

Diseño y cálculo para el suministro de agua fría y caliente

4.1 Definiciones

Estas definiciones son usadas en casi todas las normas y reglamentos:

Acometida: Es la tubería de conexión comprendida entre la red publica de agua y el medidor.

Agua potable: Es la que por su calidad química, física y bacteriológica, es apta para el consumo humano.

Aguas negras: Son aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido impurificadas por diversos usos.

Aguas negras domésticas: Son las aguas que contienen desechos humanos y animales, provenientes de inodoros y urinarios.

Aguas servidas domésticas: Son aguas provenientes de los desagües de todos los artefactos sanitarios, a excepción de los inodoros y urinarios.

Aguas residuales Industriales: Son las aguas de desechos provenientes de los procesos industriales.

Aguas pluviales: Son las aguas provenientes de las lluvias que se escurren superficialmente por techos, patios y jardines.

Alcantarillado sanitario: Es el alcantarillado que se encuentra dentro del perímetro que limita una propiedad y funciona en servicio exclusivo de ella, o en algunos casos de propiedades vecinas (servidumbre).

Alcantarillado pluvial domiciliario: Son las tuberías, cámaras y bajantes destinadas solamente a recoger y eliminar las aguas provenientes de lluvias.

Artefacto sanitario: Elemento de fabricación especial para uso de Instalaciones Sanitarias.

Artefactos de uso privado: Son aquellos instalados en viviendas, oficinas o locales que están destinados a ser utilizados por un número reducido de personas.

Artefactos de uso publico: Los que pueden ser utilizados sin restricciones, por cualquier persona, en locales públicos.

Batería de artefactos: Es cualquier grupo de artefactos sanitarios similares y adyacentes que tiene una misma tubería de abastecimiento de agua, y descargan en el mismo ramal.

Bajantes: Son las tuberías verticales que conducen las aguas negras o pluviales desde un nivel

superior a otro inferior.

Caja de registro: Caja destinada a permitir la inspección y limpieza de la tubería de descarga.

Cámara desgrasadora: Es un receptáculo que retiene las grasas, espumas y en general, las sustancias más livianas que el agua.

Caja interceptora: Es una caja de plomo, PVC o cemento (en planta baja), provista de cierre hidráulico (sifón) que sirve para conectar dos o más tuberías de artefactos sanitarios con el ramal de descarga o con las bajantes.

Cámara de inspección: Es una cámara destinada a conectar dos o más tubos de alcantarillado, que hace posible los cambios de dirección, inspecciones, destaponamientos y limpieza de la tubería.

Colector: Es la tubería de alcantarillado público, ubicada en la calle₁ que recoge los desagües sanitarios o pluviales de los edificios.

Cámara séptica: Es un depósito, debidamente impermeabilizado, destinado a transformar química y biológicamente las materias fecales.

Calentador: Artefacto en el cual el agua es calentada mediante el empleo de una fuente de calor adecuado.

Campana: Parte externa ensanchada de la tubería o accesorios en el que se introduce la espiga.

Caudal: Cantidad de líquido o fluido que pasa por una sección de una tubería en la unidad de tiempo.

Cierre hidráulico: Es un accesorio diseñado y construido para mantener un sello hidráulico en conexión con aparatos sanitarios, de modo que impida el paso de gases o insectos a los ambientes interiores.

Conexión cruzada: Conexión física entre dos sistemas de tuberías, uno de los cuales contiene agua potable y el otro agua de calidad desconocida.

Conexión domiciliaria de agua potable: Tramo de tubería comprendida entre la matriz pública y el medidor, dispositivo de regulación o límite de la propiedad.

Conexión domiciliaria de alcantarillado: Tramo de tubería comprendida entre la última cámara de inspección del inmueble y el colector público.

Tubería principal de ventilación: Tubería vertical del sistema de alcantarillado, sanitario de un edificio de uno o varios pisos, que se coloca para evitar presiones negativas en las bajantes.

Equivalencia Hidráulica: *Unidad de comparación de gasto:*
La equivalencia Hidráulica (1) "uno" es la descarga de 0,45 l/s.

Espiga: Extremo de la tubería o accesorios que se introduce en la campana.

Flotador: Dispositivo hueco, liviano que se mantiene en la superficie del agua y que se utiliza para mantener el nivel del líquido de un depósito.

Fundo sirviente: Es el inmueble por donde pasa el alcantarillado o cañerías de agua potable para servir a otra propiedad.

Golpe de ariete: Aumento anormal de la presión, que se produce sobre las paredes de la tubería que conduce agua o sobre las válvulas de interrupción (compuerta, retención, etc.) cuando la velocidad de flujo es reducida bruscamente.

Grasas (Separador o Interceptor): Depósito cerrado que permite la separación de las grasas de las aguas residuales por diferencia de densidad.

Hidrómetro o medidor de caudal: Dispositivo destinado a medir el consumo de agua en un predio.

Llave de paso: Es un dispositivo que permite impedir o dar paso al agua y se ubica en un lugar adecuado que facilita las labores de reparación, aislando un tramo o sector del sistema.

Montante: Tubería vertical de un sistema de agua potable.

Presión de servicio: Es la presión requerida para que el agua llegue al punto más desfavorable del sistema.

Presión disponible: Es la que se dispone en una tubería.

Presión estática: Es la presión producida por la acción de la gravedad debido a un desnivel entre dos puntos de un sistema cuando no hay flujo.

Presión dinámica: Es la presión estática, menos la pérdida de carga producida en el tramo respectivo, en el momento del flujo máximo.

Rebose: Tubería o dispositivo destinado a evacuar eventuales excesos de agua en los depósitos.

Nivel de rebose: Es el correspondiente al nivel de descarga del exceso de agua que ingresa a un depósito o artefacto sanitario.

Ramal de descarga: Tubería que recibe directamente efluentes de artefactos sanitarios.

Ramal de desagüe: Tubería que recibe efluente de un ramal de descarga.

Ramal de agua: Tubería que abastece de agua, una salida aislada o, dentro de los límites del ambiente respectivo, un baño o grupos de artefactos sanitarios.

Ramal de ventilación: Tubo de ventilación secundario o individual.

Ruptor de vacío: Dispositivo destinado a evitar el reflujo de agua, por acción mecánica.

Registro: Dispositivo para inspección y desobstrucción de tuberías.

Rejilla de piso: Elemento dotado de colador y sello hidráulico destinado a recoger aguas servidas de baños, cocinas, etc.

Sistema de alimentación directa: Suministro de agua a los puntos de consumo aparatos sanitarios directamente, por la presión de la red pública.

Sistema de alimentación indirecta: Suministro de agua a los puntos de consumo (artefactos sanitarios) cuando no es directamente por la presión de la red pública.

Sifonaje: Es la ruptura del sello hidráulico del sifón de un aparato sanitario, como resultado de la pérdida del agua contenida en ella.

Sumidero: Accesorio dotado de colador y sello hidráulico destinado a recoger aguas pluviales de patios, jardines, techos, etc.

Tanque bajo o cisterna: Depósito de agua intercalado entre el medidor y el motor - bomba, ubicado en la planta baja o sótano de un edificio.

Tanque elevado: Depósito de agua ubicado en la parte más alta de un edificio.

Tubería matriz: Es la tubería pública de la cual se hacen las conexiones domiciliarias.

Tubería de succión: Tubería comprendida entre la boca de succión de la bomba y el colador.

Tubería de impulsión: Tubería comprendida entre la descarga del equipo de bombeo y el tanque elevado.

Tubería de aducción: Tubería comprendida entre el medidor y la tubería de la red pública o entre esta y el tanque elevado si no existe equipo de bombeo, o entre esta y el tanque bajo o cisterna si existe equipo de bombeo.

Tubería de distribución: Tubería destinada a llevar agua a todas las salidas y artefactos sanitarios de una edificación, comprendiendo alimentadores y ramales.

Tubo de ventilación: Tubería ascendente destinada a permitir el acceso del aire atmosférico al interior de los sistemas de desagüe y la salida de gases de esos sistemas, así como a impedir la ruptura del sello hidráulico de las trampas o sifones sanitarios.

Tubo ventilador Primario: Tubo ventilador que tiene una extremidad abierta situada encima del techo del edificio.

Tubo ventilador Secundario: Tubo ventilador que tiene el extremo superior, ligado a un tubo ventilador primario, a una columna de ventilación, o a otro tubo ventilador secundario.

Tubo ventilador de Circuito: Tubo de ventilación secundario, ligado a un ramal de desagüe y sirviendo a un grupo de aparatos sin ventilación individual.

Tubo ventilador individual: Tubo ventilador secundario, ligado al sifón del tubo de descarga de un aparato sanitario.

Tubo ventilador suplementario: Tubería que une un ramal de desagüe al tubo ventilador del circuito correspondiente.

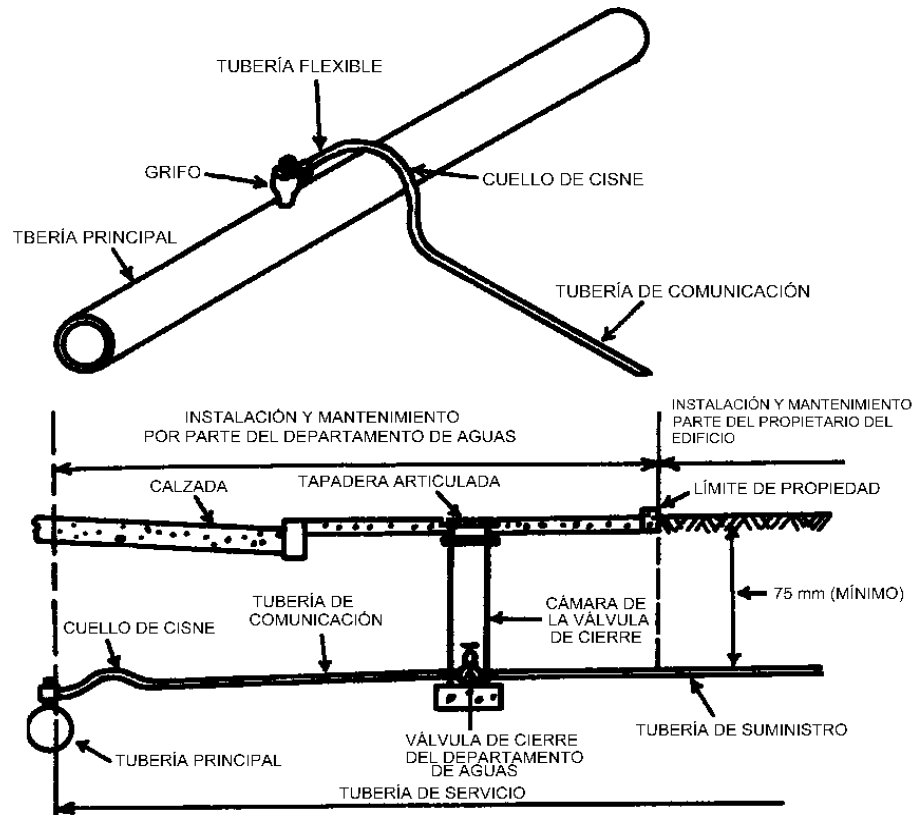
Válvula de seguridad o reguladora de presión: Dispositivo destinado a evitar la elevación de la presión por encima de determinado límite.

4.2 Conexión de la tubería principal

Antes de conectar la instalación de un edificio a la tubería principal, es necesario avisar oportunamente a la autoridad local correspondiente, en nuestra ciudad a SEMAPA.

La conexión a la tubería principal y la colocación de la tubería de comunicación suele ser efectuada por la autoridad correspondiente a expensas del propietario del edificio. Cuando la autoridad local permite que un contratista tienda el tubo de comunicación, aquella suele hacer la conexión a la tubería principal, también a expensas del propietario. La autoridad local debe inspeccionar cualquier tubería subterránea antes de ser puesta en funcionamiento.

A fin de permitir el asentamiento de la tubería de comunicación se hace un codo en el sitio, en esta se conecta con la tubería principal. En la **figura 4.1** muestra como la tubería de comunicación se conecta con al tubería principal y se tiende bajo suelo.



Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

Fig. 4.1 Conexión de la tubería principal de agua.

4.3 Necesidades mínimas para los tipos de artefactos en diferentes tipos de establecimientos

El número y tipo de artefactos sanitarios que deben ser instalados (según el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias) en los cuartos de baños, cocinas y otras dependencias serán proporcionales al número de personas servidas y según uso a que se los destine de acuerdo con lo requerido en los puntos siguientes:

- **USO DE ARTEFACTOS DE BAJO CONSUMO**

Considerando que cada vez es más difícil disponer de agua en forma continua y permanente y que las nuevas obras requieren grandes inversiones, se hace necesario reducir el consumo de agua, sin disminuir los niveles de bienestar de la población y sin modificar las actividades productivas.

Haciendo una comparación entre Artefactos de Tipo Convencional y los de Bajo Consumo se tiene la siguiente relación en cuanto al volumen y gastos utilizados:

Tabla 4.1 CONSUMO DE ARTEFACTOS SANITARIOS

| ARTEFACTOS O ACCESORIOS | TIPO CONVENCIONAL | BAJO CONSUMO |
|-------------------------|---------------------|---------------|
| Inodoro | 15 a 20 lt/descarga | 6 lt/descarga |
| Duchas | 14 lt/min | 7 lt/min |
| Grifo de lavamanos | 8 lt/min | 4 lt/min |
| Grifo de lavaplatos | 10 lt/min | 4 lt/min |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D., 1994

Por tanto, con el objeto de realizar un uso eficiente del agua se recomienda la utilización de artefactos de bajo consumo en toda construcción nueva y en lo posible la sustitución de los artefactos tradicionales instalados de acuerdo a normas regionales en vigencia.

Toda vivienda o departamento estará dotado por lo menos, de un cuarto de baño con inodoro, lavamanos y ducha. La cocina dispondrá de un fregadero o lavaplatos y en sitio aparte, una lavandería.

Los edificios o locales destinados a los siguientes fines, deberán dotarse de cuartos de baño en la forma, tipo y número que se especifica a continuación:

OFICINAS Y LOCALES PARA COMERCIO:

En cada local con área de hasta 60.00 m², se dispondrá por lo menos de un cuarto de baño dotado de inodoro y lavamanos.

En locales con área mayor de 60.00 m², se dispondrá de cuartos de baños separados para hombres y mujeres, dotados cada uno de los artefactos sanitarios que indica la siguiente **tabla 4.2**.

Para el cómputo de personas, se toma una por cada 10.00 m² de área de piso.

Tabla 4.2 N° DE INODOROS Y LAVAMANOS POR EL N° DE PERSONAS

| NÚMERO DE PERSONAS | INODOROS | LAVAMANOS |
|--------------------|---|---|
| Hasta 15 | 1 | 1 |
| 16 a 35 | 2 | 2 |
| 36 a 60 | 3 | 2 |
| 61 a 90 | 4 | 3 |
| 91 a 125 | 5 | 3 |
| más de 125 | Uno adicional por cada 40 personas o fracción | Uno adicional por cada 45 personas o fracción |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D., 1994

En todo cuarto de baño para hombres, podrán sustituirse inodoros por urinarios hasta un límite tal, que el número de inodoros, no baje de las 2/3 partes del número que fija la tabla anterior.

Cuando se proyecta usar cuartos de baño comunes, se cumplirán los siguientes requisitos:

- Se proyectarán cuartos de baño separados para hombres y mujeres, ubicados en lugar accesible a todos los locales por servir.
- La distancia entre cualquiera de los locales comerciales y los cuartos de aseo, no

podrá ser mayor de 30.00 m en sentido horizontal. No podrá mediar mas de un piso, en sentido vertical.

- c) El número de piezas sanitarias que deben ser instaladas, se registrá por las siguientes tablas:

Tabla 4.3 CUARTO DE ASEO PARA VARONES

| AREA TOTAL DE LOCALES EN m ² | NÚMERO DE INODOROS | NÚMERO DE URINARIOS | NÚMERO DE LAVAMANOS |
|---|--------------------|---------------------|---------------------|
| Hasta 200 | 1 | 1 | 1 |
| De 201 a 500 | 2 | 1 | 2 |
| De 501 a 1000 | 2 | 2 | 2 |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D., 1994

Tabla 4.4 CUARTO DE ASEO PARA MUJERES

| AREA TOTAL DE LOCALES EN m ² | NÚMERO DE INODOROS | NÚMERO DE LAVAMANOS |
|---|--------------------|---------------------|
| Hasta 200 | 2 | 1 |
| De 201 a 500 | 3 | 2 |
| De 501 a 1000 | 4 | 2 |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D., 1994

INDUSTRIAS:

Se dispondrá de cuartos de baño separados para obreros y obreras dotados de piezas sanitarias de acuerdo a las siguientes tablas:

Tabla 4.5 CUARTO DE ASEO PARA VARONES EN INDUSTRIAS

| OBREROS | INODOROS | URINARIOS | LAVAMANOS | DUCHAS |
|--------------|---|-----------|-----------|--------|
| 1 a 15 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 a 30 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 31 a 50 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 51 a 75 | 2 | 2 | 3 | 4 |
| 76 a 100 | 3 | 2 | 4 | 5 |
| Mayor de 100 | Un inodoro, un urinario, un lavamanos y una ducha adicional por cada 25 hombres o fracción. | | | |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D., 1994

Tabla 4.6 CUARTO DE ASEO PARA MUJERES EN INDUSTRIAS

| OBRERAS | INODOROS | LAVAMANOS | DUCHAS |
|--------------|--|-----------|--------|
| 1 a 15 | 1 | 1 | 1 |
| 16 a 30 | 2 | 2 | 2 |
| 31 a 50 | 3 | 2 | 3 |
| 51 a 75 | 5 | 3 | 5 |
| Mayor de 100 | Un inodoro, un lavamanos y una ducha adicional por cada 35 mujeres o fracción. | | |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D., 1994

Los empleados de oficina, dispondrán de locales de aseo separados, de acuerdo con el

inciso de *oficinas y locales para comercio*.

Cuando la industria ocupe un área muy extensa o varios edificios, los cuartos de aseo serán distribuidos en varios grupos, de acuerdo al número de personas servidas, pudiéndose concentrar las duchas en el vestuario o en un grupo de aseo central.

RESTAURANTES, CAFETERÍAS, BARES, FUENTES DE SODA Y SIMILARES:

Los locales con capacidad hasta de 15 personas, dispondrán por lo menos, de un cuarto de aseo dotado de un inodoro y un lavamanos. Cuando la capacidad sobrepase de 15 personas, dispondrán de cuartos separados para hombres y mujeres, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 4.7 CUARTO DE ASEO PARA RESTAURANTES Y SIMILARES

| CAPACIDAD DE PERSONAS | HOMBRES | | | MUJERES | |
|------------------------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| | INODOROS | URINARIOS | LAVAMANOS | INODOROS | LAVAMANOS |
| 16 a 60 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 61 a 150 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Por cada 100 adicionar | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D. , 1994

La capacidad del local se calculará considerando 1.50 m² de área útil por persona.

Estos cuartos de aseo podrán ser utilizados por los empleados siempre que no sean más de 5 personas. Para una cantidad mayor, deberán proveerse de cuartos de aseo separados de acuerdo con lo estipulado en el inciso de *oficinas y locales para comercio*.

ESCUELAS PRIMARIAS:

Se dispondrá de cuartos separados para varones y mujeres de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4.8 CUARTO DE ASEO EN ESCUELAS PRIMARIAS

| | | |
|-------------|-----------|---------------|
| Niños | Inodoros | 1 por cada 40 |
| Niños | Urinaros | 1 por cada 30 |
| Niñas | Inodoros | 1 por cada 30 |
| Ambos sexos | Lavamanos | 1 por cada 50 |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D. , 1994

Los lavamanos se instalarán de manera que su borde quede a una altura de 63 – 75 cm sobre el nivel del piso. Adicionalmente se instalarán cuartos de aseo para los maestros, separados para ambos sexos. El número de piezas sanitarias se calculará de acuerdo a las **tablas 4.5 y 4.6**.

ESCUELAS SECUNDARIAS, UNIVERSIDADES:

Regirá la misma proporción fijada en la **tabla 4.8**, salvo que para mujeres podrán reducirse los inodoros a 1 por cada 35.

RESIDENCIAS PARA ESTUDIANTES Y SIMILARES:

Los cuartos de baño privados, destinados a servir a dormitorios hasta 4 personas, dispondrán de inodoro, lavamanos y ducha.

En caso de que se disponga de cuartos de baño comunes, cada piso estará provisto de ellos, ubicados a una distancia no mayor a 30 m medidos en sentido horizontal del dormitorio más alejado.

Cada uno de estos cuartos de baño, dispondrá de piezas sanitarias en proporción al número de personas a ser servidas, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4.9 CUARTO DE ASEO EN RESIDENCIAS ESTUDIANTILES Y SIMILARES

| | | |
|----------------|---|---|
| HOMBRES | 1 Inodoro 1 Lavamanos 1 Ducha 1 Urinario | Por cada 6 personas Por cada 3 personas Por cada 4 personas Por cada 10 personas |
| MUJERES | 1 Inodoro 1 Lavamanos 1 Ducha | Por cada 4 personas Por cada 3 personas Por cada 4 personas |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D. , 1994

Cuando se disponga de un lavamanos en cada dormitorio, la proporción de estos en cada cuarto de baño colectivo, será de uno por cada 6 personas.

CINES, TEATROS, AUDITORIOS, BIBLIOTECAS Y SITIOS DE REUNIÓN:

Se proveerán de cuartos de aseo separados para hombres y mujeres, de acuerdo a la siguientes tabla. A este fin se estimará que la mitad de la concurrencia máxima es integrada por hombres y el resto por mujeres.

Tabla 4.10 CUARTO DE ASEO EN TEATROS, AUDITORIOS Y SIMILARES

| | | |
|----------------|------------------------------------|--|
| HOMBRES | Inodoros Urinarios Lavamanos | 1 por cada 150 1 por cada 150 1 por cada 150 |
| MUJERES | Inodoros Lavamanos | 2 por cada 150 1 por cada 150 |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D. , 1994

Sitios cercanos a los camarines de los artistas, en los teatros y cine - teatros, se instalarán baños separados para hombres y mujeres, con la instalación de inodoros, lavamanos y duchas.

Asimismo, inmediatamente adyacente a las casetas de proyección de los cines, se deberá disponer de un cuarto de aseo, con inodoro y lavamanos.

INSTALACIONES DE SERVICIO PARA VEHÍCULOS AUTOMOTORES:

Se dispondrá de cuartos de aseo para el público separados para hombres y mujeres, dotados de las piezas sanitarias siguientes:

Hombres: 1 inodoro, 1 urinario y 1 lavamanos

Mujeres: 1 inodoro y 1 lavamanos

Para el personal empleado, deberá disponerse de aseo separados de los del público, como se especifica a continuación:

Tabla 4.11 CUARTO DE ASEO EN SERVICIO PARA VEHICULOS AUTOMOTORES

| NÚMERO DE EMPLEADOS | INODOROS | URINARIOS | LAVAMANOS | DUCHAS |
|---------------------|----------|-----------|-----------|--------|
| 1 a 15 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 a 30 | 2 | 1 | 2 | 2 |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D. , 1994

DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTOS DE MATERIALES Y EQUIPOS:

Los depósitos de materiales y equipos, deberán disponer menos de un cuarto de aseo dotado de inodoro, urinario, y ducha. Cuando trabajen más de 16 personas, se seguirán las especificaciones del artículo *Industrias*.

Los locales donde se manipulan, preparan o envasan alimentos y bebidas, deberán estar dotados de un número adecuado de fregaderos y lavamanos de acuerdo a las necesidades mínimas a juicio de la Entidad Competente.

Para hoteles, el número de artefactos sanitarios a instalarse será determinado y aprobado por la Entidad Competente.

La implementación de hospitales se hará de acuerdo al número de camas y especialidades que atiende.

Otra forma de determinación del número mínimo requerido de artefactos sanitarios, puede realizarse mediante el empleo de las siguientes tablas:

Tabla 4.12 NÚMERO DE ARTEFACTOS NECESARIOS EN LAS INSTALACIONES SANITARIAS EN RELACIÓN CON EL NÚMERO DE PERSONAS QUE SIRVEN

| NÚMERO DE PERSONAS | NÚMERO DE ARTEFACTOS | | | |
|--|----------------------|-----------|-------------------------|--------|
| | INODOROS | URINARIOS | LAVATORIOS O VERTEDEROS | DUCHAS |
| 1 a 10 | 1 | - | 1 | 1 |
| 11 a 20 | 2 | - | 2 | 2 |
| 21 a 35 | 3 | 1 | 3 | 3 |
| 36 a 60 | 4 | 2 | 3 | 3 |
| 61 a 90 | 5 | 3 | 4 | 4 |
| 91 a 120 | 6 | 4 | 5 | 5 |
| 121 a 160 | 7 | 5 | 6 | 6 |
| 161 a 200 | 8 | 6 | 7 | 7 |
| 201 a 250 | 9 | 7 | 8 | 8 |
| Mas de 250, un artefacto mas de cada tipo, por cada 60 personas en exceso. | | | | |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D. , 1994

NOTA: Para las instalaciones destinadas a mujeres, los urinarios se sustituirán por inodoros, aumentándose al número de inodoros que se hubiera obtenido.

Quando no se puede establecer la capacidad de un local, el número de personas se calculará por el factor de ocupación dado por la siguiente tabla, donde:

$$N^{\circ} \text{ de personas} = X \text{ m}^2 \times \text{factor}$$

Tabla 4.13 FACTOR DE OCUPACIÓN DE INMUEBLES PARA CALCULAR SU CAPACIDAD

| DESTINO O USO DEL LOCAL | X EN METROS CUADRADOS POR PERSONA |
|---|-----------------------------------|
| • Sala de conferencia, sala de asamblea, auditorio, teatro, cine, sala de espectáculos en general. | 1 |
| • Establecimiento de instrucción (excluyendo los patios). | 1 ½ |
| • Restaurante, confitería, bar, cantina, local de expendio de comidas, salón de baile y similares, pileta de natación. | 3 |
| • Sala de exposición, museo, club nocturno, gimnasio, sala de palitroque, local deportivo cerrado sin afluencia de público. | 5 |
| • Cuartel, convento, hospital, biblioteca, oficina particular, local de atención al público. | 8 |
| • Conventillo, casa de arriendo por piezas sueltas, internado. | 12 |
| • Establecimiento industrial, fábrica, local de trabajo, mercado, local para feria y similares. | 16 |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D. , 1994

4.4 Sistemas de alimentación de agua potable

Existen varios sistemas de alimentación entre los cuales mencionaremos tres de los mas importantes sistemas: directos, indirectos, mixtos. Según las disposiciones de las autoridades correspondientes.

