



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

28
18

Instalaciones Hidráulicas en Edificios

Tesis Profesional

Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL

presenta

JOSE FRANCISCO ARAIZA MUÑOZ

México, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE GENERAL

- 1.- INTRODUCCION

- 2.- SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA EN EL INTERIOR DE LOS EDIFICIOS
 - 2.1.- Definiciones
 - 2.2.- Requisitos de la Instalación
 - 2.3.- Reglamentación
 - 2.4.- Sistemas de Distribución
 - 2.5.- Tuberías para Instalaciones Hidráulicas
 - 2.6.- Válvulas y Llaves
 - 2.7.- Ciudadado y Conservación de la red
 - 2.7.1.- Golpe de Ariete y Dilatación del agua
 - 2.7.2.- Dilatación de las tuberías

- 3.- CALCULO DE LAS INSTALACIONES HIDRAULICAS
 - 3.1.- Dotación de agua
 - 3.2.- Metodos de Cálculo
 - 3.3.- Ejemplo de Cálculo con el Sistema Directo
 - 3.4.- Ejemplo de Cálculo con el Sistema por Gravedad
 - 3.5.- Regularización y Almacenamiento
 - 3.5.1.- Regularización
 - 3.5.2.- Almacenamiento

4.- SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE

4.1.- Redes de Distribución de Agua Caliente

4.1.1.- Sistema Indirecto o de Termosifon

4.1.2.- Sistema Directo

4.1.3.- Sistema de Distribución de Circuito o
Central

4.2.- Aislamiento

4.3.- Dilatación de Tuberías

4.4.- Calentadores y Calderas

4.4.1.- Calentadores

4.4.2.- Calderas

1. INTRODUCCION

El agua pura potable, es una de las necesidades vitales mas importantes - para el hombre. Su necesidad le es mas urgente que la de la comida y además le proporciona comodidad y utilidad al darle los medios necesarios para el aseo personal, preparación de alimentos y servirle para la limpieza general y de la ropa.

Fuentes Naturales y Cualidades del Agua :

Durante el ciclo que recorre el agua desde las nubes a la superficie de la tierra, se acumula en ríos y lagos, y vuelve por evaporación a las nubes, el agua cambia de cualidades. El agua mas pura se encuentra en el vapor de las nubes, cuando éste se condensa y da lugar a la lluvia, las gotas atraviesan las partes densas de la atmosfera y absorben gases que le dan acidez.

El agua de lluvia para los servicios de abastecimiento, antes de ser recogida con este fin, recorre la superficie de la tierra y se acumula en lagos y mas aún penetra en el interior de la misma.

Cuando el agua corre por la superficie terrestre recoge impurezas orgánicas peligrosas para la salud.

Debajo de la superficie de la tierra, existe una masa de agua en reposo o con movimiento, denominada agua subterránea, que tiene su nivel de superficie llamado nivel freático. Cuando el agua superficial o de lluvia penetra en el suelo para unirse a esta masa, cambian sus condiciones químicas, incorpora minerales existentes en su trayecto y toma químicamente un carácter básico. En este estado de dureza no corroe los metales pero deposita su contenido mineral dentro de las tuberías, obstruyéndolas y reduciendo su área efectiva.

Durante el descenso del agua a través del suelo en un recorrido largo, elimina las impurezas orgánicas y hace que el agua sea sanamente potable y no necesite un tratamiento de purificación con cloro.

Cuando el agua llega al mar su elevado contenido de minerales la hace inprovechable a menos que se corrija por desalinación. Los análisis que se realizan al agua y mas concretamente al agua superficial son dos :

1. Análisis Químicos
2. Análisis Biológicos.

1. Los análisis químicos determinan las características, tales como, acidez o dureza del agua, contenido de minerales, alcalinidad, contenido de sulfatos y cloruros entre otros.
2. Los análisis biológicos nos indican las impurezas biológicas perjudiciales para la salud contenidas en las aguas.

Los problemas se presentan cuando las fuentes de agua, están contaminadas por pozos negros, fosas sépticas, sistemas de alcantarillado deficientes, por los detergentes cuando las redes de desagüe están próximas a las fuentes de abastecimiento.

El agua tomada de ríos y lagos tiende a enturbiarse, es caliente en verano y está expuesta a contener bacterias perjudiciales, muchas veces tiene olor, color y es ácida. El proceso de tratamiento para el agua que se suministra a una gran ciudad comprende generalmente los siguientes pasos :

Aireación, mezclado, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

En algunos casos se agregan otros procesos como ablandamiento, fluoruración, etc.

Después de estos procesos el agua se conduce a la red municipal de donde se hace la conexión para alimentar a casas y edificios donde se requiere.

Para dotar de agua a un edificio, al proyectar éste, el proyectista asume la labor de prever el suministro necesario de agua en la cantidad, caudal, presión y temperatura adecuada con posibilidad de adaptación a cambios eventuales y ampliaciones.

Hay que colocar las válvulas necesarias para que distintas secciones del

edificio o de la instalación puedan aislarse del resto, a fin de permitir reparaciones o cambios, las válvulas, los registros y todo el material de equipo deben tener acceso fácil, con suficiente espacio para inspección y reparaciones. A fin de evitar que al hacer el proyecto definitivo general de la red de tuberías de agua sea causa de dificultades para el buen aspecto del edificio, hay que tener en consideración ambos problemas desde que empieza a formarse el proyecto, evitando así que se tengan conflictos posteriores.

2.- SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE AGUA EN EL INTERIOR DE LOS EDIFICIOS

- 2.1. Definiciones.
- 2.2. Requisitos de la Instalación.
- 2.3. Reglamentación.
- 2.4. Sistemas de Distribución.
- 2.5. Tuberías para Instalaciones Hidráulicas.
- 2.6. Válvulas y llaves.
- 2.7. Cuidado y Conservación de la Red.
 - 2.7.1. Golpe de Ariete y Dilatación del Agua.
 - 2.7.1. Dilatación de las tuberías.

2.1. Definiciones

Iniciaremos este Capítulo dando las definiciones de algunos de los términos mas usuales dentro de las instalaciones hidráulicas.

Instalación Hidráulica.- Sistema de tubos y equipo que sirven para dotar de agua (fría o caliente) a los sitios elegidos, en un edificio.

- Acometida :** Sitio en que se use un conducto particular con una línea principal (red municipal) .
- Válvula :** Pieza para impedir voluntariamente el paso del agua en los tubos.
- Cisterna :** Depósito artificial, subterráneo, para almacenar - agua.
- Columna :** Tubo por el que sube o baja el agua.
- Montante :** Tubo por el que sube agua a los muebles o tinacos - de un edificio; generalmente se alimenta de tubos - horizontales en el sótano.
- Bajante :** Tubo por el que baja el agua, de los tinacos a los ramales de muebles o aparatos hidráulicos o sanitarios de un edificio.
- Llave :** Accesorio para dar salida al agua de los tubos a voluntad
- Distribuidores :** Tubos horizontales principales; generalmente se localizan en el sótano, o en la azotea de los edificios. Según la figura que forman se les subdivide en : Ramificado (peine) , o en anillo.
- Derivaciones o Ramales :** Salen de las columnas en cada piso, llevando el - agua a cada artefacto; también son horizontales.

El sistema de distribución "en anillo" es el recomendable (aunque es -
mas costoso que el de "peine") ; tiene las ventajas siguientes :

- a) Mediante una buena disposición de válvulas, en caso de reparación de una columna o tramo, sigue funcionando todo lo demás.
- b) El suministro y la presión son uniformes, en todas las columnas.
- c) Por formar un circuito cerrado, se amortiguan los golpes de ariete, -
en caso de presentarse.

2.2 Requisitos de la Instalación

Es de vital importancia, en los proyectos de suministro de agua, considerar todos los detalles que puedan afectar : la economía, el funcionamiento presente y futuro, la facilidad de inspección, las reparaciones y las modificaciones de la instalación; así como también cuidar que se cumplan los siguientes requisitos :

- a) Total separación entre las instalaciones de agua potable y no potable.
- b) Separación mínima de 15 cm entre las redes de agua fría y caliente.
- c) Instalación de válvulas en todos los sitios que lo requieran.
- d) Al atravesar los muros se colocarán "camisas" (pequeños tramos de tubo de mayor diámetro que el de servicio, para evitarle cargas debido a los movimientos del edificio.
- e) Instalación de reductores de presión, cuando convenga.
- f) En zonas con temperaturas muy bajas, prever la congelación del agua dentro de los tubos, protegiéndolos contra este efecto.

Además el Propietario debe :

- 1. Celebrar el contrato con la autoridad correspondiente.
- 2. Obtener el permiso de excavación en calle y banqueta.

2.3. Reglamentación

Las instalaciones hidráulicas están regidas por el Reglamento de Ingeniería Sanitaria en su Capítulo IV .

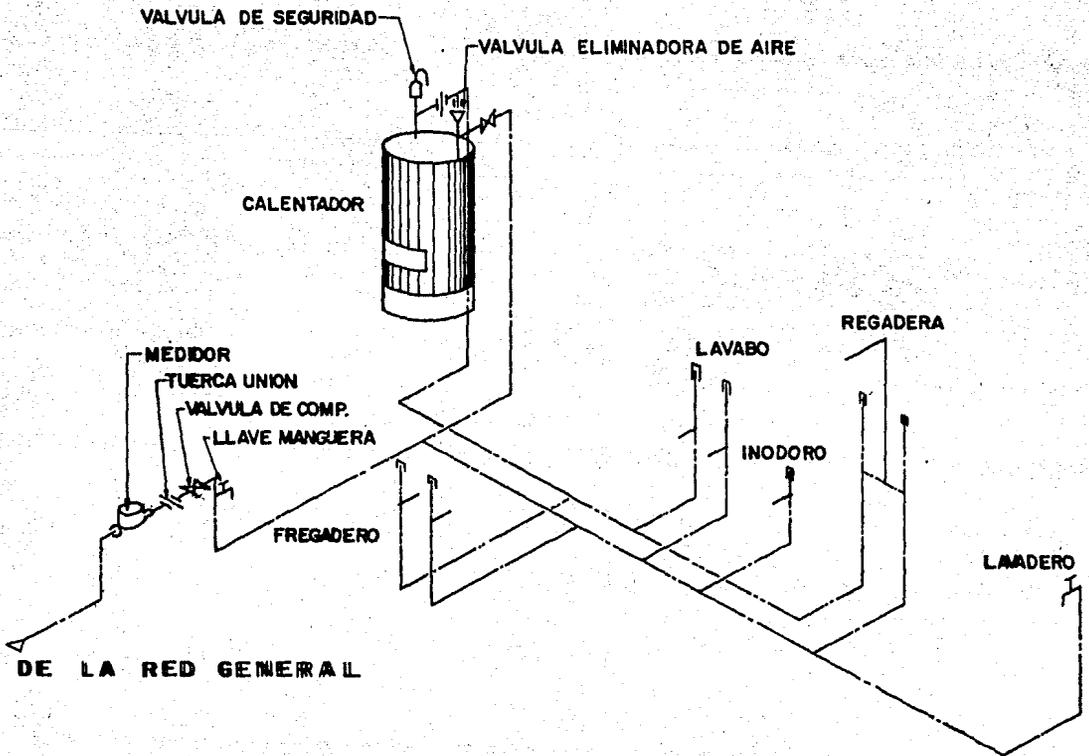
En resumen se señala :

Cualquiera que sea el uso a que esté destinado un edificio, debe estar - provisto de agua potable, para las necesidades de los moradores, en cantidad, calidad, presión adecuada y continuamente. El servicio será exclusivo, para el edificio, quedando estrictamente prohibido la servidumbre de un edificio a otro, o de un departamento a otro dentro del mismo edificio, la dotación se calculará, como mínimo, a razón de 150 l/h/d y será continuo durante las 24 horas del día; en caso que no sea continuo, se instalará un depósito en la azotea que pueda contener 100 l/persona; construido con materiales aprobados por la autoridad sanitaria. Si la presión no es suficiente para elevar el agua a ese depósito, se construirá una cisterna, con su equipo de bombeo.

