

# ***INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICIOS***

# CONTENIDO

<b>CAPITULO I</b>	Sistemas para las instalaciones sanitarias interiores ade agua en edificios.	<b>I</b>
<b>CAPITULO II</b>	Introducción al dibujo de instalaciones sanitarias interiores.	<b>15</b>
<b>CAPITULO III</b>	De la presentación de proyectos de instalaciones sanitarias y aspectos a considerar en el diseño del proyecto.	<b>19</b>
<b>CAPITULO IV</b>	Número mínimo de aparatos sanitarios.	<b>27</b>
<b>CAPITULO V</b>	Principales materiales y accesorios para instalaciones sanitarias interiores.	<b>49</b>
<b>CAPITULO VI</b>	Aparatos sanitarios tipos y accesorios.	<b>55</b>
<b>CAPITULO VII</b>	Dotación de agua en edificios.	<b>67</b>
<b>CAPITULO VIII</b>	Diseño de baños.	<b>79</b>
<b>CAPITULO IX</b>	Principios básicos de las instalaciones sanitarias interiores.	<b>83</b>
<b>CAPITULO X</b>	Cisternas y tanques elevados.	<b>87</b>
<b>CAPITULO XI</b>	Cálculo de la tubería de alimentación de la red pública hasta la cisterna.	<b>105</b>

<i>CAPITULO XII</i>	Cálculo de las redes interiores de distribución de agua.	111
<i>CAPITULO XIII</i>	Equipos de impulsión para suministro de agua en edificaciones.	143
<i>CAPITULO XIV</i>	Agua caliente.	189
<i>CAPITULO XV</i>	Sistemas contra incendio.	217
<i>CAPITULO XVI</i>	Desinfección de redes, cisternas y tanques elevados.	239
<i>CAPITULO XVII</i>	Agua para riego.	243
<i>CAPITULO XVIII</i>	Desagües. Evacuación de aguas servidas.	247
<i>CAPITULO XIX</i>	Disposición típica para conexiones de colectores o desagües. Sistemas de ventilación de desagües.	257
<i>CAPITULO XX</i>	Sistemas de colección y evacuación de aguas de lluvias.	267
<i>CAPITULO XXI</i>	Cámara de recolección de aguas negras y de lluvia y equipos de impulsión.	281
<i>ANEXO N° I</i>	Especificaciones técnicas Instalaciones sanitarias generales.	293
<i>ANEXO N° II</i>	Principales Tablas usadas en diseño de instalaciones sanitarias en edificaciones.	305

# *Capítulo*

**1**

## *Sistemas para las Instalaciones Sanitarias Interiores de agua en Edificios*

### **1. ASPECTOS GENERALES**

Las Instalaciones Sanitarias Interiores para un edificio requieren de los proyectistas un cuidadoso y estudiado diseño, a fin de lograr los siguientes objetivos :

- a) Dar un adecuado sistema de agua en lo referente a calidad y cantidad.
- b) Protección de la salud de las personas y de la propiedad.
- c) Eliminar las aguas servidas, bien mediante su conexión a la red pública o a un método sanitario de eliminación.

Estas tres consideraciones motivan que el ingeniero proyectista se vea en la necesidad de estudiar y diseñar cada proyecto en forma individual o particular, dando soluciones que permitan una ejecución del proyecto en forma satisfactoria y, aún más, luego de construidas que estas instalaciones funcionen y se mantengan en forma adecuada cumpliendo con las funciones para la cual fueron diseñadas.

Las instalaciones sanitarias de un edificio, en forma general incluyen las líneas de distribución de agua (agua fría, agua caliente, para combatir incendios, para industrias, recreación, etc.), los aparatos sanitarios, las tuberías de desagüe y ventilación, las de drenaje de agua de lluvia, así como equipos complementarios.

El abastecimiento de agua y el desagüe se complementan, siendo el agua necesaria para el lavado de los aparatos sanitarios y para el transporte de los desechos sólidos por las tuberías de desagüe o drenaje.

Los aparatos sanitarios son la terminal del sistema de desagüe. El número y tipo de los aparatos sanitarios y su uso privado o público determinan el diámetro de las tuberías de agua y desagüe, dependiendo su tipo y elección por lo general del propietario del inmueble que se diseña.

## **2. PARTES DE QUE CONSTA**

Los sistemas de agua para edificios son variables y dependen de los factores siguientes : Presión en la red pública de agua o fuente de abastecimiento, tipo de edificio, tipos de aparatos sanitarios a ser conectados, forma y altura del edificio, etc.

Los sistemas de desagüe o drenaje van siempre unidos al sistema de ventilación del drenaje.

De manera general se puede mencionar como partes de las Instalaciones Sanitarias las siguientes :

- 2.1 Toma domiciliaria de la red o fuente**
- 2.2 Tubería de aducción - medidor a cisterna**
- 2.3 Cisterna**
- 2.4 Equipo de bombeo (centrífuga, de velocidad variable, de velocidad constante, tanque de presión, etc).**
- 2.5 Tubería de impulsión**
- 2.6 Tanque elevado**
- 2.7 Red de Distribución de Agua**
- 2.8 Aparatos sanitarios**
- 2.9 Redes de Desagüe y Ventilación**
- 2.10 Colector de Desagüe**

- 2.11 Conexión del Desagüe a Red Pública o sistema individual de disposición
- 2.12 Sistema de agua caliente
  - 2.12.1 Productor de agua caliente
  - 2.12.2 Redes de agua caliente
- 2.13 Desagüe Pluviales
- 2.14 Agua contra incendios (para edificios de más de 15 m. de altura)
- 2.15 Instalaciones especiales (piscinas, fuentes de agua, etc.).

Por lo general al encontrarse los edificios en zonas urbanas que cuentan con servicios de agua y drenaje, la fuente de agua se capta por conexión a la red pública.

En áreas en las cuales no se cuentan con redes públicas de agua potable hay que recurrir en esos casos a pozos, manantiales, etc.

Puede ocurrir también en grandes instalaciones que por insuficiencia del servicio de la red pública el proyectista se vea en la necesidad de recurrir a un servicio mixto, es decir a su conexión a la red pública de agua y también a un pozo perforado o manantial.

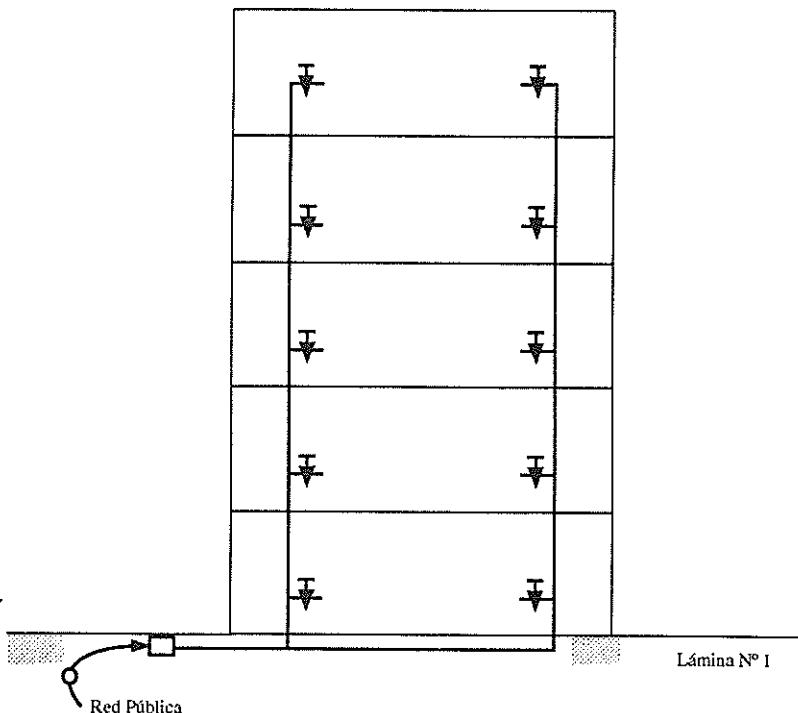
### **3. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA ALTERNATIVAS DE DISEÑO**

El diseño del sistema de abastecimiento de agua de un edificio depende de los siguientes factores :

- ❖ Presión de agua en la red pública
- ❖ Altura y forma del edificio y
- ❖ Presiones interiores necesarias

De aquí que cualquier método que se emplee puede ser : Directo, Indirecto y Mixto combinado.

### 3.1 Sistema Directo : (Ver lámina N° 1)



## SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DIRECTO

Se presenta este caso 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 directamente toda la instalación interna.

### A. Ventaja :

- ❖ Menos peligro de contaminación de abastecimiento interno de agua.
- ❖ Los sistemas económicos.

- ❖ Posibilidad de medición de los caudales de consumo, con más exactitud.

#### B. Desventajas :

- ❖ No hay almacenamiento de agua en caso de paralización del suministro de agua.
- ❖ Abastecen sólo 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 más elevado.

Con el objeto de elevar la presión disponible en la red interior del edificio, en algunos casos se instala una bomba entre la acometida de la red pública del edificio. Esto lo prohíben los Códigos o Reglamentos por el riesgo de contaminación por aguas servidas provenientes de la red de drenaje, como consecuencia de la presión negativa producida por la succión de la bomba.

#### 3.2 Sistema Indirecto :

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.

#### A. 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.

#### B. Desventajas :

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

En este sistema se pueden presentar los siguientes casos :

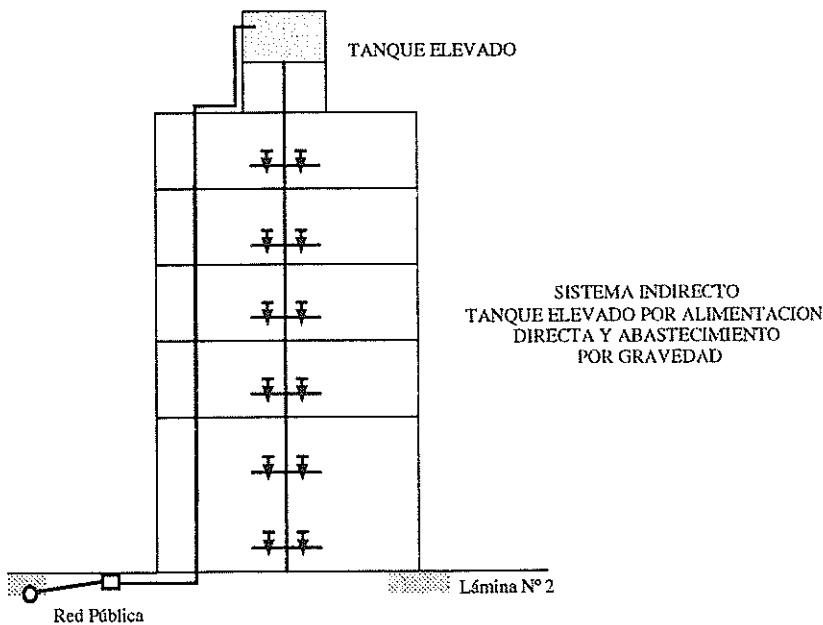
### 3.2.1 Tanque Elevado por alimentación directa : (Ver lámina N° 2)

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.

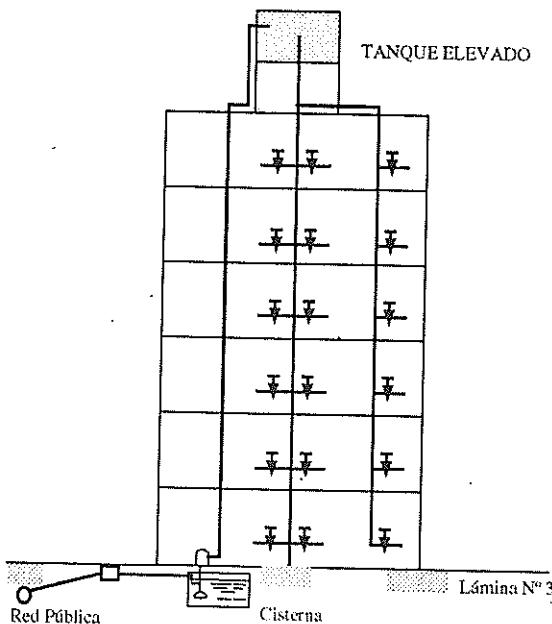
Para evitar esto es necesario un estudio adecuado de la dotación o bien una sobre estimación de la capacidad del tanque elevado, lo que resulta no económico y el incremento de peso muerto sobre la estructura del edificio.



### 3.2.2. Cisterna, Equipo de Bombeo y Tanque Elevado (Ver lámina N° 3).

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 donde 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 tanque elevado.



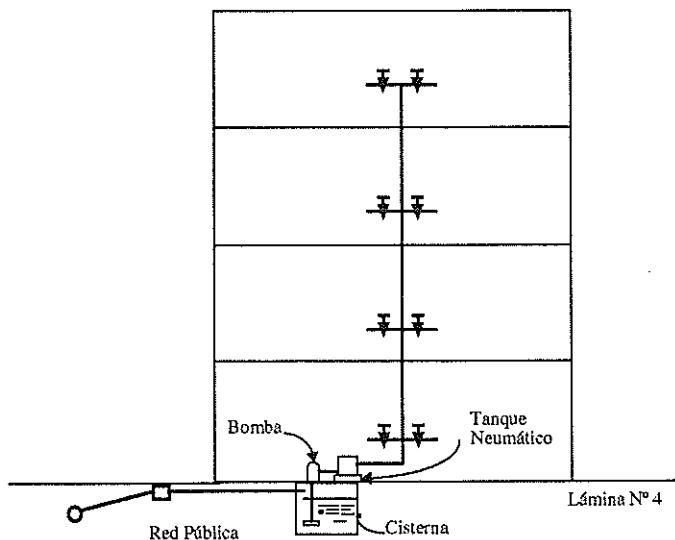
SISTEMA INDIRECTO  
CISTERNA, EQUIPO DE BOMBEO Y TANQUE ELEVADO  
CISTERNA DE ABASTECIMIENTO GENERAL

### 3.2.3. Cisterna y Equipo de Bombeo (Ver lámina N° 4)

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.



SISTEMA INDIRECTO  
CISTERNA, EQUIPO DE BOMBEO Y TANQUE  
HIDRONEUMATICO

**A. 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.
- ❖ Evitar los tanques elevados.

**B. Desventajas :**

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

**3.3. Sistema Mixto :**

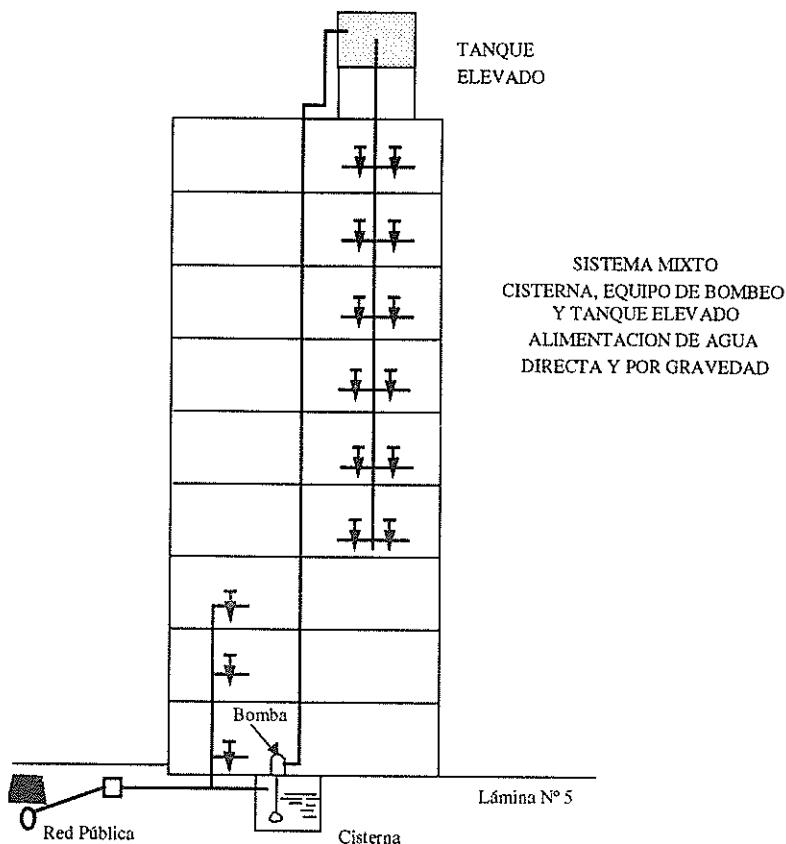
Cuando las presiones en la red pública lo permitan, los pisos o niveles inferiores pueden ser alimentados en forma directa y los superiores en forma indirecta, tal como se puede apreciar en la lámina Nº 5.

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.

**3.4 Nota :**

En los casos 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.



En el caso de edificios altos se emplean el sistema de tanques elevados a diferentes alturas, bien con bombeo desde la cisterna o de un tanque a otro (Ver láminas Nros. 6 y 7).

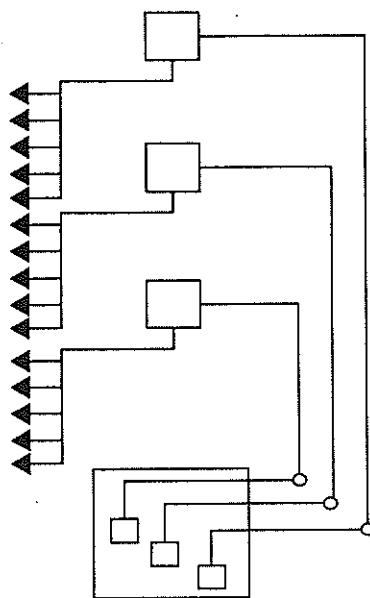


FIGURA N° 6

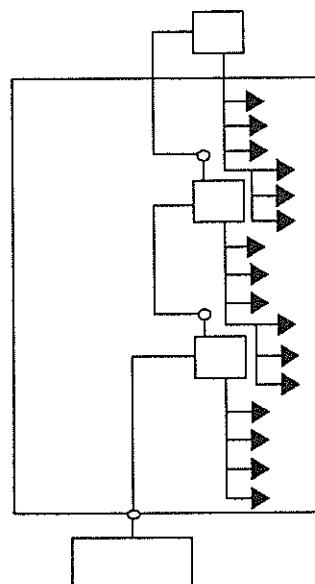


FIGURA N° 7

#### **4. FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA**

Existen dos casos de suministro de agua en edificaciones :

- 1.1. Cuando éstas están ubicadas en áreas que cuentan con redes de suministro de agua potable, y
- 1.2. Cuando están ubicadas en áreas que no cuentan con redes de suministro de agua potable, en cuyo caso las edificaciones se abastecen directamente de una fuente de agua propia como pozos, manantiales u otra fuente de suministro.

En el primer caso, la fuente de suministro es la red pública de servicio y el problema consiste en efectuar una conexión domiciliaria desde la red pública a la edificación.

En el segundo caso, para el suministro de agua a la edificación se requiere un estudio de la fuente en calidad y cantidad, su protección sanitaria y su conexión a la tubería de aducción de la edificación.

#### **5. CONEXION DOMICILIARIA**

Se llama conexión domiciliaria al conjunto de tuberías y accesorios colocados entre la acometida a la red de distribución y el límite exterior de la edificación, donde normalmente es instalado un contador o medidor de agua. Esta definición se emplea para los casos indicados anteriormente en 1.1.

Se adjunta un tipo de conexión domiciliaria de agua, en la cual la acometida está considerada para ramal doble, es decir puede servir a dos conexiones de agua.

De acuerdo con el diámetro y clase de la tubería de la red pública de agua potable, la acometida puede variar desde una perforación roscada (Caso de la figura que se adjunta), una te reductora (caso de diámetros pequeños), una abrazadera de servicio, hasta un aditamento de hule comprimido o neoprene como el usado en la tubería de P.V.C. de diámetros mayores.

## 6. MEDIDORES DE AGUA

Los medidores son aparatos registradores y totalizadores de gasto. Su capacidad es variable y se elige de acuerdo con el consumo de la derivación considerada.

En el caso de que un medidor no sea suficiente se pueden instalar varios en paralelo.

Se distinguen dos tipos de medidores :

3.1. De volumen

3.2. De velocidad

Ambos consisten en pequeños motores hidráulicos que funcionan a la inversa de las bombas y cuyo movimiento es utilizado para accionar una relojería que totaliza los consumos.

El principio de funcionamiento de los **Contadores Volumétricos** se basa en el registro del número de veces que se llena un recipiente de una capacidad determinada (contadores de émbolo, de disco, de tornillo). Los contadores de Velocidad se basan en el número de vueltas de una turbina cuya velocidad es proporcional al gasto (contadores de turbina, de hélice, de molinete).

Los Medidores Volumétricos y de Velocidad se diferencian en cuanto a su sensibilidad, que es mayor en los primeros que en los segundos.

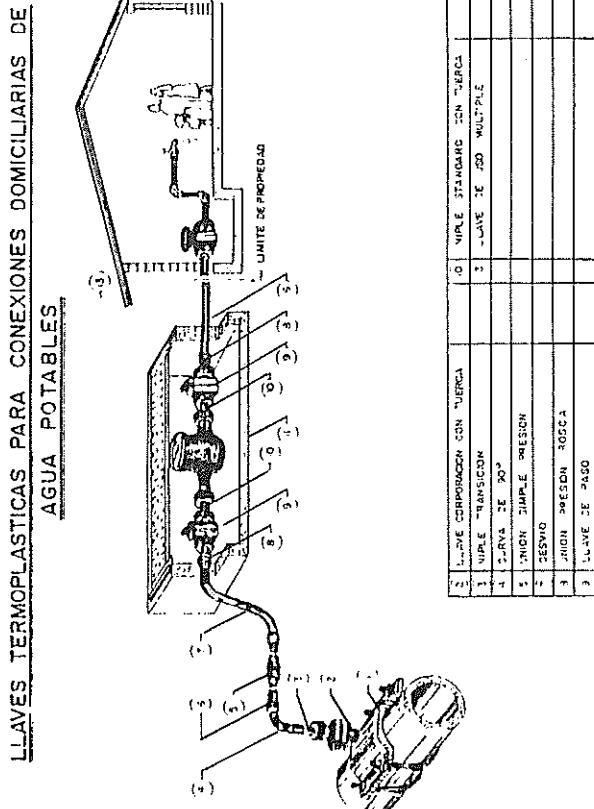
Por ejemplo, el medidor de Volumen es capaz de registrar los pequeños gastos que, aparte los fraudulentos, se originan por pequeños escapes en el W.C., por instalaciones poco cuidadas, etc.

Hay que hacer notar que en edificaciones por lo general se emplean los medidores volumétricos.

Los medidores de velocidad se usan principalmente con aguas muy calcáreas o arenosas y cuando el agua es abundante y barata y no vale la pena instalar contadores volumétricos más caros en relación con la economía originada por su mayor sensibilidad.

**La Pérdida de Carga en Medidores.** Se determina por tablas o ábacos. Esta se añade a la que produce el resto de la instalación. Las pérdidas de carga varían en relación con el cuadrado del gasto. Conociendo el gasto característico de un contador o medidor para una pérdida de carga dada (10 m. de columna de agua), se pueden calcular las pérdidas de carga correspondientes para diferentes gastos.

Se adjunta un gráfico de la pérdida de carga de un medidor volumétrico tipo disco.



# *Capítulo*

**2**

## *Introducción al Dibujo de Instalaciones Sanitarias Interiores*

### **SELECCION DEL TAMAÑO DE LAMINAS ESCALAS USADAS - MEMBRETES.**

1. Recepción de planos arquitectónicos completos del proyecto. Contiene : Sótano, planos de planta, azotea, cortes, ubicación.
2. Se revisarán los planos a fin de familiarizarse con el proyecto y de ver si tiene plantas típicas.
3. Los dibujos deben ser de las siguientes escalas :
  - 3.1 Plantas y azotea a escala 1/50.
  - 3.2 Cisternas y tanques elevados (cortes) a escala 1/20 o 1/25.
  - 3.3 Montanes de agua y desagüe a escala convencional.
  - 3.4 Isométricos a escalas convencionales.
4. Se procede a determinar el contenido de cada lámina procurando que sean todas de igual tamaño.  
El tamaño de las láminas depende del proyecto arquitectónico.
5. Ejemplos de distribución del dibujo en las láminas :
  - 5.1 Edificio con sótano, cuatro pisos (No típicos) y azotea.

- AZOTEA :  
(Agua y Desagüe)  
- CISTERNA :  
(Planta y cortes)  
- TANQUE ELEVADO  
(Planta y cortes)

LAMINA N° 1

4to. Piso	3er. Piso
AGUA	

LAMINA N° 2

2do. Piso	1er. Piso
AGUA	

LAMINA N° 3

4to. Piso	3er. Piso
DESAGUE	

LAMINA N° 4

2do. Piso	1er. Piso
DESAGUE	

LAMINA N° 5

Sótano	Montante
AGUA	

LAMINA N° 6

Sótano	Montante
DESAGUE	

TOTAL : 07 Láminas

LAMINA N° 7

- 5.2 Edificio con sótano, Primer Piso, Pisos típicos (2do., 3ro y 4to.) y azotea.

- AZOTEA :  
(Agua y Desagüe)  
- CISTERNA :  
(Planta y cortes)  
- TANQUE ELEVADO  
(Planta y cortes)

LAMINA N° 1

4o., 3º, y 2º Pisos	1er PISO
AGUA	

LAMINA N° 2

4º, 3º y 2º Pisos	1er. Piso
DESAGUE	

LAMINA N° 3

Sótano	Montante
AGUA	

LAMINA N° 4

Sótano	Montante
AGUA	

LAMINA N° 5

TOTAL : 05 LAMINAS

6. El membrete puede variar de acuerdo con el Arquitecto proyectista.  
Un ejemplo de membrete es el siguiente :

JUAN PEREZ A.	ARQUITECTO			
CAP. N° .....				
LUIS SOMOCURCIO G.	ING. SANITARIO			
RESPONSABLE				
CIP N° .....				
OBRA : EDIFICIO DE CUATRO PISOS				
PROPIETARIO : MANUEL LOPEZ T.				
UBICACION : URB. LOS ALAMOS - CALLE LOS PINOS				
MANZANA : ..... LOTE : .....				
PLANO : INSTALACIONES SANITARIAS - AGUA				
Primer Piso				
ESCALA : 1/50	FECHA Feb. 87	DIBUJO P.F.G.	REVISÓ : L.S.G.	LAMINA N° IS - 2



# *Capítulo*

**3**

## *De la presentación de Proyectos de Instalaciones Sanitarias y Aspectos a Considerar en el Diseño del Proyecto*

### **I. ASPECTOS GENERALES :**

En las normas S.200 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones contiene los requisitos mínimos en los que se debe tomar en cuenta con el diseño de las Instalaciones Sanitarias para Edificaciones en general.

Para los casos que no sean contemplados en la presente norma, el proyectista fijará los requisitos necesarios para el proyecto específico debiendo incluir en la norma respectiva la justificación y/o fundamentación correspondiente.

### **II. S.210 PRESENTACION DE PROYECTOS DE INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES**

#### **GENERALIDADES**

Esta norma establece los requisitos mínimos para la aprobación de proyectos de instalaciones sanitarias para edificaciones, por los organismos competentes.

**S.211 Factibilidad de Servicios**

Cuando la magnitud y características especiales del proyecto lo requiera y a juicio de la autoridad encargada de dar la aprobación al proyecto, se podrá exigir el documento de factibilidad de servicios otorgado por la autoridad competente.

**S.212 Documentos del Proyecto**

**S.212.1** Todo proyecto de instalaciones sanitarias para una edificación, deberá llevar la firma de Ingeniero Sanitario Colegiado.

**S.212.2** La documentación del proyecto que deberá presentar para su aprobación consta de :

- a. Solicitud firmada por el propietario y el ingeniero proyectista.
- b. Memoria descriptiva que incluirá :
  - ❖ Ubicación
  - ❖ Solución adoptada y descripción de cada uno de los sistemas.
  - ❖ Factibilidad de Servicios, en casi que se requiera.
- c. Planos de :
  - ❖ Sistema de abastecimiento de agua potable : instalaciones interiores a escala 1:50; instalaciones exteriores y detalles a escala convenientes y esquema isométricos, cuando sea necesario.
  - ❖ Sistema de eliminación de excretas y aguas servidas; instalaciones interiores a escala 1:50; instalaciones exteriores y detalles a escala convenientes y esquemas isométricos, cuando sea necesario.
  - ❖ Sistema de agua contra incendio, riego, captación y evacuación Pluvial etc.; cuando las condiciones así lo exija; instalaciones interiores e instalaciones exteriores y detalles a escalas convenientes y esquemas isométricos, cuando sea necesario.
  - ❖ Sistema de eliminación de residuos sólidos, de acuerdo a lo establecido en el reglamento de Aseo Urbano D.S. N° 033 - 81 - SA del 03/12/81.

- d. Especificaciones técnicas de materiales, instalación y/o construcción debiendo cumplir con las normas nacionales vigentes.

### S.213 Simbología

La nomenclatura básica que se utilizará en los planos la que se indica en las láminas Nº 1 y Nº 2.

#### SIMBOLOS GRAFICOS

\*\*\*\*\*

#### AGUA

MEDIDOR DE AGUA		TAPON HEMBRA	
TUBERIA DE AGUA FRIA		UNION UNIVERSAL	
TUBERIA DE AGUA CALIENTE		UNION CON BRIDAS	
TUBERIA DE RETORNO DE AGUA CALIENTE		UNION FLEXIBLE	
TUBERIA DE AGUA CONTRA INCENDIO		UNION O CONEXION SIAMESA	
CRUCE DE TUBERIAS SIN CONEXION		REDUCCION	
CRUZ		VALVULA DE PASO (macho)	
CODO DE 90°		VALVULA DE COMPUERTA	
CODO DE 45°		VALVULA DE GLOBO	
CODO DE 90° SUBE		VALVULA RETENCION (CHECK)	
CODO DE 90° BAJA		VALVULA DE LLENADO	
T		VALVULA REGULADORA DE PRESION	
T CON SUBIDA		GABINETE CONTRA INCENDIO	
T CON BAJADA		GRIFO DE RIEGO	
TAPON MACHO		ASPERSOR DE RIEGO	

## SIMBOLOS GRAFICOS

\*\*\*\*\*

### DESAGUE

TUBERIA DE DESAGUE		TRAMPA "P"	
TUBERIA DE VENTILACION		TRAMPA "U"	
CODO 45°		TAPON MACHO	
CODO 90°		TAPON HEMBRA	
CODO 90° CON VENTILACION		TERMINAL DE VENTILACION EN EL TECHO	
CRUZ		TERMINAL DE VENTILACION EN LA PARED	
T			
T SANITARIA°		REGISTRO ROSCADO EN PISO	
T SANITARIA DOBLE		REGISTRO ROSCADO EN TUBERIA COLGADO	
Y SIMPLE		SUMIDERO	
Y DOBLE		CAJA DE REGISTRO	 dimension cota tapa cota fondo cota llegada
REDUCCION		BUZON	 cota tapa cota fondo cota llegada
SENTIDO DEL FLUJO			

### III. ASPECTOS QUE SE DEBEN SEGUIR EN CUANTO AL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS INTERIORES.

#### A. AGUA FRIA Y DESAGUE.

1. Obtener la Presión de agua en la Red Pública donde está ubicado el Predio. (SEDAPAL ó SEDAS en otros Departamentos de la República).
2. Calcular la Dotación de Agua.
3. Determinación de la Capacidad de la Cisterna y del tanque elevado. Según el sistema a emplearse.
4. Calcular la Máxima Demanda Simultánea.
5. Calcular los Equipos de Bombeo para Consumo.
  - a. Capacidad de cada uno de los equipos.
  - b. Diámetro de succión y Elevación.
  - c. Calcular la altura Dinámica de elevación en metros.
    - ♦ Altura total (Altura Cisterna + Altura de Elevación del Primer piso a azotea + Altura de Elevación Azotea al tanque elevado + presión de salida de agua en tanque elevado de 2 m. + Pérdida por fricción en tuberías.
  - d. Cálculo de la Potencia del Motor :

$$\text{Fórmula } H \cdot P. = \frac{\text{Altura Total Elevación en M.} \times Q \text{ lps.}}{75 \times \text{Eficiencia motor.}}$$

Eficiencia de las Bombas aproximadamente de 60% (0.6)

6. Cálculo de la Conexión Domiciliaria (Red pública a Cisterna)
7. Diseño de Baños (Agua).
8. Cálculo de las Redes de Agua (Elevaciones).

9. Diseño de Baños (desagües).
10. Cálculo de las Redes de Desagües.
11. Cálculo de colectores interiores de Desagües.
12. Cálculo de Tuberías de Ventilación.
13. Cálculo de Montantes de Ventilación.
14. Descarga del Colector Final de desagüe a la red pública.

**B. EN EL CASO QUE SE REQUIERA BOMBEO DE DESAGÜES O AGUAS DE LLUVIA.**

1. Cálculo de la demanda máxima simultánea de Desagües.
2. Para agua de lluvia : Área de Techos y conocer la Intensidad de Lluvias.
3. Dotación de Desagües para Almacenamiento.
4. Cálculo de los Equipos de Bombeo. (ver capítulo correspondiente).
  - ❖ Capacidad de Bombeo 125% de la Máxima Demanda Simultánea de desagüe.
  - ❖ Altura de Elevación (Altura Cisterna + Alt. Sótano + Perd. Fricción de Tuberías + Presión de salida 2m.).
5. Determinación de la Cámara de recolección de Desagües o aguas de lluvia.
6. Bombeo de Desagüe a Red Colectora del primer nivel o a caja de registro.

**C. LUCHA CONTRA INCENDIO - (PRIMERA AYUDA).**

1. Primer Nivel  
Ubicación de Extinguidores.

**2. Segundo Nivel**

- ❖ Utilización del Agua para Lucha Contra Incendio.
  - Almacenamiento de Agua para Lucha Contra Incendio. (capacidad según Reglamento Nacional de Construcciones, Norma S-200).
  - Determinación de la Capacidad del Equipo de Bombeo, y potencia.
  - Redes de Agua para Lucha Contra Incendio.
  - Gabinetes para Lucha Contra Incendio. Mangueras. Pitones.
  - Unión Siamesa para la Intervención de los Bomberos.

**3. Tercer Nivel (Especial)**

Rociadores Automáticos de Agua para áreas de Habitaciones (Hoteles, Salas de espectáculos, etc.) y Sótanos.

**D. AGUA CALIENTE.****1. Normal (Con Calentadores de Agua).**

- a. Redes de Agua Fría directa a Calentadores de Agua (Eléctricos o a Gas).
- b. Calentadores (Eléctricos o a Gas. Capacidad ver Reglamento Nacional de Construcciones, Norma S-200).
- c. Redes de Agua Caliente de calentador a los diferentes aparatos sanitarios.

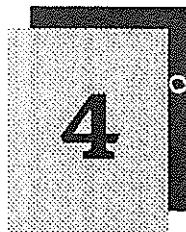
**2. Especial (Con ablandamiento de Agua).**

- a. Bombeo de la Cisterna de Agua dura a ablandadores.
- b. De Ablandadores a Cisterna de Almacenamiento de agua blanda.
- c. Bombeo de Agua Blanca a Calderos o Calentadores.
- d. Red de agua caliente que sale del caldero, a redes generales de agua caliente.
- e. Recirculación del agua caliente.
- f. Bomba de agua caliente de recirculación al final del circuito.
- g. De las redes de agua caliente se abastecen a los diferentes servicios.





# *Capítulo*



## *Número Mínimo de Aparatos Sanitarios*

En el diseño arquitectónico de edificios, viviendas o locales de fines diferentes, se hace necesario el que se les dote de los aparatos sanitarios en tipo y número adecuados.

Los objetivos que se persiguen en este caso son los siguientes :

- 1º Un menor número de aparatos sanitarios que los mínimos requeridos motivan un problema de orden sanitario y de uso.
- 2º Un mayor número de aparatos sanitarios que los requeridos, si bien solucionan con amplitud el problema sanitario y de uso, indudablemente es una solución antieconómica.
- 3º Un número adecuado de ellos nos permite que, al diseñarse las instalaciones sanitarias interiores, los gastos de consumo de agua y los de demanda máxima sean los adecuados a las necesidades del local.

## NUMERO MINIMO DE APARATOS SANITARIOS (1)

TIPO DE EDIFICIO (2)	INODOROS		URINARIOS	LAVATORIOS (3)		TINAS O DUCHAS	LAVADEROS Y BOTADEROS
Casa habitación y Edificios de Departamentos.	Uno por cada Casa o Departamento.			Uno por cada Casa o Departamento.		Uno por cada Casa o Departamento.	Uno en cocina y uno de ropa por cada Casa o Departamento (4)
Edificios comerciales de oficinas y públicos.	Nº de Personas 1 - 15 16 - 35 36 - 55 56 - 80 81 - 110 111 - 150	Nº de Aparatos 1 2 3 4 5 6	Cuando sean provistos urinarios , puede reducirse un inodoro por cada urinario instalado, pero deberá mantenerse como mínimo 2/3 del total del inodoro especificado.  Un aparato por cada 40 personas adicionales.	Nº de Personas 1 - 15 16 - 35 36 - 60 61 - 90 91 - 125	Nº de Aparatos 1 2 3 4 5	No son requeridas.  Un aparato por cada 45 personas adicionales.	Un botadero por cada piso y por cada 100 personas.
Escuelas y Colegios Elementales.  Escuelas y Colegios de Secundaria y Universidades.	Uno por cada 100 hombres  Uno por cada 100 hombres	Uno por cada 35 mujeres  Uno por cada 35 mujeres	Uno por cada 30 hombres  Uno por cada 30 hombres	Uno por cada 60 personas  Uno por cada 100 personas	Solamente para Gimnasios y para campos deportivos, según la clasificación respectiva de estos locales.	Un botadero por cada piso y por cada pabellón de aulas.	
Dormitorios e Internados.	Uno hasta 10 hombres y uno hasta 8 mujeres. Para más de 6, 8 y 10 personas, uno por cada 25 hombres y uno por cada 20 mujeres adicionales.		Hasta 150 hombres, uno por cada 25, sobre 150, uno por cada 50 adicionales.	Uno hasta 12 personas; agregar uno por cada 20 hombres y uno por cada 15 mujeres adicionales.		Uno por cada 12 personas; en caso de dormitorios para mujeres , agregar uno por cada 30 mujeres. Sobre 150, uno por cada 20 personas adicionales.	Un lavadero de cocina por cada cocina y uno de ropa por cada 50 personas. Un botadero por piso y por cada 100 personas.

## NUMERO MINIMO DE APARATOS SANITARIOS (1)

TIPO DE EDIFICIO (2)	INODOROS	URINARIOS	LAVATORIOS (3)	TINAS O DUCHAS	LAVADEROS Y BOTADEROS	
Hoteles y pensiones o vivienda, cuarteles.	Los mismos requisitos que en dormitorios o internados				Un lavadero de cocina en cada cocina y uno de ropa por cada 80 personas. Un botadero por piso y por cada 100 personas.	
Hospitales, Sanatorios y Clínicas.	Los mismos requerimientos que en dormitorios o internados, para todo el personal (médicos, enfermeras y empleados) que duerma en el edificio. Adicionalmente, un baño para hombres y uno para mujeres (cada uno con inodoro y lavatorios), en cada pabellón y en cada piso, para uso del público y pacientes internos.				Un botadero por cada local independiente y por cada piso.	
Teatros, Auditorios, Campos deportivos, Estadios y similares.	Nº de Personas M. 1 - 100 101 - 200 201 - 400	Nº de Aparatos H. 1 1 2 2 3 3	Nº de Hombres Aparatos 1 - 200 1 201 - 400 2 401 - 600 3	Nº de Personas Aparatos 1 - 200 1 201 - 400 2 401 - 780 3	En los vestuarios, uno por cada 10 actores o deportistas.  Sobre 400, uno por cada 500 hombres y uno por cada 400 mujeres adicionales. En vestuario uno por cada 30 hombres y uno por cada 20 mujeres.  Sobre 600, uno por cada 300 hombres adicionales. En vestuarios, uno por cada 50 hombres.  Sobre 780, uno por cada 500 personas adicionales. En vestuarios, uno por cada 10 personas.	
Restaurantes, Cafeterías, Bares y Clubes Sociales.	Uno por cada 50 hombres. Uno por cada 40 mujeres.	Uno por cada 80 hombres	Uno por cada 80 personas	No son requeridas.	Un lavadero de cocina en cada cocina o repostería y un botadero por cada 100 personas y por piso.	
Aeropuertos, Estaciones y Mercados.	Uno para hombres y uno para mujeres por cada 800 m <sup>2</sup> de área de público.	Uno por cada 1000 m <sup>2</sup> de área de público.	Uno para hombres y uno para mujeres por cada 800 m <sup>2</sup> de área de público.	No son requeridas.	Un botadero por cada 1000 m <sup>2</sup> de área de público.	

## NUMERO MINIMO DE APARATOS SANITARIOS (1)

TIPO DE EDIFICIO (2)	INODOROS	URINARIOS	LAVATORIOS (3)	TINAS O DUCHAS	LAVADEROS Y BOTADEROS	
Fábricas. Talleres Depósitos e Industrias en general.	Nº de Personas 1 - 9 20 - 24 25 - 49 50 - 74 75 - 100	Nº de Aparatos 1 2 3 4 5	Ver la sustitución permitida de inodoros por urinarios en la clasificación de edificios comerciales y de oficinas.  Sobre 100, un aparato por cada 30 personas adicionales.	Hasta 100 personas un aparato por cada 10; sobre 100, un aparato por cada 15 adicionales (6) y (7).	Uno por cada persona expuestas a calor excesivo o contaminación de la piel con materias venenosas, infecciosas o irritantes.	Un botadero por cada 100 personas y por cada piso, en cada local independiente.
Iglesias y Bibliotecas	Uno por cada 200 hombres y uno por cada 150 mujeres.	Uno por cada 200 hombres.	Uno por cada 200 hombres.	No son requeridas.	Un botadero por cada piso y por cada pabellón.	

1. Esta especificación corresponde a la cantidad mínima de aparatos necesarios para el número señalado o fracción de ese número, teniendo además en cuenta la necesidad de los mismos, que pueden eventualmente aumentar dicho mínimo necesario. En el caso de categorías superiores, en cada establecimiento, corresponde a la autoridad sanitaria fijar los requerimientos mínimos según la mencionada categoría.
  2. En los tipos no especificados de edificios, se usará la clasificación más aproximada, según la opinión de la autoridad sanitaria.
  3. Se proveerán además bebedores a razón de 1 por cada 73 personas en las 5 primeras clasificaciones después de la de casas y departamentos a donde no son requeridos. En las 3 últimas se proveerán respectivamente, de 1 por cada 1.000 m<sup>2</sup> de área público, uno por cada 100 personas y uno por cada 200 personas. No se podrá instalar bebedores en los baños.
  4. Se instalará en edificio de departamento, un botadero por piso y podrá reducirse el número de lavaderos de ropa a dos aparatos por cada 10 departamentos.
  5. En casetas o cabinas de proyección se instalarán un medio baño con inodoro y lavatorio.
  6. Cuando hay exposición a contaminación de la piel con materias venenosas, infecciosas o irritantes, deberá instalarse un lavatorio por cada cinco personas.
  7. Un lavatorio de 60 cms. de largo equivale a un lavatorio corrido circular de 45 cms. medidos en la circunferencia siempre que cuente cada uno de esos espacios con salidas de agua.
- Instalación temporal para trabajadores. Un inodoro y un urinario por cada 30 trabajadores. En urinarios corridos, cada 50 cms. de largo equivalen a un aparato.

---

Existen numerosas publicaciones que indican el número mínimo de aparatos sanitarios que requieren los diferentes tipos de locales, edificios o viviendas y como simple información y como ilustración presento los correspondientes a las normas antiguas del Reglamento de Construcción de Lima, Perú, que son los siguientes :

*Para mayor Información y para comparación me permito considerar en la presente publicación, la parte pertinente del Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificaciones S.200, en sus números S.220 a S.221 y anexos.*

## **S.220 NORMAS TECNICAS DE DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES**

### **S.221 SERVICIOS SANITARIOS**

#### **S.221.1 Condiciones generales**

- a. Los aparatos sanitarios deberán instalarse en ambientes adecuados, dotados de amplia iluminación y ventilación previendo los espacios mínimos necesarios para su uso, limpieza, reparación, mantenimiento e inspección.
- b. Toda edificación estará dotada de servicios sanitarios con el número y tipo de aparatos sanitarios que se establecen en S.221.2.
- c. En los servicios sanitarios para uso público, los inodoros deberán instalarse en espacios independientes de carácter privado.

#### **S.221.2 Número requerido de aparatos sanitarios**

El número y tipo de aparatos sanitarios que deberán ser instalados en los servicios sanitarios de una edificación será proporcional al número de usuarios, de acuerdo con lo especificado en los párrafos siguientes :

- a. Todo núcleo básico de vivienda unifamiliar, estará dotado, por lo menos, de : un inodoro, una ducha y un lavadero.
- b. Toda casa - habitación o unidad de vivienda, estará dotada, por lo menos, de : un servicio sanitario que contará cuando menos con un inodoro, un lavatorio y una ducha. La cocina dispondrá de un lavadero.
- c. Los locales comerciales o edificios destinados a oficinas o tiendas o similares, deberán dotarse como mínimo de servicios sanitarios en la forma, tipo y número que se especifica a continuación :

- ❖ En cada local comercial con área de hasta 60 m<sup>2</sup> se dispondrá por lo menos, de un servicio sanitario dotado de inodoro y lavatorio.
- ❖ En locales con área mayor de 60 m<sup>2</sup> se dispondrá de servicios sanitarios separados para hombres y mujeres, dotados como mínimo de los aparatos sanitarios que indica la tabla N° 1.

TABLA N° 1

Area del local (m <sup>2</sup> )	Hombres			Mujeres	
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.
61 - 150	1	1	1	1	1
151 - 350	2	2	1	2	2
351 - 600	2	2	2	3	3
601 - 900	3	3	2	4	4
901 - 1250	4	4	3	4	4
Por cada 400 m <sup>2</sup> adicionales	1	1	1	1	1

- ❖ Cuando se proyecte usar servicios sanitarios comunes a varios locales se cumplirán los siguientes requisitos :

1. Se proveerán servicios sanitarios separados debidamente identificados para hombres y mujeres; ubicados en lugar accesible a todos los locales a servir, respetando siempre la tabla anterior.
2. La distancia entre cualquiera de los locales comerciales y los servicios sanitarios, no podrá ser mayor de 40 m en sentido horizontal ni podrá mediar más de un piso entre ellos, en sentido vertical.

- ❖ En los centros comerciales, supermercados y complejos dedicados al comercio, se proveerá para el público, servicios sanitarios separados para hombres y mujeres en la siguiente proporción indicada en la tabla N° 2.

TABLA N° 2

	Hombres			Mujeres	
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.
Por cada 500 m <sup>2</sup> 6 menos de área construida	1	1	1	2	1

- d. En los restaurantes, cafeterías, bares, fuentes de soda y similares, se proveerán servicios sanitarios para los trabajadores, de acuerdo a lo especificado en el numeral S.221.2 c. Para el público se proveerá servicios sanitarios como sigue :

Los locales con capacidad de atención simultánea hasta de 15 personas, dispondrán por lo menos de un servicio sanitario dotado de un inodoro y un lavatorio. Cuando la capacidad sobrepase de 15 personas, dispondrán de servicios separados para hombres y mujeres de acuerdo con la tabla N° 3.

TABLA N° 3

Capacidad (Personas)	Hombres			Mujeres	
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.
16 - 60	1	1	1	1	1
61 - 150	2	2	2	2	2
Por cada 100 adicionales	1	1	1	1	1

- e. En las plantas industriales, todo lugar de trabajo debe estar provisto de servicios sanitarios adecuados y separados para cada sexo. La relación mínima que debe existir entre el número de trabajadores y el de servicios sanitarios se señala en la tabla N° 4.

TABLA N° 4

Trabajadores	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.	Beb.
1 a 9	1	2	1	1	1
10 a 24	2	4	2	1	1
25 a 49	3	5	3	2	1
50 a 100	5	10	6	4	2
Por cada 30 adicionales	1	1	1	1	1

- f. En los locales educacionales, se proveerán servicios sanitarios según lo especificado en la tabla N° 5, de conformidad con lo estipulado en la Resolución Jefatural N° 338 - INIED - 83 (09 . 12 . 83).

TABLA N° 5

## A. N° DE APARATOS / ALUMNOS

Nivel	Primaria		Secundaria	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Aparatos				
Inodoros	1/50	1/30	1/60	1/40
Lavatorios	1/30	1/30	1/40	1/40
Duchas	1/120	1/120	1/100	1/100
Urinarios	1/30	--	1/40	--
Botadero	1	1	1	1

**B. N° DE APARATOS MINIMOS POR TIPOLOGIA EDUCATIVA**

TIPOLOGIA (Nº de alumnos)	SERVICIOS SANITARIOS						SERVICIOS SANITARIOS PARA VESTURARIOS					
	Inod.	Lav. o Beb.	Urin.	Bot.	H	H/M	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.	H	M
<b>NIVEL PRIMARIA</b>												
EP - 1(240)      3    4    4    4      4      1      -    -    -    -    1    1    -    -												
EP - 2(360)	4	6	6	6	6	2	-	-	-	2	2	-
EP - 3(480)	5	8	8	8	8	2	-	-	-	2	2	-
EP - 4(600)	6	10	10	10	10	2	-	-	-	3	3	-
EP - 5(720)	7	12	12	12	12	2	-	-	-	3	3	-
<b>NIVEL SECUNDARIA</b>												
ES - I(200)	2	3	3	3	3	1	1	2	2	2	1	1
ES - II(400)	4	5	5	5	5	2	1	2	2	2	2	2
ES - III(600)	5	8	8	8	8	2	1	2	2	2	3	3
ES - IV(800)	7	10	10	10	10	2	2	3	3	3	4	4
ES - V(1000)	8	13	13	13	13	2	2	3	3	3	5	5
ES - VI(1200)	10	15	15	15	15	2	2	3	3	3	6	6
											3	-

Para el presente cuadro se ha tomado como referencia de cálculo, que la matrícula promedio es de 50% hombres y 50% mujeres.

- g. En los locales destinados para depósitos de materiales y/o equipos, se proveerán servicios sanitarios según lo dispuesto en los numerales S.221.2c. y S.221.2e.
- h. Para locales de hospedaje, se proveerá de servicios sanitarios, de conformidad con el Reglamento de Establecimientos de Hospedaje D.S. N° 006 73 - IC/DS., según como sigue :

- ❖ En los hoteles de 5 estrellas, cada dormitorio estará dotado de : servicio sanitario compuesto de tina y ducha, inodoro, bidé o similar y lavatorio. Las habitaciones dobles dispondrán de dos lavatorios.
- ❖ En los hoteles de 4 estrellas, el 75% de los dormitorios como mínimo, estarán dotados de : tina y ducha, inodoro, bidé o similar y lavatorio; el 25% restante, compuesto de ducha, lavatorio e inodoro.
- ❖ En hoteles de 3 estrellas, el 25% de los dormitorios estarán dotados de : tina y ducha, inodoro, bidé o similar y el 75% restante, compuesto de ducha, lavatorio e inodoro.
- ❖ En hoteles de 2 estrellas, hostales, hostales residenciales, moteles de 1, 2 y 3 estrellas; y centros vacacionales de 3 estrellas; todas las habitaciones tendrán servicios sanitarios compuestos de ducha, lavatorio e inodoro.
- ❖ En los hoteles de 1 estrella, el 50% de las habitaciones estarán dotadas de servicios sanitarios compuestos de ducha, lavatorio e inodoro y el 50% restante de lavatorio.  
Por cada cinco habitaciones no dotadas de servicio sanitario, existirá en cada piso como mínimo dos servicios sanitarios compuestos de ducha independiente, lavatorio y dos inodoros.
- ❖ En los hostales y hostales residenciales de 2 estrellas, el 30% de las habitaciones, estarán dotadas de servicio sanitario con inodoro, ducha y lavatorio y el 70% restante, con lavatorio.
- ❖ En los hostales y hostales residenciales de 1 estrella; en cada planta y por cada 7 habitaciones se instalarán dos servicios sanitarios con ducha independiente, lavatorio e inodoro.

- ❖ En los centros vacacionales de 2 estrellas, el 50% de los dormitorios estarán dotados de servicios sanitarios privados compuestos de ducha, lavatorio e inodoro y el 50% restante, con lavatorio.

Por cada cinco habitaciones se instalarán baños comunes independientes para hombres y mujeres compuestos de ducha independiente, lavatorio e inodoro. En el servicio sanitario de hombres deberá instalarse un urinario.

- ❖ En cada piso de todos los locales de hospedaje se instalará un botadero.
- ❖ En todos los locales de hospedaje se proveerá para el personal, servicios sanitarios independientes para hombres y mujeres, en lugares convenientes, tal como se señala en la tabla N° 6.

TABLA N° 6

Nº de trabajadores	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
1 - 15	1	2	1	1
16 - 24	2	4	2	1
25 - 49	3	5	3	1
Por cada 20 adicionales	1	1	1	1

- ❖ En todos los locales de hospedaje se instalarán servicios sanitarios en las proximidades a los lugares de reunión, independientes para hombres y mujeres, tal como se señala en la tabla N° 7.

TABLA N° 7

Nº de personas	Inod.	Lav.	Urin.
1 - 15	1	1	1
16 - 60	2	2	1
61 - 150	3	4	2
Por cada 100 adicionales	1	1	1

♦ Las cocinas estarán dotadas de por lo menos 2 lavaderos.

- i. Los locales destinados para servicios de alimentación colectiva, deberán estar dotados de servicios sanitarios independientes para hombres y mujeres, tal como se señala en la tabla N° 8.

TABLA N° 8

♦ Trabajadores : Nº de personas	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.	Beb.
1 - 15	1	2	1	1	1
16 - 24	2	4	2	1	1
25 - 49	3	5	3	2	1
Por cada 30 adicionales	1	1	1	1	1

♦ Comensales : Nº de personas	Inod.	Lav.	Urin.
1 - 15	1	1	1
16 - 60	2	2	1
61 - 150	3	4	2
Por cada 100 adicionales	1	1	1

- ❖ Las cocinas estarán dotadas de por lo menos dos lavaderos.
- j. En la construcción de hospitales, clínicas y similares, se considerará el tipo y servicios sanitarios, teniendo en cuenta las cantidades mínimas que se señalan a continuación :

**1. Pacientes :**

a. Para cuartos individuales :

	Inod.	Lav.	Duch.
Un servicio sanitario	1	1	1

b. Para salas comunes :

	Inod.	Lav.	Duch.
Un servicio sanitario cada 5 camas	1	2	1

**2. Departamento Médico administrativo y de servicios**

a. Para oficinas principales :  
(Dirección o similar)

	Inod.	Lav.	Duch.
Un servicio sanitario	1	1	1

b. Para trabajadores de los Departamentos Médico, Administrativo y de Servicios (Lavandería, Cocina, Comedor del personal etc.)

Nº de trabajadores	Hombres				Mujeres		
	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.	Inod.	Lav.	Duch.
De 1 a 15	1	2	1	1	1	2	1
De 16 a 25	2	4	2	1	2	4	2
De 26 a 50	3	5	3	1	3	5	3
Por cada 20 adicionales	1	1	1	1	1	1	1

3. Público :

a. Consultorios :

Nº de Consultorios	Hombres			Mujeres		
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.	
Hasta 4 consultorios	1	1	1	1	1	
De 4 a 14 consult.	2	2	2	2	2	
Por c/10 consult. adicionales.	1	1	1	1	1	

b. Hospitalización :

	Hombres			Mujeres		
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.	
Un servicio sanitario por cada 500 m <sup>2</sup> de área de hospitalización.	1	1	1	1	1	

- k. En los locales deportivos, se proveerá servicios sanitarios para deportistas y personal conexo, de acuerdo a la tabla Nº 9.

TABLA N° 9

LOCALES	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
1. Complejos Deportivos				
❖ Vestuarios	2	2	6	2
❖ Arbitros y Jueces	1	1	2	-
❖ Primeros Auxilios	1	1	1	-
2. Gimnasio para Judo, Lucha y pesas				
❖ Vestuarios	1	2	3	1
❖ Instructores y Jueces	1	1	1	-
❖ Sala Médica	1	1	1	-
3. Gimnasio para Gimnasia				
❖ Vestuarios por c/10 deportistas	1	2	3	1
❖ Instructor o Profesor	1	1	1	1
❖ Sala Médica	1	1	1	1
4. Gimnasio para Esgrima				
❖ Vestuarios	2	2	4	2
❖ Primeros Auxilios	1	1	1	-
5. Gimnasio para Box				
❖ Vestuarios	2	2	4	2
❖ Instructor o Profesor	1	1	1	1
6. Tenis				
❖ Dos vestuarios, cada uno con :	1	1	6	-
❖ Arbitros	1	1	1	-

7. Piscina cubierta				
♦ Primeros Auxilios	1	1	1	-
♦ Instructor	1	1	1	-
♦ Nadadores :				
Hombres	3	3	6	2
Mujeres	3	3	6	-
8. Campos de Fútbol				
♦ Vestuarios	1	2	6	-
♦ Arbitros	1	1	1	-

1. En las playas, se proveerá de servicios sanitarios, según lo especificado en el D.S. 98 - 68 - CGS, el cual establece lo siguiente :

El número de servicios sanitarios se distribuirán en baterías con inodoros, duchas y urinarios, con una distancia máxima entre baterías de 200 m.