4.4.1 Sistemas directos

En los sistemas directos, todos los aparatos e instalaciones reciben agua fría que proviene directamente de la tubería principal.

Para "alimentar" el sistema de suministro de agua caliente, suele ser necesaria una cisterna de alimentación.

Con ciertos tipos de calentadores de agua eléctricos o de gas que reciben agua directamente de la tubería principal, no se requiere una cisterna de alimentación, con lo que se simplifica el sistema.

Además se presenta cuando la red pública es suficiente para servir a todos los puntos de consumo a cualquier hora del día. El suministro de la red pública debe ser permanente y abastecer a directamente a toda la instalación interna, en la **figura 4.2** se muestra un ejemplo de instalación directa. Este tipo de sistema tiene ventajas y desventajas.

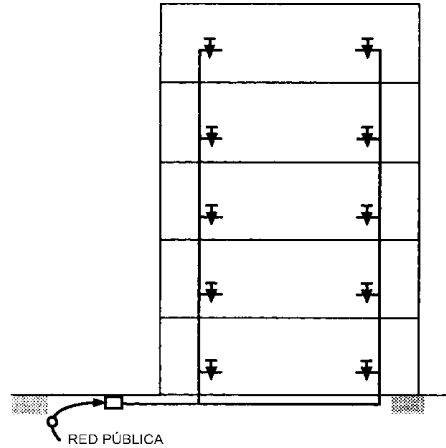
Ventajas:

- Menos peligro de contaminación de abastecimiento interno de agua.
- Los sistemas son económicos.
- Posibilidad de medición de los caudales de consumo, con mas exactitud.

Desventajas:

- No hay almacenamiento en caso de paralización del suministro de agua.

- Abastecen solo edificios de baja altura (2 a 3 pisos) por lo general.
- Necesidad de grandes diámetros de tubería para grandes instalaciones.
- Posibilidad de que las variaciones horarias afecten el abastecimiento en los puntos de consumo mas elevado.



Fuente: INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIF. "E. JIMENO", 1995

Fig. 4.2 Sistema de abastecimiento directo.

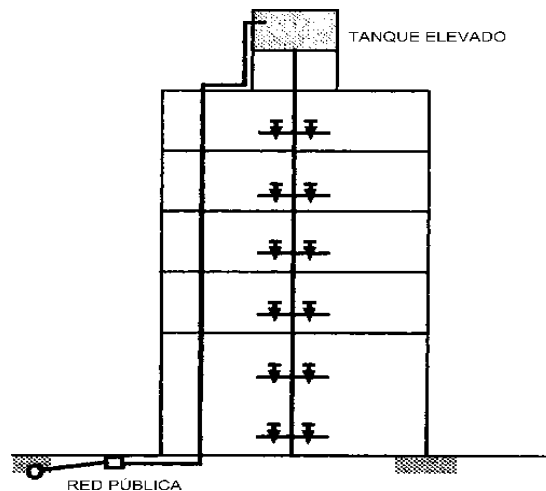
TANQUE ELEVADO POR ALIMENTACIÓN DIRECTA:

En el presente caso durante algunas horas del día o de la noche como cosa general se cuenta con presión suficiente en la red pública para llenar el depósito elevado y desde aquel se da servicio por gravedad a la red interior.

La ventaja de este sistema es que no requiere equipo de bombeo.

Las desventajas son que el tanque elevado no llegue a llenarse por variación de presiones en la red pública o que la demanda real sea mayor que la estimada y que el tanque se vacíe antes del tiempo considerado.

Para evitar esto es necesario un estudio adecuado de la dotación o bien una sobre estimación de la capacidad del tanque elevado, lo que resulta no económico y el incremento de peso muerto sobre la estructura del edificio **figura 4.3**.



Fuente: INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIF. "E. JIMENO", 1995

Fig. 4.3 Tanque elevado por alimentación directa

4.4.2 Sistemas indirectos

Cuando la presión en la red pública no es suficiente para dar servicio a los artefactos sanitarios de los niveles más altos, se hace necesario que la red pública suministre agua a reservorios domiciliarios (cisternas y tanques elevados) y de éstos se abastece por bombeo o gravedad a todo el sistema.

Este tipo de sistema también tiene ventajas y desventajas.

Ventajas:

- Existe reserva de agua, para el caso de interrupción del servicio.
- Presión constante y razonable en cualquier punto de la red interior.
- Elimina los sifonajes, por la separación de la red interna de la externa por los reservorios domiciliarios.
- Las presiones en las redes de agua caliente son más constantes.

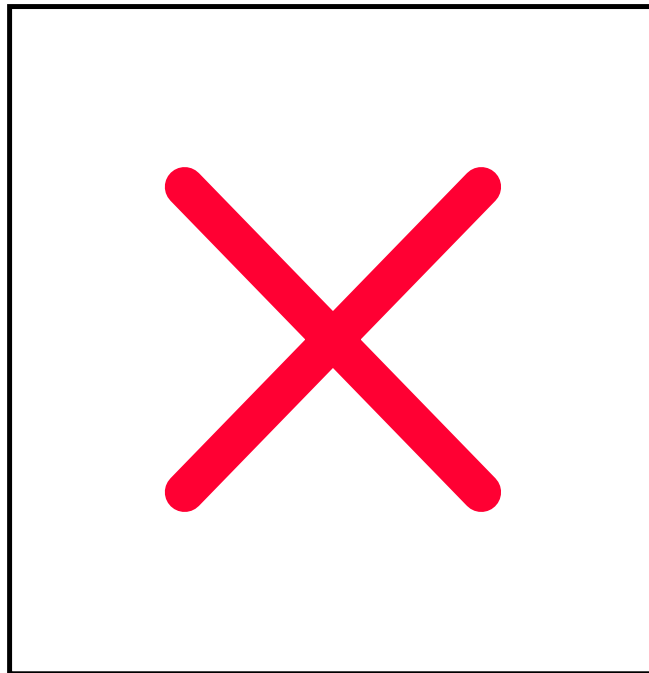
Desventajas:

- Mayores posibilidades de contaminación del agua dentro del edificio.
- Requieren de equipo de bombeo.
- Mayor costo de construcción y mantenimiento.

CISTERNA EQUIPO DE BOMBEO Y TANQUE ELEVADO:

En este sistema el agua ingresa de la red pública a la cisterna, donde con un equipo de bombeo el agua es elevada al tanque elevado desde por gravedad se alimenta la red de agua interior.

Este sistema es adecuado cuando existe un correcto diseño en cuanto a capacidades de la cisterna y del tan que elevado tal como se muestra en la **figura 4.4**.



Fuente: INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIF. "E. JIMENO", 1995

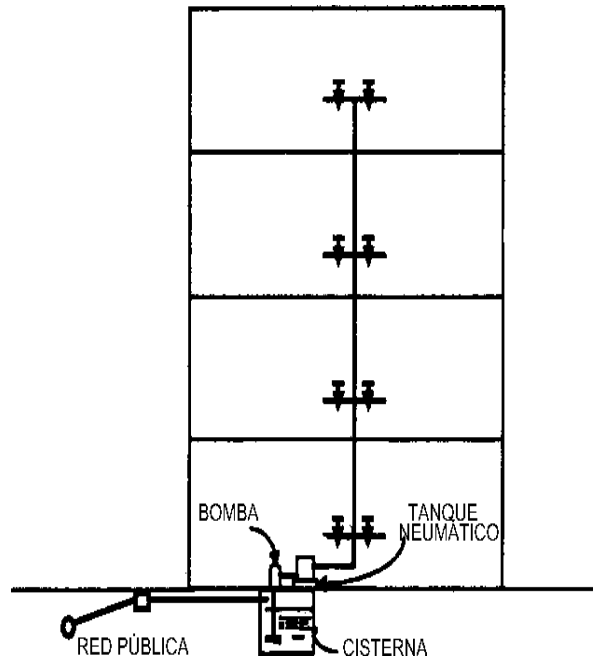
Fig. 4.4 Cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado

CISTERNA Y EQUIPO DE BOMBEO:

En este caso la red de agua es conectada a una cisterna desde donde por intermedio de una bomba y un tanque hidroneumático se mantiene la presión en todo el sistema para grandes instalaciones donde no se desea tanque elevado; se puede hacer este sistema instalándose sobre la cisterna bombas de velocidad variable o velocidad constante, con equipos de control.

Para fines de diseño de la red interior, este sistema es igual al directo en lo referente al cálculo de las tuberías de la red de distribución.

Para edificios altos es importante anotar que cuando se usa el sistema hidroneumático es costoso, por eso no conviene usarlo.



Fuente: INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIF. "E. JIMENO", 1995

Fig. 4.5 Cisterna y equipo de bombeo.

Ventajas:

- Presión adecuada en todos los puntos de consumo.
- Fácil instalación.
- Sistema económico en lo referente a tuberías que resultan ser de menores longitudes y diámetros.
- Evita los tanques elevados.

Desventajas:

- Cuando se interrumpe el fluido eléctrico sólo trabaja el hidroneumático poco tiempo, cortándose luego el servicio.

4.4.3 Sistema mixto

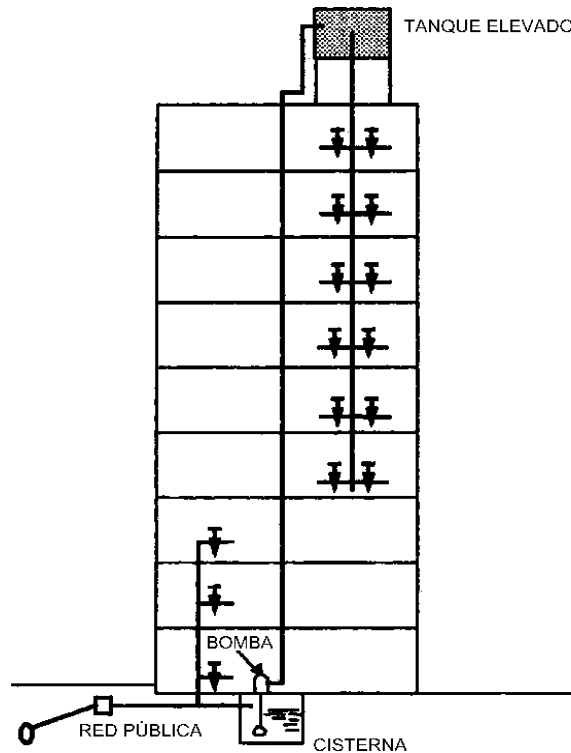
Cuando las presiones en la red pública lo permitan, los pisos o niveles inferiores pueden ser

alimentados en forma directa y los superiores en forma indirecta, tal como se puede apreciar en la **figura 4.6**.

Este sistema tiene la ventaja de que se requieren capacidades de cisterna y tanque elevado más pequeñas que en el método indirecto, lo mismo que bombas de menor capacidad.

“En los caso de sistemas alimentados por gravedad en tanque elevado, es muy frecuente cuando no se le puede dar la altura necesaria al tanque elevado, que las presiones logradas para los niveles superiores sean insuficientes para el normal funcionamiento de los aparatos sanitarios. En estos casos es necesario el uso de un equipo de bombeo para dar servicio a los últimos dos o tres niveles como un sistema separado, aunque siempre es necesario que estén ambos sistemas interconectados para los casos de falta de energía eléctrica o reparación del hidroneumático”.

Este sistema se emplea también algunas veces para los casos de redes de incendio alimentadas desde el tanque elevado.



Fuente: INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIF. "E. JIMENO", 1995

Fig. 4.6 Sistema mixto.

4.5 Prevención del contrasifonaje

El contrasifonaje es el contraflujo de agua, posiblemente contaminada, hacia la tubería de suministro de agua potable. Para que ocurra el contrasifonaje es necesario que exista una presión negativa o vacío parcial en la tubería conectada a una instalación o aparato cuya salida esta sumergida en agua, la cual puede estar contaminada. Esto sucede cuando la demanda sobre la tubería principal es suficiente para succionar el agua de la tubería conectada a un aparato, dejando así atrás un vacío parcial. De esta manera se crea una acción sifónica que permite que una parte del agua contaminada del aparato circule de vuelta hacia la tubería principal.

Los reglamentos de las autoridades indican que los sistemas de agua fría se deben instalar de modo que se evite el contrasifonaje. Para ello, es necesario observar los siguientes puntos:

1. Las válvulas de flotador en las cisternas deben estar por arriba del tubo de nivel constante; y si se instala un tubo silenciador, debe descargar el agua por encima de la válvula de flotador mediante un aspersor.
2. Las salidas de los grifos conectados a las instalaciones o aparatos sanitarios deben estar lo suficientemente arriba de nivel de control del aparato.
3. Los depósitos de retretes deben alimentarse desde una cisterna de almacenamiento.
4. Los aparatos con entradas para agua a baja altura, por ejemplo los bidés y ciertos tipos de aparatos para hospitales, deben ser alimentados por una cisterna de almacenamiento y nunca directamente por la tubería principal (a consideración).

4.6 Precauciones para el daño causado por heladas

Los reglamentos de las autoridades sanitarias indican que los tubos de servicio subterráneos se deben tender a una profundidad mínima de 760 mm como precaución contra heladas. Los tubos de servicio también deben entrar al edificio a una profundidad mínima de 760 mm y continuar a través de un muro interno por lo menos a 600 mm de distancia de la cara interior de cualquier muro externo. El tubo de servicio debe ir directamente hacia la cisterna y mantenerse por lo menos a 2 m de sus aleros.

Los tubos de nivel constante de la cisterna deben colocarse de manera que eviten la entrada de aire frío. Esto se consigue al inclinar el tubo de manera que su orificio de salida quede a unos 50 mm por abajo del nivel del agua. Es necesario colocar válvulas de purga de modo que todas las partes de la instalación puedan ser desaguadas. Las cisternas deben estar bien aisladas o colocarse dentro de un cuarto aislado.

4.7 Instalación de cisternas

Una cisterna debe ser estancada, resistente y estar hecha de plástico, acero galvanizado, asbesto - cemento u hormigón. Debe colocarse a una altura tal que pueda llenarse completamente y proporcione suficiente agua a los aparatos e instalaciones. Asimismo, debe estar en un sitio donde sea fácil revisarla y limpiarla. Una cisterna debe contar con una tapadera contra polvo, pero no hermética, y debe estar protegida contra daño por heladas.

CAPACIDAD REQUERIDA:

Existen dos métodos para la determinación de la capacidad de almacenamiento:

- a) Mediante una curva de demanda (método gráfico - estadístico).
- b) Mediante la dotación (práctica usual).

El primer método no es práctico y no se aplica en el diseño, ya que la curva de demanda sólo puede ser conocida cuando el edificio está construido. Este método sirve mas bien para investigación y poder hacer las variaciones necesarias en el método de la dotación.

Investigaciones realizadas al respecto en edificios consideran como adecuado para almacenamiento, sin incluir reserva de incendio, una capacidad mínima igual a la dotación diaria (100%). Se considera deseable un almacenamiento del 125% de la dotación.

Es decir, cuando se usa un solo tanque (Cisterna o tanque elevado) en éste debe almacenarse el total previsto.

En el caso que se utilice cisterna y tanque elevado las capacidades deben ser por 1 día:

| | |
|----------------|--------------|
| Tanque Elevado | 1/3 Dotación |
| Cisterna | 2/3 Dotación |

Algunas recomendaciones indican lo siguiente:

- Cuando sólo exista tanque elevado su capacidad será cuando menos igual a la dotación diaria necesaria con un mínimo absoluto de 1000 litros.
- Cuando sólo exista cisterna, su capacidad será cuando menos igual a la dotación diaria, con un mínimo absoluto de 1000 litros.
- Cuando se emplee una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la cisterna no será menor de las 3/4 partes del consumo diario y la del tanque elevado, no menor de 1/3 de la dotación, cada uno de ellos con mínimo absoluto de 1000 litros.

Esta consideración hace que el almacenamiento de cisterna y tanque elevado juntos para una dotación mínima de 1000 litros sea de aproximadamente 1083.3 litros de la dotación diaria necesaria.

Ejemplo:

La dotación diaria para una escuela es de: 58350 litros.

De acuerdo con el método que se emplee como sistema de agua las alternativas de almacenamiento son:

- Cisterna sola

$$\text{Capacidad } 58350 \text{ litros} = 58.350 \text{ m}^3$$

- Tanque Elevado solo

$$\text{Capacidad } 58350 \text{ litros} = 58.350 \text{ m}^3$$

- Cisterna y Tanque elevado

$$\begin{aligned} \text{Capacidad Cisterna} &= 2/3 \times 58350 \text{ litros} \\ \text{o sea } 38900 \text{ litros} &= 38.9 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad tanque Elevado} &= 1/3 \times 58350 \text{ litros} = 19450 \text{ litros.} \\ \text{o sea } 19450 \text{ litros} &= 19.45 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Se entiende que estas cantidades son la capacidad útil de la cisterna o tanque elevado o sea de agua, por lo tanto la capacidad total es mucho mayor, como se verá más adelante.

4.7.1 Dimensionamiento de la cisterna y del tanque elevado.

Para el dimensionamiento de los tanques de almacenamiento se deben tomar en cuenta una serie de factores:

- Capacidad requerida.
- Espacio disponible.
- Distancia vertical entre el techo del tanque y la superficie libre del agua entre 0.30 y 0.40m.
- La distancia vertical entre los ejes de tubos de rebose y de entrada de agua no debe ser menor a 0.15 m.
- La distancia vertical entre el eje de tubos de rebose y el máximo nivel de agua, nunca debe ser menor a 0.10 m.

Las formas de los tanques de almacenamiento pueden ser circulares, rectangulares o cuadrados. Cualquier forma es buena, sólo que es conveniente indicar que la altura de agua no debe ser en lo posible menor de 0.80 m.

El dimensionamiento depende mucho del espacio disponible existente en los planos arquitectónicos del edificio.

UBICACIÓN.

La ubicación de los tanques de almacenamiento juega mucho con las facilidades que proporcione el ingeniero que efectúa los planos arquitectónicos. Como simple especulación se indican algunas ubicaciones más factibles, dadas por la experiencia de algunos ingenieros.

LA CISTERNA

- En patios de servicio, alejada en lo posible de dormitorios u oficinas de trabajo.
- En la caja de la escalera. Esto permite colocar los equipos de bombeo bajo la escalera.
- Jardines.
- Pasadizos.
- Garajes.
- Cuartos especiales.

Lo importante es buscar siempre la independencia del sistema, es decir de fácil acceso en cualquier momento.

EL TANQUE ELEVADO

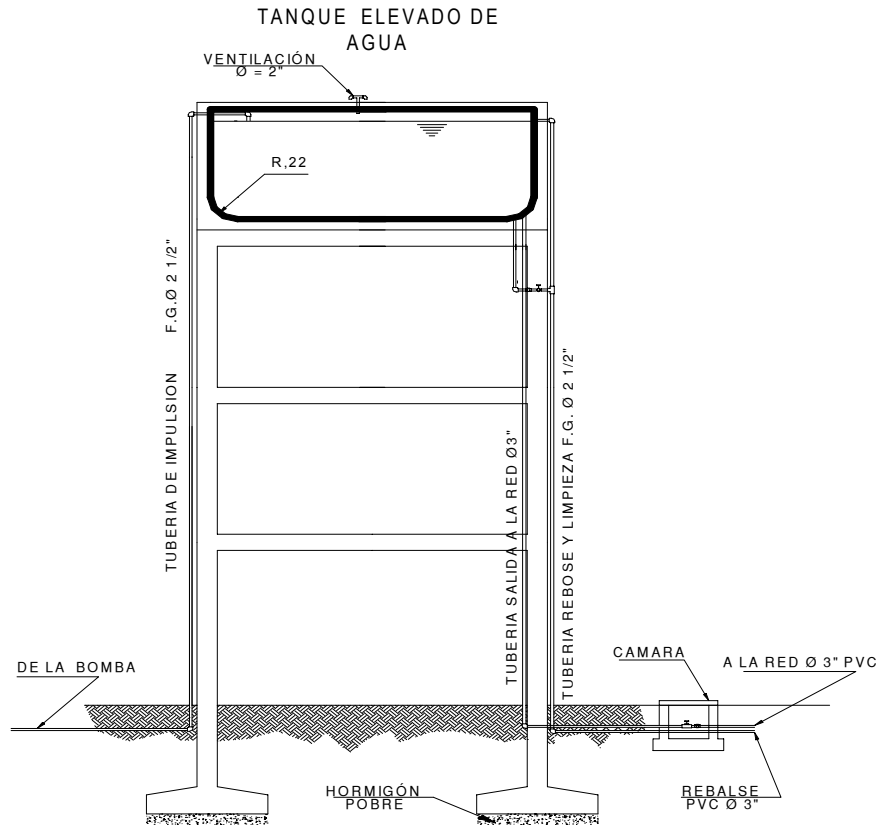
- Sobre la caja de la escalera.
- Lo más alejado del frente del edificio por razones de estética.
- Si es posible en la parte céntrica de los servicios a atender.
- Debe ubicarse a una altura adecuada sobre el nivel de azotea ó estructura adicional a fin de que se garantice una presión de 3.50 mca en el aparato más desfavorable.

4.7.2 Aspectos constructivos

Los tanques de almacenamiento deberán ser construidos preferentemente de concreto armado. Es permitido el uso de ladrillos revestidos de mortero de cemento con impermeabilizante para las paredes, siempre que la altura de agua no sea mayor de 1 m

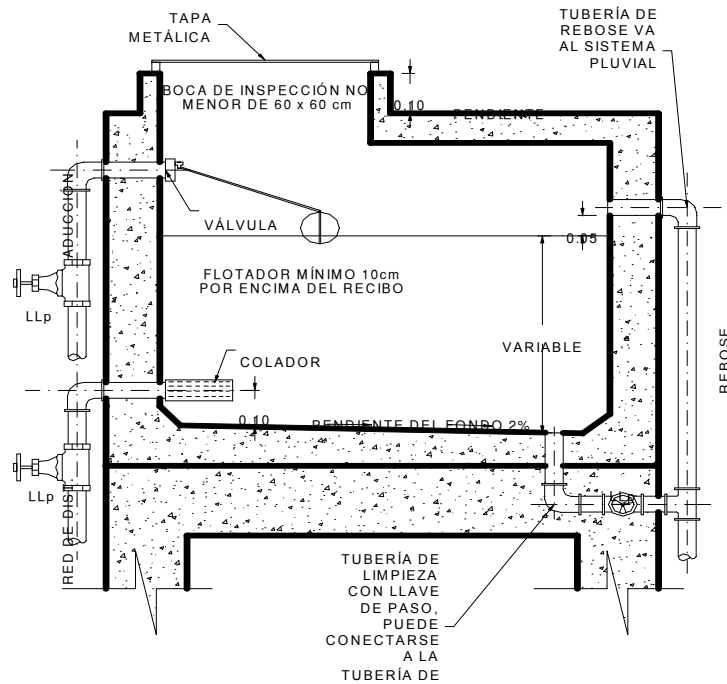
No es conveniente la construcción de tanques con paredes de bloques de concreto o arcilla. Todo paso de tuberías a través de paredes o fondos de los tanques deberá fijarse previamente el vaciado de los mismos, mediante tuberías con extremos roscados que sobresalgan 0.10 m a cada

lado y que lleven soldada en la mitad de su largo, con soldadura corrida, una lámina metálica cuadrada de no menos de 1/8" de espesor y cuyo lado tenga como mínimo 0.10 m más que el diámetro del tubo.



Fuente: PROPIA

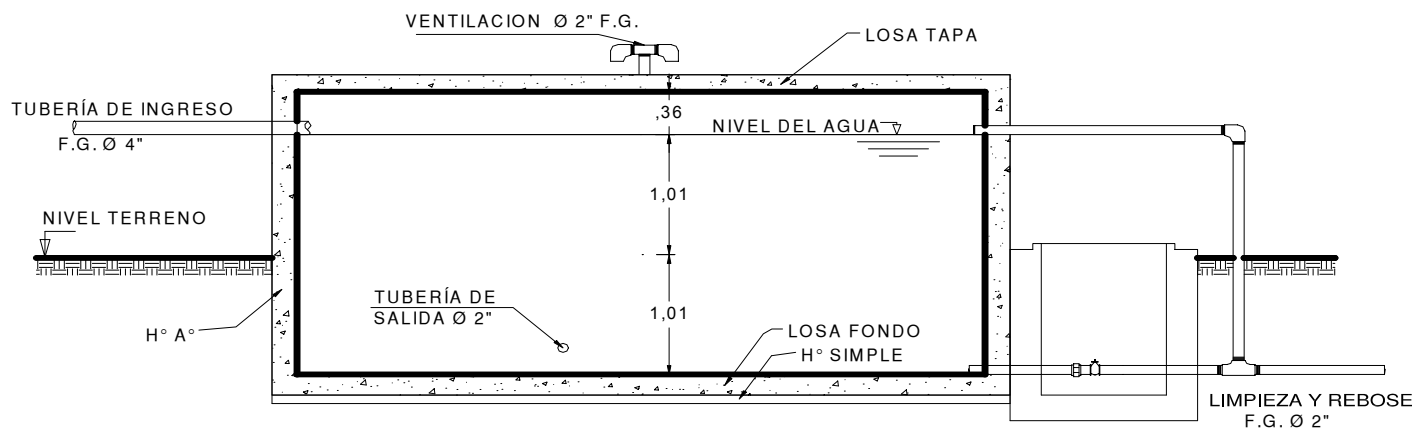
Fig. 4.7 Detalle estructural de un tanque elevado.