2.4. Sistemas de Distribución

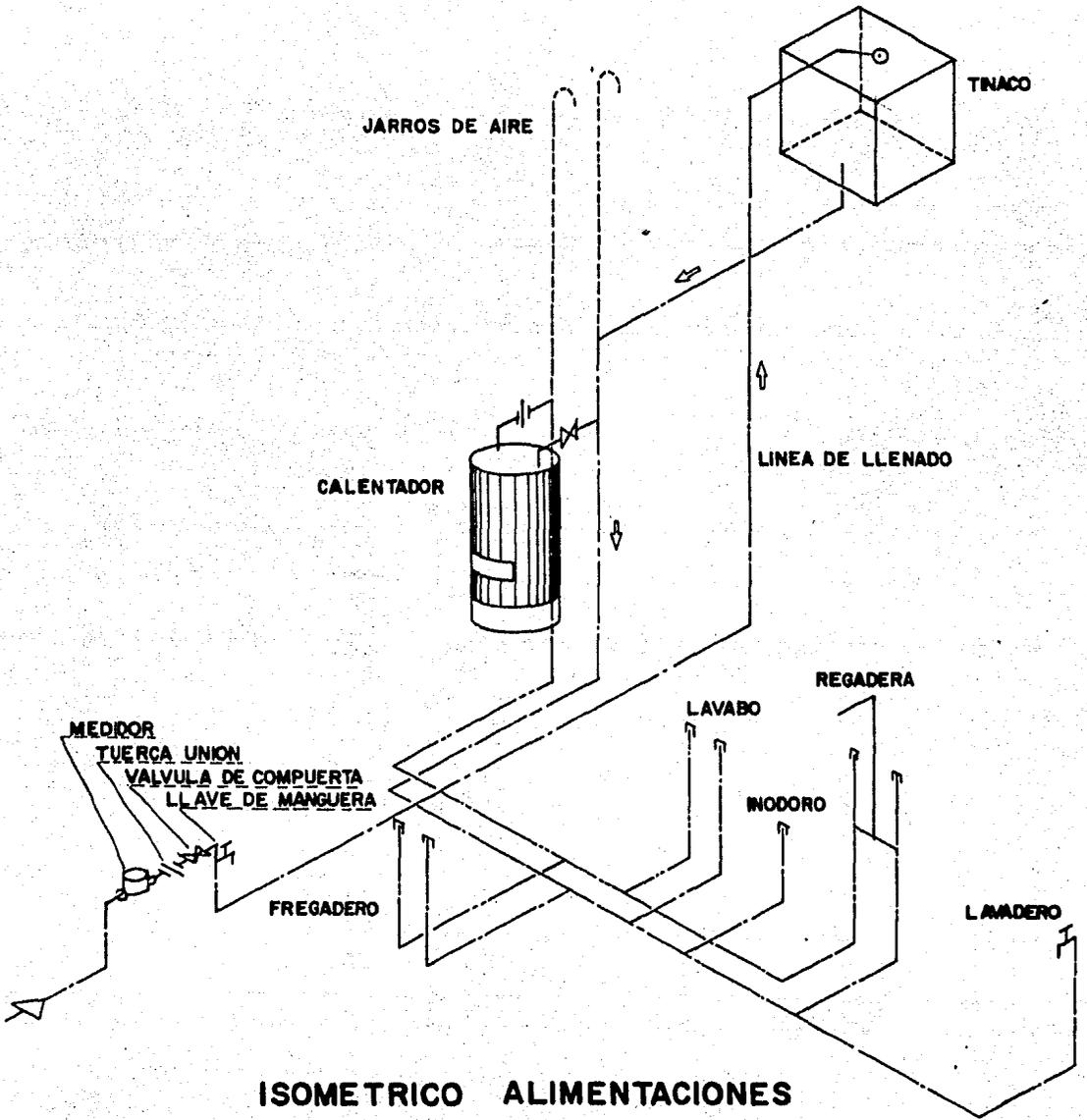
Existen tres formas básicas de alimentación a los artefactos :

1. Directa .- Consiste en surtir a todos los artefactos con la presión que sale del medidor; para lo cual se requiere que la presión en la red municipal sea suficiente para vencer todas las pérdidas y la carga de la columna de agua, para que llegue hasta una altura de 4 m - arriba del mueble mas alto, en horas de máximo consumo horario.
2. Por gravedad .- Consiste en surtir los artefactos con el agua que baja de un tinaco; se adopta en caso que no se pueda o no se quiera utilizar el sistema directo. El agua se eleva por bombeo desde una cisterna hasta el tinaco, bajando de este por gravedad a las derivaciones en cada piso.
3. Combinado .- Consiste en suministrar agua a los muebles mediante el sistema directo, hasta donde se pueda llegar, y en este nivel construir un tanque, del cual se bombea el agua al tinaco, para de aquí surtir al resto del edificio por gravedad, este sistema es una combinación de los dos anteriores.



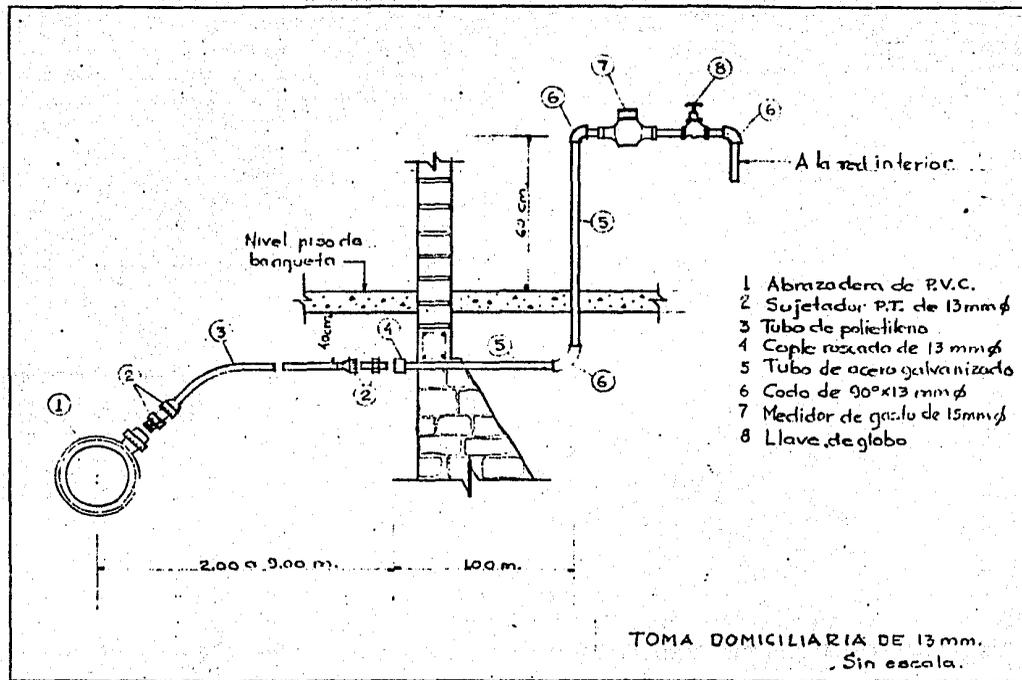
ISOMETRICO ALIMENTACIONES

ABASTECIMIENTO POR PRESION
DIRECTO DE LA RED MUNICIPAL



ISOMETRICO ALIMENTACIONES

**ABASTECIMIENTO
POR GRAVEDAD**



2.5. Tuberías para Instalaciones Hidráulicas

Tubería de Plomo .- Posee la ventaja de permitir el corte y manejo fácil sin endurecimiento y una gran resistencia a la corrosión. La unión de tubos de plomo o aleaciones de él se efectúa por medio de soldadura suave o autógena.

Tubería de Cobre .- Son muy resistentes a la corrosión. El cobre como el plomo, se combina con el oxígeno, la humedad, el bióxido de carbono y sustancias similares cuando se le expone a la acción de la intemperie, para formar una película superficial de autoprotección.

Su alta resistencia y ductilidad hacen posible la producción de secciones muy ligeras que, aunque de fácil manipulación, son capaces de resistir grandes esfuerzos internos y externos.

La unión de los tramos de tubería de cobre se hace por medio de soldadura, al juntar los extremos de los tubos deben cortarse a escuadra y alisarse para que asienten uniformemente contra los rebordes interiores de las conexiones. Todas las áreas en contacto deben limpiarse hasta lograr una superficie brillante y recubrirse con flujo de resina, las juntas se arman y alinean, se aplica calor con una lámpara de soplete. La vaporización del flujo indica la temperatura correcta para la aplicación del material de soldadura, el cual debe penetrar fácil y rápidamente en la cuenca hasta llenarla.

Tubos de Fierro o Acero .- No son tan resistentes a la corrosión como los de plomo o cobre y cuando el agua es de naturaleza ácida, la corrosión puede ser muy rápida. El cinc resiste la corrosión de manera similar al plomo y el cobre y la tubería de fierro galvanizado es frecuentemente una alternativa satisfactoria y mas barata.

Tuberías de Plástico .- La mayoría de las tuberías y piezas especiales no metálicas están producidas a base de resinas sintéticas. Estas sustancias no se presentan en la naturaleza sino que se obtienen a partir de materiales tales como el carbón y el petróleo.

2.7. Cuidado y Conservación de la Red

2.7.1. Golpe de Ariete y Dilatación del Agua

Las instalaciones de agua pueden producir ruidos, cuando las llaves se cierran bruscamente o cuando se abren automáticamente como en los edificios públicos, esto es debido a la fuerza ejercida por desaceleración de la masa de agua que sacude y hace trepidar las tuberías. Esto puede evitarse con una cámara de aire recargable. Estas se emplean en los ramales de tuberías que llevan agua a grupos de aparatos, deben ser accesibles.

Las cámaras de aire también protegen la válvula de seguridad que llevan las instalaciones de agua caliente, contra el excesivo abrir y cerrar, con la correspondiente pérdida de agua caliente por rebosamiento, pues el agua caliente se dilata y contrae periódicamente en las instalaciones cerradas.

2.7.2. Dilatación de las tuberías.

La diferencia de temperaturas entre el aire en el interior de los edificios $+ 25^{\circ}\text{C}$ y la temperatura del agua caliente de servicio - que muchas veces pasa de 70°C nos indica la dilatación de los tubos y del agua cuando sus temperaturas se elevan de uno a otro valor. El alargamiento longitudinal de los tubos, puede ser apreciable en un edificio elevado.

La dilatación en las tuberías se puede absorber por medio de juntas de dilatación colocadas en la tubería.

" Condensación o Exudación "

El vapor de agua existente en el aire muchas veces se condensa en la superficie del exterior de tuberías de agua fría. Entonces se produce un goteo que moja las paredes y suelo y desluce los acabados. Para evitar esta condensación se deben recubrir con fibra de vidrio todas las conducciones de agua fría.

Es muy ligera, flexible y resistente. Es inafectable por los suelos y -
aguas considerados como corrosivos para metales e indefinidamente resis-
tentes a los ácidos y álcalis; es un material ideal para instalaciones in-
dustriales y laboratorios. Este tipo de tubería tiene el inconveniente -
de que no se puede usar para instalaciones de agua caliente, en cambio es
utilizada satisfactoriamente en descargas cuando las presiones son bajas.

Las uniones de los tramos de tubería se hacen con piezas especiales.

2.6. Válvulas y Llaves

Las válvulas son piezas para interrumpir el paso del agua o en general - fluidos a través de una tubería voluntariamente.

Las llaves, son accesorios para dar salida al agua de los tubos a voluntad.