Los inodoros estarán en compartimientos separados, las duchas serán colectivas pero separadas para hombres y mujeres de acuerdo a la tabla N° 10.

**TABLA N° 10**

	Inod.	Duch.	Urin.	Beb.
Por cada 300 personas	1	1	1	1

- m. En los establecimientos de baños para uso público, los servicios sanitarios estarán separados para hombres y mujeres. Los inodoros deberán tener compartimientos separados con puerta. El número de aparatos sanitarios se calculará de acuerdo a la tabla N° 11.

TABLA N° 11

❖ Inodoro	Uno por cada 100 personas
❖ Lavatorio	Uno por cada 150 personas
❖ Ducha	Uno por cada 50 personas
❖ Urinario	Un metro lineal ó 2 individuales por cada 100 hombres.
❖ Bebedero	Uno por cada 150 personas

**S.221.2.14** En los locales para espectáculos deportivos públicos de concurrencia masiva (Estadios, Coliseos, etc.), los servicios sanitarios se acondicionarán en baterías por cada 2000 espectadores separadas para hombres y mujeres, teniendo en cuenta que la concurrencia de mujeres es aproximadamente 1/3 del total de espectadores. Los inodoros tendrán compartimientos separados, con puerta. El número de aparatos sanitarios se calculará conforme a la tabla N° 12.

TABLA N° 12

❖ Inodoro	Uno por cada 500 hombres y Uno por cada 300 mujeres
❖ Lavatorio	Uno por cada 500 espectadores
❖ Urinario	Un metro lineal ó 2 individuales por cada 100 hombres.
❖ Bebedero	Uno por cada 500 espectadores

**S.221.2.15** En mercados, para el personal de servicios, se proveerá de servicios sanitarios como se indica a continuación :

	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
Por cada 200 puestos				
o menos	1	1	1	1

Para el público se proveerá de servicios sanitarios separados para hombres y mujeres en la siguiente proporción :

	Hombres		Mujeres		
	Inod.	Lav.	Urin.	Inod.	Lav.
Por cada 250 m <sup>2</sup> o menos de área construida.				1	1

- S.221.2.16** En las obras de edificación en construcción, se proveerán de servicios sanitarios conectados a la red pública o pozo séptico, de acuerdo a lo establecido por la Norma Básica de Seguridad e Higiene en Obras de Edificación (R.S.021 - 83 - TR, del 23.03.83), según la tabla Nº 13.

TABLA Nº 13

Nº de Trabajadores	Inod.	Lav.	Duch.	Urin.
1 a 9	1	2	1	1
10 a 24	2	4	2	1
25 a 49	3	5	3	2
50 a 100	5	10	6	4
Por cada 30 adicionales	1	1	1	1



# *Capítulo*

**5**

## *Principales Materiales y Accesorios para Instalaciones Sanitarias Interiores*

La responsabilidad del Ingeniero Proyectista de las Instalaciones Sanitarias Interiores no se limita únicamente a proveer de agua en cantidad suficiente y calidad al edificio o al diseño de las tuberías, sino su responsabilidad incluye la selección apropiada del material a utilizar en la construcción de estos sistemas.

Para la selección de los materiales a utilizar el proyectista de las instalaciones sanitarias debe tomar en cuenta los siguientes factores :

1. Característica del agua
2. Temperatura
3. Presión
4. Velocidad del agua
5. Condiciones del terreno
6. Tipo de junta
7. El clima
8. El costo de los materiales
9. Si el material estará a la vista o soterrado

Tomando en cuenta los factores indicados, el Ingeniero proyectista está en condiciones de poder efectuar la selección apropiada para cada caso.

## A. TUBERIA DE AGUA A PRESION

CLASE DE TUBERIA	APLICACIONES	UNIONES	DIAMETRO COMERCIALES USUALES
1. PLOMO	En conexiones domiciliarias Antiguamente se usó en aguas calientes. En conexiones pequeñas por facilidad de moldeo.	Por Soldadura	3/8" a 6"
2. FIERRO GALVANIZADO	Uso general. Redes interiores y exteriores de agua fría y caliente.	Camisetas o niples y uniones roscadas	3/8" a 6"
3. ACERO	Uso en líneas impulsión sujetas a grandes presiones. Uso Industrial.	Uniones roscadas en diámetros pequeños. Espiga y campana en diámetros mayores.	3/8" a 8"
4. BRONCE	De poco uso en la actualidad. Uso industrial.	Uniones roscadas o soldadas.	3/8" a 6"
5. COBRE	Agua caliente. Es tubería costosa.	Soldadas o a presión	3/8" a 6"
6. ASBESTO CEMENTO	Se utiliza sólo en redes exteriores.	Espiga y campana con calafateo o camisetas y anillos de jebe.	1 1/2" a 10"
7. FIERRO FUNDIDO	En redes exteriores de alimentación.	Espiga y campana con calafateo de estopa y plomo.	2" a 36"
8. P.V.C.	En la actualidad es la más económica. Se usa en redes exteriores e interiores de agua fría. Se viene utilizando en viviendas de interés social y edificios.	Roscadas o espiga y campanas con pegamento.	3/8" a 8"

**NOTA :** La tubería de cobre se encuentran en el mercado de tres tipos, recomendándose su uso como sigue :

1. **Tipo K.** Se recomienda para sistemas de agua fría y caliente bajo tierra con condiciones severas. También se usan para gas, vapor y sistemas de combustible. Es la de mayor peso y de mayor costo.
2. **Tipo L.** Uso en sistemas no soterrados y en general la usada en las instalaciones de agua caliente en edificios.
3. **Tipo M.** Es la más liviana. Se usa en instalaciones de baja presión (Desagüe y ventilación).

Las tuberías de PVC rígido para fluidos a presión para instalaciones interiores de agua, se fabrican de diferentes presiones y forma de unión.

En el Perú la fabricación es como sigue :

Se viene usando actualmente en Instalaciones Interiores en Agua Caliente la tubería de CPVC, de reconocida calidad, es una solución más económica, o de lo contrario se puede usar la Tubería de Cobre.

Clase de Tubería	Presión Libras por Pulg <sup>2</sup> .	Diámetro	Tipo de Unión
15	200	De 1/2" a 8"	Espiga y Campana
10	150	De 1/2" a 2" De 1/2" a 8"	Roscadas Espiga y Campana
7.5	105	De 1 1/2" a 8"	Espiga y Campana
5	75	De 3" a 8"	Espiga y Campana

## B. TUBERIAS DE DESAGUE Y VENTILACION DE MEDIA PRESION

CLASE DE TUBERIA	APLICACION USO	UNIONES	DIAMETRO COMERCIALES USUALES
1. Fierro Fundido	Uso general. En redes interiores y exteriores. Tuberías de Ventilación.	Espiga y Campana con calafateo de estopa y plomo	2" a 8"
2. Asbesto Cemento	Líneas exteriores de desague. Tuberías de Ventilación. En Industrias.	Espiga y Campana con calafateo.	1 1/2" a 10"
3. Concreto Normalizado	Redes Exteriores.	Espiga y Campana.	2" a 10"
4. Plomo	Para trampas y ciertos trabajos especiales.	Soldadas	1 1/4" a 4"
5. Cerámica	Uso Industrial.	Espiga y Campana.	2" a 8"
6. Fierro Forjado con bridas	Uso Industrial.	Bridadas.	1/2" a 10"
7. P.V.C.	General. Es la más económica.	Espiga y Campana.	1 1/2" a 8"

**NOTA :** *Las tuberías de fierro fundido se encuentran en el mercado de tres tipos : Normal, Mediano o Extrapesado.*

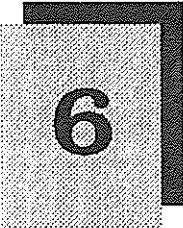
Se pueden usar en instalaciones de Desagües Interiores las tuberías de PVC. Para Redes Interiores se usa la tubería del tipo SAP (pesado) y para Tuberías de ventilación el tipo SAL (liviano).

### C. VALVULAS Y ACCESORIOS

TIPO	APLICACION	FUNCIONAMIENTO
1. Compuenta	General. Da menos molestia que las válvulas de globo.	Manual
2. De globo	General. Interrupción de líneas. Menos fuertes que las de compuenta.	Manual
3. Macho	Conexión domiciliaria.	Manual
4. De Retención	Evitan regreso de agua; pueden ser horizontales y verticales.	Automática
5. Grifo de incendio	De poste o pared. Para combatir incendios.	Manual
6. Válvula reductora de presión.	Sirven para disminuir la presión en la tubería para evitar ruidos molestos y sobre presión.	Automática
7. Válvulas Flotadoras de Interrupción de entrada de agua.	Se usan en cisternas, Tanques elevados para interrumpir el ingreso de agua, cuando ésta llegue a su nivel adecuado.	Automáticas
8. Válvulas Altimáticas.	Para arrancar y parar las bombas, para niveles del tanque elevado.	Automáticas
9. Interruptores	Para parar las bombas cuando no hay agua en la cisterna.	Automáticas
10. Unión Siamesa Exterior	Lleva válvula Check, sirve para que el cuerpo de bomberos pueda enviar agua a la red interior de incendios.	Manual
11. Válvula de Alivio	Sirven para aliviar calentadores y otros equipos para prevención de explosión por sobrepresión.	Automática

**NOTA :** Se utilizan por tuberías sujetas a cambios de dilatación en agua caliente, las llamadas juntas de dilatación, debido a la expansión y contracción de las tuberías.

# *Capítulo*



6

## *Aparatos Sanitarios Tipos y Accesorios*

1. **INODORO.** Siendo el aparato usado con mayor frecuencia, por ser de una utilidad diferente a la de la tina o lavatorio, donde la función primaria es sostener agua; es también de un mecanismo más sofisticado, pudiendo decirse que tiene un semiautomático, y en el que tanto el diseño como la calidad son de suma importancia. En el diseño, la relación entre el volumen y el espacio interior deben combinar para crear un sistema con suficiente disposición de gasto y velocidad, que elimine los sólidos y que mantengan una protección automática contra emanación de gases y condiciones no sanitarias.

De acuerdo al Diseño de la taza, hay generalmente 2 tipos de inodoros : el inodoro con lavado hacia abajo por sifón; y el inodoro con sifón inyector o sifónico a chorro.

El inodoro con lavado por sifón, debido a considerarse muy higiénico y con menor ruido, se utiliza generalmente en residencias; y su calidad se establece por la eficiencia con que elimina los desperdicios orgánicos. La acción de sifonaje se produce por la disminución de la presión atmosférica cuando el inodoro no está en acción de lavado.

La trampa deberá estar concebida para armonizar con el dispositivo de limpieza y su diseño deberá permitir el mantener el sellado suficiente para evitar la emanación de gases y la altura hidráulica necesaria para producir el vacío parcial, que permite que la presión atmosférica y la carga de agua en el lado de la entrada obligue a salir los sólidos que hay en el inodoro.

El inodoro con sifón inyector, con el mismo principio, elimina los desperdicios con mayor rapidez por acción del inyector a chorro que envía una corriente de agua inmediatamente, de la curva de la trampa hacia el conducto de descarga.

Como se ha dicho anteriormente, el diseño de la taza debe armonizar con los dispositivos de limpieza, los que son de 2 tipos : tanque o depósito de lavado y válvula de descarga o lavado.

El tanque de lavado consiste en un depósito de aproximadamente 20 lts. de capacidad, una entrada para suministro de agua con válvula de flotador; un sistema de descarga con asiento, bola o perilla y tubo de rebose y palanca para accionar la perilla cuyo movimiento hacia arriba permite la descarga por gravedad del volumen de agua contenido con el tanque hacia la taza.

Este dispositivo es mayormente usado en residencias, ya que tiene la ventaja de que su operación es silenciosa y requiere menor presión y gasto que la válvula de descarga.

Dentro de este dispositivo de tanque de lavado, existe el llamado tanque alto, que se diferencia del anterior porque el accesorio es colocado a 1.50 mts. de altura de la taza y su sistema de descarga consiste en una vásula de lavado que consta de un sifón que permite un lavado enérgico, por lo que es más utilizado en instalaciones industriales o donde se extremen los cuidados de limpieza.

La válvula de descarga es un dispositivo de mayor rapidez de lavado y consiste general y originalmente en 2 cámaras separadas por una válvula de alivio, accionado por una palanca y que permite el paso del agua de la tubería de suministro hacia la descarga a la taza del inodoro, por su mayor rapidez de lavado y por su mayor frecuencia de trabajo a intervalos de aproximadamente diez segundos, se le utiliza en instalaciones comerciales o públicas. Necesita mayores presiones de agua y mayor gasto de entrada; esto limita su uso a instalaciones con equipamiento adecuado.

Haciendo solamente mención de que se usan varios tipos de válvulas de descarga como las de diafragmas, pistón o émbolo por tratarse de su construcción, es importante tocar aspectos más esenciales de su funcionamiento y mantenimiento que destacan su eficacia, considerándose dentro de ellos los siguientes :

- ❖ No deberá provocar golpes de ariete.
  - ❖ Deberá ser de fácil mantenimiento y regulación.
  - ❖ La duración de la descarga deberá aproximarse a la suma de operación de apertura y de cierre, evitando ruidos y golpes de ariete.
  - ❖ Es necesario presiones mínimas de agua dadas por los fabricantes, fluctuando entre los 3 y 12 mts. de agua; estableciéndose asimismo, presiones máximas a fin de seleccionar los modelos de acuerdo a las alturas.
  - ❖ Los diámetros de alimentación y descarga son también limitados variando entre 3/4" y 1" para entrada de agua y 1.1/4" y 1 1/2" para la descarga al inodoro.
2. **BIDET.** El bidet es quizá el aparato sanitario menos entendido, ya que habiéndose utilizado en su origen en hospitales su diseño no está orientado solamente a la higiene íntima femenina, sino que está diseñado para el uso de la familia entera, en el lavado de la zona perineal después de usar el inodoro; por conveniencia y funcionalidad, debe ser instalado junto al inodoro.
- Muy parecido al inodoro, es único en apariencia. El tapón permite que el agua sea sostenida en el tazón mientras se lava; un rociador permite un mejor lavado y un chorro o anillo de lavado sirve para lavar todo el fondo interior de la taza.
3. **TINA.** La necesidad del hogar moderno y como una contribución a la comodidad y a la salud, ha hecho que los fabricantes de aparatos sanitarios diseñen este accesorio bajo principios sanitarios. Utilizando universalmente en viviendas familiares, debe construirse con ciertas cualidades. Deberá tener superficie tersa, dura y de preferencia fondo plano a fin de evitar accidentes frecuentes.

El desagüe debe tener la succión necesaria para descarga con rapidez el volumen de agua acumulado y el rebose deberá ser suficiente para no permitir que el gasto de entrada revose hacia fuera de la tina.

La tina está diseñada y fabricada en variedad de formas y tamaños así como en diferentes materiales; sus dimensiones generalmente varían entre 4' y 6' y su altura entre 12" y 16".

Es fabricada en fierro enlazado; y actualmente en fibra de vidrio con los diseños más decorativos e ingeniosos.

4. **DUCHA.** Consiste esencialmente en un rociador que descarga una lluvia fina sobre la persona que la utiliza y va instalada generalmente sobre una poza de material dentro de gabinetes metálicos, de plástico o vidrio; o combinado con la tina. La alimentación de agua ya sea fría o mezclada se realiza a través de válvulas unitarias o de combinación, instaladas a altura conveniente que fluctúa entre 1.000 y 1.15 mts. la descarga al desagüe se hace a través de rejilla conectada a la trampa de la red de evacuación.

Se considera al baño de ducha como el más ventajoso desde el punto de vista higiénico por lo que es utilizado con mayor frecuencia en instalaciones públicas; o donde la utilizan mayor número de personas.

5. **LAVATORIO.** Uno de los aparatos más utilizados en el aseo personal, fabricado normalmente en porcelana vitrificada y como ningún otro aparato viene en tantos estilos, tamaños y modelos.

El área que ocupa se convierte en el punto céntrico de interés del baño porque está frecuentemente rodeado de figuras decorativas y/o accesorios funcionales.

Con tanta variedad de alternativas aprovechables es posible seleccionar lavatorios que llenen las necesidades de toda la familia. Se debe considerar además como un detalle, que el lavatorio puede ser necesitado para lavar prendas delicadas, además de lavarse la cara y la cabeza. Con este criterio, sólo cuando el espacio es un problema, debe usarse un lavatorio pequeño.

Como accesorios indispensables y de funcionamiento el lavatorio se complementa con las llaves de suministro de agua fría y/o caliente, diseñadas y fabricadas también en gran variedad; desagüe con rejilla, tapón o cierre automático para la descarga al sistema de evacuación; y la trampa o sifón que sirve para mantener el sello hidráulico que evita la emanación de gases dentro de los ambientes.

El lavatorio es instalado generalmente colgado en la pared, existiendo también con pedestal apoyado al piso y su altura al borde superior se fija normalmente en 0.80 mts. del nivel del piso terminado.

6. **LAVADEROS.** Aparatos que se utilizan para el lavado de utensilios, ropa y otros enseres, son diseñados y construidos en varios tipos, dependiendo de la función específica para la que son utilizados.

- ❖ **Lavadero de Cocina.** Utilizado en el lavado de vajilla y utensilios, es el más frecuente; fabricado en muchos modelos, generalmente con escurrideros, llaves de combinación, desagües automáticos, lavadero eléctrico de platos, triturador de desperdicios, etc.
- ❖ **Lavadero de Ropa.** Construidos más comúnmente en obra de material con las dimensiones que se adaptan a las necesidades y espacio disponible, son reequipados también con llaves individuales o de combinación, desagües con rejilla y tapón.
- ❖ **Lavadero de Servicios.** Son fabricados en porcelana vitrificada, fierro enlozado o construidos en obra; y son utilizados en edificios públicos, hospitales, clínicas, hoteles, etc., para el lavado de útiles de aseo y limpieza.

7. **URINARIOS.** Debido al propósito para el que se utiliza, es uno de los aparatos en el cual hay que dar la mayor importancia a la higiene. Como desperdicio la orina es quizás más objetable que las substancias orgánicas, desde el punto de vista de transmisión de enfermedades infecciosas, teniendo además la tendencia de ensuciarse la superficie del urinario muy rápidamente, despidiendo olores muy desagradables.

Por todo ello el sistema de lavado del urinario deberá ser lo más eficiente posible.

Cuando son utilizados urinarios de porcelana vitrificada, de pedestal o de pared, se emplean dos sistemas de lavado : el de tanques de descarga automática y el de válvula de descarga, similares a los ya expuestos para el inodoro.

Cuando se construyen urinarios para mayor capacidad de personas en obra, se instala un sistema de lavado por tubo rociador.

8. **BEBEDEROS.** Estos aparatos son instalados para suministrar un chorro vertical u oblicuo de agua a una altura adecuada para que una persona pueda beber. Parte del agua que no es tomada puede caer a un recipiente conectado al sistema de evacuación.

Como los otros aparatos sanitarios, existen varios tipos como el de pared, de pedestal y son instalados generalmente en edificios públicos o en lugares abiertos próximos a instalaciones públicas.

En el caso ya de una clase de tubería seleccionada, puesta en obra, debe cumplir con los siguientes requisitos generales :

1. Que sea de material homogéneo
2. Sección circular
3. Espesor uniforme
4. Dimensiones, pesos y espesores de acuerdo con las especificaciones correspondientes, y
5. No tener defectos tales como grietas, abolladuras y aplastamiento.

Es importante indicar que si el país no dispone de Normas Técnicas Industriales para tuberías, conexiones y accesorios, se deberán emplear las especificaciones de entidades calificadas tales como :

1. Norteamericanas, Las de la America Water Works Association (A.W.W.A.) o la American Standards Association (A.S.A.).
2. Inglesas. British Standards Institution.
3. Francesas. De la Comissariat a la Norfalisation y L'Association Francais de Norfalisation.
4. Alemanas. de la Deutscher Normenausschus
5. Italianas. Unidicazione Norme Industriali.

Una buena selección de las tuberías, tomando en cuenta los factores indicados anteriormente, harán durable la instalación y crearán menos problemas de mantenimiento del sistema.

A continuación se exponen a unas tablas de los diferentes materiales y accesorios en los cuales se indica la clase de tubería, su aplicación, uniones y diámetros comerciales más comunes.

Se ha expuesto anteriormente los diferentes tipos de aparatos sanitarios más comunes utilizados en viviendas y edificaciones públicas.

En la actualidad, debido a la modernización de los locales para diferentes servicios que prestan a la comunidad, se diseñan y fabrican además de los ya nombrados una variedad de aparatos sanitarios para funciones específicas en Hospitales y Clínicas.

9. **TRAMPAS.** Es un dispositivo construido de manera que evite el paso de gases del desagüe a los ambientes donde están ubicados los aparatos sanitarios, sin afectar la descarga de los mismos.

A lo largo del tiempo, se han diseñado y construido infinidad de trampas, siendo las más aceptadas por su eficiencia y práctica la trampa S y la trampa P.

Por el tipo de cierre hay dos formas de trampas conocidas como las de cierre común y cierre profundo. La trampa de cierre común tiene un sello de agua de 5 cms. de profundidad, mientras que la de cierre profundo tiene un sello de agua de 10 cms. La primera está diseñada para situaciones normales, mientras que la de cierre profundo está diseñada para situaciones especiales como excesivo calor, presiones atmosféricas aumentadas o disminuidas; o circunstancias en que no se pueda obtener ventilación completa.

No obstante el sello hidráulico con que cuenta la trampa, la descarga continua de los aparatos podría hacer que finalmente se pierda el sello. Para evitar este movimiento es muy importante tener en cuenta las recomendaciones de los sistemas de ventilación.

10. **ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS.** Existen además una serie de accesorios que no pueden ser considerados como aparatos sanitarios pero que por su naturaleza y función deben tenerse en cuenta, aunque podrían ser calificados como accesorios para desagües.

Trataré de dar algunos de ellos a fin de que se tengan presentes ya que enumerarlos y detallarlos sería imposible por su variedad.

- a. **Soporte para aparatos sanitarios.** Son elementos de fijación para soportar total o parcialmente a los diferentes aparatos sanitarios que se instalan colgados en muros o semiajapoyados al piso. Dentro de éstos se encuentran las escuadras para lavatorios, lavaderos, soportes con desagüe incorporado para inodoros, urinarios, pedestales para lavatorios, etc.

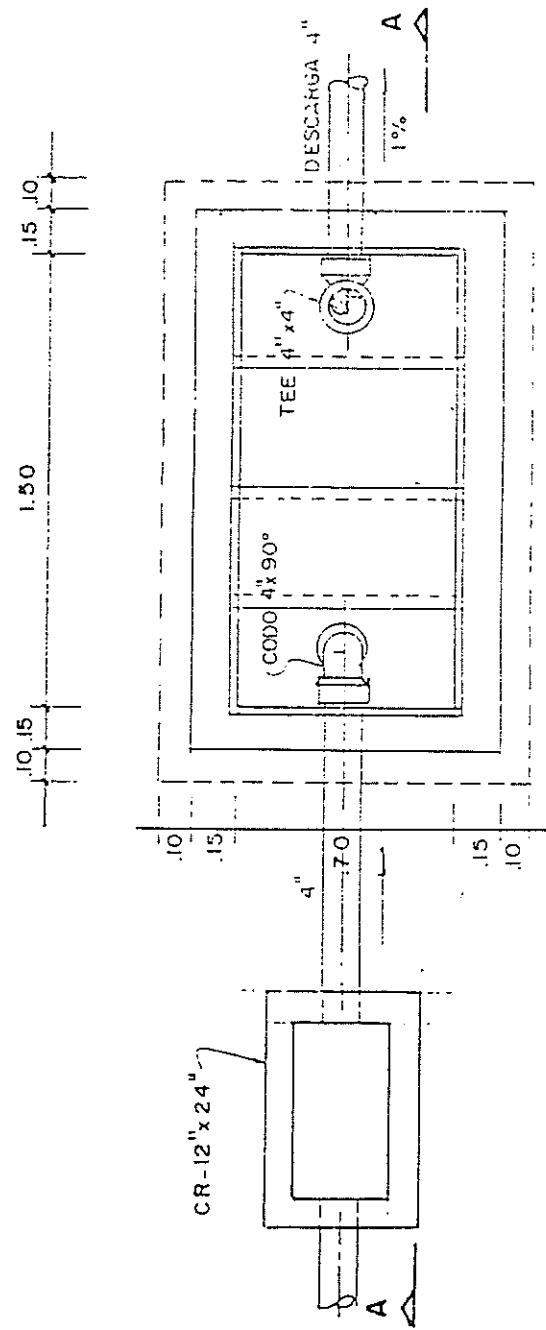
- b. **Accesorios para drenaje de techos.** Utilizados para la colección de agua de lluvia. Los diferentes modelos están diseñados para que se adapten a la forma, pendiente de techos, uniones entre tejados y parapetos, encuentros o juntas de techos; etc.
- c. **Accesorios para drenaje de pisos.** Utilizados para la colección de agua de lluvia, de limpieza o de otro origen, en los pisos de patios, zonas de parqueo, o ambientes en que sea necesario desaguar a través de pisos.

También diseñados y fabricados para adaptarse a las diferentes formas pendientes o ángulos de los lugares donde son necesarios, con o sin trampa incorporada.

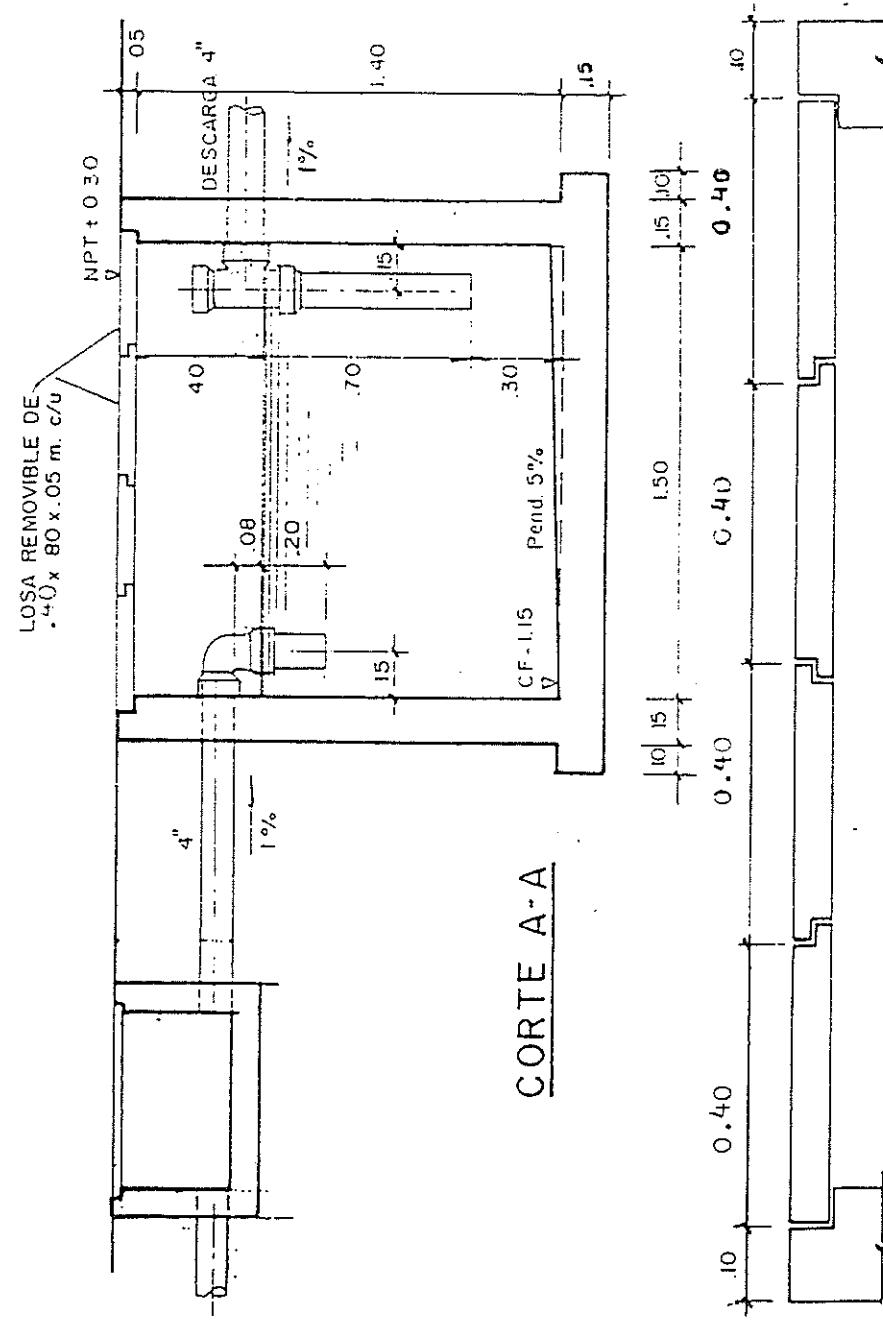
- d. **Interceptores.** Accesorios que si bien pueden considerarse como aparatos auxiliares de lavaderos, son más bien para evitar que los desagües transporten materias que puedan obstruir las tuberías o redes de Alcantarillado. Es cierto que estos accesorios, cuando por la necesidad deben alcanzar tamaños relativamente grandes, pueden ser construidos de albañilería en algunos casos.

Entre los principales tipos de interceptores se encuentran los siguientes :

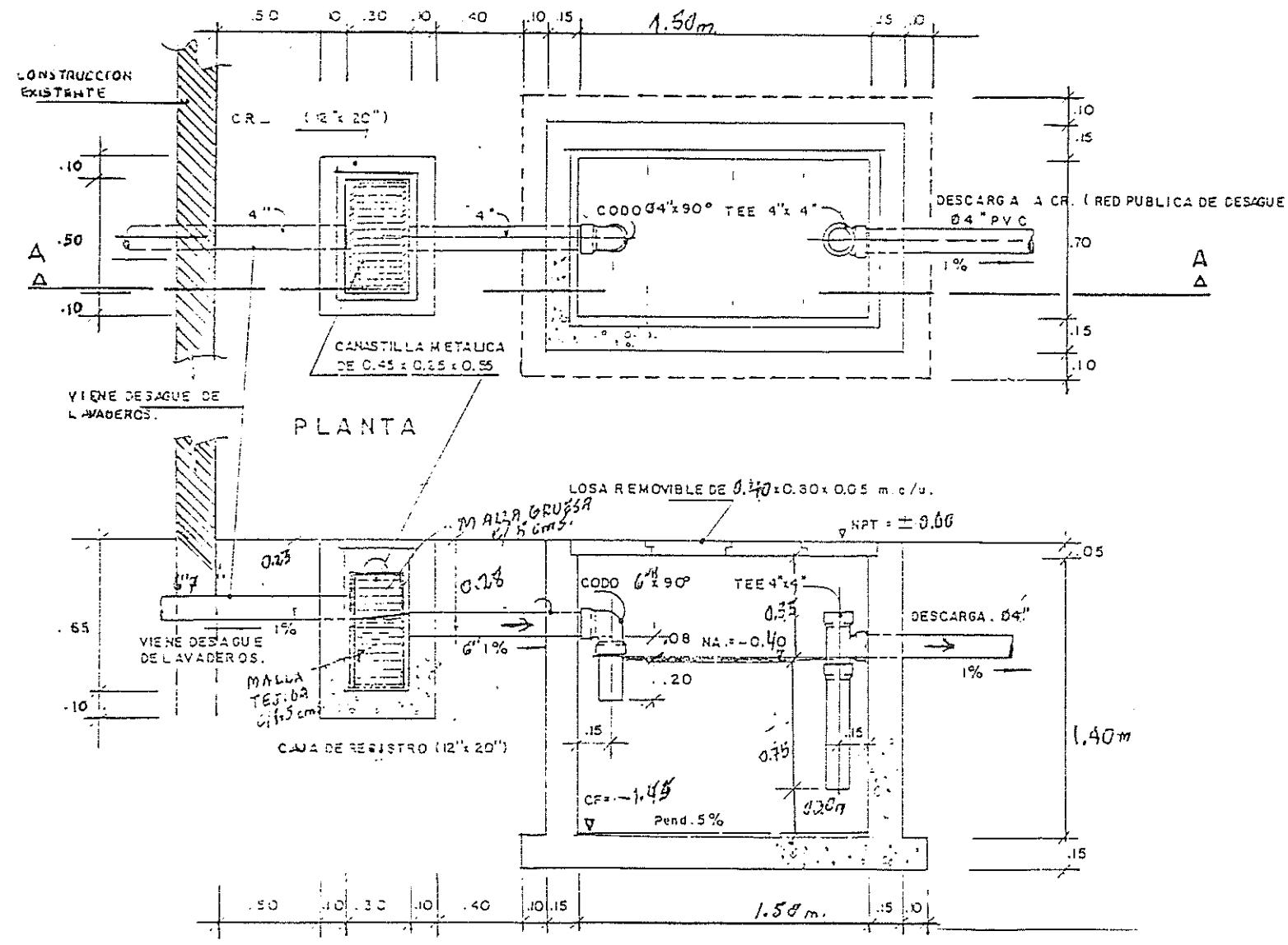
- ❖ **Interceptores de grasa.** Utilizados en lavaderos de cocinas, talleres, fábricas, etc. donde por su naturaleza existe la posibilidad de que algún tipo de grasa ingrese al desagüe.
- ❖ **Interceptores de aceite.** Utilizados en estaciones de Servicio, garajes, lavanderías, laboratorios, donde se utilicen lubricantes, aceites, kerosene, gasolina, parafina, etc.
- ❖ **Interceptores de sólidos.** Utilizados en lugares donde cualquier tipo de sólidos podrían ingresar a las líneas de desagüe; como en clínicas dentales, hospitales y establecimientos similares.
- ❖ **Interceptores de pelos.** Utilizados en salones de belleza, peluquerías, hoteles.



PLANTA  
ESC 1/25



**DETALLE DE LOSA**  
**INSTALACION SANITARIA - DETALLE TRAMPA DE GRASA**



NOTA : EL EJEMPLO DE TRAMPA DE GRASA E INTERCEPTOR DE DESPERDICIOS PUEDE VARIAR EN CADA CASO EN SUS DIMENSIONES



# *Capítulo*

7

## *Dotación de Agua en Edificios*

La dotación de agua tiene gran importancia en el diseño de las Instalaciones Sanitarias interiores de los diferentes tipos de edificaciones, dado que ello permite conocer si la fuente de suministro tiene capacidad suficiente y para la determinación de volúmenes de los tanques de almacenamiento (Cisterna y/o tanque elevado, de acuerdo al sistema de distribución que sea adoptado.

Como en el caso de cualquier sistema de abastecimiento de agua, la dotación de agua para edificios es muy variable y depende de una serie de factores entre los cuales podemos citar; Uso del edificio, área, costumbres y hábitos de sus ocupantes, uso de medidores, necesidades profesionales, necesidades para industrias, así como el sistema de distribución que sea adoptado.

En los textos y normas de diseño existentes en diferentes países, se consideran diferentes unidades de dotación, aún para un mismo tipo de local, como en el caso de viviendas que unos consideran litros por habitante día y otros como Venezuela y Perú que consideran litro por metro cuadrado del lote ó parcela.

Como vía de ilustración y comparación se indican los consumos diarios que aparecen en el texto “Fontanería y Saneamiento” del Arquitecto Mariano Rodríguez Avial, Editorial Dossat S.A. Madrid, España, que son los siguientes:

❖ Vivienda tipo medio	120 litros/persona/día.
❖ Escuelas	50 litros/alumno/día.
❖ Cuarteles	300 litros/persona/día.
❖ Prisiones	50 litros/persona/día.

- ❖ Hospitales (Sin incluir riego, ni lavandería) 600 litros/persona/día.
- ❖ Oficinas 50 litros/persona/día.
- ❖ Hoteles: Primera Categoría 300 litros/persona/día.
- Segunda Categoría 200 litros/persona/día.
- Tercera Categoría 150 litros/persona/día.
- ❖ Jardines 2 litros/persona/día.
- ❖ Calles con pavimentos asfálticos 1 litro/ m<sup>2</sup>./día.
- ❖ Calles empedradas 1.5 litros/m<sup>2</sup>./día.
- ❖ Establecimientos de baño 300 litros por cada baño.
- ❖ Lavanderías 60 litros por cada ducha.
- ❖ 35 a 50 litros por Kg. de ropa seca.

Existiendo un Reglamento local referente a dotación que son las Normas S-200 de Edificación, del Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda (ININVI), que lo consideramos uno de los más completos existentes, extractamos la parte más importante de las Normas que son las siguientes:

### S.222.2 Dotaciones

Las dotaciones diarias mínimas de agua para uso doméstico, comercial, industrial, riego de jardines u otros fines, serán los que se indican a continuación:

**S.222.2.01** Las dotaciones de agua para viviendas unifamiliares estarán de acuerdo con el área total del lote según se indica en la tabla Nº 14.

TABLA Nº 14

Área total del lote en m <sup>2</sup>			Dotación l/d.
Hasta	-	200	1500
201	-	300	1700
301	-	400	1900
401	-	500	2100
501	-	600	2200
601	-	700	2300
701	-	800	2400
801	-	900	2500

Area total del lote en m <sup>2</sup>		Dotación l/d.	
901	-	1000	2600
1001	-	1200	2800
1201	-	1400	3000
1401	-	1700	3400
1701	-	2000	3800
2001	-	2500	4500
2501	-	3000	5000
Mayores de	-	3000	5000 más 100 l/d por cada 100m <sup>2</sup> de superficie adicional.

Estas cifras incluyen dotación doméstica y riego de jardines.

- S.222.2.02** Los edificios **multifamiliares** deberán tener una dotación de agua potable de acuerdo con el número de dormitorios de cada departamento, según la tabla Nº 15.

TABLA Nº 15

Número de dormitorios por departamento	Dotación por departamento l/d
1	500
2	850
3	1200
4	1350
5	1500

- S.222.2.03** Los establecimientos de hospedaje deberán tener una dotación de agua de acuerdo con la tabla Nº 16.

TABLA Nº 16

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
- Hotel y moteles	500 l por dormitorio

- Pensiones - Establecimientos de hospedaje	350 l por dormitorio 25 l por m <sup>2</sup> de área destinado a dormitorio
--	--

Las dotaciones de agua para riego y servicios anexos a los establecimientos de que trata este artículo, tales como restaurantes, bares, lavanderías, comercios, y similares se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

- S.222.2.04** La dotación de agua para restaurantes estará en función del área de los comedores de acuerdo con la tabla N° 17.

TABLA N° 17

Area de los comedores en m <sup>2</sup>	Dotación
Hasta 40	2000 l
41 á 100	50 l por m <sup>2</sup>
más de 100	40 l por m <sup>2</sup>

En aquellos restaurantes donde también se elaboren alimentos para ser consumidos fuera del local, se calculará para ese fin una dotación complementaria a razón de 8 litros por cubierto preparado.

- S.222.2.05** La dotación de agua para locales educacionales y residencias estudiantiles, estará de acuerdo con la tabla N° 18.

TABLA N° 18

	Dotación diaria
Alumnado y personal no residente.	50 l por persona
Alumnado y personal residente.	200 l por persona

Las dotaciones de agua para riego de áreas verdes, piscinas y otros fines se calcularán adicionalmente, de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

- S.222.2.06** Las dotaciones de agua para locales de espectáculos o centros de reunión, cines, teatros, auditorios, discotecas, casinos, salas de baile y espectáculos al aire libre y otros similares, estarán de acuerdo con la tabla N° 19.

TABLA N° 19

Tipos de establecimiento	Dotación diaria
- Cines, teatros y auditorios	3 l por asiento
- Discotecas, casinos y salas de baile para uso público	30 l por $m^2$ de área
- Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares	1 l por espectador
- Circos, hipódromos, parques de atracción y similares	1 l por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.

- S.222.2.07** Las dotaciones de agua para piscinas y natatorios de recirculación y de flujo constante o continuo, estarán de acuerdo con la tabla N° 20.

TABLA N° 20

#### 1. De recirculación

Con recirculación de las aguas de rebose	10 l/d por $m^2$ de proyección horizontal de la piscina.
Sin recirculación de las aguas de rebose	25 l/d por $m^2$ de proyección horizontal de la piscina

## 2. De flujo constante

- Públicas	125 l/h por m <sup>3</sup>
- Semi-pública (clubes, hoteles, colegios, etc.)	80 l/h por m <sup>3</sup>
- Privada o residenciales	40 l/h por m <sup>3</sup>

La dotación de agua requerida para los aparatos sanitarios en los vestuarios y cuartos de aseo anexos a la piscina, se calculará adicionalmente a razón de 30 litros/día por m<sup>2</sup> de proyección horizontal de la piscina. En aquellos casos que contemplen otras actividades recreacionales, se aumentará proporcionalmente esta dotación.

**S.222.2.08** La dotación de agua para oficinas se calculará a razón de 6 litros/día por m<sup>2</sup> de área útil del local.

**S.222.2.09** La dotación de agua para depósitos de materiales, equipo y artículos manufacturados, se calculará a razón de 0,50 litros/día por m<sup>2</sup> de área útil del local y por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción.

Caso de existir oficinas anexas, el consumo de las mismas se calculará adicionalmente de acuerdo a lo estipulado en esta Norma para cada caso, considerándose una dotación mínima de 500 litros/día.

**S.222.2.10** La dotación de agua para locales comerciales dedicados a comercio de mercancías secas, será de 6 litros/día/m<sup>2</sup> de área útil del local, considerándose una dotación mínima de 500 litros/día.

**S.222.2.11** La dotación de agua para mercados y establecimientos, para la venta de carnes, pescado y similares será de 15 litros/día por m<sup>2</sup> de área de local.

Las dotaciones de agua para locales anexos al mercado, con instalaciones sanitarias separadas, tales como restaurantes y comercios, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

**S.222.2.12** El agua para consumo industrial deberá calcularse de acuerdo con la naturaleza de la industria y su proceso de manufactura. En los locales industriales la dotación de agua para consumo humano en cualquier tipo de industria, será de 80 litros por trabajador o empleado, por cada turno de trabajo de 8 horas o fracción.

La dotación de agua para las oficinas y depósitos propios de la industria, servicios anexos, tales como comercios, restaurantes, y riego de áreas verdes, etc. se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

**S.222.2.13** La dotación de agua para plantas de producción, e industrialización de leche estará de acuerdo con la tabla N° 21.

TABLA N° 21

- Estaciones de recibo y enfriamiento - Plantas de pasteurización  - Fábricas de mantequilla, queso o leche en polvo	1500 l por cada 1000 litros de leche recibidos por día 1500 l por cada 1000 litros de leche a pasteurizar por día 1500 l por cada 1000 litros de leche a procesar por día
---	---

**S.222.2.14** La dotación de agua para las estaciones de servicio, estaciones de gasolina, garajes y parques de estacionamiento de vehículos, estará de acuerdo con la tabla N° 22.

TABLA N° 22

Lavado automático Lavado no automático Estación de gasolina Garajes y parques de estacionamiento de vehículos por área cubierta	12800 l/d por unid. de lavado 8000 l/d por unid. de lavado 300 l/d por grifo 2 l/d por m <sup>2</sup> de área cubierta
--	---

El agua necesaria para oficinas y venta de repuestos, riego de áreas verdes y servicios anexos, tales como restaurantes y fuentes de soda, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

- S.222.2.15** Las dotaciones de agua para edificaciones destinadas al alojamiento de animales tales como caballerizas, establos, porquerizas, granjas y similares, estarán de acuerdo, a la tabla N° 23.

TABLA N° 23

Ganado lechero	120 l/d por animal
Bovinos y Equinos	40 l/d por animal
Ovinos y Porcinos	10 l/d por animal
Aves	20 l/d por cada 100 aves

Las cifras anteriores no incluyen las dotaciones de agua para riego de áreas verdes y otras instalaciones.

- S.222.2.16** La dotación de agua para mataderos públicos o privados estará de acuerdo con el número y clase de animales a beneficiar, según la tabla N° 24.

TABLA N° 24

Clase de animal	Dotación diaria
Bovinos	500 litros por animal
Porcinos	300 litros por animal
Ovinos y caprinos	250 litros por animal
Aves en general	16 litros por cada kg. en pie

- S.222.2.17** La dotación de agua para bares, fuentes de soda, cafeterías y similares, estará de acuerdo con la tabla N° 25.

TABLA N° 25

Área de locales	Dotación diaria
Hasta 30 m <sup>2</sup>	1500 l

de 31 á 60 m <sup>2</sup>	60 l/m <sup>2</sup>
de 61 á 100 m <sup>2</sup>	50 l/m <sup>2</sup>
mayor de 100 m <sup>2</sup>	40 l/m <sup>2</sup>

- S.222.2.18 La dotación de agua para locales hospitalarios como: hospitales, clínicas de hospitalización, clínicas dentales, consultorios médicos y similares, estará de acuerdo con la tabla Nº 26.

TABLA Nº 26

- Hospitales y clínicas de hospitalización.	600 l/d por cama
- Consultorios médicos	500 l/d por consultorio
- Clínicas dentales	1000 l/d por unidad dental

El agua requerida para servicios especiales, tales como riego de áreas verdes, viviendas anexas, servicios de cocinas y lavandería se calcularán adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma.

- S.222.2.19 La dotación de agua para lavanderías, lavanderías al seco, tintorerías y similares, estará de acuerdo con la tabla Nº 27.

TABLA 27

- Lavandería	40 l/kg de ropa
- Lavandería al seco, tintorerías y similares	30 l/kg de ropa

- S.222.2.20 La dotación de agua para áreas verdes será de 2 litros/día por m<sup>2</sup>. No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

### EJEMPLOS DE CALCULO DE DOTACION DE AGUA

#### EJEMPLOS:

- Calcular la dotación de una Escuela que cuenta con:

- Alumnos Externos	200
- Alumnos Internos	150
- Personal Residente	20
- Personal no-Residente	15
- Jardines -----	300m <sup>2</sup>

### SOLUCION

- Alumnos Externos	200 x 50 l/a/d	10,000 litros/d
- Alumnos Internos	150 x 200 l/a/d	30,000 litros/d
- Personal Residente	20 x 200 l/p.r./d	4,000 litros/d
- Personal No-Residente	15 x 50	750 litros/d
- Jardines Riego	300 x 2 l/d/m <sup>2</sup>	600 litros/d

Dotación Diaria Total = 45,350 Litros/d

2. Se tiene un edificio comercial, de oficinas y viviendas. Según los planos tiene las siguientes características:

- Primer Piso: Tiendas de Comercio 500 m<sup>2</sup>
- Segundo Piso: Oficinas 4 de 100 m<sup>2</sup> c/u
- Tercer Piso: Oficinas 4 de 100 m<sup>2</sup> c/u
- Cuarto Piso: Dos Departamentos de 2 Dormitorios
- Quinto Piso: Un Departamento de 2 Dormitorios y un Departamento de 1 Dormitorio.

### SOLUCION

De acuerdo al nuevo Reglamento S-200, se toma cada piso por separado y para el cálculo de Dotación total, se suma las dotaciones de todos los pisos.

El agua requerida para servicios especiales, tales como riego de áreas verdes y viviendas anexas se calculará adicionalmente de acuerdo a lo

estipulado en el Reglamento S-200 y se sumarán con la anterior solo para el caso de una sola conexión de agua.

1º Piso Tiendas de Comercio	: 500 m <sup>2</sup> x 6 l/d/m <sup>2</sup>	3,000 l/d
2º Piso Oficinas	: 400 m <sup>2</sup> x 6 l/d/m <sup>2</sup>	2,400 l/d
3º Piso Oficinas	: 400 m <sup>2</sup> x 6 l/d/m <sup>2</sup>	2,400 l/d
4º Piso Dos Dptos. de 2 Dormitorios	: 2 x 850 l/d/Dpto.	1,700 l/d
5to. Piso Un Dpto. de 2 Dormitorios	: 1 x 850 l/d/Dpto.	850 l/d
Un Dpto. de 1 Dormitorio	: 1 x 500 l/d/Dpto.	500

---

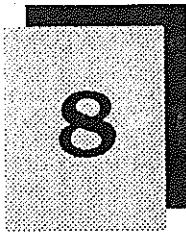
Dotación Total litros/día = 10,850 l/d

---





# *Capítulo*



8

## *Diseño de Baños*

### **1. ASPECTOS GENERALES**

El buen diseño de un baño tanto privado como colectivo, en cuanto a la correcta ubicación de los aparatos, trae consigo las siguientes consideraciones.

- 1.1 Un mejor funcionamiento de los aparatos sanitarios, especialmente en lo referente a desagüe y ventilación del mismo.
- 1.2 Una mayor economía en el diseño.
- 1.3 Debe tener un espaciamiento mínimo adecuado para la circulación de las personas.
- 1.4 Una ventilación adecuada del ambiente.

### **2. CLASIFICACION**

Para el diseño, los baños pueden clasificarse en:

- 2.1 Baños privados o familiares
- 2.2 Baños colectivos o públicos.

Los baños privados o familiares, pueden ser:

- a) Baño completo (lavatorio, W.C., bidet, tina o ducha).

- b) 3/4 de baño (Lavatorio, W.C., bidet, duchas).
- c) 1/2 baño (Lavatorio, W.C.).

Los baños colectivos o públicos, pueden clasificarse en:

- a) Baños para hombres
- b) Baños para mujeres
- c) Baños para niños

### **3. *DISPOSICION DE LOS BAÑOS***

La disposición de los baños está gobernada por:

- 3.1** Objeto del baño
- 3.2** Número de aparatos
- 3.3** Espaciamiento entre éstos
- 3.4** Espaciamiento para circulación
- 3.5** Posición de puertas y ventanas
- 3.6** Disposición de las instalaciones de agua fría y caliente, desagüe y ventilación.

### **4. *REGLAS BASICAS QUE DEBEN PROCURARSE EN EL DISEÑO DE BAÑOS***

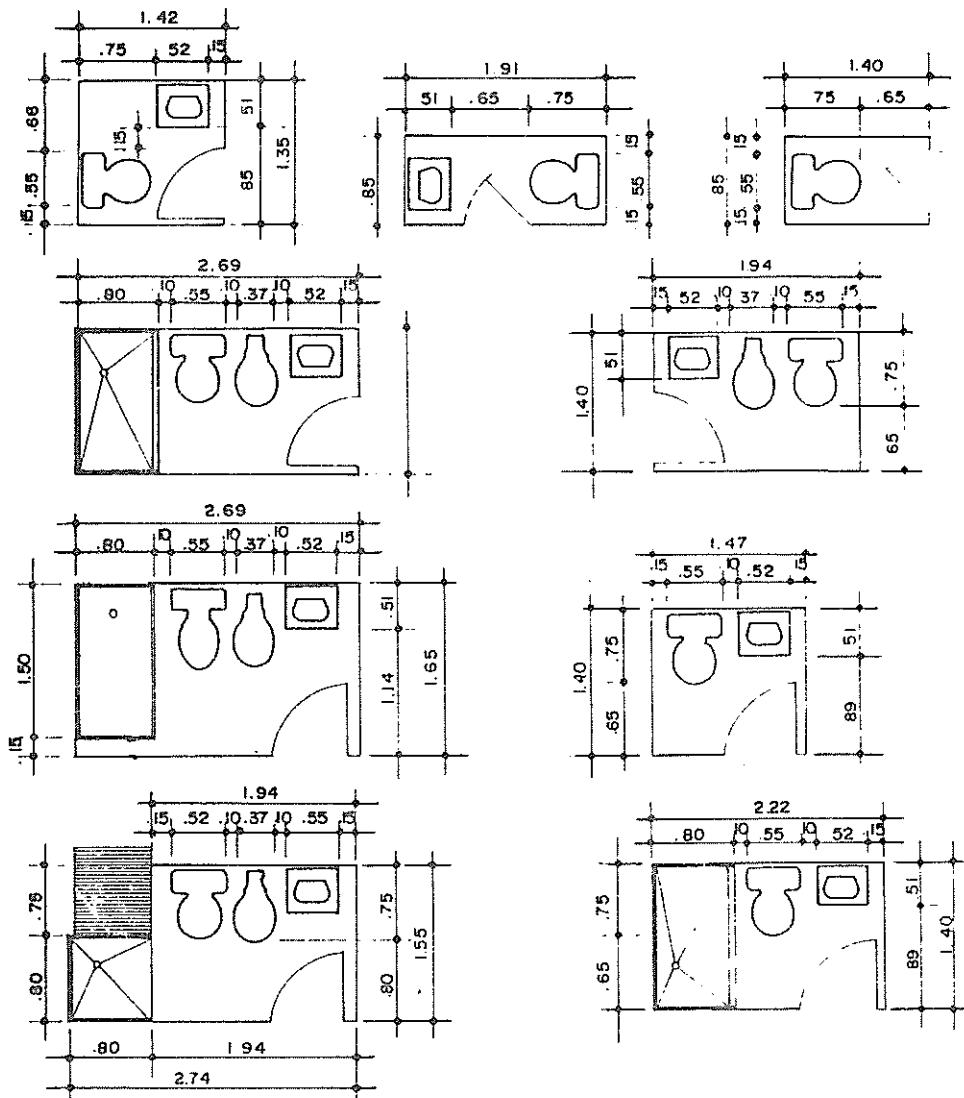
A continuación se indican algunas reglas básicas más importantes, que deben seguirse para la obtención de un buen diseño de baños, aunque no siempre se pueda cumplir con todas ellas:

- 4.1** El lavatorio debe colocarse en un lugar próximo a la ventana del baño (si la hay) en forma tal que reciba buena luz.
- 4.2** El inodoro deberá colocarse en una situación respecto de la tina y del lavatorio, que permita ser usado además cualquiera de éstos dos apar-

tos simultáneamente con el inodoro.

- 4.3 El bidet deberá colocarse en la inmediata vecindad del inodoro con el objeto de facilitar su uso sucesivo.
- 4.4 El inodoro deberá colocarse siempre cerca del ducto de tuberías o del muro principal del baño por donde presumiblemente pasará la columna o colector de desagüe en forma que permita unir el inodoro al desagüe con el más corto recorrido, lo que resulta también economía.
- 4.5 La puerta del baño privado deberá abrirse hacia adentro, en forma tal que si se abriera inadvertidamente sola o por otra persona pueda ser cerrada por el que está ocupando el baño sin salir afuera.
- 4.6 Si el baño es público deben abrirse hacia afuera, dado que siendo usualmente de ancho reducido, una persona en el interior al sufrir un desmayo, o caerse, no pueda impedir con su cuerpo la apertura de la puerta desde el exterior.
- 4.7 Los cuartos de baño, preferentemente los privados, deberán tener todas las paredes revestidas de materiales aislantes del ruido o acústicas.
- 4.8 Todo local sanitario deberá tener circulación de aire y ventilación natural por diferencia de temperatura, en caso de no ser así se le dotará de una circulación de aire forzada de por lo menos cuatro recambios por hora.
- 4.9 Si el clima exige elemento de calefacción para el baño, se colocará éste siempre bajo la ventana para neutralizar la infiltración de aire frío.

## DIMENSIONES MINIMAS PARA LA INSTALACION DE PIEZAS SANITARIAS



ESPACIO MINIMO ENTRE LA PROYECCION DE DOS PIEZAS CONSECUTIVAS 0.10m.  
 ESPACIO MINIMO ENTRE LA PROYECCION DE LAS PIEZAS Y PARED FRONTAL 0.65m.  
 ESPACIO MINIMO ENTRE LA PROYECCION DE LAS PIEZAS Y PARED LATERAL 0.15m.

# *Capítulo*

**9**

## *Principios Básicos de las Instalaciones Sanitarias Interiores*

1. Todo lugar dedicado a habitación humana o lugares para trabajo o sitio de reunión debe tener completa independencia entre las instalaciones de agua potable y no potable, no permitiéndose su interconexión.
2. El sistema de agua potable no debe estar sujeto al peligro de contaminación por “sifonaje”.
3. Los aparatos sanitarios deben abastecerse con suficiente agua y presión adecuada para que funcione satisfactoriamente en condiciones normales de uso, sin producir ruidos molestos.
4. Se diseñará y ajustará la instalación sanitaria para usar el mínimo de agua siendo su funcionamiento y limpieza adecuados.
5. Los equipos para calentar y almacenar agua se diseñarán, construirán e instalarán evitando los peligros de explosión por sobrecalentamiento.
6. Cada edificio que tenga aparatos sanitarios y que se use para habitación, o lugar de reunión y que esté construido en una calle con alcantarillado, deberá tener conexión a éste.
7. Cada habitación familiar (casa o departamento construido) donde existe

alcantarillado o un sistema privado para eliminar las aguas negras, contará al menos con un w.c. y un lavadero de cocina. Es necesario que tenga lavatorio y tina o ducha para llenar los requisitos básicos de salud e higiene personal.