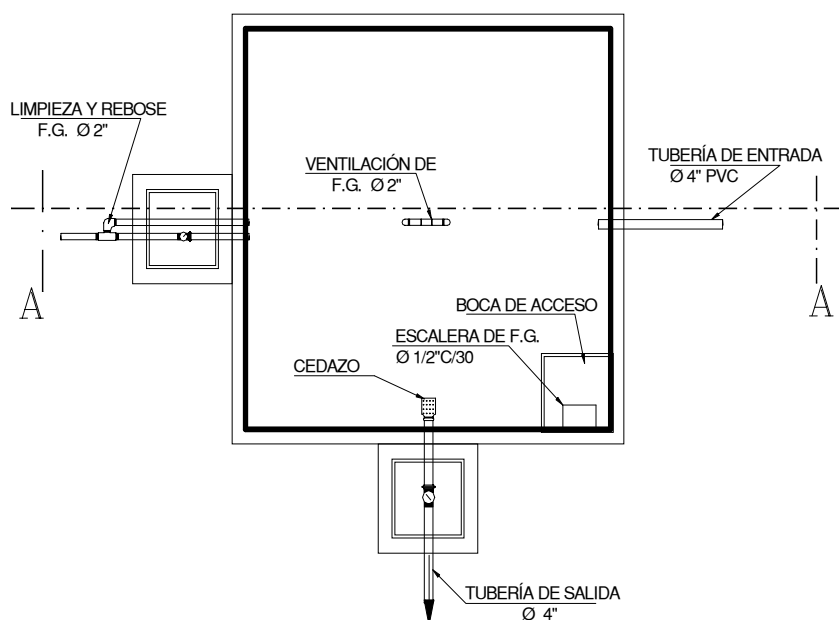
Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D., 1994

Fig. 4.8 Detalle de un tanque elevado.

CORTE A-A'



TANQUE DE AGUA PLANTA



Fuente: PROPIA

Fig. 4.9 Detalle una cisterna o tanque bajo.

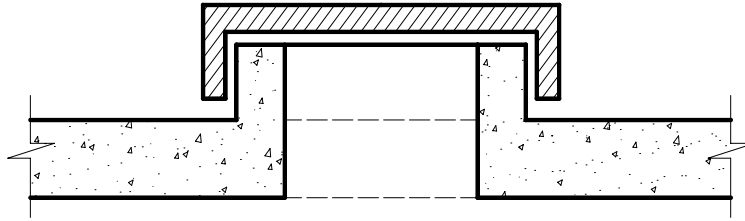
4.7.3 Aspectos sanitarios

Existen algunas consideraciones que deben ser tomadas en el diseño de los tanques de almacenamiento a fin de hacerlos sanitarios. Hay que indicar que la falta de tomar en cuenta estas consideraciones ha motivado muchas veces epidemias de enfermedades de origen hídrico.

Estas consideraciones son las siguientes:

TAPA SANITARIA:

La tapa de cisterna o tanque elevado debe ser de la forma que se indica en la **figura 4.10** a fin de evitar que las aguas de limpieza de pisos o aguas de lluvia penetren en los tanques. En caso que no se pueda hacer este tipo de tapa, se efectuará un diseño que impida el ingreso de agua exterior, para lo cual se elevarán los bordes sobre el nivel de la losa.



Fuente: INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIF. "E. JIMENO", 1995

Fig. 4.10 Tapa sanitaria

TUBO DE VENTILACIÓN:

Este tubo permite la salida del aire caliente y la expulsión o admisión de aire del tanque cuando entra o sale el agua. Se efectúa en forma de U invertido con uno de sus lados alargado más que otro que es el que cruza la losa del tanque. El extremo que da al exterior debe protegerse con malla de alambre para evitar la entrada de insectos o animales pequeños.

REBOSES DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO:

- REBOSE DE CISTERNA.** El rebose del agua de la cisterna deberá disponerse al sistema de desagüe del edificio en forma indirecta, es decir, con descarga libre con malla de alambre a fin de evitar que los insectos o malos olores ingresen a la cisterna (ver **figura 4.9**).
- REBOSE DE TANQUE ELEVADO.** Igualmente el rebose del tanque elevado deberá disponerse a la bajante más cercana en forma indirecta, mediante brecha o interruptor de aire de 5 cm de altura como mínimo. Para esto el tubo de rebose del tanque elevado se corta y a 5 cm y se coloca un embudo de recepción del agua de rebose. (ver **figura 4.8**).
- DIÁMETROS DEL TUBO DE REBOSE.** Los diámetros de los tubos de rebose deberán estar de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4.14 DIÁMETRO DEL TUBO DE REBOSE

| CAPACIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO | DIÁMETRO DEL TUBO DE REBOSE [PULGADAS] |
|--|--|
| Hasta 5000 litros | 2 |
| 5001 a 6000 litros | 2 ½ |
| 6001 a 12000 litros | 3 |
| 12001 a 20000 litros | 3 ½ |
| 20001 a 30000 litros | 4 |
| mayor a 30000 litros | 6 |

Fuente: INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIF. "E. JIMENO", 1995

4.7.4 Capacidades de almacenamiento de agua contra incendio

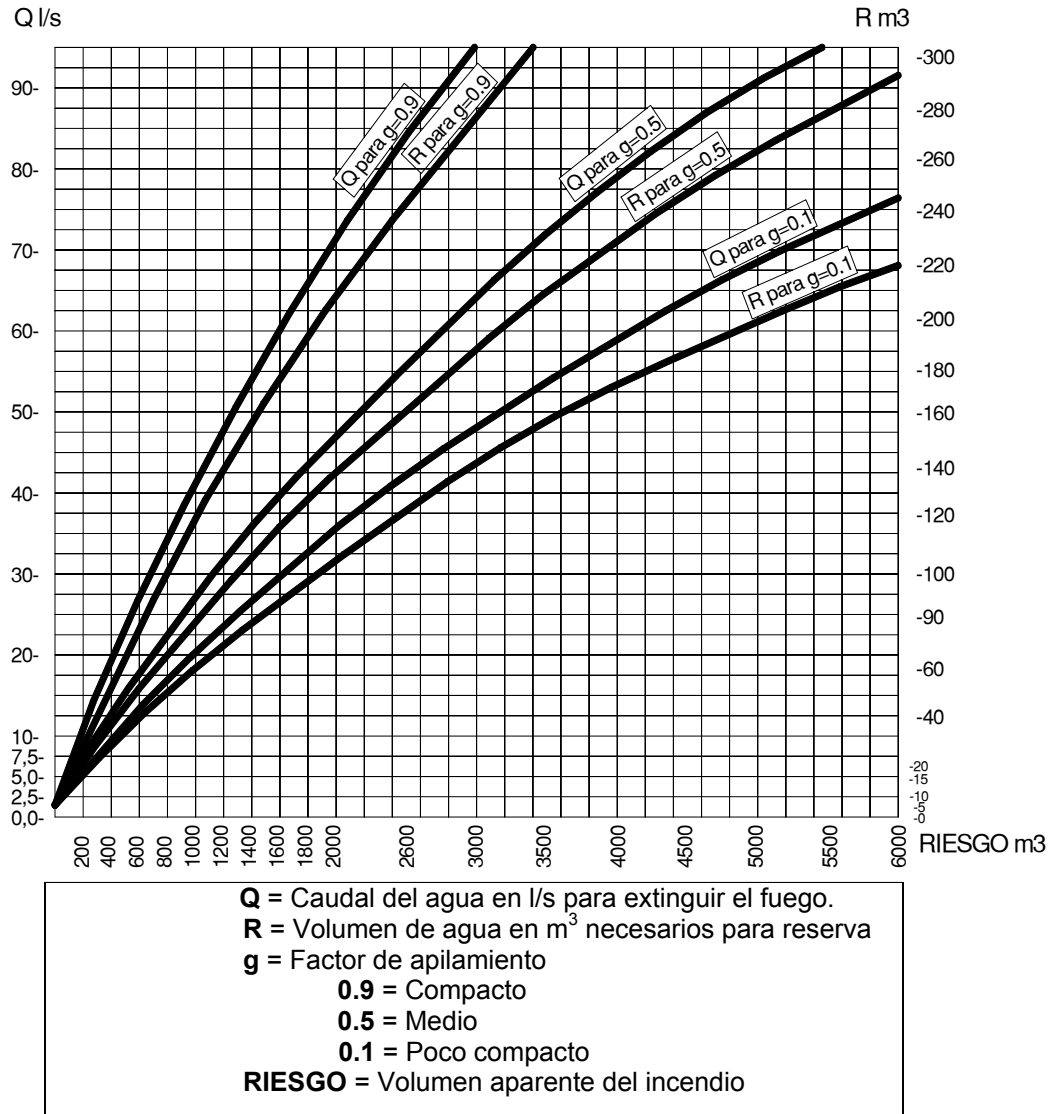
Según el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias el volumen de reserva tendrá como mínimo 500 lts por piso, el mismo deberá ser almacenado en el tanque cisterna o

elevado.

Otras bibliografías recomiendan que en edificaciones los sistemas de lucha contra incendio son obligatorios para aquellos mayores de 15 m de altura. El almacenamiento de agua de la cisterna o tanque de agua para combatir incendios en estas edificaciones debe ser por lo menos de 15 m³.

Para el caso de edificaciones de más de 50 m de altura o plantas industriales, el almacenamiento de agua no será menor de 40 m³ adecuándose el caudal al tamaño posible del incendio, según el gráfico para Agua Contra Incendios de Sólidos, que se acompaña.

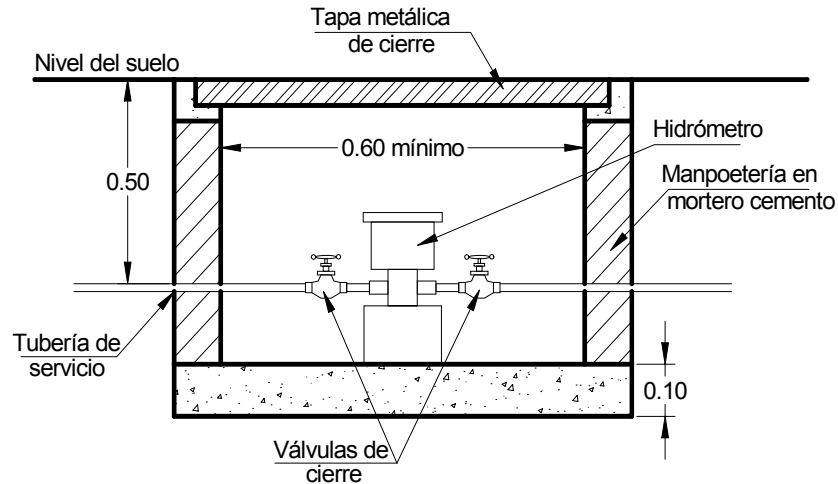
Ahora bien, la decisión se la dejamos a criterio del ingeniero proyectista.



Fuente: INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIF. "E. JIMENO", 1995

4.8 Hidrómetros

En edificios domésticos y semejantes, como en fábricas, hospitales, escuelas, terrenos para construcción etc. Se requiere un hidrómetro. En la **figura 4.11** se muestra el método para instalar un medidor en una tubería de servicio subterránea.



Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

Fig. 4.11 Instalación de un hidrómetro

4.9 Causas de contaminación

CONTRASIFONAJE.

El contrasifonaje ocurre cuando una reducción importante en la presión de una tubería principal de suministro público de agua provoca una reducción semejante en las tuberías de servicio conectadas a esa tubería principal. En consecuencia, en las salidas de los grifos y en las tuberías de alimentación de instalaciones y aparatos como duchas, lavadoras, bidés, etcétera, puede ocurrir una presión negativa o vacío. Si la tubería de entrada a estos aparatos se sumerge en agua contaminada, este agua será succionada hacia la tubería principal. Por consiguiente, el resultado del contrasifonaje puede ser severo, y si la tubería principal de agua está contaminada, esta agua será redistribuida hacia otras casas, oficinas, hospitales, etc.

Nota: la contaminación de suministros de agua potable también puede ocurrir debido al efecto de la fuerza de gravedad y al contraflujo por contrapresión.

CONTRAFLUJO POR GRAVEDAD.

Es semejante al contrasifonaje, aunque se distingue porque el agua fluye de vuelta hacia la fuente de suministro debido a que la presión del sistema se vuelve mayor que la presión de suministro. Esto ocurre cuando la presión de suministro disminuye debido a fallas en el sistema.

CONTRAFLUJO POR CONTRAPRESIÓN.

Esto ocurre cuando la presión del sistema es superior a la presión de la tubería principal debido al uso de una bomba.

4.10 Riesgos de contaminación

La contaminación por contraflujo se clasifica en tres tipos de riesgos (uno, dos y tres), de los cuales el primero es el más grave. En la **tabla 4.15** se proporcionan la fuente de riesgo y los métodos de prevención.

Tabla 4.15 REQUISITOS PARA EVITAR EL CONTRAFLUJO

| FUENTE DE RIESGO | EJEMPLOS DE PROTECCIÓN RECOMENDADA |
|---|--|
| Riesgo clase 1 Taza del retrete Bidé | Cisterna de descarga aprobada e instalada correctamente Intervalo de aire tipo A |
| Riesgo clase 2 Grifos en fregaderos, etc. Grifos para mangueras Lavadora de ropa | Intervalo de aire tipo A Combinación en línea de válvulas vacuorreguladora y de retención Intervalo de aire tipo B |
| Riesgo clase 3 Grifo mezclador de agua caliente y fría Ablandador de agua doméstico | Cualquiera de los dispositivos anteriores, una válvula de retención o una válvula vacuorreguladora en línea Cualquiera de los dispositivos anteriores, una válvula de retención o una válvula vacuorreguladora en línea |

Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

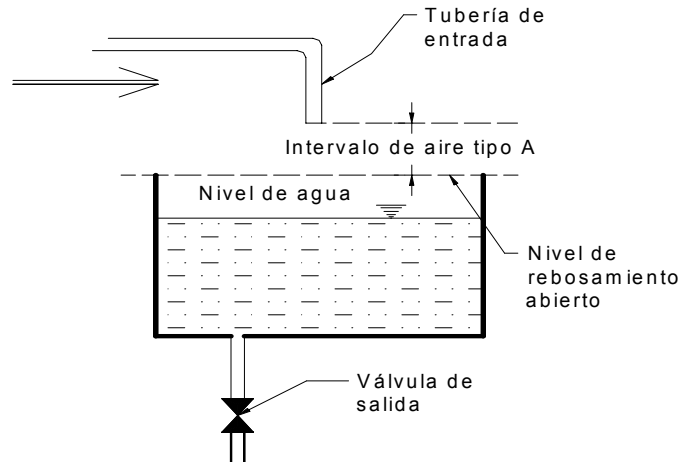
INTERVALO DE AIRE TIPO A (figura 4.12). Para que exista un intervalo de esta clase, debe haber una disposición de aparatos e instalaciones en la que:

- el agua sea descargada en una cisterna, recipiente u otro aparato o instalación que cuente en todo momento con un nivel de rebosamiento abierto;
- la tubería de descarga hacia esa cisterna, recipiente u otro aparato o instalación para contener agua no debe estar obstruida.
- el agua de descargue hacia la cisterna, recipiente u otro aparato o instalación en un ángulo no mayor de 15° con respecto a la vertical; y
- la distancia entre el nivel de rebosamiento de esa cisterna, recipiente u otro aparato o instalación y el punto mas bajo de cualquier tubería o accesorio que descargue en esa cisterna, recipiente u otro aparato o instalación no sea menor que la dimensión proporcionada en la **tabla 4.16** según el diámetro interno de la tubería.

Tabla 4.16 DIMENSIONES DE LOS INTERVALOS DE AIRE

| DIÁMETRO INTERIOR DEL TUBO O SALIDA | DISTANCIA VERTICAL ENTRE EL PUNTO DE SALIDA Y EL NIVEL DE REBOSAMIENTO |
|---|--|
| No mayor que 14 mm | 20mm |
| Mayor que 14 mm, pero no mayor que 21mm | 25mm |
| Mayor que 21 mm, pero no mayor que 41mm | 70mm |
| Mayor que 41mm | El doble del diámetro interior de la salida |

Fuente: PLOMERÍA ("F. HALL", 1998

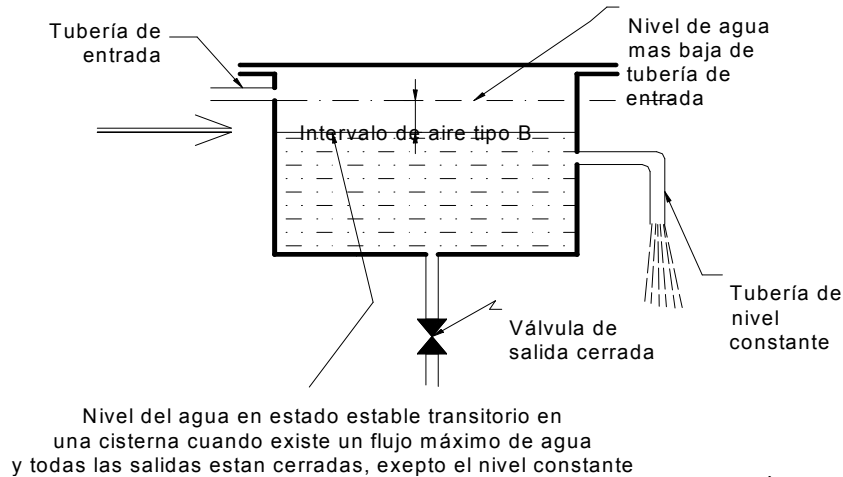


Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

Fig. 4.12 Intervalo de aire tipo A en una cisterna.

INTERVALO DE AIRE TIPO B (figura 4.13). Este intervalo se produce cuando el agua se descarga en una cisterna, recipiente u otro aparato o instalación abierto a la atmósfera y la distancia vertical desde el punto mas bajo de descarga hacia esa cisterna, recipiente, aparato o instalación hasta su nivel crítico de agua es:

- suficiente para impedir que el agua en la cisterna, recipiente, aparato o instalación sea succionada por la tubería o accesorio de alimentación debido al efecto de contrasifonaje o bien,
- no menor que la cifra proporcionada en la **tabla 4.15** según el diámetro interno de la tubería de entrada.



Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

Fig. 4.13 Intervalo de aire tipo B en una cisterna.

4.11 Protección de grifos de descarga, conexión de tuberías flexible y aparatos

GRITOS DE DESCARGA (figura 4.14).

Todos los grifos de descarga o accesorios semejantes (excluyendo las tuberías flexibles para regaderas) que descargan en fregaderos, lavabos, bañeras o instalaciones semejantes (excluyendo bidés) requieren una de las siguientes formas de protección:

- a) un conjunto de dos válvulas de retención en los tuberías de alimentación de agua caliente y fría; o bien,
- b) un dispositivo igualmente efectivo de prevención de contraflujo o contrasifonaje colocado lo más próximo posible al punto de extracción; o bien,
- c) intervalos de aire que cumplan con las dimensiones proporcionadas en la **tabla 4.17**.

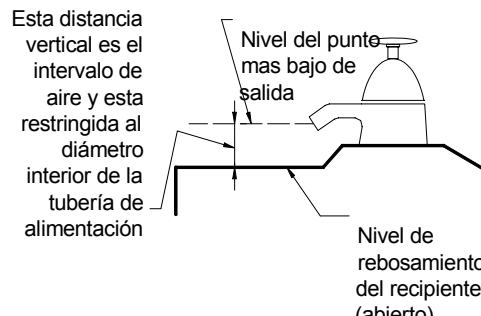
Tabla 4.17 DIMENSIONES DE LOS INTERVALOS DE AIRE EN APARATOS

| TAMAÑO DEL GRIFO O COMBINACIÓN DE ACCESORIOS | DISTANCIA VERTICAL ENTRE EL PUNTO DE SALIDA Y EL NIVEL DE REBOSAMIENTO DEL APARATO |
|--|--|
| No mayor que 14mm | 20mm |
| Mayor que 14mm pero no mayor que 21mm | 25mm |
| Mayor que 21mm | 70mm |

Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

NOTA: los requisitos a, b y c no se aplican a grifos de descarga u otros accesorios que:

- i) solo son abastecidos por la fuerza de gravedad desde una cisterna, cilindro o depósito a presión atmosférica



Fuente: INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIF. "E. JIMENO", 1995

Fig. 4.14 Intervalo de aire tipo A en lavabos, bañeras o fregaderos.

- ii) son abastecidos por un tubo conectado a una cisterna, cilindro o depósito situado a no menos de 25 mm por arriba del nivel de rebosamiento del aparato; y
- iii) están conectados a un tubo que no suministra agua a ningún otro grifo o accesorio (distinto de un grifo de desagüe) situado a un nivel inferior.

BIDÉS.

Si el diseño del bidé es de aspersión ascendente, se clasifica en el riesgo de clase uno. El bidé debe estar abastecido como se muestra en la **figura 4.15**.

TUBERÍAS.

Las tuberías para lavado de automóviles, aspersión de jardines, etc., abastecidas directamente por la tubería principal deben estar protegidas en el grifo por un dispositivo de contraflujo idóneo; por ejemplo, un conjunto de dos válvulas de retención. Nota: en los inmuebles no domésticos sólo es posible instalar grifos conectados con tuberías flexibles previa autorización de la compañía de agua.

LAVADORAS Y LAVAPLATOS.

Cualquier lavadora de ropa, lavaplatos o secadora de tambor, conectada permanente o temporalmente al servicio de agua en cualquier inmueble, debe contar con un intervalo de aire tipo B o con un interceptor, cuyo retiro hace imposible la operación de la máquina. Además, se requiere que cualquier máquina conectada de manera semejante a una instalación distinta a la de una casa habitación sólo extraiga agua por gravedad de una cisterna de almacenamiento, excepto si la máquina posee un intervalo de aire tipo A en la entrada de suministro.

ABLANDADOR DE AGUA.

Si un ablandador de agua regenerado por intercambio de iones de sal común se usa junto con una lavadora o lavaplatos, debe tener en su tubería de entrada una válvula de retención y una válvula vacuorreguladora, excepto en los casos en que el agua que va al ablandador pase primero por un dispositivo de prevención de contraflujo, por ejemplo, un intervalo de aire tipo B o un interceptor incorporado a la lavadora o al lavaplatos.

GRIFOS MEZCLADORES.

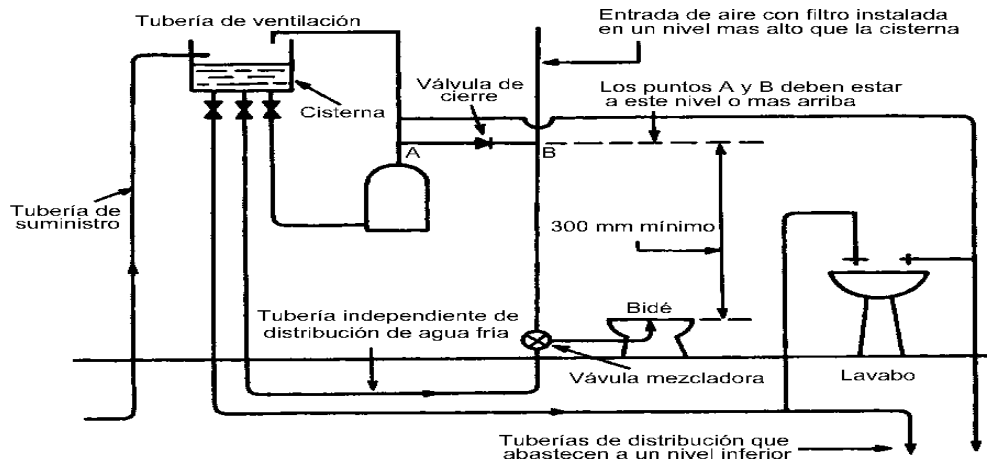
Su colocación está permitida aun si las tuberías de suministro de agua caliente y fría poseen presiones distintas, siempre que se coloque una sola válvula de retención cerca de las salidas de las líneas de agua caliente y fría.

CISTERNAS DE ALMACENAMIENTO.

Las tuberías de suministro que transportan agua a las cisternas (las cuales pueden estar conectadas o no a válvulas de flotador) deben contar con un intervalo de aire tipo A en la entrada de agua si la cisterna esta en riesgo de recibir o contener cualquier sustancia potencialmente dañina para la salud. Si una cisterna suministra agua a un circuito calentador primario doméstico o es una cisterna de descarga, el tubo de suministro debe contar con un intervalo de aire tipo B, un interceptor o un conjunto de dos válvulas de retención (excepto en el caso de una cisterna diseñada e instalada según los reglamentos relacionados con la preservación de la calidad del agua almacenada.

A continuación se mencionan algunos requisitos adicionales para cisternas de almacenamiento de uso doméstico:

- a) se deben instalar en un sitio o posición que evite el paso de aguas pluviales, negras o jabonosas y de agua no potable;
- b) deben estar aisladas contra el calor y las heladas, y cuando estén hechas de un material que contamine o tenga probabilidades de contaminar el agua almacenada, deben estar forradas o revestidas de un material impermeable diseñado para evitar tal contaminación;
- c) las cisternas deben poseer una cubierta rígida, bien colocada y fija que:
 - i) no sea hermética,
 - ii) impida el paso de luz e insectos a la cisterna,
 - iii) esté hecha de un material o materiales que no se astillen o fragmenten al romperse y no contaminen el agua que se condensan en sus caras inferiores,
 - iv) en el caso de una cisterna que almacene mas de 1000 litros de agua, estar construido de modo que sea posible inspeccionarla y limpiarla sin tener que descubrirla por completo,
 - v) este hecha de modo que sea posible conectar cualquier tubo de ventilación o expansión para llevar agua a la cisterna.



Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

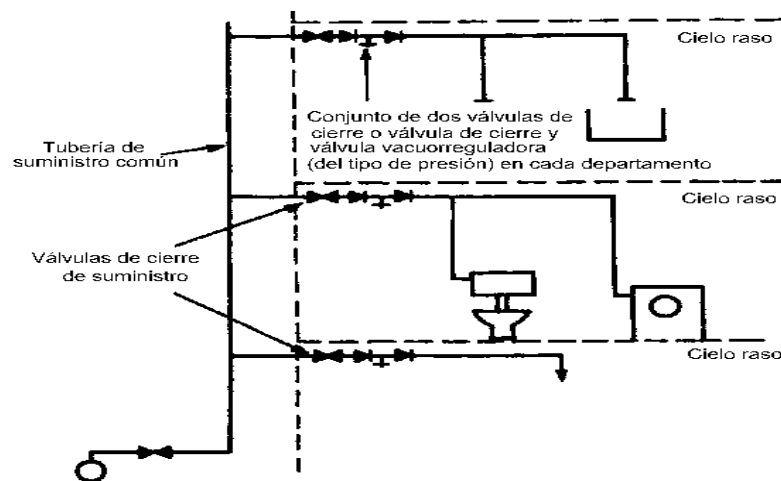
Fig. 4.15 Tubería para un bidé.