Existen varios tipos de válvulas que pueden utilizarse en la instalación hidráulica de un edificio :

- a) Válvulas de Compuerta
- b) " de Plato
- c) " de Retención
- d) " de Angulo

a) Válvulas de Compuerta .- Consisten en una compuerta en forma de cuña que se mueve por medio de un tornillo y que al bajar se introduce entre dos anillos de latón que rodean el tubo de paso y proporcionan un doble asiento a la compuerta. La entrada y la salida de agua se encuentran una frente de otra sobre un mismo eje con lo que la resistencia al paso del agua es mínima. Este tipo de válvula se utiliza cuando se desea mantenerla totalmente abierta o totalmente cerrada. Cualquiera extremo puede servir como entrada.

b) Válvulas de Plato .- Se manejan por medio de un volante y tornillo - que hacen descender un disco hasta que oprime fuertemente un asiento metálico. Cuando la válvula está abierta, la corriente de agua está obligada a sufrir una desviación que reduce el caudal y puede causar una acumulación de sedimentos. Normalmente el disco está provisto de un empaque de hule que se cambia fácilmente cuando está usada. Este tipo de válvula se emplea para graduar por estrangulamiento el gasto suministrado el extremo de entrada debe ser el correspondiente al plato.

c) Válvulas de Retención .- Estas válvulas se emplean cuando se desea - que el agua que circula por una tubería lo haga siempre en una misma

dirección y hay posibilidad de que se invierta el sentido de dicha -
circulación.

Existen dos tipos de válvulas de retención:

c.1.) Válvula de cierre vertical.

c.2.) Válvula de disco oscilante.

c.1.) Válvula de retención de cierre vertical .- Consiste en un disco libre que cierra por gravedad cuando se igualan las presiones sobre sus dos caras. Cuando predomina la presión sobre la cara de entrada, la corriente levanta el disco y abre la -
válvula, pero cuando predomina la que actúa sobre la cara --
opuesta, el empuje del agua fuerza al disco a descender sobre su asiento y la válvula se cierra. El gasto queda reducido -
por este tipo de válvula de retención.

c.2.) La válvula de retención de disco oscilante.- Tiene un plato -
con (charnela) bisagra que se levanta fácilmente por la pre
sión del agua que le empuja por un lado y que se cierra fuerte
mente cuando el agua circula en sentido opuesto. Este tipo de
válvula se parece a la válvula de compuerta en que son mínimas
las pérdidas que se tiene.

d) Válvulas de Angulo .- Estas válvulas cambian la dirección de la corrien
te del agua al mismo tiempo que sirven para graduarla.

Los diferentes tipos de llaves son:

1. Llaves de Macho .- Contienen una pieza troncocónica perforada perpen
dicularmente al eje y que se ajusta a un asiento de metal. La llave
está abierta cuando la perforación de la pieza móvil se alinea con el
eje del tubo y se cierra rápidamente al dar vuelta a la llave porque
la perforación se pone en dirección transversal con relación a la de
circulación del agua. Las llaves de paso se manejan del mismo modo.

2. Llaves de Plato .- Estas actúan por presión en la misma forma que -
las válvulas de plato. Se cierran contra la corriente del agua y pue

de utilizarse en tuberías de alta presión sin temor a golpes de ariete.

3. Llaves de cierre automático .- Están dispuestas para dar paso al agua mientras se mantienen abiertas con la mano y se cierran por medio de un resorte instalado en su interior tan pronto como la presión de la mano deja de actuar. Son generalmente del tipo de presión y permiten una apreciable economía en el consumo de agua cuando se emplean en las instalaciones de instituciones, comercios y casas de oficinas.

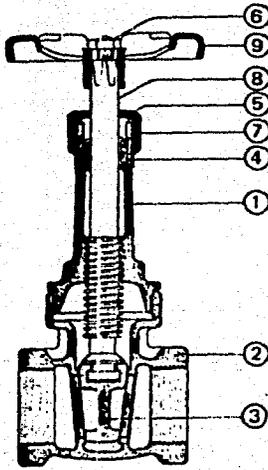
válvula de compuerta

9 kg./cm² (125 psi) bronce
 vástago ascendente disco sólido
 bonete roscado

9 kg./cm² (125 psi) vapor saturado
 14 kg./cm² (200 psi) agua, gas, aceite
 sin golpe de ariete.

características de servicio

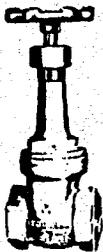
- válvula de compuerta recomendada para usarse en posición de abierta o cerrada y no para regular flujo.
- bonete roscado, para trabajo ligero y medio.
- en posición de abierta, la válvula ofrece flujo completo con un mínimo de turbulencia y caída de presión.
- empaques intercambiables cuando la válvula está en servicio y completamente abierta.



B-105

No.	DESCRIPCION	MATERIAL	AST ¹⁾
1	bonete	bronce	B 6
2	cuerpo	bronce	B 62 - 433
3	disco	bronce	B 62 - 838
4	empaques	asbesto con tallón	-
5	pransa empaques*	latón	B 16 - 360
6	tuerca del volante	latón	B 16 - 360
7	tuerca pransa empaques	bronce	B 62 - 938
8	vástago	bronce al silicio	B 584
9	volante	aluminio	B 85

* 13mm (1/2") y menores no tienen pransa empaque



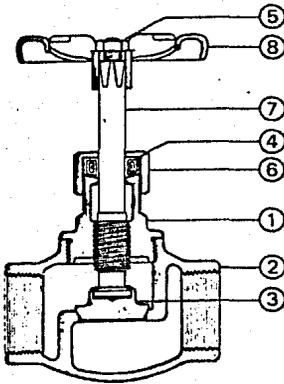
# N	B	C	M
mm. pulg.	mm. pulg.	mm. pulg.	mm. pulg.
6 1/4	107 4 1/2	57 2 1/4	45 1 3/4
10 3/8	107 4 1/2	57 2 1/4	45 1 3/4
13 1/2	127 5	57 2 1/4	48 1 7/8
19 3/4	160 6 3/8	64 2 1/2	57 2 1/4
25 1	178 6 11/8	64 2 1/2	64 2 1/2
32 1 1/4	222 8 7/8	86 3 3/8	73 2 7/8
38 1 1/2	251 9 7/8	88 3 3/8	78 3 1/4
51 2	313 12 3/8	97 3 7/8	81 3 1/8
64 2 1/2	362 14 1/4	129 5 1/8	102 4
77 3	418 16 1/2	129 5 1/8	111 4 1/4

válvula de globo

9 kg./cm² (125 psi) bronce
 bonete roscado disco de bronce
 9 kg./cm² (125 psi) vapor saturado
 14 kg./cm² (200 psi) agua, gas, aceite
 sin golpe de ariete.

características de servicio

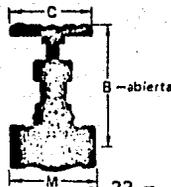
- válvula de globo recomendada para regular flujo en sistemas de operación frecuente donde la caída de presión no es un inconveniente.
- asientos de metal a metal adecuados para servicios generales, exceptuando condiciones de trabajo muy severas.
- bonete roscado, para trabajo ligero y medio.



B-16

No.	DESCRIPCION	MATERIAL	ASTM
1	bonete	bronce	B 62 - B36
2	cuerpo	bronce	B 62 - B36
3	disco*	bronce*	B 62 - B36
4	empaques	asbesto con teflón	-
5	tuerca del volante	latón	B 16 - 360
6	tuerca prensa empaques	bronce	B 62 - B36
7	vástago	bronce al silicio	B 584 - B75
8	volante	aluminio	B 85 - S12A

* 13 mm. (1/2") y menores es integral al vástago



22 -

Ø N	B	C	M
mm. pulg.	mm. pulg.	mm. pulg.	mm. pulg.
6 1/8	87 3 1/8	57 2 1/8	54 2 1/8
10 3/8	87 3 1/8	57 2 1/8	54 2 1/8
13 1/2	87 3 1/8	57 2 1/8	54 2 1/8
19 3/4	105 4 1/8	64 2 1/2	65 2 9/16
25 1	121 4 7/8	64 2 1/2	83 3 1/4
32 1 1/8	145 5 7/16	86 3 3/8	95 3 7/8
38 1 1/2	159 6 1/4	97 3 7/8	106 4 1/4
51 2	168 6 5/8	97 3 7/8	127 5

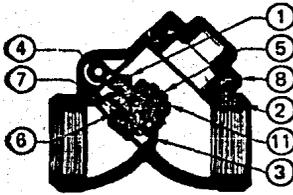
retención de columpio

diseño "Y" disco de hule buna N

14 kg./cm² (200 psi) agua, gas, aceite sin golpe de ariete.

características de servicio

- válvula de retención tipo columpio recomendada para evitar el retroceso de flujo en donde las fluctuaciones del fluido sean poco frecuentes.
- el disco de hule buna N ofrece excelente sello en el manejo de gases.
- tapa roscada, para el trabajo ligero y medio.
- diseño "Y" de excelentes características de flujo con un mínimo de turbulencia y caída de presión.



B-316

No.	DESCRIPCION	MATERIAL	ASTM
1	columpio	bronce	B 62 - 838
2	cuerpo	bronce	B 62 - 838
3	disco	buna N	-
4	perno del columpio	latón	B 16 - 360
5	porta disco	bronce*	B 62 - 838
6	retén del disco	acero inoxidable	-
7	roldana del disco	acero inoxidable	-
8	tapa	bronce	B 62 - 838
9	tapón lateral	latón	B 16 - 360
10	tuerca del columpio	latón	B 16 - 360
11	tuerca del disco	latón	B 16 - 360

* 19 mm (3/4") y menores es de latón B 16-360



pl N	B	M
mm. pulg.	mm. pulg.	mm. pulg.
10 3/8	32 1 1/8	48 1 7/8
13 1/2	36 1 1/16	54 2 1/8
19 3/4	44 1 3/4	65 2 5/16
25 1	54 2 1/8	81 3 1/16
32 1 1/8	65 2 5/16	95 3 7/8
38 1 1/2	76 3	108 4 1/16
51 2	89 3 1/2	127 5

características de servicio

- válvula de retención tipo pistón, recomendada para evitar el retroceso de flujo en sistemas donde existan fluctuaciones frecuentes del fluido.
- disco de teflón, seguro en el manejo de gases, recomendado para trabajo pesado y constante.
- tapa con tuerca unión, excelente en donde las válvulas se desarmen frecuentemente para su inspección y limpieza.

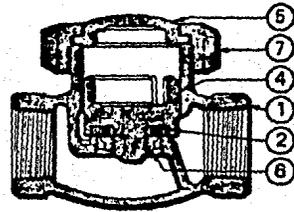
retención de pistón

B-322

- 11 kg./cm² (150 psi) bronce
- tapa con tuerca unión disco de teflón
- 11 kg./cm² (150 psi) vapor-saturado
- 21 kg./cm² (300 psi) agua, gas, aceite sin golpe de ariete.