8. Los aparatos sanitarios serán de material liso, no absorbentes y no tendrá compartimientos ocultos y estrechos y se instalarán en lugares bien ventilados.
9. El sistema de desagüe se diseñará y construirá y mantendrá en forma que no tenga lugares donde puedan depositarse materiales sólidos que los obstruyan o tapen y se le pondrá registros en forma que toda la tubería se pueda revisar y limpiar.
10. Las tuberías y conexiones que forman el sistema de plomería serán de material durable, sin defectos de fabricación, construidas para que den un servicio satisfactorio durante el período de tiempo que se le ha considerado como su vida.
11. Cada aparato sanitario conectado directamente al desagüe tendrá una trampa hidráulica.
12. El sistema de desagüe se diseñará para que tenga una circulación de aire adecuada en todos los tubos con el objeto de que en condiciones normales no se presenten sifonajes, succión o pérdida del sello hidráulico.
13. Cada terminal de ventilación se prolongará hasta el aire libre y se instalará en forma de reducir al mínimo la posibilidad de que se tapen los gases que salen del edificio.
14. El sistema de plomería se probará en forma efectiva para que se descubran fugas y defectos de la mano de obra.
15. No se permitirá la entrada al desagüe de substancias que lo puedan atorar, que produzcan mezclas explosivas, que destruyan los tubos o juntas y finalmente que interfieran con los procesos de tratamiento a que sean sometidas las aguas negras.
16. Se dará protección apropiada para evitar contaminaciones de alimentos, agua o artículos estériles debidas a remansos producidos en el desagüe. Cuando sea necesario, el aparato se conectará en forma indirecta a las tuberías de desagüe.

17. No se instalará ningún W.C. en un lugar que no esté bien ventilado o iluminado.
18. Si se instalan en una construcción W.C. u otros aparatos sanitarios y no se cuenta con algún sistema cercano de alcantarillado se buscará una forma adecuada y sanitaria de eliminar las aguas negras.
19. Si se tiene un sistema de desagüe que pueda estar sujeto a remansos de las aguas negras, se tomarán precauciones para evitar que salgan en el edificio.
20. Todos los aparatos sanitarios del baño se instalarán en forma que sean fácilmente accesibles y se pueda hacer el uso que de ellos se espera.
21. La plomería se instalará en forma tal que no haya peligro de debilitar la estructura del edificio, que cuando se usen los aparatos no se deterioren las paredes y pisos.
22. Las aguas negras y otros desperdicios llevados por el sistema de desagüe que pueden ser nocivos para las aguas superficiales (corrientes o lagos) y para las aguas subterráneas no se descargarán en el terreno o en alguna corriente a menos que se hayan transformado en inofensivas por medio de algún tratamiento.
23. En todo tramo aislado deberán colocarse válvulas, a fin de que, cuando sea necesario hacer una reparación en ese tramo no se paralice todo el sistema.
24. La separación entre los tubos de agua caliente y agua fría debe ser por lo menos de 15 cms. de modo que sus temperaturas no influyan mutuamente.
25. El diseño de redes de desagüe de 4" empotradas en pisos de losas de concreto armado deben efectuarse de acuerdo a la dirección de las viguetas de la losa. En caso de que esto no sea posible debe coordinarse con el calculista de Estructuras para su refuerzo correspondiente.





# *Capítulo*

**10**

## *Cisternas y Tanques Elevados*

Tal como se ha podido apreciar en las alternativas de diseño del sistema de agua, un edificio o vivienda puede tener un sistema de agua directo, en cuyo caso no requiere ni cisterna, ni tanque elevado pero para que esto pueda ocurrir es necesario cumplir dos condiciones:

- a. Que la red pública de agua tenga presión suficiente en todo momento para que el agua pueda llegar al aparato más desfavorable con presión mínima a la salida de 5 lbs./pulg. y
- b. Que la empresa de agua pueda proporcionarnos la conexión domiciliaria del diámetro que se requiere para esta instalación, diámetros que en muchos casos son bastante grandes.

Es así como la imposibilidad de cualesquiera de estas dos situaciones nos obliga a recurrir a la instalación de sistemas indirectos en los cuales, tal como se ha explicado anteriormente, se puede diseñar la instalación para hacer sólo cisterna en cuyo caso se requiere de bombas centrífugas o sistemas hidroneumáticos o Hidroceldas o bombas de velocidad constante o de velocidad variable,etc., para dar presión al sistema.

En otros casos se requiere que el sistema sea cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado desde donde se inicia la red de distribución interior y en otra en las cuales en determinadas horas existe presión en la red, se llega al tanque elevado sólo y del cual parte la red interior de distribución. Igualmente en el sistema mixto o combinado tam-

bien requiere de cisterna y tanque elevado, pero en muchos casos estos son de menor tamaño que en el método indirecto.

Por lo tanto, el primer paso en el diseño es el determinar el sistema que ha de emplearse en el abastecimiento de agua y luego el cálculo de la dotación del mismo, ya que ésta determina las capacidades de cisterna y tanque elevado.

## I. CAPACIDAD REQUERIDA

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

- a. Mediante una curva de demanda (método gráfico) y
- 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 más 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

El Reglamento Nacional de Construcciones del Perú, indica lo siguiente:

- a. Cuando sólo exista tanque elevado su capacidad será cuando menos igual

- a la dotación diaria necesaria con un mínimo absoluto de 1,000 litros.
- b. Cuando sólo exista cisterna, su capacidad será cuando menos igual a la dotación diaria, con un mínimo absoluto de 1,000 litros.
  - c. 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 1,000 litros.

Esta consideración hace que el almacenamiento de cisterna y tanque elevado juntos sea de aproximadamente 10833 de la dotación diaria.

*Ejemplo:*

La dotación diaria para una Escuela es de: 42,750 litros.

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

- a. Cisterna sola

$$\text{Capacidad } 42,750 \text{ litros} = 42.750 \text{ m}^3$$

- b. Tanque Elevado solo

$$\text{Capacidad } 42,750 \text{ litros} = 42.750 \text{ m}^3$$

- c. Cisterna y Tanque elevado

$$\text{Capacidad Cisterna} = \frac{3}{4} \times 42,750 \text{ litros}$$

$$\text{o sea } 32,500 \text{ litros} = 32.500 \text{ m}^3 \text{ apróximadamente}$$

$$\text{Capacidad tanque Elevado} = \frac{1}{3} \times 42,750 \text{ litros} = 14,250 \text{ litros.}$$

$$\text{O sea } 14,250 \text{ litros} = 14,250 \text{ m}^3$$

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.

## **2. 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:

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

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 0.80m.

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

## **3. UBICACION.**

La ubicación de los tanques de almacenamiento juega mucho con las facilidades que proporcione el Ingeniero o Arquitecto que efectúa los planos arquitectónicos.

Como simple especulación se indican algunas ubicaciones más factibles, dadas por la experiencia.

### **3.1 De la Cisterna**

- a. En patios de servicio, alejada en lo posible de dormitorios u oficinas de trabajo.
- b. En la caja de la escalera. Esto permite colocar los equipos de

bombeo bajo la escalera.

- c. Jardines
- d. Pasadizos
- e. Garages
- f. Cuartos especiales.

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

### **3.2 *Del tanque elevado***

- a. Sobre la caja de la escalera
- b. Lo más alejado del frente del edificio por razones de estética.
- c. Si es posible en la parte céntrica de los servicios a atender.
- d. Debe ubicarse a una altura adecuada sobre el nivel de azotea a fin de que se garantice una presión de 3.50 m. (5 lbs./pulg.2) en el aparato más desfavorable.

## **4. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS**

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

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 0.10m. 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 0.10m. más que el diámetro del tubo.

## **5. ASPECTOS SANITARIOS**

Existen algunas consideraciones que deben ser tomadas en el diseño de los

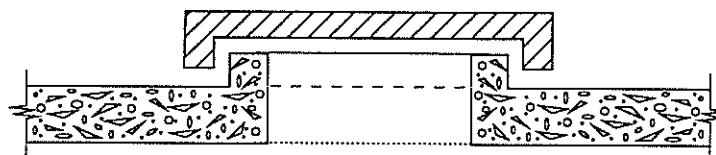
tanques de almacenamiento a fin de hacerlos sanitarios. Hay que indicar que la falta de tomar en cuenta estas consideraciones han motivado muchas veces epidemias de origen hídrico.

Estas consideraciones son las siguientes:

### 5.1 *Tapa Sanitaria.*

La tapa de cisterna o tanque elevado debe ser de la forma que se indica en la figura 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.

#### **TAPA SANITARIA**



### 5.2 *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.

### 5.3 *Reboses de Tanques de Almacenamiento*

- a. **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 dibujo de cisterna).

- b. **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 cms. se coloca un embudo de recepción del agua de rebose. (Ver lámina del tanque elevado).
- c. **Diámetros del tubo de rebose.** Los diámetros de los tubos de rebose deberán estar de acuerdo a la siguiente tabla:

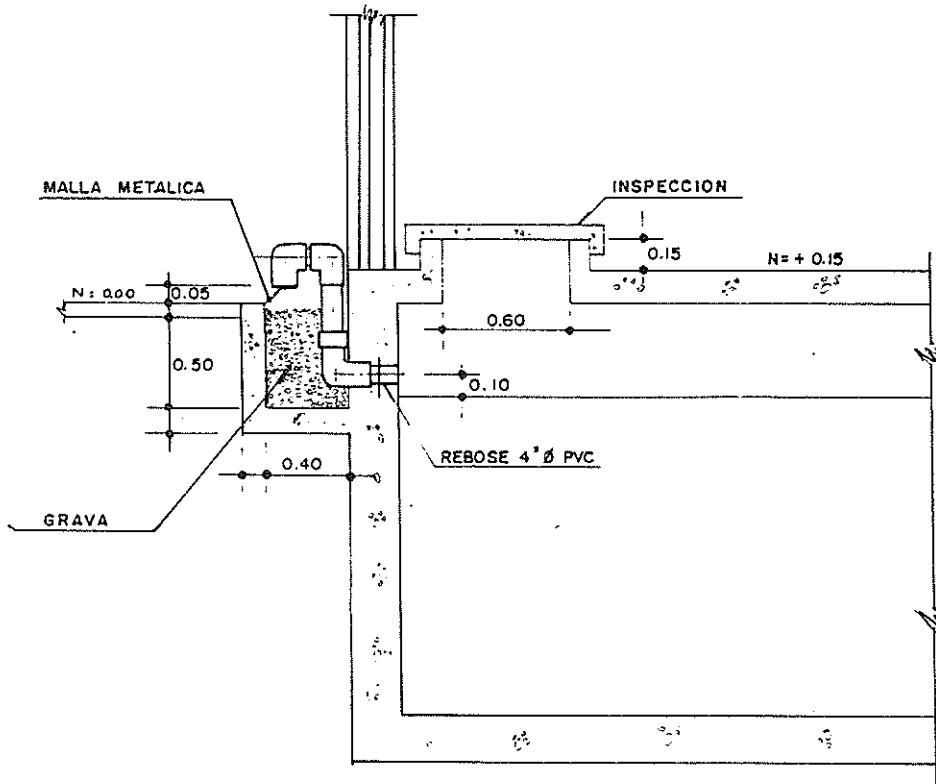
Capacidad del Tanque de Almacenamiento	Diámetro del tubo de Rebose
Hasta 5,000 litros	2"
5,001 a 6,000 litros	2 1/2"
6,001 a 12,000 litros	3"
12,001 a 20,000 litros	3" 1/2"
20,001 a 30,000 litros	4"
mayor de 30,000 litros	6"

## 6. CAPACIDADES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIO.

En Edificaciones los sistemas de lucha contra incendio son obligatorias para aquellos mayores de 15m. de altura.

El reglamento indica que el almacenamiento de agua de la cisterna o tanque de agua para combatir incendios debe ser por lo menos de 15 m<sup>3</sup>.

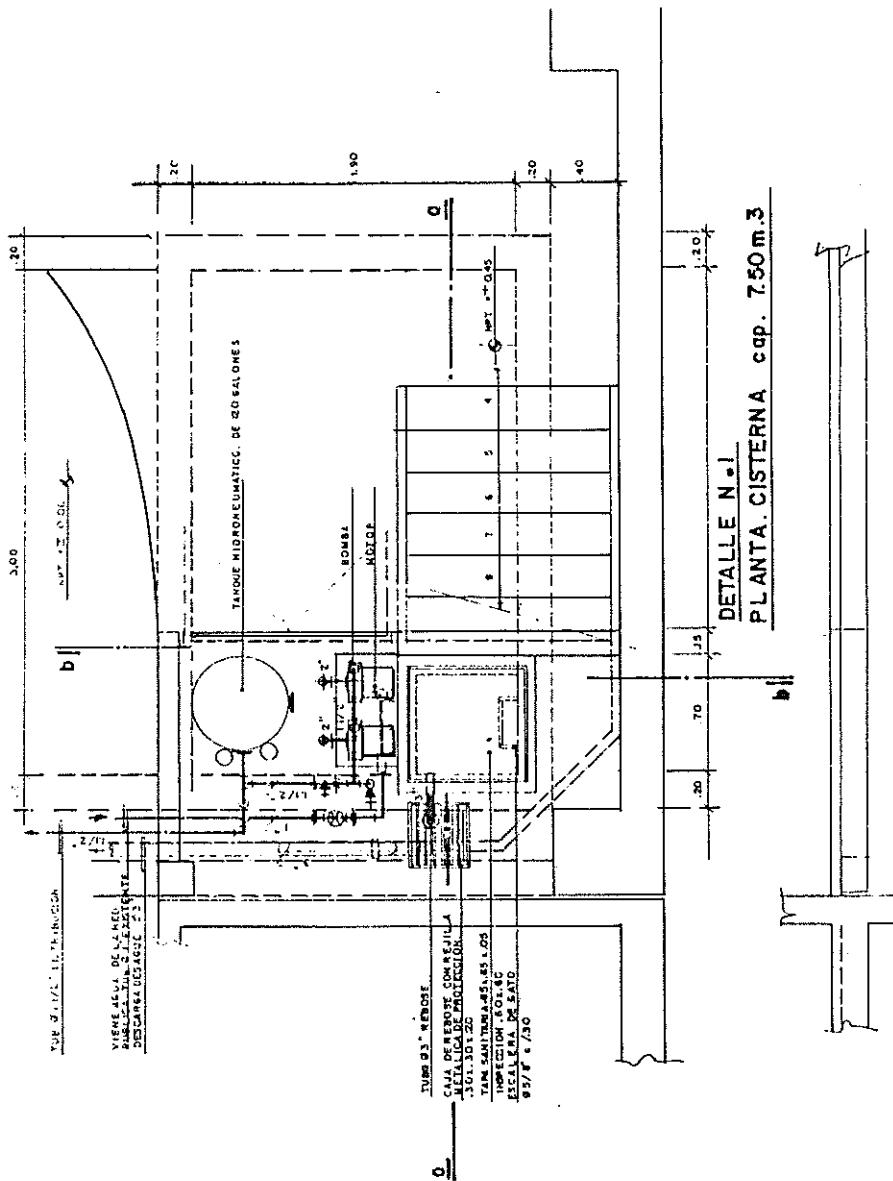
Para el caso de edificaciones de más de 50m. de altura o plantas industriales, el almacenamiento de agua no será menor de 40 m<sup>3</sup>, adecuándose el caudal y tamaño posible del incendio, según el gráfico para Agua Contra Incendios de Sólidos, que se acompaña.

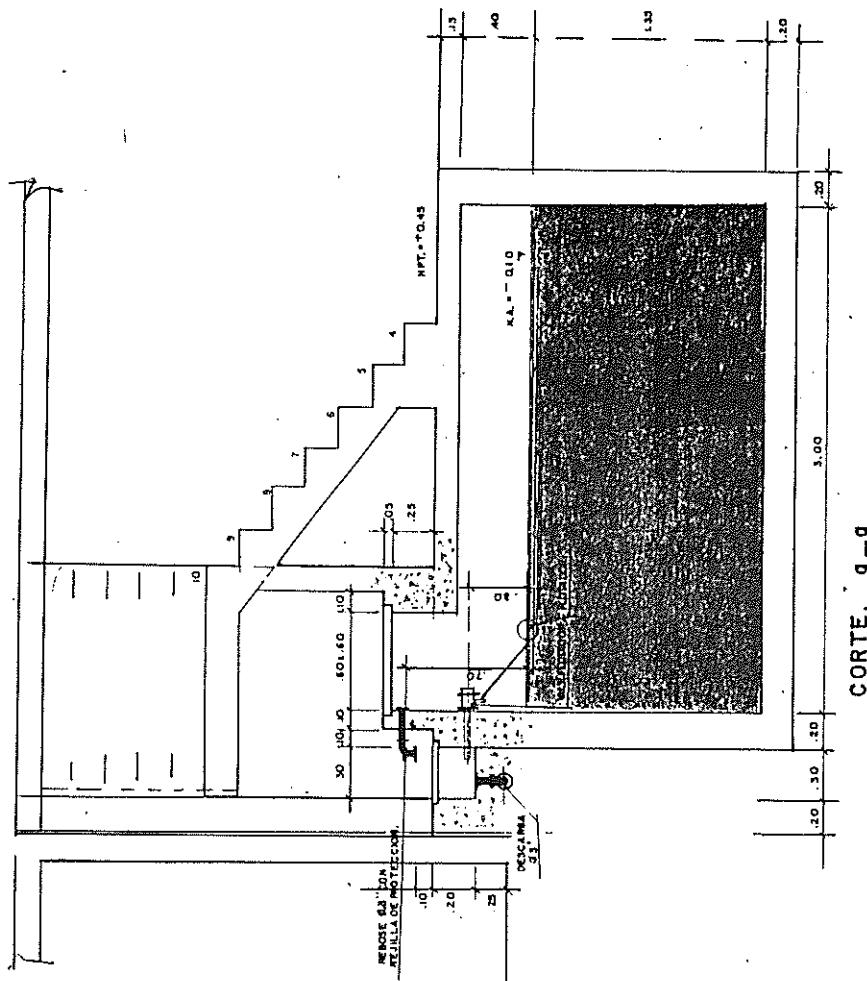


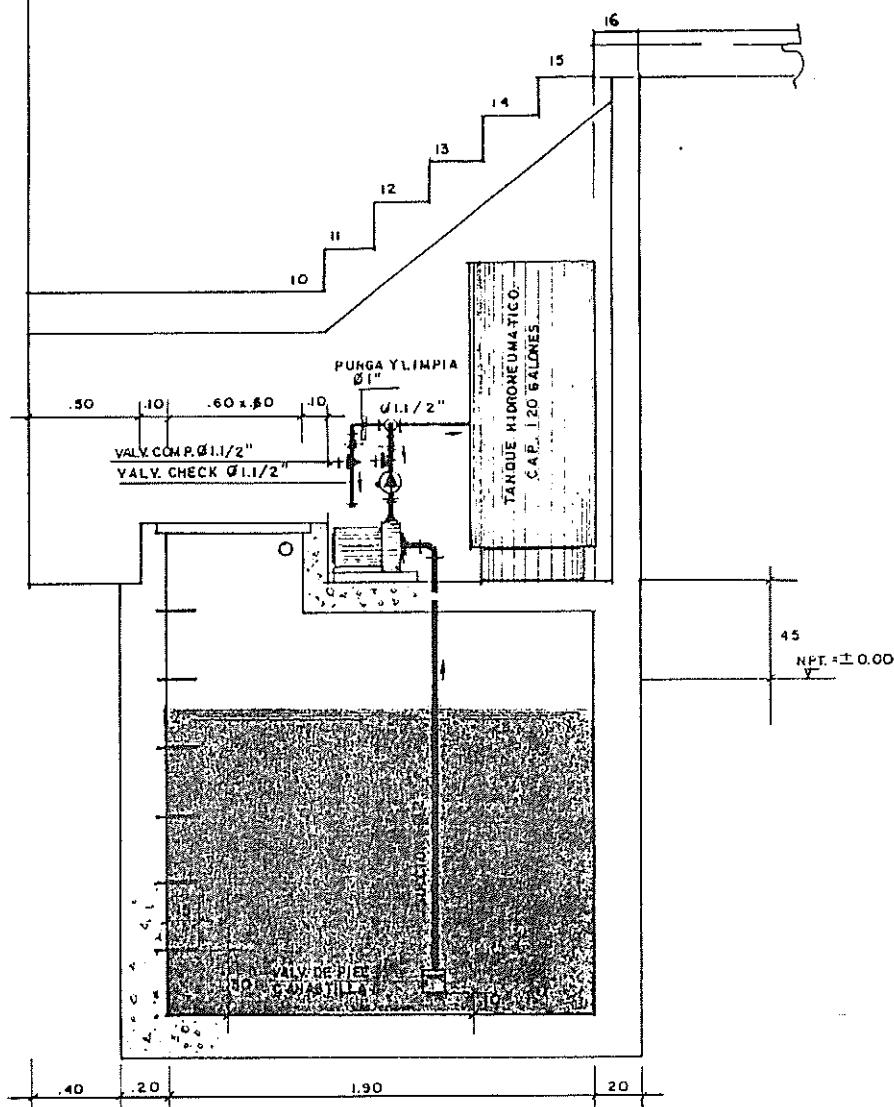
**CISTERNA**

CORTE C-C

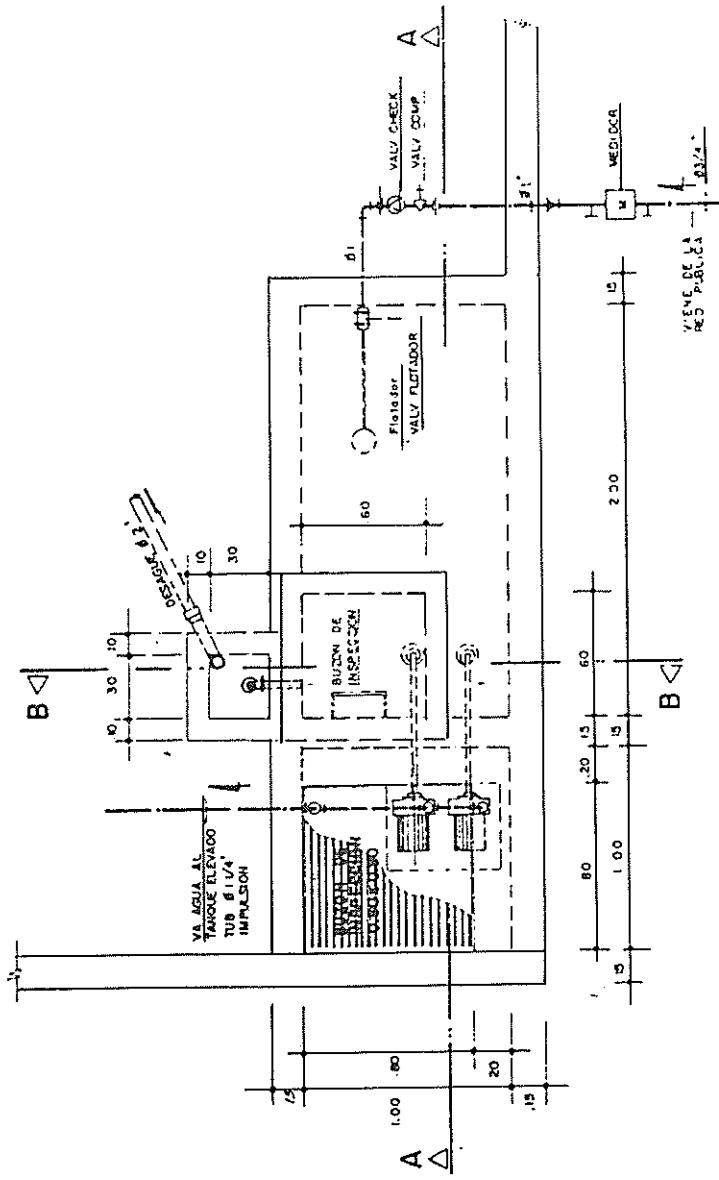
ESC. 1:25

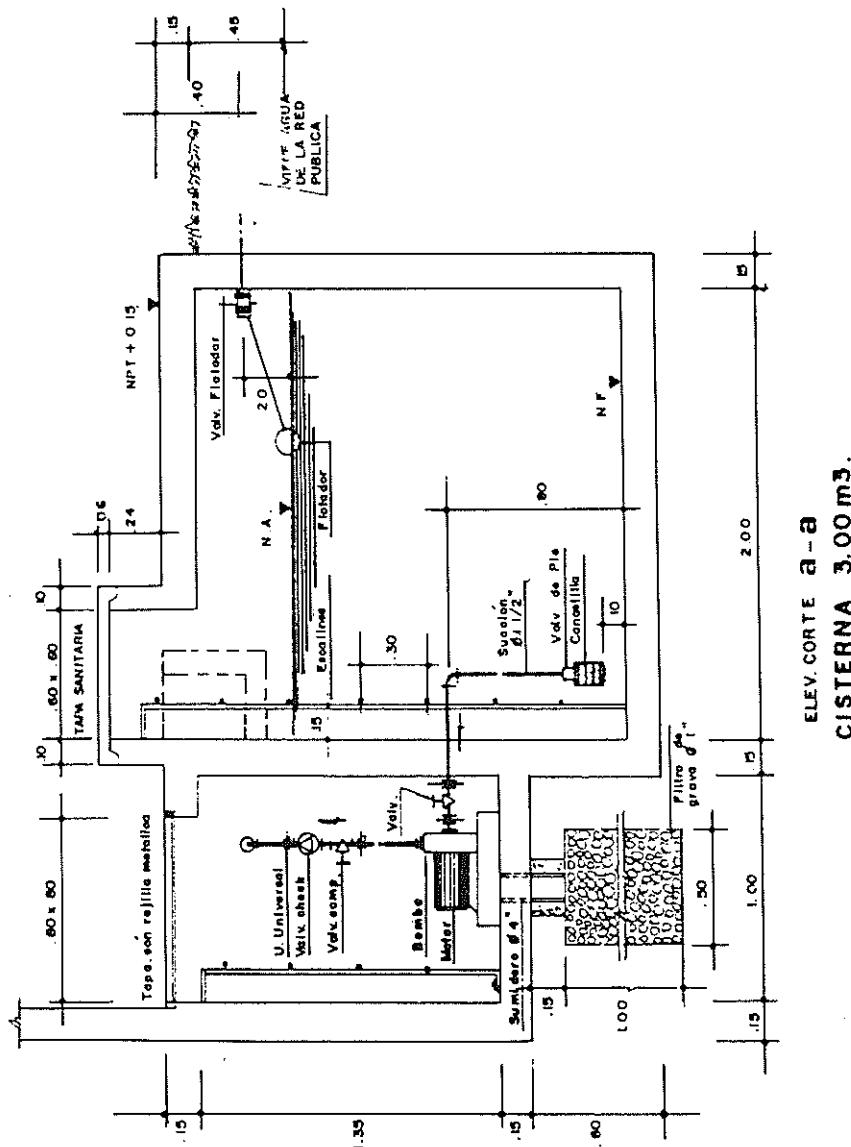




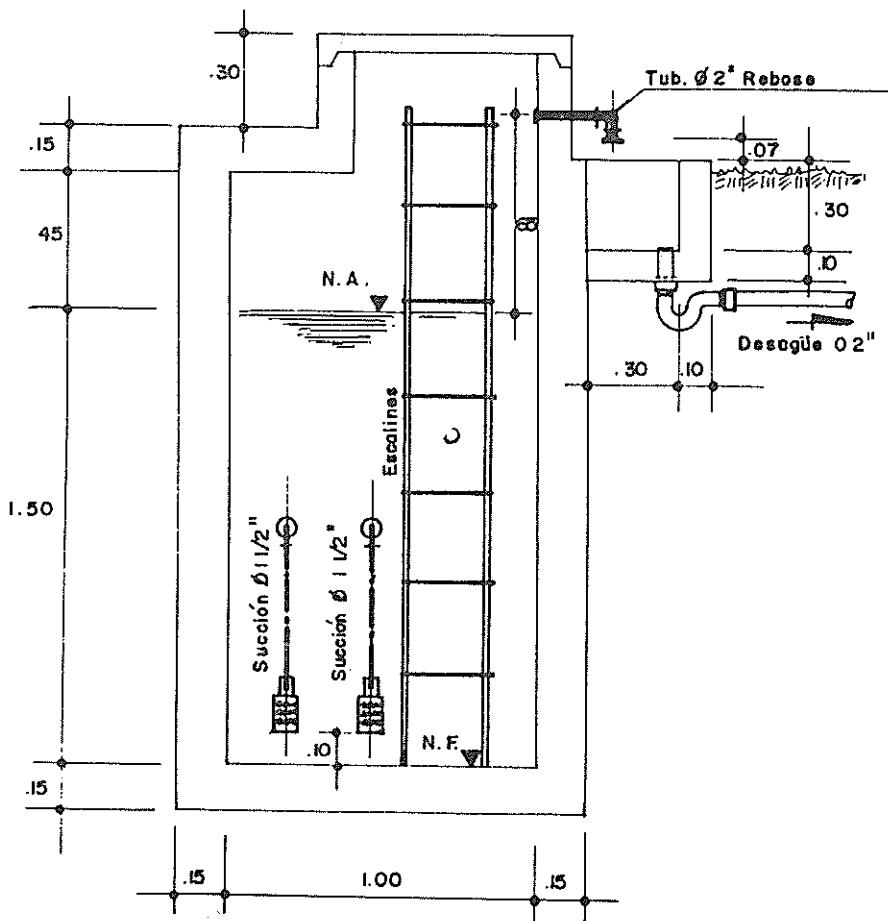


CORTE b-b

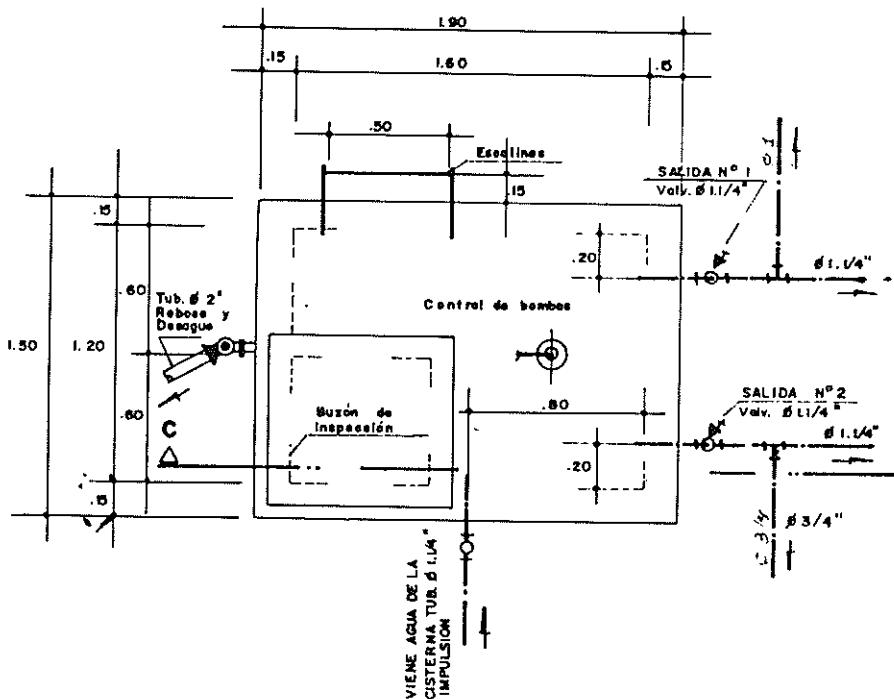




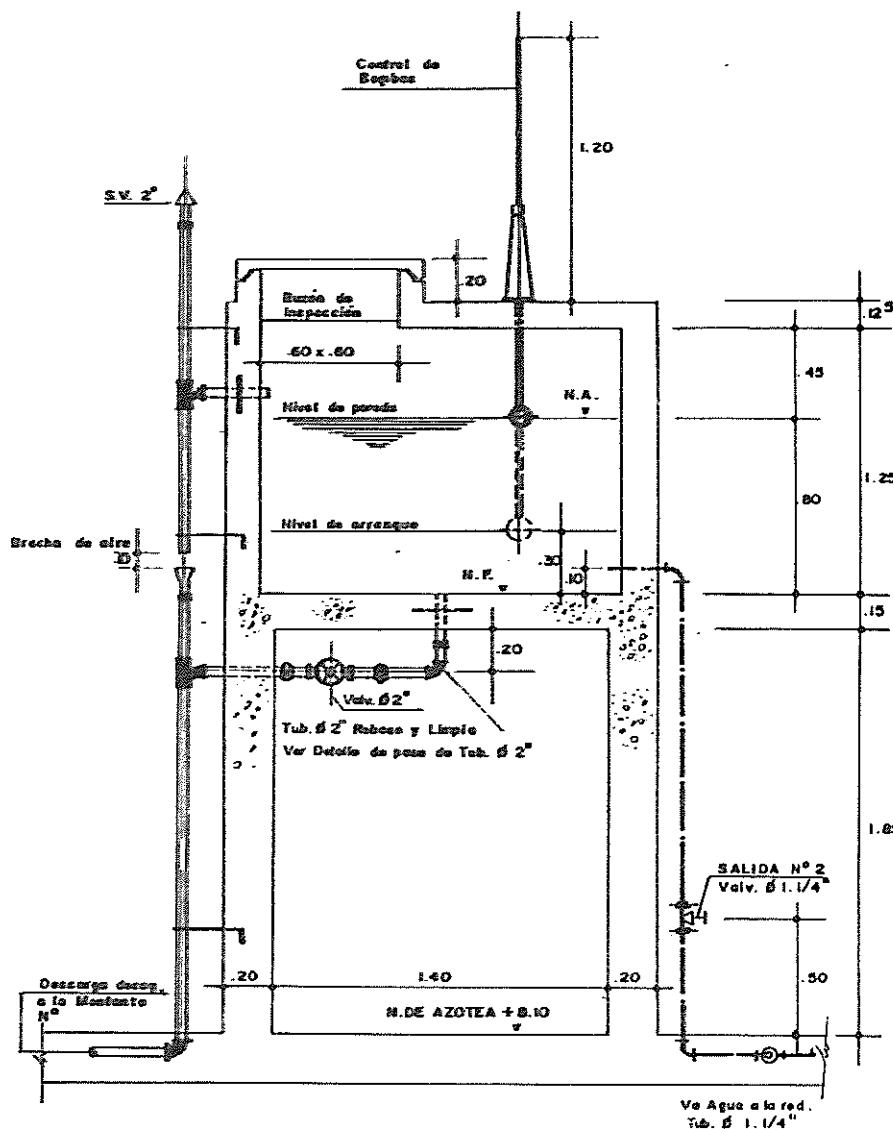
ELEV. CORTE a-a  
CISTERNA 3.00 m³.



ELEV. CORTE b — b'

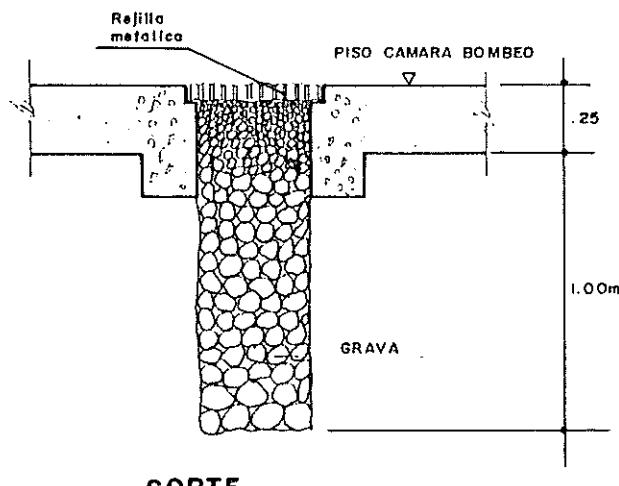
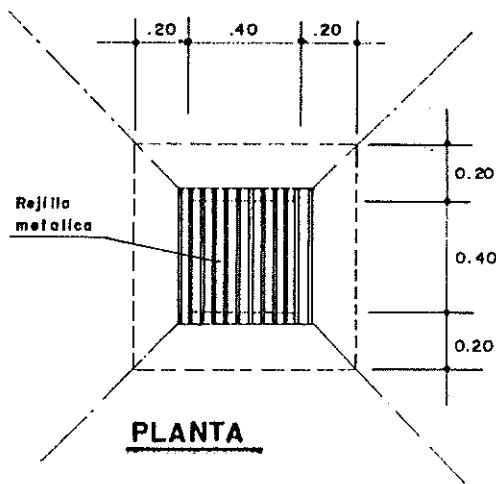
**PLANTA : TANQUE ELEVADO****CAP. 150 m<sup>3</sup>.**

ESC. 1:20



ELEV.CORTE C-C  
TANQUE ELEVADO

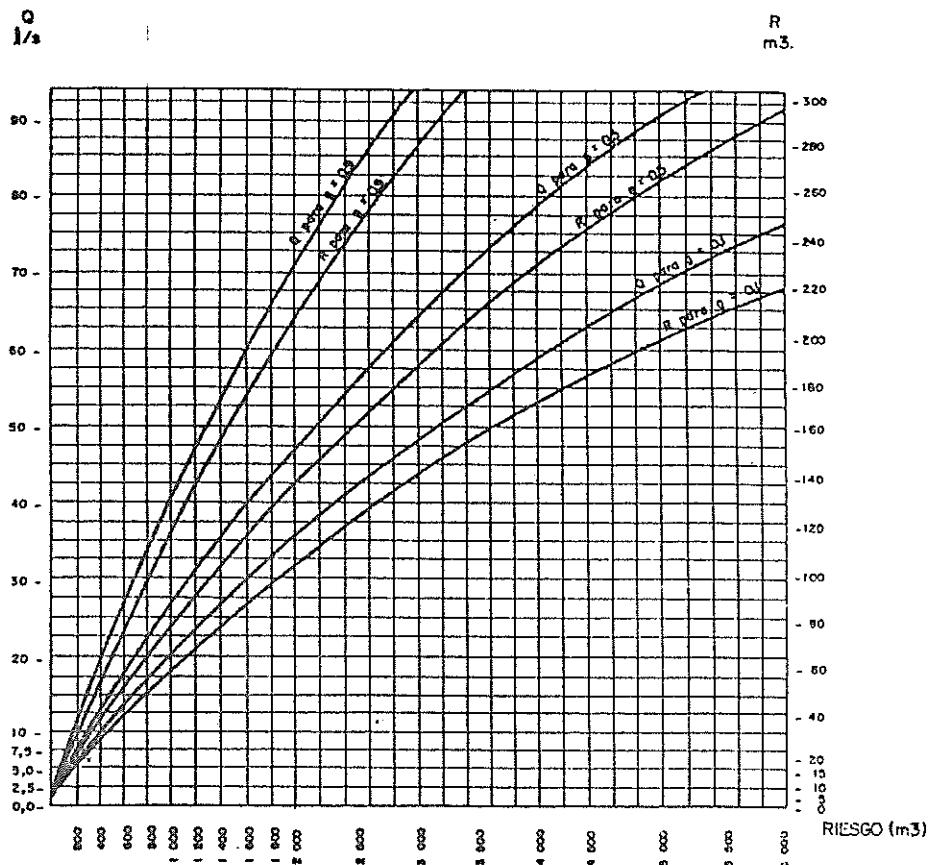
ESC . 1120



DETALLE SUMIDERO DE PISO

ESC. 1:20

## GRAFICO PARA AGUA CONTRA INCENDIO DE SOLIDOS



$Q$  = CAUDAL DE AGUA EN  $\text{l/s}$  PARA EXTINGUIR EL FUEGO

$R$  = VOLUMEN DE AGUA EN  $\text{m}^3$ . NECESARIO PARA RESERVA

$q$  = FACTOR DE APILAMIENTO

0,9 = COMPACTO

0,5 = MEDIO

0,1 = POCO COMPACTO

RIESGO = VOLUMEN APARENTE DEL INCENDIO EN  $\text{m}^3$ .

Norma

S.200

Gráfico del Reglamento  
ININBI

# *Capítulo*

**11**

## *Cálculo de la Tubería de Alimentación de la Red Pública hasta la Cisterna*

El cálculo de la tubería de alimentación debe efectuarse considerando que la cisterna se llena en horas mínimo consumo en las que se obtiene la presión máxima y que corresponde a un período de 4 horas (12 de la noche a 4 de la mañana).

Para el cálculo de la tubería hay que tener en cuenta lo siguiente:

- A. Presión de agua en la red pública en el punto de conexión del servicio.
- B. Altura estática entre la tubería de la red de distribución pública y el punto de entrega en el edificio.
- C. Las pérdidas por fricción en tubería y accesorios en la línea de alimentación, desde la red pública hasta el medidor.
- D. La pérdida de carga en el medidor, la que es recomendable que sea menor del 50% de la carga disponible.
- E. Las pérdidas de carga en la línea de servicio interno hasta el punto entrega a la cisterna.
- F. Volumen de la cisterna.
- G. Considerar una presión de salida de agua en la cisterna mínima de 2.00m.

## ***1. PROCEDIMIENTO DE CALCULO***

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores y los datos de presión en la red pública proporcionados por la Empresa que administra el sistema de agua potable de la ciudad, el problema consiste en calcular el gasto de entrada y la carga disponible seleccionándose luego el medidor, tomando en cuenta que la máxima pérdida de entrada y la carga disponible seleccionándose luego el medidor, tomando en cuenta que la máxima pérdida de carga que debe consumir el medidor debe ser el 50% de la carga disponible.

Obtenida la verdadera carga del medidor, se obtendrá la nueva carga disponible, procediéndose luego mediante tanteos de diámetros, a seleccionar el más conveniente.

## ***2. EJEMPLO PRACTICO***

### ***A.- Datos***

- A.1** Presión en la red pública = 20 libras/pulg<sup>2</sup>.
- A.2** Presión mínima de agua a la salida de la cisterna = 2.00 m
- A.3** Desnivel entre la red pública y el punto de entrega a la cisterna = 1.00 m.
- A.4** Longitud de la línea de servicio = 20.00 m.
- A.5** La cisterna debe llenarse en un período de 4 horas.
- A.6** Volumen de la cisterna = 12 m<sup>3</sup>.
- A.7** Accesorios a utilizar: 1 válvula de paso, una válvula de compuerta, 2 codos de 90° y un codo de 45°

Se trata de:

- A.-** Seleccionar diámetro del medidor y
- B.-** Diámetro tubería de alimentación a la cisterna.

### ***B.- Solución***

**B.1 Cálculo del gasto de entrada:**

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}} = \frac{12.000 \text{ litros}}{14,400 \text{ seg}} = 0.835$$

$$\text{LTS/SEG} = 13.2 \text{ G.P.M.}$$

**B.2 Cálculo de la carga disponible:**

$$H = P_R - P_S - H_T$$

H = Carga disponible  
 P<sub>R</sub> = Presión en la red  
 P<sub>S</sub> = Presión a la salida  
 H<sub>T</sub> = Altura red a cisterna

$$H = 20 - (2.00 \times 1.42 + 1.00 \times 1.42)$$

$$H = 15.74 \text{ libras/pulg}^2.$$

O también en metros:

$$H = 14 - 2 - 1 = 11 \text{ metros}$$

**B.3 Selección del medidor:**

Siendo la máxima pérdida de carga del medidor el 50% de la carga disponible, se tiene:

$$H = 0.5 \times 15.74 = 7.87 \text{ libras/pulg}^2.$$

medidor

En el ábaco de medidores se tiene:

DIAMETRO	PERDIDA DE CARGA
5/8"	10.5 libras/pulg <sup>2</sup> (7.15 m)
3/4"	3.8 libras/pulg <sup>2</sup> (2.66 m)
1"	1.7 libras/pulg <sup>2</sup> (1.18 m)

Por lo tanto seleccionamos el medidor de 3/4"

#### B.4 Selección del diámetro de tubería

Como el medidor ocasiona una pérdida de carga de 3.8 libras/pulg<sup>2</sup>, la nueva carga disponible será:

$$H = 15.74 - 3.8 = 11.94 \text{ lbs/pulg}^2$$

Asumiendo un diámetro de 3/4"

Longitud equivalente por accesorios:

$$1 \text{ válvula de paso } 3/4" = 0.10 \text{ m.}$$

$$1 \text{ válvula de compuerta } 3/4" = 0.10 \text{ m.}$$

$$2 \text{ codos de } 90^\circ (2 \times 0.60) = 1.20 \text{ m.}$$

$$1 \text{ codo de } 45^\circ = 0.30 \text{ m.}$$

Longitud equivalente 1.70m.

Luego la longitud total es de: 20.00 m. + 1.70 = 21.70 m.

En el ábaco:

$$Q = 0.835 \text{ l.p.s.}$$

$$\begin{aligned} D = 3/4" & \quad S = 800 \text{ m. por } 1000 \text{ m.} \\ & \quad = 0.8 \text{ m/m} \end{aligned}$$

$$\text{Luego } H = 21.70 \times 0.8 = 17.36 \text{ metros}$$

Como  $8.40 < 17.36$

Seleccionamos una tubería de mayor diámetro

Asumiendo un diámetro de 1"

Longitud equivalente por accesorios:

$$1 \text{ válvula de paso de } 1" = 0.20 \text{ m.}$$

$$1 \text{ válvula de compuerta de } 1" = 0.20 \text{ m.}$$

$$2 \text{ codos de } 90^\circ (2 \times 0.70 \text{ m.}) = 1.40 \text{ m.}$$

$$1 \text{ codo de } 45^\circ = \underline{0.40 \text{ m.}}$$

Longitud equivalente                    2.20 m.

Luego la longitud total es de:        20.00 m. + 2.20 m. 22.20 m.

En el ábaco:

$$Q = 0.835 \text{ l.p.s.} \quad S = 180/1000 \text{ m.}$$

$$D = 1" \quad 0.18 \text{ m/m.}$$

Luego:                                   $H = 0.18 \times 2.20 = 3.996 \text{ metros}$

Como:                                   $8.40 > 3.9996 \text{ metros}$

El diámetro de 1" es el correcto.

Por lo tanto:

A.- Diámetro del medidor 3/4"

B.- Diámetro tubería de entrada 1"

**NOTA:** En el Anexo I, del Manual se encuentran los ábacos correspondientes que se indican en el presente capítulo.





# *Capítulo*

**12**

## *Cálculo de las Redes Interiores de Distribución de Agua*

### **1.- DISEÑOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA**

La red de distribución de agua de un edificio hemos de diseñarla para que todos los aparatos sanitarios funcionen correctamente. Hay que tener en cuenta que la cantidad de agua fría y caliente que se consume, varía dependiendo del tipo de edificio, uso para que se le destine y la hora del día. El sistema debe llenar los requisitos de capacidad suficiente en todas sus partes: tuberías, bombas, tanques de almacenamiento, equipos de calefacción, etc. para satisfacer las demandas máximas, pero sin olvidarnos de la economía de las instalaciones.

### **2.- INFORMACIONES PRELIMINARES**

Se investigará o determinará la presión mínima del agua en las redes públicas de agua potable de la zona en que se construirá el edificio (de preferencia determinar la hora en que se presenta esa presión mínima) con el objeto de poder elegir el método de alimentación, el que puede ser directo o usando cisterna y tanque elevado o equipos de bombeo a presión (hidroneumático). El dato de la presión mínima también nos servirá para calcular el diámetro de las tuberías de entrada y de distribución si es que se elige el sistema de alimentación directa.

### 3.- METODOS DE CALCULO DE LAS REDES INTERIORES

#### 3.1 El Método Alemán de la Raíz Cuadrada.

Este método toma como unidad de gasto de una llave de 10 mm. de diámetro (0.25 l/seg.) y se considera como la unidad de "peso". Para cualquier otro aparato sanitario que tenga un gasto diferente se establece un factor de "peso", tomando la relación de los gastos del mueble y de la llave de 10 mm. y elevándola al cuadrado.

El factor de peso de cada aparato sanitario se multiplica por el número de aparatos sanitarios a que corresponda, que servirá la tubería que se va a diseñar, se suman los productos y se le saca raíz cuadrada; el resultado se multiplica por el gasto de la llave de 10 mm. obteniéndose el gasto para el que se diseñará la tubería.

Este método de computar los gastos de diseño no toma en cuenta la frecuencia con que se usa cada tipo de aparatos sanitarios ni el intervalo necesario para su uso, pero toma en cuenta el promedio del gasto de cada tipo de aparatos sanitarios. No toma en cuenta la diferencia entre servicio público y privado.

La ventaja del método es que es fácil de entender ya que sustituye los complicados conceptos que requiere la aplicación de la teoría de las probabilidades por la suposición de que el gasto máximo que debe tomarse en cuenta se obtiene por la relación de la raíz cuadrada.

Como en todos los otros métodos, si se tienen gastos tales como de aparatos de purificación de aire, llaves de manguera, etc., se consideran sumándoles al gasto obtenido en el cálculo. Además, si se tiene baterías de laboratorios o duchas que puedan usarse en forma simultánea, se calculará su gasto multiplicando el número de muebles por el gasto de uno.

#### 3.2 El Método de Roy B. Hunter.

El Dr. Roy B. Hunter fué el que aplicó por primera vez la teoría de las probabilidades al cálculo de los gastos en los sistemas de plomería.

Este método consiste en asignar a cada aparato sanitario o grupo de

aparatos sanitarios, un número de “unidades de gastos” o “peso” determinado experimentalmente.

La “unidad de gasto” es la que corresponde a la descarga de un laboratorio común con trampa sanitaria de 1 1/4" de diámetro, equivalente al pie cúbico por minuto (7.48 g.p.m. o 0.47 l.p.s.)

Este método considera aparatos sanitarios de uso intermitente y tiene en cuenta el hecho de que cuanto mayor es su número, la proporción del uso simultáneo de los aparatos disminuye.

Para estimar la máxima demanda de agua de un edificio o sección de él, debe tenerse en cuenta si el tipo de servicio que van a prestar los aparatos es público o privado.

Es obvio indicar que el gasto obtenido por este método es tal que hay cierta probabilidad que no sea sobrepasado, sin embargo esta condición puede presentarse pero en muy raras ocasiones.

En un sistema formado por muy pocos muebles o aparatos sanitarios, si se ha diseñado de acuerdo a este método, el gasto adicional de un aparato sanitario más de aquellos dados por el cálculo puede sobrecargar al sistema en forma tal que produzca condiciones inconvenientes de funcionamiento, en cambio, si se trata de muchos aparatos sanitarios, una sobrecarga de uno o varios aparatos sanitarios, rara vez se notará.

#### Servicio Público (Tabla N° 2)

Cuando los aparatos sanitarios están ubicados en baños de servicio público, es decir varias personas pueden ingresar al baño y utilizar diferentes aparatos sanitarios, en ese caso se considera separadamente a cada tipo de aparato sanitario, multiplicando el número total por el “peso” correspondiente que se indica en la tabla N° 2 y obteniéndose un valor total de unidades de gasto, el que se llevará a la tabla N° 3, en donde se obtendrá la máxima demanda simultánea en litros por segundo.

#### Servicio Privado

Se presenta cuando los baños, como su nombre lo indica, son de uso pri-

vado o más limitado, en este caso se considera cada tipo de ambiente o aparato de este uso y se multiplica por su factor de peso indicado en la tabla N° 1. El total de unidades obtenidas se llevan a la tabla N° 3 donde se obtiene la máxima demanda simultánea.

Debe tomarse en cuenta al aplicar el método si los aparatos sanitarios son de tanque o de válvula (fluxómetro) pues se obtienen diferentes resultados de acuerdo al tipo de aparato.

Cuando existen instalaciones que requieran agua en forma continua y definida, el consumo de éstos debe obtenerse sumando a la máxima demanda simultánea determinada, las de uso en forma continua tales como aire acondicionado, riego de jardines, etc.

#### **4. DISEÑO DE REDES DE AGUA FRIA**

El diseño de redes de agua fría está supeditado a efectuar las conexiones a cada uno de los aparatos sanitarios ubicados dentro de baños privados o colectivos, a los que aisladamente se encuentran fuera de ellos.

**TABLA N° 1 DE UNIDADES DE GASTO PARA EL CALCULO DE LAS  
TUBERIAS DE DISTRIBUCION DE AGUA EN LOS EDIFICIOS  
(APARATOS DE USO PRIVADO)**

APARATOS SANITARIOS	TIPO	TOTAL	UNIDADES DE GASTO	
			AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
Tina		2	1.50	1.50
Lavarropas		3	2	-
Bidet		1	0.75	0.75
Ducha		2	1.50	1.50
Inodoro	Con tanque	3	3	-
	Con válvula semi-automática	6	6	-
Inodoro	Cocina	3	2.00	2.00
Lavadero	Repostero	3	2	2
Máquina Lavaplatos	Combinación	3	2	2
Lavatorio	Corriente	1	0.75	0.75
Lavadero de ropa	Mecánico	4	3	3
Urinario	Con tanque	3	3	-

APARATOS SANITARIOS	TIPO	TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
Urinario	Con válvula semi-automática	5	5	-
Cuarto de baño completo	Con válvula semi-automática	8	6	2
Cuarto de baño completo	Con tanque	6	5	2
Medio baño	Con válvula semi-automática	6	6	0.75
Medio baño	Con tanque	4	4	0.75

Nota: Para calcular tuberías de distribución que conduzca agua fría solamente, o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usará las cifras indicadas en la primera columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a una pieza sanitaria que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columna.

**TABLA N° 2 DE UNIDADES DE GASTO PARA EL CALCULO DE LAS TUBERIAS DE DISTRIBUCION DE AGUA EN LOS EDIFICIOS (APARATOS DE USO PUBLICO)**

**UNIDADES DE GASTO**

PIEZA	TIPO	TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
Tina		4	3	3
Lavadero de ropa		8	4.50	4.50
Ducha		4	3	3
Inodoro	Con tanque	5	5	-
Inodoro	Con válvula semi-automática	8	8	-
Lavadero de cocina	Hotel restaurante	4	3	3
Lavadero de repostería		3	2	2
Bebedero	Simple	1	1	-
Bebedero	Múltiple	1(x)	1(x)	-
Lavatorio	Corriente	2	1.50	1.50
Lavatorio	Múltiple	2(x)	1.50	1.50
Boladero		3	2	2
Urinario	Con tanque	3	3	-
Urinario	Con válvula semi-automática	5	5	-

Nota: Para calcular tuberías de distribución que conduzcan agua fría solamente, o agua fría más el gasto de agua a ser calentada, se usarán las cifras indicadas en la primera

columna. Para calcular diámetros de tuberías que conduzcan agua fría o agua caliente a un aparato sanitario que requiera de ambas, se usarán las cifras indicadas en la segunda y tercera columna.

(x) Debe asumirse este número de unidades de gasto por cada salida.

**TABLA N° 3 DE GASTOS PROBABLES  
PARA APLICACION DEL METODO DE HUNTER**

Nº DE UNIDADES	GASTOS PROBABLES TANQUE	VALVULA	Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE TANQUE	VALVULA	Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE
3	0.12	-	120	1.83	2.72	1,100	8.27
4	0.18	-	130	1.91	2.80	1,200	8.70
5	0.23	0.91	140	1.98	2.85	1,300	9.15
6	0.25	0.94	150	2.06	2.95	1,400	9.56
7	0.28	0.97	160	2.14	3.04	1,500	9.90
8	0.29	1.00	170	2.22	3.12	1,600	10.42
9	0.32	1.05	180	2.29	3.20	1,700	10.85
10	0.34	1.06	190	2.37	3.25	1,800	11.25
12	0.38	1.12	200	2.45	3.36	1,900	11.71
14	0.42	1.17	210	2.53	3.44	2,000	12.14
16	0.46	1.22	220	2.60	3.51	2,100	12.57
18	0.50	1.27	230	2.65	3.58	2,200	13.00
20	0.54	1.33	240	2.75	3.65	2,300	13.42
22	0.58	1.37	250	2.84	3.71	2,400	13.86
24	0.61	1.42	260	2.91	3.79	2,500	14.29
26	0.67	1.45	270	2.99	3.87	2,600	14.71
28	0.71	1.51	280	3.07	3.94	2,700	15.12
30	0.75	1.55	290	3.15	4.04	2,800	15.53
32	0.79	1.59	300	3.32	4.12	2,900	15.97
34	0.82	1.63	320	3.37	4.24	3,000	16.20
36	0.85	1.67	340	3.52	4.35	3,100	16.51
38	0.88	1.70	380	3.67	4.46	3,200	17.23
40	0.91	1.74	390	3.83	4.60	3,300	17.85
42	0.95	1.78	400	3.97	4.72	3,400	18.07
44	1.00	1.82	420	4.12	4.84	3,500	18.40
46	1.03	1.84	440	4.27	4.96	3,600	18.91
48	1.09	1.92	460	4.42	5.08	3,700	19.23
50	1.13	1.97	480	4.57	5.20	3,800	19.75
55	1.19	2.04	500	4.71	5.31	3,900	20.17
60	1.25	2.11	550	5.02	5.57	4,000	20.50

Nº DE UNIDADES	GASTOS PROBABLES TANQUE	VALVULA	Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE TANQUE	VALVULA	Nº DE UNIDADES	GASTO PROBABLE
65	1.31	2.17	600	5.34	5.83		
70	1.36	2.23	650	5.85	6.09		
75	1.41	2.29	700	5.95	6.35		
80	1.45	2.35	750	6.20	6.61		
85	1.50	2.40	800	6.60	6.84		
90	1.56	2.45	850	6.91	7.11		
95	1.62	2.50	900	7.22	7.36		
100	1.67	2.55	950	7.53	7.61		
110	1.75	2.60	1,000	7.84	7.85		

Para el número de unidades de esta columna es indiferente que los artefactos sean de tanques o de válvula.