4.12 Protección secundaria para evitar el contraflujo

El riesgo de contraflujo es mayor en una instalación de suministro de agua a varios niveles. En estos sistemas se requiere una protección adicional o secundaria de contraflujo a fin de proporcionar una segunda línea de defensa. Los dispositivos de protección aceptados constan de:

- un conjunto de dos válvulas de retención instalado inmediatamente después de la válvula de cierre que está en la ramificación de la tubería de suministro hacia el nivel o piso de que se trate; o bien,
- una combinación de válvula de retención y válvula vacuorreguladora instaladas de manera semejante. La válvula vacuorreguladora debe ser de presión y colocarse por lo menos a 300 mm por arriba de cualquier aparato abastecido por esa ramificación de la tubería de suministro.

En la **figura 4.15** se muestra la protección secundaria de un tubo de suministro común que da servicio a dos o más niveles y en la **figura 4.16** se muestra la protección secundaria a un tubo de distribución común que da servicio a dos o más niveles.

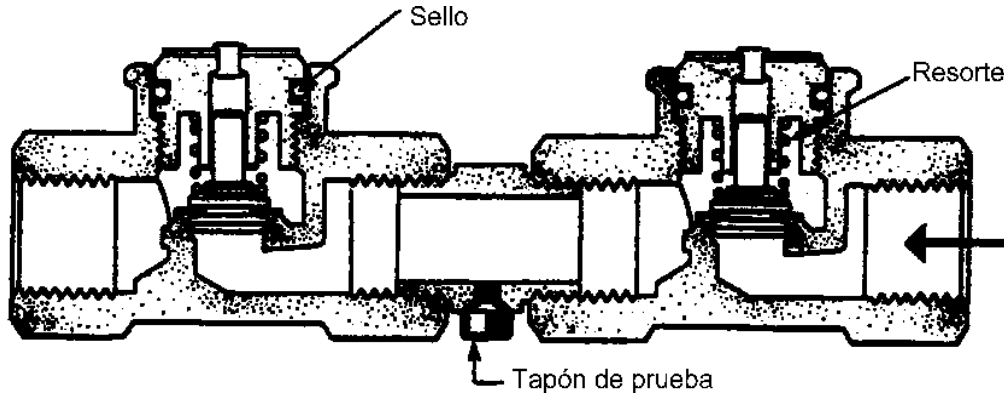


Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

Fig. 4.16 Protección secundaria para evitar el contraflujo en una tubería de suministro común cuando cada nivel tiene un uso distinto.

4.12.1 Accesorios para evitar el contraflujo

VÁLVULA DE RETENCIÓN: Es un dispositivo mecánico con sellos muy apretados diseñados para permitir que el agua fluya solo en una dirección. En la **figura 4.17** se muestra un conjunto de válvulas de retención.



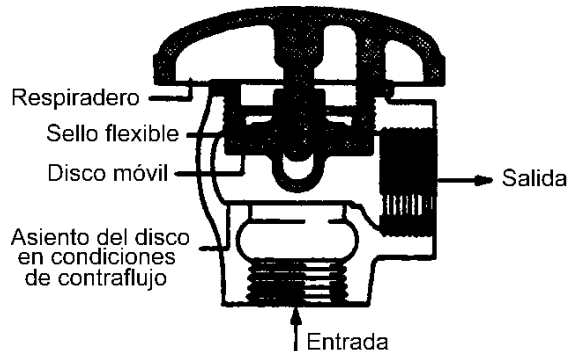
Fuente: EL ABC DE LAS INSTALACIONES "ENRIQUEZ HARPER", 2000

Fig. 4.17 Conjunto de válvulas de retención.

VÁLVULA VACUORREGULADORA. Se trata de un dispositivo mecánico que posee una entrada para aire que se cierra cuando el agua fluye por ella con una presión mayor o igual que la atmosférica. La válvula **figura 4.18** se abre para admitir aire si ocurre un vacío en la tubería a la que esta conectada y se cierra y se estanca cuando el flujo de agua se reduce a presiones normales.

Es posible usar una combinación de una válvula de retención y una válvula vacuorreguladora en línea en lugar de un conjunto de dos válvulas de retención si:

- a) la válvula vacuorreguladora se coloca después de la válvula de retención;
- b) no hay ninguna válvula de retención después de la válvula vacuorreguladora; y
- c) la válvula vacuorreguladora está colocada sobre una distancia vertical adecuada entre el nivel de desbordamiento en el aparato o instalación y el punto de conexión con la tubería de distribución.



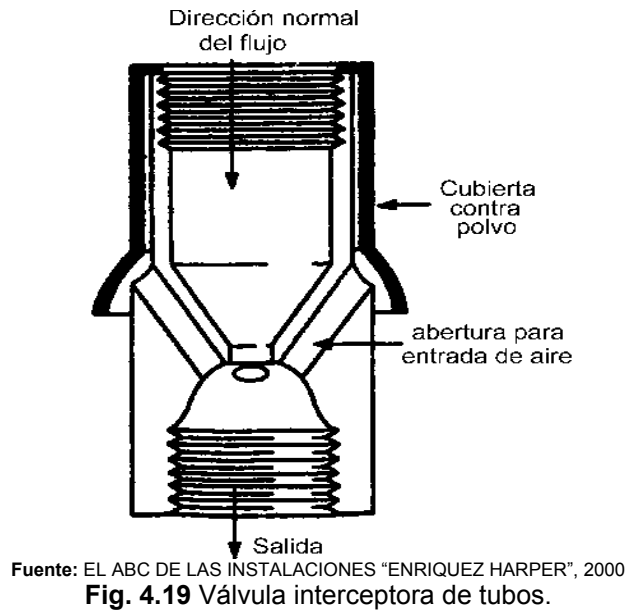
Fuente: EL ABC DE LAS INSTALACIONES "ENRIQUEZ HARPER", 2000

Fig. 4.18 Válvula vacuorreguladora de tipo atmosférico.

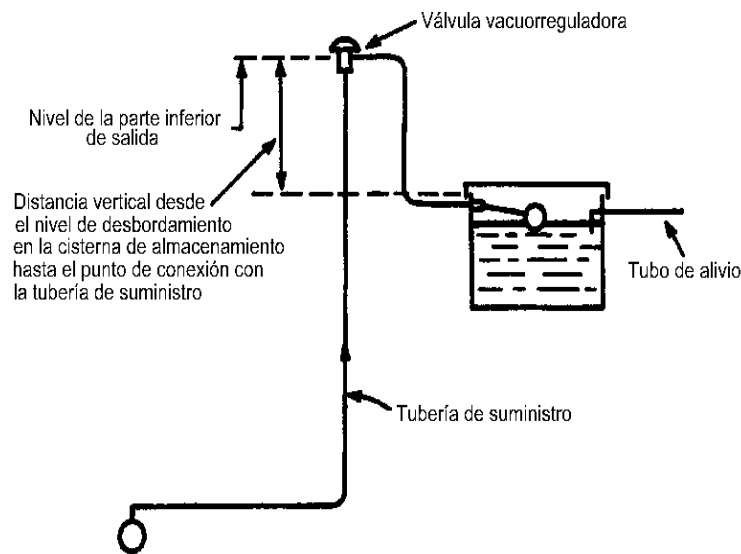
INTERCEPTOR DE TUBOS (figura 4.19). Este es un dispositivo no mecánico a través del cual pasa el agua y permite la entrada de aire por una abertura anular. Cuando ocurre un vacío en el sitio de entrada del interceptor, se produce un vacío equivalente en el lado de salida, evitando así

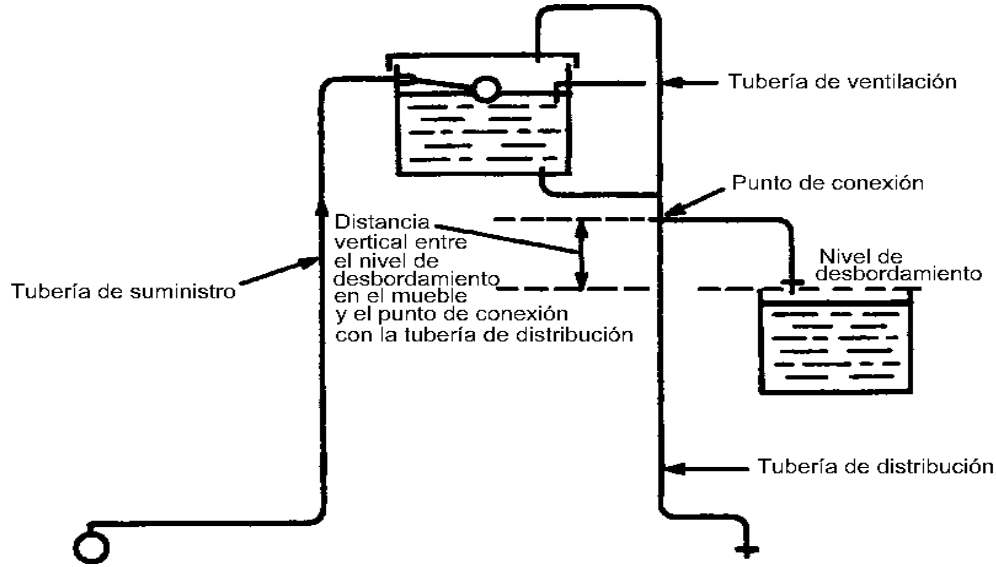
el contrasifonaje.

Los interceptores se deben colocar y ajustar correctamente a fin de evitar la reducción del flujo de agua; por ejemplo, una válvula de cierre podría ejercer contrapresión en el interceptor.



DISTANCIA VERTICAL ENTRE LA TUBERÍA DE DESBORDAMIENTO Y LA TUBERÍA DE SUMINISTRO (figuras 4.20 y 4.21). La dimensión de la distancia vertical entre el nivel de desbordamiento en la cisterna de almacenamiento y el punto de conexión con la tubería de suministro o distribución, está determinada por el grado de vacío que probablemente se produzca en el punto de conexión con dicha tubería. Esta distancia vertical puede estar limitada por una válvula vacuorreguladora o por una tubería de ventilación. El objetivo de dicha distancia es evitar la succión de líquido contaminado de un aparato hacia la tubería de suministro o distribución en caso de que falle la protección en el punto de uso.



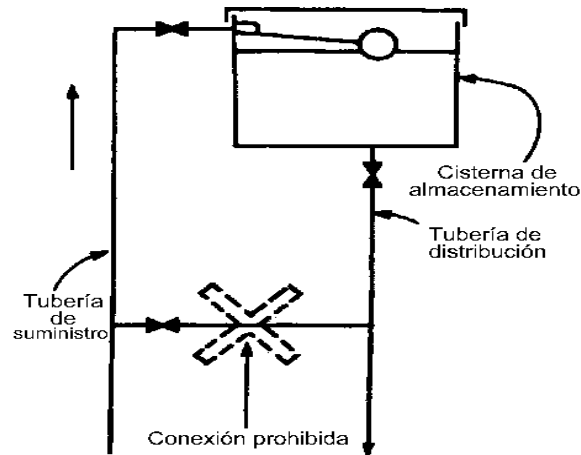


Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

Fig. 4.21 Distancia vertical entre el nivel de desbordamiento de la cisterna y el punto de conexión con la tubería de distribución.

4.13 Prevención de conexiones entre la tubería de agua y la tubería de desagüe

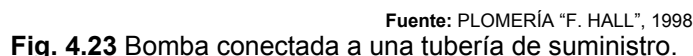
En la **figura 4.22** se muestra un ejemplo de cómo se ha realizado una conexión entre una tubería de distribución y una tubería de suministro. Si el agua en la cisterna de almacenamiento está contaminada, puede fluir hacia la tubería de suministro.



Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

Fig. 4.22 Una tubería de suministro no se debe conectar con una tubería de distribución.

BOMBAS (figura 4.23). No se debe conectar ninguna bomba u otro aparato a una tubería de suministro con el objeto de incrementar la presión o el flujo de una tubería de servicio o cualquier accesorio conectado a una tubería de esta clase (excepto si la compañía de agua lo autoriza por escrito).



diferentes aparatos a su temperatura adecuada es inevitable fijar una temperatura de producción y utilizar llaves de combinación para obtener la temperatura requerida, en cada caso.

4.14.2 Objetivos del diseño de instalaciones de agua caliente

El diseño de los sistemas de suministro de agua caliente tiene los siguientes objetivos:

1. El acatamiento de los Reglamentos existentes.
2. Obtener un diseño seguro y satisfactorio en su funcionamiento y servicio.
3. Una utilización de la fuente de calor que sea más económica de obtener.
4. Economía y durabilidad de la instalación.
5. Economía y una conveniente operación y mantenimiento de la instalación terminada.

4.14.3 Generadores de agua caliente

De acuerdo al agente empleado en la producción de agua caliente, los generadores o calentadores se clasifican en:

Eléctricos, a gas a petróleo o a vapor.

Los calentadores pueden ser a su vez instantáneos o con tanques de almacenamiento.

La selección del tipo de calentador a emplearse depende de muchos factores, pudiendo enumerarse los siguientes:

1. TAMAÑO DE LA INSTALACIÓN.

En pequeñas y medianas instalaciones pueden utilizarse calentadores eléctricos o a gas y generalmente en grandes instalaciones se utilizan los calentadores a petróleo, gas o vapor, actualmente esta a disposición los calentadores solares.

2. En edificaciones donde se dispone de espacio suficiente y con las condiciones adecuadas como buena ventilación, ambientes separados, etc., se puede utilizar calentadores a petróleo o a vapor; en cambio si el espacio es problema podría reemplazarse por calentadores a gas o eléctricos a esto también pueden ser incluidos los calentadores solares en ambos casos.

3. AGENTE DE CALOR O COMBUSTIBLE.

Si la edificación cuenta con la producción de algún agente de calor que va a ser utilizado para otros fines, es pues recomendable utilizar el mismo para el calentador, trayendo consigo economía en la operación del equipo.

Esto es frecuente en instalaciones industriales, hospitales, etc. donde el vapor o petróleo es utilizado como agente de calor para diferentes fines.

4. COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Es necesario, sobre todo, en medianas y grandes instalaciones, hacer un estudio económico de lo que representa el costo de operación empleando diferentes fuentes de calor, de acuerdo a la ubicación del local, costo del combustible o energía calorífica, vida útil del equipo y el costo de mantenimiento del equipo; pues en instalaciones donde se cuenta con personal y materiales de mantenimiento por la diversidad de equipo instalado bajo el costo de mantenimiento; mientras que, en edificaciones que por su función no cuentan con equipos, serán económicos aquellos equipos que necesitan mínimo mantenimiento compensando su mayor costo de operación.

5. TIPO DE EDIFICACIÓN.

Es también necesario tener en consideración el tipo de local, ya que en algunos casos no es recomendable instalar equipos que produzcan vibraciones o ruidos o que por la naturaleza del agente de calor, sea algún peligro para la integridad de la población o local.

6. EXISTENCIA DE EQUIPOS.

Aunque es un factor relativo y variable, es conveniente que el proyectista conozca el mercado a fin de hacer una buena selección de acuerdo a lo que sea factible de adquirirse en el mercado.

Teniendo en consideración todos estos factores deberá ya en este caso actuar el criterio del proyectista para decidir el tipo de calentador que deberá servir de fuente de producción de agua caliente.

4.14.4 Dispositivos de seguridad

En las instalaciones de suministro de agua caliente se hacen necesarios aditamentos de seguridad para aliviar las presiones peligrosas y las temperaturas excesivas, a fin de evitar quemaduras, la explosión o el reventamiento de los tanques y los daños a las personas y a las propiedades.

Las presiones se consideran peligrosas cuando ceden a las presiones de trabajo del agua para las que se diseñan el equipo y la tubería de manera que la resistan.

Entre estos dispositivos tenemos

1. Colocación de una válvula de retención en la tubería de suministro de agua fría al calentador.
2. Debe colocarse una válvula de escape de presión en un lugar efectivo en todo suministro de agua caliente con el fin de evitar la formación de presiones peligrosas.
3. Todo sistema de suministro de agua caliente debe tener instalada una válvula para el alivio de la temperatura o un aditamento para la interrupción de energía, para evitar que el agua pueda elevarse hasta una temperatura peligrosa. Casos de explosión ha causado daños en la propiedad y a las personas, algunas veces por falta de una inspección y mantenimiento periódico.
4. Los tanques de almacenamiento de agua caliente deben instalarse de manera que sus marcas de presión estén en un lugar accesible para su inspección.

4.14.5 Dotación

Según el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias la dotación de agua

caliente es como sigue en la siguiente **tabla 4.19**:

Tabla 4.19 CONSUMO DE AGUA CALIENTE DE ARTEFACTOS SANITARIOS EN LITROS POR HORA, SEGÚN EL TIPO DE EDIFICIO.

| ARTEFACTO SANITARIO | EDIFICIOS | RESID. PRIVADAS | HOTEL-LES | CLUBES | GIMNASIOS | HOSPITALES | INDUSTRIAS | OFICINAS | ESCUELAS |
|--|-----------|-----------------|-----------|--------|-----------|------------|------------|----------|----------|
| Tina | 75 | 75 | 75 | 75 | 115 | 75 | 115 | - | - |
| Lavadero de ropa | 75 | 75 | 110 | 110 | - | 150 | - | - | - |
| Bidet | 10 | 10 | 10 | 10 | - | 20 | - | - | - |
| Ducha | 280 | 280 | 280 | 560 | 850 | 280 | 850 | - | 850 |
| Lavadero de cocina | 40 | 40 | 75 | 75 | - | 75 | 75 | - | 40 |
| Lavadero repostería | 20 | 20 | 40 | 40 | - | 75 | - | - | 40 |
| Lavaplatos mecánico | 60 | 60 | 750 | 560 | - | 750 | 380 | - | 380 |
| Lavatorio privado | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Lavatorio público | - | - | 30 | 30 | 35 | 30 | 45 | 20 | 60 |
| Botadero | - | - | 100 | 75 | - | 100 | 75 | 56 | 75 |
| Coef. de demanda Probable (en relación Con el max consumo Posible) | 0.30 | 0.30 | 0.25 | 0.30 | 0.40 | 0.30 | 0.40 | 0.30 | 0.40 |
| Coef. de almacenamien- to (en relación Con la demanda Posible) | 1.25 | 0.80 | 0.80 | 0.90 | 1.00 | 0.80 | 1.00 | 2.00 | 1.00 |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D., 1994

4.14.6 Métodos de calentamiento de agua y tipo de calentadores

Existen dos métodos de calentamiento de agua:

1. El calentamiento directo y
2. El método indirecto de calentamiento.

El método de calentamiento directo consiste en calentar el agua por contacto directo con superficies expuestas a las altas temperaturas del fuego y de los gases de chimenea, generadas por la combustión o con contactos directos con superficies calentadas eléctricamente o por contacto con elementos calefactores eléctricos sumergidos; en este método las temperaturas pueden ser relativamente altas.

El método indirecto de calentamiento consiste en calentar el agua por contacto con superficies que sirven como un medio de transferencia o intercambio de calor del agua caliente a alta temperatura o del vapor al agua en el sistema de suministro de agua caliente. Con este método las superficies de calentamiento se sujetan a condiciones de temperatura mucho más bajas de las que prevalecen generalmente con el método directo.

Todos los calentadores de agua, ya sea que apliquen métodos directos o indirectos de calentamiento, pueden clasificarse como calentadores sin tanque o con tanque de almacenamiento.

Los calentadores sin tanque de almacenamiento están diseñados para calentar el agua fría a la temperatura de agua caliente estándar de suministro en un solo paso a través del calentador, de manera que pueda llevarse por tubos de agua directamente del calentamiento a los artefactos.

En contraste, los calentadores con tanque de almacenamiento requieren el uso del tanque para almacenar el agua.

En los que el agua se calienta al pasar por un serpentín calentador y circula después hacia un tanque de almacenamiento, el calentador se denomina como "calentador de agua de almacenamiento circulante".

4.14.7 Selección del calentador y tanque de almacenamiento de agua caliente

La capacidad de producción del calentador se estima como una parte de la dotación diaria de agua caliente y se calcula de acuerdo a los porcentajes establecidos por la experiencia y estudios realizados por expertos y fabricantes, a continuación la **tabla 4.20** nos clarifica mas lo anterior dicho.

Tabla 4.20 CAPACIDADES DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

| TIPO DE EDIFICIO | CAPACIDAD DEL TANQUE ALMACENAMIENTO EN RELACIÓN CON DOTACIÓN DIARIA EN LITROS | CAPACIDAD HORARIA DEL EQUIPO DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE, EN RELACIÓN CON LA DOTACIÓN DIARIA |
|---|---|---|
| Residencias unifamiliares y multifamiliares. | 1/5 | 1/7 |
| Hoteles y pensiones | 1/7 | 1/10 |
| Restaurantes | 1/5 | 1/10 |
| Gimnasios | 2/5 | 1/7 |
| Hospitales y clínicas, consultorios y similares | 2/5 | 1/6 |

Fuente: INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIF. "E. JIMENO", 1995

Se puede indicar que en viviendas, hoteles y casas de apartamentos, donde el consumo de agua caliente es casi uniforme durante todo el día, es apropiado usar un calentador grande y un depósito pequeño. En fábricas u otros edificios en que el consumo máximo tiene una duración limitada es preferible un depósito grande y un calentador pequeño.

Así entre los períodos de máximo consumo el calentador puede ir rellenando lentamente el depósito de agua caliente.

Para mejor aclaración citamos un caso:

EJEMPLO.

Se trata de determinar las capacidades del tanque de almacenamiento y calentador de agua para una Central de Agua Caliente, para un edificio de departamentos que cuentan con:

- 10 Departamentos de 1 Dormitorio
- 10 Departamentos de 2 Dormitorios
- 10 Departamentos de 3 Dormitorios

SOLUCIÓN :

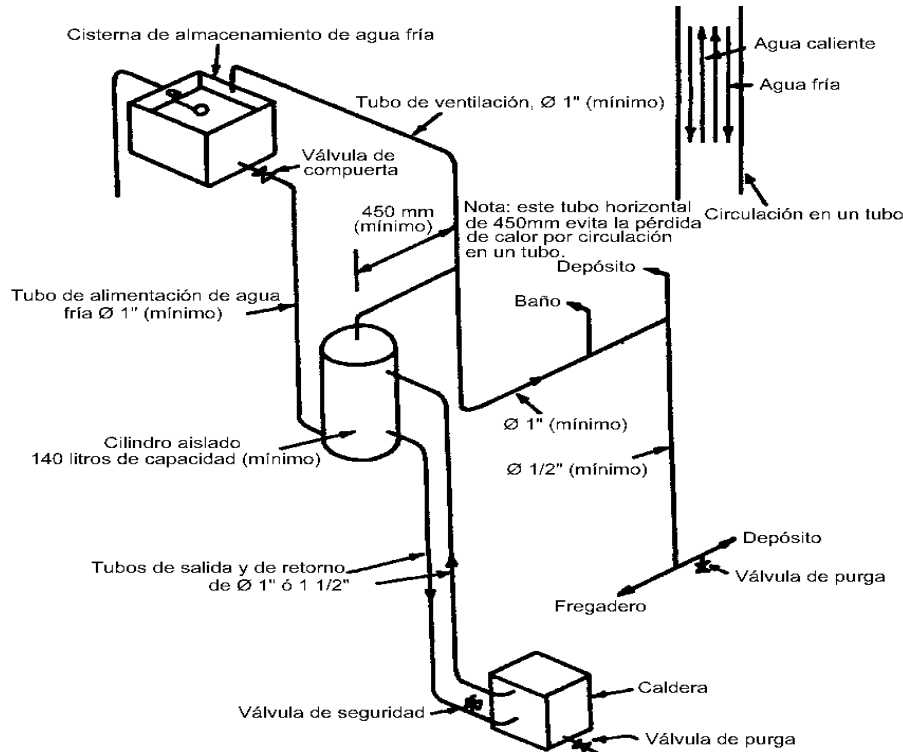
$$\begin{aligned}
 10 \times 120 \text{ l/día} &= 1200 \text{ litros /día} \\
 10 \times 250 \text{ l/día} &= 2500 \text{ litros /día} \\
 10 \times 390 \text{ l/día} &= 3900 \text{ litros /día}
 \end{aligned}$$

$$\text{Agua Caliente total} = 7600 \text{ litros /día}$$

$$\text{Tanque de almacenamiento} = \frac{7600}{5} = 1520 \text{ litros}$$

$$\text{Capacidad calentador} = \frac{7600}{7} = 1085 \text{ litros/hora}$$

con estos datos se pueden escoger de acuerdo a catálogos de los fabricantes la capacidad del tanque de almacenamiento y del calentador.



Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

Fig. 4.24 Sistema directo de suministro de agua caliente.

4.14.8 Sistema de distribución directa

Es utilizado en residencias o pequeñas instalaciones, donde no existen grandes longitudes de tuberías o cuando, por la función o categoría del edificio, no es exigente mantener el agua a una temperatura constante, debiendo esperar un pequeño tiempo para recibir en el aparato el agua a la temperatura adecuada.

Escogido el tipo y capacidad del calentador consiste en diseñar una tubería con capacidad para la máxima demanda simultánea de agua caliente, desde el calentador hasta los diferentes aparatos sanitarios con esta necesidad, considerando la presión de salida que exige la reglamentación vigente.