No.	DESCRIPCION	MATERIAL	ASTM
1	cuerpo	bronce	B 62 - 836
2	disco	teflón	-
3	roldana	bronce †	B 16 - 360
4	portadisco	bronce*	B 62 - 836
5	tapa	bronce	B 62 - 836
6	tuerca del disco	bronce*	B 16 - 360
7	tuerca unión	bronce	B 62 - 836

- * 13 mm (1/2") y menores de latón B 16-360
- † 25 mm (1") y menores de latón B 16-360



B-322

N	B	M
mm. pulg.	mm. pulg.	mm. pulg.
6 1/4	43 1 11/16	67 2 1/2
10 3/8	43 1 11/16	67 2 1/2
13 1/2	43 1 11/16	67 2 1/2
19 3/4	52 2 1/8	76 3
25 1	57 2 1/4	92 3 3/8
32 1 1/4	67 2 3/8	108 4 1/4
38 1 1/2	76 2 11/16	119 4 11/16
51 2	91 3 1/4	141 5 1/4



3. CALCULO DE LAS INSTALACIONES HIDRAULICAS

3.1. Dotación de Agua

3.2. Metodos de Cálculo

3.3. Ejemplo de Cálculo con el Sistema Directo

3.4. Ejemplo de Cálculo con el Sistema por Gravedad

3.5. Regularización y Almacenamiento

3.5.1. Regularización

3.5.2. Almacenamiento

3. CALCULO DE LAS INSTALACIONES HIDRAULICAS

El diseño de las instalaciones hidráulicas se basa en el consumo por vivienda y el funcionamiento simultáneo de varios muebles, para la determinación de los diámetros de cada tramo de tubería. En cuanto al tinaco y la bomba, depende de los regímenes de suministro y de consumo, aunque en México se determinan con la Dotación y el número de personas, la altura y el gasto, respectivamente.

La dotación es la suma de los volúmenes de agua que necesita una persona para alimentación, aseo personal, servicios sanitarios, calefacción, aire acondicionado y para la limpieza de la ropa. Se considera como mínimo según el Reglamento de Ingeniería Sanitaria en 150 lts/hab/día para edificios, pero, también dependen del tipo de servicios de ese edificio como se observa en la Tabla No. 2 .

TABLA No. 1 .- GASTO Y PRESION DE TRABAJO DE CADA APARATO

A P A R A T O	DIAMETRO (en pulg)	GASTO (lts/min)	PRESION (en kg/cm ²)
Lavabo particular	3/8"	12	0.58
Lavabo público	3/8"	15	0.73
Llave de cierre automático	1/2"	10	0.87
Fregadero	1/2"	15	0.36
Tina	1/2"	25	0.36
Lavadero	1/2"	20	0.36
Ducha (Regadera)	1/2"	20	0.58
Excusado con tanque de descarga	3/8"	12	0.58
Excusado con válvula de descarga	1"	75 a 150	0.73 a 1.46
Mingitorio de válvula	1"	60	1.09
Manguera de jardín de 15 cm	1/2"	20	2.19

TABLA No. 2 .- UNIDADES DE CONSUMO POR MUEBLE Y TIPO DE SERVICIO

MUEBLE O CONJUNTO	FORMA DE INSTALACION	TIPO DE SERVICIO	
		PARTICULAR	PUBLICO
Baño completo	WC con válvula de descarga	8	--
Baño completo	WC con tanque de descarga	6	--
Excusado	Válvula de descarga	6	10
Excusado	Tanque de descarga	3	5
Lavadero	Llave	3	--
Combinación Lavadero-Fregadero	Llave	3	--
Fregadero	Llave	2	4
Ducha (Regadera)	Válvula mezcladora	2	4
Tina (Bañera)	Llave	2	4
Ducha adicional	Válvula mezcladora	2	--
Lavabo	Llave	1	2
Lavadero público	Llave	--	3
Mingitorio de pedestal	Válvula de descarga	--	10
Mingitorio de muro	Válvula de descarga	--	5
Mingitorio de muro	Tanque de descarga	--	3

Unidad de consumo .- U. C. .- Es el gasto por minuto que requiere cada aparato, se toma como unidad de consumo el gasto de 25 litros por minuto.

CONSUMO PROBABLE .- En casas pequeñas, en edificios con pocos servicios instalados, está justificado tomar íntegramente el número de unidades de consumo resultantes pues puede darse el caso de que funcionen simultáneamente los pocos aparatos existentes y uno restarle agua a otro dando lugar a resultados desfavorables, en cambio, en un edificio donde se tengan 200 aparatos es inadmisibles que todos puedan estar funcionando al mismo tiempo. Existen gráficas que nos indican el máximo consumo probable en litros por minuto, según sea el número total de unidades de consumo instaladas en el edificio.

3.1. Dotación de Agua

Como regla general, al calcular la dotación propia de un edificio, en función con su número de habitantes, pueden considerarse los datos que figuran a continuación :

Habitación tipo popular	150 lts/persona/día
Habitación de interés social	200 lts/persona/día
Residencias y departamentos	250 a 500 lts/persona/día
Oficinas (edificios de)	70 lts/empleado/día

En el caso de oficinas puede estimarse también a razón de 10 lts/m² de área rentable.

Hoteles	500 lts/huésped/día
Cines	2 lts/espectador/función
Fábricas (sin consumo industrial)	100 lts/obrero/turno

Hay que sumar los obreros de los tres turnos.

Baños públicos	500 lts/bañista/día
Escuelas	100 lts/alumno/día
Clubes (servicio de baños)	500 lts/bañista/día

En el caso de clubes hay que adicionar las dotaciones por cada concepto - diferente, es decir; bañistas, restaurante, riego de jardines, auditorios o salones de reunión, etc.

Restaurantes	15 a 30 lts/cmensal
Lavanderías	40 lts/Kg de ropa seca
Hospitales	500 a 1000 lts/cama/día
Riego de jardines	5 lts/m ² superficie sem brada de césped cada - vez que se riegue
Riego de patios	2 lts/m ²

3.2. Métodos de Cálculo

El cálculo de la red de distribución hidráulica, consiste en determinar el diámetro de los tubos, existen varios métodos, entre los que se mencionan : El método empírico, el probabilístico, el Británico, el Alemán o de la Raíz Cuadrada, el de Hunter y el Americano. Este último es el que se describirá en este trabajo.

Este método, se basa en el uso de gráficas y tablas que simplifican y facilitan los cálculos.

Uno de los dos factores principales en el diseño de una red interna de distribución, son las pérdidas de carga, (el otro es el consumo simultáneo) causadas por :

- a) La fricción. Es la que más influye en la pérdida de presión su valor se puede obtener mediante la expresión siguiente :

$$hf = \frac{f \cdot l}{d} \frac{v^2}{2g} \text{ donde :}$$

f = coeficiente de fricción; según el material del tubo.

l = longitud del tramo de tubo analizado,

d = diámetro del tubo.

v = velocidad del agua dentro del tubo; se recomienda entre 0.60 y 3.0 m/seg ; o se obtiene de Q/A ,

g = aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg² .

De aquí se desprende que las pérdidas de carga dependen de la longitud del tubo, de su diámetro y de la velocidad del agua.

La obtención de las pérdidas de carga por fricción en todos los tramos de tubería de la red sería muy laboriosa, si se hiciera manualmente, por lo que se elaboraron las gráficas y tablas con lo cual se hacen más rápidamente los cálculos.

- b) A las piezas especiales como son codos, tes, válvulas y contador, etc.,

se les considera equivalentes a tramos de tubo recto y también se tienen tablas de estas equivalencias para sumarlas a las del inciso anterior.

3.3. Ejemplo de Cálculo con el Sistema Directo

Sea un edificio de 6 niveles, con dos departamentos en cada uno de los 5 superiores y uno en la planta baja; con baños completos, cuyos WC funcionan con válvulas de descarga y las cocinas con una combinación lavadero-fregadero.

La llave más alta está a 16 m sobre el nivel del tubo distribuidor principal y la presión en la red municipal es de 4 kg/cm^2 . Calcular el diámetro de la columna de suministro.

Como primer paso se obtiene el consumo por edificio.

De la Tabla No. 2 obtenemos :

Por cada baño completo 8 U. C. ; como son	11 x 8 = 88 U. C.
Por cada combinación lavadero-fregadero 3 U. C.	11 x 3 = 33 U. C.
T o t a l	<u>121 U. C.</u>

Hecho ésto, obtenemos el máximo consumo simultáneo tomando el total de U. C. y entrando a las gráficas 1 y 2 que nos dan el gasto máximo probable, como la curva 1 es válida para las instalaciones en que predominan las válvulas de descarga y la curva 2 vale para aquellas en que predominan los tanques de descarga, entramos con el total de U. C. a la curva 1 y obtenemos el gasto máximo probable.

Del ejemplo tenemos 121 U. C. con las cuales obtenemos un gasto de 4.6 lts/seg que transformados a lts/mín nos da :

$$\frac{4.6 \text{ lts}}{\text{seg}} \times 60 = 276 \text{ lts/mín}$$

Con el gasto obtenido se entra a la Tabla No. 3 y vemos que diámetro de contador es adecuado para el gasto que tenemos, si nos da un diámetro intermedio se elige el menor.

TABLA No. 3 .- GASTO QUE ADMITEN LOS CONTADORES DE AGUA DE ACUERDO AL DIAMETRO

DIAMETRO (PULGADAS)	RANGO DE GASTOS (LITROS/MINUTO)
5/8	4 a 75
3/4	8 a 130
1	11 a 200
1 1/2	20 a 375
2	30 a 600
3	60 a 1200
4	105 a 1900
6	180 a 3800

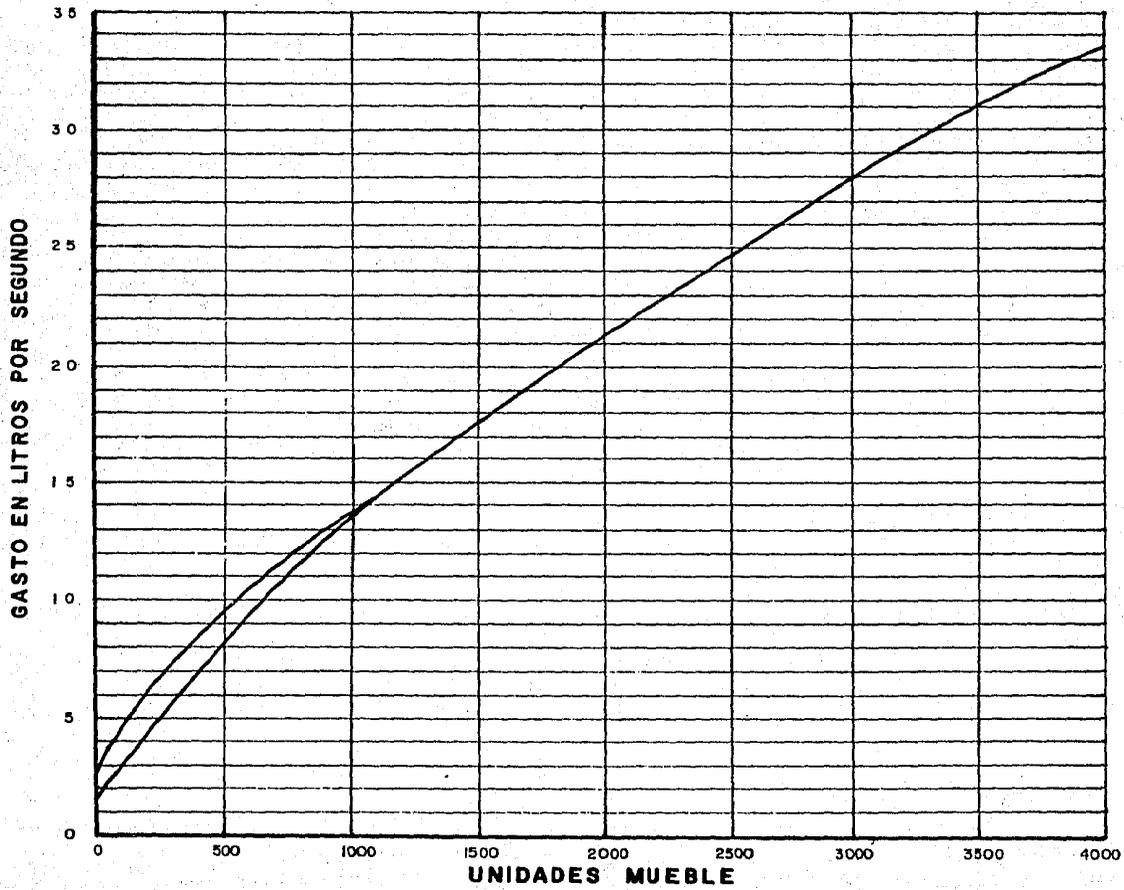
El gasto que tenemos es de 276 lts/min por lo tanto el diámetro de contador requerido es de 1 1/2"

La gráfica 3 nos proporciona la pérdida de presión que ocasiona el contador con el gasto de 276 lts/min , la cual es de 1 kg/cm² .