### a) Distribución de tuberías:

La distribución depende de la ubicación de los aparatos sanitarios, según se encuentran a un solo lado de la pared o diversificados en todo el ambiente del baño. Por lo general existen dos criterios para la distribución de tuberías en el interior de los baños según sea por los:

- ❖ muros o paredes      o      ❖ pisos

De acuerdo a que los aparatos sanitarios sean alimentados por los muros o paredes y por el piso respectivamente.

### b) Ventajas y Desventajas.

Con el primer criterio, por ser más directo que en ramificaciones laterales, se hace economía en el recorrido de tuberías y accesorios, siendo esto una gran ventaja.

Con el segundo criterio, resulta aún más económico cambiar las losetas del piso que las mayólicas de las paredes aún en la dificultad de no encontrar mayólica nueva que tenga el mismo color o acabado que las antiguas, excepto la blanca.

Otra ventaja es la de obtener mayor facilidad de trabajo porque la mano de obra resulta barata y fácil, ya que previamente se hace la instalación y luego se vacía el contrapiso, en cambio al llegar las tuberías por los muros hay que picar las paredes y efectuar pases en los vanos de las puertas o pasadizos.

Las conexiones de agua fría van siempre al lado derecho y las de agua caliente al lado izquierdo, mirando el aparato sanitario. Esto sucede en lavatorios, tinas y duchas, etc. En el inodoro, que no lleva agua caliente, la instalación de agua fría irá por la izquierda.

En cuanto el diseño de las redes de agua que sirven a otros aparatos sanitarios ubicados fuera de los cuartos de baño, debe seguir un criterio lógico de buena ingeniería.

## **CALCULO DE LAS REDES DE AGUA FRIA**

### ***Generalidades***

En el dimensionamiento de las redes de agua fría, en general aparecerán dos o más tipos de redes, por lo que es indispensable que se adopte una definición o convención de términos a fin de dar claridad y facilidad de trabajo en las consideraciones de cálculo que a continuación se expondrán. Es así que definiremos como:

#### **Sub-ramales:**

Pequeñas longitudes de tuberías que conectan los ramales a los aparatos sanitarios.

#### **Ramales:**

Tuberías derivadas del alimentador y que abastecen agua a un punto de consumo aislado, un baño, o grupo de aparatos sanitarios.

#### **Tuberías de alimentación:**

Tubería de distribución de agua que no es de impulsión, ni de aducción. El dimensionamiento de las redes de agua comenzará por los sub-ramaes calculando enseguida los ramales, continuando el cálculo con la tubería de alimentación.

#### **Dimensionamiento de los Sub-ramaes:**

Cada sub-ramal sirve a un aparato sanitario, y es dimensionado siguiendo valores que han sido elaborados después de numerosas experiencias con los diversos aparatos sanitarios.

Los fabricantes de aparatos suministran en sus catálogos los diámetros de los sub-ramales. Estas informaciones son de importancia principalmente en el caso de equipos especiales como los de lavandería, cocinas, laboratorios, etc.

Se puede utilizar la siguiente tabla para escoger el diámetro del sub-ramal. La tabla suministra elementos para una estimación preliminar sujetos a modificaciones y rectificaciones que irán a ser determinadas por las particularidades de cada caso.

TIPO DE APARATOS SANITARIOS	DIAMETRO DEL SUB-RAMAL EN PULGADAS		
	Presiones Hasta de 10 mts.	Presiones Mayores de 10 mts.	Diámetro Mínimo
Lavatorio	1/2	1/2	1/2
bidet	1/2	1/2	1/2
Tina	3/4 - 1/2	3/4	1/2
Ducha	3/4	1/2	1/2
Grifo de Cocina	3/4	1/2	1/2
Inodoro con Tanque	1/2	1/2	1/2
Inodoro con Válvula	1 1/2 - 2	1	1 1/4
Inodoro con Tanque	1/2	1/2	1/2
Urinario con Válvula	1 - 1/2 - 2	1	1

Dimensionamiento de los ramales de alimentación:

El dimensionamiento de un ramal podrá efectuarse estudiando el suministro de agua, bajo dos formas distintas, a saber:

- a. En función del consumo simultáneo máximo posible de todos los aparatos sanitarios.
- b. En función del consumo simultáneo máximo probable de los aparatos sanitarios.

### *1.- Consumo simultáneo máximo posible.*

Admiten que todos los aparatos servidos por el ramal sean utilizados simultáneamente en tal forma que la descarga total en el extremo del ramal será la suma de las descargas en cada uno de los sub-ramaless.

Esta consideración ocurre en general en establecimientos donde hay horarios estrictos para la utilización de duchas, lavatorios, inodoros o urinarios como es el caso de los establecimientos de enseñanza o cuarteles.

Del mismo modo en un hotel habrá horas en que todos los caños estarán abiertos exigiendo un gran consumo de agua.

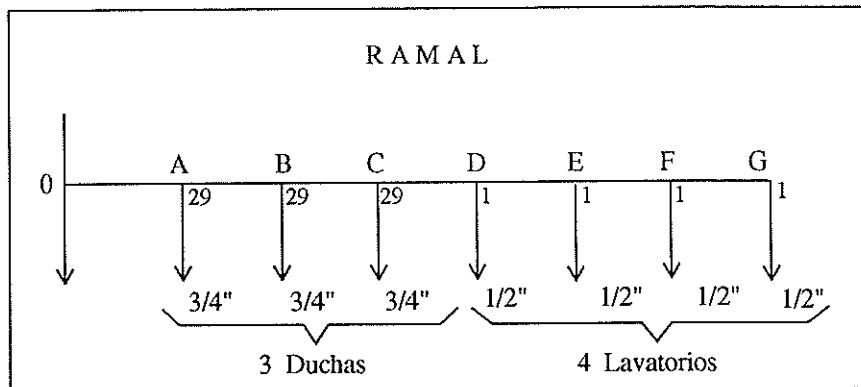
La gran desventaja de este criterio es el aspecto aconómico porque precisará de diámetros mayores.

Para la selección del diámetro se toma como base o unidad del caño de 1/2" refiriéndose las demás salidas a él, de tal modo que la sección del ramal en cada tramo sea equivalente hidráulicamente a la suma de las secciones de los sub-ramales por el alimentador.

La siguiente tabla da para los diversos diámetros, el número de tuberías de 1/2" que serían necesarios para dar la misma descarga.

**TABLA DE EQUIVALENCIA DE GASTOS EN TUBERIAS DE AGUA  
TOMANDO COMO UNIDAD DE TUBERIA DE 1/2" DE DIAMETRO, PARA LAS  
MISMAS CONDICIONES DE PERDIDA DE PRESION Y PARA UNA PRESION DADA**

DIAMETRO DEL TUBO EN PULGADAS	NUMERO DE TUBOS DE 1/2" CON LA MISMA CAPACIDAD
1/2	1
3/4"	2.9
1"	6.2
1 1/4"	10.9
1 1/2"	17.4
2"	37.8
2 1/2"	65.5
3"	110.5
4"	189
6"	527
8"	1,250
10"	2,090



Por las características del local, en este caso el consumo de los aparatos sanitarios será simultáneo.

Empleando la tabla de los diámetros de los sub-ramales se obtiene para los lavatorios el diámetro de  $1/2"$  y para las duchas  $3/4"$ .

Por la tabla anterior, se deduce que la sección de la tubería de  $3/4"$  es equivalente a 2.9 veces al del  $1/2"$ , que la de  $1"$  es equivalente a 6.2 veces del  $1/2"$  y así sucesivamente, pudiendo dimensionar todo el ramal, obteniéndose el siguiente resumen.

TRAMOS	EQUIVALENCIA	DIAMETROS
FG	1	$1/2"$
EF	2	$1/2"$
DE	3	$3/4"$
CD	4	$1"$
BC	6.9	$1"$
AB	9.8	$1\frac{1}{4}"$
OA	12.7	$1\frac{1}{2}"$

## 2.- Consumo simultáneo máximo probable.

Se basa en ser poco probable el funcionamiento simultáneo de todos los aparatos de un mismo ramal y en la probabilidad de que con el aumento del número de aparatos el funcionamiento simultáneo disminuye.

El inconveniente de aplicación de este método es que realmente es difícil obtener información sobre la utilización de los aparatos sanitarios, por el diferente horario y uso que se le dé de acuerdo al tipo de establecimiento, sea que se trate de edificios de viviendas, oficinas, hoteles, etc. donde la probabilidad de uso es muy variada de acuerdo al tipo de aparato y el equipamiento de aparatos.

Si se toma el ejemplo simple de un baño compuesto de lavatorio, bidet, inodoro, ducha y tina es lógico admitir que en ningún momento estarán funcionando todos los aparatos a la vez.

Se puede considerar la simultaneidad de uso de dos aparatos a la vez. Esta es la razón por la que se ha preparado una serie de valores con fundamento probabilístico y numerosas experiencias que permiten asumir el número de aparatos que están funcionando simultáneamente.

Existen varias formas modernas de efectuar el dimensionamiento de dos canales, pudiendo mencionarse las siguientes:

- 1.- METODO BASADO EN EL CALCULO DE PROBABILIDADES.
- 2.- METODO EMPIRICO.

#### *1.- Método basado en el cálculo de probabilidades.*

La determinación del porcentaje de utilización de los aparatos es hecha por cálculos matemáticos de probabilidades que establece una fórmula aproximada del porcentaje del número de aparatos que se debe considerar funcionando simultáneamente, en función del número total de los ramales que sirve.

El método de probabilidades aplicado al cálculo de descargas hidráulicas ha sido estudiado desde el año 1924 por diversas instituciones y autores de diversos países. La conclusión es que tales estudios efectuados bajo condiciones que difieren enormemente de las que existen en nuestras ciudades deben tener en cuenta lo que recomienda el Nacional Plumbing Code Hanboock. El método sólo debe ser aplicado a sistemas que tengan un elevado número de aparatos sujetos a uso frecuente, pues para condiciones normales conducirá a diámetros exagerados. Por eso la selección final de diámetros debe efectuarse dentro de un criterio lógico y para

condiciones que se parezcan a nuestra realidad.

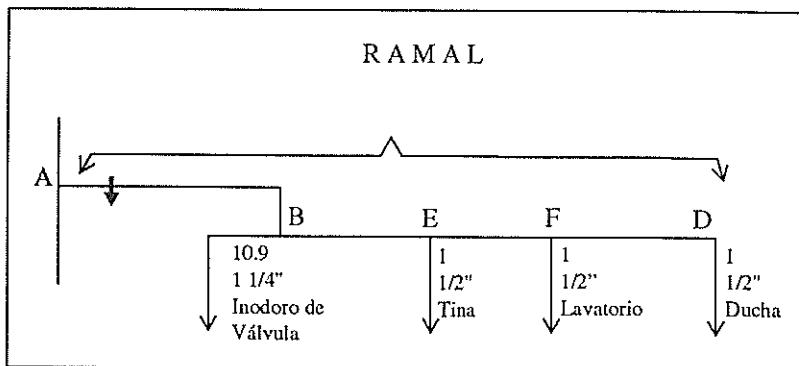
Existen diferentes formas de aplicación del método de probabilidades habiéndose inclusive preparado curvas de probabilidades y tablas diversas. Sin embargo, la aceptación y aplicación de ellas sería motivo de un estudio justificatorio.

Nº de Aparatos Sanitarios	TABLA Nº 1 FACTOR DE USO	
	Aparatos Comunes	Aparatos de Válvula
2	100%	100%
3	80%	65%
4	68%	50%
5	62%	42%
6	58%	38%
7	56%	35%
8	53%	31%
9	51%	29%
10	50%	27%
20	42%	16%
30	38%	12%
40	37%	9%
50	36%	8%
60	35%	7%
70	34%	6.1%
80	33%	5.3%
90	32%	4.6%
100	31%	4.2%
200	30%	3.1%
300	29.1%	1.9%
500	27.5%	1.5%
800	25.8%	1.2%
1000	25%	1.0%

Por las consideraciones anteriores, se recomienda usar, como un primer tanteo o estimativa, la tabla de probabilidades de uso de los aparatos sanitarios bajo condiciones normales, debiéndose reiterar que cuanto mayor es el número de aparatos, existe menos probabilidades de uso. Esta tabla N° 1 preparada por el U.S. Department of Commerce Building Code se incluye a continuación.

**Ejemplo:**

Dimensionar el ramal de alimentación AB que suministra agua a los siguientes aparatos sanitarios: Un inodoro de válvula, una, tina, un lavatorio y una ducha.



Empleando la tabla de diámetro de los sub-ramales se obtiene para el inodoro de válvula  $1\frac{1}{4}''$ , y para la tina, lavatorio y ducha  $1\frac{1}{2}''$ .

Si el esquema corresponde a un cuarto de baño aislado, se puede considerar que solamente dos piezas funcionan a la vez.

La tabla de probabilidades nos da para el caso de cuatro aparatos sanitarios de válvula una probabilidad de 50% de uso simultáneo o sea dos aparatos.

Como el flujo de los aparatos de válvula es alto y en tiempo relativamente corto, podemos considerar como que funcionen en forma independiente.

Entonces el tramo CB será  $1\frac{1}{4}''$  (10.9). Admitiendo que como máximo, funcionarán dos aparatos al mismo tiempo, entonces el ramal BD tendrá que suministrar un gasto equivalente a dos tuberías: una de  $1\frac{1}{2}''$  (tina) y otra de  $1\frac{1}{2}''$  (ducha).

Entonces BD, debe ser tal que abastezca simultáneamente a dos tuberías de  $1\frac{1}{2}''$ , o sea:

$BE = 1 + 1 = 2$  O sea que asumiríamos un diámetro de  $3/4"$   
 AB tendría que abastecer agua a:

$AB = CB + BD$  O sea:  $AB = 10.9 + 2 = 12.91^{1/2}"$   
 Finalmente, los diámetros serían:

TRAMOS	EQUIVALENCIA	DIAMETROS
FD	1	$1/2"$
EF	1	$1/2"$
BE	1	$3/4"$
BC	10.0	$1 \frac{1}{4}"$
AB	12.9	$1 \frac{1}{2}"$

## 2.- *Método Empírico*

Este método sigue las recomendaciones prácticas de ciertos autores, sin indicar como llegaron a esos resultados. Puede ser dimensionamiento o instalaciones de pequeña importancia.

Como pueden ser residencias, edificios de pequeños departamentos u oficinas y fábricas pequeñas.

Para este fin, se presentan a continuación dos tablas para instalaciones pequeñas o viviendas y para instalaciones comerciales, dejando a criterio del lector su utilización.

### VIVIENDAS, RESIDENCIAS, DEPARTAMENTOS, HOTELES Y SIMILARES

APARATOS SERVIDOS POR EL RAMAL	APARATOS A CONSIDERAR EN FUNCIONAMIENTO SIMULTANEO	CONSUMO EN 1 ts/seg.
Un baño completo con inodoro de tanque.	Tina y lavatorio	21
Dos baños completos con inodoro de tanque.	Dos tinas	30

APARATOS SERVIDOS POR EL RAMAL	APARATOS A CONSIDERAR EN FUNCIONAMIENTO SIMULTANEO	CONSUMO EN 1 ts/seg.
Tres baños completos con inodoro de tanque.	Dos tinas y dos lavatorios	42
Un baño con inodoro de tanque, cocina y un baño de servicio con tanque.	Tina, llave, cocina y dos inodoros.	31
Un baño completo con inodoro de válvula Flusch.	Un inodoro con válvula Flush y una tina	135
Dos baños completos con inodoro de válvula flush.	Dos inodoros	240
Tres baños completos con inodoro de válvula flush.	Dos inodoros	240

**INSTALACIONES COMERCIALES E INDUSTRIALES**  
**(Edificios de Oficinas y Fábricas)**  
**DESCARGA EN lts/minuto POR CONJUNTO DE APARATOS**

	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25
Lavatorios	12	18	18	18	18	24	30	45	60	75
Tinas 10 m.m.	12	18	24	30	36	48	60	90	120	150
Inodoro de tanque	12	12	12	12	14	18	18	27	36	45
Inodoro con válvula										
Flush	120	120	144	150	180	240	240	360	480	480
Urinarios	12	12	12	14	14	18	18	24	30	36

**Dimensionamiento de las tuberías de alimentación**

Para el cálculo de las tuberías de alimentación, sean que suministren agua de abajo hacia arriba o viceversa, puede aplicarse el método de las probabilidades, pero resulta complicado y poco práctico en las aplica-

ciones, por lo que se emplea el método Hunter.

El método Hunter consiste en asignar un "peso" a cada tipo de aparatos o grupos de baños, según se trata de uso público o privado. En otro capítulo se explica en forma detallada este método.

A continuación se verá el cálculo de tuberías alimentadoras de un sistema indirecto, es decir de arriba hacia abajo; procedimiento igual en lo que se refiere a selección de diámetros se seguirá en alimentadores de abajo hacia arriba.

### ***PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LOS ALIMENTADORES DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE ARRIBA HACIA ABAJO.***

- 1.- Efectuar un esquema vertical de alimentadores, teniendo en cuenta que cada alimentador debe abastecer con el menor recorrido a los diferentes servicios higiénicos. Generalmente en edificios los baños, o grupos de baños, se ubican en el mismo plano vertical.
- 2.- Dimensionar los esquemas con ayuda de los planos.
- 3.- Para cada alimentador calcular las unidades Hunter (UH) y los gastos acumulados, desde abajo hacia arriba, anotando el gasto total a nivel de plano de azotea.
- 4.- Ubicar todos los alimentadores en el nivel del plano de azotea.
- 5.- De acuerdo a la ubicación de cada uno de los alimentadores proyectar las posibles salidas del tanque elevado que abastecerá a los diferentes alimentadores, sea independientemente o agrupados. El primer caso da lugar a un gran número de salidas, por lo que se recomienda agruparlos de modo que se obtenga una distribución racional del agua.
- 6.- Determinar el punto de consumo más desfavorable, teniendo en cuenta que es el que corresponde al más alejado horizontalmente desde el tanque elevado y que tiene menor altura estática con respecto al nivel mínimo de

agua del tanque elevado.

- 7.- Calcular la presión en el punto de consumo más desfavorable.

Se debe proceder en la siguiente forma:

- a) Determinar la máxima gradiente hidráulica disponible ( $S_{\text{max}}$ ) (Máximo factor de conducción) considerando el ramal de distribución de abastecer al punto de consumo más desfavorable.

La  $S_{\text{max}}$  representa cuociente entre la altura disponible y la longitud equivalente.

La **altura disponible** comprende el resultado obtenido al descontar la presión mínima requerida a la altura estática entre el punto de consumo más desfavorable y el nivel mínimo de agua en el tanque elevado; la **longitud equivalente** comprende la longitud real de tubería a la que se aumenta un determinado porcentaje de pérdida de carga por accesorios estimándose éste en un 20% como un primer tanteo y para simplicidad de los cálculos.

- b) Obtener con la  $S_{\text{max}}$  el gasto correspondiente y  $C = 100$  los diámetros para cada tramo. Estos diámetros son teóricos por lo que hay que considerar los diámetros comerciales.
- c) Con los diámetros comerciales y los gastos respectivos, calcular la gradiente hidráulica real ( $S_{\text{real}}$ ) para cada tramo.
- d) Calcular la pérdida de carga real ( $h_{\text{real}}$ ) multiplicando la longitud equivalente ( $L_e$ ) por la gradiente hidráulica real ( $S_{\text{real}}$ ).
- e) Calcular la presión en el punto de consumo más desfavorable descontando a la altura estática total (diferencia de nivel entre el ramal de alimentación al nivel mínimo de agua del tanque elevado) las pérdidas de carga en todos los tramos.
- f) Tener en cuenta que cuando aumenta la altura estática a un piso inferior también aumenta la presión, debiendo cumplirse cualquiera de las siguientes condiciones:

f-1 Presión en un punto "x" = Altura estática al punto "x"  
en nivel de piso inferior suma de pérdidas hasta el punto x.

f-2 Presión en un punto "x" = Presión en el punto más bajo en el nivel de piso inferior altura entre piso pérdida de carga.

g) Verificar que la presión obtenida en el punto más desfavorable sea mayor que la presión mínima requerida, de lo contrario será necesario reajustar los diámetros obtenidos.

#### 8. Cálculo de las presiones en los otros puntos de consumo.

Se debe tener en cuenta que obteniéndose la mínima presión en el punto más desfavorable, el resto de tramos requerirá de diámetros menores, siempre que cumplan con las condiciones límites de velocidades y gastos a conducir. Se recomienda lo siguiente:

a) A partir del punto **más desfavorable** es necesario determinar la nueva gradiente hidráulica. Para este fin se puede seguir cualquiera de los dos procedimientos siguientes:

a-1 La **altura disponible** será la que se obtenga de descontar a la altura estática existente entre el nivel de agua inferior del tanque elevado y el nuevo punto de consumo, la presión de salida requerida y la pérdida de carga hasta el final del tramo por calcular, es decir:

$$\text{Altura disponible a un punto} = \text{Altura estática al punto "x"} - \text{presión de salida-pérdida de carga hasta el punto "x"}$$

a-2 La **altura disponible** será la que se obtenga al sumar a la presión obtenida en el punto más bajo la altura entre pisos descontándose a este resultado la presión de salida requerida, es decir:

Altura disponible al punto = Presión en el punto más bajo  
 "x" (hd) altura entre pisos Presión de  
 salida.

En ambos casos a.1 y a.2, la longitud equivalente será la que corresponde al tramo. Con la máxima gradiente hidráulica se continúa el cálculo tal como se explica en el ítem 7.

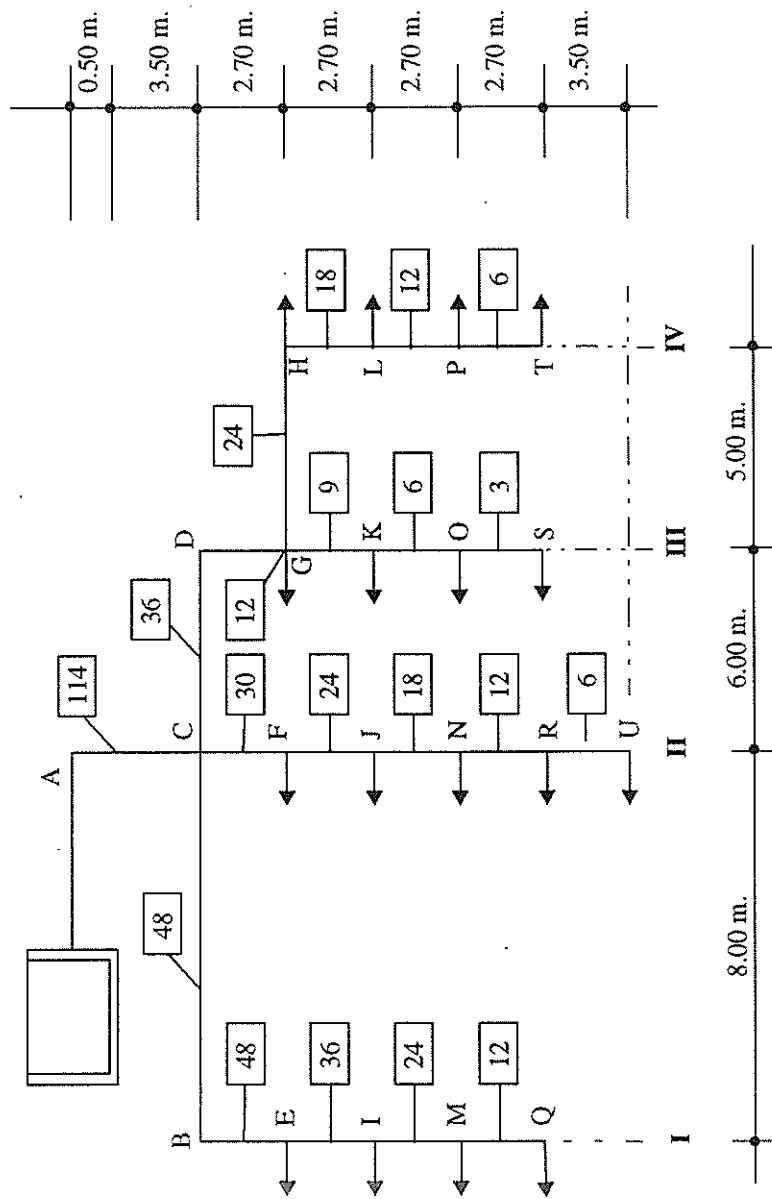
- b) Al repetir el proceso de cálculo anterior en los tramos subsiguientes, se nota que a medida que aumenta la altura estática disponible la velocidad del flujo va incrementándose hasta alcanzar valores superiores al máximo recomendable (3m./seg.), por lo que los diámetros se seleccionarán en función de la velocidad límite y el gasto deseado.

- 9.- Proceder a llenar la hoja de cálculo a fin de ir verificando los resultados.

TABLA IV

DIAMETRO	LIMITE DE VELOCIDAD
1/2"	1.90 m/seg.
3/4"	2.20 m/seg.
1"	2.48 m/seg.
1 1/4"	2.85 m/seg.
1 1/2" y mayores	3.05 m/seg.

## APLICACION DEL PROCEDIMIENTO



- 1-2** El esquema de alimentadores se obtiene de los planos de arquitectura y de corte.
- 3.-** De acuerdo a la distribución de agua para cada alimentador, el total de gastos acumulados a nivel del piso de azotea será:

$$\begin{array}{lll}
 \text{Alimentador} & \text{I: } 12 + 12 + 12 + 12 & = 48 \text{ U.H.} \\
 & \text{II: } 6 + 6 + 6 + 6 & = 30 \\
 & \text{III: } 3 + 3 + 3 + 3 & = 12 \\
 & \text{IV: } 6 + 6 + 6 + 6 & = 24 \\
 \\ 
 & & \hline \\
 & & 114 \text{ U.H.}
 \end{array}$$

De la tabla:

$$\begin{array}{lll}
 \text{Para 110 U.H.} & = & 1.75 \text{ lts/seg.} \\
 \underline{120 \text{ U.H.}} & = & \underline{1.83 \text{ lts/seg.}} \quad X = \frac{4 \times 0.08}{10} \cdot 0.03 \\
 10 & & 0.08 \text{ lts/seg.} \\
 4 & & X
 \end{array}$$

Luego para 114 U.H. corresponde  $Q = 1.78 \text{ lts/seg.}$

- 4-5** Consideramos una sola salida del tanque elevado.
- 6.-** El punto más desfavorable es H, por estar más alejado horizontalmente y tener menor altura estática respecto al tanque elevado.
- 7.- a)** Consideramos una presión mínima de salida de  $5 \text{ lbs/H2} = 3.50 \text{ mts.}$   
 La altura disponible =  $(4.00 + 2.70) - 3.50$

$$\text{HD} = 3.20 \text{ mts.}$$

La longitud equivalente:

$$\text{LAH} = 4.00 + 6.00 + 2.70 + 5.00$$

$$\text{LAH} = 17.70$$

$$\text{LAH} = 17.70 \times 1.2 = 21.24 \text{ mts.}$$

Luego:

$$S_{\max} = \frac{3.20}{21.24} = 0.151 \text{ mts/mt}$$

(b, c, d, e, f, g) Cálculo del tramo AH:

#### Tramo AC:

Del monograma, teniendo en cuenta de no sobrepasar  $S_{\max} = 0.151$

$$\varnothing = 1.78 \text{ lts/seg.} \quad S_r = \frac{12}{100} = \frac{\text{hr}}{4.80}$$

$$O = 1 \frac{1}{2}'' \quad h_f^{AC} = 0.12 \times 4.80 = 0.576 \text{ m.}$$

Presión en C:

$$P_c = \text{altura estática} = h_f^{AC}$$

$$P_c = 4.00 - 0.576 = 3.424 \text{ m.}$$

#### Tramo CD.

$$Q = 0.85 S_r \quad \frac{7.5}{100} = \frac{h_f^{CD}}{7.20}$$

$$D = 1 \frac{1}{4}'' \quad h_f^{CD} = 0.075 = 7.20 = 0.54 \text{ mts}$$

Presión en D:

$$FD = 3.424 - 0.54 = 2.884 \text{ mts.}$$

También se puede calcular así:

$$FD = \text{altura estática al punto D} - h_{AD}$$

$$= 4.00 - (0.576 + 0.54) = 2.884 \text{ mts.}$$

#### Tramo DG:

$$Q = 0.85 \quad S \text{ Real} = 0.075 \times 3.24 = 0.243 \text{ m.}$$

$$D = 1 \frac{1}{4}''$$

Presión en:

$$PG = \text{altura estática al punto G} = hAG$$

$$PG = 4.00 + 2.70 - (0.576 + 0.540 + 0.243)$$

$$PG = 6.70 - 1.359 = 5.341 \text{ mts.}$$

$$PG = 4.70 - 1.359 = 5.341 \text{ mts.}$$

o también:

$$PG = \text{Presión punto más bajo} + \text{altura entre piso perdida de carga.}$$

$$PG = 2.884 + 2.70 = 0.243 + 5.341 \text{ mts.}$$

#### Tramo GH:

$$Q = 0.61 S \text{ real} + 0.11 \text{ m.}$$

$$D = 1'' hf_{GH} - 0.11 \times 6 = 0.660 \text{ m.}$$

Presión en GH

$$PH = \text{altura estática al punto H} - hf_{AH}$$

$$6.70 - (0.576 + 0.540 + 0.243 + 0.66)$$

$$PH = 6.70 - 2.019 = 4.681 \text{ m.}$$

Como  $PH = 4.681 > 3.50 \text{ m.}$  la selección de los diámetros estará conforme.

#### 8.- Cálculo de las presiones a partir del punto H.

$$\begin{aligned} \text{a) Altura disponible} &= H_{TAH} - P_s - h_{fAH} \\ &= 9.40 - 3.50 - 2.019 = 3.88 \end{aligned}$$

O también.

altura disponible = Presión en el punto más bajo + altura entre pisos = Ps.

$$HD = 4.681 + 2.70 - 3.50 = 3.88$$

$$\text{Longitud equivalente} = 2.70 \times 1.2 = 3.24$$

Luego:

$$S_{\max} = \frac{4.681 + 2.70 - 3.50}{3.24} = \frac{3.88}{3.24} = 1.2 > 1$$

- b) Como este valor se sale del ábaco, el cálculo continuará de acuerdo a la velocidad máxima y al gasto respectivo; luego:

$$Q - 0.5 S \text{ real} = 0.08$$

$$D = 1^{h} f HL = 0.08 \times 3.24 = 0.26 \text{ m.}$$

Presión en L:

$$PL = 4.681 + 2.70 - 0.26 = 7.121 \text{ mts.}$$

O también

$$PL = 4.00 + 2.70 + 2.70 - h AL$$

$$= 9.40 - (0.576 + 0.540 + 0.243 + 0.66 + 0.26)$$

$$= 9.40 - 2.279$$

$$PL = 7.121 \text{ mts.}$$

**Tramo LP:**

$$S_{\max} = \frac{7.121 + 2.70 - 3.50}{3.24} = \frac{6.321}{3.24} = 2 > 1$$

$$\text{Luego } Q = 0.38 \quad S \text{ real} = 0.18 \text{ m.}$$

$$D = 3/4'' \quad hf LP = 0.18 \times 3.24 = 0.583 \text{ m.}$$

Presión en P:

$$PP = 7.121 + 2.70 - 0.583 = 9.238 \text{ mts.}$$

O también

$$\begin{aligned} PP &= 4.00 + 2.70 + 2.70 + 2.70 - hAP \\ &= 12.10 - (0.576 + 0.54 + 0.243 + 0.66 + 0.26 + 0.583) \\ &= 12.10 - 2.362 = 9.238 \text{ mts.} \end{aligned}$$

**Tramo PI:**

$$S_{\max} = \frac{9.238 + 2.70 - 3.50}{3.24} = \frac{8.438}{3.24} = 2.1$$

Luego  $Q = 0.25 S_{\text{real}} = 0.085$

$$D = 3/4" hf_{PT} = 0.085 \times 3.24 = 0.576 \text{ mts.}$$

Presión en T:

$$P = 9.238 + 2.70 - 0.276 = 11.662 \text{ mts.}$$

O también:

$$\begin{aligned} PT &= 14.80 - hAT & PT &= 14.80 - (2.862 + 0.276) \\ & & PT &= 14.80 - 3.136 = 11.662 \text{ mts.} \end{aligned}$$

**Tramo GK:**

$$S_{\max} = \frac{5.341 + 2.70 - 3.50}{3.24} = \frac{4.541}{3.24}$$

Luego:  $Q = 0.32 S = 0.13$

$$D = 3/4" hf_{GK} = 0.13 \times 3.24 = 0.421 \text{ mts.}$$

Presión en K:

$$PK = 5.341 + 2.70 - 0.421 = 7.620 \text{ mts.}$$

**Tramo KO:**

$$Q = 0.25 \quad S = 0.085$$

$$D = 3/4" \quad h_f^{KO} = 0.085 \times 3.24 = 0.275 \text{ mts.}$$

Presión en O:

$$PO = 7.620 - 2.70 - 0.275 = 10.045 \text{ mts.}$$

**Tramo OS:**

$$Q = 0.12 \quad S = 0.015$$

$$D = 3/4" \quad h_f^{OS} = 0.015 \times 3.24 = 0.048$$

Presión en S:

$$PS = 10.45 + 2.70 - 0.048 = 12.697 \text{ mts.}$$

- 9.- Se procederá al llenado de la hoja de cálculo de la siguiente forma:

**R E S U M E N**

Tramo	L	le (a)	U.H.	Q	Smax	D	V m	Sreal (b)	hreal (acb)	Presión m.
AC	4.00	4.80	114	1.78	0.151	1 1/2"	1.60	0.120	0.576	3.424
CD	6.00	7.20	36	0.85	0.151	1 1/4"	1.20	0.075	0.540	2.884
DG	2.70	3.24	36	0.85	0.151	1 1/4"	1.20	0.075	0.243	5.341
GH	5.00	6.00	24	0.61	0.151	1"	1.25	0.110	0.660	4.681
HL	2.70	3.24	18	0.50	1.200	1"	1.10	0.080	0.260	7.121
LP	2.70	3.24	12	0.38	1.950	3/4"	1.50	0.180	0.583	9.238
PT	2.70	3.24	6	0.25	2.600	3/4"	0.95	0.085	0.276	11.662
GK	2.70	3.24	9	0.32	1	3/4"	1.25	0.130	0.421	7.620
KO	2.70	3.24	6	0.25	1	3/4"	0.95	0.085	0.275	10.045
OS	2.70	3.24	3	0.12	1	1/2"	1.10	0.190	0.616	12.130

## **CALCULO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA FRIA.**

### **Ejemplos:**

En lo referente al dimensionamiento de las redes de agua fría hay que analizar cada tipo de suministro de agua en forma separada. En efecto:

#### **Sistema Directo**

Precisa una información básica que debe comprender:

- ❖ Presión en la red pública.
- ❖ Presión mínima requerida en el punto más desfavorable.
- ❖ Altura estática del edificio.
- ❖ Tipo y característica del medidor.
- ❖ Calidad de tubería a utilizarse.

Con los datos anteriores puede seguirse el siguiente procedimiento:

- 1.- Efectuar un esquema en planta y en elevación de las diferentes líneas que van abastecer agua a los diversos aparatos sanitarios seleccionando o diferenciando la línea principal de alimentación.
- 2.- Ubicar el punto más desfavorable que debe tener presión mínima, siendo éste el más alejado horizontalmente y el más elevado con respecto a la cota de la red pública.
- 3.- Calcular las unidades Hunter (UH) y gastos acumulados, desde arriba hacia abajo, en cada uno de los tramos de abastecimiento.
- 4.- Determinar la máxima demanda simultánea.
- 5.- Descontar todas las pérdidas de carga posibles para obtener la presión disponible.

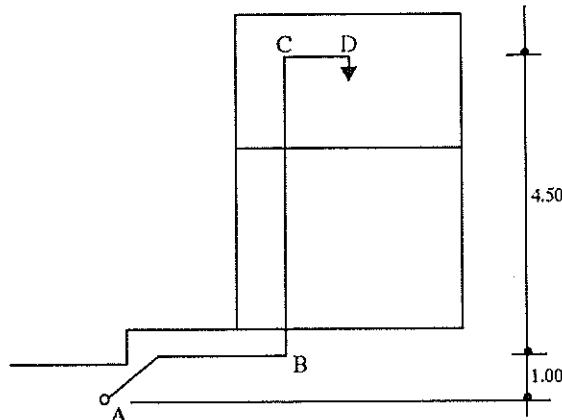
- 6.- Asumir diámetros y que con los gastos respectivos se obtendrá las pérdidas de carga parciales.
- 7.- Verificar que la suma de pérdida de carga obtenida en el ítem 6 sea menor que la presión disponible obtenida en el ítem 5.
- 8.- Si se cumple lo anterior los diámetros asumidos serán los definitivos; de lo contrario habrá que aumentar las secciones.

A continuación se resolverá un ejemplo numérico referente al cálculo de un sistema directo de suministro de agua fría, aplicando el método de Hunter.

**Problema:**

El esquema adjunto representa una vivienda de dos plantas. El gasto o consumo en cada piso es de 12.5 g.p.m., siendo la presión en la red pública de 27 lbs/#2, después de descontar la pérdida de carga del medidor. Se solicita diseñar el ramal de alimentación AD con la condición de que exista una presión de salida en el aparato más alejado entre 5 y 12 lbs/#2.

**APARATO DE TANQUE**



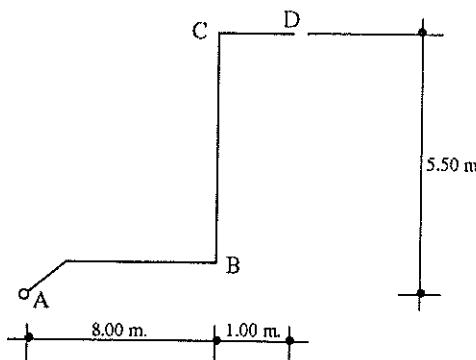
**Longitudes:**

$$AB = 8.00 \text{ M.}$$

$$BC = 4.50 \text{ M.}$$

$$CD = 1.00 \text{ M.}$$

*Solución:*



$$\begin{aligned}
 AB &= 8.00 \text{ M.} \\
 BC &= 4.50 \text{ M.} \\
 CD &= 1.00 \text{ M.} \\
 H_f &= 5.50 \text{ m.} \\
 P_m &= 27 \text{ lb/#2} \\
 &\quad = 18.90 \text{ mts.} \\
 Q_{AB} &= 25 \text{ g.p.m.} \\
 &\quad = 1.56 \text{ lts/seg.}
 \end{aligned}$$

### *Cálculo de las Redes Interiores de Distribución de Agua.*

a) Según:  $P_m = H_t + P_s$   
 $H_f = P_m - H_t - P_s$

Asumiendo  $P_s = 5 \text{ lbs/#2}$ , se tiene:

$$\begin{aligned}
 H_f &= 27 - (5.5 \times 1.4) - 5 \\
 H_f &= 27 - 7.7 - 5 \\
 H_f &= 14.30 \text{ lb/#2} = 10.00 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

b) Longitudes equivalentes:

Asumiendo  $\emptyset = 1"$

En tramo AB: 1 codo es  $45^\circ \emptyset 1" = 0.40 \text{ m.}$

1 válvula compuerta  $\emptyset 1" = 0.20 \text{ m.}$

1 codo de  $90^\circ \emptyset 1" \quad \underline{\underline{= 0.70 \text{ m.}}}$

$$L_e = 1.30 \text{ m.}$$

Asumiendo  $\emptyset = 3/4"$

En tramo GB:  $\emptyset 3/4" \text{ tec} = 0.40 \text{ m.}$

$\emptyset 3/4" \text{ codo } 90^\circ = 0.60 \text{ m.}$

$$L_e = 1.00 \text{ m.}$$

c) Cálculo del tramo AB:

Asumiendo  $\varnothing = 1"$  En el nomograma:

$$Q = 1.56 \text{ lts/seg.} \quad \frac{65 = hf}{100 \cdot 9.3}$$

$$D = 1"$$

$$C = 100$$

$$L = 8.00 \text{ m.} \quad hf_{AB} = 9.3 \times 0.65 = 6.04 \text{ m.}$$

d) Cálculo del tramo BC:

Asumiendo  $\varnothing = 3/4"$  En el nomograma:

$$Q = 0.78 \text{ lts/seg.} \quad \frac{20 = hf}{100 \cdot 5.5}$$

$$D = 3/4"$$

$$C = 100$$

$$L = 4.50 \quad hf_{BC} = 0.20 \times 5.5 = 1.10 \text{ m.}$$

e) Cálculo del Tramo CD:

Asumiendo  $\varnothing = 3/4"$  En el nomograma:

$$Q = 0.78 \text{ lts/seg.} \quad \frac{78}{100} = \frac{hf}{1.00}$$

$$D = 3/4"$$

$$C = 100$$

$$L = 1.00 \quad hf_{CD} - 0.78 \times 1 = 0.78 \text{ m.}$$

Sumando:

$$hf_{AD} = 6.04 + 1.10 + .78 = 7.92 \text{ m.}$$

Luego: Como  $10.00 > 7.92$  m., estarían bien seleccionados los diámetros.

f) Cálculo de presiones:

Presión en B:

Presión en la red  $27 \text{ lbs}/\#2 = 18.9 \text{ m.}$

$$PB = 18.90 - (6.04 + 1.00) = 11.86 \text{ m.}$$

**Presión en C:**  $PC = 11.86 - (1.10 + 4.50) = 6.26 \text{ m.}$

**Presión en D:**  $6.26 - 0.78 = 5.48 \text{ m.}$

$PD = 5.480 \text{ mts.}$

Como 5.48 mts. > 3.50 mts. estaría también dentro de los límites de presión fijado de 5 a 10 lbs/#2 (3.50 mts. y 7.00 mts.)

#### CUADRO RESUMEN DE CALCULOS

Tramo	Long	LE	Q	D	S.max	hf	Presión en mts. (al final del tramo)
AB	8.00	9.30	1.56	1"	0.05	6.04	11.86
AB	4.50	5.50	0.78	3/4"	0.20	1.10	6.26
CD	1.00	1.00	0.78	3/4"	0.78	0.78	5.48



# *Capítulo*

**13**

## *Equipos de Impulsión para Suministro de Agua en Edificaciones*

### **1. INTRODUCCION.**

Los equipos de Impulsión de agua en edificaciones o comúnmente bombas de impulsión de agua, tienen en Instalaciones Sanitarias Interiores los siguientes objetivos :

- 1.1. Levantar el agua o líquido cloacal de un nivel inferior a otro superior, y
- 1.2. Aumentar la presión del líquido dentro de un sistema de agua.

Tal como se ha indicado en el Capítulo I, los sistemas de agua indirectos, mixtos o combinados en edificios requieren de equipos de bombeo para poder cumplir con su finalidad de dar agua en cantidad y presión suficiente.

Es importante anotar que edificios ubicados en áreas no urbanizadas o sin redes públicas de agua potable, que requieren para su suministro agua de pozos, tienen las necesidades de equipos de bombeo, los que deben ser seleccionados de acuerdo a las características propias de la fuente.

Igualmente, edificios con sótanos de niveles más bajos que los de las calles, requieren bombas de desague, para la eliminación de las aguas servidas.

En este capítulo, tal como su nombre lo indica, trataremos solamente a los equipos relacionados con la impulsión de agua. (Ver capítulo XX relacionado con la impulsión de Aguas Negras y Aguas de lluvia).

Por lo indicado, los equipos de impulsión de agua o bombas de agua interesan fundamentalmente en Instalaciones Sanitarias Interiores, siendo en muchos casos imprescindibles.

## 2. ***REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES. INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES. NORMA TECNICA DE EDIFICACIONES 200. ININVI.***

La Norma S 200 de ININVI, en relación con los equipos de bombeo dan una serie de consideraciones que deben seguirse y que contribuyen a un mejor diseño de las Instalaciones Sanitarias Interiores, cuando se requieren equipos de bombeo de agua. Estas son :

### **S.222.5 Elevación.**

- S.222.5.01** Los equipos de bombeo de los sistemas de abastecimiento de agua que se instalen dentro de las edificaciones, deberán ubicarse en ambientes que satisfagan, entre otros los siguientes requisitos :
- a. Altura Mínima : 1.60 m.
  - b. Espacio libre alrededor del equipo suficiente para su fácil operación, reparación y mantenimiento.
  - c. Piso impermeable con pendiente no menor del 2%, hacia desagües previstos.
  - d. Ventilación adecuada del ambiente.

Los equipos que se instalen en el exterior, deberán ser protegidos adecuadamente contra la intemperie.

- S.222.5.02** Los equipos de bombeo deberán ubicarse sobre fundaciones de concreto, adecuadamente proyectadas para absorver las vibraciones.  
(Se recomienda mínimo una altura de 0.15 m).

**S.222.5.03** Los diámetros de las tuberías de impulsión, se determinarán en función del gasto de bombeo.

#### **DIAMETROS DE LAS TUBERIAS DE IMPULSION EN FUNCION DEL GASTO DE BOMBEO**

Gastos de bombeo en l.p.s.	Diámetro de la Tubería de impulsión
Hasta 0.50	20 mm (3/4")
" 1.00	25 mm (1")
" 1.60	32 mm (1 1/4")
" 3.00	40 mm (1 1/2")
" 5.00	50 mm (2")
" 8.00	65 mm (2 1/2")
" 15.00	75 mm (3")
" 25.00	100 mm (4")

**S.222.5.04** En la tubería de impulsión, inmediatamente después de la bomba, deberá instalarse una válvula de retención y una válvula de interrupción. En la tubería de succión con presión positiva se instalará una válvula de interrupción. En el caso que la tubería de succión no trabaje bajo carga positiva, deberá instalarse una válvula de retención.

**S.222.5.05** Salvo en el caso de viviendas unifamiliares, el equipo de bombeo, deberá contar como mínimo con dos unidades.

**S.222.5.06** La capacidad del equipo de bombeo debe ser equivalente a la máxima demanda simultánea de la edificación y en ningún caso inferior a la necesaria para llenar el tanque elevado en dos horas. Si el equipo es doble cada bomba podrá tener la mitad de la capacidad necesaria, siempre que puedan funcionar ambas bombas simultáneamente en forma automática, cuando lo exija la demanda.

Además de la que indica la norma S-200, deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones :

- a. Las conexiones de la bomba a las tuberías de succión e impulsión, deben llenar los siguientes requisitos :
  - ❖ Las juntas entre la bomba y las correspondientes tuberías, deben ser del tipo Universal o de brida.
  - ❖ Las juntas inmediatamente adyacentes en las tuberías de impulsión de 1 1/4" y mayores, serán del tipo flexible.
  - ❖ Las tuberías de succión e impulsión deberán descansar sobre soportes independientes de las fundaciones de la bomba, instalándose con el menor número de codos.
- b. Las bombas instaladas en los sistemas de distribución de agua, deberán ser identificadas por placas, en las cuales figuren grabados en forma indeleble, los datos y características de las mismas.
- c. Los motores deben tener su alimentación independiente, derivada directamente del tablero de control. Los circuitos deben estar dotados de la protección suficiente contra sobre cargas y cortos circuitos.

### 3. CLASIFICACION.

De acuerdo con la práctica usual en instalaciones sanitarias, las bombas se pueden clasificar en :

- 3.1 **Electrobombas.** Son las de mayor uso y propias de áreas donde existe corriente eléctrica.
- 3.2 **Motobombas.** Se utilizan en especial cuando no existe la corriente eléctrica o en los casos de necesidad de equipos de bombeo móviles para la limpieza de cisternas, operaciones de riego o limpieza de tanques sépticos. Dan en su funcionamiento y mantenimiento mayores molestias que las anteriores.
- 3.3 **A Vapor.** Son especiales para uso industrial.

Normalmente, por sus múltiples ventajas, las Electrobombas son las de mayor importancia.

#### **4. TIPOS DE EQUIPOS DE BOMBEO DE IMPULSION PARA EDIFICIOS.**

Los fabricantes de equipos ofrecen una gran variedad de bombas, equipos de control y accesorios, conforme a la variedad de demandas tanto de caudal como de presión.

Es importante acotar que dada la gran variedad, es necesario que la selección del equipo sea lo más cuidadosa posible, sin descuidar el aspecto económico.

#### **5. BOMBAS CENTRIFUGAS (*Figuras 1, 2, 3 y 4*)**

Es el tipo de bombas más usadas en edificaciones. Consiste en un impulsor que mediante la aplicación de energía mecánica imprime mayor velocidad al agua que entra por el ojo del impulsor, forzándola a circular entre el mismo y la carcasa, hasta salir por el orificio de descarga, obteniéndose un aumento de la energía en el agua a expensas del motor que a su vez provee mayor cantidad de energía, debido a las pérdidas de fricción a través de todo el mecanismo.

- 5.1** La colocación de las bombas centrífugas puede ser para succión vertical u horizontal, según la bomba se coloque sobre la cisterna o en una cámara seca contigua a la cisterna.
- 5.2** Este tipo de bombas pueden succionar directamente de la red pública, lo que no es permitido por los Reglamentos por la posibilidad de contaminación de la red pública de agua.
- 5.3** Cuando se instala en forma vertical, es necesario poner junto a la canastilla una válvula de pie, para mantener cebada la bomba.
- 5.4** En edificios o fábricas deben instalarse siempre dos unidades de bombeo, por razones de seguridad del servicio.

## 5.5 Cálculo de las Características del Equipo.

- ❖ La capacidad del equipo debe ser equivalente a la máxima demanda simultánea, a fin de que si el tanque elevado se queda sin agua, la capacidad de la bomba pueda suplir de inmediato la máxima demanda simultánea en la red interior de abastecimiento de agua.
- ❖ La tubería de impulsión, de acuerdo al Reglamento Nacional de Construcciones, se considera de acuerdo a X-II-7.4.
- ❖ La pérdida de carga total en la tubería es :

$$H_t = H_e + H_f + P_s$$

En que :

$H_t$  = Pérdida de carga total en metros.

$H_e$  = Pérdida de carga por elevación en metros; y es igual a la diferencia de elevación de agua (de Cisterna a tanque elevado).

$H_f$  = Pérdida de carga por fricción en tuberías y accesorios.

$P_s$  = Presión de agua a la salida en el tanque elevado de la tubería de impulsión (2 metros mínimo).

- ❖ El cálculo teórico de la potencia de la bomba está dado por la fórmula :

$$H \cdot P = \frac{Q \times H_t}{75 \times e}$$

En que :

$Q$  = Gasto en litros por segundo.

$H_t$  = Pérdida de carga total en metros.

$e$  = Eficiencia de la Bomba (de 60 a 70%)

- ❖ La tubería de succión debe ser siempre de un diámetro mayor que la tubería menor que la tubería de impulsión.

**Ejemplo :** Si la tubería de impulsión es de 3/4", la tubería de succión debe ser de 1".

### 5.6 Equipo de Control.

Para una mejor conservación del equipo de bombeo se debe considerar lo siguiente :

- ❖ Un interruptor flotador de doble circuito, para ser instalado en el tanque elevado, para el control de las dos bombas centrífugas, según el nivel de agua en el tanque elevado, para el control de las dos bombas centrífugas, según el nivel de agua en el tanque elevado.
- ❖ Un alternador para cambiar automáticamente el orden de arranque de las bombas.
- ❖ Dos interruptores térmicos automáticos, con timbre de alarma para desconectar automáticamente las bombas en caso de que no descarguen agua después de un intervalo de tiempo desde la puesta en marcha.

### 5.7 Accesorios.

- ❖ Un interruptor flotador, para la cisterna.
- ❖ Si las bombas son verticales, dos canastillas con válvula de pie de bronce, para las dos tuberías de succión.

### 5.8 Diámetro más económico de tuberías de impulsión en instalaciones de bombeo.

Para establecer el diámetro de las líneas de impulsión de las bombas que funcionan sólo algunas horas por día, como es el caso en Instalaciones Interiores en Edificaciones, se propuso la siguiente fórmula :

$$D = 1.3X^{1/4} \sqrt{Q}$$

En la que :

D = Diámetro en metros de la tubería

$$X = \frac{\text{Número de Horas de bombeo por día}}{24}$$

$$Q = \text{m}^3/\text{seg.}$$

Es criterio para algunos ingenieros establecer para el caso de Instalaciones Sanitarias en Edificios, diámetros tales que la pérdida de carga unitaria satisaga ciertos límites (generalmente 10 a 20%).

**Ejemplo :** El diseño arquitectónico de un edificio indica 44 Departamentos pequeños, el que será habitado por 220 personas (Cinco personas por departamento). El sistema de abastecimiento de agua es indirecto o sea cisterna, bombas y tanque elevado, desde el cual por medio de bajadas a los diferentes pisos se abastece de agua a los diferentes departamentos.

Hallar el diámetro de la línea de bombeo, admitiendo un consumo medio probable de 250 litros/persona/día.

Se considera que las bombas tendrán una capacidad para bombear el volumen consumido diariamente en 6 horas de funcionamiento.

### Solución.

- ❖ Consumo :  $220 \text{ pers.} \times 250 \text{ l.p.d.} = 55,000 \text{ litros/día.}$
- ❖ Considerando 6 horas de funcionamiento de las bombas, el caudal resultará :

$$Q = \frac{55,000}{6 \times 3,600} = 2.55 \text{ I.p.s.}$$

- ❖ El diámetro será :

$$D = 1.3 \times \sqrt[4]{Q}$$

$$\text{Luego: } D = 1.3 \left( \frac{6}{24} \right)^{1/4} \sqrt{0.00255} = 0.047 \text{ m.}$$

Por lo tanto se adoptará el diámetro de 50 mm. (2").

## 6. BOMBAS PARA POZOS PROFUNDOS.

Las bombas más usadas para elevación del agua de pozos profundos son las bombas a Turbina, que son una variedad de las bombas centrífugas, donde los impulsores son colocados en forma vertical, a lo largo de un eje. (ver fig. 5-a).

Su uso está indicado para edificaciones ubicadas en áreas donde no existen redes públicas de agua potable y cuyo único abastecimiento es un pozo profundo o en áreas urbanas con redes insuficientes para grandes edificios, donde es necesario reforzar el suministro de agua por pozos profundos.

Actualmente viene incrementándose el uso de otro tipo de bombas para pozos, como son las sumergibles (ver Fig. 5-b). Estas bombas requieren menos espacio su uso puede ser para abastecimientos de agua comunales e industriales, sistemas de enfriamiento, para aspersores, etc.

## 7. BOMBAS DE VELOCIDAD VARIABLE (Ver Figuras N° 6, 7, 8, 9 y 10).

En medianas y grandes instalaciones donde no se desee instalar un tanque elevado, este tipo de bombas son recomendables, ya que proporcionan gastos variables de acuerdo a la demanda y mantienen siempre la presión de servicio.

Los equipos de velocidad variable actualmente son fabricados por diferentes fabricantes en los Estados Unidos, entre los que se puede citar Bombas Peerles, Pacific Pump Company, etc.

Como ilustración se adjunta 5 láminas de las Bombas de Velocidad Variable de la Pacific Pump Company. En las láminas de Número 6 y 7 se puede apreciar los equipos y accesorios instalados. En la lámina N° 8, los diferentes esquemas de instalación. En la lámina N° 9, las instrucciones para selección, tablas de unidades de gasto, selección de su capacidad de cada bomba, su carga total, etc. En la lámina N° 10, la selección de los equipos, tomando en cuenta la carga total en pies y el gasto en galones por minuto.