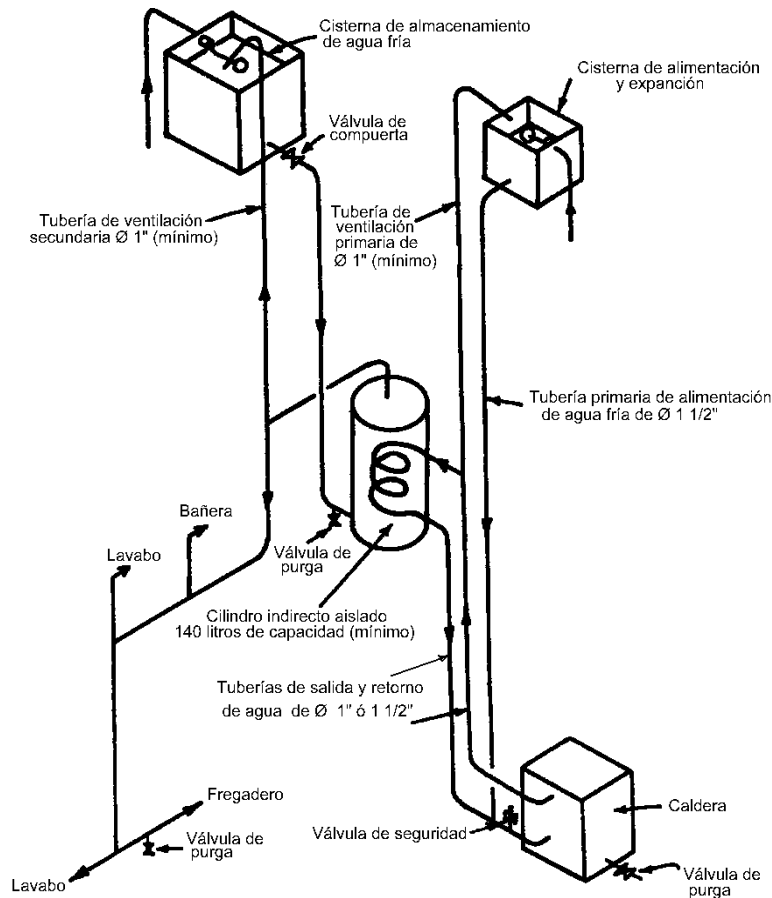
4.14.9 Sistema de distribución indirecta

En éstos sistemas, el agua de la caldera circula pasando a través de un intercambiador de calor instalado dentro del recipiente de almacenamiento de agua caliente y el agua se calienta indirectamente. Si se tiene vapor disponible, éste puede hacerse circular por el intercambiador de calor en vez del agua caliente.

Como el agua de la caldera no se mezcla con el agua del recipiente de almacenamiento, en los distritos en que el agua es blanda no hay riesgo de que salga por las llaves agua que sabe a hierro

o colorada mal llamada orín de hierro (agua herrumbrosa). Asimismo, como el agua de la caldera del circuito primario y del intercambiador de calor no sale por las llaves, no hay riesgo de que salgan costras salinas cuando se use temporalmente agua dura.

Después del calentamiento inicial del agua y de la precipitación de los carbonatos, no debe presentarse más este fenómeno de precipitación. Los sistemas indirectos tienen una ventaja adicional cuando se combina la calefacción central con el suministro de agua caliente, porque no hay riesgo de extraer agua herrumbrosa de los radiadores a través de las llaves. La temperatura del agua también puede ser mas elevada que la que se usa en el sistema directo, lo cual es necesario para el sistema de calefacción central.



Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

Fig. 4.25 Sistema indirecto de suministro de agua caliente.

4.14.10 Sistema de distribución con circulación por gravedad

Dentro de este sistema existen dos variantes:

A. SISTEMA ASCENDENTE CON CIRCULACIÓN POR GRAVEDAD.

Consiste en una red de tuberías de distribución que partiendo de la fuente de producción de agua caliente alimenta debajo hacia arriba a los diferentes servicios formando montantes o columnas ascendentes, al final de cada una de las cuales se instala una tubería de retorno que regresa el agua enfriada al calentador.

La circulación del agua se produce por la diferencia de peso o densidad entre la columna de

agua más caliente (distribución) y la columna de retorno más fría.

B. SISTEMA DE ARRIBA HACIA ABAJO CON CIRCULACIÓN POR GRAVEDAD.

Consiste en instalar una sola montante que lleva el agua caliente hasta la parte superior del edificio, en donde se distribuye en bajantes que alimentan los diferentes servicios de arriba hacia abajo.

Los extremos inferiores de las bajantes se unen para llevar el retorno de agua enfriada a la fuente de producción.

Estos dos sistemas son utilizados en medianas instalaciones donde las condiciones de edificación lo permitan, pues no es muy aconsejable donde la longitud de tuberías, su diámetro y recorrido no permita la velocidad que depende de la diferencia de peso en las tuberías de alimentación y retorno.

4.14.11 Sistema de circulación forzada

Consiste en una red ascendente o descendente de distribución de agua caliente desde la fuente de producción hasta los diferentes aparatos sanitarios; y tuberías de retorno, conectadas a las montantes, que circulan el agua enfriada nuevamente hasta el calentador, intercalándose una bomba que permite dar la velocidad de flujo necesaria para la circulación. Esta bomba opera con un arrancador por termostato, arrancando cuando la temperatura del agua en la tubería de retorno ha descendido al mínimo y parando cuando se ha producido la circulación suficiente para aumentar la temperatura, para que en cualquier momento que se opere una llave se tenga en el aparato el agua caliente a su temperatura adecuada.

Este sistema es más comúnmente utilizado en medianas y grandes instalaciones.

4.14.12 Sistema de calentamiento de agua por energía solar

El funcionamiento de un calentador solar de agua es muy sencillo: El colector solar plano se instala normalmente en el techo de la casa y orientado de tal manera que quede expuesto a la radiación del sol todo el día. Para lograr la mayor captación de la radiación solar, el colector solar plano se coloca con cierta inclinación, la cual depende de la latitud del lugar donde sea instalado.

El colector solar plano está formado por aletas captadoras y tubos por donde circula el agua, los cuales capturan el calor proveniente de los rayos del sol y lo transfieren al agua que circula en su interior.

El agua circula por todo el sistema mediante el efecto denominado “termosifónico”, que provoca la diferencia de temperaturas. Como sabemos, el agua caliente es más ligera que la fría y, por lo tanto, tiende a subir. Esto es lo que sucede entre el colector solar plano y el termotanque o en este caso cilindro solar, con lo cual se establece una circulación natural, sin necesidad de ningún equipo de bombeo.

Para mantener el agua caliente, esta la función del “termotanque”, el cual está forrado con un aislante para evitar que se pierda el calor ganado.

Un buen calentador solar de agua puede durar funcionando hasta 15 ó 20 años.

Los beneficios del uso de los calentadores solares de agua los podemos clasificar en dos: económicos y ambientales.

ECONÓMICOS.

Con la instalación de un sistema adecuado a nuestras necesidades, podemos satisfacer la mayor parte de los requerimientos de agua caliente de nuestra casa, sin tener que pagar combustible, pues utilizar así el sol no nos cuesta. Aunque el costo inicial de un calentador solar de agua es mayor, con los ahorros que se obtienen por dejar de consumir gas, podemos recuperar nuestra inversión en un plazo razonable.

AMBIENTALES.

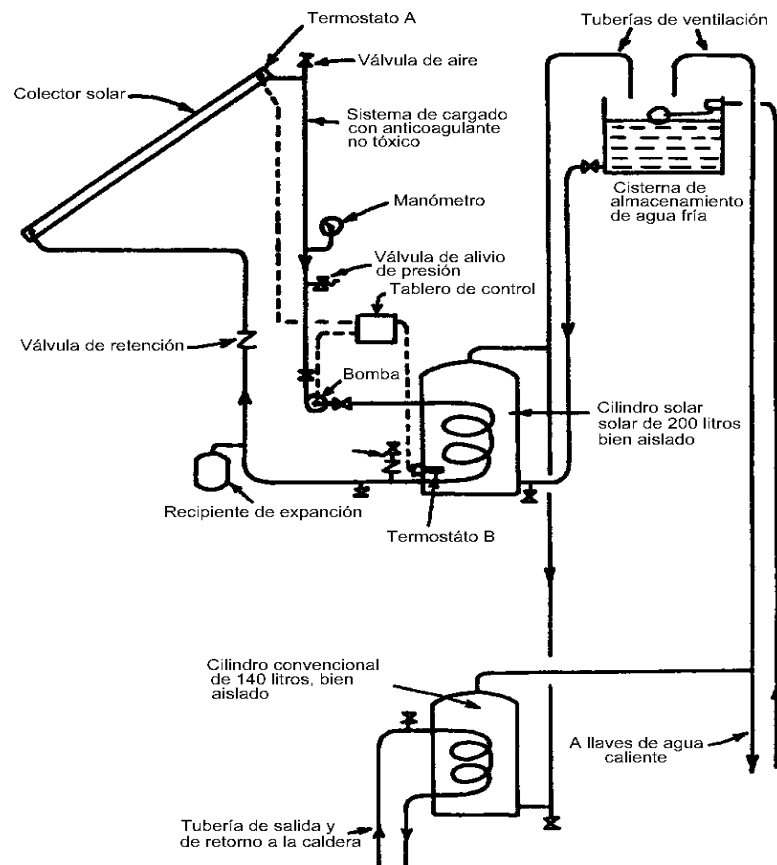
El uso de los calentadores solares permite mejorar en forma importante nuestro entorno ambiental.

Los problemas de la contaminación en las zonas urbanas no sólo son provocados por los combustibles utilizados en el transporte y en la industria, sino también por el uso de gas LP en millones de hogares, lo cual contribuye en conjunto al deterioro de la calidad del aire y la emisión de gases de efecto invernadero, con graves repercusiones locales, regionales y aun globales.

La selección de un equipo solar depende básicamente de los siguientes factores:

Primero.- Número de personas y hábitos de uso. Estos datos son básicos, porque de ellos depende en gran medida el tamaño del equipo solar requerido.

Segundo.- Otros usos del agua caliente (lavado de ropa, lavado de trastes, etc.). Si se quiere suministrar agua caliente para estos servicios, se deben considerar sus consumos.



Fuente: PLOMERÍA "F. HALL", 1998

Fig. 4.26 Sistema de calentamiento de agua por energía solar.

4.14.13 Diseño de redes de agua caliente

Una vez que se han definido todos los elementos básicos para un proyecto de abastecimiento de agua caliente, como son dotaciones, capacidad de producción, capacidad de almacenamiento si fuera necesario, tipo de calentador, temperatura de producción y de consumo, etc., podrá procederse a la ejecución del diseño de la red de agua caliente teniendo presente el sistema escogido para ello. Se da a continuación algunas consideraciones básicas que puedan servir de pauta para un mejor diseño:

- Se deberá evitar en lo posible que la tubería de agua caliente vaya empotrada en muros o pisos, utilizando ductos, entretechos o falsas estructuras que permitan la libre dilatación o contracción por cambios de temperatura.
- Los equipos de agua caliente deben ubicarse en tal forma que permitan una fácil operación o mantenimiento.
- Deberá evitarse la combinación frecuente de metales opuestos que puedan producir corrosión galvánica (de esto se mencionará mas adelante en un capítulo destinado a ello).
- Debe tenerse en cuenta el recubrimiento de aislamiento térmico que debe llevar la tubería.

4.14.14 Cálculo del diámetro interior de tuberías para agua caliente

El diámetro interior del tubo que se requiere para descargar una cantidad determinada de agua caliente o fría cuando se tiene una cierta carga hidrostática o presión de agua se puede determinar por medio de tablas, gráficas o por cálculo.

Una fórmula bien conocida para calcular el diámetro de tuberías para agua caliente y fría es la ideada por Thomas Box, que tiene la expresión siguiente:

$$q = \sqrt{\frac{d^5 \times H}{25 \times L \times 10^5}}$$

Donde:

- q : es la descarga (gasto) que sale por la tubería [l/s]
 d : es el diámetro de los tubos [mm]
 H : es la carga hidrostática del agua [m]
 L : la longitud efectiva de la tubería [m]

EJEMPLO. Calcular el diámetro de un tubo para descargar 0.3 l/s a una regadera. La carga hidrostática constante es de 1.5 m y la longitud efectiva de la tubería es de 5 m.

$$q = \sqrt{\frac{d^5 \times H}{25 \times L \times 10^5}}$$

$$\Rightarrow d = \sqrt[5]{\frac{q^2 \times 25 \times L \times 10^5}{H}} = \sqrt[5]{\frac{0.3^2 \times 25 \times 5 \times 10^5}{1.5}} = 14.96 \text{ [mm]}$$

Asumir $\varnothing_{INT} = 15 \text{ mm} \Rightarrow$ el \varnothing de la tubería puede ser 1/2"

FUERZA RELATIVA DE DESCARGA DE LAS TUBERÍAS

$$N = \sqrt{\left(\frac{D}{d}\right)^5}$$

Si para el ejemplo anterior la tubería suministra a cinco lavabos cada una de ellas alimentada por una tubería corta de Ø 15 mm.

Es igual a la raíz cuadrada de la quinta potencia de sus diámetros.

Donde:

N : el número de tuberías secundarias
D : diámetro de la tubería principal
d : diámetro de las tuberías secundarias

Para nuestro caso:

$$N = \sqrt{\left(\frac{D}{d}\right)^5}$$

$$\Rightarrow D = \sqrt[5]{N^2 \times d^5} = \sqrt[5]{5^2 \times 15^5} = 28.55 \text{ [mm]}$$

Asumir Ø_{INT} = 29 mm ⇒ el Ø de la tubería puede ser 1 1/4"

4.14.15 Calentamiento eléctrico

El calentamiento eléctrico, normalmente esta hecho por medio de resistencias metálicas de inmersión, que dan buen rendimiento en la transferencia de calor. Estas resistencias en general son aisladas por mica, asbestos, etc. materias que deben soportar bien las altas temperaturas. Hay también resistencias líquidas que utilizan una propia resistencia de agua. Constan de dos electrodos, que se separan a la proporción que se quiere calentar un agua, pues un agua calentada tiene menor resistencia.

Formulas:

$$R = \frac{\rho L}{S}$$

Donde:

R: resistencia, [ohms]

ρ: resistividad del material, $\left[\frac{\text{ohms} \times \text{mm}^2}{\text{m}} \right]$

L: acompresión del resistor, [m]

S: sección del resistor, [mm²]

$$P = R I^2$$

Donde:

P: potencia, [watts]

I: corriente, [amperios]

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Donde:

V: tensión [voltios]
V: R I

$$W = P \times t$$

Donde:

W: energía, [watts / hora]
t: tiempo, [horas]

$$Q = m c (t_2 - t_1)$$

Donde:

Q: cantidad de calor, [kcal]
m: cantidad de agua, [lts]
t₂: temperatura final, [°C]
t₁: temperatura inicial, [°C]
c: calor específico, $\left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \right]$ (para agua c = 1)

$$\text{kWh} = 860 \text{ kcal}$$

$Q = 0.00024 R I^2 t$; (expresión que da cantidades de calor en *kcal* produciendo una resistencia *R*, por una corriente de *I amperios*, en *t segundos*).

EJEMPLO:

Deseamos calentar 100 lts de agua de una temperatura de 24 °C a 40 °C en dos horas. La tensión disponible en la red es de 220 volts, cual es la potencia eléctrica exigida?.

$$Q = m c (t_2 - t_1)$$

$$Q = 100 \times 1(40 - 24) = 1600 \text{ [kcal]} \quad ; 1[\text{kcal}] = 0.001163 \text{ [kwh]}$$

$$\Rightarrow Q = 1.86 \text{ [kwh]}$$

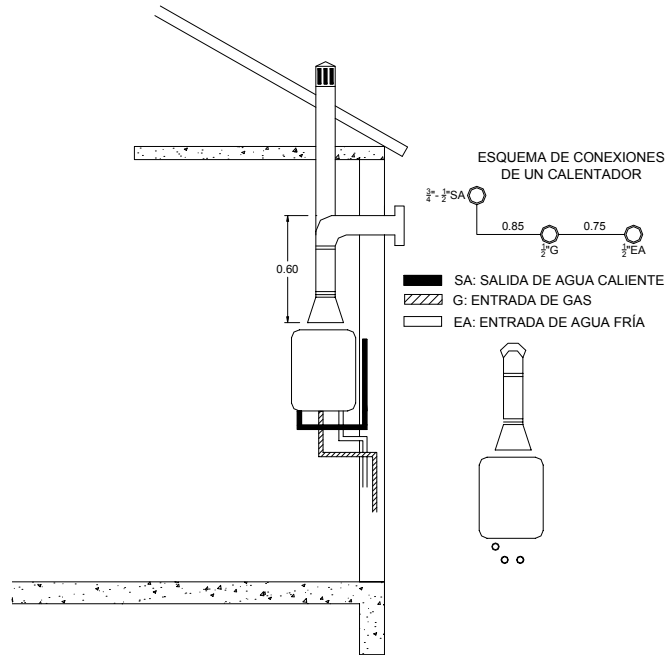
$$P = \frac{W}{t} = \frac{1.86}{2} = 0.93 \text{ [kw]} = 930 \text{ [watts]}$$

Con este dato podemos escoger según manuales y catálogos el tipo de calentador que se podría necesitar.

4.14.16 Calentamiento a gas

Es común ahora el uso de gas para el calentamiento de agua, el gas puede calentar hasta 5500 kcal por metro cúbico. Un calentador de gas normalmente está instalado en el baño o en la cocina, siendo mas favorable el calentador del tipo automático que transmite la llama a una serie de quemadores, bastando que se abra un dispositivo.

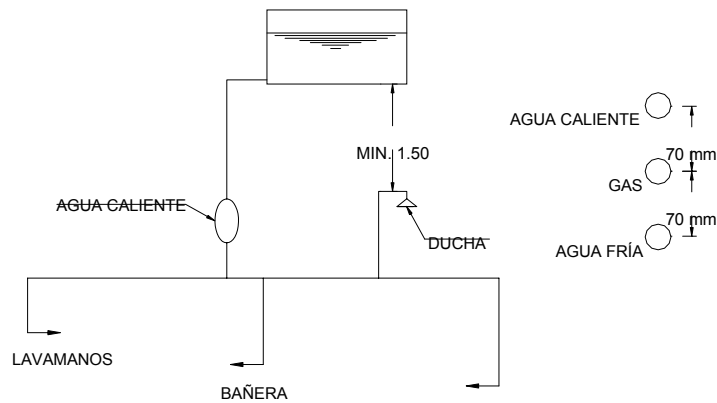
En torno a dos quemadores se desenvuelve una serpentina de agua recibiendo calorías por el contacto directo con la llama o con gases calientes.



Fuente: INST. HIDRÁULICAS Y SANITARIAS "HELIO CREDER", 1989
Fig. 4.27 Esquema de calentamiento de agua con gas.

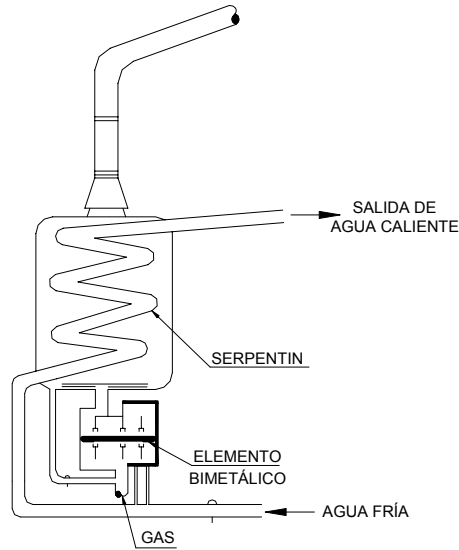
Los tipos de calentadores modernos "Junkers" deben tener dispositivos de seguridad como:

- Registro de seguridad que solo permita el paso del gas cuando el agua el agua este pasando por la serpentina.
- Válvulas automáticas que dejen pasar el gas cuando el agua este abierta y obtura el pasaje del gas cuando el agua este cerrada.



Fuente: INST. HIDRÁULICAS Y SANITARIAS "HELIO CREDER", 1989
Fig. 4.28 Detalle para instalación de calentador "Junkers".

Un calentador "Junkers" es un elemento bimetálico. En caso de que sea apagada la llama por cualquier motivo, este elemento bimetálico se comprime por enfriamiento sellando el paso del gas, como indica en la **figura 4.29**.



Fuente: INST. HIDRÁULICAS Y SANITARIAS "HELIO CREDER", 1989

Fig. 4.29 Calentador de gas "Junkers".

El consumo de gas de 1 m³ puede producir aproximadamente 4000 kcal; se admite como 70% del rendimiento medio de los calentadores.

EJEMPLO

Se desea saber el consumo de gas para un baño que consume 30 lts a una temperatura de 60 °C, el agua fría entra a una temperatura de 20 °C

Calorías utilizadas: $30 (60 - 20) = 1200 \text{ [kcal]}$

Calorías efectivas: $\frac{1200}{0.7} = 1714 \text{ [kcal]}$

Consumo: $\frac{1714}{4000} = 0.43 \text{ [m}^3\text{]}$

4.14.17 Aislamiento

En medianas y grandes instalaciones de agua caliente es necesario recubrir las tuberías con aislante térmico que disminuya al mínimo la pérdida de temperatura que significa mayor costo de operación.

Para ello existen materiales eficaces como carbonato de magnesio con amianto y/o asbesto prensado, fabricados en segmentos que se ajustan al diámetro de las tuberías; lana de vidrio forrada y laminada en segmentos semicirculares.

Estos materiales son fabricados en diferentes espesores, dando los fabricantes los coeficientes de conductividad o resistividad térmica y las especificaciones de uso e instalación.

4.14.18 Dilatación

Debido a los cambios de temperatura en las tuberías de agua caliente y circulación, se producirá dilataciones o contracciones en las mismas.

Para absorber estos cambios de longitud deberá preverse la instalación de uniones de expansión, sobre todo en medianas y grandes instalaciones.

En el diseño de las redes de agua caliente y circulación deberá considerarse los tramos de mayor longitud seccionándolos con puntos fijos de apoyo para luego calcular la dilatación para cada tramo, de acuerdo a la longitud que pueda absorber la unión de expansión elegida.

Puede adquirirse o fabricarse uniones de expansión de curva o del tipo de telescopio. Las primeras son más económicas y utilizadas donde el espacio lo permite y para diámetros pequeños y las segundas, utilizadas donde no hay espacio suficiente y para diámetros mayores.

4.15 Interpretación de dibujos

La interpretación de dibujos en las instalaciones domiciliarias no es compleja por el contrario es de fácil entendimiento, pero para mejor entendimiento desarrollaremos los siguientes subtítulos:

4.15.1 Simbología

| AGUA POTABLE | SIMBOLOS |
|-------------------------------|----------|
| Grifo de riego | |
| Válvula de paso | |
| Válvula de retención | |
| Válvula reguladora de presión | |
| Válvula de flotador | |
| Válvula vacuorreguladora | |
| Medidor de agua | |
| Bomba | |
| Niple | |
| Tee | |
| Cruz | |
| Codo 90° | |
| Codo 45° | |
| Reducción excéntrica | |
| Reducción concéntrica | |
| Unión universal | |
| Tapón hembra | |
| Tapón ciego | |

| ALCANTARILLADO | SIMBOLOS |
|----------------------------|----------|
| Dirección de la pendiente | |
| Terminación de ventilación | |
| "Y" Sanitaria | |
| "Y" Sanitaria doble | |
| Ramal "Y" simple | |
| Ramal "Y" doble | |
| Rejilla de piso | |
| Sumidero de agua pluvial | |
| Caja interceptora | |
| Cámara de registro | |
| Cámara de inspección | |

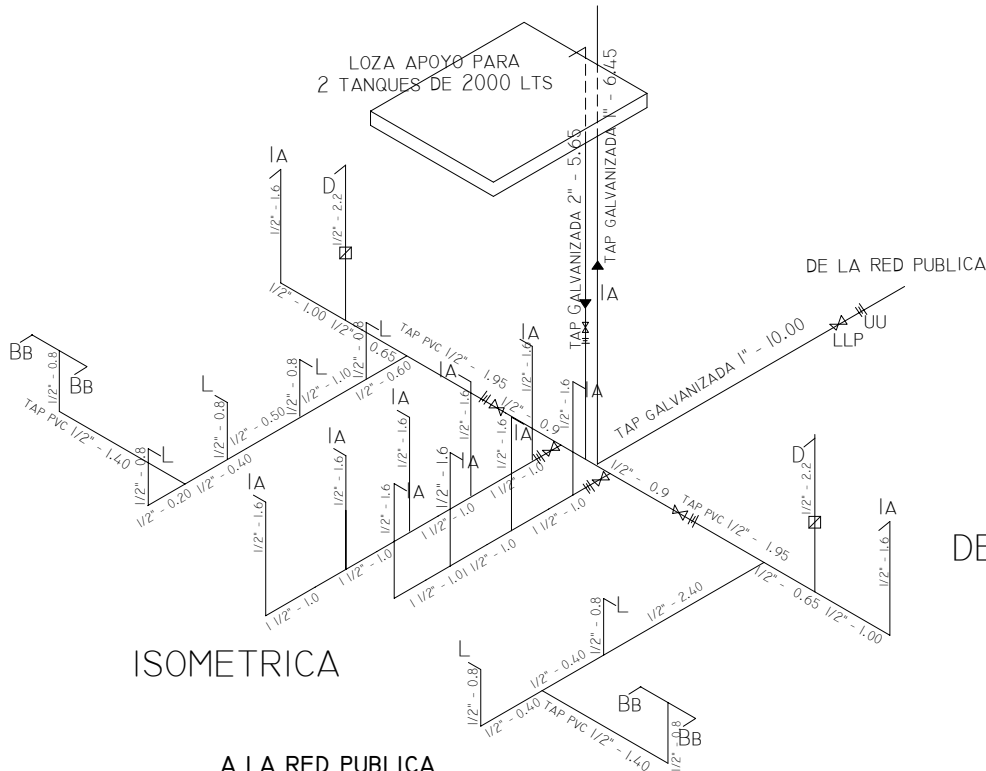
Símbolos vigentes en la elaboración de Planos Sanitarios

| | |
|---|--|
| Tubería de Agua Potable | |
| Tubería de Agua Caliente | |
| Alcantarillado que recibe materias fecales y aguas servidas | |
| Alcantarillado de aguas pluviales | |
| Tubería de Ventilación | |
| Alcantarillado sanitario hormigonado | |
| Alcantarillado pluvial hormigonado | |

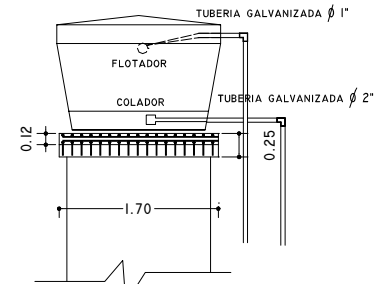
Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D., 1994

4.15.2 Dibujos vistos en planta, e isométrico

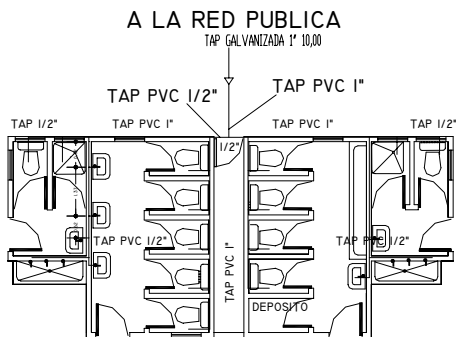
En todo proyecto la presentación de planos es imprescindible, el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias y Domiciliarias indica que para la especialidad de instalaciones sanitarias, deberán estar elaborados por profesionales matriculados y debidamente representados por su filial departamental y por la Asociación Boliviana de Ingeniería Sanitaria. Se puede utilizar las normas DIN de dibujo.