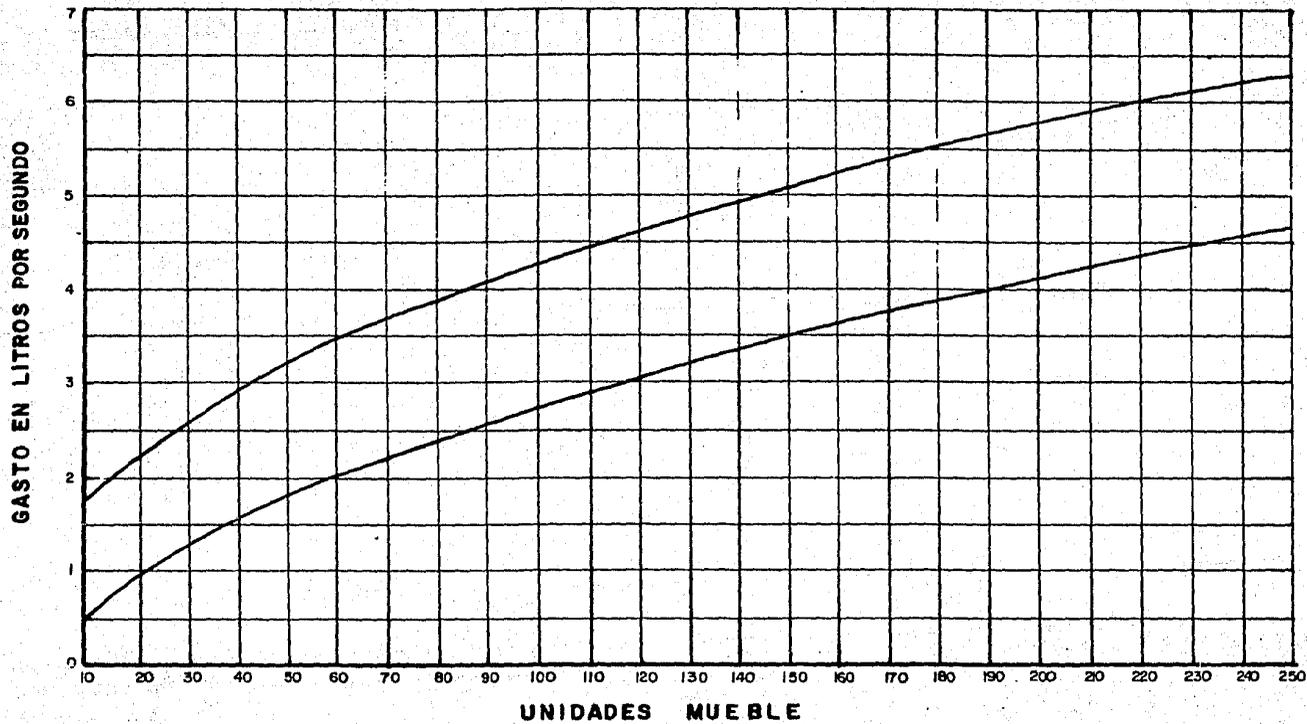
Ahora se obtendrá la presión en la llave más alta que será la más crítica en cuanto a proporcionarle la presión de trabajo, esto se obtiene analizando las presiones que se tenían y las pérdidas como sigue :

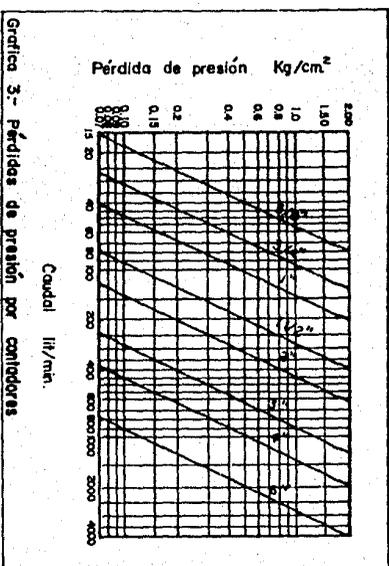
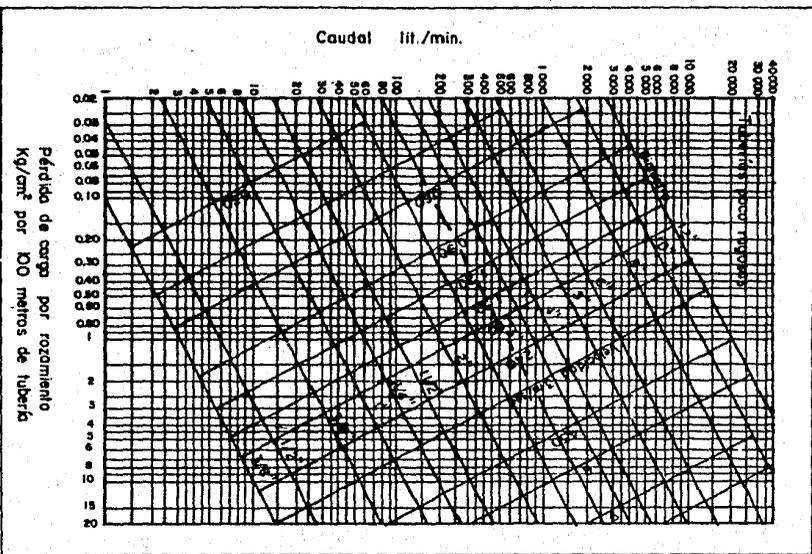
+ Presión de la red municipal	4.00 kg/cm ²
- Pérdida por altura a vencer (0.10 x 16 m)	-1.60 kg/cm ²
- Pérdida por contador	-1.00 kg/cm ²
- Presión de trabajo de la llave (SUPUESTA)	-0.80 kg/cm ²
	<hr/>
La diferencia es para vencer la fricción en el montante y el ramal de la llave	0.60 kg/cm ²

GRAFICA Nº 1



GRAFICA N° 2

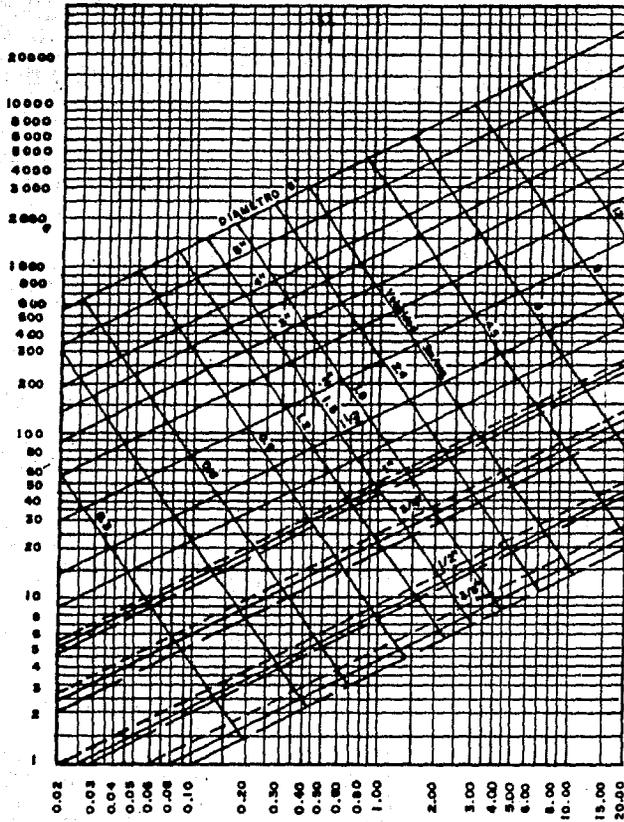




Gráfica 3- Pérdidas de presión por conductores

Tubería de cobre superficie lisa.

Tipo M -----
 Tipo L -----
 Tipo K -----



GRAFICA 4.- Pérdida de carga por fricción kg/cm² x 100 de longitud.

TABLA 5.—RESISTENCIA EN VALVULAS Y CONEXIONES

DIAMETRO PULGADAS	CODO 90°	CODO 45°	TEE GIRO DE 90°	TEE PASO RECTO	VALVULA DE COMPUERTA	VALVULA DE PLATO	VALVULA DE ANGULO
3/8"	0.30	0.20	0.45	0.10	0.06	2.45	1.20
1/2"	0.60	0.40	0.90	0.20	0.12	4.60	2.45
3/4"	0.75	0.45	1.20	0.25	0.15	6.10	3.65
1"	0.90	0.55	1.50	0.27	0.20	7.60	4.60
1 1/4"	1.20	0.80	1.80	0.40	0.25	10.50	5.56
1 1/2"	1.50	0.90	2.15	0.45	0.30	13.50	6.70
2"	2.15	1.20	3.05	0.60	0.40	16.50	8.50
2 1/2"	2.45	1.50	3.65	0.75	0.50	19.50	10.50
3"	3.05	1.80	4.60	0.90	0.60	24.50	12.20
3 1/2"	3.65	2.15	5.50	1.10	0.70	30.00	15.00
4"	4.25	2.45	6.40	1.20	0.80	37.50	16.50
6"	6.10	3.65	9.15	1.80	1.20	50.00	24.50

ELECCION DEL TUBO .- Se propone el material del tubo y se determinan sus diámetros. El material puede ser cobre o fierro galvanizado, de éstos, - es preferible el cobre por la rapidez de instalación, resiste mucho mejor el agua caliente, es más segura la unión soldada que la roscada y tiene - un coeficiente de fricción más bajo que el fo. go. , aunque su costo inicial es mayor. Para determinar los diámetros, se pueden seguir dos caminos :

- 1) Si ya están bien definidos todos los tramos de la red, se suponen los diámetros, se revisa y según el caso, se propone otro diámetro más - aproximado y se vuelven a checar las pérdidas que deben ser menores o igual al dato obtenido (0.60 kg/cm^2) , como es una forma muy laboriosa, se prefiere lo que sigue :

- 2) Utilizando la gráfica 4 obtenemos las pérdidas por fricción por cada 100 m de tubo, según el diámetro, el gasto y la clase de material del tubo; se sabe con que presión se cuenta y la longitud del material (16 m este ejemplo) , pero nos falta conocer la longitud del ramal hasta la llave y las pérdidas menores (Por válvulas, codos, - etc.) que pudieran haber, (las cuales estarán expresadas en longitudes equivalente) y que es lo que en este caso se supone (se consideran 30 m en este ejemplo) con lo que se tiene una longitud total - de 46 m debiendo determinar la pérdida para 100 m con la gráfica, para tuberías de cobre y con la siguiente proporción :

$$\frac{0.6}{46} = \frac{X}{100} ; X = \frac{60}{46} = 1.30 \text{ kg/cm}^2 ; \text{ con lo cual y el gasto de } 276 \text{ lts/min se obtiene un diámetro de } 2'' .$$

DIAMETROS COMERCIALES DE TUBERIAS

1/4" = 6 mm	1 1/4" = 32 mm	4" = 100 mm
3/8" = 10 mm	1 1/2" = 38 mm	6" = 150 mm
1/2" = 13 mm	2" = 50 mm	8" = 200 mm
3/4" = 19 mm	2 1/2" = 64 mm	10" = 250 mm
1" = 25 mm	3" = 76 mm	

CALCULO DEL DIAMETRO DE LOS RAMALES

Para la obtención del diámetro de los ramales se sigue la misma secuencia de cálculo que para el montante aunque sin considerar las pérdidas que ya no afectan (como son las pérdidas por contador, montante, etc.) . Si el ramal surte a dos baños del mismo piso, habrá que duplicar el número de U. C. así, en este caso se tomarán 22 U. C. (dos baños completos y 2 combinaciones de lavadero-fregadero) que dan un consumo probable de 135 lts/mín ; y para la longitud del ramal, seguimos considerando los 30 m que se supusieron (en el inciso anterior) en la elección del tubo y con los 0.60 kg/cm² de pérdida resultan :

$$\frac{0.60}{30} = \frac{x}{100} ; x = 2.0 \text{ kg/cm}^2 \text{ de pérdida para } 100 \text{ m de tubo con lo que}$$

entrando a la gráfica 4 obtenemos un diámetro de 1 1/2" .

