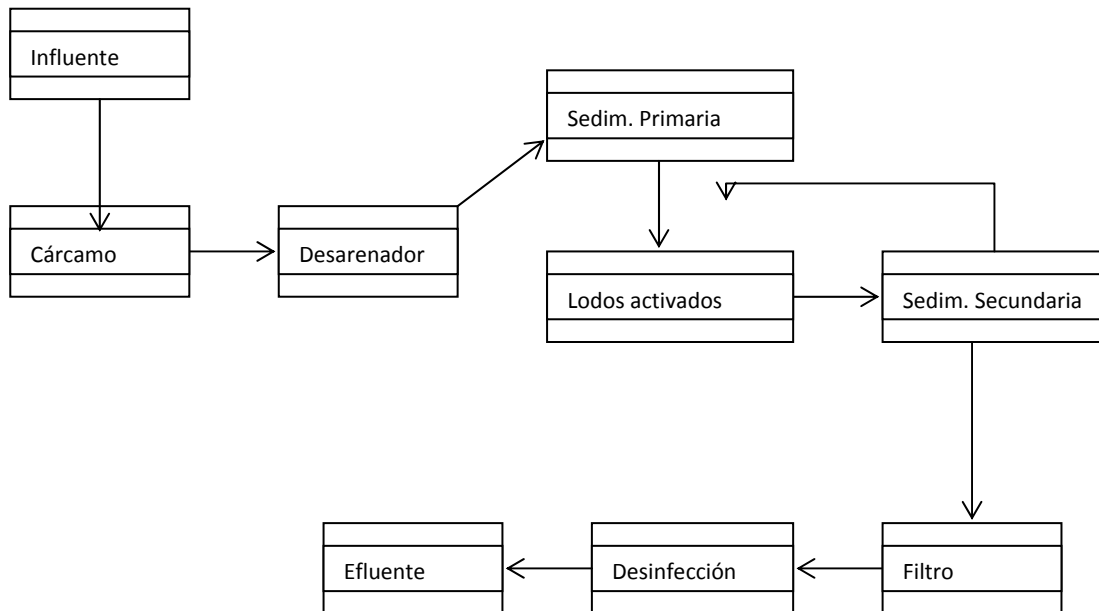
Figura 23. Características generales de una fosa séptica.

### I.2.8. Plantas de tratamiento más comunes

El pre-tratamiento de las aguas residuales en edificaciones se puede realizar por medio de fosas sépticas y por otros sistemas de tratamiento más especializados. El primer caso ya se describió en el tema anterior, por tal razón, sólo se mencionarán los componentes de una planta de tratamiento con un sistema convencional de lodos activados. En la **Figura 24** podemos observar el diagrama de este tipo de plantas y en la **Figura 25** observamos algunos

de los componentes. Desde luego, el tamaño de la planta será de acuerdo con las necesidades del proyecto.

El proyecto quedará definido de acuerdo con la cantidad de agua que se desea reutilizar y el tipo de compuestos que contiene el agua a tratar.



**Figura 24. Diagrama de una planta de tratamiento por medio de lodos activados y con sedimentación primaria y secundaria.**

Cada uno de los elementos tiene una función y continuación. Se hace una descripción del diagrama de la **Figura 24**.

- Influente:** llegada de agua residual en el cárcamo y en el desarenador, en estos dos primeros elementos se retienen los residuos de gran tamaño; por ejemplo: basura, bolsas, botes de bebidas, etcétera. Ver **Figura 25**.
- Sedimentación primaria:** en esta etapa se logra la eliminación de sólidos fácilmente sedimentables, primordialmente la materia orgánica que es removida mediante un sistema de rastreo instalado dentro del tanque, el cual se encarga de llevar los sólidos sedimentados a una tolva, donde son eliminados del proceso mediante una purga.
- Reactor biológico ó aerador:** en esta etapa se estabiliza el agua residual mediante lodos activados, bajo condiciones aeróbicas.
- Sedimentación secundaria:** una vez que los organismos han estado durante 6 horas en la etapa anterior, pasan a esta etapa con el objeto de recuperar la biomasa, mediante un sistema de rastreo ubicado en la parte media del tanque para recuperar

el lodo activado por medio de unas tolvas receptoras y ser recirculados por bombeo al reactor biológico, posteriormente el agua ya clarificada pasa a la siguiente etapa del proceso.