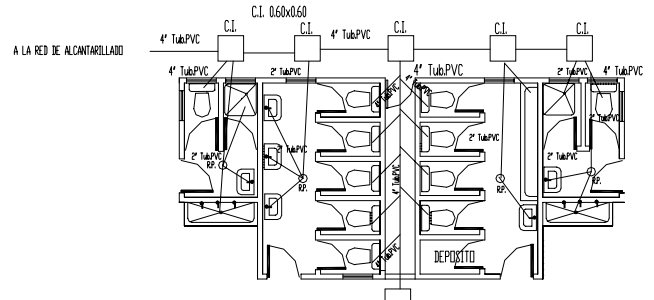
ISOMETRICA



DETALLE TANQUE DE AGUA DE FIBROCEMENTO



INST. DE AGUA POTABLE



INSTALACION SANITARIA

Fuente: PROPIA

4.16 Cálculo manual de tuberías con el uso de planillas Excel

A continuación se describe una edificación de cinco plantas que nos servirá en el ejemplo que se propone.

PLANILLAS DE CÁLCULO PARA COLUMNAS DE PRINCIPALES DE AGUA POTABLE

COLUMNA [1]

Es la columna a calcular.

PISO [2]

Es el piso a donde se desea llegar.

TRAMO [3]

Son los nudos a calcular.

NÚMERO DE ARTEFACTOS [4]

Es la cantidad de:

I: Inodoros
L: Lavabo ó lavamanos
BóD: Tina de baño ó Ducha
Bt: Bidés
Lp: Lavavajilla ó lavaplatos
Lv: Lavanderías
U: Urinarios

UNIDADES DE GASTO [5]

En estas casillas introducir las respectivas unidades de gasto de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4.21 UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DOMICILIARIA (ARTEFACTOS DE USO PRIVADO).

| ARTEFACTO SANITARIO | TIPO DE CONTROL DE SUMINISTRO | TOTAL | UNIDADES DE GASTO | |
|--------------------------|-------------------------------------|-------|-------------------|---------------|
| | | | AGUA FRÍA | AGUA CALIENTE |
| 1. CUARTO DE BAÑO | | | | |
| Inodoro | Tanque de lavado | 3 | | |
| Inodoro | Bajo consumo | 2 | | |
| Inodoro | Válvula de lavado | 6 | | |
| Urinario | Tanque de lavado | 3 | | |
| Urinario | Válvula de lavado | 5 | | |
| Bidé | Llave o grifo | 1 | 0.75 | 0.75 |
| Lavatorio | Llave o grifo | 1 | 0.75 | 0.75 |
| Tina o bañera | Llave o grifo | 2 | 1.5 | 1.5 |
| Ducha o regadera | Llave o grifo | 2 | 1.5 | 1.5 |
| Ducha o regadera | Llave o bajo consumo | 1.5 | 1 | 1 |
| Baño completo | Tanque de lavado | 5 | 4.5 | 2.25 |
| Baño completo | Tanque bajo consumo | 4 | 3.5 | 2.25 |
| Baño completo | Válvula de lavado | 8 | 8 | 2.25 |
| Medio (visita) | Tanque de lavado | 3 | 3 | 0.75 |
| Medio (visita) | Tanque bajo consumo | 2 | 2 | 0.75 |
| Medio (visita) | Válvula de lavado | 6 | 6 | 0.75 |
| 2. COCINA | | | | |
| Lavadero | Llave o grifo | 3 | 2 | 2 |
| Lavaplatos | Llave o grifo | 3 | 2 | 2 |
| Lavadero repostero | Llave o grifo | 3 | 2 | 2 |
| 3. LAVANDERÍA | | | | |
| Lavadero de ropa | Llave o grifo | 3 | 2 | 2 |
| Lavadora eléctrica | Llave o grifo | 4 | 3 | 2 |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D., 1994

UNIDADES DE GASTO PARCIALES [6]

Es la sumatoria de todas las casillas del numeral [5]

UNIDADES DE GASTO ACUMULADAS [7]

Es la suma del numeral [6] mas la unidad acumulada de la anterior fila.

CAUDAL (l/s) [8]

Es el caudal probable, la expresión a introducir será de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4.22 FORMULAS PROCESADAS PARA INTERVALOS INDICADOS

| ARTEFACTO | INTERVALO | EXPRESIÓN |
|---------------|------------------|---|
| TANQUE | 0 < UG < 100 | G. prob. = $0.083373 + 0.022533 \times UG - 8.31E-5 / UG^2$ |
| | 100 ≤ UG ≤ 500 | G. prob. = $0.814228 + 0.007263 \times UG - 5.55E-7 / UG^2$ |
| | 500 < UG ≤ 1000 | G. prob. = $1.501666 + 0.05683 \times UG$ |
| VÁLVULA | 5 < UG < 100 | G. prob. = $0.212260 + 0.026369 \times UG - 1.04E-4 / UG^2$ |
| | 100 ≤ UG < 500 | G. prob. = $1.523285 + 0.008663 \times UG - 4.11E-6 / UG^2$ |
| | 500 ≤ UG ≤ 1000 | G. prob. = $2.546667 + 0.004663 \times UG$ |
| TANQ. U VALV. | 1000 < UG ≤ 4000 | G. prob. = $3.194621 + 0.001013 \times UG - 2.66E-8 / UG^2$ |

Fuente: REGLAMENTO NACIONAL DE I.S.D., 1994

DIÁMETRO [9]

El diámetro será elegido de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4.23 DIÁMETROS INDICADOS

| DIÁMETRO | |
|----------|-----|
| mm | in |
| 13 | ½ |
| 19 | ¾ |
| 25 | 1 |
| 32 | 1 ¼ |
| 38 | 1 ½ |
| 50 | 2 |
| 63 | 2 ½ |
| 76 | 3 |
| 100 | 4 |
| 125 | 5 |
| 150 | 6 |

Fuente: PROPIA

Es de importancia tomar los siguientes parámetros para la elección del diámetro de la tubería.

- La velocidad tiene que estar entre 0.6 – 1.5 [m/s] – (Máximo 2.50 [m/s]).
- La máxima presión estática no debe ser superior a 40 mca.

VELOCIDAD [10] (m/s)

$$V = \frac{[8] \times 0.001}{\pi \times ([9'] \times 0.001)^2 \times 4}$$

LONGITUD [11] (m)

LONGITUD REAL [11']: Es la longitud real de la tubería

LONGITUD EQUIVALENTE [11'']: Es la longitud que se aumenta en la tubería por la existencia de accesorios de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4.24 PERDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS

| Ø | | Codo 90° R. Largo | Codo 90° R. Medio | Codo 90° R. Corto | Codo 45° | Curva 45° | Curva 90° | Curva 45° | Entrada Normal | Entrada de Borde | Válvula Comp. Abierta | Válvula Globo Abierta | Válvula Angulo Abierta | Te. pasaje Abierto | Te. salida de Lado | Te. salida Bilateral | Válvula de pie y colador | Salida de Tubería | Válvula de Rte. tipo liviano | Válvula de Rte. Tipo pesado |
|-----|-----|-------------------|-------------------|-------------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------------|------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------|
| m | in | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | ½ | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 4.9 | 2.6 | 0.3 | 1.0 | 1.0 | 3.6 | 0.4 | 1.1 | 1.6 |
| 19 | ¾ | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.2 | 0.2 | 0.5 | 0.1 | 6.7 | 3.6 | 0.4 | 1.4 | 1.4 | 5.6 | 0.5 | 1.6 | 2.4 |
| 25 | 1 | 0.5 | 0.7 | 0.8 | 0.4 | 0.3 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 0.2 | 8.2 | 4.6 | 0.5 | 1.7 | 1.7 | 7.3 | 0.7 | 2.1 | 3.2 |
| 32 | 1 ¼ | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.3 | 0.4 | 0.9 | 0.2 | 11.3 | 5.6 | 0.7 | 2.3 | 2.3 | 10.0 | 0.9 | 2.7 | 4.0 |
| 38 | 1 ½ | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 0.6 | 0.5 | 0.7 | 0.3 | 0.5 | 1.0 | 0.3 | 13.4 | 6.7 | 0.9 | 2.8 | 2.8 | 11.6 | 1.0 | 3.2 | 4.8 |
| 50 | 2 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 0.8 | 0.6 | 0.9 | 0.4 | 0.7 | 1.5 | 0.4 | 17.4 | 8.5 | 1.1 | 3.5 | 3.5 | 14.0 | 1.5 | 4.2 | 6.4 |
| 63 | 2 ½ | 1.3 | 1.7 | 2.0 | 0.9 | 0.8 | 1.0 | 0.5 | 0.9 | 1.9 | 0.4 | 21.0 | 10.0 | 1.3 | 4.3 | 4.3 | 17.0 | 1.9 | 5.2 | 8.1 |
| 75 | 3 | 1.6 | 2.1 | 2.5 | 1.2 | 1.0 | 1.3 | 0.6 | 1.1 | 2.2 | 0.5 | 26.0 | 13.0 | 1.6 | 5.2 | 5.2 | 20.0 | 2.2 | 6.3 | 9.7 |
| 100 | 4 | 2.1 | 2.8 | 3.4 | 1.5 | 1.3 | 1.6 | 0.7 | 1.6 | 3.2 | 0.7 | 34.0 | 17.0 | 2.1 | 6.7 | 6.7 | 23.0 | 3.2 | 8.4 | 12.9 |
| 125 | 5 | 2.7 | 3.7 | 4.2 | 1.9 | 1.6 | 2.1 | 0.9 | 2.0 | 4.0 | 0.9 | 43.0 | 21.0 | 2.7 | 8.4 | 8.4 | 30.0 | 4.0 | 10.4 | 16.1 |
| 150 | 6 | 3.4 | 4.3 | 4.9 | 2.3 | 1.9 | 2.5 | 1.1 | 2.5 | 5.0 | 1.1 | 51.0 | 26.0 | 3.4 | 10.0 | 10.0 | 39.0 | 5.0 | 12.5 | 19.3 |
| 200 | 8 | 4.3 | 5.5 | 6.4 | 3.0 | 2.4 | 3.3 | 1.5 | 3.5 | 6.0 | 1.4 | 67.0 | 34.0 | 4.3 | 13.0 | 13.0 | 52.0 | 6.0 | 16.0 | 25.0 |
| 250 | 10 | 5.5 | 6.7 | 7.9 | 3.8 | 3.0 | 4.1 | 1.8 | 4.5 | 7.5 | 1.7 | 85.0 | 43.0 | 5.5 | 16.0 | 16.0 | 65.0 | 7.5 | 20.0 | 32.0 |
| 300 | 12 | 6.1 | 7.9 | 9.5 | 4.6 | 3.6 | 4.8 | 2.2 | 5.5 | 9.0 | 2.1 | 102 | 51.0 | 6.1 | 19.0 | 19.0 | 78.0 | 9.0 | 24.0 | 38.0 |
| 350 | 14 | 7.3 | 9.5 | 10.5 | 5.3 | 4.4 | 5.4 | 2.5 | 6.2 | 11.0 | 2.4 | 120 | 60.0 | 7.3 | 22.0 | 22.0 | 90.0 | 11.0 | 28.0 | 45.0 |
| 400 | 16 | 8.4 | 11.1 | 12.2 | 6.2 | 5.4 | 6.2 | 2.8 | 7.2 | 12.5 | 2.8 | 130 | 68.0 | 8.4 | 26.0 | 26.0 | 100 | 12.5 | 32.0 | 54.0 |

Fuente: MANUAL p/CALCULO DISEÑO Y PROYECTO DE INST. SANITARIAS Y DOMICILIARIAS, 1986

LONGITUD TOTAL [11'']: Es la suma de [11'] + [11'']

PERDIDA DE CARGA [12] (m)

Para la perdida de carga se emplea la formula de Flamant planteada en unidades del Sistema Internacional:

$$\text{UNITARIA: } j = \frac{4 C [10]^{1.75}}{2 \times 0.001 \times [9']^{1.25}}$$

Donde:

C: es el coeficiente de fricción, 0.00031 para Fundido, 0.00023 para Galvanizado, 0.00018 para Acero, 0.00012 para Cobre, 0.00010 para PVC.

$$\text{TOTAL: } J = [11''] \times \text{Pérdida Unitaria}$$

Hg ALTURA GEOMÉTRICA DEL TANQUE [13] (m)

Es la altura del tanque desde el nivel 0.00 m.

hg ALTURA DEL PISO ESTUDIADO[14] (m)

Es la altura de cada piso desde el nivel 0.00 m.

PRESIÓN [15] (m)

La presión disponible es: $Hg - [11''] - hg$

Donde:

Hg: Altura geométrica del tanque, [m]

[11'']: Pérdida de carga total, [m]

hg: Altura del piso estudiado, [m]

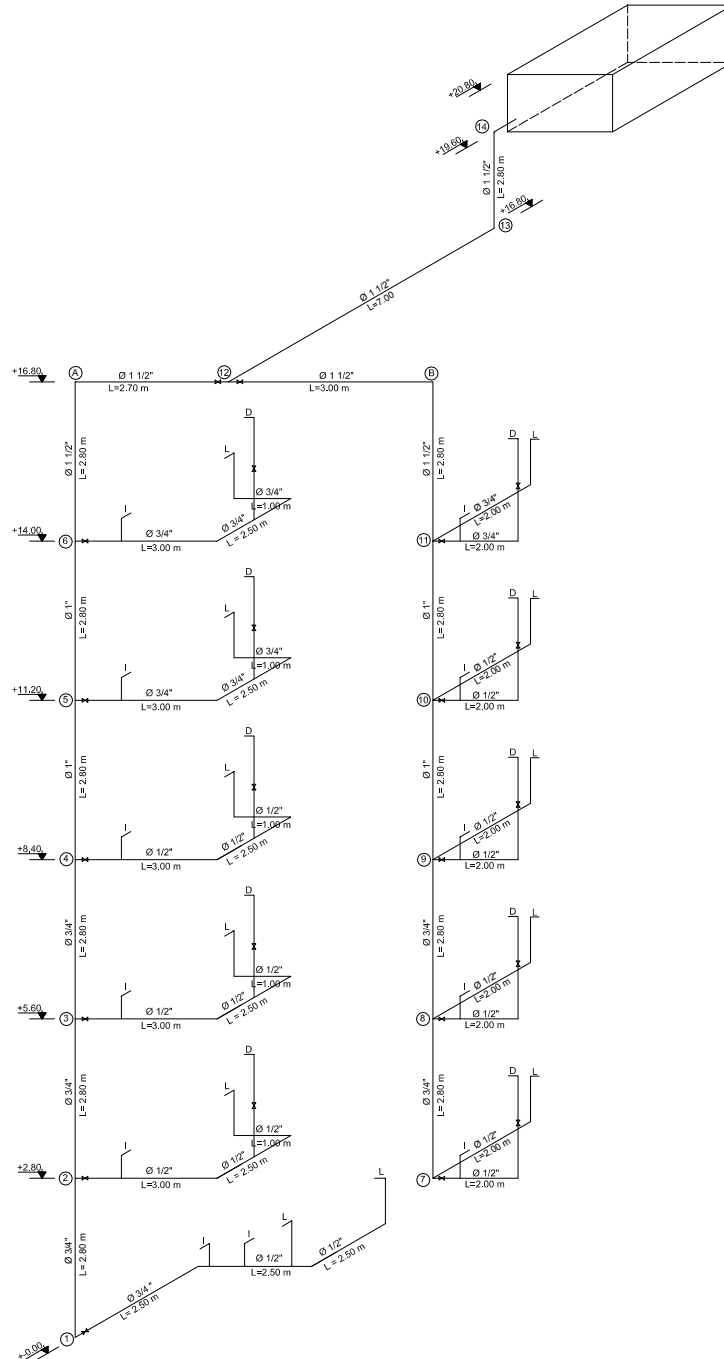
EJEMPLO: Para el nudo 4 la presión es: $19.60 - 0.200 - 8.40 = 11.00$ [m]

NUDO [16]

Se refiere al nudo del piso estudiado.

NOTA: Es de importancia tomar estos apartados:

- Para el cálculo de la tubería entre los nudos 12 y 13 (de nuestro ejemplo), que se encuentra en la terraza, las Unidades de Gasto acumuladas es la suma de la Unidades de Gasto de los tramos 6 – 12 y 11 – 12 que es igual a 68.
- Para el cálculo de la tubería entre los nudos 13 y 14 es la suma de la Unidad de Gasto del tramo 12 – 13 que es igual a 68; si hubiese una o varias columnas que se conectan con el nudo 13, también se deberá sumar sus respectivas Unidades de Gasto.



PLANILLAS DE CÁLCULO PARA RAMALES DE AGUA POTABLE

COLUMNA [1]

Es la columna a calcular.

PISO [2]

Es el piso de donde se desea calcular.

TRAMO [3]

Son los nudos a calcular.

NÚMERO DE ARTEFACTOS [4]

Es la cantidad de:

I: Inodoros
L: Lavabo ó lavamanos
BóD: Tina de baño ó Ducha
Bt: Bidés
Lp: Lavavajillas ó lavaplatos
Lv: Lavanderías
U: Urinarios

UNIDADES DE GASTO [5]

En estas casillas introducir las respectivas *unidades de gasto* de acuerdo a la **tabla 4.21**.

UNIDADES DE GASTO ACUMULADAS [6]

Es la suma del numeral [5] mas la unidad acumulada de la anterior fila.

CAUDAL (l/s) [7]

Es el caudal probable, la expresión a introducir será de acuerdo a la **tabla 4.22**

DIÁMETRO [8]

El diámetro será elegido de acuerdo a la **tabla 4.23**

Es de importancia tomar los siguientes parámetros para la elección del diámetro de la tubería.

- La velocidad tiene que estar entre 0.6 – 1.5 [m/s] – (Máximo 2.50 [m/s]).
- La máxima presión estática no debe ser superior a 40 m.
- La mínima presión en la entrada de los artefactos sanitarios es de 2 m.

VELOCIDAD [9] (m/s)

$$V = \frac{[8] \times 0.001}{\frac{\pi \times ([9'] \times 0.001)^2}{4}}$$

LONGITUD [10] (m)

LONGITUD REAL [10']: Es la longitud real de la tubería

LONGITUD EQUIVALENTE [10'']: Es la longitud que se aumenta en la tubería por la existencia de accesorios de acuerdo a la **tabla 4.24**.

LONGITUD TOTAL [10''']: Es la suma de [10'] + [10'']

PERDIDA DE CARGA [11] (m)

Para la pérdida de carga se emplea la formula de Flamant planteada en unidades del Sistema Internacional:

$$\text{UNITARIA: } j = \frac{4 C [9]^{1.75}}{2 \times 0.001 \times [8']^{1.25}}$$

Donde:

C: es el coeficiente de fricción, 0.00031 para Fundido, 0.00023 para Galvanizado, 0.00018 para Acero, 0.00012 para Cobre, 0.00010 para PVC.

$$\text{TOTAL: } J = [10'''] \times \text{Pérdida Unitaria}$$

PRESIÓN EN EL NUDO [12] (m)

Este dato será el valor del numeral [15] de la planilla de cálculo de columnas principales, para la primera fila, la siguiente es la Presión en el Nudo Consecutivo [15].

ALTURA DEL ARTEFACTO [13] (m)

Son las alturas de los artefactos a calcular.

PRESIÓN EN EL ARTEFACTO [14] (m)

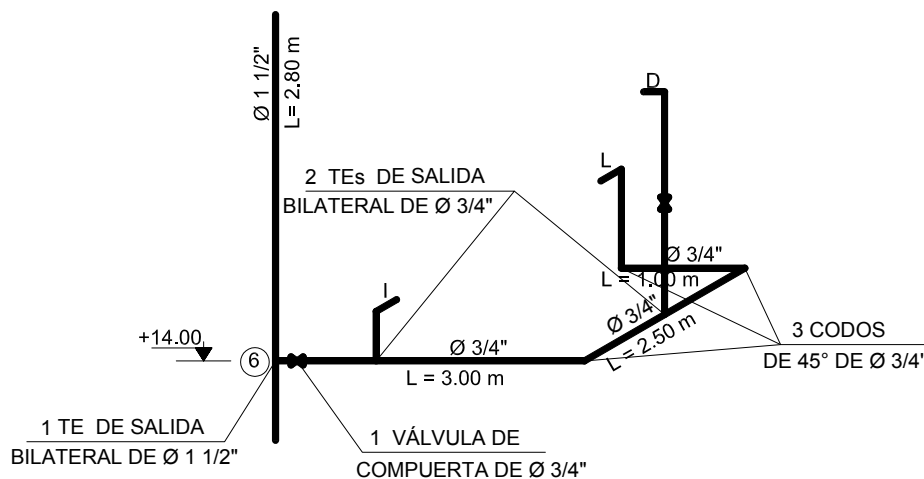
$$[14] = [12] - [11 \text{ TOTAL}] - [13]$$

PRESIÓN EN EL NUDO CONSECUTIVO [15] (m)

$$[15] = [12] - [11 \text{ TOTAL}]$$

NOTA: Para el cálculo de ramales de la columna B será el Ingeniero Proyectista quien ponga en juego su criterio, por ejemplo se puede unir las tuberías y sus respectivas perdidas de carga, ó por el contrario se puede calcular por separado.

Por otro lado para anotar lado la longitud equivalente es como sigue:



PLANILLAS DE CÁLCULO PARA COLUMNAS DE PRINCIPALES DE AGUA CALIENTE

- Calcular la Presión Eficaz Necesaria H , para vencer los rozamientos del circuito

$$H = 2 \sum L R + \sum L_{eq}$$

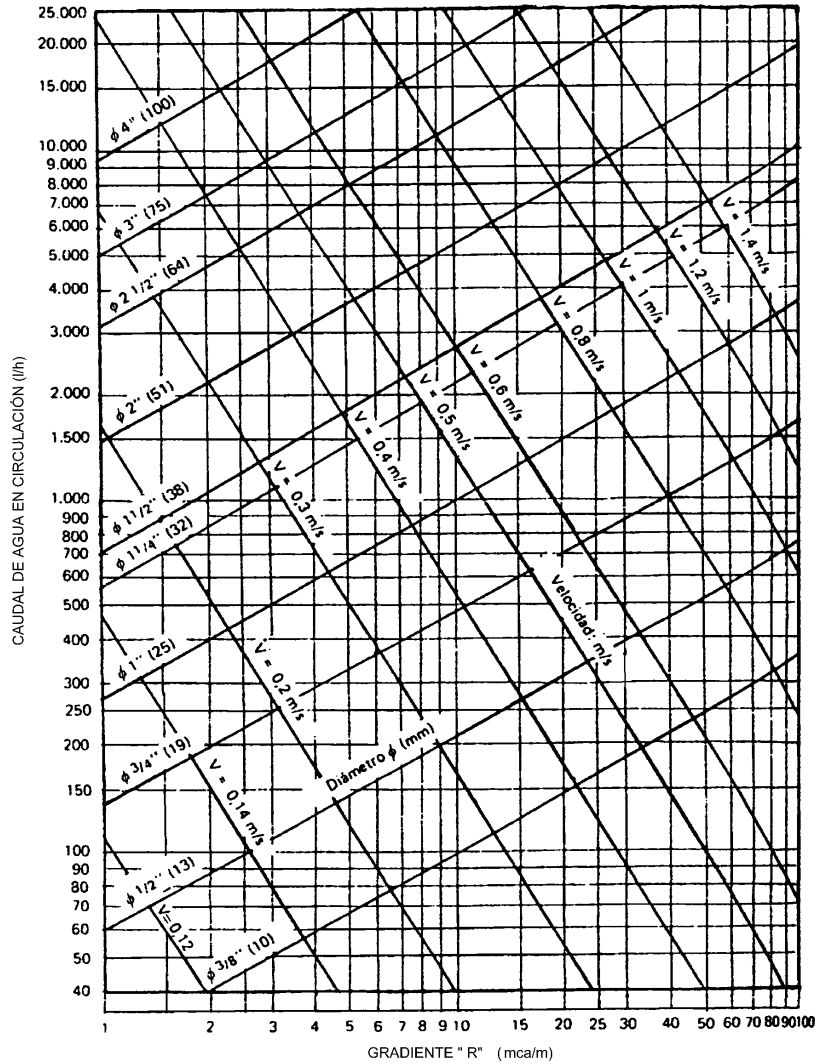
Donde:

H : Presión eficaz necesaria, [m]

$\sum L$: Sumatoria de la longitud real de la tubería, [m]

R : Gradiente hidráulico, [mca/m]

$\sum L_{eq}$: Sumatoria de longitud equivalente, [m]



PARA NUESTRO EJEMPLO:

Se estimó el gasto horario de 800 l/h (este gasto tendrá que ser estimado por el ingeniero calculista de acuerdo al modo de vida de la edificación, por lo general esta entre el 20% y 30 % del consumo total de agua).

Con este dato y una velocidad mínima de circulación de 0.5 m/s se obtiene el gradiente R de 14 mmca/m.

Entonces: $H = 2 \times 42 \times 14 + 18.9 = 20$ [mca]

COLUMNA [1]

Es la columna a calcular.

PISO [2]

Es el piso a donde se desea llegar.

TRAMO [3]

Son los nudos a calcular.

NÚMERO DE ARTEFACTOS [4]

Es la cantidad de:

L: Lavabo ó lavamanos
BóD: Tina de baño ó Ducha
Bt: Bidés
Lp: Lavavajilla ó lavaplatos
Lv: Lavanderías

UNIDADES DE GASTO [5]

En estas casillas introducir las respectivas unidades de gasto de acuerdo a la tabla 4.21

UNIDADES DE GASTO PARCIALES [6]

Es la sumatoria de todas las casillas del numeral [5]

UNIDADES DE GASTO ACUMULADAS [7]

Es la suma del numeral [6] mas la unidad acumulada de la anterior fila.