3.4. Ejemplo de Cálculo con el Sistema por Gravedad

Se tiene un edificio de 5 pisos, con dos departamentos en cada piso, que constan de un baño completo, cocina y lavaderos, la altura entre pisos es de 3.50 m y el tinaco se encuentra a 8.00 m más alto que la llave más elevada. La longitud del tubo al tinaco a la 5a. planta es de 13.50 m (ésto incluye los 8.00 y las longitudes equivalentes) y en los siguientes de 5.25 m (3.50 + 1.75 de longitud equivalente) . Determinar el diámetro de la bajante.

Para la aplicación del sistema por gravedad se recomienda :

1. Colocar para la bajante, los mayores diámetros posibles económicamente, en los niveles superiores, para contar con buena presión en los muebles de los pisos inferiores.
2. En los pisos superiores colocar muebles que trabajen con baja presión y en los pisos inferiores aquellos que trabajen con alta presión.

Solución :

Se determina la capacidad y la altura de colocación del tinaco (dicha altura se mide hasta el nivel de agua dentro del tinaco) .

La capacidad se determina considerando el consumo total diario como cada departamento debe tener su servicio, en este ejemplo se considera que cada uno de ellos cuenta con dos recámaras, la capacidad del tinaco será :

$$\text{Capacidad tinaco} = (\text{No. de personas}) (\text{dotación}) = [2 (\text{No. Recámaras}) + 1] (100)$$

$$(2 \times 2 + 1) (100 \text{ lts/hab/día}) = 5 \times 100 = 500 \text{ lts/día}$$

La diferencia de niveles entre el nivel del agua dentro del tinaco

y la llave mas alta, se recomienda que sea como mínimo, 6.50 m -
para este caso se dio 8.00 m en el enunciado.

Consumo en el Edificio .- El tipo de muebles que se utilizarán en -
el 5° y 4° piso serán de baja presión y en los demás pisos los
muebles serán de alta presión, por lo tanto se tendrá :

Para los dos pisos superiores

Baño completo con WC de tanque :	6 U. C. x 2 =	12 U. C.
Fregadero de cocina :	2 U. C. x 2 =	4 U. C.
Lavadero de llave :	3 U. C. x 2 =	6 U. C.
	TOTAL POR PISO :	22 U. C.

Para los cuatro pisos inferiores

Baño completo con WC de válvula :	8 U. C. x 2 =	16 U. C.
Fregadero de cocina :	2 U. C. x 2 =	4 U. C.
Lavadero de llave :	3 U. C. x 2 =	6 U. C.
	TOTAL POR PISO :	26 U. C.

Consumo total en el edificio $2(22) + 3(26) = 122$ U. C.

Presiones .- La presión que debe tenerse en cada nivel es la que ha
ga funcionar al artefacto que mas requiere, generalmente son los -
WC , y una pequeña cantidad adicional para asegurar ese buen funcio
namiento y por pérdidas desconocidas se acostumbra tomar 0.15 - -
kg/cm² , entonces de la Tabla No. 1 .

Para los dos pisos superiores $0.58 + 0.15 = 0.73$

Para los cuatro pisos siguientes $1.00 + 0.15 = 1.15$

Para mayor claridad se acostumbra concentrar los datos en una tabla
en la forma que se muestra a continuación :

ALTURAS (m)		UNIDADES DE CONSUMO		MAXIMO CONSUMO	LONGITUDES		PRESIONES			Perdida de presión por cien metros de tubería.	Diámetro de la tubería (pulgadas)	Presión efectiva en la base (kg/cm ²)	
	8.00	Por piso	Total hasta ese nivel	Probable	Real	Total = real + equivalente = 1.5real	Presión total disponible (Kg/cm ²)	Requerida (Kg/cm ²)	Presión disponible para -- fricción				
A	5°	3.50	22	122	276	8.60	13.50	$8 \times 0.1 = 0.80$	0.73	$0.8 - 0.73 = 0.07$	$\frac{100 \times 0.07}{13.50} = 0.52$	2 1/2"	0.73
B	4°	3.50	22	100	255	3.50	5.25	$0.73 + 0.35 = 1.08$	0.73	$1.08 - 0.73 = 0.35$	$\frac{100 \times 0.105}{5.25} = 2$	1 1/2"	0.975
C	3°	3.50	26	78	141	3.50	5.25	$0.975 + 0.35 = 1.325$	1.15	$1.325 - 1.15 = 0.175$	$\frac{100 \times 0.175}{5.25} = 3.33$	1 1/4"	1.15
D	2°	3.50	26	52	114	3.50	5.25	$1.15 + 0.35 = 1.50$	1.15	$1.50 - 1.15 = 0.35$	$\frac{35}{5.25} = 6.66$	1"	1.15
E	1°	3.50	26	26	72	3.50	5.25	$1.15 + 0.35 = 1.50$	1.15	$1.50 - 1.15 = 0.35$	6.66	1"	1.15

3.5. Regularización y Almacenamiento

La regularización, tiene por objeto adaptar el suministro al consumo y la función del almacenamiento es asegurar que se cuente con la dotación de varios días, en casos de suspensión del suministro. Es to se utiliza, como sabemos, cuando el servicio de agua potable no es continuo durante las 24 horas, para tener un suministro suficiente en los casos de máximo demanda o para prevenir fallas del servicio.

3.5.1. Regularización

Generalmente, se obtiene mediante la instalación de un tanque elevado, que se coloca en la azotea, o en una estructura especial separada del edificio o una altura tal que se obtenga una presión mínima de 0.65 kg/cm^2 y su capacidad, de acuerdo a su funcionamiento debe estar ligada a los regímenes de suministro y de demandas. Su abastecimiento se realiza por medio de bombeo o directamente de la red municipal.

Estos tanques pueden fabricarse con los siguientes materiales :

Asbesto - cemento, concreto, tabique o lamina galvanizada.

Determinada la capacidad, se consigue el tamaño comercial exacto o muy ligeramente mayor.

Los tamaños comerciales para tinacos de Asbesto - Cemento son, en litros :

a) Verticales Sin patas, 200,340,600,700,800,1150,1400,3050
Con patas, 300,440,540,640,1040,1750

b) Horizontales 405,630,1070,1500

Por su forma :

a) Cuadrados 400,500,600,1100,1700

TINACOS ASBESTOLIT

DE ASBESTO-CEMENTO-SILICE JAMAS SE OXIDAN, NO SE AGRIETAN,
NO SE CORROEN, MANTIENEN SIEMPRE FRESCA EL AGUA, EVITAN
LA CONTAMINACION.

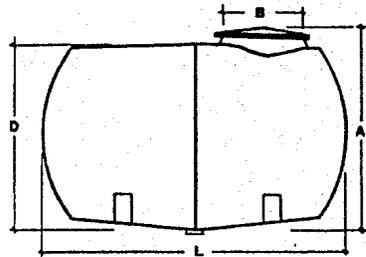
La pendiente que forman los dos troncos de cono que constituyen su cuerpo, permiten un desagüe eficaz evitando sedimentaciones en el fondo. Se suministran con salidas roscadas de 38 mm. (1½")φ

El tinaco deberá apoyarse precisamente, en las marcas que trae en el casquete inferior y los apoyos deberán cubrir cuando menos media circunferencia, en un ancho de 15 cms.

TINACO HORIZONTAL

TIPO	A	L	D	B	CAPACIDAD LTS.	PESO KG.
H— 400	828	1160	760	380	418	54
H— 700	925	1616	808	480	695	77
H—1100	1097	1818	980	480	1174	100
H—1600	1327	1840	1210	480	1712	177

∴ CAPACIDAD REAL



TINACO VERTICAL CILINDRICO CON PATAS

Este modelo representa el tipo más fácil de instalar, para pequeñas capacidades.

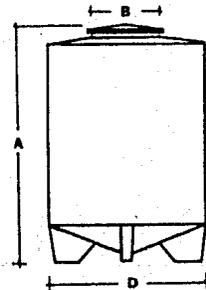
Las patas facilitan su acomodo sobre cualquier piso o techo sin preparación especial; deja libre la altura suficiente para instalar fácilmente las conexiones del tubo de descarga.

Su fondo cónico facilita su desagüe.

Se suministran con salida roscada al centro de 38 mm. (1½")φ

TIPO	A	D	B	CAPACIDAD LTS.	PESO KG.
V— 300	1083	755	480	340	44
V— 600	1122	990	480	605	80
V—1100	1732	1055	480	1190	120

∴ CAPACIDAD REAL



TINACO VERTICAL CILINDRICO SIN PATAS

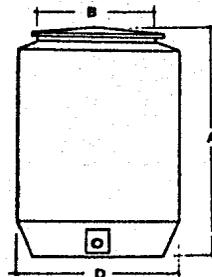
La forma tronco-cónica de la base así como de su extremo superior, refuerzan su cuerpo cilíndrico, permitiendo facilidad de manejo.

En muchos casos estos tinacos de fondo plano, representan una solución económica para almacenar granos en pequeñas cantidades.

Se suministran con salida lateral roscada de 38 mm. (1½")φ

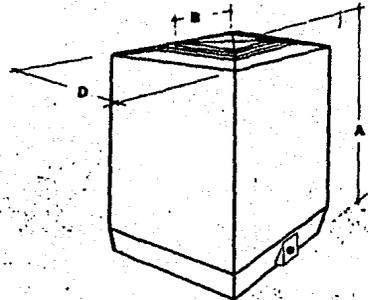
TIPO	A	D	B	CAPACIDAD LTS.	PESO KG.
T— 200	982	605	480	240	33
T— 400	1092	850	480	535	60
T— 600	1022	1000	480	605	74
T—1100	1627	1065	480	1220	128

∴ CAPACIDAD REAL



TINACO VERTICAL CUADRADO

Este tipo de tinaco tiene la parte superior y la base tronco-piramidal que refuerzan su cuerpo de sección cuadrada. Son fáciles de limpiar, sus lados son lisos y permiten hacer grupos compactos de tinacos logrando mayores capacidades en espacios reducidos; sus formas rectas van de acuerdo con las líneas modernas de las construcciones. Se suministran con salida roscada lateral de 38 mm. (1½")Ø



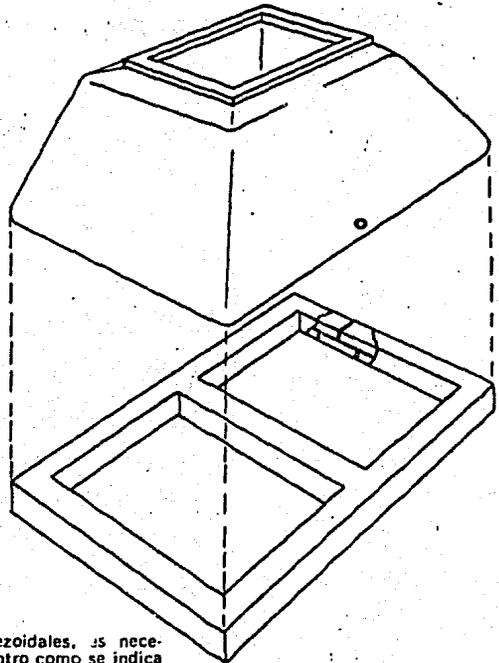
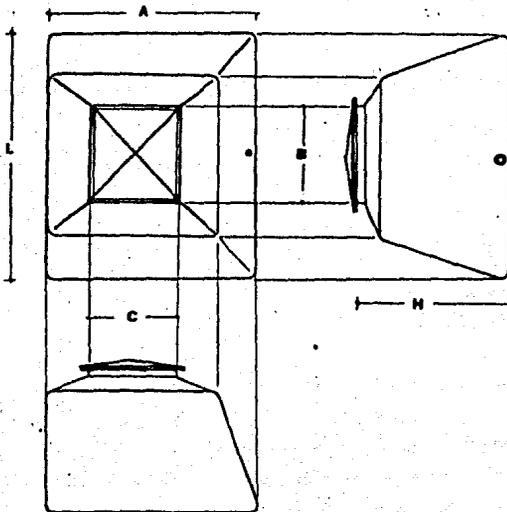
TIPO	A	D	B	CAPACIDAD LTS.	PESO KG.
C-400	1155	680	450	418	78
C-600	1305	800	450	646	116
C-1100	1395	950	450	1100	190

☛ CAPACIDAD REAL DIMENSIONES EN MILIMETROS.