## 8. ELECTROBOMBAS CIRCULADORAS (*Bombas Booster*). (Ver Láminas 11 y 12)

Estas bombas se instalan normalmente en el sistema de agua y sirven para aumentar la presión del agua. Se emplean en industrias, así como para circulación de agua caliente, de agua helada, para instalaciones de aire acondicionado etc.

## 9. SISTEMAS DE AGUA HIDRONEUMATICOS

En los casos en que no se desee la instalación del tanque elevado por razones de estética o por no sobrecargar la estructura de la vivienda o edificio, el tanque elevado se puede sustituir por este sistema.

El sistema comprende lo siguiente :

- 9.1 Bomba con motor eléctrico acoplado colocado sobre la cisterna.
- 9.2 Tanque Hidroneumático.
- 9.3 Interruptor de presión.
- 9.4 Válvula check entre la Bomba y el tanque hidroneumático.
- 9.5 Manómetro.
- 9.6 Dispositivo de control automático y manual.
- 9.7 Válvula de seguridad.
- 9.8 Válvula de compuerta que permita la operación y desmontaje de los equipos.
- 9.9 Dispositivo de drenaje del tanque con su válvula de compuerta.
- 9.10 Compresor o cargadores de aire que reemplacen el aire perdido en el tanque hidroneumático.
- 9.11 Dispositivo para detener el funcionamiento de las bombas y compresor (si lo hubiera) en caso de falta de agua en la cisterna.
- 9.12 Indicador de niveles del agua dentro del tanque.

Para la selección de este sistema se debe tener en cuenta lo siguiente :

- a. Cuando se instale un equipo hidroneumático debe disponerse de una cisterna, con capacidad mínima igual a la dotación diaria del edificio.

- b. La capacidad de la bomba debe ser igual a la máxima demanda simultánea del edificio.
- c. Bajo la condición de máxima demanda las bombas tendrán intervalos mínimos de reposo de 10 minutos entre arranques sucesivos.
- d. La presión mínima en el tanque hidroneumático debe ser tal que garantice la presión mínima de 5 lbs./ # 2 (.350 m.) en el aparato menos favorecido.
- e. Para pequeñas y medianas instalaciones de este sistema la presión entre la máxima y mínima en los tanques neumáticos debe ser de 15 a 20 lbs/ # 2. Para grandes instalaciones debe variar de 20 a 50 lbs/pulg. 2.

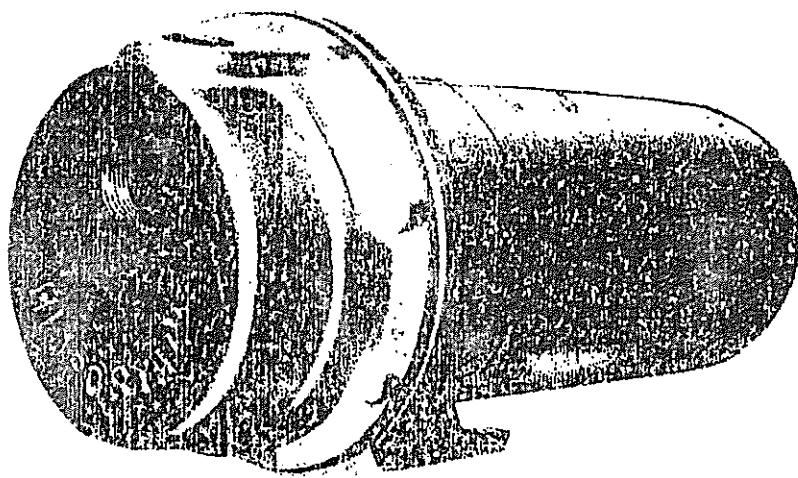
Ver láminas 13, 14, 15, 16, 17 y 18 relacionadas con selección de tanques hidroneumáticos, dimensiones para espacios, cálculo de compresoras y de cargadoras de aire.

Para mayor información sobre tanques Hidroneumáticos ver la publicación siguiente :

“ Normas Electromecánicas que influyen en el Diseño de Tanques Neumáticos”.

Por el : Ingeniero Antonio Ferreccio Nosiglia.

Publicación : Universidad Nacional de Ingeniería - Departamento de Saneamiento.



## ***ELECTROBOMBAS MONOBLOCK MONOFASICAS***

### ***1. DESCRIPCION GENERAL***

Diseñadas bajo conceptos hidráulicos avanzados, eminentemente funcionales. Un mínimo de componentes garantiza un servicio eficiente y libre de mantenimiento por la vida de la bomba, gracias a su construcción simple y robusta. Bomba y motor están unidos mediante pernos formando una unidad compacta.

El impulsor está montado sobre el eje del motor especialmente diseñado para esta aplicación, evitando vibraciones y asegurando perfecto alineamiento.

### ***2. MOTOR***

Standard Nema frame 48Y. 3450 RPM, aplicable para 50/60 ciclos y corriente de 115/220 voltios, con ventilación abierta a prueba de goteo, rodamientos sellados pre-lubricados, equipado con protector térmico contra sobrecargas. Para obtener el caballaje efectivo multiplicar HP nominal por factor de servicio.

**3. CAJA**

Brida y base de fierro fundido meechanite GE. Alternativamente se ofrece en ejecución de bronce.

**4. IMPULSOR**

Y guiator de bronce de alta calidad, diseñado para la máxima eficiencia de bombeo, maquinado y balanceado electronicamente para evitar vibraciones.

**5. SELLO MECANICO**

Marca John Crane, construido con elementos de bronce, acero y buna, caras de cerámica y carbono, permitiendo la operación en condiciones severas hasta de 90° C y 75 PSI. No requiere ajuste o mantenimiento.

**6. PRUEBAS**

Cada bomba HIDROSTAL, es sometida a diversas pruebas en fábrica para garantizar un rendimiento satisfactorio en el lugar de aplicación.

**Electrobombas para servicio a bajo costo.**

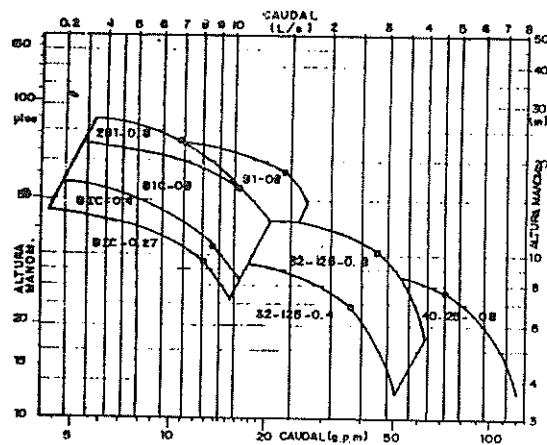
- ❖ Operación silenciosa.
- ❖ No requiere mantenimiento.
- ❖ Fácil instalación en cualquier posición ocupando el mínimo espacio.
- ❖ Bajo consumo de energía.
- ❖ Alineamiento perfecto, no requiere base ni acoplamiento.
- ❖ Conexiones para rosca standard americana, excepto modelos 32-125 y 40-125 que se suministran con contrabidas.
- ❖ Bombas tipo B1C son autocebantes.

**Aplicaciones :**

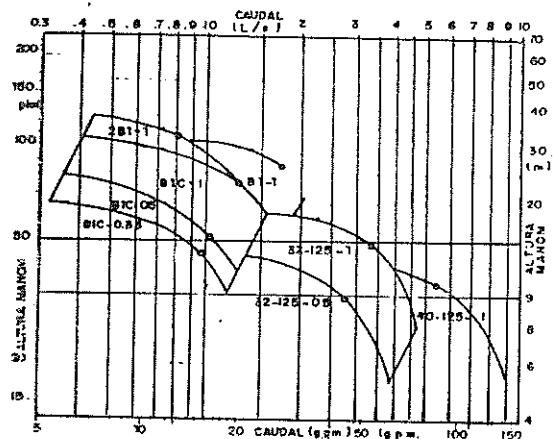
- ❖ Viviendas
- ❖ Edificios
- ❖ Talleres
- ❖ Industrias
- ❖ Suministro agua potable
- ❖ Recirculación
- ❖ Piscinas
- ❖ Sistemas de enfriamiento

## CARACTERISTICAS

## **PARA 50 CICLOS**



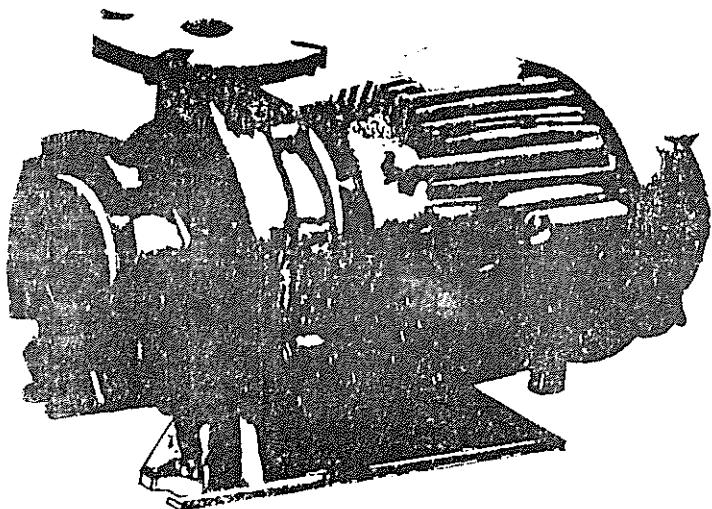
## **PARA 60 CICLOS**



MODELOS	HP 60 c.	50 c.	TABLA DE RENDIMIENTO PARA 60 CICLOS									
			CAUDAL			LITROS POR SEGUNDO			GALONES POR MINUTO			
			0.3	4.7	0.5	8	1.0	16	1.5	24	2.0	31
B1C - 03	0.33	0.27	1.8	1"	15	20	65	18	59	13	43	
B1C - 05	0.5	0.4	1.6	1"	16	24	79	22	73	15	49	
B1C - 1	1.0	0.8	1.4	1"	19	33	109	32	105	26	85	19
32-125-05	0.5	0.4	1.6	2"	1 1/2"	22	13	43	13	43	12	39
B1 - 1M	1.0	0.8	1.4	1.1/2"	1"	21	32	105	32	105	30	99
32-125-1M	1.0	0.8	1.4	2"	1.1/2"	27	18	59	18	59	18	59
40 - 125 - 1M	1.0	0.8	1.4	2.1/2"	1.1/2"	27	12	39	12	39	12	39
2B1 - 1	1.0	0.8	1.4	1.1/2"	1"	21	38	125	36	118	29	95

FIGURA N° 2

## ELECTROBOMBAS MONOBLOCK TRIFASICAS



### 1. DESCRIPCION GENERAL

Diseñadas bajo conceptos hidráulicos avanzados, eminentemente funcionales. La ejecución según norma DIN garantiza la sustitución perfecta con las bombas de otros fabricantes, sin necesidad de cambios en la instalación. Un mínimo de componentes garantiza un servicio eficiente y libre de mantenimiento gracias a su construcción simple y robusta.

Bomba y motor están unidos mediante pernos formando una unidad compacta. El impulsor está montado sobre el eje del motor especialmente diseñado para esta aplicación, evitando vibraciones y asegurando perfecto alineamiento.

**2. MOTOR**

Normal IEC, 3450 RPM 50/60 ciclos, para corriente de 220/440 voltios con ventilación cerrada a prueba de salpicadura, rodamientos sellados, prelubricados, factor de servicio unitario.

**3. CAJA**

Brida y base de fierro fundido Meehanite GE, alternativamente se suministran en bronce o acero inoxidable.

**4. IMPULSOR**

De fierro fundido Meehanite GE de alta calidad, diseñado para la máxima eficiencia de bombeo. Maquinado y balanceado electrónicamente para evitar vibraciones. Alternativamente se suministra en bronce o acero inoxidable.

**5. SELLO MECANICO**

Marca John Crane, construido con elementos de acero y buna, caras de cerámica y carbono permitiendo la operación en condiciones severas hasta 90° C y presiones hasta 75 PSI. No requiere ajuste o mantenimiento.

**6. PRUEBAS**

Cada bomba HIDROSTAL, es sometida a diversas pruebas en fábrica para garantizar un rendimiento satisfactorio en el lugar de aplicación.

**Electrobombas para servicio a bajo costo**

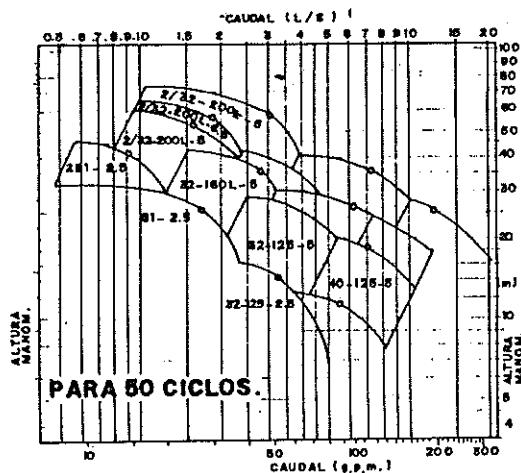
- ❖ Requerimiento mínimo de espacio.
- ❖ Fácil Instalación.
- ❖ Colocación horizontal y vertical.
- ❖ No requiere mantenimiento.
- ❖ Bajo consumo de energía.
- ❖ Alineamiento perfecto, no requiere base ni acoplamiento.

Todas las bombas vienen con bridas de succión y descarga milimétrica. Para mayor facilidad de instalación, las bombas vienen equipadas con contrabidas para conexión en pulgadas, a excepción de los modelos B1-2.5 y B1-2.5 que vienen con terminal en rosca americana.

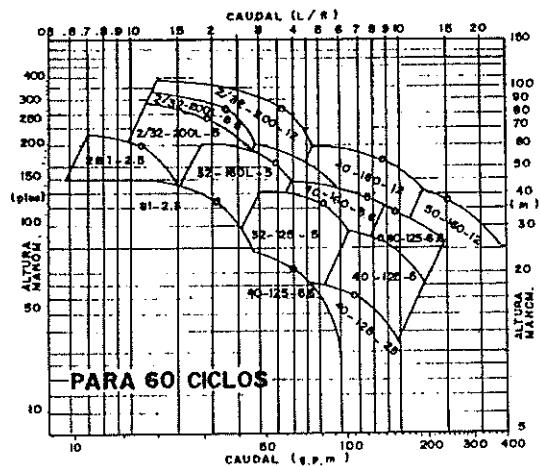
### **Aplicaciones :**

- ◆ Industrias
- ◆ Minería
- ◆ Talleres
- ◆ Edificios
- ◆ Viviendas
- ◆ Suministro de agua potable
- ◆ Recirculación
- ◆ Piscinas
- ◆ Sistemas de enfriamiento
- ◆ Alimentación de calderos
- ◆ Generación de presión

## CARACTERISTICAS



**PARA 50 CICLOS**

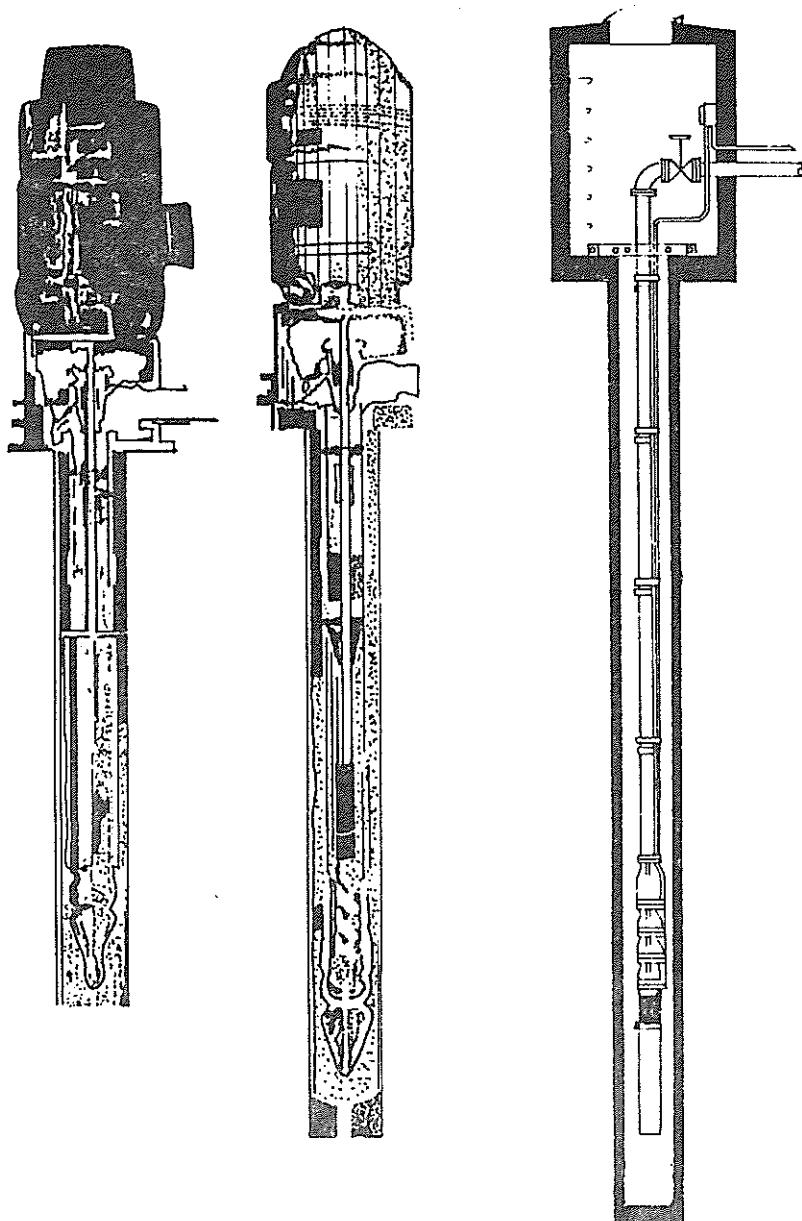


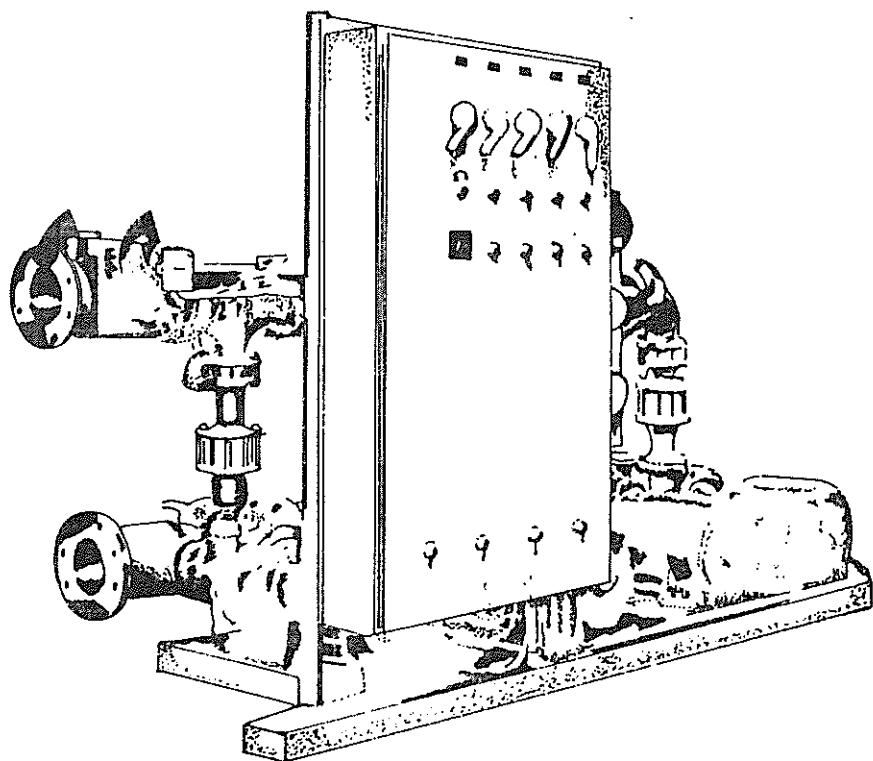
## **PARA 60 CICLOS**

TABLA DE RENDIMIENTO PARA 60 CICLOS  
LITROS POR SEGUNDO  
GALONES POR MINUTO

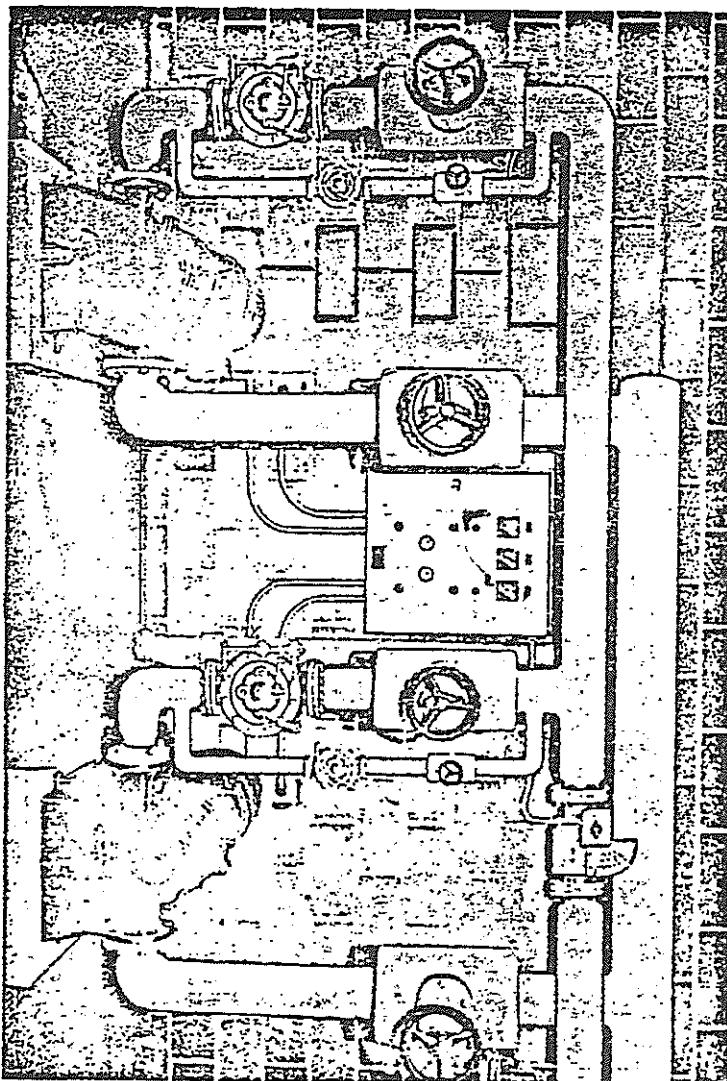
MODELOS	HP	Succión	Descarga	Peso Kg.s.	CAUDAL						EN METROS	ALTURA EN PIES		
					0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0				
	60 c. 50 c.				4.7	16	24	31	48	80	119	160	240	
B1 - 2.5	2.5	2	1.1/2"	1"	32	44.0	43.2	41.3	37.0				320	
2B1 - 2.5	2.5	2	1.1/4"	1"	33	62.5	57.5	48.0	122					
32 - 125 - 2.5	2.5	2	2"	1.1/2"	35	25.2	25.2	25.0	24.6	23.2	16.4			
40 - 125 - 2.5	2.5	2	2.1/2"	1.1/2"	38	18.2	18.2	18.2	18.2	18.0	17.4	15.9	9.2	
32 - 125 - 5	5	4	2"	1-1/2"	45	41.0	41.0	41.0	41.0	40.0	59	52	30	
32 - 160L - 5	5	4	2"	1.1/2"	52	62.0	61.8	61.2	60.0	54				
2/32 - 200L - 5	5	4	2"	1.1/2"	55	85.5	83.5	80.5	73.5					
40 - 125 - 5	5	4	2.1/2"	1.1/2"	51	29.6	29.8	29.8	30	30.0	29.4	28.2	24	
32 - 160 - 6.6	6.6	5.3	2"	1.1/2"	72	63.0	62.5	61.8	60.0	59	58.6	47.4	30	
2/32 - 200L - 6.6	6.6	5.3	2"	1.1/2"	74	98.0	96.0	92.5	85.0	204	192	166		
40 - 125 - 6.6	6.6	5.3	2.1/2"	1.1/2"	71	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0	35.0	33.0	
40 - 160 - 6.6	6.6	5.3	2.1/2"	1.1/2"	72	133	40.5	41.0	41.6	42.0	42.6	42.0	38.6	32.0
2/32 - 200 - 12	12	9.6	2.1/2"	1.1/2"	78	97.5	96.0	95	92.5	87.0	60.0			
40 - 160 - 12	12	9.6	2.1/2"	1.1/2"	78	57.0	57.4	57.8	68.0	58.4	56.0	48.4		
50 - 160 - 12	12	9.6	3"	2"	81	41.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	40.0	36.0	
					135	138	138	138	138	138	138	138	95	

FIGURA N° 4





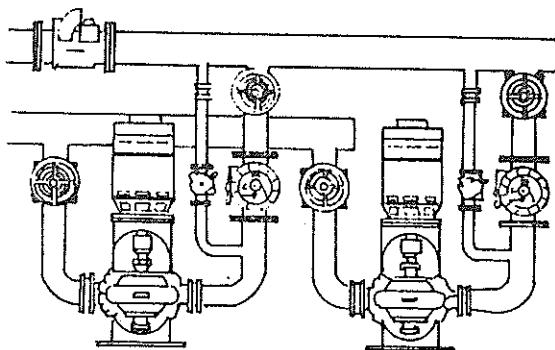
PACOMONITOR SERIES



NOTA : Catálogo de la Pacif Pump Company

## SERIES II

Two identical pumps, each sized for approximately 55% of system design. Recommended for installation where demand for water is fairly constant.

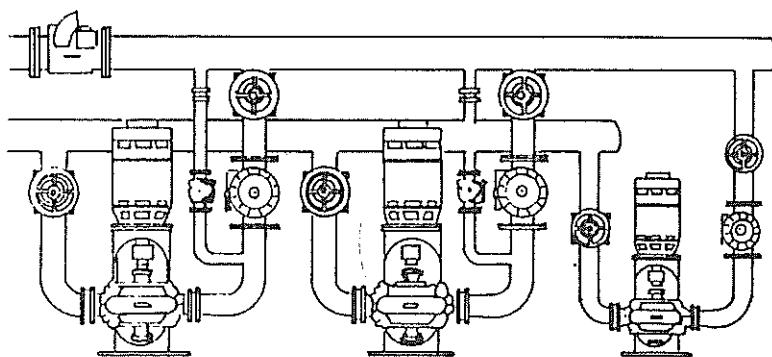


## METHOD OF OPERATION :

The lead pump operates continuously with the second pump for standby. When the demand exceeds the capacity of the lead pump, the second pump starts automatically and both pumps continue to operate until demand decreases to a point within the capacity of the lead pump. The controls are programmed to alternate the lead pump every 24 hours to equalize each pump's operating time.

## SERIES III

Two medium sized identical pumps (to reduce motor size) and one pilot (or lead) pump of smaller capacity. Excellent for service in office buildings, shopping centers, and apartments where there are high peak loads, and long periods of low flow demand.



#### METHOD OF OPERATION :

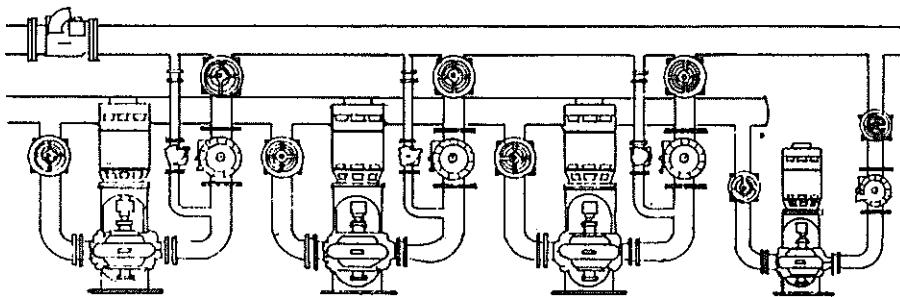
A small pilot pump operates continuously during low demand periods. When demand exceeds the capacity of the pilot pump, one of the main pumps starts automatically and the pilot pump stops. If demand increases beyond the capacity of the first main pump, the second main pump starts automatically and the two main pumps operate together to meet the demand. As the demand increases, the sequence is reversed from that described.

The pilot pump takes over again when the demand requirement decreases to a point within its capacity.

The main pumps are programmed to alternate every 24 hours to equalize each pump's operating time.

#### SERIES IV

Three or more medium sized identical pumps and one small pilot or lead pump. Recommended for large building complexes, commercial and government installations, and other critical or maximum demand requirements.



### METHOD OF OPERATION :

Same as Series III above. Series IV has additional main pumps to provide greater versatility of application. The number of pumps in service at any time is programmed to satisfy the varying demands of the system. The main pumps may be programmed to equalize each pump's operating time.

*Nota : Catálogo de la pacific Pump Company.*

### 1. SYSTEM GPM

The system GPM can be determined by using the fixture flow chart (1a). This chart assigns a value to each individual fixture. The most common fixtures and their fixture values are listed below. Add the total fixture values of all fixtures selected.

Using Fixture Conversion Table (1b) select system GPM.

## (1a) FIXTURE VALUES

Fixture	Public Commercial*	Semi Public**	Private***
Water closet			
Flush valve	10	8	6
Flush tank	5	4	3
Urinal			
Flush valve, pedestal	10	8	-
Flush valve, stall or wall	5	4	3
Flush tank	3	2	-
Bathtub			
Standard	4	3	2
Emergence	4	-	-
Inmersión	20	-	-
Shower			
Standard	4	3	2
Emergence	8	8	-
Lavatory	2	1	1
Bathroom Group			
W.C. Lav. and tub/shower	-	-	-
Flush valves	-	-	8
Flush tank	-	-	6
Sink			
Kitchen	4	3	2
General	3	2	-
Service	4	3	2
Laboratory	-	2	-
Bar	3	2	-
Dishwasher			
General	6	4	2
Pot and pan	3	3	-
Garbage Disposal, sink	3	3	2
Washing machine	-	6	4
Laundry tub	-	3	2
Drinking fountain	2	1	1
Ice cube machine	1	1	1
Steamtables	1	1	-
Hose connection, 3/4"	-	4	4
Fire sprinkler	10	10	-

- \* **PUBLIC-COMMERCIAL-** Classified as public buildings, hospitals, hotels, factories, department stores, theaters, restaurants, etc.
- \*\* **SEMI-PUBLIC**-Classified as office buildings, clubs, rooming houses, moteles, etc.
- \*\*\* **PRIVATE**-Homes, apartments, private offices.

**(1b) FIXTURE CONVERSION TABLE**

<b>Flow units GPM</b>		
Total Fixtures Flow Units	Equivalent System GPM (approx.)	
250	100	GPM
500	140	GPM
750	175	GPM
1000	210	GPM
1500	275	GPM
2000	330	GPM
2500	380	GPM
3000	440	GPM
4000	540	GPM
5000	625	GPM
6000	700	GPM
7000	800	GPM
8000	875	GPM

**2. SELECTION OF PUMP GPM**

The System GPM should be divided among the individual pumps desired, in a ratio that will provide adequate capacity at all times with minimum HP consumption.

- a. If a 2 identical pump system, select each pump at 55% of system GPM.
- b. If 2 identical pumps and a pilot lead pump, select at 55/55/25% ratio of system GPM. If flush valve type fixtures are used, minimum pilot pump capacity should be limited to 60 GPM.
- c. If 3 identical pump system, select each pump at 55/55/55% of system GPM. If pilot lead pump is added select at 25%.

**3. SELECT SYSTEM HEAD**

The following factors should be considered in determining the System's head.

- a. Determine height of the building or maximum elevation water is to be boosted.
- b. Add friction loss at design GPM.
- c. Determine the pressure to be maintained at most distant point.
- d. Add approx. 10 ft. for friction through the reducing valves.
- e. Deduct minimum suction head available at the pumps.

**4. SELECT INDIVIDUAL PUMPS**

With individual pump GPM and System Head determined select pumps from chart on right.

**5. SELECT COMBINATION PRESSURE AND NON-SLAM VALVE(s)**

One main valve per pump may be used from 1 1/2" through 2 1/2" valves. In sizes 3" and larger a main valve and a smaller auxiliary valve is required.

Recommendations below are based on a maximum velocity through the valves of 6 ft./sec. for sizes through 2 1/2", 7 ft/sec. through sizes 4" and 8 ft./sec. through 6" Select one valve or one set per pump.

Individual Pump GPM	Recommended Valve Sizing
Capacity to 38 GPM	One size 1 1/2"
Capacity to 62 GPM	One size 2"
Capacity to 90 GPM	One size 2 1/2"
Capacity to 128 GPM	One size 2 1/2" plus one size 1 1/2"
Capacity to 152 GPM	One size 2 1/2" plus one size 2"
Capacity to 198 GPM	One size 3" plus one size 1 1/2"
Capacity to 222 GPM	One size 3" plus one size 2"
Capacity to 318 GPM	One size 4" plus one size 1 1/2"
Capacity to 342 GPM	One size 4" plus one size 2"
Capacity to 370 GPM	One size 4" plus one size 2 1/2"
Capacity to 440 GPM	One size 4" plus one size 3"
Capacity to 782 GPM	One size 6" plus one size 2"

*Lámina N° 9*

*Nota : Catálogo de la Pacific Pump Company*

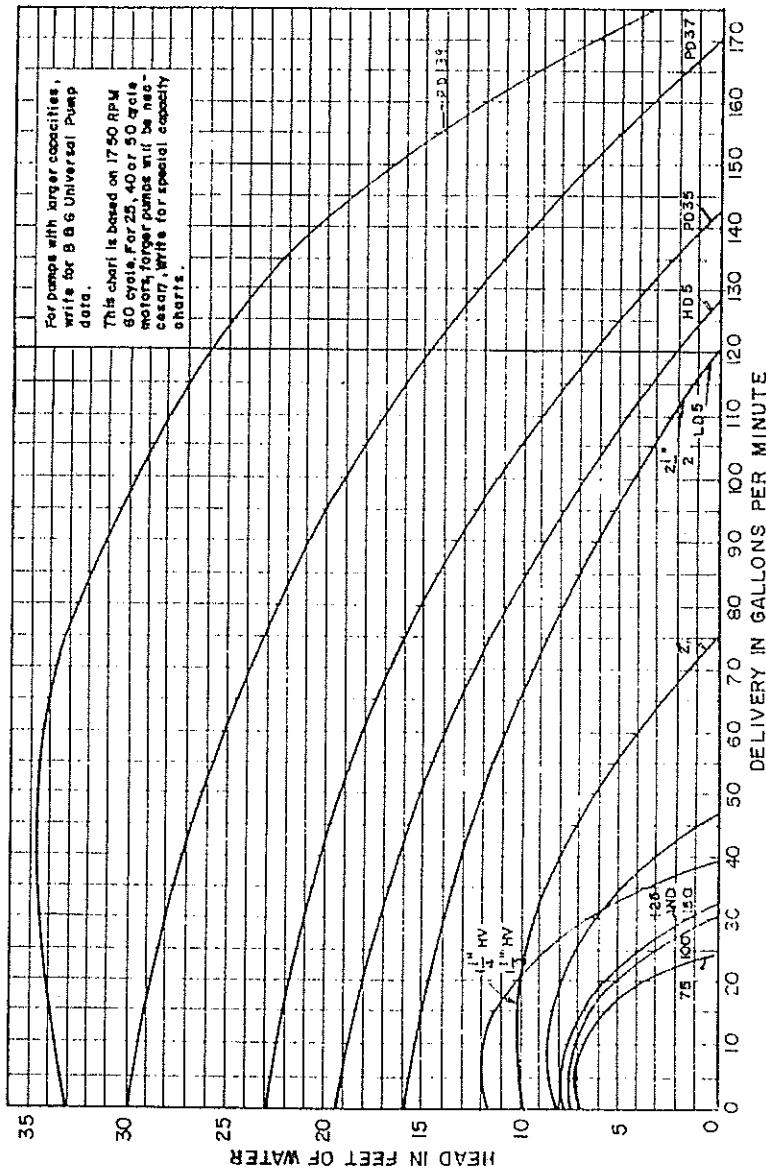
## PUMP SECTION CHART

BLUE AREAS INDICATE 1800 RPM  
ALL OTHER 3600 RPM

60 CYCLE MOTORS

GALLONS PER MINUTE											
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
END SUCTION CASE	1570-5 1/4 HP	1570-4 1/2 HP	2070-5 1 HP	2570-5 1 1/2 HP	2570-5 2 HP	2570-5 3 HP	2570-5 4 HP	2570-5 5 HP	2570-5 5 1/2 HP	2570-5 6 HP	2570-5 7 HP
SPLIT CASE	1570-5 1/4 HP	1570-4 1/2 HP	2070-5 1 HP	2570-5 1 1/2 HP	2570-5 2 HP	2570-5 3 HP	2570-5 4 HP	2570-5 5 HP	2570-5 5 1/2 HP	2570-5 6 HP	2570-5 7 HP
END SUCTION CASE	1570-1 1/2 HP	2095-1 2 HP	2095-1 3 HP	2095-1 2 CD	2095-1 3 CD	2095-1 4 CD	2095-1 5 CD	2095-1 6 CD	2095-1 7 CD	2095-1 8 CD	2095-1 9 CD
SPLIT CASE	1570-1 1/2 HP	2095-1 2 HP	2095-1 3 HP	2095-1 2 CD	2095-1 3 CD	2095-1 4 CD	2095-1 5 CD	2095-1 6 CD	2095-1 7 CD	2095-1 8 CD	2095-1 9 CD
END SUCTION CASE	1595-5 2 HP	1595-5 3 HP	1595-5 5 HP	1595-5 7 HP	1595-5 10 HP	1595-5 12 HP	1595-5 15 HP	1595-5 18 HP	1595-5 21 HP	1595-5 24 HP	1595-5 27 HP
SPLIT CASE	1595-5 2 HP	1595-5 3 HP	1595-5 5 HP	1595-5 7 HP	1595-5 10 HP	1595-5 12 HP	1595-5 15 HP	1595-5 18 HP	1595-5 21 HP	1595-5 24 HP	1595-5 27 HP
END SUCTION CASE	1595-1 5 HP	1595-1 7 HP	1595-1 10 HP	1595-1 12 HP	1595-1 15 HP	1595-1 18 HP	1595-1 20 HP	1595-1 22 HP	1595-1 24 HP	1595-1 26 HP	1595-1 28 HP
SPLIT CASE	1595-1 5 HP	1595-1 7 HP	1595-1 10 HP	1595-1 12 HP	1595-1 15 HP	1595-1 18 HP	1595-1 20 HP	1595-1 22 HP	1595-1 24 HP	1595-1 26 HP	1595-1 28 HP
END SUCTION CASE	1595-1 10 HP	1595-1 12 HP	1595-1 15 HP	1595-1 18 HP	1595-1 20 HP	1595-1 22 HP	1595-1 24 HP	1595-1 26 HP	1595-1 28 HP	1595-1 30 HP	1595-1 32 HP
SPLIT CASE	1595-1 10 HP	1595-1 12 HP	1595-1 15 HP	1595-1 18 HP	1595-1 20 HP	1595-1 22 HP	1595-1 24 HP	1595-1 26 HP	1595-1 28 HP	1595-1 30 HP	1595-1 32 HP
END SUCTION CASE	1595-1 15 HP	1595-1 18 HP	1595-1 20 HP	1595-1 22 HP	1595-1 24 HP	1595-1 26 HP	1595-1 28 HP	1595-1 30 HP	1595-1 32 HP	1595-1 34 HP	1595-1 36 HP
SPLIT CASE	1595-1 15 HP	1595-1 18 HP	1595-1 20 HP	1595-1 22 HP	1595-1 24 HP	1595-1 26 HP	1595-1 28 HP	1595-1 30 HP	1595-1 32 HP	1595-1 34 HP	1595-1 36 HP
END SUCTION CASE	1595-1 20 HP	1595-1 22 HP	1595-1 24 HP	1595-1 26 HP	1595-1 28 HP	1595-1 30 HP	1595-1 32 HP	1595-1 34 HP	1595-1 36 HP	1595-1 38 HP	1595-1 40 HP
SPLIT CASE	1595-1 20 HP	1595-1 22 HP	1595-1 24 HP	1595-1 26 HP	1595-1 28 HP	1595-1 30 HP	1595-1 32 HP	1595-1 34 HP	1595-1 36 HP	1595-1 38 HP	1595-1 40 HP
END SUCTION CASE	1595-1 25 HP	1595-1 28 HP	1595-1 30 HP	1595-1 32 HP	1595-1 34 HP	1595-1 36 HP	1595-1 38 HP	1595-1 40 HP	1595-1 42 HP	1595-1 44 HP	1595-1 46 HP
SPLIT CASE	1595-1 25 HP	1595-1 28 HP	1595-1 30 HP	1595-1 32 HP	1595-1 34 HP	1595-1 36 HP	1595-1 38 HP	1595-1 40 HP	1595-1 42 HP	1595-1 44 HP	1595-1 46 HP
END SUCTION CASE	1595-1 30 HP	1595-1 32 HP	1595-1 34 HP	1595-1 36 HP	1595-1 38 HP	1595-1 40 HP	1595-1 42 HP	1595-1 44 HP	1595-1 46 HP	1595-1 48 HP	1595-1 50 HP
SPLIT CASE	1595-1 30 HP	1595-1 32 HP	1595-1 34 HP	1595-1 36 HP	1595-1 38 HP	1595-1 40 HP	1595-1 42 HP	1595-1 44 HP	1595-1 46 HP	1595-1 48 HP	1595-1 50 HP
END SUCTION CASE	1595-1 35 HP	1595-1 38 HP	1595-1 40 HP	1595-1 42 HP	1595-1 44 HP	1595-1 46 HP	1595-1 48 HP	1595-1 50 HP	1595-1 52 HP	1595-1 54 HP	1595-1 56 HP
SPLIT CASE	1595-1 35 HP	1595-1 38 HP	1595-1 40 HP	1595-1 42 HP	1595-1 44 HP	1595-1 46 HP	1595-1 48 HP	1595-1 50 HP	1595-1 52 HP	1595-1 54 HP	1595-1 56 HP
END SUCTION CASE	1595-1 40 HP	1595-1 42 HP	1595-1 44 HP	1595-1 46 HP	1595-1 48 HP	1595-1 50 HP	1595-1 52 HP	1595-1 54 HP	1595-1 56 HP	1595-1 58 HP	1595-1 60 HP
SPLIT CASE	1595-1 40 HP	1595-1 42 HP	1595-1 44 HP	1595-1 46 HP	1595-1 48 HP	1595-1 50 HP	1595-1 52 HP	1595-1 54 HP	1595-1 56 HP	1595-1 58 HP	1595-1 60 HP

## BOOSTER CAPACITY CHART



**WHEN SERVICE WATER IS PUMPED USE A BRONZE BOOSTER  
BOOSTER PUMP SPECIFICATIONS**

"76"	3/4" FLANGED	1/12 H.P.		28 LBS.	14 9/16	6 5/16	12 9/16	5 8/	X	1
"100"	1" FLANGED	1/42 H.P.		28 LBS.	14 9/16	6 5/16	12 9/16	3/4	X	1
"125"	1 1/4" FLANGED	1/12 H.P.		28 LBS.	14 9/16	6 5/16	12 9/16	3/4	X	1
"150"	1 1/2" FLANGED	1/12 H.P.		28 LBS.	14 9/16	6 5/16	12 9/16	15/16	X	1
"11/2"	1 1/2" FLANGED	1/6 H.P.		42 LBS.	14 7/8	8 1/2	12 9/16	3/4	X	2
"2"	2" FLANGED	1/6 H.P.		51 LBS.	15 1/4	8 1/2	12 9/16	15/16	X	2
2 1/2"	2 1/2" FLANGED	1/4 H.P.	11.5 Volt. 60 Cycle.	69 LBS.	16 1/4	10	13 1/4	1 1/8	X	2
LDS <sup>3</sup> LOW DELIVERY	3" FLANGED	1/4 H.P.		69 LBS.	16 1/4	10	13 1/4	1 1/8	X	2
HD3 <sup>3</sup> HIGH DELIVERY	3" FLANGED	1/3 H.P.	single phase	75 LBS.	17 11/16	10	14 11/16	1/8	X	2
HIGH 1" HV	1" FLANGED	1/6 H.P.		43 LBS.	14 7/8	8 1/2	12 9/16	3/4	X	2
1 1/4" HV VELOCITY	1 1/4" FLANGED	1/6 H.P.		43 LBS.	14 7/8	8 1/2	12 9/16	3/4	X	2
1 1/2" HV	1 1/2" FLANGED	1/6 H.P.		43 LBS.	14 7/8	8 1/2	12 9/16	3/4	X	2
1" PR	1" FLANGED	1/6 H.P.		43 LBS.	14 7/8	8 1/2	12 9/16	3/4	X	2
PD 35 - S	3" FLANGED	1/2 H.P.-1/4 H.P.	115/230 V	87 LBS.	18 3/4	12	15 1/2	13/4	1 1/4	3
PD 35 - T	3" FLANGED	1/2 H.P.-3/4 H.	208-220/440 V	87 LBS.						
PD 35 - S	3" FLANGED	3/4 H.P.-1/2 H.	115/230 V	87 LBS.	19 1/2	12	16 1/2	13/4	1 1/4	3
PD 33 - T	3" FLANGED	3/4 H.P.-3/4 H.	206-220/440 V	87 LBS.						
PD 39 - S	3" FLANGED	1 H.P.-1/2 H.	115/230 V	126 LBS.	22 12/16	14 1/4	18 1/4	13/4	1 1/4	3
PD 39 - T	3" FLANGED	1 H.P.-3/4 H.	206-220/440 V	126 LBS.	22 3/16	14 1/4	17 3/4	13/4	1 1/4	3

Motors with special current characteristics available at extra charge as listed in Price Sheets.

7 - S are available with 115V/230V or 208V.

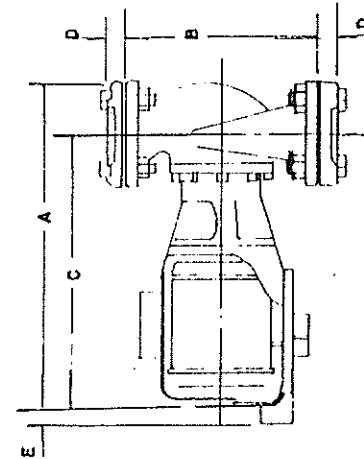
POLYMER LETTERS EDITION

3077 - T are available with 3008-220440V External over load equipment

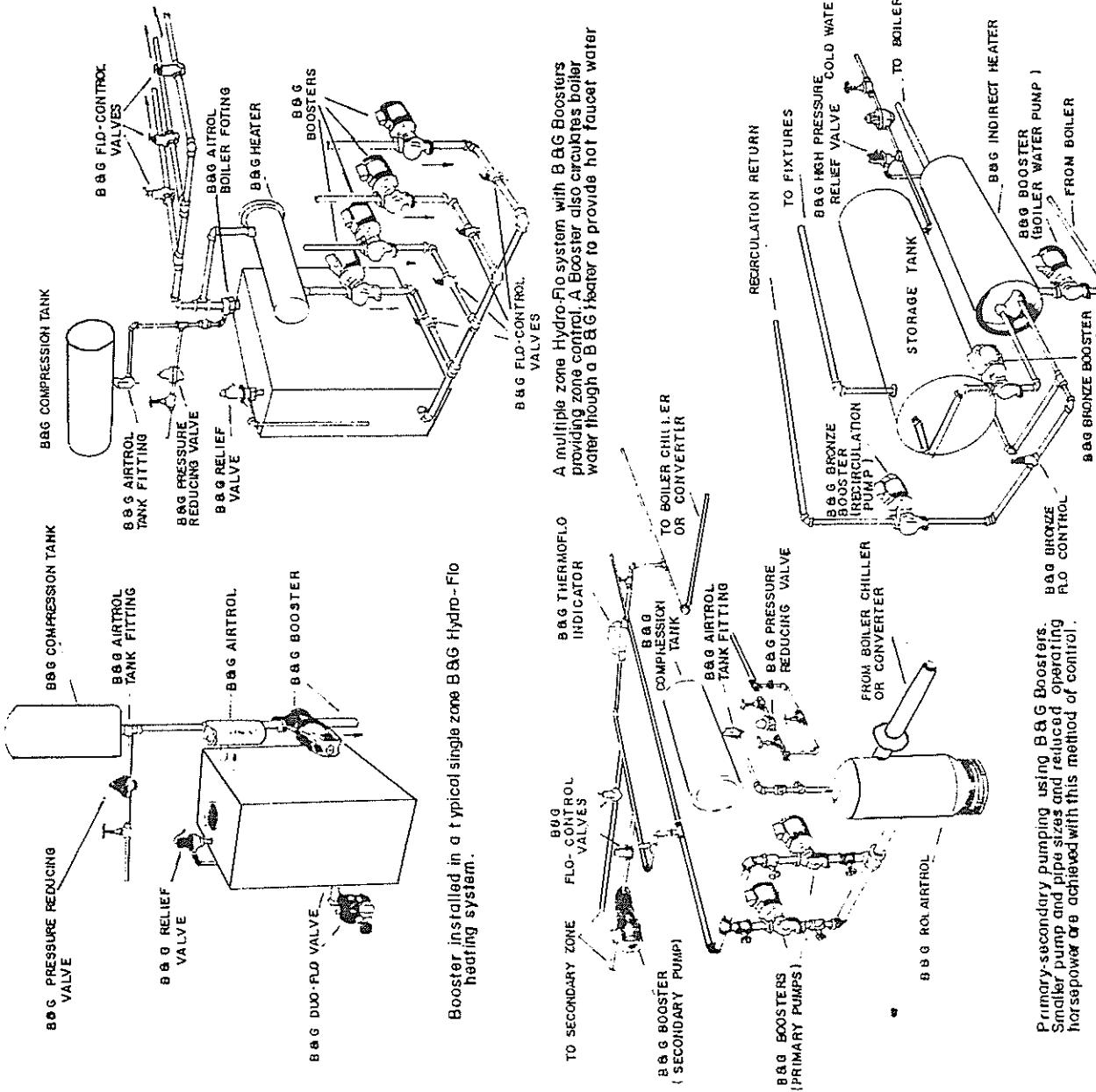
must be provided on these motors.

most of the people in these islands.

## How to select R & G Booster



## TYPICAL APPLICATIONS OF B &amp; G BOOSTER PUMPS



Primary-secondary pumping using B & G Boosters.  
Smaller pump and pipe sizes and reduced operating  
horsepower are achieved with this method of control.

Domestic water system with two B & G Bronze Boosters.  
The storage pump provides circulation between the storage tank and the B & G Indirect Heater. The recirculation pump provides instantaneous hot water at each fixture. A Standard Booster circulates boiler water through the heater shell.

**STANDAR SPECIFICATION - SELECTION TABLE****PNEUMATIC TANKS****AIR COMPRESSORS**

Appron. Gal. Capacity	Shell Diam. - Length	Compressor	
		Size C.P.M.	H.P. Up to 100 P.S.I.
66	20" x 4'	1.5	1/2
85	20" x 5'	1.5	1/2
120	24" x 5'	1.5	1/2
140	24" x 6'	1.5	1/2
180	30" x 5'	1.5	1/2
220	30" x 6'	1.5	1/2
300	30" x 8'	1.5	1/2
350	30" x 6'	1.5	1/2
450	36" x 8'	1.5	1/2
560	36" x 10'	1.5	1/2
550	36" x 7'	1.5	1/2
770	42" x 10'	1.5	1/2
900	42" x 12'	3	3/4
1050	42" x 14'	3	3/4
1000	48" x 10'	5	1
1200	48" x 12'	5	1
1500	48" x 15'	7.5	1 1/2
1800	48" x 18'	7.5	1 1/2
1900	48" x 20'	7.5	1 1/2
2350	60" x 16'	7.5	3
2940	60" x 20'	11.0	3
3525	60" x 24'	11.0	3

## USABLE CAPACITY

The average usable capacity of a Pneumatic Pressure Tank is approximately 20% of its total capacity.

## FREQUENCY OF OPERATING CYCLE

The Pump should operate on an average of not more than five starts per hour.

## PRESSURE TANK

### *Example I*

Tank size 48" x 10'

Capacity in gal. 1000

Pump pressure shut - off ..... 40 P.S.I.

Pump pressure cut - in ..... 20 P.S.I.

Approximate usable gallonage without pumping s 200  
gallons with the proper air cushion

With less air (tank water - logged) the usable capacity will be reduced.

Page 11 gives capacities, horsepower, dimensions and auxiliary equipment for Air Compressors.

## SPECIAL CONDITIONS

Where there is a large peak demand and small normal requirements use a small cushion tank to control the pump automatically. The pump will discharge directly into the building riser. The pump operates when a large amount of water is being used. Meat and food processing plants are typical installations where peak demands are far in excess of normal requirements.

## COMPUNTING PRESSURE TANK SIZE

### *Example II*

Fórmula : Multiply pump capacity by 30.

Pump capacity ..... 75 G.P.M.

Multipled by ..... 30

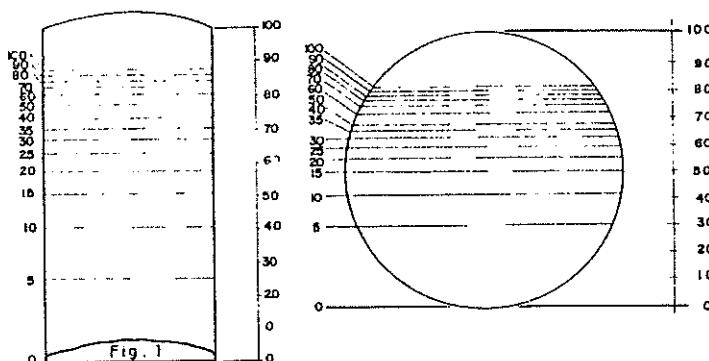
TANK CAPACITY ..... 2250 Gal.

## HYDRO - PNEUMATICS STORAGE TANKS RELATIONSHIP BETWEEN AIR AND LIQUID

Because water is relatively incompressible, it cannot be stored to be instantly available without some method of creating the pressure necessary to force it through the pipes and to service in the desired quantity. Overhead tanks were one method of obtaining this pressure; the modern water system, however, utilizes the compressibility of air to accomplish the same results with much less initial cost and a saving in space.

The air in a pneumatic tank is compressed by the water filling the tank. This air cushion acts like an enormous spring maintaining a constant pressure on the water in the tank which is conducted throughout the entire system. When a valve or faucet is opened the air expands to replace the water which is forced through the pipes by the air pressure. When the pump starts and forces additional water into the tank the air is compressed at a higher pressure and occupies less space.

Figs. 1 and 2 illustrates the water level in standard vertical and horizontal tanks at various pressures and also the percentage of the tank volume and height occupied by the water based on the tank being filled with air at atmospheric pressure at sea level. To determine the amount of water which can be withdrawn between two pressures, subtract the two corresponding percentages of volume and multiply by the capacity of the tank. For example : How much water can be obtained from a 42 gallon tank at pressures between 20 and 40 lbs. From Fig. 1 the water occupies 73.2% of the volume at 40 lbs. and 57.7% at 20 lbs. Subtracting 73.2 minus 57.7 equals 15.5% of 42 gallons or 6.3 gallons.



### PNEUMATIC TANK SELECTION TABLE

The following table indicates the minimum size pressure tank recommended for an automatic water system based on the capacity of the pump and the operating pressures.

#### PRESSURE (Lbs. per Sq. In.)

Tank Size	Capacity in Gals per Hr. at Average Pressure										Tank Size
	Cut in	20	20	30	40	50	60	70	80	90	
Cut out	35	40	50	60	70	70	70	80	100	85	Average
Average	27.5	30	40	50	65	60	75	70	85	85	Average
18	185	230	145	100	90	80	60	65	18	18	
32	325	400	260	185	155	140	110	120	32	32	
42	430	530	340	240	200	180	140	155	42	42	
82	840	1020	660	475	400	355	365	270	295	82	
120	1230	1500	970	695	585	520	550	400	445	120	
144	1470	1800	1160	830	700	620	650	480	525	144	
180	1830	2250	1460	1040	860	770	820	600	660	180	
220	2250	2760	1760	1265	1060	940	990	730	800	220	
315	3240	3930	2550	1810	1520	1350	1440	1040	1150	315	
525	5360	6545	4260	3040	2540	2250	2360	1740	1900	525	
1000	10400	12500	8100	5760	4850	4300	4500	3310	3560	1000	
1500	15300	18800	12180	8650	9700	6420	6750	4980	5450	1500	
2000	20400	25000	16200	11500	13000	8520	9000	6600	7250	2000	
3000	30600	37500	24300	17300	19500	12800	13500	9980	10900	3000	
5000	51000	62500	40500	28800	32400	21700	22300	16550	18300	5000	
7500	76000	94000	61000	45000	48500	32400	33700	25000	27400	7500	
10000	107000	130000	81000	57600	64800	43400	45000	33100	36600	10000	

**NOTE 1.** Capacity is based on atmospheric initial charge at sea level.

**NOTE 2.** If no air charger is employed, increase tank size by approximately 50%.

**NOTE 3.** Tank capacity should be increased 25% for elevations above 5,000 feet.

**Example :** To determine the minimum recommended tank size for a 2 VRG 120 for 110 ft. pumping water level and 30-50 lb. pressure setting.