- e) Filtración: el proceso de filtración está integrado por una capa de andrecita y arena sílica soportados por una cama de grava, el objeto en esta etapa es eliminar sólidos suspendidos y coloidales que no hayan sido eliminados en etapas anteriores.
- f) Cloración: el agua recolectada del falso de filtros es conducida a la zona de cloración por medio de una tubería al tanque de desinfección, donde se inyecta cloro de hipoclorito de sodio para eliminar posibles virus, microorganismos patógenos y bacterias.
- g) Tanque de almacenamiento. en este tanque se encuentran instalados los equipos de bombeo que envían el agua tratada mediante tuberías hacia los distintos usuarios.

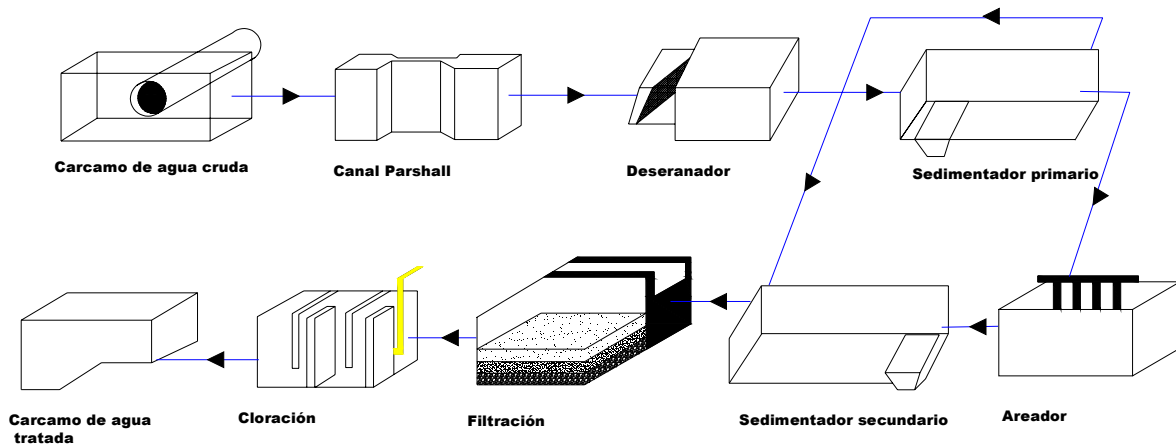


Figura 25. Planta de tratamiento convencional de lodos activados.

Cabe mencionar que los avances en el tratamiento de aguas en los últimos años han tomado gran importancia, dando como resultado la construcción de plantas de tratamiento portátiles que requieren poco espacio y cuyo funcionamiento es similar a la planta descrita anteriormente.

# ANEXO

## ANEXO 1

### a) Conceptos básicos de una instalación hidráulica

- Acueducto: arcada que soporta un canal o una tubería de abastecimiento de agua.
- Aforar: consiste en medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo por medio de algún recipiente, tomando el tiempo de llenado de un recipiente con el fin de calcular el gasto que provoca una salida hidráulica.
- Aguas subterráneas o infiltradas: son las aguas que alguna vez fueron superficiales, pero que por el proceso de infiltración se van hacia los mantos freáticos.
- Cisterna: se llama así un depósito artificial de agua en forma de cubo o cilindro, construido de concreto, tabique o plástico.
- Depósitos de captación: cámaras colectoras cerradas e impermeables, construida de concreto reforzada, de mampostería o de tabique.
- Gasto o flujo: término que nos indica un volumen de agua por unidad de tiempo.
- Golpe de ariete: el golpe de ariete es provocado por el paro súbito de un fluido y se produce por frenar en forma súbita el paso de un fluido convirtiendo la energía dinámica en energía de presión.
- Incrustaciones: son causadas por sales, principalmente carbonato de calcio y magnesio; que se adhieren en las paredes de algún medio de conducción (tuberías) y/o depósito de almacenamiento de agua.
- Piezométrico: relativo a cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de las tuberías.
- Potabilización: serie de procesos para hacer el agua apta para el consumo humano.
- Presión: es la carga o fuerza total que ejerce el agua sobre las paredes de una tubería.