TINACO TRAPEZOIDAL

TIPO	H	L	A	B	C	CAPACIDAD LTS.	PESO KG.
M-600	780	1200	1200	700	500	620	110
M-1100	785	1900	1200	700	500	1100	160

☛ CAPACIDAD REAL



Con este tipo de tinaco se ha logrado una apariencia distinta y ornamental, sin restarle capacidad. Teniendo uno de los lados verticales, se pueden colocar dos tinacos espalda con espalda formándose un block de forma trapezoidal, que va de acuerdo con las líneas modernas de construcción. Se surten con salidas laterales roscadas de 38 mm. (1½")Ø

Para la colocación de los tinacos trapezoidales, es necesario construir una base con apoyo al centro como se indica en la ilustración.

- b) Esféricos 1450,2400,2700,3000
- c) Trapezoidales 800 y 1100 lts .

3.5.2. Almacenamiento

Para este fin, se utilizan las cisternas, con capacidad para dotar de agua durante varios días a los moradores del edificio. Pueden - construirse de tabique o de concreto : (debiendo reunir los si- - guientes requisitos) : o de otro material autorizado por las auto- - ridades sanitarias, su capacidad se determina en forma similar a - los tinacos como sigue :

Capacidad cisterna = (No. personas) (Reserva) (No. días)

Las cisternas deben reunir los siguientes requisitos :

- a) El agua debe entrar por la parte superior y extraerse mediante bombeo, desde unos 25 cm arriba del piso. El programa de bombeo estará de acuerdo con el régimen de demandas y puede funcionar con arranque manual o automático.
- b) Todas las esquinas deben ser redondeadas, para facilitar su limpieza.
- c) Deben tener un fácil acceso al interior mediante un "registro" de cierre hermético, con un reborde mínimo de 10 cm .
- d) La separación mínima del lindero será de 1 m y para la red de aguas negras será de 3 m ; en caso de tomarse medidas que aseguren su impermeabilidad, pueden reducirse estas distancias.
- e) La cisterna debe contar con un sistema de desagüe.

Ejemplo de Cálculo de Capacidad de una cisterna

Determinar el volumen de reserva y dimensionar una cisterna para una casa familiar de 3 recamaras.

Solución :

- a) Volumen de reserva V. R. = $(3 \times 2 + 1)100 = 700$ lts/día
- b) Capacidad. Si se requiere agua para 4 días
 $700 \times 4 = 2800$ lts = 2.8 m^3
- c) Dimensionamiento. de $V = A \cdot H$; $A = \frac{V}{H}$

donde:

V = volumen de almacenamiento

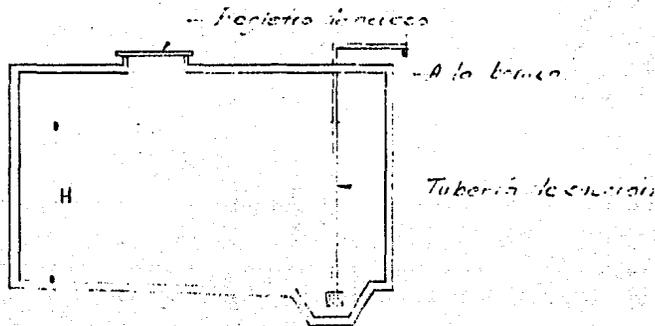
A = área de la base de la cisterna

H = altura del agua dentro de la cisterna

Considerando un ancho de 1 m. y una altura de agua dentro de la cisterna de 1.40 m. tenemos:

$$V = A \cdot H \text{ y } a = 1 \times L ; L = \frac{V}{H}$$

$$L = \frac{2.8}{1.4} = 2.0 \text{ m.}$$



4. SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE

4.1. Redes de Distribución de Agua Caliente.

4.1.1. Sistema Indirecto o de Termosifón

4.1.2. Sistema Directo

4.1.3. Sistema de Distribución de Circuito o Central.

4.2. Aislamiento.

4.3. Dilatación de Tuberías.

4.4. Calentadores y Calderas.

4.4.1. Calentadores

4.4.2. Calderas

4. SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE

Los sistemas de distribución de agua caliente son formados por el conjunto de tubos, artefactos y accesorios necesarios para suministrar agua caliente a los sitios elegidos de un edificio en la cantidad, calidad y temperatura necesarias, y en condiciones económicas.

Las temperaturas usuales del agua caliente son :

En la cocina de 55 a 60°C

En lavado de ropa de 70 a 80°C

En baños y limpieza general de 40 a 50°C

haciendo éstas, una temperatura promedio de 60°C .

La forma de producir el agua caliente es por medio de "calentadores" o "calderas" , que se colocan lo mas cerca posible de los puntos de mayor consumo o que requieren mayor temperatura, pero cuidando de cumplir con el Reglamento de Ingeniería Sanitaria que entre otras cosas nos pide que esos sitios cuenten con mucha ventilación, con un volumen mayor de 20 m³, y si tienen de 8m a 20m³ les pongan chimeneas, que deben salir mas de 2 m. sobre la azotea y que además el aire se renueve constantemente en forma natural y evitar colocarlos dentro de los cuartos de baño.

En la colocación de los calentadores se cuidará que la parte inferior del aparato quede a mas de 15 cm arriba de cualquier superficie de trabajo y que su parte superior quede separada mas de 20 cm de la losa del techo.

Debido a que se tienen muchos aparatos sanitarios que no usan agua caliente, el consumo de ésta se considera, aproximadamente de 1/3 del consumo de agua fria y en ocasiones se acepta efectuar el cálculo de los diámetros tomando en cuenta esta proporción.

4.1. Redes de Distribución de Agua Caliente

Puede considerarse que existen tres sistemas de distribución :

1. Sistema Indirecto o de Termosifón
2. El Sistema directo, local o simple. Basado en calentadores.
3. De circuito o central. Basado en calderas.

La aplicación del sistema más adecuado depende de :

- El agente para producir calor, generalmente es el gas, pero puede ser electricidad, petróleo, leña, "combustible" diesel o vapor.
- El tipo de aparatos servidos.
- El consumo.
- La rapidez con que se requiera el agua caliente.

4.1.1. Sistema Indirecto o de Termosifón

Es el más económico, pero su aplicación es recomendable únicamente para uso local. No requiere de un aparato exclusivo para elevar la temperatura del agua, sino que se aprovecha el calor de cualquier fuente establecida para otro uso, que es lo que hace que resulte ser el más económico pero se requiere de un captador de calor y un depósito para almacenar el agua caliente.

4.1.2. Sistema Directo

Es el más usual pero tiene la desventaja de que hay que tirar el agua fría hasta que salga la caliente.

La distinción esencial de este sistema es que el agua caliente usada es calentada directamente por el calentador de agua.

No hay ninguna barrera que prevenga el contacto físico entre el calentador y el agua que viene de la alimentación, como sucede en el sistema indirecto.

El agua fría que se suministra al calentador viene de un depósito colocado en un sitio alto, el agua caliente se almacena en un depó

sito y de ahí se lleva por la red al sitio donde se requiere. El agua fría siempre entra por el fondo del recipiente y el agua caliente sale por la parte superior, la presión del agua que depende de la altura del depósito de agua fría, empuja el agua caliente fuera.

En el diseño de la red se debe determinar :

- a) La capacidad del calentador y si se requiere, del depósito de almacenamiento.
- b) El diámetro de los tubos. Este cálculo es muy similar al del agua fría : Determinar el consumo real, el simultáneo y las pérdidas por fricción y las menores; para lo cual se cuenta con tablas simplificadas, especiales para agua caliente.

La capacidad del calentador se determina tomando en cuenta lo siguiente :

El consumo total diario de agua caliente.

La duración del período del consumo máximo horario.

La posibilidad de almacenar el agua caliente y el volumen del depósito; con relación al consumo total diario.

4.1.3. Sistema de Distribución de Circuito o Central

La producción de agua caliente en instalaciones centrales se realiza en los casos en que debe disponerse en cualquier momento de agua caliente en gran cantidad y en numerosos puntos de un edificio, y el calor para el funcionamiento de las mismas pueda conseguirse económicamente con el empleo de combustibles sólidos o líquidos, vapor de escape, o calor transmitido a distancia, de manera que pese a ser mas bajo el rendimiento de servicio de estas instalaciones, resultan ventajosas.

Las pérdidas de calor por radiación de la caldera y del calentador

de agua y las que se producen en las tuberías, son considerables y deben ser reducidas al mínimo posible por una eficiente realización de la instalación y especialmente por una buena protección térmica de todas las partes de la misma.

El sistema de circuito también puede conseguirse aprovechando el -
temosifón.

Al circular el agua caliente pierde 0.5°C por cada metro de recorrido.

La eficiencia de un circuito se determina con la siguiente expresión :

$$E_C = \frac{H (T)}{L}$$

donde :

H = altura a que llega el agua

T = diferencia de temperaturas a la mitad del recorrido

L = longitud total del recorrido

La circulación del agua caliente puede favorecerse, en un gran edificio, intercalando en el circuito una bomba, que se coloca en la tubería general de retorno, cerca del depósito de agua caliente. Esta bomba se acciona por medio de un termostato cuando la temperatura del agua baja de un cierto grado y la desconecta cuando se eleva a otro determinado valor.

4.2. Aislamiento

El acero, el hierro, el cobre y el latón son buenos conductores de calor, por lo que se pierden cantidades apreciables del mismo a través de las paredes de las tuberías y de los tanques fabricados con estos materiales, por lo que el agua que contiene desciende de temperatura.

Para contrarrestar este efecto, se usan materiales aislantes, como

CONSUMO DE AGUA CALIENTE POR MUEBLE

LITROS DE AGUA POR HORA Y MUEBLE A 60°C EN LA SALIDA								
Mueble	Edificios de apartamentos.	Club	Hotel	Fábrica	Edificios para despachos.	Residencia	Escuela	Hospitales
Lavabo privado	8	8	8	8	8	8	8	8
Lavabo público	15	25	30	45	25	—	57	23
Tina	75	75	75	—	—	75	—	76
Lavaplatos*	55	190-570	190-760	76-379	—	55	76-379	190-570
Fregadero	40	76	114	76	76	40	76	76
Lavadero	76	106	106	—	—	76	—	106
Tarja	20	38	38	—	38	20	38	38
Regadera	114	570	284	852	114	114	852	284
Vertedero de aguas sucias.	76	76	114	76	76	57	76	76
Coefficiente de consumo máximo.	0.30	0.30	0.25	0.40	0.30	0.30	0.40	0.25
Coefficiente de almacenamiento**	1.25	0.90	0.80	1.00	2.00	0.70	1.00	0.60
* Los requisitos exactos deben tomarse de la información proporcionada por el fabricante para cada modelo.					** Este valor es el coeficiente de la capacidad del tanque, y la máxima demanda probable por hora. Esta capacidad puede ser reducida cuando se cuenta con una alimentación ilimitada de vapor.			