Cut in pressure 30 lbs. Cut out pressure 50 lbs. Average pressure = 40 lbs.

From catalog performance table, capacity at 37 lbs. pressure and 110 ft. lift 590 GPH.

From above table, minimum tank size falls between 42 and 82 gallons. Therefore, select 82 gallon tank.

If no air charger is employed, minimum size tank is approximately 50% greater or 120 gallons.

#### JET CHARGER SELECTION TABLE

	TANK CAPACITY (Gallons)													
	18	42	82	120	144	180	220	315	25	1000	1500	2000	3000	5000
JET CHARGER ORDERING FIG. N°														
25 - 35 30 - 40	125 A			125 B			26 X	26 A			27 A			
30 - 50	125A					26 X	26 A		27 A					
40 - 60	125A		125B	26 X			26 A	27 A			1			
50 - 70	125A		125B	26 X	26 A		27 A							
60 - 80°	125A	125B	26 X		26 A		27 A							
90°	125A	125B	26 X		26 A		27 A							
100°	125A	125B	26 X		26 A	27 A								

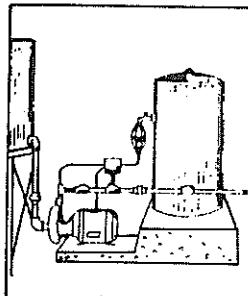


Fig. 5

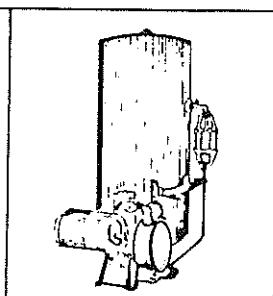


Fig. 6

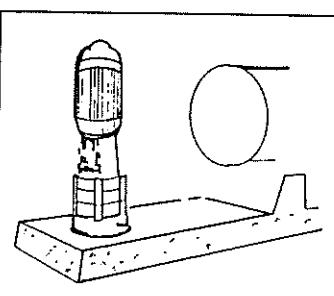
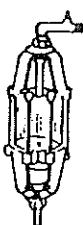


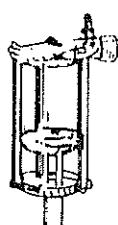
Fig. 7



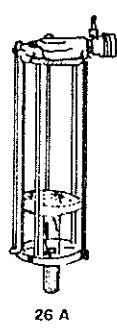
125 A



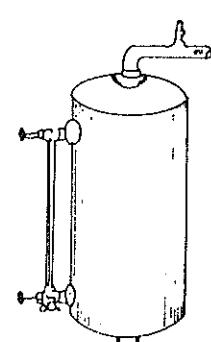
125 B



26 X

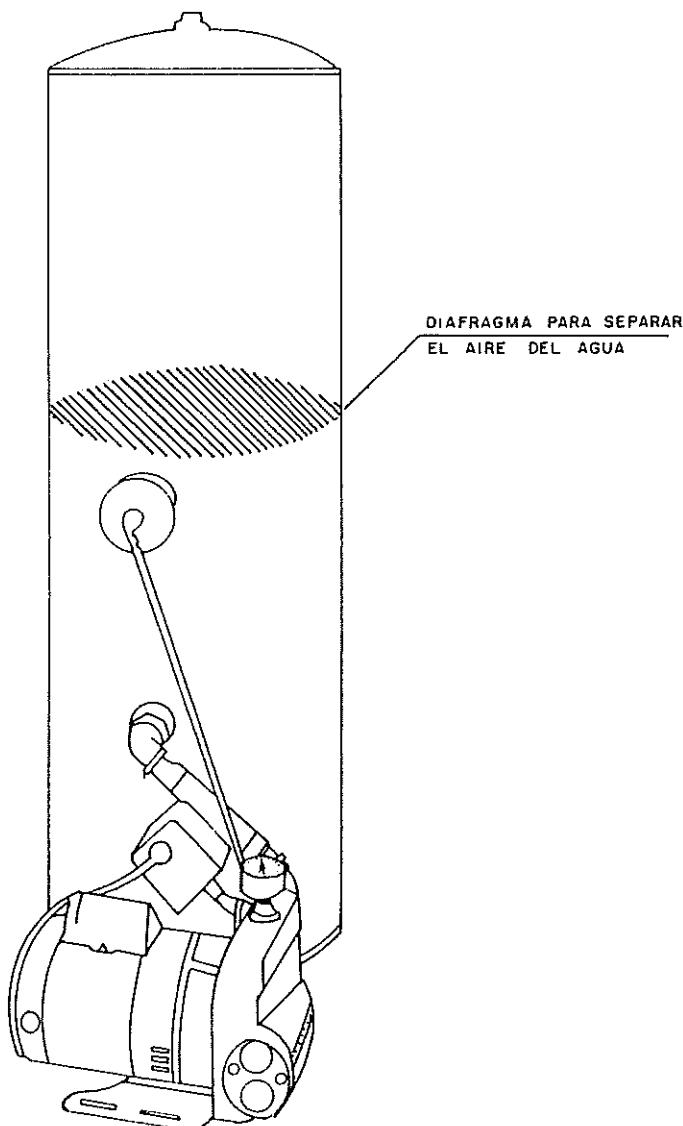


26 A

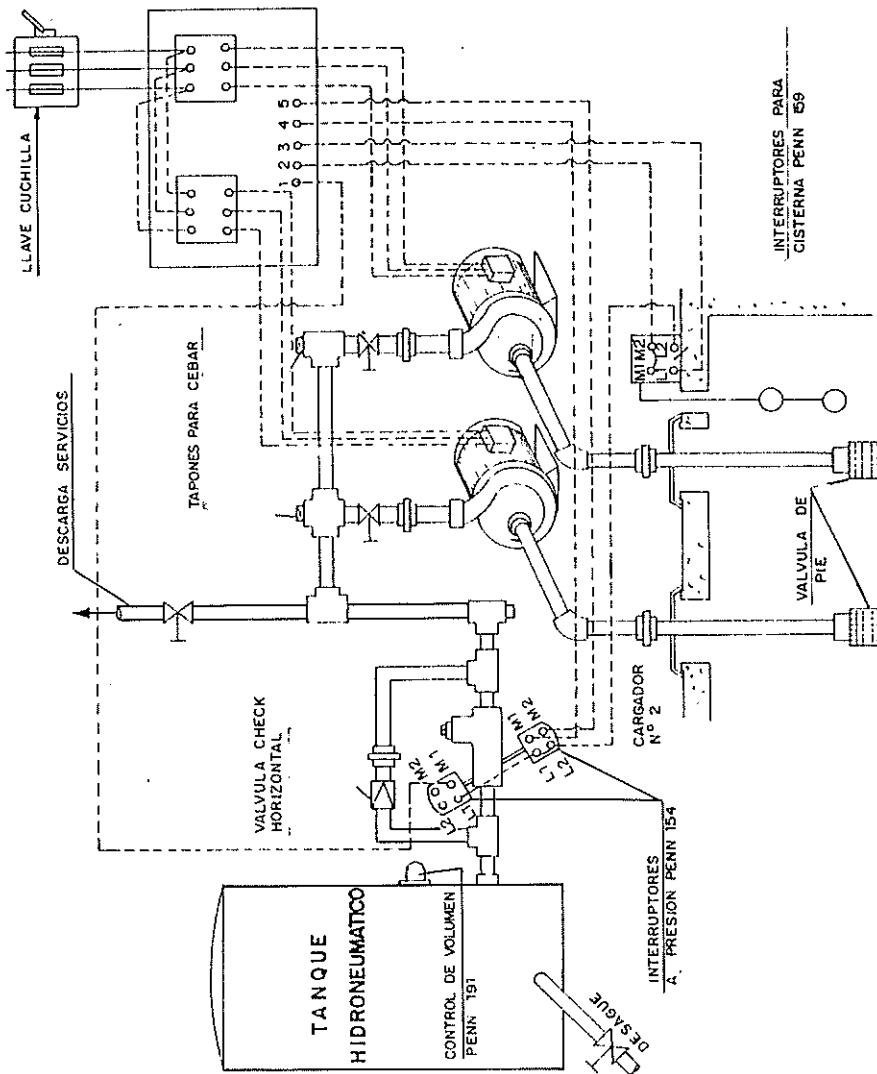


27 A

**SISTEMA HIDRONEUMATICO DE PRESION**









# *Capítulo*

**14**

## *Agua Caliente*

### **I. INTRODUCCION**

En la actualidad la higiene moderna requiere el suministro de agua caliente en viviendas, hoteles, hospitales, etc. y en general, donde el clima no permite utilizar el agua a su temperatura ambiente.

El agua caliente es requerida para la higiene corporal, para el lavado de utensilios, para fines medicinales y también para fines de recreación.

El sistema de abastecimiento de agua caliente está constituido por un calentador con o sin tanque acumulador, una tubería que transporte el agua a los diferentes artefactos que la requieren y a continuación una tubería de retorno del agua caliente que devuelve al calentador el agua no utilizada. Esta tubería de retorno no es requerida en pequeñas instalaciones.

Así con el retorno se mantiene una circulación constante y el agua caliente sale en seguida por los artefactos sin dar primero salida al agua fría que habría permanecido en las tuberías, sino existe el retorno.

### **II. TEMPERATURA DE UTILIZACION DEL AGUA CALIENTE**

Siendo el agua caliente un elemento al que se le da diferentes usos, las temperaturas recomendadas para cada caso son variables, dependiendo además de otros factores como el clima o costumbres de las personas. La siguiente tabla da una idea de las diferentes temperaturas para los usos indicados :

USO	TEMPERATURA		
Higiene corporal	45°	-	55°C
Lavado de ropa o utensilios	60°	-	70°C
Para fines medicinales	90°	-	100°C

Siendo, pues, variable la temperatura de utilización del agua caliente y fácil de hacer llegar a los 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.

### **III. 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.

### **IV. 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.

- 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.

**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.

## **V. 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 han 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.

## VI. *DOTACION*

En el Reglamento Nacional de Construcciones del Perú, NTE. S-200, se indican las dotaciones de agua caliente requeridas para : Viviendas Unifamiliares y Multifamiliares, Hoteles y Pensiones, Restaurantes, Residencias Estudiantiles, Gimnasios, Hospitales y Clínicas y similares.

Esta información sirve de referencia para cálculos de dotación. Es importante indicar que en Estados Unidos para Viviendas se estima una dotación de 150 litros /persona /día de agua caliente.

## VII. *METODOS 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 llenarse 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".

## **VIII. SELECCION 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.

El Reglamento Nacional de Construcciones en su NTE. S.200, para el cálculo de la capacidad del equipo de producción de agua caliente, así como el cálculo de la capacidad del tanque de almacenamiento, se utilizarán las relaciones que se indican a continuación en base a los cálculos de la dotación de Agua Caliente diaria asignada, según tabla N° 34 .

TABLA N° 34

Tipo de edificio	Capacidad del Tanque de Almacenamiento en relación con Dotación diaria en litros.	Capacidad Horaria del equipo de producción de agua caliente, en relación con la dotación diaria en litros.
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

El Reglamento indica también en su S.223.4.02 que las capacidades del equipo de producción de agua caliente y del tanque de almacenamiento, podrán también determinarse en base a los gastos por aparatos sanitarios.

Sólo como vía de comparación se adjunta una tabla del libro "Heating, Ventilating, Air Conditioning Guide" 1953, pag. 1056, que indica :

**CONSUMO DE AGUA CALIENTE POR PERSONA EN VARIOS TIPOS  
DE EDIFICIOS TEMPERATURA : 60°C, EXCEPTO EN  
RESTAURANTES, A 80°C**

Clases de Edificio	Agua Caliente necesaria en litros por persona día.	Consumo máximo horario en relación al consumo diario.	Duración del período de consumo máximo por horas.	Capacidad de almacenamiento en relación al consumo diario.	Capacidad del calentador en relación al consumo diario.
Viviendas Apartamentos, Hoteles.	150	1/7	4	1/5	1/7
Oficina	7.5	1/5	2	1/5	1/6
Fábricas Y Talleres	20	1/3	1	2/5	1/8
Restaurantes	7 litros por comida y dia.			1/10	1/10
Restaurantes 3 comidas diarias.	-	1/10	8	1/5	1/10
Restaurante 1 comida.	-	1/5	2	2/5	1/6

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 llenando 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 :*

$$10 \times 120 \text{ l/día} = 1,200 \text{ litros /día}$$

$$10 \times 250 \text{ l/día} = 2,500 \text{ litros /día}$$

$$10 \times 390 \text{ l/día} = 3,900 \text{ litros /día}$$

Datos recogidos del  
Reglamento S.200

$$\text{Agua Caliente total} = 7,600 \text{ litros /día}$$

$$\text{Capacidad Tanque de Almacenamiento} = \frac{7,600}{5} = 1,520 \text{ litros} = 405 \text{ galones.}$$

$$\text{Capacidad Calentador} = \frac{7,600}{7} = 1,085 \text{ l/hora} = 290 \text{ g/h.}$$

En las Tablas de la Pag. 119 de "The Patterson Kelly Co. Se seleccionó :

1. Un Tanque de Almacenamiento 12S.
2. Un Calentador 5H de 300 Galones por Hora.

## **IX. DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE - SISTEMAS**

A fin de tener una buena distribución de agua caliente y a la temperatura adecuada, es necesario escoger el sistema más conveniente, teniendo en cuenta el tipo y el tamaño de la instalación, así como la edificación a la que va a dar servicio. Básicamente existen tres sistemas de distribución de agua caliente : sistema directo, sistema con circulación por gravedad y sistema con circulación forzada.

### **THE PATTERSON - KELLEY CO., INC.**

#### **CAPACITIES AND WEIGHTS**

##### **Patterson Hot Water Storage Heaters, Type B with Welded Steel Shells**

#### **STORAGE CAPACITIES**

Nº	Dimensiones in Inches	Storage in Gallons		Approx. Wt. Lbs. (100 lbs. W.P.)
		Nominal	Actual*	
1 S	24 x 48	94	87	520
2 S	24 x 60	118	110	600
3 S	24 x 72	141	133	680
4 S	24 x 84	164	156	760
5 S	30 x 60	180	170	750
6 S	30 x 72	215	205	850
7 S	30 x 84	255	240	950
8 S	30 x 96	285	275	1050
9 S	30 x 120	360	345	1250
10 S	36 x 72	310	284	1025
11 S	36 x 84	365	338	1150
12 S	36 x 96	415	392	1275
13 S	36 x 108	475	446	1400
14 S	36 x 120	520	500	1525
15 S	36 x 144	640	608	1775

## STORAGE CAPACITIES

Nº	Dimensiones in Inches	Storage in Gallons		Approx. Wt. Lbs. (100 lbs. W.P.)
		Nominal	Actual*	
16 S	42 x 72	430	390	1400
17 S	42 x 84	500	460	1550
18 S	42 x 96	575	530	1700
19 S	42 x 108	650	600	1850
20 S	42 x 120	720	670	2000
21 S	42 x 144	860	810	2300
22 S	42 x 168	1000	950	2600
23 S	42 x 192	1155	1090	2900
24 S	48 x 96	750	680	2100
25 S	48 x 120	940	865	2475
26 S	48 x 144	1125	1050	2850
27 S	48 x 168	1300	1235	3225
28 S	48 x 192	1500	1420	3600
29 S	54 x 120	1190	1085	3000
30 S	54 x 144	1425	1325	3450
31 S	54 x 168	1665	1565	3900
32 S	54 x 192	1900	1800	4400
33 S	60 x 120	1400	1300	3600
34 S	60 x 144	1700	1600	4100
35 S	60 x 168	2000	1900	4600
36 S	60 x 192	2240	2200	5100
37 S	72 x 174	3000	2850	7500
38 S	84 x 168	4000	3700	8500

*Data on other furnished upon request.*

**HEATING CAPACITIES - 40° F. TO 180° F.  
STEAM AT ATMOSPHERIC PRESSURE**

Nº	Gallons per hour	Approx. Wt. in lbs.	Nº	Gallons per hour	Approx. Wt. in lbs.
1 H	100	100	15 H	2000	600
2 H	150	115	16 H	2500	700
3 H	200	125	17 H	3000	800
4 H	250	165	18 H	3500	900
5 H	300	175	19 H	4000	1000
6 H	400	200	20 H	4500	1100
7 H	500	230	21 H	5000	1200
8 H	600	265	22 H	6000	1500
9 H	700	285	23 H	7500	2000
10 H	800	310	24 H	10000	2400
11 H	1000	340	25 H	12500	2800
12 H	1250	375	26 H	15000	3200
13 H	1500	450	27 H	20000	4400
14 H	1750	500	28 H	25000	5500

- \* *the above list of sizes, with the corresponding "Nominal" storage capacities, has for many years been the standard for tanks and storage water heaters. When first used these capacities were approximately correct, as the heads were then so nearly flat that the cubical content of a tank was practically equal to that of a cylinder of the same dimensions. However, the form of heads has changed until they are now dished on a radius equal to the diameter of the tank so that shells of the same diameter and length now have appreciably less storage capacity than formerly. Therefore a list of "Actual" storage capacities has been added for the information of those who, in specifying Patterson heaters, continue to mention the nominal storage capacities with the dimensions.*

*To specify Type B Heaters, combine the numbers of the required storage and heating sections. For example, One Patterson Type B Storage Heater N° 22 S with N° 17 H has 1000 gallons nominal storage with 3000 gallons hourly heating capacity.*

## 1. *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.

## 2. *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.

### 3. *Sistema con 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.

## X. *DISEÑO DE REDES DE AGUA CALIENTE*

Una vez 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 :

- a. 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.

- b. Los equipos de agua caliente deberán ubicarse en tal forma que permitan una fácil operación o mantenimiento.
- c. Deberá evitarse la combinación frecuente de metales opuestos que puedan producir corrosión galvánica.
- d. Debe tenerse en cuenta el recubrimiento de aislamiento térmico que debe llevar la tubería.

## XI. CALCULO DE REDES DE AGUA CALIENTE

El procedimiento a seguirse para el cálculo de las redes de agua caliente es el siguiente :

1. Cálculo de la red de distribución propiamente dicha.

Se utiliza el mismo procedimiento que para una red de distribución de agua fría.

2. Cálculo del sistema de circulación.

Como se ha dicho anteriormente, las tuberías de retorno tienen por objeto circular el agua que se enfriá, por pérdida de calor por conducción, convección y radiación, cuando el sistema se encuentra estático, es decir cuando no hay consumo de agua caliente o es mínimo.

Es pues, entonces, necesario establecer un gasto que debe circular por la tubería de retorno, para lo cual se supone el sistema estático, estableciéndose que la pérdida de calor a través de las tuberías de agua caliente son iguales a las que perdería el agua que circula por ellas, con lo cual se establece la fórmula :

$$Q = \frac{K \cdot L \cdot dT}{504 (T_1 - T_2)} \quad \text{en la cual } Q = \text{Gasto de circulación,}\\ \text{continuo en G.P.M.}$$

$K \pm$  . Coeficiente de transmisión en BTU/Hora/of/pie de tuberías  
y depende del diámetro de la tubería y del aislamiento térmico a utilizarse.

L = Longitud de la tubería de agua caliente en pies

$$T = \frac{T_1 + T_2}{2} - T_0$$

T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente

T<sub>1</sub> = Temperatura de producción de agua caliente

T<sub>2</sub> = Temperatura de agua en el tramo considerado y calculado en base a pérdida de temperatura unitaria, considerando como pérdida total de temperatura la diferencia entre la temperatura de salida del calentador y la temperatura de salida en el aparto más favorable.

Este gasto siendo de circulación continua, será el que debe conducir la tubería principal de circulación que llega a la fuente de producción, por gravedad; pero si se trata de diseñar un sistema de circulación forzada, es necesario establecer un nuevo gasto que será el que circule por la tubería principal de retorno, forzado por la bomba, entendiéndose que ésta no tendrá un trabajo continuo, sino por períodos de tiempo y a intervalos fijados de antemano. Estos períodos o intervalos son variables dependiendo del rango del gasto y del criterio del proyectista, variando entre 5 - 10 minutos de trabajo cada 1 - 2 horas.

El gasto que circula por la tubería principal de retorno se reparte proporcionalmente a cada una de las montantes o ramales de agua caliente, encontrándose después los gastos correspondientes a cada montante o ramal de circulación, con los que se calcula los diámetros de las tuberías respectivas, usando el mismo procedimiento utilizado para agua fría y caliente, estableciendo la pérdida de carga total en las tuberías de circulación que servirá para especificar la altura dinámica total de la bomba de circulación conjuntamente con el gasto.

Es así mismo necesario establecer la temperatura de llegada a la bomba de circulación en base de la pérdida de calor entre el punto más alejado y la bomba, a fin de fijar el rango de máxima y mínima temperatura de parada y arranque respectivamente.

## XII. 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 abeso prensado, fabricados en segmentos que se ajustan al diámetro de las tuberías; lana de vidrio forrada y laminada en segmentos semi-circulares.

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

## XIII. DILATACION

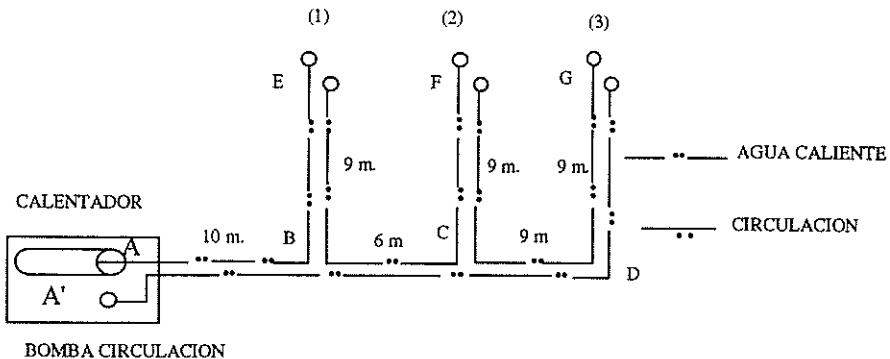
Debido a los cambios de temperatura en las tuberías de agua caliente y circulación, se producirá dilataciones o contracciones en las mismas.

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

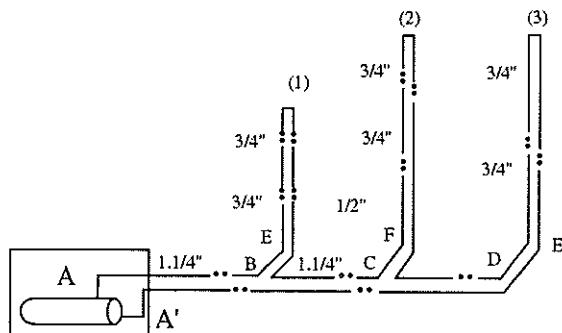
En el diseño de las redes de agua caliente y circulación deberá considerarse los tramos de mayor longitud seccionándolos con puntos fijos de apoyo para luego calcular la dilatación para cada tramo, de acuerdo a la longitud que pueda absorber la unión de expansión elegida.

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.

## XIV EJEMPLO PRACTICO DE CALCULO DE TUBERIAS DE CIRCULACION FORZADA



PLANTA



ESQUEMA

Se supone Calculados los Diámetros de la Tubería de Agua Caliente.

Ramal Montante	Piso	Longitud	Q(GPM)	$\varnothing''$	Fc.	Hc	Ps
3	1	3	10	1"	No necesarios para el Ejem.		
3	2	3	8	3/4"			
3	3	3	4	3/4"			
2	1	3	10	1"			
2	2	3	8	3/4"			
2	3	3	4	3/4"			
1	1	3	8	3/4"			
1	2	3	4	3/4"			
C-D	1	10	10	1"			
C-F	1	4	10	1"			
B-C	1	6	20	1 1/4"			
B-E	1	4	8	3/4"			
A-B	1	10	28	1 1/4"			

Pérdida de calor por  
unidad de longitud  $= \frac{160 - 140}{35} = 0570 \text{ F/mt}$   
Considerando la long.  
más desfavorable

Temperatura en los puntos :

$$B = 154.3^\circ\text{F} ; C = 150.88^\circ\text{F} (154.3 - 3.42);$$

$$E = 154.3 - 2.28 = 152.02^\circ\text{F}$$

$$F = 150.88 - 2.28 = 148.6^\circ\text{F}$$

$$G = 150.88 - 5.7 = 145.18^\circ\text{F}$$

$$3-3^\circ = 140^\circ\text{F} ; 2 - 3^\circ = 150.88 - 143.47^\circ ; 1-2^\circ = 154.3 - 148.6^\circ$$

Considerando estas temperaturas calculadas  $T_2$  para cada diámetro de tubería :

$$dt(1\frac{1}{4}^{\prime \prime}) = \frac{160 - 150.88}{2} - 70 = 78^{\circ}\text{F}$$

$$dt(1^{\prime \prime}) = \frac{150.88 - 145.18}{2} - 70 = 78^{\circ}\text{F}$$

$$dt(3/4^{\prime \prime}) = \frac{154 - 140}{2} - 70 = 77^{\circ}\text{F}$$

Para aplicar la fórmula calculamos los valores de  $K_{ddt}$ .

TUBERIA	LONGITUD (pies)	K	DT	K <sub>ddt</sub>
1 1/4"	53	0.172	44°	779.5
1"	66	0.152	78°	782.5
3/4	72	0.132	77°	732
				2294.

Por lo tanto :

$$Q = \frac{2294}{504 \times 20} = 0.23 \text{ G} \cdot \text{P} \cdot \text{M}$$

$$Q_B = \frac{0.23 \times 60}{5} = 276 \text{ G} \cdot \text{P} \cdot \text{M}$$

$$\text{Factor de proporcionalidad} = \frac{2.76}{E \text{ Qunt}} = \frac{2.76}{28} = 0.10$$

## CALCULO DE DIAMETROS

MONTAJE RAMAL	PISO	LONGITUD	Q(GPM)	$\emptyset$	Fc	H7
3 - C	3 - 1	19	1	3/8"	4	76
2 - C	3 - 1	13	1	3/8"	4	52
B - C	1	6	2	1/2"	5	30
1 - B	2 - 1	10	0.8	3/8"	4	40
B - A	1	10	2.8	1/2"	10	1.00
						2.98 mts

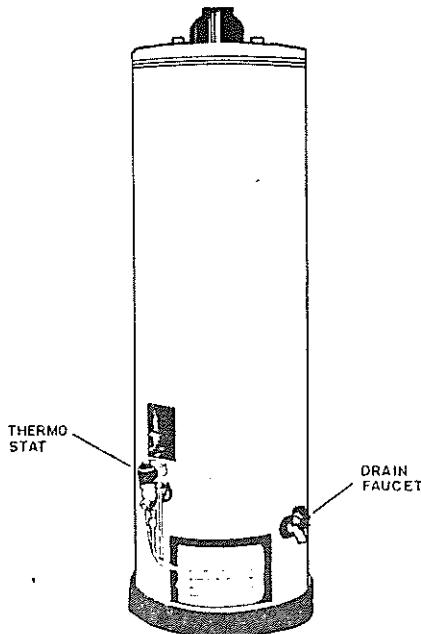
**BIBLIOGRAFIA**

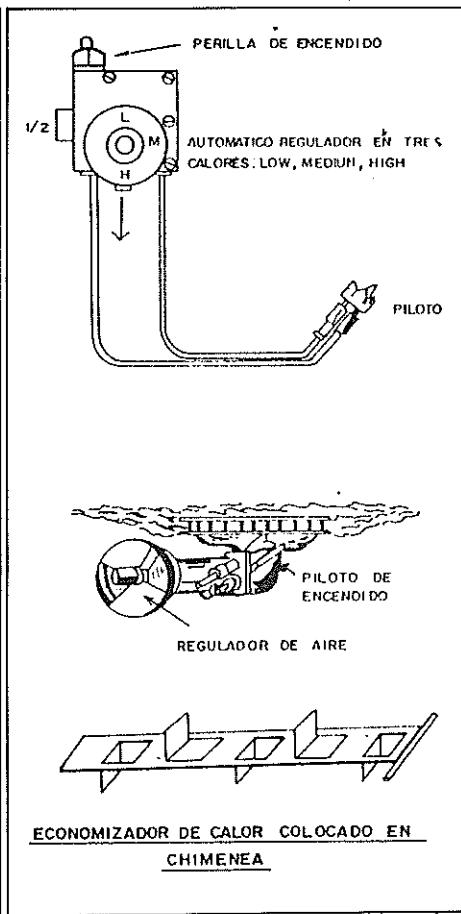
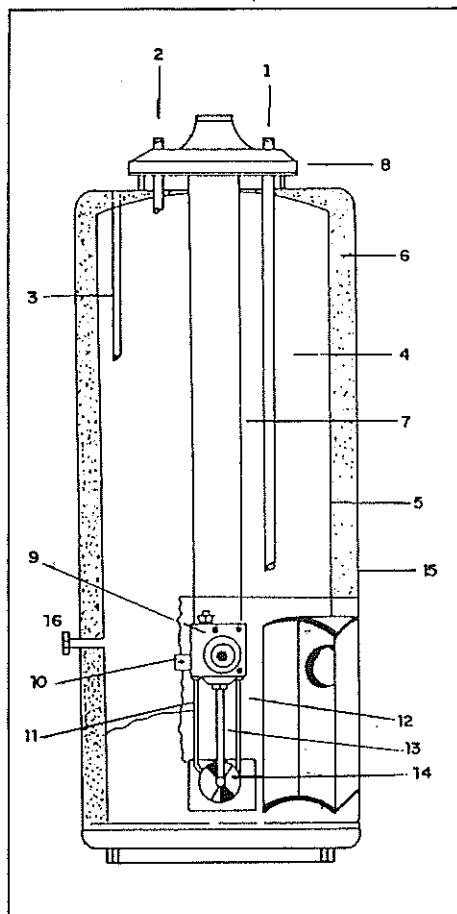
1. ***"Instalaciones en los Edificios"***  
Autores : Gay, De Van Fancett y MC Guinnes  
Editorial : Gustavo Gili S.A.
2. ***"Plomería"***  
Autor : Harold Babbit  
Editorial : Compañía Editora Continental S.A.
3. ***"Diseño Estandar en Plomería"***  
Autor : Luis S. Nielsen  
Editorial : Compañía Editora Continental S.A.
4. ***Manual del Curso Sobre Instalaciones Sanitarias Domiciliarias para Edificios***  
La Paz, Bolivia  
Apuntes : Agua Caliente. Ing. Castillo e Ing. Jimeno (1973)  
Editores : Universidad Mayor de San Andrés - Bolivia
5. ***Copias del Ingeniero Antonio Ferrecio***  
Universidad Nacional de Ingeniería  
Lima Perú.

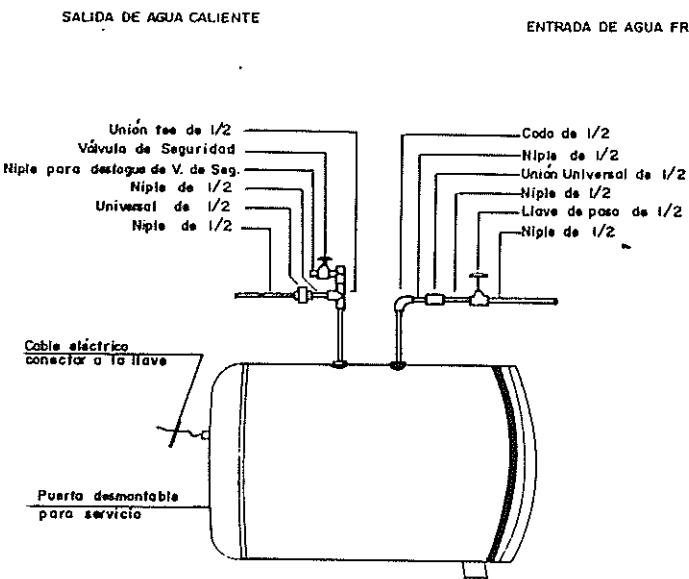
## CALENTADORES AUTOMATICOS A GAS

### Características del Calentador a Gas

1. Entrada de agua fría.
2. Salida del agua caliente (colocar la válvula de seguridad).
3. Anodo de Magnesio (Para controlar la electrólisis).
4. Tubo de inmersión que evita el sifoneo.
5. Tanque de almacenamiento hecho en plancha galvanizada de 1/8.
6. Aislamiento de fibra de vidrio.
7. Chimenea de salida de calor.
8. Control de tiro (draft meter).
9. Automático de gas.
10. Entrada del gas (propano) debe llevar una llave de interrupción.
11. Vulvo del piloto.
12. Tubo de gas para el piloto.
13. Tubo de gas al quemador.
14. Regulador de aire al quemador.
15. Funda protectora con acabado en color blanco de alto brillo.
16. Tapón de drenaje.







**NOTA .** No conectar la corriente eléctrica hasta comprobar la salida de agua por la línea de agua caliente.  
El niple de desagüe de la válvula de seguridad debe terminar en el desagüe general.

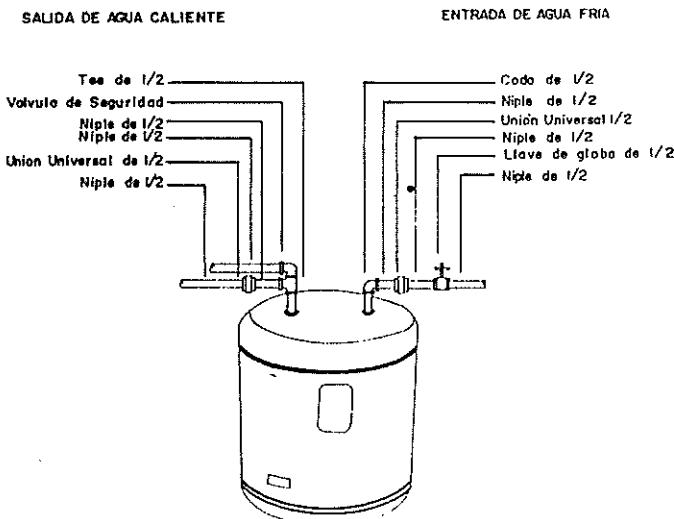
### *Características principales*

- ❖ Acabado en esmalte blanco de alto brillo.
- ❖ Aislamiento con fibras de vidrio "Fiberglass".
- ❖ Tanque de almacenamiento galvanizado Extra fuerte.
- ❖ Termostato de fácil regulación de 120 a 17 F. de acción automática intermitente para asegurar temperatura pareja y económica.
- ❖ Tapón de purga para limpieza cómoda y rápida del tanque.
- ❖ Tubo de inmersión fijo que dirige la entrada de agua fría directamente al fondo del tanque y gracias a su diseño original, no requiere válvula de retención (CHECK VALVE) por qué en caso de poca o ninguna presión, el tanque no puede vaciarse por sifoneo.
- ❖ Elemento de calefacción tipo inmersión de 1500 watos que proporciona cuatro veces más área de calentamiento y menor capacidad.

Garantía : Tanque de almacenamiento  
Certificada : Accesorios

5 Años  
1 Año.

## MODELO "B" DE PIE



**NOTA.** No conectar la corriente eléctrica hasta comprobar la salida de agua por la línea de agua caliente.

El niple de desagüe de la válvula de seguridad debe terminar en el desagüe general.

### Características Principales

- ❖ Acabado en esmalte blanco de alto brillo.
- ❖ Aislamiento con fibras de vidrio "Fiberglass".
- ❖ Tanque de almacenamiento galvanizado Extra fuerte.
- ❖ Thermostato de fácil regulación de 120 a 170 F. de acción automática intermitente para asegurar temperatura pareja y económica.
- ❖ Tapón de purga para limpieza cómoda y rápida del tanque.
- ❖ Tubo de inmersión fijo que dirige la entrada de agua fría directamente al fondo del tanque y gracias a su diseño original, no requiere válvula de retención (CHECK VALVE) porque en caso de poca o ninguna presión, el tanque no puede vaciarse por sifoneo.
- ❖ Elemento de calefacción tipo inmersión de 1500 watios que proporciona cuatro veces más área de calentamiento y mayor capacidad.

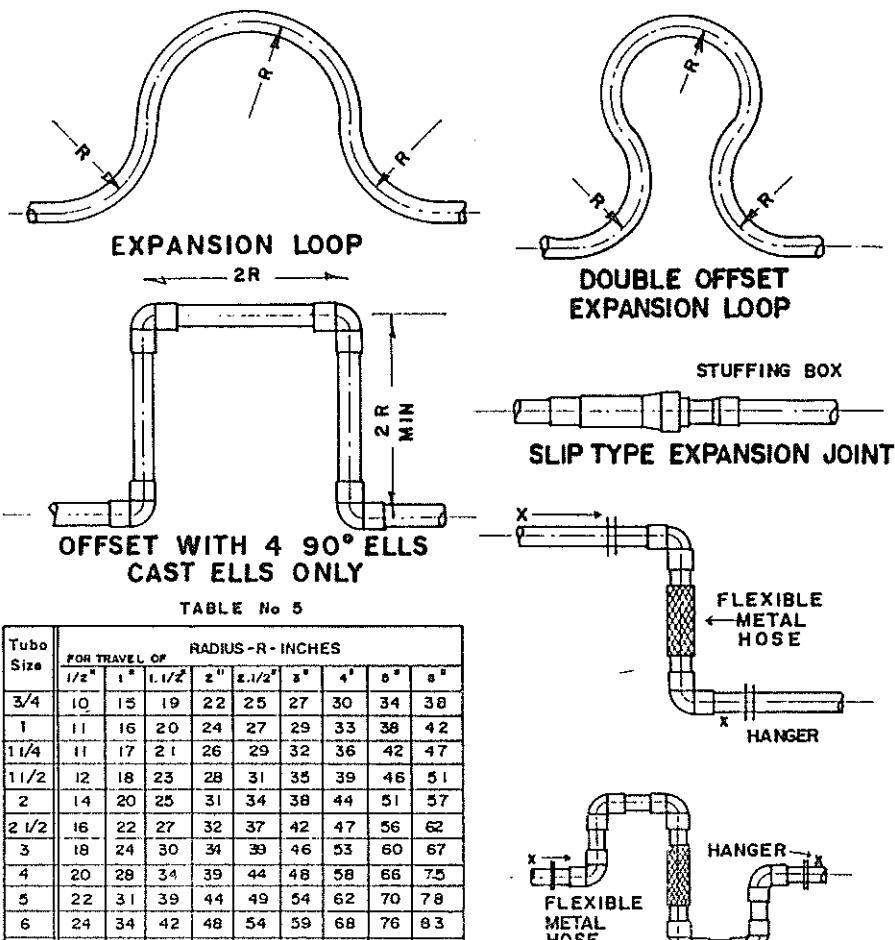
**Garantía :** Tanque de almacenamiento

5 Años

**Certificada :** Accesorio

1 Año.

## JUNTAS DE EXPANSIÓN



Sends to left of heavy line can be made from 200 or less of tubing. All bends made from type K tubing.  
Bends requiring more than 20' tubing are made in sections and disassembled with couplings or flanges.

METAL HOSE EXPANSION JOINTS INSTALLED 90° TO DIRECTION OF EXPANSION

**SPECIFICATIONS AND DATA**  
**A.S.M.E. CONSTRUCTION**  
**COLUMBIA BOILER COMPANY**

MODELO N°		CALENTADORES DE AGUA				
RATINGS	WHL30	TWHL30	TWHL32	TWHL36	TWHL40	TWHL48
Input-Gals. per Hr.	2.50	3.50	4.50	5.50	7.00	9.00
BTU per Hr.	350,000	490,000	630,000	770,000	980,000	1,260,000
Heating Surface - Sq.Ft.	65.0	65.0	90.0	110.0	120.0	182.0
Combustion Volume Cu. Ft.	10.8	10.8	13.8	13.8	18.0	26.5
Water capacity - Gals.	80	80	90	94	118	160
Tankless Water Heater Size N°	9	(2)9	(2)8	(2)7	(2)7	(2)10
Tankless Water Heaters Connections	1"	1"	1"	1"	1"	1"
N° of Tankless Water Heaters	1	2	2	2	2	2
Gals. per minute 80°F Rise	7	9.7	12.6	15.4	19.4	25.0
Gals. per minute 100°F Rise	5.5	7.8	10.1	12.3	15.6	20.0
Gals. per Hr. 80°F Rise	420	580	750	920	1160	1500
Gals per Hr. 100°F Rise	330	470	610	740	940	1200
Mixing Valve Size	1"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	2"	2"
Header Size	1"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	2"	2"
HEATER DIMENSIONS						
Height	56"	56"	60"	60"	66"	66"
Width	30"	30"	30"	30"	32"	32"
Length	30"	30"	35"	40"	40"	48"
JACKET DIMENSIONS						
Height	57"	57"	61"	61"	67"	67"
Width	32"	32"	32"	32"	34"	34"
Length	32"	32"	37"	42"	42"	50"

MODELO N°	CALENTADORES DE AGUA					
MISCELLANEOUS DIMENSIONS	WHL30	TWHL30	TWHL32	TWHL36	TWHL40	TWHL48
Plate Thickness	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"
Flue outlet	10"	10"	10"	12"	12"	14"
Flue outlet to Floor	42"	42"	43"	43"	50"	50"
Shimney Size	10"x10"x30"	10"x10"x30"	12"x12"x30"	12"x12"x30"	12"x12"x30"	14"x14"x30"
Supply Line	1"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	2"	2"
Water Line to Floor	51'	51'	53"	53"	60"	60"
Firebox Width	18"	18"	18"	18"	22"	22"
Firebox Length	19"	19"	24"	24"	30"	38"
Bumer Opening	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"
Bumer Opening to Flor	10"	10"	10"	10"	12"	12"
Shipping Weight Approx.	1680 lb	1680 lb	1890 lb	2100 lb	2400 lb	2700 lb



# *Capítulo*

**15**

## *Sistemas contra Incendio*

### *INTRODUCCION*

Por lo general prestamos poca o ninguna atención a las cosas que no vemos o usamos con cierta frecuencia y muchas veces a las que empleamos a diario, pero no por ello dejan de tener la importancia que tienen.

Tratándose de instalaciones sanitarias interiores, como proyectista o constructores con frecuencia se nos comenta : “¿para qué sirve un sistema contra incendio, si casi nunca lo usamos”?

A fin de enfocar adecuadamente este tema, y seguir una secuencia lógica, nos haremos y responderemos las siguientes preguntas : ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Cómo?

#### *1. ¿Que vamos a combatir?*

Al hablar de incendios nos referimos implícitamente al FUEGO, y para comprender mejor los medios y sistemas de que nos valemos para su combate es conveniente recordar que los componentes principales del fuego son :

- ❖ Calor
- ❖ Materias combustibles
- ❖ Materias comburentes

## *2. ¿Por qué combatimos un incendio?*

Indudablemente que la respuesta es obvia : para proteger la vida y propiedad privada o colectiva.

La protección contra incendios se hace más necesaria cuanto más riesgo de incendio exista y mayor sea el valor de la propiedad a proteger.

## *3. ¿Cómo nos protegemos de un incendio?*

La protección contra incendios se enfoca bajo dos aspectos definidos :

- a. Prevención
- b. Combate

El primer aspecto corresponde a las medidas preventivas relativas a requisitos arquitectónicos y de ocupación, así como de construcción e instalaciones electro-mecánicas, estipulados por la legislación existente y otros del **REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES**. Por lo que escapa a los alcances de nuestro tema.

El segundo aspecto, **COMBATE**, relativo a los medios y sistemas para combate de incendios en el interior de edificaciones, corresponde al campo de instalaciones sanitarias por ser el agua el elemento más empleado; y por involucrar conceptos de salud.

### **1.0 MATERIAS EXTINTORAS**

Se mencionó al inicio de la presente exposición que la combinación de calor, materias combustibles y comburentes, en circunstancias favorables, produce el fuego, por lo que para su extinción las materias combatientes deben producir dos efectos principales : refrigerar y restar el oxígeno necesario para la combustión.

Estos efectos se logran mediante el empleo de algunas de las siguientes materias extintoras :

**Agua.**

Es el elemento más usado (y barato). Se emplea para combatir, principalmente, el fuego de sustancias vegetales sólidas y de alcoholes. No es recomendable su uso para apagar incendios de sustancias líquidas y semisólidas como aceites, grasas y minerales.

Su empleo es PELIGROSO en casos de incendios en centrales y circuitos eléctricos y gases, así como de carburo, algunos metales como el aluminio, magnesio.

No se debe emplear en casos de incendio de algunos minerales como el potasio, sodio y cal.

En general, el empleo del agua presenta inconvenientes por el deterioro que causa en mercaderías, libros, cuadros, etc. En estos casos es preferible el uso de otra materia extintora.

**Agua con adición de sales. (Bicarbonato de sodio, cloruro de sodio, sulfato de alúmina).**

Posee mejores cualidades extintoras que el agua sola, ya que requiere de mayor calor para ser evaporada; además, forma incrustaciones y desprende ácido carbónico, que como veremos más adelante es otra materia extintora.

**Vapor de agua.**

Su empleo presenta ventajas sólo en el caso de sofocar incendios en locales cerrados.

No es recomendable en incendios de aceites, grasas y minerales.

**Gases extintores.**

Algunos gases como el del ácido carbónico y el nitrógeno son eficaces en locales cerrados y empleando los gases a presión.

**Arena, tierra, cenizas.**

Se emplean para extinguir incendios de sustancias semisólidas como alquitrán, asfalto y líquidos inflamables como la gasolina, etc.

**Polvos extintores.**

Algunos polvos como bicarbonato de sodio, tierra de infusorios, polvo de ladrillo, etc, tienen un uso similar al de arena, tierra o cenizas. Combina-dos con ácido carbónico y a presión son más eficaces.

**Tetracloruro de carbono.**

Es líquido, de bajo punto de ebullición. Sus vapores son más pesados que el aire. Su uso es más apropiado para combatir incendios de aceites minerales y circuitos eléctricos.

Es **PELIGROSO** en lugares cerrados pues al descomponerse produce gases venenosos.

**Bromuro de metilo.**

Sus vapores son 3 veces más pesados que el aire, pero no son venenosos. Se emplea usualmente en los extintores manuales, por no precisar de agente impulsor.

**Espuma química.**

Se obtiene por mezcla de agua y polvos de espuma.

**Nieve carbónica.**

Es el ácido carbónico líquido. Su empleo refrigerará el foco de incendio e impide el acceso de oxígeno del aire.

Es recomendable para cualquier tipo de incendio, especialmente de aceites e instalaciones eléctricas.

**2.0 SISTEMAS USUALES DE COMBATE CONTRA INCENDIO.**

Para el combate contra incendios se hace imprescindible el uso de MATERIAS EXTINTORAS, mediante alguno de los siguientes sistemas :

- ❖ Tuberías alimentadoras y mangueras con pitones (boquillas).
- ❖ Tuberías alimentadoras y distribuidoras con rociadores automáticos.
- ❖ Extinguidores manuales.

## 2.1 *Tuberías alimentadoras y mangueras con boquillas.*

**2.1.1 Tipo seco.** Se denomina así a los sistemas en los que las tuberías sólo se llenan de agua durante el combate contra un incendio. Este tipo se usa generalmente cuando hay riesgo de congelamiento del agua en las tuberías, con la condición de poder disponer del agua en el momento oportuno. También se emplea cuando hay riesgo de fugas indeseables.

Normalmente se diseña un sistema del tipo seco cuando no hay caudal y/o presión suficientes en el abastecimiento y equipos hidro-neumáticos para suministrar el caudal y presión deseados.

También se puede diseñar un sistema del tipo seco aun en el caso de que las tuberías alimentadoras estén abastecidas por un tanque elevado, pero con adición de elementos que permitan el llenado de las tuberías sólo en el momento deseado. Esto se consigue mediante el empleo de válvulas especiales que obturan el ingreso del agua debido a la inyección de aire comprimido en el sistema.

Este último tipo no es muy usado por ser más complicado y normalmente de mayor costo.

Finalmente mencionaremos que el tipo "seco" también se puede denominar, adicionalmente, "de arriba-abajo" o viceversa, según sea el sentido del flujo del agua.

**2.1.2. Tipo húmedo.** Se denomina así a los sistemas en los que las tuberías alimentadoras se encuentran permanentemente llenas de agua.

Este tipo se usa generalmente cuando se desea disponer de agua en forma instantánea al operar las mangueras. Se presenta este caso al diseñar los sistemas con tuberías alimentadoras que son abastecidas desde un tanque elevado o desde una cisterna de la que se eleva el agua mediante equipos hidro-neumáticos.

Adicionalmente este tipo se puede denominar "de arriba-abajo" o viceversa, según sea el sentido del flujo del agua.

## 2.2 Rociadores automáticos.

Los sistemas con rociadores automáticos involucran la instalación de dispositivos aspersores, montados en una red de tuberías, espaciados convenientemente, de modo que la descarga de ellos cubra toda la superficie a proteger.

Los rociadores pueden ser de diversos tipos : con boca de descarga abierta, y/o obturada por un elemento fusible o por un termostato.

### 2.2.1. Tipos de sistemas con rociadores automáticos.

Los sistemas provistos de rociadores generalmente comprenden una o más tuberías alimentadoras y una red de tuberías distribuidoras en las que se instalan los rociadores.

#### Sistemas de tipo seco.

Se denominan así a aquellos sistemas en los que las tuberías sólo se llenan de agua (u otra sustancias extintora) al producirse un incendio.

Estos sistemas están controlados por una o más válvulas automáticas termo-sensibles, que al elevarse la temperatura por efecto de un incendio permiten el ingreso del agua (u otra sustancia) a la red de tuberías.

Generalmente en estos casos se emplea el tipo de rociadores con bocas abiertas, pero también podrían utilizarse los otros tipos si se mantiene una cierta compresión de aire en las tuberías, de modo que al abrirse una o más bocas de los rociadores, la caída de presión permite el ingreso del agua al sistema.

#### Sistemas de tipo húmedo.

En estos sistemas las tuberías permanecen normalmente llenas de agua, y son aplicables las consideraciones generales mencionadas relativas a los sistemas de tuberías alimentadoras con manguera.

Los sistemas de rociadores se emplean tanto para proteger el

interior como el exterior de los edificios y cualquiera de los tipos descritos es aceptado por el Reglamento Nacional de Construcciones, el que especifica su uso en almacenes, locales en los que se manufactura materiales combustibles, en playas de estacionamiento, talleres de reparación de automóviles y lugares de reunión (tipo teatros, auditorios, etc.).

### 2.2.2. Características generales.

Las características generales y específicas de estos sistemas varía de un país a otro, según la legislación vigente. En el cuadro N° 2.2.1. se muestra una comparación entre las recomendaciones de la National Board of Fire Underwriters y lo estipulado por el Reglamento Nacional de Construcciones.

**CUADRO N°1**

**Comparación de características de  
sistemas con rociadores**

CARACTERISTICAS	N.B. of F.U.	R.N.C.
Presión mínima en cada rociador	(1)	14 m.c.a.
Gasto por rociador	(1)	1.25 lps.
Distancia máxima entre ramales alimentadores y entre rociadores	2.40 a 3.90	3 a 3.6 mts.
Número máximo de rociadores por ramal	8	8
Rango de temperaturas de fusión de sellos termo sensibles :		
• Tipo ordinario	68 a 74°C	57 a 74°C
• Tipo intermedio	100°C	80 a 100°C
• Tipo resistentes	140°C	121 a 141°C
• Tipo extras resistentes	180°C	162 a 181°C
Separación mínima del techo	10 cms.	30 cms.
Diámetro de los alimentadores	2 1/2" (2)	
Volumen mínimo de almacenamiento	17,000 lts.	20,000 lts.

- Nota(1). El caudal y gasto por rociador quedan implícitos por el dimensionamiento de las tuberías y presión según la altura del tanque elevado.
- (2). Se recomienda : 1 alimentador central para ramal con 8 rociadores, y alimentadores por los extremos para mayor número.

Según las condiciones y disponibilidad de agua en el servicio público, se hará necesario proveer el almacenamiento en cisternas y/o tanques elevados, así como el empleo de equipos de bombeo, o tanques hidro-neumáticos, conduciendo finalmente a la necesidad de diseños con flujo de arriba-abajo o viceversa.

El cálculo no representa mayores problemas, debiéndose tener especial cuidado de verificar las presiones necesarias, así como emplear las especificaciones dadas por los fabricantes para cada caso.

En general, se recomienda **NO ASUMIR** coeficientes ni características sino, repetimos una vez más emplear las especificaciones de los fabricantes de los equipos y accesorios seleccionados.

### *2.3. Instalaciones complementarias*

En todos los casos se deberá proyectar, paralelamente, la instalación de alarmas automáticas gobernadas por elementos termosensibles, de modo que no sólo sea posible indicar la presencia de un incendio, sino localizarlo.

## **3.0 EXTINTORES DE SUSTANCIAS QUIMICAS**

Recordando lo expuesto al iniciar esta conferencia, mencionaremos que el agua no es la única materia extintora, sino la más usual. Por lo tanto en los sistemas anteriormente descritos se puede proyectar el empleo de otras sustancias químicas extintoras, según los requerimientos específicos de cada caso. Es obvio que de hacerlo así, se requerirá de depósitos especiales adecuados a cada materia extintora, así como características específicas en los equipos y accesorios correspondientes.

El empleo más usual de sustancias químicas se efectúa a través de extinguidores manuales portátiles o estacionarios, y su empleo en algunos casos constituye el único medio recomendable en el combate contra incendios.

El Reglamento Nacional de Construcciones contempla su uso en los casos de no alcanzar las presiones requeridas en los sistemas de tuberías, en los pisos más altos, y en aquellos locales donde existan equipos, se almacenen o manipulen y/o manufacturen productos cuyo incendio no pueda controlarse por medio del agua.

### *3.1. Características generales.*

Los extinguidores manuales portátiles de sustancias químicas están constituidos por envases herméticos, de diverso material y tamaño y forma, en los que se encierra a presión la sustancia extintora.

Por lo general se requiere de un elemento que permita la salida de la sustancia contenida, así como para facilitar su dirección hacia el foco del fuego.

Se requiere asimismo, el empleo de un agente impulso-conductor, que usualmente es el aire a presión.

### *3.2. Tipos de extinguidores.*

Existiendo variadas sustancias extintoras, resulta obvio que los diferentes tipos de extinguidores se refieren o denominan según su contenido.

Así, se tiene extinguidores de ácido y sosa, de espuma, de polvo, de tetracloruro de carbono, anhídrido carbónico, de cloruro de calcio y otros.

Finalmente, también se denominan de tipo seco o húmedo, según contenga o no agua.

Su empleo en cada caso depende del tipo de incendio y material en combustión.

#### 4.0 CRITERIOS DE DISEÑO

Existen varios criterios para el diseño de los sistemas de tuberías alimentadoras y mangueras con boquillas, basados principalmente en las características del predio a proteger, del uso que tendrán las instalaciones y de las disposiciones legales existentes.

En general lo que determina el diseño y dimensionamiento son los caudales y presiones requeridos.

De acuerdo a lo expuesto, se puede enumerar 2 criterios principales :

##### 4.1. *Grandes flujos.*

Este criterio se aplica usualmente cuando se diseña sistemas que serán utilizados por el cuerpo de bomberos de una ciudad o personal entrenado en su manejo. Por este motivo, también se denominan "sistemas para uso de bomberos".

Sus características principales se basan en que los diámetros de las tuberías, caudales, volúmenes de almacenamiento y presiones de servicio son elevados y varían de un país a otro según los reglamentos vigentes en ellos.

En vía de comparación, mencionaremos las recomendaciones generales del "NATIONAL BOARD OF FIRE UNDERWriters" (USA) y lo especificado en el Título X, Capítulo III, Art. 12.3 del Reglamento Nacional de Construcciones vigente en el Perú.

## CUADRO N° 2

**Comparación entre recomendaciones del  
National Board of Fire  
Underwriters y lo estipulado por el  
Reglamento Nacional de  
Construcciones (X-III-12.3)**

CARACTERISTICAS	N.B. of F.U.	R.N.C.
Gasto mínimo por alimentador	16 lps.	16 lps.
Presión mínima en el punto de conexión de manguera más desfavorable.	35 mts.	35 mts.
Diámetro mínimo de los alimentadores en edificaciones de hasta 6 pisos o 22 mts. de altura.	4"	4"
• en más de 6 pisos	6"	6"
Diámetro mínimo de manguera.	2 1/2"	2 1/2"
Longitud máxima de manguera.	15 mts.	60 mts.
Pitones (boquillas o nozzles)	1 1/8"	1 1/8"
Volumen de almacenamiento :		
• Mínimo en cisterna (1)	56,400 lts.	28,700 lts.
• Mínimo en tanque alto (2)	18,900 lts.	11,900 lts.
Alcance efectivo del chorro	9 mts.	-
Presión máxima.		100 lbs."/2

**Nota (1).** Las recomendaciones de la National Board of Fire Underwriters indican que pueden funcionar 2 mangueras simultáneamente, con un caudal de 8 lps. c/u, durante 1 hora.