## ANEXO 1

b) Las simbologías usadas en planos de instalaciones hidráulicas

### Claves usadas en planos

Clave	Descripción
A	Ramal de albañal
AL.	Alineación
C.A.	Cámara de aire
C.A.C.	Columna de agua caliente
C.A.F.	Columna de agua fría
C.D.V.	Columna doble ventilación
C.V.	Columna o cabezal de vapor
R.A.C.	Retorno de agua caliente
S.A.C.	Sube agua caliente
B.A.C	Baja agua caliente
S.A.F.	Sube agua fría
B.A.F.	Baja agua fría
T.M.	Toma municipal
T.V.	Tubería de ventilación
V.A.	Válvula de alivio
V.E.A.	Válvula eliminadora de aire
Fo.Fo.	Tubería de fierro fundido
fo.fo.	Tubería de fierro fundido
Fo.Go.	Tubería de fierro galvanizado
fo.go.	Tubería de fierro galvanizado
Fo.No	Tubería de fierro negro (roscada o soldable)



**ANEXO 1**

c) Croquis de accesorios vistos en planta y en isométrico

Descripción	Planta	Isométrico
Codo de 90° hacia arriba		
Codo de 90° hacia abajo		
Codo de 90° hacia arriba		
Codo de 90° hacia abajo		
Codo de 90° hacia arriba		
Codo de 90° hacia abajo		
Codo de 90° hacia abajo		
Tee con salida hacia abajo		
Juego de codos hacia abajo con derivación a la izquierda		
Juego codos hacia abajo con derivación a la izquierda		
Juego de codos hacia arriba con derivación a la izquierda		
Tee con salida hacia arriba con tapón macho		
Tee con salida hacia arriba con derivación a la derecha		

**ANEXO 1**

d) Representaciones gráficas de tuberías usadas en los planos

Descripción	Croquis
Alimentación general de agua fría	-----
Alimentación de agua caliente	-...-...-...-
Tubería de retorno de agua caliente	-R-R-
Tubería de Vapor	-V-V-
Tubería de condensados	-C-C-
Tubería de agua destilada	-AD-AD-
Tubería de sistema contra incendio	-I-I-
Puntas de tuberías unidas con bridas	-----  -----
Puntas de tuberías unidas con soldadura	-----X-----
Punta de tubería con tapón capa	-----┐
Extremo de tubo Fo.Fo. con tapón registro	-----◀
Tuberías en general de Fo.Fo.	-----◀◀
Tubería de Fo.Fo. de dos campanas	▶-----◀

## ANEXO 1

### e) Conceptos básicos de una instalación sanitaria

- Aguas residuales: las procedentes de desagües domésticos e industriales.
- Albañal: conducto cerrado, que se construye en los edificios para dar salida a las aguas residuales.
- Alcantarillado: red de tuberías e instalaciones complementarias que tienen la función de recolectar y alejar las aguas residuales de las poblaciones.
- Desagüe: cualquier tubo que transporta aguas residuales a través de un sistema de tuberías que las desaloja a la red municipal.
- Fosa séptica: pozo que recibe el excremento y lo descompone, convirtiéndolo en agua y gases por un procedimiento químico.
- Pozo negro: hoyo en que se recogen las inmundicias en los lugares donde no existe alcantarillado.

**ANEXO 1**

f) Simbologías empleadas en los planos de instalaciones sanitarias

<b>Clave</b>	<b>Descripción</b>
A	Ramal de albañal
AL.	Alineación
B.A.N.	Bajada de aguas negras
B.A.P.	Bajada de aguas pluviales
C.A.N.	Columna de aguas negras
C.C.	Coladera con cespól
C.D.V.	Columna doble ventilación
C.V.	Columna o cabezal de vapor
D.	Desagüe o descarga individual
T.R.	Tapón registro
T.V.	Tubería de ventilación
T.V.	Tubo ventilador
V.A.	Válvula de alivio
V.E.A.	Válvula eliminadora de aire
Fo.Fo.	Tubería de fierro fundido
fo.fo.	Tubería de fierro fundido
Fo.Go.	Tubería de fierro galvanizado
fo.go.	Tubería de fierro galvanizado
Fo.No	Tubería de fierro negro (rocada o soldable)
A.C.	Tubería de asbesto-cemento