CONSUMO DE AGUA CALIENTE POR PERSONA EN VARIOS TIPOS DE EDIFICIOS

Clase de edificio	Agua Caliente necesaria, en litros por persona y día.	Consumo máximo horario en relación al consumo diario.	Duración del periodo de consumo máximo (horas).	Capacidad de almacenamiento en relación al consumo diario.	Capacidad del calentador en relación al consumo diario.
Vivienda, apartamentos, hoteles.	75 a 150	1/7	1	1/5	1/7
Oficinas.	7.5 a 11	1/5	2	1/5	1/6
Fábricas y talleres.	20	1/3	1	2/5	1/8
Restaurantes.	7 litros por comida y día.	—	—	1/10	1/10
Restaurantes - (tres comidas diarias).	—	1/10	8	1/5	1/10
Restaurantes - (una comida diaria).	—	1/5	2	2/5	1/6

Nota: En la Tabla no se tomó en cuenta el consumo de máquinas o instalaciones especiales, por lo que, en caso de existir, deben agregarse.

cubierta para reducir dichas pérdidas de calor al mínimo. Una vez elegido el material de cubierta se debe comparar el costo de ésta con la reducción de las pérdidas de calor. La fibra de vidrio procura un aislante efectivo y se vuelve compacta con menos facilidad que la lana mineral. El grueso usual oscila entre 1 y 1 1/2 pulgadas para tuberías de agua caliente, terminándose la capa aislante con una lona que la rodea y que se asegura con zunchos de metal, barnizados con goma laca.

4.3. Dilatación de Tuberías

Toda tubería metálica se contrae y se dilata con los cambios de temperatura y debe procurarse darles libertad para que puedan producirse. Una forma de permitir dichos movimientos es por medio de juntas articuladas al nivel de los pisos o también por medio de juntas especiales de dilatación que permiten el corrimiento de los tubos sin dar lugar a fugas de agua aunque estas juntas se emplean para diámetros grandes. El problema de dilatación en tuberías se nota más en edificios de gran altura por tener una longitud de tubería muy grande, en casas habitación no suele tomarse precauciones para este efecto por no ser necesario debido a la corta longitud de las tuberías.

4.4. Calentadores y Calderas

Son aparatos por medio de los cuales se eleva la temperatura del agua para uso sanitario dentro de los edificios.

4.4.1. Calentadores

Son aparatos que se utilizan para el calentamiento de pequeños volúmenes de agua (consumos bajos), como en casa familiares.

Se les clasifica por el agente o combustible utilizado como son: gas, electricidad, leñas, "combustibles" diesel o vapor) y por su funcionamiento (directo, manual, de paso, etc.).

- a) De Gas .- Por su funcionamiento se tienen dos tipos el directo y el de paso.

El tipo directo también es conocido como Manual o de Almacenamiento; su encendido es manual y consiste en un cilindro de lámina, forrada con fibra de vidrio y una lámina de cubierta. La superficie en contacto con el fuego es pequeña lo que hace el agua se caliente lentamente y su eficiencia sea tan solo entre 60 y 80 % . Para el cálculo de la capacidad se estima en 75 % de la capacidad como agua caliente. Estos calentadores tienen la ventaja sobre los automáticos, que pueden dar un servicio eficiente a varios muebles a la vez.

Los calentadores automáticos, se conocen también como "instantáneos" o "de paso" . Tienen serpentines por los que circula el agua, proporcionando una gran superficie de contacto con el fuego, por lo que muy rápidamente se alcanzan altas temperaturas. Este tipo de calentadores solo pueden dar servicio a una llave. El encendido se logra al abrir cualquier llave de la red de agua caliente y al cerrar la llave se apaga el quemador, quedando únicamente el piloto. La eficiencia de estos calentadores es del 85 al 90 % y un m^3 de gas desarrolla unas 4500 calorías en promedio; nos da por resultado que estos calentadores producen unas 4000 calorías por cada m^3 de gas que consumen. Algunos tipos de estos calentadores tienen un sistema de seguridad de funcionamiento, que consiste en un dispositivo termoeléctrico, que cierra la válvula de gas en caso de apagarse el piloto o de sobrecalentamiento.

- b) Calentadores Eléctricos

Son del tipo de almacenamiento, constan de un depósito metálico forrado con un material aislante, en los que se instala una resistencia eléctrica para calentar el agua. Se usan de tres clases : de rebosamiento, de vaciado y de presión.

Los calentadores de tipo de rebosamiento tienen interiores de cobre estañado de paredes delgadas, cuyo contenido ha de comuni

car siempre con la atmósfera. Abriendo la válvula de agua caliente, situada en la entrada de agua fría, ésta penetra en el depósito y eleva el agua calentada de manera que esta última sale por el tubo rebosadero; este tipo de calentadores requiere que las llaves a las que surte se encuentren un mínimo de 2 m abajo del nivel del depósito ya que dentro de éste, el agua no está a presión, para accionar la corriente se tiene un termostato que corta la corriente cuando se alcanza cierta temperatura y la conecta cuando baja a otra determinada temperatura.

Los de vaciado, también requieren que las llaves de servicio estén abajo del calentador, funcionan por descarga o vaciado. Por medio de una válvula de llenado y antes de conectar la corriente, se llena el aparato con agua fría hasta el nivel que se desee y después de calentarla y de desconectar la corriente se saca el agua caliente por la válvula de toma.

Los de presión, son los más aceptados, ya que envían el agua a varias llaves y pueden situarse a la altura que convenga. Están sometidos a la presión de la tubería de agua.

La eficiencia de los calentadores eléctricos varía entre el 80 y 90 % .

c) Calentadores de Leña

Son del tipo de almacenamiento y son utilizados por familias de escasos recursos. Su funcionamiento es similar a los de gas de tipo manual. Se les abastece de la cantidad adecuada de leña o "combustible" encendiéndolos con cerillos o papel en llamas.

4.4.2. Calderas

Son aparatos que se utilizan para elevar la temperatura del agua y se utilizan en los siguientes casos :

a) Para el sistema de distribución central, para servir a un gran

número de personas o muchos sitios, como en hoteles, hospitales, baños públicos, etc.

- b) Por especificación de Reglamento, si la distancia entre el calentador y el mueble mas alejado excede de 15 m .
- c) Si el edificio tiene mas de 4 pisos.

Las calderas están constituidas en general por :

1. Quemadores o mecheros, que son los productores de calor.
2. Serpentin de cobre o celdas de fierro fundido que transmiten el calor al agua.

Generalmente se utiliza un tanque de almacenamiento, que puede ser interior o exterior de acuerdo a su ubicación con respecto a la caldera. Las de tanque exterior son las mas adecuadas para el suministro de agua caliente a los grandes edificios. El agua sale de la caldera hacia el tanque de almacenamiento, estableciéndose una circulación portemosifón o forzada mediante algún circulador, entre la caldera y el tanque de almacenamiento.

Tipos de Calderas.

La clasificación de calderas se hace por : su constitución y funcionamiento :

- a) De tubos de humo, con o sin retorno.
 - b) De tubos de agua.
 - c) De agua caliente con intercambiador de calor.
 - d) De vapor.
-
- a) De tubos de humo .- Consisten en un depósito de agua, a travez del cual pasan los fluxes o tubos por los que circula el calor, que elevan la temperatura del agua por contacto Son de gran capacidad; pero tienen un alto grado de riesgo, porque su cuerpo es el que debe resistir la presión del agua calentada o el va--

por. El retorno consiste en dos pases de los gases por los flujos.

- b) De tubos de agua .- En este tipo, el agua es la que circula por unos tubos rectos, o un serpentín, que está en contacto con el calor. En cuanto a seguridad, son mejores que las de tubos de humo pero, presentan el problema de incrustaciones dentro de los tubos, por lo que el agua debe tener la calidad necesaria, ésta se consigue con un tratamiento extra.
- c) De agua caliente con intercambiador de calor .- El intercambiador de calor consiste en una coraza en forma de cápsula, que tiene un serpentín en su interior, por este serpentín circula agua que proviene del cuerpo de la caldera, cediendo el calor al agua que se circula dentro de la coraza. En este tipo se forman dos circuitos el primario se forma entre el serpentín y la caldera y el secundario entre el intercambiador de calor y la red de distribución en el edificio. Este tipo es el recomendable para evitar las incrustaciones, cuando se tiene un agua con alto grado de dureza.
- d) De vapor .- Funciona con un intercambiador de vapor para elevar la temperatura del agua. Se utilizan cuando, además del agua caliente, se requiere vapor para algún sitio del edificio, por lo que se aprovecha la misma caldera.

Los diferentes combustibles que utilizan las calderas para producir calor son : petróleo, diesel, gas, electricidad, etc.

La capacidad de las calderas está dado por la cantidad de unidades de calor producidas en un cierto tiempo.

Caballo Caldera : Es la capacidad de producir 15.65 kg/hora de vapor de 100°C utilizando agua de alimentación de la misma temperatura.

Superficie de Calefacción : Es el área de metal en contacto con los gases calientes y el agua o vapor

al mismo tiempo, se mide del lado de los gases en m^2 .

Capacidad Nominal : $C_n = \frac{S}{K}$; donde :

S = Superficie de calefacción

K = $1 m^2$ /caballo caldera

= $10 ft^2$ /caballo caldera

Capacidad Real : $C_r = \frac{Q}{33\ 500} = \frac{w(q_v - q_a)}{33\ 500}$

donde :

Q = Cantidad de calor que se le proporciona al agua : en BTU/hora.

w = Cantidad de vapor que está produciendo la caldera en lb/hora.

q_v = Cantidad de calor de la unidad de peso del vapor.

q_a = Cantidad de calor de la unidad de peso de agua que entra a la caldera.

Porcentaje de Carga : Es la relación entre la cantidad de calor que produce y la que debe producir de acuerdo a su superficie, a razón de 33 500 BTU/hr/caballo caldera. Está dada por las expresiones :

$$P_c = \frac{C_r}{C_n} (100) \quad \text{y} \quad Q = C_n \times \frac{R}{100} \times 33\ 500$$

Eficiencia : $E = \frac{Q}{Wh \cdot pq}$; donde :

W_h = Cantidad de combustible utilizado en una hora; en peso.

P_g = Poder calorífico del combustible; o cantidad de calor que produce la unidad de peso del combustible.

Consumo de Combustible : $W_h = \frac{w(q_v - q_a)}{E P_g}$

B I B L I O G R A F I A

- 1.- INSTALACIONES DE LOS EDIFICIOS
Gay Fawcetr Mc guiness-Stein
Edit. G. G.
- 2.- FONTANERIA Y SANEAMIENTO
Rodríguez Avial Mariano
Editorial DOSSAT, S. A.
- 3.- INSTALACIONES DE AGUA Y GAS
Manual de fontanería
Ediciones CEAC
- 4.- NATIONAL PLUMBING CODE
Vicent T. Manas
- 5.- PLOMERIA
John G. Miller
Editorial Diana
- 6.- MATERIALES Y TECNICA DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS
Sidney Webster
Edit. Continental, S. A.
- 7.- PLANEACION DE INSTALACIONES SANITARIAS
Sidney Webster
Edit. Continental, S. A.
- 8.- CALEFACCION Y SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE
Colin Penn
Donald Soley
Edit. Continental, S. A.
- 9.- INSTALACIONES TECNICAS EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
Karl Volger
Editorial Labor, S. A.