El Reglamento Nacional de Construcciones indica que pueden funcionar 2 mangueras con un caudal de 8 lps. c/u, durante 1/2 hora.

**(2).** El Reglamento Nacional de Construcciones, en el Título V,

Capítulo II, Art. 15.6, indica que cuando se proyecta más de un alimentador el volumen mínimo debe ser de 19,000 lts., pues supone el funcionamiento simultáneo de 2 mangueras con un caudal de 8 lps. c/u durante 12 1/2 minutos.

#### **4.2 Pequeños flujos.**

Este criterio se aplica usualmente cuando se diseña sistemas que pueden ser operados por los ocupantes de un edificio, y se denomina también "de primera ayuda".

Sus características principales : diámetros, caudales, volúmenes y presiones de servicio son menores que en el caso anterior, y varían según los reglamentos existentes en cada país.

De manera similar que en el caso 4.1, indicaremos las recomendaciones generales de National Board of Fire Underwriters y lo estipulado por el Reglamento Nacional de Construcciones (X - III - 12.2), según el cuadro N° 1.3.2.

#### **CUADRO N° 3**

**Comparación entre recomendaciones del  
National Board of Fire Underwriters y lo  
estipulado por el Reglamento Nacional de Construcciones  
para el caso de "pequeños flujos" (X-III-12.2)**

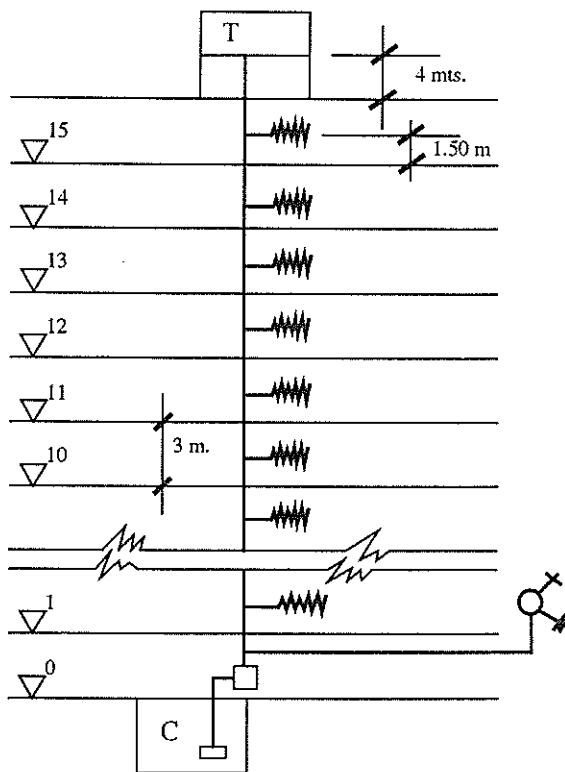
CARACTERISTICAS	N.B. of F.U.	R.N.C.
Gasto mínimo por alimentador (1)	6.33 lps.	6 a 8 lps.
Presión mínima en el punto de conexión de manguera más desfavorable (2)	17.6 mts.	10 mts.
Diámetro mínimo de alimentador (3)	4"	2 1/2"
Longitud máxima de manguera	15 mts.	45 mts.
Pitones (4)	1 1/8"	1/2" a 3/4"
Volumen de almacenamiento :		
• mínimo en cisterna	56,400 lts.	
• mínimo en tanque alto (5)	11,300 lts.	15,000 lts.
Alcance efectivo del chorro	9 mts.	7 mts.

- Notas**
- (1) El Reglamento Nacional de Construcciones indica que cuando se proyecta alimentadores con capacidad para 6 lps., las mangueras no tendrán más de 20 mts. de longitud, si se proyecta alimentadores con capacidad para 8 lps. las mangueras podrán tener hasta 45 mts. de longitud.
  - (2) El Reglamento Nacional de Construcciones, admite que si en los pisos más altos no alcanza esta presión, se emplearán en ellos extinguidores de sustancias químicas.
  - (3) El Reglamento Nacional de Construcciones indica este diámetro mínimo en ciudades que cuentan con cuerpo de bomberos.
  - (4) El Reglamento nacional de Construcciones indica que mangueras de menos de 20 mts. podrán ser de 1 1/2" y entre 20 mts. y 45 mts. el diámetro mínimo será de 2".
  - (5) Es importante indicar que el nuevo Reglamento S-200, estipula que el sistema contra incendio es obligatorio, cuando el edificio tenga más de 15 m. de altura.
  - (6) Se instalarán sistemas de tuberías en las plantas industriales, edificios de más de 50m. de altura.
  - (7) Se instalarán bocas de incendio del tipo "Siamés", en sitio accesible de la fachada del edificio, para conexión de las mangueras de bomberos.
  - (8) En el caso de fábricas y edificios de más de 50m. de altura, el almacenamiento de agua para combatir incendios no será menor de 40m<sup>3</sup>.

#### **ANEXO "A"**

Ejemplo de cálculo de un sistema contra incendio, por tuberías alimentadoras con mangueras.

Supongamos un edificio a construir en Lima, de 15 pisos de altura en el que cada piso tiene 3 mts. (inclusive el sótano).



Por simplicidad del dibujo, omitiremos detalles de accesorios y válvulas, suponiendo que las longitudes incluyen la longitud quievalente por pérdida de carga en ellos (1).

Supondremos también, que se desea proyectar el tipo de pequeños flujos, es decir, para uso por los ocupantes del edificio y que es suficiente un alimentador con manguera de 20 mts. de longitud.

En base a lo estipulado por el Reglamento Nacional de Construcciones emplearemos los siguientes datos :

Q Alimentador	:	6 lps.
Q por manguera	:	3 lps.
Presión mínima	:	10 mts.
Ø alimentador	:	2 1/2"

**Nota(1)** Se asume la pérdida de carga por longitud equivalente **SOLO POR RAZONES EXPOSITIVAS**. La pérdida de carga en válvulas y accesorios se debe calcular **EN TODOS LOS CASOS**.

Es evidente que sólo se alcanzará la presión mínima de 10mts. por debajo del piso 14, pero para determinar desde que piso se podrá operar el sistema, es necesario considerar las pérdidas de carga desde la salida del tanque hasta la boquilla.

- a. **Presión al nivel de conexión de manguera en el piso 13.**  
Desnivel entre el tanque y el punto de conexión de manguera en el piso 13: 11.50 mts.
- b. **Pérdida de carga por fricción en tuberías : Tramo T-13.**  
Para Q - 6 lps.; Ø; 2 1/2"; LT-13 : 15 mts. S : 10%  
luego : Hf T-13 : 10 x 15/100 : 1.50 mts.
- c. **Pérdida de carga en la manguera. (1)**  
Para Q; 3 lps.; Ø : 1 1/2"; LN; 20 mts.  
V; 3 m/s y S : 33%  
luego : Hfm : 33 x 20/100 : 6.60 mts.
- d. **Pérdida de carga en la boquilla.**

$$\text{Se calcula por la fórmula : } P_{cb} = \frac{(1 - 1)}{(2) -} \times \frac{V^2}{2g}$$

$$C_v$$

Reemplazando en ella : CV : 0.85 (asumido para boquilla de 1 1/8").  
Se obtiene Pcb; 0.20 mts.

Por lo tanto la pérdida de carga total, desde el tanque hasta la boquilla en el piso 13 : 1.50 + 6.60 + 0.20 = 8.30 mts.

La presión de salida en la boquilla, en este piso será : 3.20 mts.  
 Debiendo tenerse una presión mínima de 10 mts. se podrá operar el sistema recién a partir de 18.30 mts. por debajo del tanque alto, o sea del piso 10 hacia abajo.

e. **Verificación de la presión en el piso 10.**

Carga disponible : 20.50 mts.

Pérdida de carga en tuberías :

Para Q; 6 lps.; Ø : 2 1/2"; LT-10 : 27.4 mts.

S : 10% Luego HFT-10 : 2.74 mts.

Pérdida de carga en la manguera : 6.60 mts.

Pérdida de carga de la boquilla : 0.20 mts.

Pérdida de carga total desde el tanque a la boquilla : 9.54 mts.

Por lo tanto : Presión de salida : 20.50 - 9.54 : 11.0 mtca. (OK).

**Nota(1)** Se deberá tener en cuenta el coeficiente de rugosidad correspondiente y/o emplear las fórmulas de Sander :

Para mangueras de lona :

$$H_f; \frac{4LV^2}{10000} \left( 0.71105 - \frac{0.03397}{V} \right) L \text{ en mts.}$$

V en m/s.

Para mangueras de goma :

$$H_f; \frac{4LV^2}{10000} \left( 0.44849 - \frac{0.03256}{V} \right) D \text{ en mts.}$$

Los resultados anteriores implican que en los pisos 11 a 15 se proyecte la utilización de extinguidores manuales en base a sustancias químicas.

De ser necesario que en esos pisos se proyecte el uso de mangueras, se haría imprescindible proveer la instalación de equipos de bombeo y diseñar el sistema para flujo de abajo hacia arriba.

En este caso, la determinación de la potencia del equipo se debe efectuar considerando en la altura dinámica total, todas las pérdidas de carga hasta la boquilla más desfavorable.

Así, se tendría (para el caso y supuesto anteriores) :

- ❖ Desnivel Sótano último piso : 48 mts. (supuesto que incluye altura de succión).
- ❖ Longitud total : 64 mts. (incluida pérdida de carga equivalente).
- ❖ Pérdida de carga en tuberías : 6.40 mts.
- ❖ Pérdida de carga en manguera : 6.60 mts.
- ❖ Pérdida de carga en boquilla : 0.20 mts.
- ❖ Presión mínima requerida : 10 mts.
- ❖ Altura dinámica total : 63.20 mts.

**Nota(2)** Para este cálculo se ha asumido el coeficiente de velocidad para tamaño de boquilla de 1 1/8". Para efectuar el cálculo de pérdida de carga en boquillas es INDISPENSABLE OBTENER DEL FABRICANTE EL VALOR CORRESPONDIENTE A CADA CASO.

Como referencia se incluye el cuadro N° 4, que muestra resultados de experiencias de lanzamientos efectivos contra incendios, expuestos por John R. Freem en la New England Waterworks Association.

## CUADRO N° 4

## LANZAMIENTOS EFECTIVOS CONTRA INCENDIOS

Con manguetas standard de 30 mt. de longitud									
Boquillas	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"					
Presión en la toma (Kg./cm <sup>2</sup> )	2.2	3.3	4.6	5.3	6.0	2.4	4.0	4.6	5.6
Presión en la boquilla (Kg./cm <sup>2</sup> )	2.1	3.5	4.2	4.9	5.6	2.1	3.5	4.2	4.
Alcance vertical (mts.)	15	20	22	23	24	15	22	23	25
Alcance horizontal (mts.)	11	15	16	21	19	13	17	19	20
Descarga Q l/seg.	5.7	7.3	8.0	8.7	9.3	7.8	10.0	11.0	11.8
							12.7	10.2	13.1
								14.4	15.5
								16.6	13.0
								18.3	18.3
								19.5	21.1

Fuente :

Manual del Arquitecto y del Constructor  
 Kiddie - Parker  
 Urthea - 1959

## ANEXO "B"

Ejemplo (simplificado) de cálculo de un sistema contra incendio con rociadores automáticos.

Por razones expositivas tomaremos los mismos datos del ejemplo anterior.

La diferencia básica en el cálculo de tuberías, con respecto al tipo de montantes y mangueras, radica que en vez de la pérdida de carga en éstas, se considera la pérdida de carga en el sistema de tuberías que alimentan a los rociadores.

Requiere especial atención la verificación de la presión mínima requerida por los rociadores ubicados en el punto más alejado de la tubería alimentadora (montante).

Asumiendo para uno de los ambientes a proteger (todos iguales) que se requiere instalar 6 ramales (espaciamiento entre ellos de 3 mts.) con 3 rociadores cada uno :

Considerando :

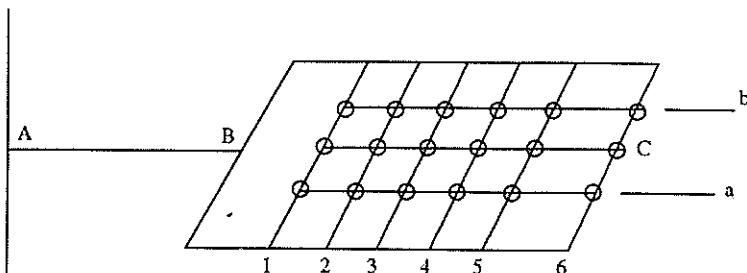
$\varnothing$  rociador : 1.25 lps.

Presión mínima 14 mts.

Caudal total requerido :

$$1.25 \text{ lps.} \times 18 = 22.5 \text{ lps.}$$

Si se diseña distribución simétrica se tendrá punto de equilibrio en C y calcularemos como ramal abierto.



TRAMO Q	Primer Ajuste				Segundo Ajuste		
	L	Q1	S1 m/m	h7 1 <sub>mt.</sub>	02	S2 m/m	h7 2 <sub>mt.</sub>
a - c	0.63	3	1"	0.13	0.39	1"	0.13
b - a	1.88	3	1"	0.85	2.55	1 1/4"	0.29
5 - 6	1.88	3	1"	0.85	2.55	1 1/4"	0.29
4 - 5	3.75	3	1 1/4"	0.90	2.70	1 1/2"	0.38
3 - 4	5.63	3	1 1/4"	2.1	6.30	1 1/2"	0.95
2 - 3	7.50	3	1 1/2"	1.4	4.20	2"	0.36
1 - 2	9.38	3	2"	0.54	1.62	2"	0.55
B - 1	11.25	3	2 1/2"	0.90	2.70	3"	0.37
H7 TOTAL				25.26			10.71

Se podrá continuar afirmando el cálculo, pero por razones expositivas, aceptaremos como satisfactorio el segundo ajuste.

En este caso, es evidente que sólo se podría alcanzar la presión mínima requerida, a partir del 8º piso hacia abajo, cuando el sistema se diseña con flujo de arriba hacia abajo.

#### Verificación de la presión mínima.

Carga disponible : 25 mts.

Pérdida de carga en la montante.

Para       $Q = 22.5 \text{ lps.}$

$\varnothing = 6"$ (Por R.N.C.)

$S = 0.015 \text{ m/m}$

$L = 25 \text{ mt.}$

Luego  $H_7 = 0.015 \times 25 = 0.38 \text{ mts.}$

Pérdida de carga en el piso 8º = 10.71 m.

Pérdida de carta total = 11.09 mts.

Presión sobre el rociador más desfavorable :  $25 - 11 = 14 \text{ mts. (OK).}$

De ser imprescindible proyectar en los pisos superiores el Sistema con rociadores, necesariamente se diseñaría el Sistema con equipos de bombeo y/o hidroneumáticos.

### RECOMENDACIONES GENERALES

- ❖ Por lo manifestado a lo largo de toda esta exposición, se concluye que se puede presentar muchas variantes y casos, de modo que cada uno de ellos debe merecer un profundo estudio, a fin de escoger entre las posibles soluciones **UNA SOLUCION VIABLE**, y de todas las alternativas de ella adoptar la más conveniente u **OPTIMA**.
- ❖ En todos los casos, es recomendable poner especial atención al **MANTENIMIENTO Y PRUEBAS PERIODICAS**, a fin de que los Sistemas proyectados se acompañen de recomendaciones especiales en este sentido ya que sería grave que fallara un Sistema en el momento necesario.
- ❖ Finalmente, y como complemento de cualquier Sistema, se debe prever la instalación de alarmas automáticas, de modo que no sólo se indique la presencia de un incendio, sino también su localización.

## ANEXO "C"

## BIBLIOGRAFIA

1. Reglamento Nacional de Construcciones - Decreto Ley N° 17784 y otros.
2. "Manual del Arquitecto y del Constructor" - Kidder - Parker. Ed Uthea.
3. "Plumbing" - Babbit - Ed. Mc Graw-Hill.
4. "Instalaciones en los edificios" - Gay-Faucett - Mc Guiness-Ed.Gustavo Gili S.A.
5. "Manual de Hidráulica" - Acevedo netto-Ed. Edgar Blücher.
6. "Manual del Ingeniero" - Hüte - Ed. Gustavo Gili S.A.
7. "Instalaciones sanitarias en un edificio de uso múltiple" - Tesis de grado C. Manzur.
8. National Plumbing Code - Vincent T. Manas - Mc Graw-Hill.



# *Capítulo*

**16**

## *Desinfección de Redes, Cisternas, Tanques Elevados*

Después que la red interior de agua potable o cualquier parte de ella haya sido instalada y/o reparada, deberá ser desinfectada, tal como se indica a continuación, antes de ser puesta en servicio.

### ***DESINFECCION DE TUBERIAS***

Una vez instalada y probada hidráulicamente toda la red, ésta deberá ser desinfectada con cloro.

Previamente a la clorinación, es necesario eliminar toda suciedad y materia extraña, para lo cual se inyectará agua por un extremo y se le hará salir al final de la red.

Para el caso de usar en la desinfección cloro líquido, se aplicará una solución a gas o cloro directamente de un cilindro, con aparatos adecuados para controlar la cantidad inyectada y asegurar la difusión efectiva de toda la tubería. Será preferible usar el aparato clorinador de solución.

El punto de aplicación será de preferencia al comienzo de la tubería y a través de una llave "Corporación".

En la desinfección de la tubería por compuestos de cloro disuelto, se podrá usar compuesto de cloro tal como hipoclorito de calcio o similares, cuyo contenido de cloro sea conocido.

Se podrá aplicar la fórmula para calcular la cantidad de compuesto que figura para desinfección de cisternas y tanques.

Para la adición de estos productos se usará una solución en agua, la que será inyectada o bombeada dentro de la nueva tubería y en una cantidad tal que dé un dosaje de 50 p.p.m como mínimo.

El período de retención será por lo menos de 3 horas. Al final de la prueba, el agua deberá tener un residuo de por lo menos 5 p.p.m de cloro. Durante el proceso de la clorinación todas las válvulas y otros accesorios serán operadas repetidas veces, para asegurar que todas sus partes entren en contacto con la solución de cloro.

Después de la prueba, el agua con cloro será totalmente expulsada llenándose la tubería con el agua dedicada al consumo.

## ***DESINFECCION DE CISTERNAS Y TANQUES ELEVADOS***

Antes de realizar el enlucido o acabado final , se llenarán con agua las estructuras de cisternas o tanques elevados a fin de detectar filtraciones y anomalías en las paredes y fondo. En el caso de estructura de concreto, de preferencia, se vertirá cal en la proporción de 1 kg. por m<sup>3</sup> de agua, con el fin de llenar los intersticios de los muros. Una vez detectadas las filtraciones, se desaguará la estructura y se realizarán los resanes, rellenos y enlucidos.

La impermeabilización, si es necesario, se realizará mediante aditivos, de acuerdo a lo especificado por los fabricantes.

La desinfección se realizará de la siguiente manera:

1. Lavar las paredes de la cisterna o tanque elevado con una escoba o cepillo de acero, usando una solución concentrada de hipoclorito de calcio (150 a 200 p.p.m.).
2. Abrir la válvula de ingreso de agua a la cisterna de tanque elevado hasta llenarlo y luego cerrar dicha válvula.

Por el buzón de inspección verter una solución concretada (150 a 200 p.p.m.) de hipoclorito de calcio, de modo que el agua contenida en el reservorio quede con una concentración de 50 p.p.m. de cloro.

3. Dejar que el agua permanezca en el reservorio durante 12 horas. Durante este tiempo accionar repetidamente las válvulas, de modo que éstas y los accesorios también tomen contacto con el desinfectante.
4. Evacuar todo el agua del reservorio.  
Fórmula para el cálculo compuesto a usarse:

$$\text{Grs} = \frac{P \times V}{\% \text{Cl} \times 10}$$

Donde:

Grs. = Peso en gramos del compuesto a usarse  
P = p.p.m. de la solución a prepararse  
V = Volumen de agua en el Reservorio en litros  
% Cl = % de cloro disponible en el compuesto.

**Nota:** Copia del Reglamento Nacional de Construcciones. Título X. Instalaciones Sanitarias. Pag. 144





# *Capítulo*



**17**

## *Agua para Riego*

### **I. ASPECTOS GENERALES**

En el diseño de Instalaciones Sanitarias en Edificaciones, existen grandes áreas verdes, las cuales necesitan agua para sobrevivir.

El sistema que se emplea mayormente es el directo de la red de agua proveniente de la red pública, aunque hay casos en que por diversas razones esto no puede realizarse y el sistema de riego debe realizarse formando parte del sistema de distribución de agua de la edificación. Es decir siempre que sea posible el proyectista debe procurar un sistema independiente.

En los casos de que esto no se pueda conseguir, hay que darle mayor amplitud a la cisterna, y para ello se aumenta su capacidad en 2 litros/m<sup>2</sup>/día del área verde a regarse.

El riego de áreas verdes pueden hacerse de las siguientes maneras:

1. Con puntos de Conexión (Llaves de Riego) de mangueras, instaladas con sus correspondientes válvulas de compuerta.
2. Con rociadores o aspersores.

### **II. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE RIEGO CON PUNTOS DE AGUA PARA MANGUERAS**

El Reglamento Nacional de Construcciones en su NTE. S-200 (Pag. 39), de la siguiente tabla:

TABLA N° 36

Diámetro Manguera	Longitud Máxima m.l.	Área de Riego m <sup>2</sup>	Gasto 1 p.s.
15 mm. (1/2")	10	100	0.2
20 mm. (3/4")	20	250	0.3
25 mm. (1")	30	600	0.5

Los espaciamientos entre llaves de mangueras (puntos) serán:  $S = 1.4 L$ , donde  $L$  = longitud de manguera

### III. DISEÑO DE INSTALACIONES DE RIEGO CON ROCIADORES O ASPERSORES FIJOS O ROTATORIOS

Se resumen en el siguiente cuadro:

ASPECTO	ROCIADORES O ASPERSORES FIJOS	ROCIADORES O ASPERSORES ROTATORIOS
1. Diámetro mínimo Alimentación de cada Rociador	15 mm. (1/2")	20 mm. (3/4")
2. Presión Mínima en el punto de alimentación de cada rociador	12 m. (0.118 MPa)	20 m. (0.196 MPa)
3. Gasto de cada Rociador	0.06 l/s mínimo	0.10 l/s mínimo

### IV. OTRAS CONSIDERACIONES

1. Las instalaciones de riego podrán ser operadas por secciones, mediante adecuada instalación de válvulas de compuerta.

2. Los mecanismos de riego deberán estar provistos de dispositivos adecuados, para prevenir posibles conexiones cruzadas por efecto de la existencia de presiones negativas en la red de alimentación.
3. Las válvulas o grifos para conexión de mangueras deberán sobresalir por lo menos 0.15 m. sobre el nivel del piso y provistas de válvulas de compuerta, con sus uniones universales a cada lado, para facilitar el mantenimiento de los grifos.
4. Se prohíbe la colocación de grifos o válvulas en cajas inundables. En este caso debe diseñarse un filtro de grava en el fondo de la caja o a su costado para la percolación del agua.





# *Capítulo*

**18**

## *Desagües Evacuación de Aguas Servidas*

### **I. GENERALIDADES**

La evacuación de las aguas servidas se realiza por medio de un conjunto de tuberías, que deberían cumplir las condiciones siguientes:

1. Evacuar rápidamente las aguas servidas, alejándolas de los aparatos sanitarios.
2. Impedir el paso del aire, olores y organismos patógenos de las tuberías al interior de la vivienda o edificio.
3. Las tuberías deben ser de materiales durables e instaladas de manera que no se provoque alteraciones con los movimientos de los edificios.
4. Los materiales de que están hechas las tuberías deben resistir la acción corrosiva del terreno en que están instaladas y de las aguas que transportan.

### **II. ANALISIS DEL MOVIMIENTO DEL AGUA DESCARGADAS EN LAS TUBERIAS**

En la figura que se presenta, supongamos que se descarga el W.C. del piso superior. El agua de descarga llenará un sector del tubo de bajada formando un verdadero pistón hidráulico, que al bajar comprime todo el aire situado debajo. Esto da lugar a que en las trampas de los aparatos  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  se produzca por la parte interior una presión mayor que la atmosférica, que puede llegar a empujar el agua de la trampa o sifón al interior del aparato perdiéndose el cierre hidráulico, provocándose olores en el interior del cuarto de baño.

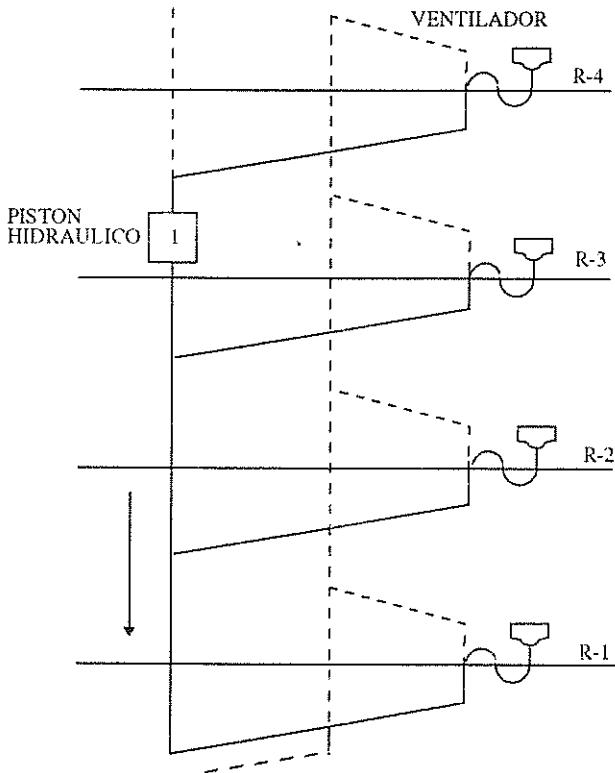
Este fenómeno se llama **sifonamiento por compresión**.

Lo contrario sucederá con el aire que quede en la parte superior, que es enrarecido si el tubo de bajada no termina abierto por su parte superior, prolongado sobre la azotea del edificio o vivienda.

Pero aun estando abierto el tubo, cada vez que el citado pistón hidráulico pasa rápido ante la boca de la derivación de un aparato, aspira el aire de éste, produciendo una depresión de dicho aire que tiende a aspirar el agua del sifón, con peligro de vaciarlo.

Este fenómeno se llama **sifonamiento por aspiración**.

Por último, otro fenómeno que puede tener lugar es el llamado **autosifonamiento**, o sea sifonamiento de un aparato debido a la descarga del mismo.



Puede ocurrir también que cuando la derivación de descarga del aparato es muy larga y de poca succión, entonces el agua, antes de pasar a la bajada general, puede llenar completamente la tubería de la derivación, produciendo tras ella una aspiración que absorbe la última parte del agua descargada que debía quedar en la trampa o sifón para formar el cierre hidráulico.

Para evitar estos fenómenos de sifonamiento hay que disponer de una red de ventilación, que implica que se produzca en las trampas o sifones las sobrepresiones citadas, motivo de las descargas de aquellos.

### **III. PARTES DE QUE CONSTA UNA RED DE EVACUACION**

Consta de las siguientes partes:

1. Tuberías de Evacuación propiamente dichas
  - 1.1 Derivaciones
  - 1.2 Columnas y Bajantes
  - 1.3 Colectores
2. Sifones o Trampas
3. Tuberías de Ventilación

Las **derivaciones** son las que enlazan los aparatos sanitarios con las columnas o bajantes.

Las **columnas y bajantes** son las tuberías de evacuación verticales.

Los **colectores** son las tuberías horizontales que recogen el agua servida al pie de las columnas o bajantes, así como de las derivaciones en caso de viviendas o fábricas de un sólo piso y la llevan a la red de alcantarillado público o exterior.

### **IV. DERIVACIONES**

Pueden ser **simples**, cuando sirven a un solo aparato, y **compuestas**, cuando sirven a varios aparatos. En el primer caso el diámetro depende del tipo de aparato; en el segundo varía con la pendiente y el número de aparatos

servidos, de acuerdo a las unidades de peso.

Las tuberías son generalmente de PVC o Fierro Fundido. Las pendientes de las derivaciones serán uniformes y no menores del 1% en diámetros de 4" y mayores, y no menores de 1.5% en diámetros de 3" o menores.

Los emplames entre ramales y derivaciones se harán a un ángulo de 45°, salvo que se hagan en un buzón o caja de registro.

Las dimensiones de los ramales de desagüe, montantes y colectores se calcularán tomando como base el gasto relativo que puede descargar cada aparato. Se da la tabla siguiente de Unidades de Descarga (Reglamento Nacional de Construcciones):

TABLA N° X-IV-3.1

Tipos de Aparato	Diámetro Mínimo de la Trampa	Unidades de Descarga
Tina	1-1/2"-2"	2-3
Lavadero de Ropa	1-1/2"	2
Bidet	1-1/2"	3
Ducha Privada	2"	2
Ducha Pública	2"	3
Inodoro (W.C. con Tanque)	3"	4
Inodoro (W.C. con Válvula)	3"	8
Lavadero de Cocina	2"	2
Lavadero con Triturador de desperdicios	2"	3
Bebedero	1"	1/2
Sumidero	2"	2
Lavatorio	1-1/4" - 1-1/2"	1-2
Urinario de Pared	1-1/2"	4
Urinario de Piso	3"	8
Urinario Corrido	3"	4
Cuarto de Baño (W.C.) con tanque	-	6
Cuarto de Baño Completo (con W.C. de Válvula)	-	8

Para el cálculo de las Unidades de Descarga de aparatos no incluidos en el cuadro anterior, puede utilizarse la tabla siguiente, basada en el diámetro del tubo de descarga del aparato:

**TABLA N° X-IV-3-II  
UNIDADES DE DESCARGA PARA APARATOS  
NO ESPECIFICADOS**

Diámetro de la Tubería de Descarga del Aparato	Unidades de Descarga Correspondientes
1-1/4" o menor	1
1-1/2"	2
2"	3
2-1/2"	4
3"	5
4"	6

Para los casos de aparatos con descarga continua, se calcularán a razón de una unidad por cada 0.03 l/seg. de gasto.

Los colectores son las tuberías horizontales que recogen el agua al pie de las columnas y la llevan a la red de alcantarillado público o exterior.

#### **IV. DERIVACIONES**

Son simples, cuando sirven a un solo aparato; y compuestas, cuando sirven a varios. En el primer caso, el diámetro depende del tipo del aparato; en el segundo, varía con la pendiente y el número de aparatos servidos (de acuerdo a sus unidades de peso). De acuerdo al cuadro adjunto. Son generalmente de fierro fundido.

#### **V. COLUMNAS**

Llamadas también bajantes, son generalmente de PVC o fierro fundido, con lo cual son sólidas y durables. Aunque usualmente no se practica, se recomienda que se anclen por su parte inferior a los colectores horizontales de descarga en

dos formas o se coloca un sifón en la base de cada columna, entre ésta y el colector, o bien se enlazan directamente las columnas con el colector, disponiendo un sifón al final de éste.

El primer sistema tiene la ventaja de que no pasan a las columnas las emanaciones que se producen en el colector, debido a que por su recorrido horizontal se depositan en él fácilmente substancias sólidas, que lleva el agua en suspensión.

Tiene el inconveniente de ser más caro y de que al mantener los cierres hidráulicos en las bases de las columnas facilita la formación de sobrepresiones en la parte inferior de éstas, al descargar el agua. Es frecuente el descargar las columnas en una caja de registro, que permite la inspección de la base de aquella y facilita el enlace con el colector, sobre todo si éste es de distinto material, como ocurre frecuentemente, al disponer colectores de concreto o cemento normalizado.

Las columnas en su parte superior deben prolongarse hasta atravesar la azotea del edificio o casa y dejar abierto su extremo superior, que puede cubrirse con un sombrero, cuyo objeto no es sólo de proteger la columna contra la entrada de cuerpos extraños, sino facilitar por la acción del viento, una aspiración de los gases contenidos en aquella.

Para el cálculo de las columnas o bajadas se adjunta el cuadro correspondiente.

## VI. COLECTORES

Recogen y transportan horizontalmente el agua de las columnas. Los diversos colectores que forman la red horizontal de saneamiento se unen a su vez en un colector final que lleva el agua a la alcantarilla o red exterior de desagües. Los materiales más empleados son **concreto, cemento normalizado, PVC, asbesto cemento y fierro fundido**.

Se debe colocar cajas de registros en los puntos de recibo de bajantes o columnas, en los lugares de reunión de 2 ó más colectores, en los cambios de dirección y cada 15 m. como máximo de longitud de cada colector.

Se pueden calcular de acuerdo a la tabla dada para ramales horizontales y el Reglamento Nacional de Construcciones.

## VII. SISTEMAS

Pueden ser:

**Unitario**, cuando en la misma red se vierten tanto aguas negras como aguas de lluvia.

**Separado**, cuando se tienen dos redes distintas, unas para aguas de lluvia y otra para las aguas negras. Este sistema es el más recomendable.

Con el primer sistema, en lugares lluviosos se tiene a los tubos trabajando llenos con las lluvias, con lo cual la ventilación resulta insuficiente y fácilmente se descargan los sifones.

### DESAGUE EN LOS EDIFICIOS RAMALES HORIZONTALES

Diámetro de Tuberías en Pulgadas	Máximo número unidades de peso que pueden ser conectados a un ramal			
	PENDIENTE			
	0.50%	1%	2%	4%
2			21	26
2 1/2			24	31
3		20	27	36
4		180	216	250
5		390	480	575
6		700	840	1,000
8	1,400	1,600	1,920	2,300
10	2,500	2,900	3,500	4,200
12	3,900	4,600	5,600	6,700

## RAMALES HORIZONTALES Y BAJADAS VERTICALES

Diámetro de Tuberías en Pulgadas	Máximo número unidades de peso que pueden ser conectados a:			
	Ramal Horizontal pendiente mínima	Vertical de tres pisos o menos	Más de tres pisos de altura	
			Total para vertical	Total en un piso
1 1/4	1	2	2	1
1 1/2	3	4	8	2
2	6	10	24	6
2 1/2	12	20	42	9
3	20	30	60	16
4	160	240	500	90
5	360	540	1,100	200
6	620	960	1,900	350
8	1,400	2,200	3,600	600
10	2,500	3,800	5,600	1,000
12	3,900	6,000	8,400	1,500

## *VIII. DE LOS REGISTROS, CAJAS DE REGISTROS Y BUZONES*

Según el Reglamento Nacional de Construcciones, los sistemas de desagüe de aguas negras, de lluvia y residuales industriales deberán estar dotados de cajas de registro, registros o buzones.

Los **registros** serán piezas de fierro fundido o bronce, provistos de tapón en uno de sus extremos. Los tapones de los ingresos serán de fierro fundido o de bronce, de un espesor no menor de 4.8 mm. (3/16"), roscados y dotados de una ranura o un saliente que facilite su remoción.

En conductos menores de 4" de diámetro, los registros serán del mismo diámetro que el de la tubería a que sirven; en los de 4" de diámetro o mayores deben utilizarse registros de 4" como mínimo.

La distancia mínima entre el tapón de cualquier registro y una pared, techo o cualquier otro elemento que pudiera obstaculizar la limpieza del sistema, será de 45 cms., para tubería de 4" o más y de 30 cms. para tubería de 3" o menos.

Los registros deberán colocarse en los sitios que se indican a continuación:

1. Al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe o colector.
2. Cada 15 m., en los conductos horizontales de desagüe.
3. Al pie de cada montante, salvo cuando ella descargue en un colector recto a una caja de registro o buzón distante no más de 10 m.
4. Cada 2 cambios de dirección en los conductos horizontales de desagüe
5. En la parte superior de cada ramal de las trampas "U"

**Las cajas de registro** se instalarán en las redes exteriores de desagüe en todo cambio de dirección, pendiente o diámetro y cada 15 m. de largo en tramos rectos.

Las cajas de registro serán de concreto o de albañilería, con marco y tapa de fierro fundido, bronce o concreto. El acabado final de la tapa podrá ser de otro material, de acuerdo al piso que se instale.

El interior de las cajas de registro será tarajeado y pulido y el fondo deberá llevar medias cañas del diámetro de las tuberías respectivas.

Las dimensiones de las cajas se determinarán de acuerdo a:

1. Los diámetros de las tuberías y
2. Profundidad de la Caja de Registro

Se harán de acuerdo a la tabla N° X-IV-5-1, siguiente:

**TABLA N° X-IV-5-1**

Dimensiones Interiores de la Caja	Diámetro Máximo	Profundidad Máxima
10" x 20"	4"	0.60 m.
12" x 24"	6"	0.80 m.
18" x 21"	6"	1.00 m.
24" x 24"	8"	1.20 m.

Para diámetros mayores de 8" o profundidades mayores de 1.20 m., se deberá utilizar buzones del tipo normal del Ministerio de Vivienda.



# Capítulo

19

## *Disposición Típica para Conexiones de Colectores o Desagües Sistemas de Ventilación de Desagües*

### I. DISPOSICION TIPICA PARA CONEXIONES DE COLECTOR O DESAGUE

#### Trampa.

Es un dispositivo que tiene por objeto evitar que pasen al interior de los edificios las emanaciones procedentes de la red de evacuación; y al mismo tiempo deben permitir paso fácil de los materiales sólidos en suspensión en el agua, sin que aquellas queden retenidas o se depositen obstruyendo la trampa. El sistema usado consiste en un cierre hidráulico. Deben llevar un registro que permita inspeccionarlos.

#### Tipos:

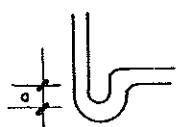
A, B y C, se colocan inmediatos a la salida del tubo de descarga del aparato (lavado, lavadero, etc.).

D, empotrado en el pavimento; adecuado para aparatos cuyo tubo de descarga arranca muy abajo, como en bañeras, duchas, etc.

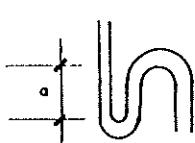
Se emplea mucho como trampa única que recoge varios servicios de un baño E y F, para aguas de lluvia o aguas sucias vertidas sobre el pavimento (patios, lavaderos, garajes, etc.)

G, forman parte del aparato (WC). La cota a indica la altura de agua del cierre hidráulico. A primera vista parece natural para el objetivo de una trampa:

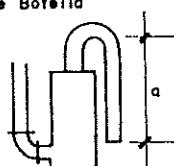
(A) En P



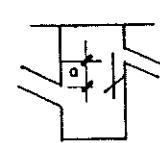
(B) En S



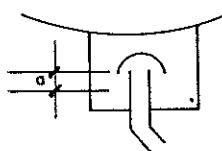
(C) De Botella



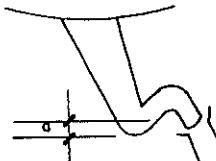
(D) De bote



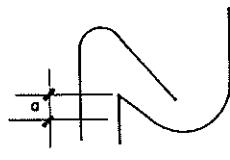
(E) De sumidero



(F) De sumidero



(G) Interno al aparato



1. Aumentar la cota a
2. Aumentar el volumen de agua retenida
3. Hacer más difícil el paso de agua

Sin embargo, cada una de estas operaciones tiene el inconveniente de favorecer la obstrucción de la trampa.

Las pruebas experimentadas demuestran que la cota a no debe ser inferior a 5 cm. para que el cierre hidráulico sea efectivo. Aumentado a, se aumenta las probabilidades de retención de las materias sólidas arrastradas por las aguas negras. Conviene que a no pase de 6 ó 7 cm.

En trampas para aguas de lluvia o aguas sucias sin materiales sólidos y con uso poco frecuente, a debe ser igual o mayor de 10 cm.

El aumentar el volumen de agua no mejora mucho la eficiencia de la trampa y favorece, en cambio, la sedimentación de sólidos al reducir la velocidad del agua. El aumento de volumen por otra parte, compensa en parte la pérdida de agua por evaporación, en trampas usadas con poca frecuencia.

Por lo tanto, se recomienda volúmenes grandes de agua en los casos de aguas de lluvia o aguas sin materias sólidas y uso poco frecuente.

El hacer difícil el paso del agua es quizá lo más efectivo para evitar el fenómeno de sifonamiento, pero no es recomendable, por dificultar el paso de los sólidos a través de la trampa.

Aunque suponga gran costo, se debe instalar red de ventilación para evitar el sifonamiento.

## II. **REDES DE VENTILACION**

Están constituidas por una serie de tuberías que acometen a la red de desagüe cerca de las trampas estableciendo una comunicación con el aire exterior.

Constan de las **derivaciones** que salen de los aparatos y se enlazan a las **columnas** de ventilación.

Las derivaciones horizontales deben tener pendiente para dar salida por los tubos de descarga al agua de condensación que llegue a formarse.

Las columnas deben tener el mismo diámetro en toda la altura. En su extremo inferior se enlazan agua de condensación.

Por la parte alta se prolongan hasta unirse nuevamente con las columnas de descarga por encima del aparato más alto, o bien independientemente hasta atravesar la azotea y salir al exterior.

Cuando se trata de un edificio de mucha altura, los anlaces de la columna de ventilación y la de descarga no deben limitarse al interior y al superior, sino que deben hacerse otros intermedios, pues al descargar los aparatos en columnas altas, se producen, en distintas cotas de la columna, diversos casos de sobrepresión o depresión y aquellos enlaces restablecen el equilibrio.

### Sistemas de ventilación.

- a. Ventilación simple
- b. Ventilación en colector

En (a), cada trampa se ventila directamente. Este sistema es el más satisfactorio y resulta eficaz, tanto contra el sifonamiento producido por la descarga a través de la misma derivación. Pero es muy costoso.

El (b) sólo puede instalarse cuando hay varios aparatos en batería, enlazándose cada colector de derivación por su extremo con la columna de derivación. El sistema puede resultar inútil contra el fenómeno de autosifonamiento si la derivación de descarga de un aparato es muy larga y de poca sección.

### Estipulaciones del Reglamento Nacional de Construcciones, Tablas para Diseño.

1. Los tramos horizontales de la tubería de ventilación deberán quedar a una altura no menor de 15 cms. por encima de la línea de rebosé del aparato sanitario más alto al cual ventilan.
2. La pendiente del tramo horizontal de desagüe, entre la trampa de un aparato sanitario y el tubo vertical de desagüe, no será mayor del 2% para reducir las posibilidades de sifonaje, excepción hecha de los inodoros y aparatos similares.
3. La distancia máxima entre la salida de un sello de agua y el tubo de ventilación correspondiente, estará de acuerdo a lo especificado en la Tabla N° X-IV-8-1. Esta distancia se medirá a lo largo del conducto de desagüe, desde la salida del sello de agua hasta la entrada del tubo de ventilación y no podrá ser menor del doble del diámetro del conducto de desagüe.

**TABLA N° X-IV-8-1**

Diámetro del conducto de Desagüe del Aparato Sanitario	Distancia Máxima entre el sello de agua y el tubo de ventilación
1 - 1/2" (3.81 cm.)	1.10 m.
2" (5.08 cm.)	1.50 m.
3" (7.62 cm.)	1.80 m.
4" (10.16 cm.)	3.00 m.

4. Toda montante de aguas negras o residuales industriales deberán prolongarse al exterior, sin disminuir su diámetro, para llenar los requisitos de ventilación. En el caso de que termine en una terraza accesible o utilizada para cualquier fin, se prolongará por encima del piso hasta una altura no menor de 1,80 m. Cuando la cubierta del edificio sea un techo o terraza inaccesible, la montante será prolongada por encima de él en forma tal que no quede sujeto a inundación o por lo menos 15 cm.
5. En el caso de que la distancia entre la boca de una montante y una ventana, puerta u otra entrada de aire del edificio sea menor de 3 mts., el extremo superior de la montante deberá quedar como mínimo 0.60 m. por encima de la entrada de aire.
6. La tubería principal de ventilación se instalará tan recta como sea posible y sin disminuir su diámetro, según se especifica a continuación.
  - a. El extremo inferior del tubo principal de ventilación deberá ser conectado mediante un tubo auxiliar de ventilación, a la montante de aguas negras correspondientes, por debajo del nivel de conexión del ramal de desagüe más bajo.
  - b. El extremo superior se conectará a la montante principal correspondiente a una altura no menor de 15 cm. por encima de la línea de rebosé del aparato sanitario más alto, o se prolongará según se indica en los numerales 4 y 5.
7. El diámetro del tubo de ventilación principal se determinará tomando en cuenta su longitud total, el diámetro de la montante correspondiente y el total de las unidades de descarga ventiladas de acuerdo con la tabla N° X-IV-8-II.
8. En los edificios de gran altura se requerirá conectar el tubo principal de ventilación a la montante por medio de tubos auxiliares, a intervalos de por lo menos cada 10 pisos, contando del último piso hacia abajo.

**TABLA N° X-IV-8.11**  
**DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE VENTILACION PRINCIPAL.**

Diametro de la Montante	Unidades de descarga ventiladas	1/4	1-1/2	2"	2-1/ cm.	3"	4"	5"	6"	8"
1-1/4"	(3,18 cm.)	2	9,0	45,0	9,0	30,0	90,0			
1-1/2"	(3,81 cm.)	8	15,0	45,0	9,0	30,0				
1-1/2"	(3,81 cm.)	42			23,0	60,0				
2"	(5,08 cm.)	12	9,0	45,0						
2"	(5,08 cm.)	20	8,0	45,0						
2-1/2"	(6,35 cm.)	10	9,0	30,0	9,0	30,0	60,0	180,0		
3"	(7,62 cm.)	10								
3"	(7,62 cm.)	30								
3"	(7,62 cm.)	60								
4"	(10,16 cm.)	100								
4"	(10,16 cm.)	200								
4"	(10,16 cm.)	500								
4"	(12,70 cm.)	200								
5"	(12,70 cm.)	500								
5"	(12,70 cm.)	1,100								
5"	(15,24 cm.)	350								
6"	(15,24 cm.)	620								
6"	(15,24 cm.)	960								
6"	(15,24 cm.)	1,900								
6"	(20,32 cm.)	600								
6"	(20,32 cm.)	1,400								
8"	(20,32 cm.)	2,200								
8"	(20,32 cm.)	3,600								
8"	(20,32 cm.)	3,600								
8"	(25,40 cm.)	1,000								
10"	(25,40 cm.)	2,500								
10"	(25,40 cm.)	3,800								
10"	(25,40 cm.)	5,600								

Longitud máxima del tubo en metros

9. Todo aparato sanitario conectado a un ramal horizontal de desagüe aguas abajo de un inodoro (W.C), deberá ser ventilado en forma individual. Los diámetros mínimos para la ventilación individual se determinarán de acuerdo a la Tabla N° X-IV-8-III.

TABLA N° X-IV-8-III

Tipos de aparatos sanitario	Diámetro mínimo para ventilación Individual
Lavatorio, lavadero, lavadero de ropa, ducha, tina, bidet, sumidero de piso .....	1 - 1/2"
Inodoro (W.C) .....	2"

Para aparatos no especificados, el diámetro de la tubería de ventilación será igual a la mitad del diámetro del conducto de desagüe al cual ventila y en ningún caso menor de 1-1/4".

Cuando la ventilación individual va conectada a un ramal horizontal común de ventilación, su diámetro y su longitud se determinarán de acuerdo a la Tabla N° X-IV-8-IV.

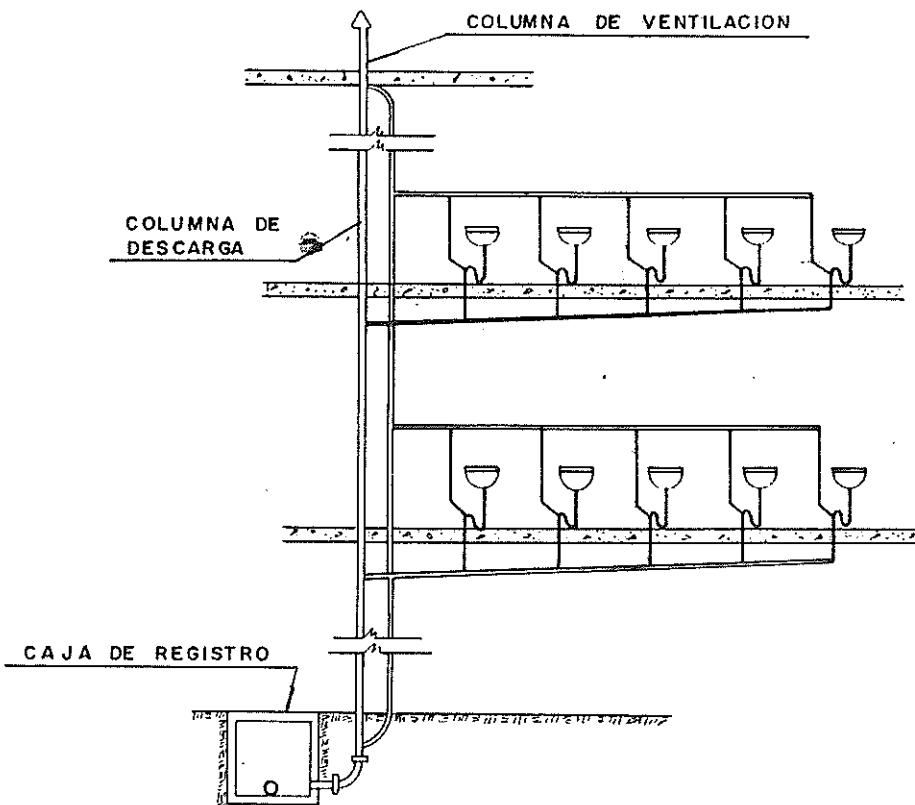
TABLA N° X-IV-8-IV

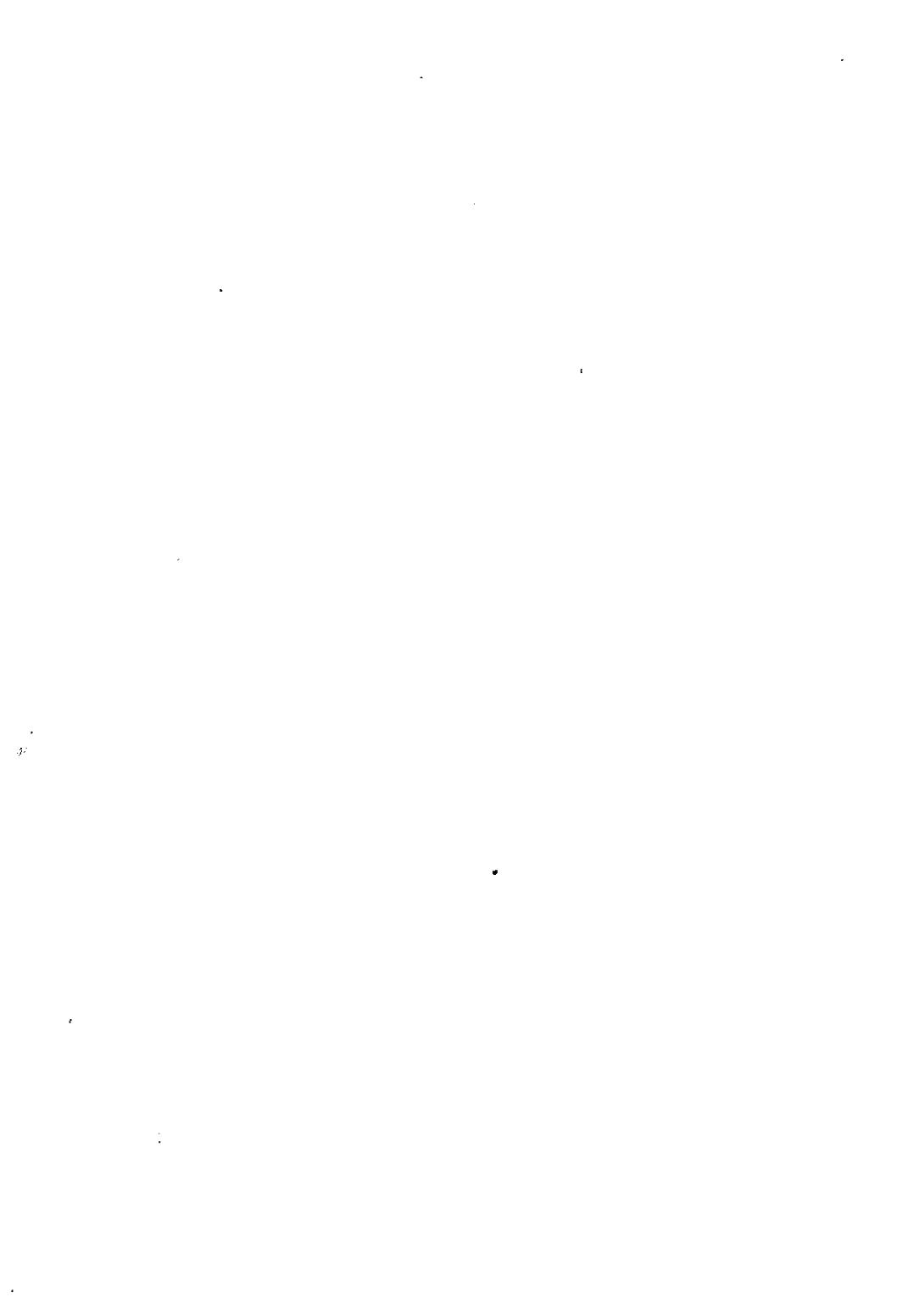
#### DIAMETRO DE LOS TUBOS DE VENTILACION EN CIRCUITO Y DE LOS RAMALES TERMINALES DE TUBOS DE VENTILACION INDIVIDUALES

Diámetro de ramal horizontal de desagüe	Número Máximo de unidades de descarga	Diámetro del tubo de ventilación				
		1-1/2	2"	2 1/2"	3"	4"
Máxima longitud del tubo de ventilación (m)						
1-1/2"	10	6,0				
2"	12	4,5	12,0			
2"	20	3,0	9,0			
3"	10		6,0	12,0	30,0	
3"	30			12,0	30,0	
3"	60			4,8	24,0	
4"	100		2,1	6,0	15,6	60,0
4"	200		1,8	5,4	15,0	54,0
4"	500			4,2	10,8	42,0
5"	200				4,8	21,0
5"	1,100				3,0	60,0
						42,0

10. Se podrá emplear ventilación o circuito en los casos que a continuación se especifican:
  - a. Cuando se dispone de un número de aparatos sanitarios no mayor de ocho, tales como inodoros (W.C.) de tanque, urinarios tipo pedestal, sumideros de piso o duchas, colocados en alineamiento contiguo en el último piso del edificio. En estos casos el tubo de ventilación en circuito arrancará del ramal de desagüe, entre el penúltimo y último aparatos contados a partir de la montante y conectará a la tubería principal de ventilación.
  - b. En los casos en que se disponga de igual cantidad de aparatos sanitarios especificados en a, instalados en pisos inferiores, el tubo de ventilación en circuito ya especificado, se complementará con un tubo auxiliar de ventilación conectado al ramal de desagüe, entre la montante y el primer aparato sanitario.
  - c. Cuando se trate de igual cantidad de aparatos sanitarios especificados en a, dispuestos en dos filas y servidos por dos ramales paralelos de desagüe, la ventilación en circuito se formará de acuerdo con lo especificado en a, o b, según el piso correspondiente. En estos casos el tramo horizontal de la ventilación en circuito podrá ser común para las dos filas, pero se conectarán por medio de sendos tubos de ventilación a los dos ramales de desagüe.
11. El diámetro del tubo de ventilación en circuitos se calcularán en función de su longitud y en base al ramal horizontal de desagüe, según la Tabla N° X-IV-8-IV. Dicho diámetro no podrá ser menor que la mitad del diámetro del ramal horizontal de desagüe correspondiente, y en ningún caso menor de 1-1/2".
12. Aquellos aparatos sanitarios que no pueden ser ventilados de acuerdo a las distancias máximas establecidas en el numeral 3, tales como lavaderos y otros similares, deberán descargar en forma indirecta a un sumidero de piso, caja u otro receptáculo propiamente ventilado.

## APARATOS CON VENTILACION SINGULAR





# *Capítulo*

**20**

## *Sistemas de Colección y Evacuación de Aguas de Lluvias*

### **1. GENERALIDADES**

Se llama así, al Sistema de canaletas y/o bombas y/o tuberías que recojen el agua proveniente de las precipitaciones pluviales que caen sobre techos, patios, y/o zonas pavimentadas de una edificación y la evacúa hacia un sistema de disposición final adecuado.