CAUDAL (l/s) [8]

Es el caudal probable, la expresión a introducir será de acuerdo a la tabla 4.22.

DIÁMETRO [9]

El diámetro será elegido de acuerdo a la tabla 4.23.

Es de importancia tomar los siguientes parámetros para la elección del diámetro de la tubería.

- La velocidad tiene que estar (para nuestro ejemplo) entre 0.5 – 1.5 [m/s] – (Máximo 2.50 [m/s]).
- La máxima presión estática no debe ser superior a 40 mca.

VELOCIDAD [10] (m/s)

$$V = \frac{[8] \times 0.001}{\frac{\pi \times ([9'] \times 0.001)^2}{4}}$$

En tuberías de agua caliente se podría permitir una máxima velocidad de: para Ø ½" 3.00 m/s (este valor para un máximo de 8 UG), para Ø ¾" 3.96 m/s, Ø 1" 3.36 m/s, Ø 1 ¼" 3.36 m/s, Ø 1 ½" 1.99 m/s, Ø 2" 1.24 m/s, estos valores son para un máximo de 70 UG.

LONGITUD [11] (m)

LONGITUD REAL [11']: Es la longitud real de la tubería

LONGITUD EQUIVALENTE [11'']: Es la longitud que se aumenta en la tubería por la existencia de accesorios de acuerdo a la **tabla 4.24**.

LONGITUD TOTAL [11''']: Es la suma de [11'] + [11'']

PERDIDA DE CARGA [12] (m)

Para la pérdida de carga se emplea la fórmula de Fair –Wipple:

$$\text{UNITARIA: } j = \frac{C [8]^3}{[10] \times [9'']^7}$$

Donde C: 0.5 para hierro fundido, 0.4 para hierro galvanizado, 0.3 para acero, 0.2 para cobre

$$\text{TOTAL: } J = [11'''] \times \text{Pérdida Unitaria}$$

PRESIÓN DISPONIBLE [13] (m)

Para nuestro ejemplo en la primera fila será de 20 m

Las siguientes presiones disponibles son: 20 – Pérdida de Carga Total

Las subsiguientes la iteración de las anteriores filas.

NUDO [14]

Se refiere al nudo del piso estudiado.

NOTA: Para el cálculo de ramales de agua caliente, viene a ser el mismo procedimiento que en el de agua fría, exceptuando en la parte de pérdida de carga unitaria, pues es en esta parte que la fórmula cambiara por la de Fair – Wipple.

4.17 Uso del software Saisd V1.01 en el cálculo de tuberías

En la carrera de Ingeniería Civil de nuestra Universidad se desarrolló un software por los ahora Ing^{os}. Juan Ayala Fuentes y Melvy Flores Rioja, llamado Saisd V1.01 (Software Asistido para Instalaciones Sanitarias y Domiciliarias) en el cual desarrollamos un manual ejemplificado para su uso en el cálculo asistido por computadora.

EJEMPLO

Agua potable Domiciliaria.

1. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS PARA EL CÁLCULO DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS.

Antes de preconcebir cualquier proyecto, el proyectista debe recopilar ciertos datos que son muy necesarios a la hora de realizar cualquier proyecto, en el caso de instalaciones sanitarias domiciliarias, se tomara en cuenta los siguientes aspectos entre muchos:

- Localización de la tubería matriz, profundidad, diámetro, presión de servicio y caudal aproximado de la tubería.
- Se deberá contar con un juego completo de planos arquitectónicos: plantas, cortes, etc.
- El proyectista debe estudiar detenidamente las plantas y cortes del proyecto arquitectónico para definir la ubicación de la tubería de alimentación.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SAISD.

El programa cuenta con menús y barras desplegables. Primero observemos que propiedades posee el programa, para continuar luego con el cargado de los datos.

El sistema cuenta con los siguientes menús:

- Archivo
- Datos generales
- Utilidades
- Imprimir
- Ayuda

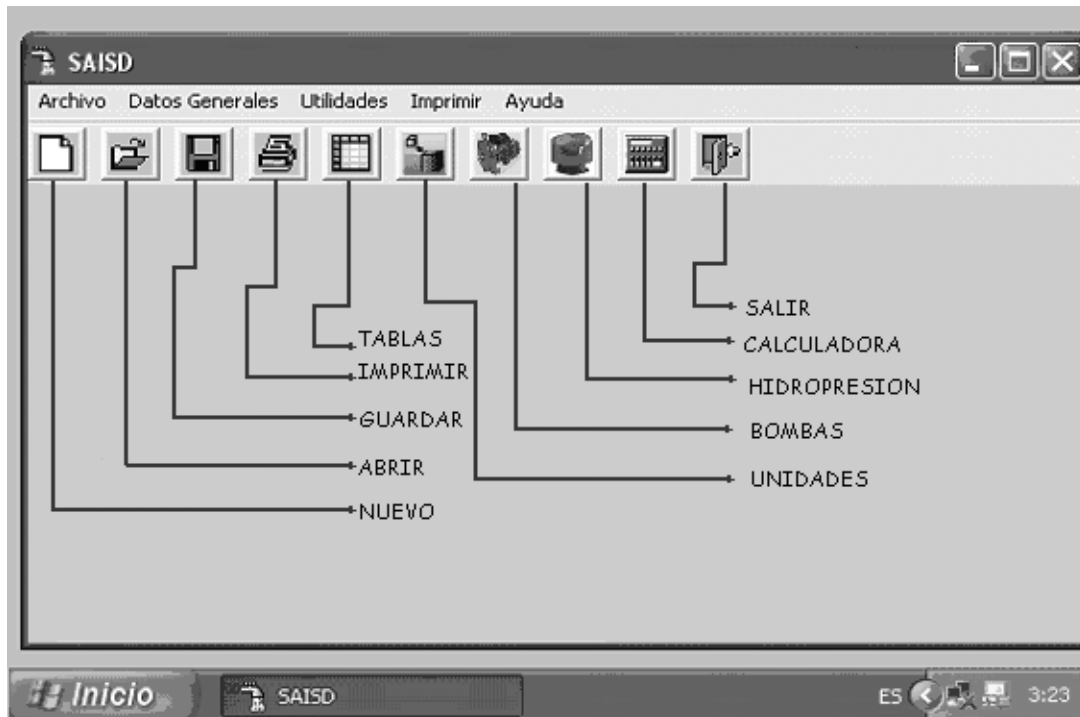


Fig. 30 Presentación general del programa.

MENÚ ARCHIVO



Fig. 31 El menú archivo.

Nuevo Proyecto : Muestra el formulario “**Información General**”, en el cual el usuario podrá suministrar el Nombre de Proyecto, su Nombre y otros que le sean concernientes. También podrá, desde la etiqueta “**Abastecimiento**” seleccionar el tipo servicio que requiere calcular.

Abrir Proyecto : Permite Seleccionar un archivo existente para revisar y/o actualizar un los datos de un proyecto.

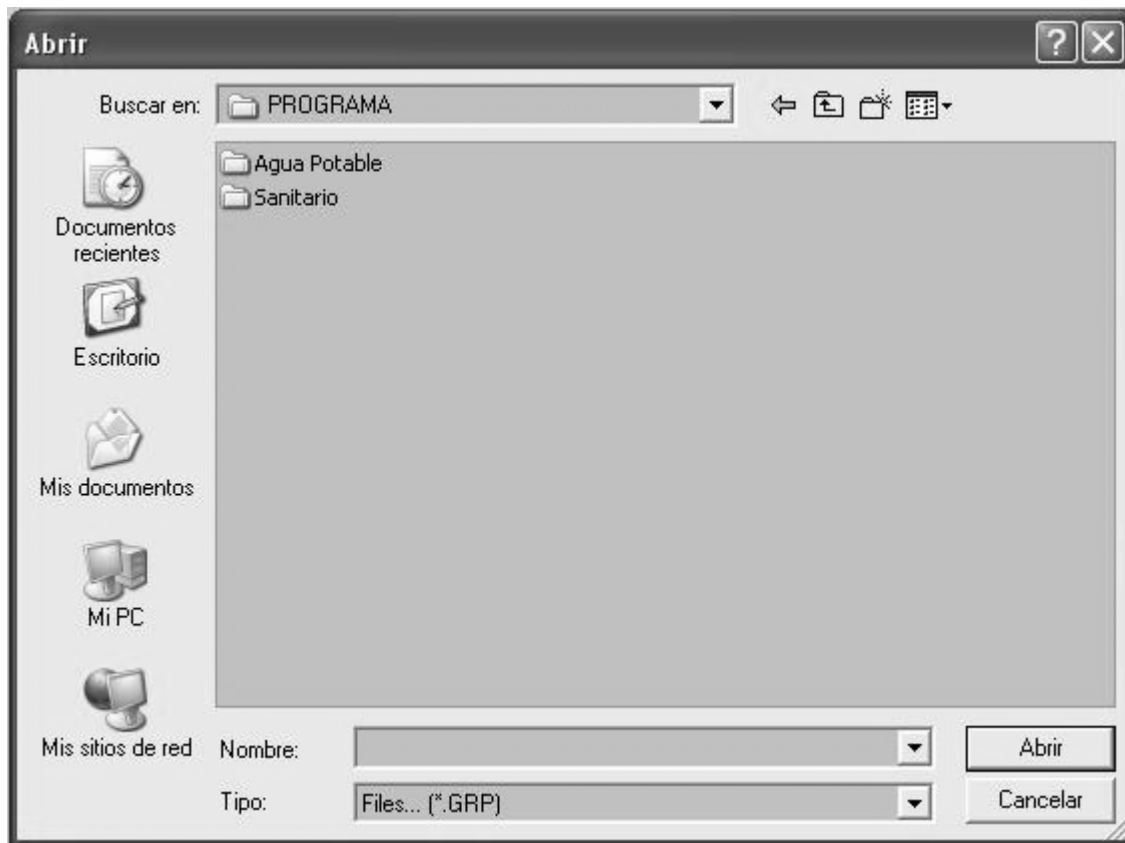


Fig. 32 Ejecución del comando abrir.

Fig. 33 El formulario de información general del comando abrir.

Guardar Proyecto: Permite grabar los datos o cambios ingresados en el proyecto, se debe aclarar que existen formularios como Agua Potable y Alcantarillado que tienen sus propias opciones de grabado, como veremos mas adelante.

Guardar como: Dirección a la ubicación donde el archivo residirá, y establece el nombre bajo el cual se guardara.

Sección de proyectos trabajados recientemente: Permite abrir directamente el proyecto que uno desea y que haya sido guardado recientemente, entre los últimos cuatro.

Salir: Termina la sesión de trabajo de un Proyecto, no se debe olvidar de realizar el grabado si se desea conservar los cambios realizados.

MENÚ DATOS GENERALES

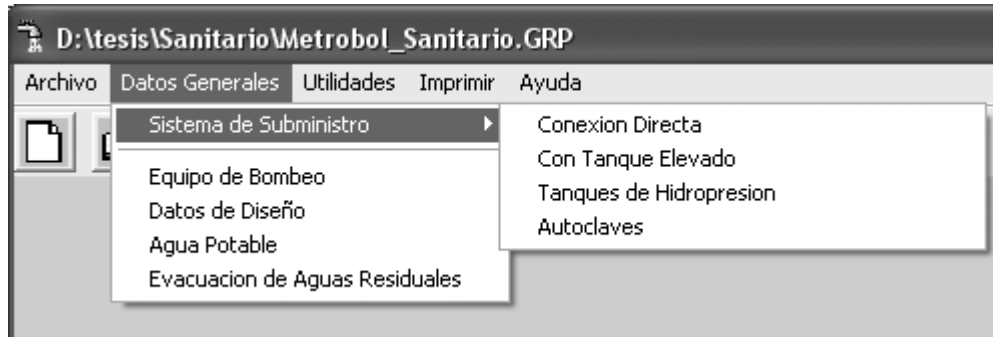


Fig. 34 El menú datos generales.

Sistema de Suministro: Permite el decidir el tipo de suministro con que se dotara al inmueble, contando con cuatro opciones que detallaremos posteriormente.

Equipo de Bombeo: Al presionar **Equipo de Bombeo**, el usuario establecerá potencia que requiere el sistema que se diseña.

Datos de Diseño: Establece el tipo de uso (Privado o Público), la ecuación bajo la cual se evaluara la pérdida de carga lineal y local, también estableceremos características particulares del edificio.

Agua potable: Abre la planilla de trabajo más importante del proyecto, anteriormente creado o el nuevo cargarse.

Evacuación de aguas residuales: Despliega un formulario que contiene un MSFlexGrid, en el cual se plasmaran los datos correspondientes del sistema de evacuación del sistema de aguas residuales.

MENÚ UTILIDADES.

Calculadora del sistema: Es una opción que realiza operaciones básicas.

Conversor de Unidades: Efectúa cambios de unidades de longitud, tiempo, volumen, velocidad, presión, y varios otros.

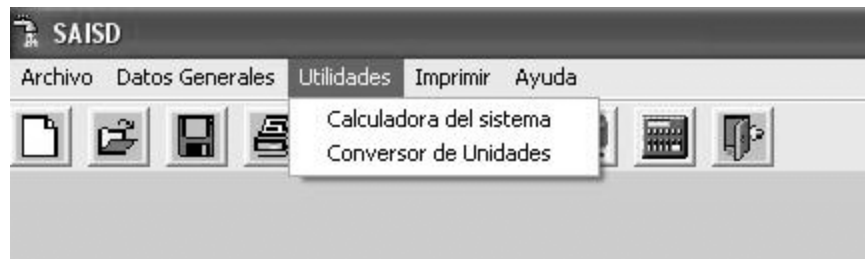


Fig. 35 El menú utilidades.

MENÚ IMPRIMIR.



Fig. 36 El menú imprimir.

Información general: Desde este acceso de menú el usuario podrá imprimir dos hojas de información, en la primera se imprimirán datos de la demanda de agua y el sistema de suministro, en la segunda los resultados generados del establecimiento de la bomba.

Resultados: Permite el acceso a un formulario, en el que a su vez se seleccionara la planilla de resultados del servicio que se ha trabajado.

MENÚ AYUDA.

Contenido: Al presionar (F1) se tiene acceso a la ayuda.

3. Iniciando un proyecto nuevo

Estrictamente en el caso de utilizar el software SAISD, el proyectista deberá esquematizar su red de distribución del edificio, vivienda, etc. que pretenda calcular de la siguiente manera: Como primera observación a realizar; deberá fijarse en que dirección ocurrirá el flujo en el caso de funcionamiento.

Siempre tratar de enumerar en forma ascendente con el sentido del flujo de agua.

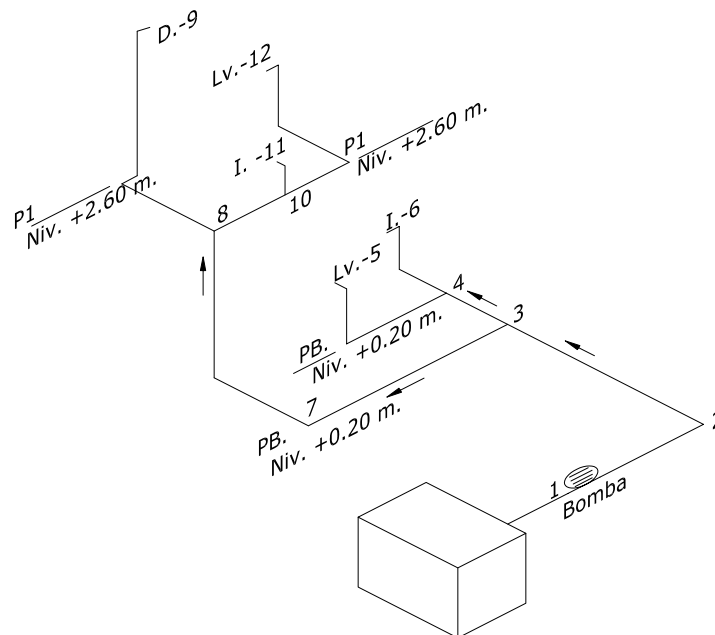


Fig. 37 Esquema isométrico numerado.

INICIANDO UN NUEVO PROYECTO.

1. Para crear un nuevo proyecto.

Seleccione **Archivo\Nuevo** y luego haga **click**, ó

Haga **click** sobre la barra de herramienta en Nuevo.

2. Se desplegara en la pantalla un formulario llamado Información General (**Figura. 33**) con las siguientes opciones:

- Información general.
- Créditos.
- Abastecimiento, en la cual marcamos agua fría.



Fig. 38 Decidiendo el abastecimiento.

- A continuación se desplegara el formulario Dotación de Agua, en el cual se despliega una lista amplia de posibles lugares donde se requiere el servicio.
- Seleccionamos un ítem, en nuestro caso residencial Unifamiliar, sobre la lista de Dotación de Agua y con el botón con la Flecha (con dirección a la derecha) añadimos a lista situada a la derecha de su pantalla el ítem escogido.

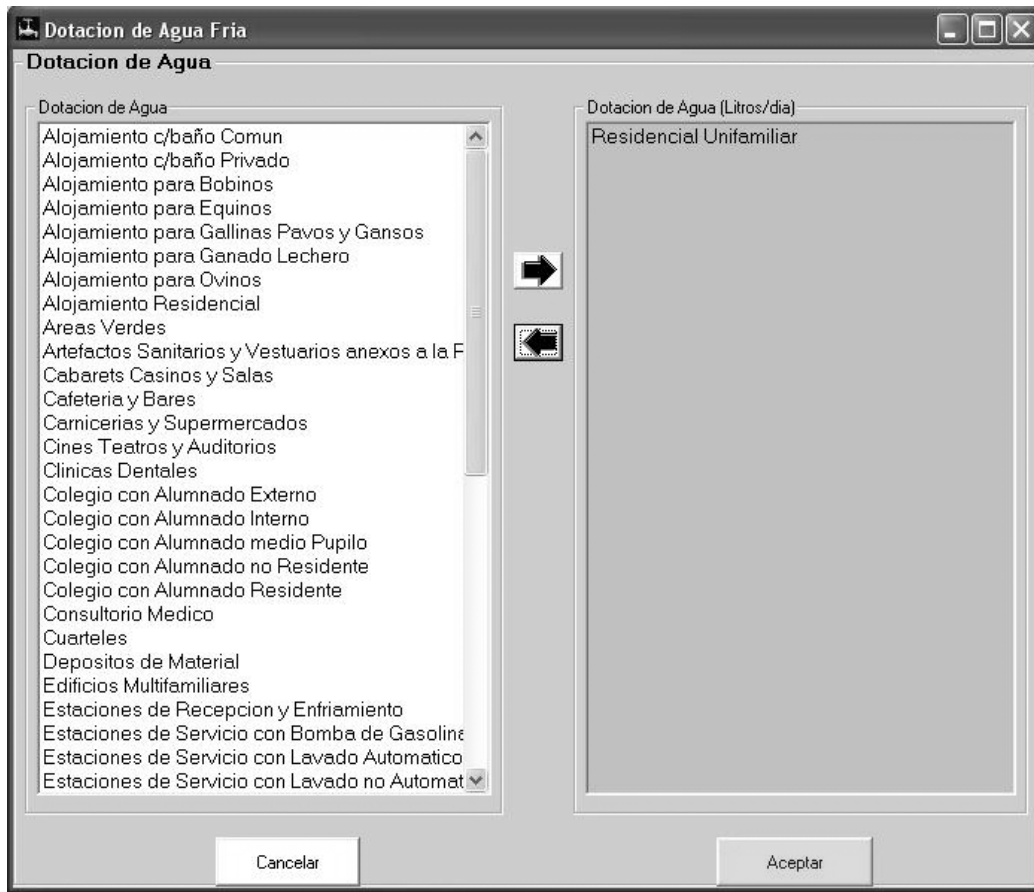


Fig. 39 La lista de dotaciones.

- Antes de concluir con la operación se desplegara otro formulario que le pedirá que ingrese el área del local, número de personas, butacas, etc. según sea el caso, presione el botón aceptar.
- Ingrese los datos requeridos, y finalice aceptando.

The screenshot shows a form titled '2.000,00' with a close button. It has two main sections: 'Tipo de Uso' and 'Datos del Edificio'. In 'Tipo de Uso', 'Privado' is selected. In 'Datos del Edificio', there are input fields for 'Altura Planta Baja' (3 m), 'Altura entre Pisos' (2.8 m), 'Numero de Pisos' (2), and 'Numero de Columnas de Agua' (1). Below these is a 'Datos de Diseño' section with 'Flamant' selected. At the bottom are 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons.

Fig. 40 Determinación del uso, del diseño y datos generales del edificio.

- Seguidamente se desplegará el siguiente formulario.

| N° Tubo | Columna | N° Piso | De Nudo | A Nudo | Altura Geométrica [m] | Longitud L [m] | Material | Flamant c |
|---------|---------|---------|---------|--------|-----------------------|----------------|----------|-----------|
| 1 | A | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | PVC | 0,0001 |
| 2 | A | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | PVC | 0,0001 |
| 3 | A | 1 | 2 | 4 | 3 | 5 | PVC | 0,0001 |
| 4 | A | 1 | 2 | 5 | 5 | 2 | PVC | 0,0001 |
| 5 | A | 1 | 5 | 6 | 2 | 5 | PVC | 0,0001 |

Fig. 41 Seleccionando desde la base datos el material.

- El usuario ingresará los siguientes datos: Columna, N° de piso, De nudo, A nudo, Altura geométrica, Longitud, todos estos extraíbles de la Fig. 8, continuando con el material por lo general PVC, Artefactos sanitarios (**figura. 43 y figura. 44**), Diámetro (**figura.42**) si así lo desea, no siendo necesario su registro ya que el programa puede calcularlo; y finalmente Accesorios (**figura. 45 y figura. 46**).
- Consecuentemente, presione el botón Datos y haber seleccionado el tipo de suministro de la red en nuestro caso autoclaves, se procederá a presionar el botón Calcular, que llenará las celdas vacías perdidas de carga, unidades de gasto, presiones y la ubicación de estas perdidas.

| Unidades de Gasto Acumulado | Caudal Q [lt/seg] | Diámetro D [mm] | Velocidad V [m/seg] | Accesorios |
|-----------------------------|-------------------|-----------------|---------------------|------------|
| 13 | 0,13 | 25 | 0,26 | Codo 90RM |
| 5 | 0,34 | 25 | 1,20 | Codo 90RC |
| 6 | 0,37 | 38 | 1,30 | Codo 45 |
| 2 | 0,13 | 63 | 0,98 | Codo 90RC |
| 2 | 0,13 | 75 | 0,98 | Codo 90RM |

Fig. 42 Opción de selección de diámetros.

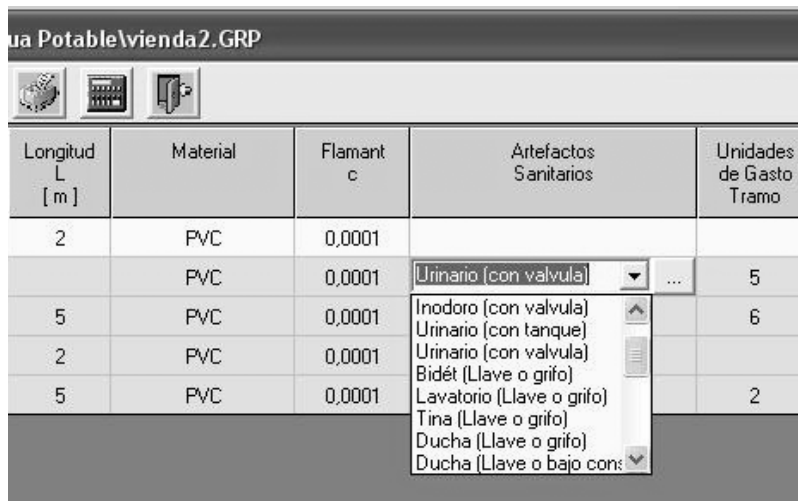


Fig. 43 Seleccionando desde la base de datos el artefacto sanitario.

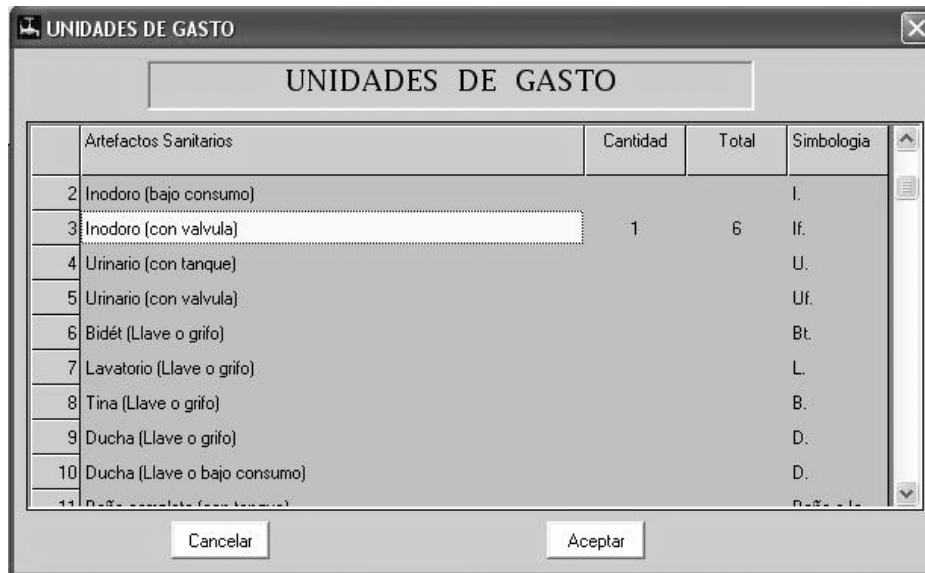


Fig. 44 Definiendo la cantidad artefactos sanitarios.

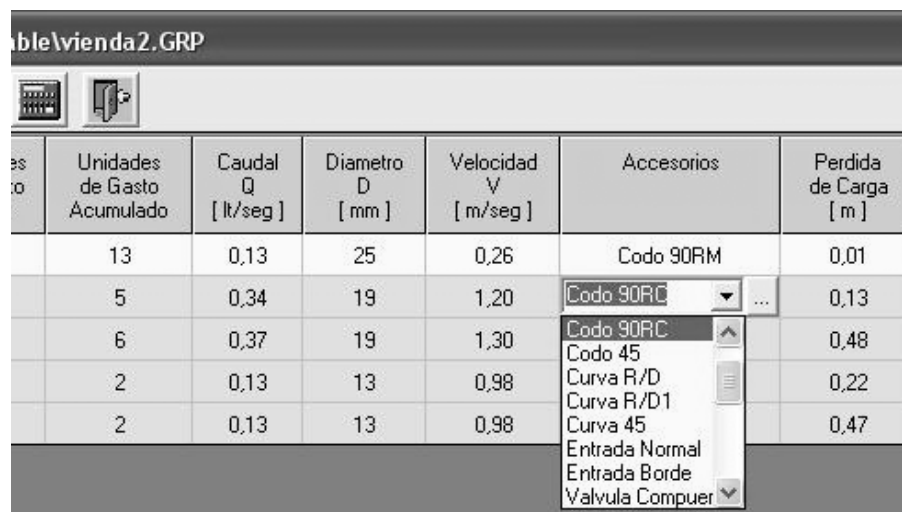


Fig. 45 Cargando desde la base de datos el accesorio deseado.



Fig. 46 Definiendo la cantidad de accesorios en la línea.

- En las celdas en las que se despliega resultados son las siguientes: Unidades de Gasto acumulado, Caudal, Velocidad, Pérdida de carga, Presión disponible.
- Con el botón Datos se despliega la siguiente pantalla.

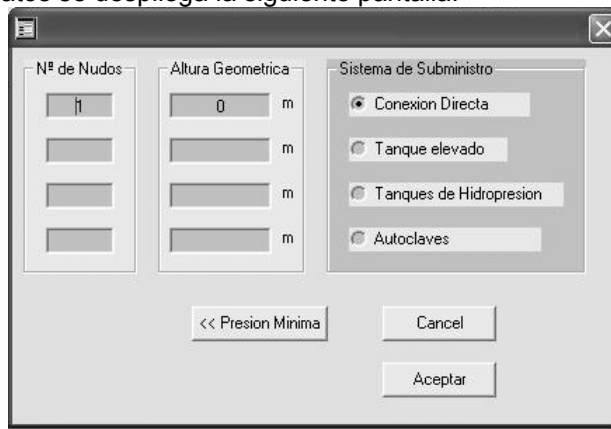


Fig. 47 Estableciendo el tipo de suministro.

- En ella, el usuario determina el número del nodo y su altura geométrica y el sistema de suministro a usarse el cual puede ser visualizado presionando el botón presión mínima.
- Si el usuario marca el botón de opciones conexión directa se abre la siguiente ventana.

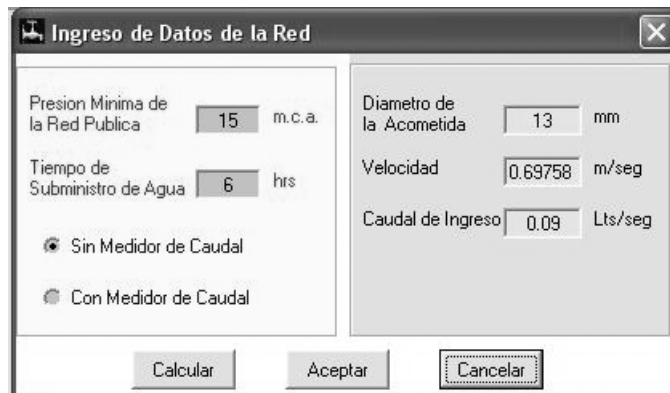


Fig. 48 Definiendo el diámetro, la velocidad, el caudal de ingreso.

Se deberá llenar la parte izquierda, y presione calcular y podrá observar en la parte derecha los resultados.

- Si su opción fuera Tanque elevado entonces se desplegara la siguiente ventana.

Fig. 49 Definiendo el tanque.

Dentro de los Datos Generales se cuenta con varias opciones, para elegir las distintas conformaciones de tanques y sus tipos de secciones, y otra serie de datos que requieren del conocimiento del usuario en cuanto a conceptos.

- Si su opción es Tanques de Hidropresión veremos la siguiente pantalla.

Fig. 50 Calculando el número de tanques de Hidropresión.

que le permite definir el número de tanques de Hidropresión.

- Si ha marcado Autoclaves veremos la siguiente pantalla, (útil en edificaciones menores a tres pisos).
El usuario deberá seleccionar según su conveniencia el dispositivo que más ventajas le proporcione.



Fig. 51 Calculando el número de tanques de Hidropresión.

EQUIPO DE BOMBEO.

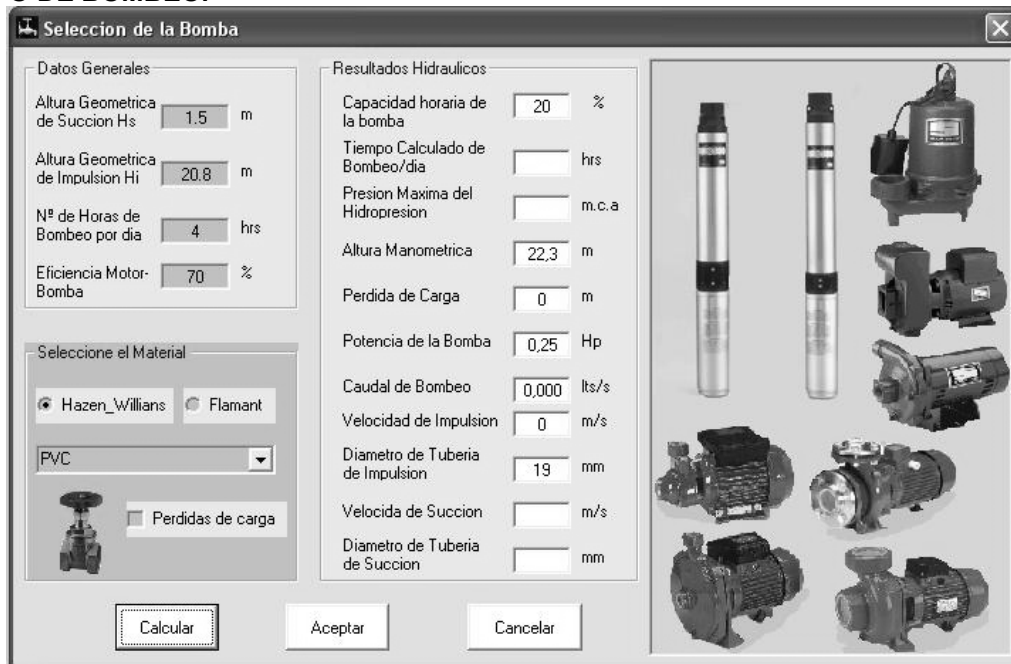


Fig. 52 Definiendo la bomba.

- En esta sección, valga la aclaración se podrá calcular potencia de la bomba, caudal de bombeo, velocidad de impulsión, diámetro de la tubería de impulsión, velocidad de succión

y diámetro de la tubería de succión. En ningún instante se pretende reemplazar el criterio del usuario.

- Seleccione la formula bajo la cual se calculara las perdidas de carga.
- Tiquee el CheckBox Perdida de carga se despliega la siguiente pantalla (**figura 53**), que le permite establecer el valor de la perdida de carga seleccionada.

Perdidas Locales para el Sistema de Impulsion

☒ Impulsion

| | Cantidad | Valor (m) | Perdida de Carga (m) | Accesorios |
|---|----------|-----------|----------------------|------------|
| 1 | | | | |

☒ Succion Eliminar Fila

| | Cantidad | Valor (m/m) | Perdida de Carga (m) | Accesorios |
|---|----------|-------------|----------------------|------------|
| 1 | | | | |

Eliminar Fila Aceptar

Fig. 53 Hallando las perdidas locales.

- Todas las tareas realizadas serán guardadas antes finalizar la planilla trabajada.

Desea Guardar los Cambios Realizados

Aceptar Cancelar

Fig. 54 Saliendo de las planillas.

EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

De forma similar se realiza el llenado de los datos, pero esta vez usando letras, que varían tan solo en el subíndice de acuerdo al piso en que se encuentre.

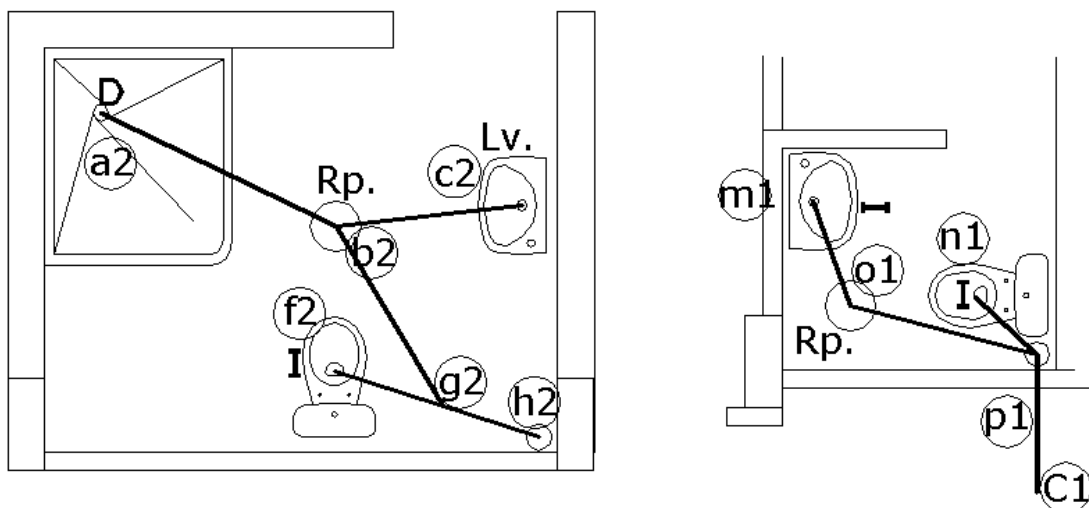
- También resulta necesario se ingresaran la identificación de los datos requeridos y en abastecimiento seleccionar alcantarillado.

Fig. 55 Administrando datos generales.



Fig. 56 Alcantarillado.

- De similar forma se ha provisto una ventana que cuenta con un barra de herramientas y un planilla en la que se pueden ingresar los datos y recoger en otros los resultados, como se observa en la **figura 57**.

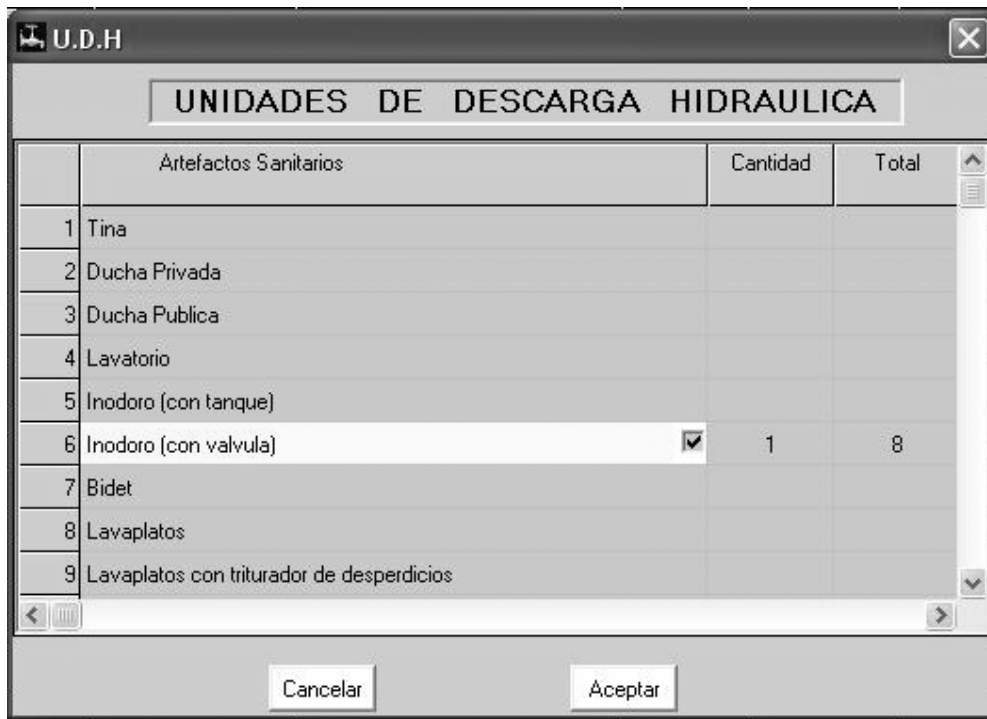




| Bajantes | N° de Piso | Nudo De | Nudo A | Longitud [m] | Material | Artefactos Sanitarios |
|----------|------------|---------|--------|--------------|----------|-----------------------|
| B-1 | 1º | l1 | c1 | 1.00 | PVC | Lavatorio |
| B-1 | 1º | r1 | c1 | 0.60 | PVC | Rejilla de Piso |
| B-1 | 1º | c1 | b1 | 0.80 | PVC | |
| B-1 | 1º | d1 | b1 | 0.40 | PVC | Inodoro (con tanque) |
| B-1 | 1º | b1 | a1 | 0.85 | PVC | |

Fig. 57 Planilla de ingreso de datos de la red de AR.

- El trabajo dentro de las planillas esta facilitado por listas desplegable en las columnas de Material, Artefactos sanitarios y Observaciones.
- El usuario establecerá las columnas, la planta que se esta cargando, en este caso se identificaran los nudos con letras seguidas de un subíndice que indica el piso al que pertenece.
- La longitud solo será necesaria en el caso de tuberías horizontales para establecer pendientes, habrá también que establecer los artefactos sanitarios en los nudos que correspondan y añadir además las observaciones que correspondan.
- En la columna artefactos sanitarios, la celdas tienen la posibilidad de desplegar otro formulario (figura 58)



| Artefactos Sanitarios | Cantidad | Total |
|---|----------|-------|
| 1 Tina | | |
| 2 Ducha Privada | | |
| 3 Ducha Publica | | |
| 4 Lavatorio | | |
| 5 Inodoro (con tanque) | | |
| 6 Inodoro (con valvula) <input checked="" type="checkbox"/> | 1 | 8 |
| 7 Bidet | | |
| 8 Lavaplatos | | |
| 9 Lavaplatos con triturador de desperdicios | | |

Fig. 58 Definiendo unidades de descarga hidráulica.

| Diametro [Plg] | Diametro Sifon [Plg] | Observaciones |
|----------------|----------------------|----------------------------|
| 2" | 1 1/2" | Tuberia Ramal |
| 2" | 2" | Tuberia Ramal |
| 2" | | Tuberia Bajante |
| 4" | 3" | Tuberia Bajante Horizontal |
| 4" | | Tuberia Horizontal |
| 4" | | Tuberia Ramal |
| 4" | | Tuberia Bajante |
| 2" | 1 1/2" | Tuberia Ramal |

Fig. 59 Seleccionando la función de la tubería.


- El botón Datos  de la vivienda permite establecer el número pisos tipo por bajantes.



Fig. 60 Administrando datos de la vivienda.



- El botón Calcular  almacena los resultados accesibles desde  generando la Tabla de Resultados respectiva, que puede ser visualizada desde el siguiente formulario.



Fig. 61 Formulario para el despliegue de resultados.

- Los botones de comando que permiten recoger resultados son los siguientes: Ramales, Bajantes y Horizontales. Cabe resaltar que las tres cuentan con las opciones de Guardar, Imprimir y Salir.

| Tabla de Resultados | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----------|------------|---------|--------|--------------|----------|-----------------------|--------------|------------------|----------------|----------------------|---------------|
| | Bajantes | Nº de Piso | Nudo De | Nudo A | Longitud [m] | Material | Artefactos Sanitarios | U.D.H. Tramo | U.D.H. Acumulado | Diametro [Plg] | Diametro Sifon [Plg] | Observaciones |
| 1 | B-1 | 1º | l1 | c1 | 1.00 | PVC | Lavatorio | 1 | 1 | 2" | 1 1/2" | Tuberia Ramal |
| 2 | B-1 | 1º | r1 | c1 | 0.60 | PVC | Rejilla de Piso | 1 | 1 | 2" | 2" | Tuberia Ramal |
| 3 | B-1 | 1º | c1 | b1 | 0.80 | PVC | | | 2 | 2" | | Tuberia Ramal |

Fig. 62 Tabla de resultados.

- Nota, resulta importante mencionar que de poder apreciar resultados dentro la planilla es necesario correrlo.

Al salir de la tabla de resultados para la tabla de ingresos, el usuario puede salir de la última y también guardar los cambios efectuados.

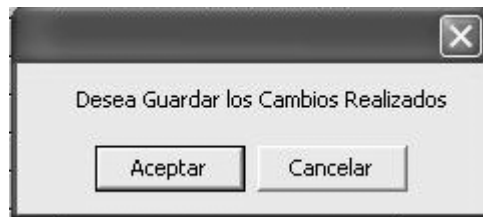


Fig. 63 Saliendo de las planillas de diseño de alcantarillado.

OTRAS UTILIDADES QUE BRINDA EL PROGRAMA.



También se cuenta con utilidades que permite realizar Conversión de Unidades  y una Calculadora de operaciones .



Fig. 64 El convertor de unidades.

El usuario podrá desplegar desde el menú de **Ayuda/Contenido**, la Ayuda del SAISD que le permite conocer conceptos en los cuales puede basar su diseño, del mismo modo la secuencia de uso del programa en sí.

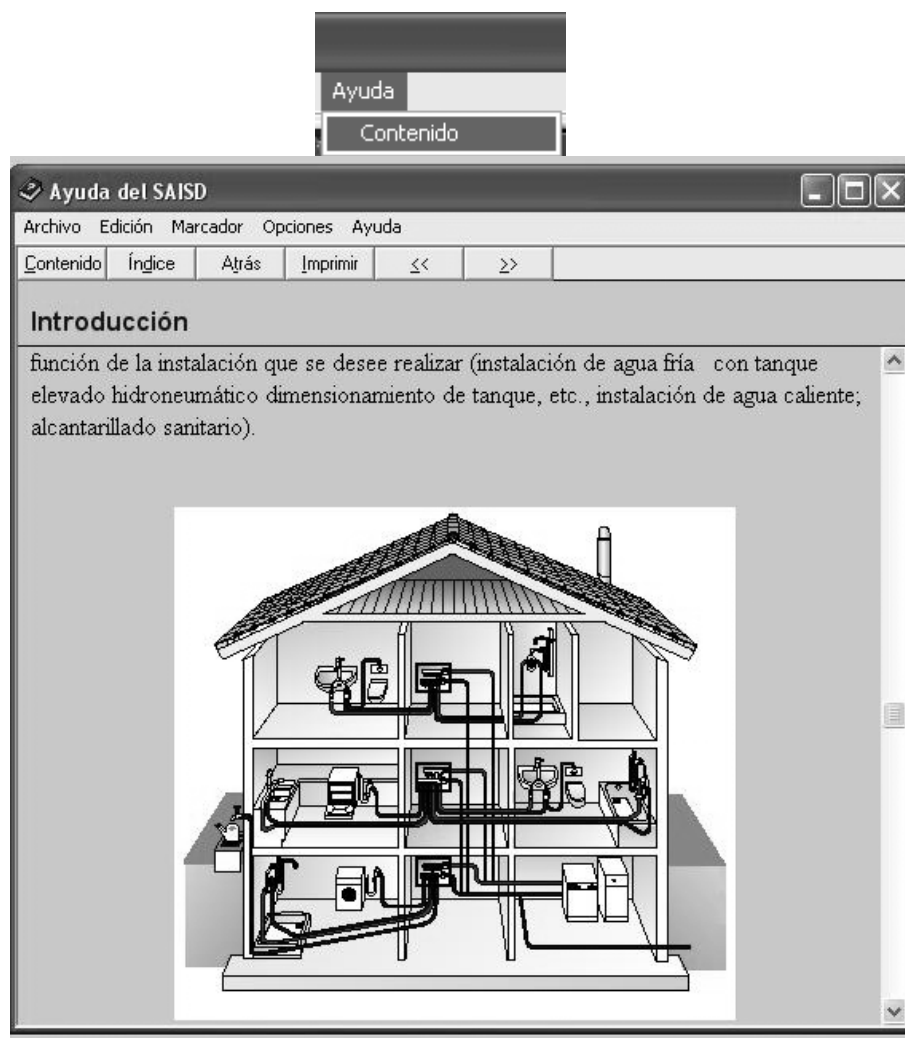


Fig. 65 Ingresando al menú ayuda.

4.18 Pequeños consejos para el ahorro de agua

El ahorro de agua es de fundamental importancia moral y ecológica e aquí algunos consejos extraídos de la pagina de Internet: www.ahorrodeaguahermosillo.com

EN EL HOGAR

En muchos hogares los niños entran a la regadera cargados de juguetes, vasos y demás artículos para entretenerse mientras se aseo; las jovencitas tardan “horas” pues mientras se bañan cantan, bailan y se ponen varios tratamientos para el pelo sin importarles si la llave del agua está abierta. Entre las acciones que se pueden seguir está el cuidar unos a otros que los baños que tomen sean cortos y cierran la llave mientras se enjabonan, para esto puede ayudarse con aparatos ahorradores que regulan la presión sin que se enfríe el líquido.

Si no está interesado en adquirir uno de éstos, puede introducir en su regadera una cubeta para recoger el agua mientras espera a que salga caliente y úsela para regar las plantas o el aseo del hogar.

Al lavarse los dientes o las manos, mantenga la llave cerrada mientras se cepilla o enjabona, para afeitarse con un recipiente o el tapón del lavabo, en lugar de dejar correr el agua.

Recuerde que el inodoro no es un depósito de basura, esto causa a la larga que se tape el drenaje, mejor coloque un cesto al lado.

LA COCINA

Para las labores de la cocina el agua es imprescindible pero también aquí es posible hacer economías.

No es muy común en nuestra región el uso de lavavajillas pero si la tiene úsela con carga completa una vez que haya quitado el exceso de alimentos. Además de que se ahorra agua, ahorrará detergente y energía.

Utilice una tina para lavar todos los trastes o verduras y otra para enjuagarlos, nunca debajo del chorro de agua y con el agua que quedó del enjuague riegue sus plantas.

La lavadora automática utiliza en promedio de 32 a 59 galones en cada ciclo de lavado, procure lavar una vez por semana para tener cargas completas.

El uso de jabón en cantidades adecuadas puede ayudarle a ahorrar agua puesto que no requerirá tanta para el enjuague.

EL COOLER, UN HABITANTE MÁS

El cooler se convierte en un habitante más de la casa pues consume en promedio 14 m³ de agua al mes utilizando sólo 10 horas diarias, esto si son unidades nuevas con sistema de ahorro. Si lo usa más tiempo haga sus números. Si está por comprar uno procure que sea de descarga horizontal puede ahorrarse 3 m³ de gasto.

Recuerde que los aparatos de aire acondicionado gastan mucho agua, manténgalos apagados si no son necesarios y revise las instalaciones para evitar fugas de agua. Un aparato de aire acondicionado de 1000 pies, gasta un galón de agua por hora a 33° C.

EL JARDÍN

Tener un bello jardín es el propósito de muchas amas de casa pero regarlo a todas horas no es la respuesta para lograrlo.

Regar muy temprano en la mañana o al atardecer evita que el agua se evapore y los rayos solares se filtren por las pequeñas gotas quemando las hojas. Fertilice su pasto por lo menos dos veces al año para estimular las raíces, así absorberán mejor el agua.

Aprenda a determinar cuando su jardín necesita que lo rieguen, si tiene color verde grisáceo opaco y las pisadas quedan visibles cuando camina por él, entonces lo necesita, más plantas mueren por exceso de agua que por falta de ella, pues mucho agua puede sobrecargar el suelo y el aire no podrá llegar a las raíces provocando enfermedades en la planta.

Investigue qué tipo de plantas, pasto y arbusto se dan mejor en su región, después plántelo acorde a la información que consiguió.

Si su jardín está demasiado sombreado, ninguna cantidad de agua va a hacer que florezcan rosales. En zonas especialmente secas, se puede considerar arreglos atractivos de plantas que sean de climas semiáridos.

OTROS

1. Nunca barra la acera o calle con la manguera. Use escoba.
2. Cuando lave el coche, use una cubeta con una franela para limpiarlo. No use la manguera.
3. Enseñe a los niños a no jugar con el agua.
4. Enseñe a toda su familia y a sus vecinos a cuidar el agua.
5. Recuerde reportar las fugas de agua en lugares públicos a los teléfonos de emergencia o atención a usuarios de su organismo operador de agua potable.
6. Siéntase orgulloso de ser usuario consciente y responsable, pague a tiempo su recibo de agua y cuide el agua.
7. Denuncie a los malos vecinos que gastan agua sin compasión y que además tengan conexiones clandestinas.

CONSEJOS PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA

- Cuando se bañe, hágalo rápido, tenga presente que cada 5 minutos de baño equivale a 100 litros de agua, así que si reduce un minuto o dos de baño diario puede ahorrar hasta 2500 litros al mes.
- Instale regaderas de bajo flujo o limitadores de agua, éstos echan agua a presión y no desperdician tanto líquido.
- Si baña a su mascota, hágalo con una cubeta, no a manguerazos.
- No está de más decirte que cuando laves tus dientes lo hagas con un vaso y no con la llave abierta, si la dejas abierta puedes gastar hasta 20 litros por minuto.
- El mismo consejo va para el momento de rasurarse, no hay que dejar la llave abierta mientras se hace, mucho menos hacerlo al momento de bañarse. Es mejor usar un pequeño recipiente y enjuagar ahí el rastrillo, esto ahorrará hasta 10 litros al día.
- Al lavar el carro, usa una cubeta.
- Los platos se lavan mejor si llenas el lavaplatos con agua, los enjabonas todos ahí y los enjuagas de la misma forma. Use la menor cantidad de detergente posible.
- ¿Sabía que cada ciclo de lavado de ropa, invierte hasta 60 litros de agua? El consejo aquí es lavar cargas completas.
- El agua puede usarla varias veces, por ejemplo primero usarla para lavar o para bañarse, recogerla y usarla para regar, para lavar pisos o para el sanitario.
- Las fugas mayores se dan en el sanitario, mantener limpia la válvula de hule que tapa la salida del agua y asegúrate que selle.
- No utilizar el sanitario como basurero. Cada vez que lo vacías tira 20 litros de agua.
- En la cocina, no dejes el chorro tirando, abre y cierra la llave, según la necesites.
- No descongelar los alimentos con el chorro de agua.