Es importante indicar que existen 3 formas de evacuar finalmente el agua de lluvia:

- a. Red de Evacuación de aguas de lluvia separado del Sistema de Alcantarillado.
- b. Red de Alcantarillado Mixto o de uso tanto para desagüe Cloacales como de lluvia.
- c. Evacuación hacia cunetas, canales o Jardines.

### **2. CUANDO SE USA ESTE SISTEMA DE COLECCION Y EVACUACION DE AGUAS DE LLUVIA**

Previamente al diseño y cálculo de un Sistema de colección y evacuación de agua de lluvia, es importante analizar si es necesario o conveniente considerado en el diseño del Proyecto de Instalaciones Sanitarias de una edificación.

Para ello hay que tener en cuenta los siguientes factores que influyen en la decisión.

- 2.1** Intensidad de la Precipitación Pluvial
- 2.2** Frecuencia de las lluvias
- 2.3** Área de la Edificación expuesta a lluvia
- 2.4** Sistema de Evacuación final (Mixto o separado) que cuenta la Ciudad donde se va a efectuar la Edificación.
- 2.5** Costo del Sistema - Economía.

Un análisis adecuado de estos factores servirá para determinar si es necesario implantar o no, el Sistema de Evacuación de agua de lluvia. (Ver Cuadro N° 01).

**CUADRO N° 01**  
**RECOMENDACIONES PARA DIFERENTES FRECUENCIAS Y**  
**PRECIPITACIONES PLUVIALES**

FRECUENCIA Y PRECIPITACION PLUVIAL	SISTEMAS DE EVACUACION DE AGUAS DE LLUVIA DE LA CIUDAD	SOLUCION AL PROBLEMA
1. Gran Frecuencia y Alta Precipitación Pluvial	Existe Sistema separado  No existe Sistema separado	Diseño de colección y evacuación de las aguas de lluvia al colector Pluvial.  Diseño de colección de Aguas de lluvia y su evacuación a cunetas y/o acequias.
2. Alta Frecuencia pero baja precipitación Pluvial	Existe sólo Red Pública de eliminación de Desagües	Diseño de colección de aguas de lluvias, descargan a Jardines y/o Red Pública de Alcantarillado tomando cuidado de no obstruir los colectores, instalando interceptores de sólidos.
3. Precipitación Pluvial bajísima y las lluvias de Alta precipitación caen con frecuencia muy bajas (15.20. 30 años)	No existe sistema separado No es económico	Se debe dar pendiente a los Techos, evacuados las aguas a alguna bajada de desagüe con sus respectivos interceptores de sólidos.

### **3. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO**

En el Proyecto de un sistema de colección y evacuación de agua de lluvia, se deberá considerar 2 etapas: El diseño del sistema y el Cálculo de los conductos.

Para el diseño, será necesario estudiar detenidamente el proyecto arquitectónico de una edificación, a fin de determinar las áreas expuestas a lluvia, ya sea techos, azoteas, patios, terrazas, ingresos (rampas) a garajes, estacionamientos, etc., donde será necesario instalar los accesorios necesarios que colectarán el agua de lluvia a través de las superficies consideradas, diseñando la pendiente apropiada para cada área o secciones de área si es muy extensa.

Para terrazas, patios, ingresos, o ambientes utilizables, cuyas aguas son descargadas a la red de desagües, será indispensable considerar trampas o sifones, para impedir la salida de gases, no así para techos o azoteas, donde puede conectarse a conductos de desagües y en los casos ya explicados anteriormente.

En general será necesario, como ya se ha dicho anteriormente, la instalación de sumideros con rejilla y separador de sólidos.

El cálculo de los conductos, ya sean horizontales para la colección del agua de lluvia o verticales para las bajadas respectivas, se puede efectuar en varias formas. El Reglamento Nacional de Construcciones establece tablas para el cálculo de montantes, conductos horizontales y canales semicirculares en las que se fija el diámetro con la intensidad de lluvia y la proyección horizontal del área servida.

Asimismo, puede calcularse el diámetro de los conductos con la fórmula

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360} \text{ en la que:}$$

$Q$  = caudal en m<sup>3</sup>/seg

$C$  = relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área.

I = intensidad de lluvia en mm./hora.

$\Delta$  = área a drenar en hectáreas.

El valor de C puede estimarse:

- Para superficies impermeables de techos = 0.75 a 0.95

---

- Para pavimentos de asfalto	= 0.85 a 0.90
- Para Jardines, parques, prados	= 0.05 a 0.25

Conocido el Q y la pendiente del área o conducto podrá determinarse el diámetro respectivo.

#### **4. REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES X-IV-9 DE LOS SISTEMAS DE COLECCION Y EVALUACION DE AGUAS DE LLUVIA**

##### **X-IV-9.1**

Los Sistemas de colección y evacuación de aguas de lluvia deberán ser construidos de acuerdo a lo estipulado en el presente Artículo y numeral correspondiente y con los materiales, juntas y conexiones que especifica el Artículo X-IV-2, con sus respectivos numerales.

##### **X-IV-9.2**

El agua de lluvia proveniente de techos, patios, azoteas y áreas pavimentadas, deberá ser conectada a la red cloacal cuando el sistema de colectores públicos lo permita.

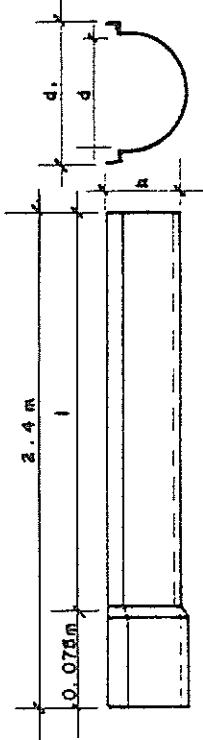
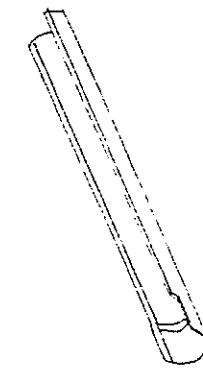
##### **X-IV-9.3**

Cuando no exista un sistema separativo de desagües y la red pública haya sido diseñada para recibir aguas negras únicamente, no se permitirá descargar en ellas aguas de lluvias, las que en este caso deberán ir a la calle o al Jardín, utilizando un colector independiente del de aguas negras.

##### **X-IV-9.4**

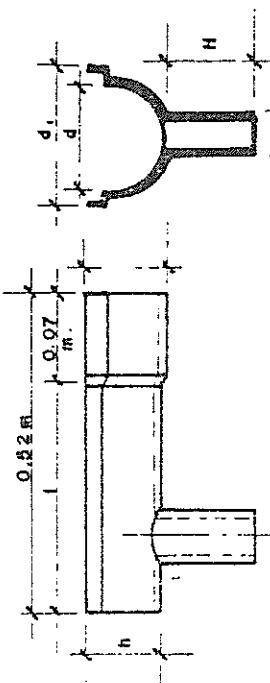
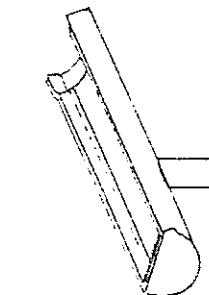
Cuando la red pública de desagües es del tipo unitario o mixto, las aguas de lluvia y aguas negras del edificio podrán conducirse mediante colector común a dicha red pública.

## CANALETAS RECTAS CON ENCHUFE

TIPO  
A

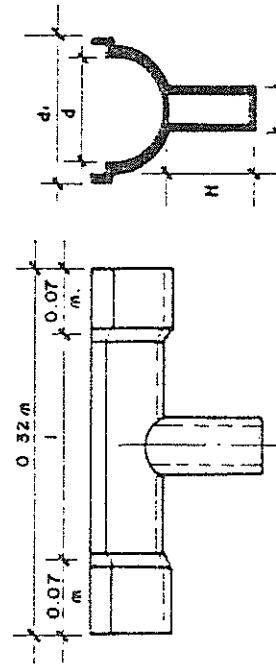
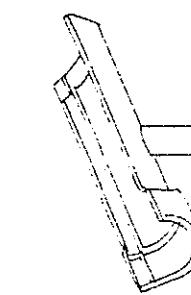
CODIGO	d	l útil	Peso	d,	h	Ø
	mm	mtrs.	Kg.	mm	mts.	mm.
101 20 800	100	2.325	6.400	155	0.09	
101 20 804	125	2.325	7.000	165	0.10	
101 20 810	150	2.325	7.800	200	0.11	

## CANALETAS TERMINALES CON TUBO DE BAJADA

TIPO  
B

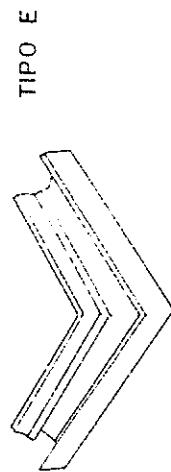
CODIGO	d	l útil	Peso	d,	h	H	Ø
	mm	mtrs.	Kg.	mm	mts.	mts.	mm.
101 20 826	100	0.45	1.700	165	0.095	0.09	50.0
101 20 830	125	0.45	2.100	180	0.095	0.09	75.0
101 20 834	150	0.45	2.300	290	0.120	0.09	75.0

## CANALETAS CON DOS ENCHUFES Y TUBO DE BAJADA

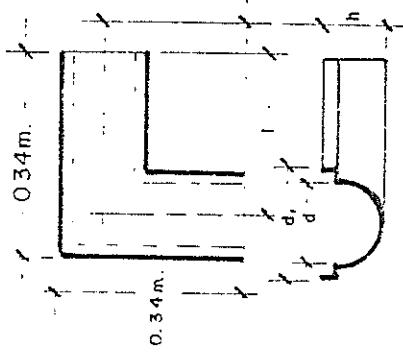
TIPO  
C\*

CODIGO	d	l útil	Peso	d,	h	H	Ø
	mm	mtrs.	Kg.	mm	mts.	mts.	mm.
101 20 850	100	0.38	1.800	165	0.085	0.090	50.0
101 20 854	125	0.38	2.200	175	0.095	0.090	75.0
101 20 858	150	0.38	2.400	215	0.010	0.090	75.0

## CANAleta ANGULAR SIMPLE

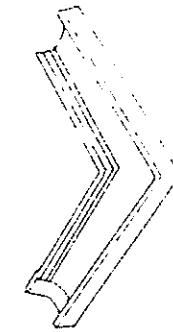
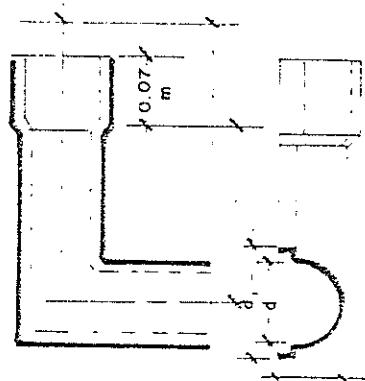


TIPO E



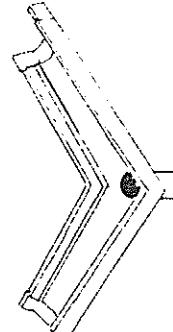
CODIGO	<i>d</i>	L útil	Peso	<i>d<sub>t</sub></i>	<i>h</i>
101 20 898	100	0.28	Kgs.	mm.	mts.
101 20 902	125	0.27	1.500	130	0.075
101 20 906	150	0.26	1.600	160	0.095
			1.800	200	0.110

## CANAleta ANGULAR CON ENCHUFE

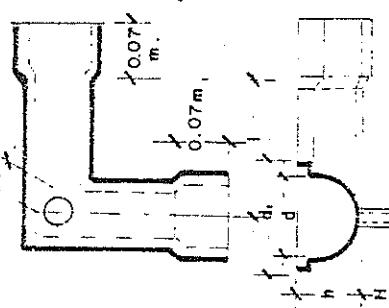
(a la izquierda o a la derecha)  
TIPO F

CODIGO(T.F.)	CODIGO (T.G.)	<i>d</i>	L útil	Peso	<i>d<sub>t</sub></i>	<i>h</i>
101 20 926	101 20 946	100	0.28	Kgs.	mm.	mts.
101 20 922	101 20 950	125	0.27	1.600	135	0.075
101 20 930	101 20 954	150	0.26	1.700	165	0.095
				2.000	185	0.110

## CANALETAS ANGULARES CON DOS ENCHUFES Y TUBO DE BAJADA

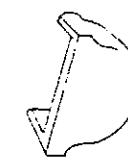


TIPO H

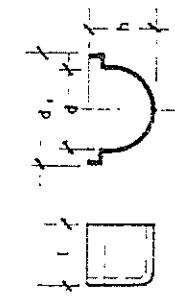


CODIGO	<i>d</i>	L útil	Peso	<i>d<sub>t</sub></i>	<i>H</i>	<i>φ</i>
10 20 970	100	0.28	Kgs.	mm.	mts.	mm.
10 20 974	125	0.27	3.000	130	0.075	50.0
10 20 979	150	0.28	2.400	150	0.095	75.5
			2.700	163	0.110	75.5

## TAPAS TERMINALES



TIPO O



• Estas piezas se fabrican con tubo de bajada de 50 m/m de diámetro para las canaleas de 100 m/m de diámetro y de 75 m/m para los canales de 125 mm y 150 mm.

Debe reunir las siguientes características:

- a) De forma circular preferentemente.
  - b) Su capacidad no será mayor que el volumen equivalente a 12 horas de gasto medio diario, ni menor que el equivalente a media hora del mismo, salvo justificación comprobada.
  - c) Debe instalársele un tubo de ventilación que salga al aire de un diámetro mínimo de 3", a excepción de los casos donde la ventilación del pozo o la expulsión del aire se logre por otros métodos adecuados.
  - d) Deberá estar dotado de tapa.
  - e) Cuando existan dos pozos, uno para recibir las aguas negras, "pozo húmedo" y otro para la instalación de las bombas denominado "pozo seco", se deberá proveer ventilación forzada para el pozo seco, en aquellos casos en que por su profundidad y características puedan presentar problemas de acumulación de gases. En tales casos el sistema de ventilación debe proveer 6 cambios de aire por hora en forma continua o un cambio en dos minutos bajo operación intermitente.
  - f) Debe proveerse facilidades para eliminar las aguas que puedan acumularse en el pozo seco. Para tal fin se podrá utilizar una tubería con su válvula respectiva, conectada desde el sumidero del piso hasta la línea de succión de la bomba o se proveerá una bomba de sumidero.
  - g) El piso del pozo húmedo deberá tener una pendiente mínima de 1 vertical a 2 horizontal hacia la forma de la bomba.
  - h) Deberá estar dotado de escalera de acceso, cuando su profundidad sea mayor de 1.20 metros.
- 2.- *De los Equipos de Elevacion de Aguas Negras o de Aguas de Lluvia*

#### X-IV-9.5

En la construcción de sistemas para aguas de lluvias se deberá cumplir con las especificaciones fijadas para tuberías de aguas negras en el Artículo X-IV-3 y numerales correspondientes de este Reglamento Nacional.

#### X-IV-9.6

Los receptores de aguas de lluvias deberán ser construidos de fierro fundido, bronce, plomo y otro material resistente a la corrosión, y estarán provistos de rejillas de protección contra el arrastre de hojas, papeles, basura y similares. El área total libre de las rejillas será por lo menos dos veces del área del orificio de desagüe cuando la rejilla esté a nivel con el piso.

#### X-IV-9.7

Los diámetros de los montantes y los ramales de colector horizontales, para aguas de lluvia, estarán en función del área servida y de la intensidad de la lluvia. Para calcular estos diámetros se deberán emplear las Tablas 27-1 y 272 X-IV-9-I y X-IV-9-II. En caso de conductos rectangulares, se podrá tomar como diámetro equivalente, el diámetro de aquel círculo que puede ser inscrito en la sección rectangular. Si no se conoce la intensidad de la lluvia en la localidad, es recomendable emplear las cifras correspondientes a 100 m.m., por hora.

#### X-IV-9.8

Los diámetros de los canaletas semicirculares se calcularán tomando en cuenta el área servida, intensidad de la lluvia y pendiente de la canaleta de acuerdo con la Tabla N° X-IV-9-III 27-3. Las dimensiones de las canaletas no circulares se calcularán en base de la sección equivalente.

#### X-IV-9.9

- Los diámetros de los colectores mixtos, que reciben tanto las aguas negras como las de lluvias, se calcularán convirtiendo el área servida por los colectores de agua de lluvia de unidades de descarga equivalente de acuerdo a lo siguiente:

Los primeros 90,00 m<sup>2</sup>, de una área servida, se computarán como 250 unidades de descarga, el área restante se calculará en base de una unidad por cada 0.35 m<sup>2</sup>, servidos. Estas cifras se basan en una precipitación de 100 mm/hora. Para los valores diferentes de la precipitación de diseño se hará la proporción correspondiente.

#### X-IV-9.10

Cuando un sistema de desagüe para aguas de lluvias reciba la descarga continua o semi-continua de una bomba, equipo de aire acondicionado o de cualquier otro dispositivo, se asumirá de cada litro por segundo de descarga el equivalente a la precipitación caída sobre 35,00 m<sup>2</sup>, de área de techo, para fines de proyectar los conductos. Como en el artículo esta cifra se basa en una precipitación de 100 mm/hora. Para los valores diferentes de la precipitación de diseño se hará la proporción correspondiente.

#### X-IV-9.11

Cuando se requiera emplear un sistema de drenaje subterráneo para aliviar las presiones sobre las cimentaciones para evitar las infiltraciones de las aguas subterráneas, se emplearán tubos de diámetro mínimo de 10 cm. (4") de concreto, arcilla vitrificada, asbesto, cemento o fierro fundido, con juntas abiertas, perforaciones o ranuras. Si existe peligro de que este sistema pueda estar sujeto a inundación por flujo se proveerá una válvula adecuada, ubicada en un lugar accesible que lo impida.

#### X-IV-9.12

En aquellos casos en los cuales los colectores de aguas de lluvia no pudieren descargar por gravedad deberá proveerse un tanque recolector y un sistema de bombeo para su descarga automática de acuerdo con al Artículo X-IV-10 y numerales correspondientes del presente Reglamento Nacional.

#### X-IV-9.13

La capacidad de las bombas a que se refiere el numeral X-IV-9.12 se calculará teniendo en cuenta la máxima intensidad de lluvia registrada y el área que debe ser desaguada.

TABLA N° X-IV-9.I

MONTANTES DE AGUAS DE LLUVIAS						
Diámetro de la Montante Metros	50 cuadrados	Intensidad de lluvias = 75 de área	100 servida	125	150 (Proyec. horizontal)	(mm/hora)
2"	130	85	65	50	40	30
2.1/2"	240	160	120	95	80	60
3"	400	270	200	160	135	100
4"	850	570	425	340	285	210
5"			800	640	535	400
6"					835	625

TABLA N° X-IV-9.II

CONDUCTOS HORIZONTALES PARA AGUAS DE LLUVIA										
Diámetro del Conducto	50	75	100	125	150	50	75	100	125	
Pendiente 1%									Pendiente 2%	
Metro cuadrados de área servida									(Proyec. Horizontal)	
3"	150	100	75	60	50	215	140	105	85	70
4"	345	230	170	135	115	490	325	245	195	160
5"	620	410	310	245	205	875	580	485	350	290
6"	900	660	405	395	330	1400	935	700	560	885
8"	2100	1425	1065	855	705	3025	2015	1510	121031008	

TABLA N° X-IV-9.III

CANALETAS SEMI-CIRCULARES				
Diámetro de la canaleta	1/2"	1%	1.5%	2%
3"	15	22	31	44
4"	33	47	67	94
5"	58	81	116	164
2"	89	126	178	257
7"	128	181	256	362
8"	184	260	370	520
10"	334	473	669	929

## CANALETAS PARA DESAGUE DE LLUVIAS

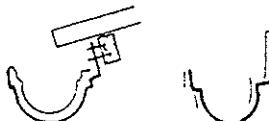
Son de sección semicircular y con los bordes salientes a fin de reforzar el perfil. Se fabrican en diámetros de 100, 120, 150 mm. y en longitud, útil de 2,40 m.; como se detallará a continuación.

### COLOCACION

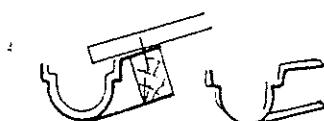
Se colocan con una pendiente determinada que varía entre 2 a 5 m.m. por metro líneas, mínimas para el buen deslizamiento del agua. La fijación se hace mediante ganchos especiales de fierro galvanizado. Los ganchos son de 2 tipos:

### GANCHOS PARA SUJECION DE CANALETAS

Cuya finalidad es sostener la canaleta. Se emplean dos ganchos por canaleta; se fabrican dos clases.



CODIGO	DIAMETRO	PESO (Kg)
105 03 003	100 m/m	0.120
105 03 005	125 "	0.140
105 03 008	150 "	0.160



CODIGO	DIAMETRO	PESO (Kg)
105 03 004	100 m/m.	0.180
105 03 006	125 "	0.200
105 03 009	150 "	0.240

### GANCHOS AJUSTADORES DE UNIONES

Se colocan en la unión de dos canaletas en la zona del enchufe. Su objeto es sostener la canaleta y al mismo tiempo apostar la junta a la espiga y el enchufe, con el fin de evitar la filtración del agua.

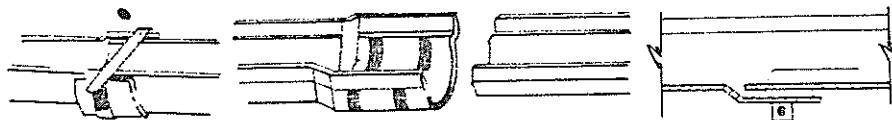


CODIGO	DIAMETRO	PESO (Kg.)
105 03 104	100 m/m	0.180
105 03 105	125 "	0.200
105 03 106	150 "	0.220

### Juntas:

Deben hacerse con todo cuidado, con el fin de eliminar toda posible filtración, empleando pegamento en el espacio entre la espiga y el enchape. Para hacer

bien el empalme, se deberá ejercer fuerte presión con las manos con el fin de obtener adherencia posible del pegamento con las superficies en contacto



Todas las piezas, canaletas y tubos deben colocarse con los enchufes hacia la parte alta de la pendiente.

Si el techo es de gran extensión se subdividirá el canal en varios tramos, cada uno de ellos con su tubo de balada independiente.

### **CALCULO DEL DIAMETRO Y PENDIENTE DE LAS CANALETAS**

El caudal que deberá conducir una canaleta puede estimarse en 3 litros/minuto por  $m^2$  de proyección, horizontal del techo que deberá desaguar.

Si multiplicamos por 3, el área en  $m^2$ , de la proyección horizontal del techo obtenemos el caudal en litros/minuto a conducir por la canaleta.

A fin de facilitar la tabla proporciona los diámetros estandar de canaletas y varias pendientes con los  $m^2$  de techo que se pueden desaguar.

$\varnothing$ Canaletas (mm.) -	100	125	150
Pendiente en mm/m	superficie del techo que desagota en $m^2$ de proyección horizontala		
2	24	49	65
3	29	62	85
4	34	70	96
5	38	79	107



# *Capítulo*

**21**

## *Cámara de Recolección de Aguas Negras y de Lluvia y Equipos de Impulsión*

### **1. INTRODUCCION**

Cuando las aguas negras o de lluvia provenientes del edificio o fábrica u hotel, etc. no pueden ser descargadas por gravedad a la red cívica de desagües, debe instalarse en ese caso una cámara o pozo de recolección y un sistema adecuado de elevación, para su descarga automática a dicha red.

Siempre que sea factible hay que tratar de que la evacuación sea mixta, es decir la parte del edificio que sea posible se descargue por gravedad a la red pública y la que no sea así se eliminen a la red pública por bombeo.

Las cámaras de recolección en estos casos deben ser diseñadas siguiendo ciertas pautas y requisitos que se indican a continuación.

Tiene igualmente gran importancia la selección adecuada de equipos de impulsión de aguas negras, los que deben ser durables y contables aunque esto represente un mayor costo.

### **2. FACTORES DE DISEÑO**

#### *1. De la Cámara o Pozo de Recolección*

Deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) Deben tener los impulsores del tipo "Non Clog"; que permitan el paso de partículas de cierto tamaño que van en suspensión en el agua a bombear.
- b) La capacidad deberá ser por lo menos el 125% del gasto máximo, que recibe el pozo de recolección.
- c) Para aguas negras el gasto se determinará en base a las tablas siguientes de unidades de descarga.

TABLA I

Tipos de aparatos	Unidad de Descarga
Tina	2 - 3
Lavadero de ropa	2
Bidet	3
Ducha privada	2
Ducha pública	3
Inodoro (W.C. con tanque)	4
Inodoro (W.C. con válvula)	8
Lavadero de cocina	2
Lavadero con triturador de desperdicios	3
Bebedero	1/2
Sumidero	2
Lavatorio	1/2
Urinario de pared	4
Urinario de piso	8
Urinario corrido	4
Cuarto de baño (W.C. con tanque)	6
Cuarto de baño completo con inodoro (W.C. con válvula)	8

TABLA II

UNIDADES DE DESCARGA PARA APARATOS  
NO ESPECIFICADOS

Diámetro de la tubería de descarga del aparato	Unidades de descarga correspondientes
1 - 1/4" o menor	1
1 - 1/2"	2
2"	3
2 - 1/2"	4
3"	5
4"	6

Para los casos de aparatos con descarga continua se calculará a razón de una unidad por cada 0.03 l./seg. de gastos.

- d) Para el caso de aguas de lluvia el gasto se calculará convirtiendo las áreas servidas a unidades de descarga de la siguiente manera:

“Los primeros 90.00 m<sup>2</sup>, de una área servida se computarán como 250 unidades de descarga, el área restante se calculará en base de una unidad por cada 0.35 m<sup>2</sup> servidos. Estas cifras se basan en una precipitación de 100 mm/hora. Para valores diferentes de la precipitación de diseño, se hará la proporción correspondiente.

- e) Cada unidad de bombeo deberá tener tubería de succión individual, instalada en forma en forma que se evite la turbulencia excesiva cerca del punto de succión.
- f) El diámetro de las tuberías de succión será el adecuado para cada caso.
- g) Las tuberías de succión y de descarga estarán dotadas de una válvula de compuerta, se colocará además una válvula de retención en la tubería de descarga, entre la bomba y la válvula de compuerta correspondiente.
- h) Cuando en el pozo de bombeo de aguas negras descarguen más de 6 inodoros (W.C.), se requerirá la instalación de un equipo doble de elevación que trabaje en forma alternada.

- i) Los motores de los equipos de elevación deberán tener controles automáticos accionados por los niveles en el pozo de bombeo. Se proveerán controles manuales. El pozo deberá ser vaciado hasta el nivel mínimo fijado, cada vez que operen los equipos. Deberá preverse igualmente dispositivos de seguridad para sobrenivel.
- j) Cuando el suministro normal de energía no pueda garantizar servicio continuo a los equipos de bombeo deberán proveerse dos fuentes de energía independientes.
- k) Cuando exista peligro de escape y acumulación de gases inflamables provenientes de las aguas negras, las instalaciones eléctricas del ambiente correspondiente deberán hacerse a prueba de explosión.
- l) Deberán proveerse amplias facilidades para la inspección, reparación y mantenimiento de los equipos.

TABLA III

GASTOS MAXIMOS ESTIMADOS EN POZOS DE  
BOMBEO DE AGUAS NEGRAS

Número total de unidades de descarga	gastos Lts/seg.	Máximos G.P.M.	Número total unidades de descarga	Gastos Lts/seg.	Máximos G.P.M.
150	5,1	80	1900	20,2	320
250	6,0	100	2250	22,7	360
370	7,6	120	2650	25,2	400
500	8,8	140	3000	27,8	440
630	10,1	160	3400	30,3	480
775	11,4	180	3800	32,8	520
920	12,6	200	4250	35,3	560
1070	13,9	220	4700	37,9	600
1225	15,1	240	5100	40,4	640
1550	17,7	280	5600	42,9	680

## ***COMPONENTES DE UN SISTEMA DE BOMBEO PARA AGUAS NEGRAS***

Los principales componentes de un sistema de impulsión (equipo) para aguas negras son:

***a) Bomba:***

Es el elemento principal y en su selección deben tomarse en cuenta los aspectos mencionados anteriormente, lo mismo que los detalles de construcción de los sellos, tipo de balineras, clase de lubricación, calidad de los materiales, siendo de gran utilidad los catálogos de los fabricantes, alguno de los cuales ofrecen especificaciones de muestra como la del anexo que se acompaña.

***b) Motor:***

Los motores eléctricos deben ser geométricamente sellados para evitar la acción de elementos extraños (aire, gases, polvo), construidos para servicios continuos y capaces de operar con elevaciones de temperatura hasta de 40°C, pueden ser de eje hueco o sólido. En algunos casos, dependiendo de la confiabilidad de la energía eléctrica y otros factores, es conveniente disponer de motor diesel o gasolina para casos de emergencia ya sea acoplado a una bomba o a un generador que suministre la energía necesaria para los motores eléctricos. La velocidad de los impulsores debe ser entre 800 a 1800 r.p.m. para una operación eficiente.

***c) Transmisión:***

La energía del motor puede ser transmitida a la bomba directamente (equipos sumergibles) o por un eje de longitud variable, dependiendo de las condiciones de instalación (pozo seco y pozo húmedo). En caso de que el motor esté colocado a cierta distancia de la bomba (generalmente a un piso superior), la longitud de los ejes de transmisión es relativamente grande y deben proveerse cojinetes con apoyo lateral con sistemas de lubricación apropiados.

*d) Controles e Interruptores:*

Son los dispositivos eléctricos que permiten la operación de los equipos ya sea manual o automáticamente. El más sencillo consiste en una palanca o botón de mando para el arranque y parada de los equipos. Los interruptores de boya son mecanismos que permiten operar las bombas a determinados niveles del agua en los pozos de succión.

*e) Válvulas y Accesorios:*

El complemento de toda instalación de equipos de impulsión lo constituyen las varias válvulas (de compuerta y retención), que se colocan tanto al lado de la succión como a la descarga de las bombas para la operación del sistema, se incluyen en esta parte los medidores de flujo, los dispositivos de purga, de limpieza, indicadores de nivel, sistemas de prelubricación, etc.

Al seleccionar los equipos de impulsión debe ponerse especial atención a este rubro ya que los fabricantes a pesar de que en sus ilustraciones y folletos muestran los equipos completos, las válvulas y accesorios son cotizados y vendidos por separado y deben especificarse detalladamente con el objeto de tener todos los elementos al momento de la instalación.

*f) Alarmas*

Cuando por cualquier circunstancia el nivel de las aguas en las cámaras de succión sube demasiado se pueden presentar situaciones sanitariamente peligrosas por lo que se hace necesario el uso de sistemas de alarmas que consisten en dispositivos eléctricos (flotadores, interruptores de boya, etc.). Se instalan para que funcionen tanto para niveles superiores como el arriba apuntado, como para niveles inferiores para protección de equipos de impulsión.

**INSTALACION DE LOS EQUIPOS:**

Los equipos pueden disponerse en dos tipos de instalaciones:

- a. Las de pozo seco.
- b. Las de pozo húmedo.

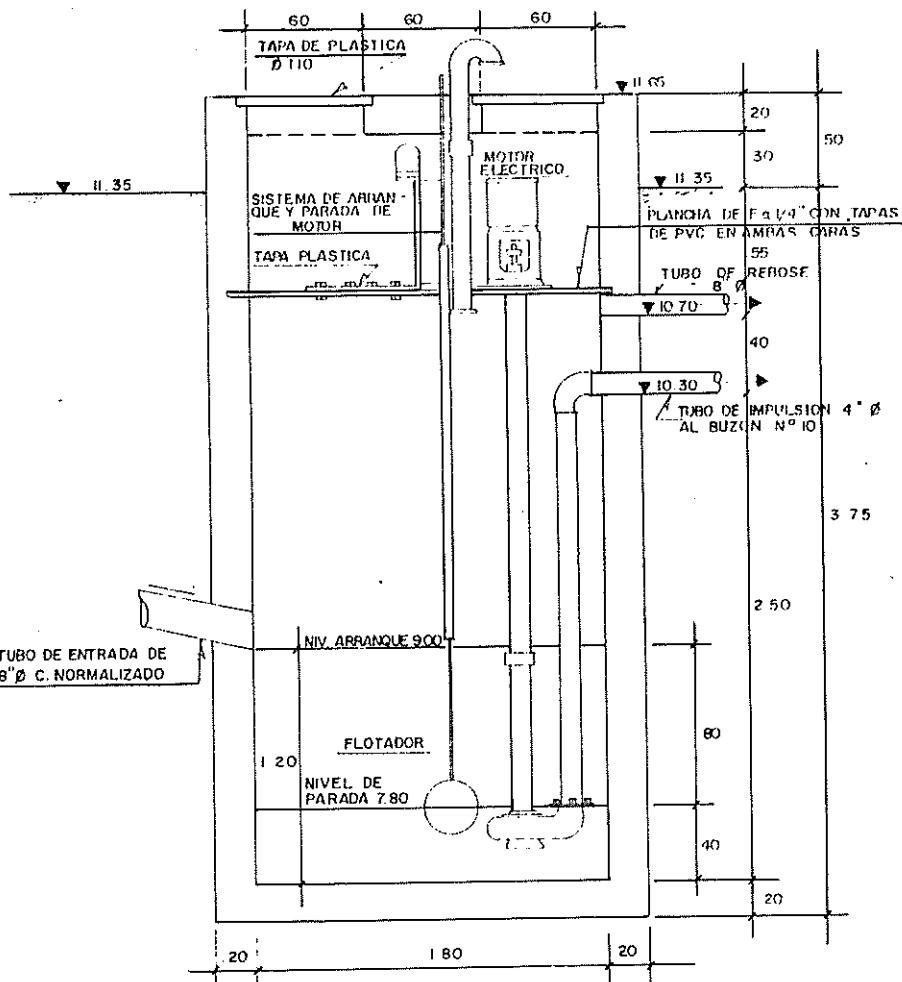
En el primero las bombas están situadas en un comportamiento contíguo al de recolección de las aguas al que se comunica por la tubería de aspiración de la bomba. Este tipo de instalación tiene la ventaja de que las labores de operación y mantenimiento son ejecutadas en un ambiente seco y aislado de las aguas a bombar con el inconveniente del costo extra al necesitar de la estructura adicional para la instalación de los equipos. En la cámara seca se instala además una pequeña bomba para evacuación de las aguas que resultan del lavado y otras, ya que generalmente no pueden drenarse por gravedad.

En las instalaciones de pozo húmedo se instalan las bombas sobre el pozo de recolección de las aguas y los impulsores están sumergidos y en contacto directo con las aguas servidas. La construcción de los equipos es tal que permite esta exposición directa a la acción de las aguas residuales en compensación con la economía de la estructura adicional.

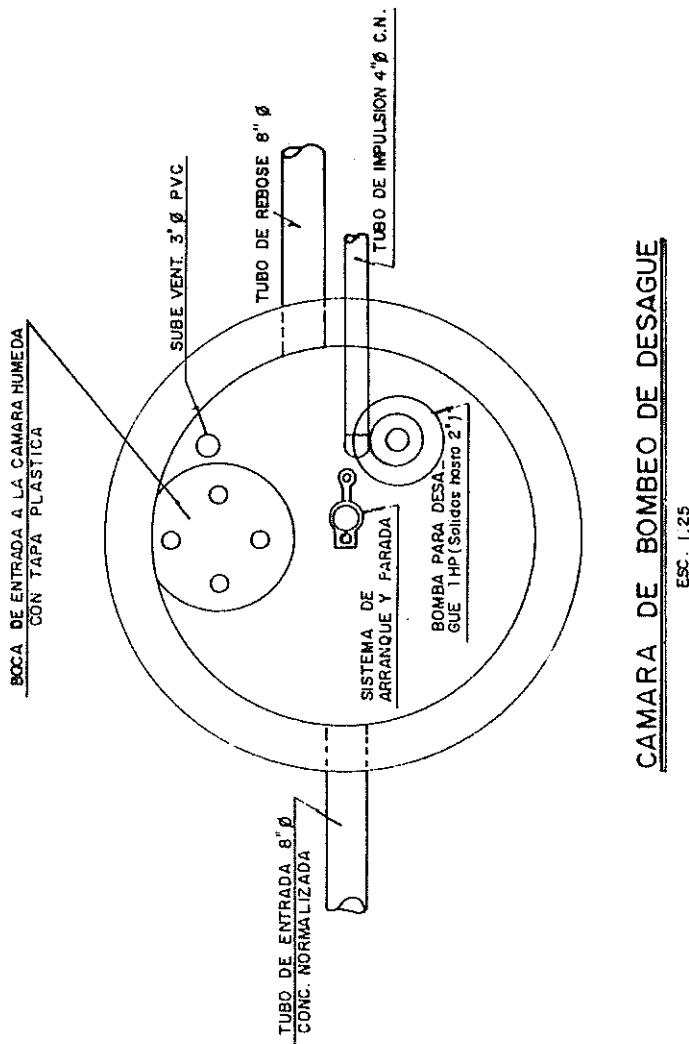
La selección final de Tipo M. u otro para la instalación de los equipos dependerá, además del factor económico, de consideraciones de espacio, saneamiento, estética, etc.

#### BIBLIOGRAFIA:

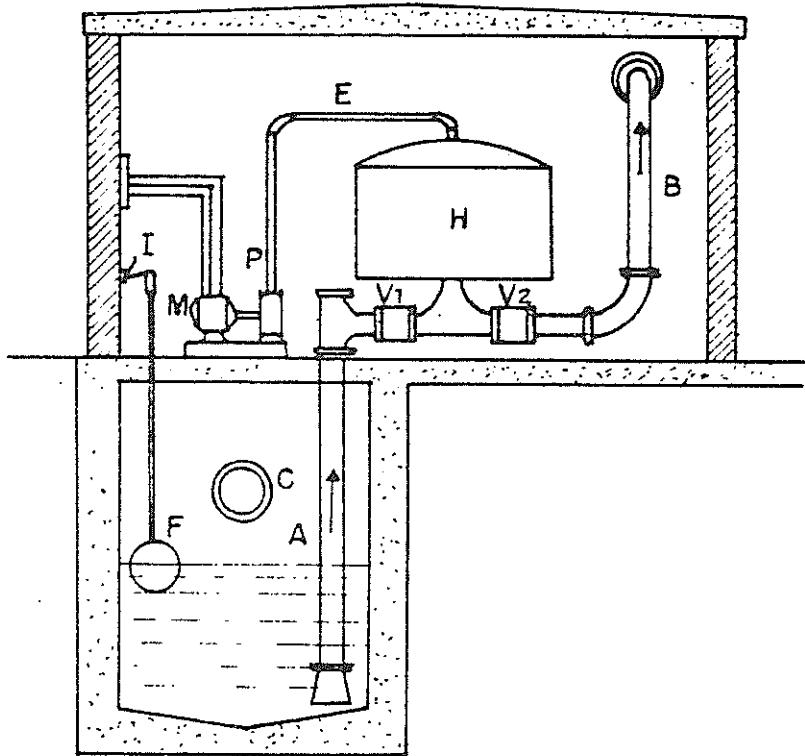
1. Curso de instalaciones sanitarias interiores. Nicaragua.  
Notas del Ing. Roberto Sequiera.
2. Reglamento Nacional de Construcciones - Lima - Perú
3. Anexo I Manual de la Worthington U.S.A.



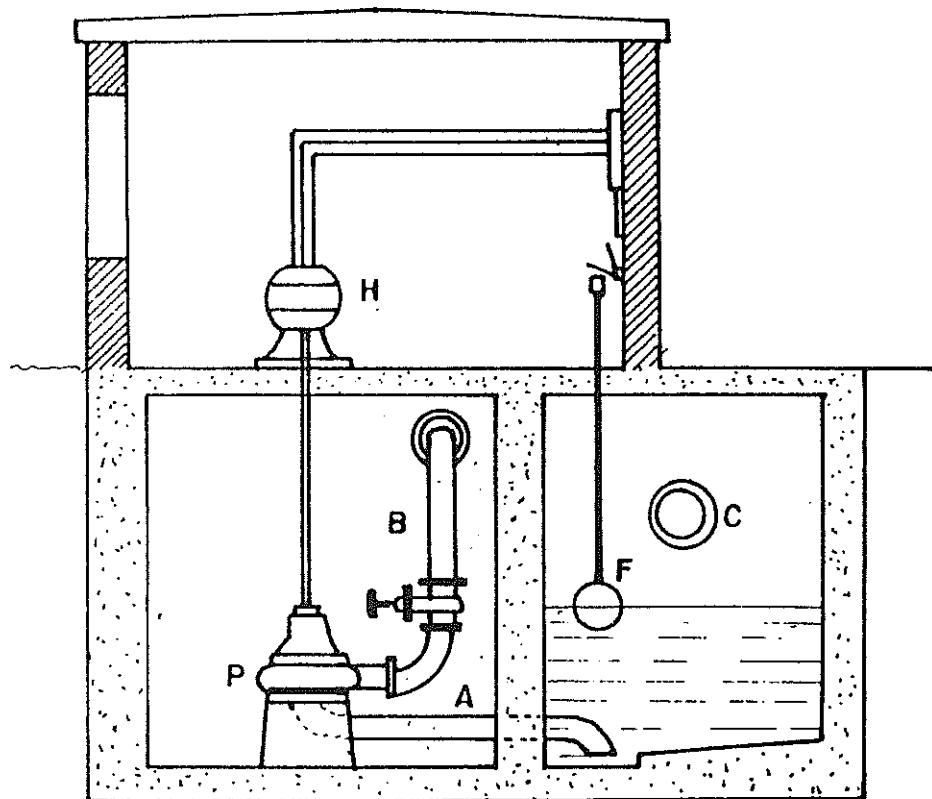
CORTE LONGITUDINAL DE CAMARA DE BOMBEO



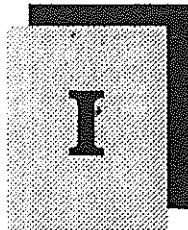
## INSTALACION DE BOMBA NEUMATICA



## INSTALACION DE BOMBA HIDRAULICA DEL TIPO DE POZO SECO



## *Anexo*



# *Especificaciones Técnicas Instalaciones Sanitarias Generales*

### *Memoria Descriptiva*

El presente proyecto comprende las “Instalaciones Sanitarias de Agua Fría, Caliente; Ventilación y Colocación de Aparatos”.

### *Generalidades*

El objetivo de los planos y especificaciones es dejar, al finalizar la obra, en perfecto estado de funcionamiento las instalaciones Sanitarias, del edificio de ..... pisos, de propiedad del Sr. ...., a construirse en .....

- a) En su oferta el Contratista notificará por escrito de cualquier material equipo que se indique y que se considere posiblemente adecuado o inaceptable de acuerdo con las Leyes, Reglamentos u Ordenanzas de Autoridades competentes.
- b) Los materiales a usarse deben ser nuevos, de reconocida calidad, de primer uso y ser de utilización actual en el Mercado Nacional o Internacional.
- c) Cualesquier materiales que lleguen malogrados a la obra o que se

malogren durante la ejecución de los trabajos serán reemplazados por otros en buen estado.

- d) El inspector de la Obra, indicará por escrito al Contratista el empleo de un material cuyo monto de daño no impida su uso.

### *Trabajos.*

- a) Cualquier cambio durante la ejecución de la obra, que obligue a modificar el proyecto original, será resultado de consulta y aprobación del Ingeniero Proyectista.
- b) El Contratista para la ejecución del trabajo correspondiente a la parte de Instalaciones Sanitarias, deberá chequear este proyecto con los proyectos correspondientes de: Arquitectura, Estructura, Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Mecánicas.
- c) Las salidas sanitarias que aparecen en los planos, son aproximadas, debiéndose tomar medida en obra para la ubicación exacta.
- d) No se colocarán registros en sitios inaccesibles.
- e) Al terminar el trabajo se deberá proceder a la limpieza de los desperdicios que existan ocasionados por materiales y equipos empleados en la ejecución de su trabajo.
- f) Cualquier salida sanitaria, que aparezca en los planos en forma esquemática y cuya posición no estuviese definida, deberá consultarse al constructor, para su ubicación final.
- g) Antes de proceder al llenado de techos, el Inspector de la Obra (quien debe ser un Ingeniero Sanitario Colegiado) procederá a la revisión del trabajo, asegurándose de la hermeticidad de las uniones entre tubos y accesorios, tubos y tubos debiendo levantarse una acta firmada por el Ing. Inspector, un representante del Constructor, ratificatoria de la buena ejecución del trabajo.

### *Descripción del Sistema de Desagüe.*

Se ha considerado que los desagües del edificio de ..... pisos, hasta el

1er. piso, eváquen íntegramente por gravedad hasta la toma domiciliaria de desagüe, todo de acuerdo a los planos detallados de diseño.

### *Descripción del Sistema de Agua.*

Se recomienda la construcción de una Cisterna de ..... m<sup>3</sup> de capacidad, la cual llenará de la toma domiciliaria de la calle, de dicha Cisterna un equipo doble de bombeo elevará el agua al tanque elevado con capacidad de ..... m<sup>3</sup>, del cual se alimentará por gravedad a los aparatos sanitarios, ubicados desde la azotea hasta el primer piso.

El tanque elevado tiene una reserva contra incendio de ..... m<sup>3</sup> y de trabajo sólo ..... m<sup>3</sup>(Ver plano de detalle).

El agua caliente se suministrará por medio de thermas eléctricas - Todo de acuerdo a los planos.

### *Instalaciones Comprendidas y sus Límites.*

Las instalaciones comprendidas se harán de acuerdo a los planos y como se indica en las presentes especificaciones abarcando pero no limitándose a los siguientes trabajos:

- a) Instalaciones de agua Fría, Caliente, los equipos de bombeo, calentador, Cisternas y tanque elevado, hasta cada uno de los aparatos sanitarios, incluyendo válvulas y todo accesorio.
- b) Instalaciones de Desagüe, Ventilación desde cada uno de los aparatos sanitarios, sumideros, hasta cada uno de los aparatos sanitarios, sumideros, hasta el punto de conexión con las tomas públicas de desagües. Se incluye sumideros, registros, cajas, etc.
- c) Instalaciones de aparatos sanitarios.

### *Tuberías y Accesorios para las Instalaciones de Agua Fría.*

Las redes de agua fría serán con tuberías de fierro galvanizado pesado, con uniones y accesorios roscados e irán protegidas con dos capas de pintura anticorrosiva, serán para 125 Lbs/Pulg<sup>2</sup> de presión.

Las tuberías irán empotradas, en pisos y paredes, según los planos.

Tratando en todo lo posible que se pueda reparar y evitando ser empotradas en tramos largos.

### *Tuberías y Accesorios para las Instalaciones de Agua Caliente.*

Las tuberías interiores para agua caliente serán de cobre, sin costura, del tipo "L" de la clasificación Norteamericana, con uniones soldables. Serán para 125 Lbs/Pulg<sup>2</sup> de presión.

Las conexiones y accesorios serán de cobre forjado o bronce fundido con uniones soldables.

Todas las salidas de alimentación a los aparatos y equipos en la instalación de agua caliente, terminarán en un adaptador soldable con rosca interior o exterior según lo requiera el artefacto.

Las uniones a las válvulas de agua caliente se harán con adaptadores soldables con rosca exterior.

Las uniones entre tubos de cobre y con los accesorios serán hechas con soldadura de estaño de buena calidad de 50% - 50%, antes del soldado se lijará con cuidado las partes a ser unidas.

### *Válvulas*

Las válvulas de agua fría, compuerta, globo, checks, flotadores, etc. serán de bronce con uniones roscadas y para 125 Lbs./Pulg<sup>2</sup> de presión, serán de primera calidad, similares a la Grane.

Cualquier válvula que tenga que instalarse en un piso, será alojada en caja de albañilería con marco de bronce y tapa rellena con el mismo material que el piso; si tiene que instalarse en la pared, será alojada en caja con marco y puerta, revestida del mismo material de la pared (Mayólica, pepelma, etc.).

Al lado de cada válvula se instalará una unión universal cuando se trata de tuberías visibles y dos uniones universales cuando la válvula se instale en caja o nicho.

## *Tuberías y Accesorios para Instalaciones de Desagüe y Ventilación.*

Las tuberías y accesorios para desagües y bajada de agua de lluvias, en todos los casos serán de fierro fundido de media presión, de peso normal, con uniones de espiga y campana y las uniones se harán con estopa alquitranada y calafateada con plomo electrolítico.

Las tuberías para las redes exteriores enterradas, serán de cemento normalizado con uniones de espiga y campana para fijarse con estopa alquitranada y mortero, cemento, arena en proporción 1:3 y sobre soldado concreto de 10 cms. de espesor 1:10.

Las ventilaciones serán de Eternit o PVC.

## *Redes de Agua contra Incendios.*

Se recomienda utilizar tuberías de fierro galvanizado pesado, con accesorios del mismo material y clase para una presión de 150 Lbs/Pulg<sup>2</sup> de presión, con uniones roscadas.

Las llaves serán de primera calidad de 1 1/2" (para gabinete).

Las válvulas checks serán especiales (FIRESWING CHECKS VALVE DE 3").

Todo de acuerdo a los planos de Diseño.

## *Ejecución, trazado y obra de mano.*

Se observarán las siguientes prescripciones:

- a) Las tuberías distribuidoras de agua en los baños y ambientes sanitarios en general, se instalarán en los falsos pisos, procurando no hacer recorrido debajo de los aparatos, o cimientos, salvo las derivaciones o ramales a cada aparato o cuando el Diseño lo exija.
- b) Las uniones entre tuberías y tuberías con accesorios de agua fría se unirán con pintura en pasta o con cemento especial similares al "Smooth on".

- c) Las uniones univerales serán del tipo normal con asiento de bronce cónico.
- d) En general para las tuberías de fierro galvanizado se usarán reducciones y bushings, para los cambios de diámetro y para las conexiones a aparatos o equipos.

Todas las salidas de desagüe rematarán en una unión o cabeza enrasada con el plomo bruto de la pared o piso.

Los registros roscados serán de bronce, de cierre hermético.

### *Obra de Mano.*

La obra de mano se ejecutará siguiendo las normas de un buen trabajo, teniendo especial cuidado de que presenten un buen aspecto en lo que se refiere al alineamiento y plomo de tuberías.

En todo caso se respetarán las instrucciones dadas por los Ingenieros controladores de la obra.

### *Registros y cajas.*

En los lugares señalados por los planos, se colocarán registros para la inspección de la tubería de desagüe. Estos registros serán de cuerpo de bronce y tapa roscada herméticamente.

Se instalarán al ras del piso terminado, en sitio accesible para poder registrar.

Las cajas serán de albañilería de las dimensiones indicadas en los planos respectivos y dotados de marco y tapa de fierro fundido.

### *Tapones Provisionales.*

Todas las salidas de agua y desagüe deberán ser taponeadas inmediatamente después de terminadas y permanecerán así hasta la colocación de los aparatos, para evitar que se introduzcan materias a las tuberías y las destruyan o atoren.

Todos los tapones (niples roscados y tapón hembra) para agua podrán ser de fierro galvanizado o de plástico P.V.C. y para desagüe de madera (cónico).

### *Terminales de Ventilación.*

Todo colector de bajada o ventilador independiente se prolongará como terminal sin disminución de su diámetro, llevando sombrero de ventilación que sobresaldrá como mínimo 0.50 mts. del nivel de la azotea.

Los sombreros de ventilación serán del mismo material (plástico o Eternit), de diseño apropiado, tal que no permita la entrada casual de materias extrañas y deberán dejar como mínimo área libre igual a la del tubo respectivo.

### *Gradientes de las tuberías.*

Las gradientes de los colectores principales de desagüe están indicadas en las acotaciones de los planos respectivos.

Será de 1% como mínimo para todos los ramales y colectores.

### *Pruebas.*

#### *Instalaciones Interiores.*

Antes de cubrirse las tuberías que vayan empotradas se ejecutarán las pruebas, las que consistirán en lo siguiente:

- a) Prueba de presión con bomba de mano para las tuberías de agua debiendo soportar una presión de 100 Lbs/Pulg<sup>2</sup> sin presentar escapes por lo menos durante 30 minutos.
- b) Prueba de las tuberías de desagüe, que consistirán en llenar las tuberías después de haber taponeado las salidas bajas, debiendo permanecer llenas sin presentar escapes por lo menos durante 24 horas.
- c) Las pruebas de las tuberías se podrán efectuar parcialmente a medida que el trabajo vaya avanzando, debiendo realizarse al final una prueba general.

- d) Los aparatos sanitarios y especiales se probarán uno a uno, debiendo observar un funcionamiento satisfactorio.

### ***Redes Exteriores.***

Despues de terminadas las instalaciones de todas las tuberías y antes de cubrirse se someterán a pruebas de funcionamiento. Estas serán:

#### **Tuberías de Agua:**

Pruebas de presión con bomba de mano, debiendo soportar una presión de 100 Lbs/Pulg<sup>2</sup> durante 30 mit. y sin presentar escapes.

#### **Tuberías de Desagüe:**

Se probarán por tramos entre caja y caja tapando las salidas bajas en cada tramo y llenando con agua la caja superior; en ese estado no deberá observarse filtraciones o exudaciones notables en 10 horas.

#### **Instalaciones de Aparatos Sanitarios:**

Se ubicará de acuerdo a lo que se muestra en los planos de Arquitectura donde se indicará la ubicación de conexiones, anclajes y demás detalles.

Se revisará completamente toda la instalación, para que no existan pérdidas de agua por las tuberías ni por las griferías.

Al final, después de la prueba, todos los aparatos deberán estar funcionando muy bien.

#### **Aplicación del Reglamento de Construcciones de la Ciudad de Lima.**

Por lo no especificado en el presente Capítulo serán válidos los artículos del Reglamento Nacional de Construcciones que se refiere a las instalaciones sanitarias.

#### **Validez de Especificaciones - Planos.**

En los presupuestos del Sub-Contratista se tendrá en cuenta que las presentes especificaciones se complementan con los planos metra-

dos respectivamente, en forma tal que las obras deben ser ejecutadas totalmente, aunque éstas figuren en uno solo de los tres documentos citados; en caso de divergencia de interpretación, las especificaciones tienen prioridad sobre los planos, y los planos sobre los medrados.

### Equipos Especiales.

2 Bombas centrífugas para bombear agua al tanque, elevado:

Gasto ..... l.p.s.

Para presión dinámica de:

Motor Eléctrico

Fases: .....

Voltios: .....

Ciclos: .....

Potencia aproximada: .....H.P.

### Controles Eléctricos.

- a) Llave de cuchilla en caja blindada, con fusible en cartuchos removibles.
- b) Arrancador protector magnético con protección para descarga y cortacircuito, con disparo automático, instantáneo en las tres fases.
- c) Interruptor de tres posiciones (Manual, parada y automática).
- d) Interruptor a flotador del tipo de cadena completa, con contrapeso y corredera o de varilla y bola.
- e) Guardanivel que impida el funcionamiento de las bombas cuando falte agua en la Cisterna.
- f) Alternador eléctrico de secuencia para las dos bombas, con capacidad para hacerlas operar simultáneamente, cuando lo exija la demanda.
- g) Tablero.

**Accesòrios.**

Válvula de compuerta y retención (SWING-CHECK) del mismo diámetro que la descarga de la bomba, válvula de pie.

**Sistema contra Incendio.****Equipos comprendidos.**

Unión siamesa para conexión con las bombas del Cuerpo de Bomberos, y gabinetes con manguera, pitón y extinguidor ubicados en los diferentes pisos.

Todo de acuerdo a los planos.

**Equipos y Accesorios.**

Unión siamesa de Bronce de 3"

Válvula de retención para tuberías contra incendio de 3" (FIRE-CHECK SWING).

Gabinete de acero de manguera de 75" de 1 1/2", con pitón y válvula angular de globo de 1 1/2", soporte, etc.

Un extinguidor de 2 1/2 galones de mano tipo universal en cada gabinete.

Ver dibujo en plano.

**Dibujo:**

El suministro del equipo proporcionará el dibujo con las dimensiones exactas del equipo necesario.

**Thermas para Agua Caliente.**

Las thermas las proporcionarán e instalarán las Casas que las provea; serán del tipo eléctrico y tendrán llaves de entrada y salida de cada Therma.

**Especificaciones de Aparatos Sanitarios -  
Todo de Primera Calidad, Oficinas - Tiendas:**

- a) **Lavatorios:** Serán de porcelana vitrificada, blanca, equipados con llave, desagüe, tapón; cadena, trampa, tubo de abasto, niple, canoplas; los accesorios serán cromados, escuadras de dimensiones 23" x 17".
- b) **W.C. (Inodoro):** Tanque bajo, de porcelana vitrificada, blanco, con todos sus accesorios internos (de primera calidad), tornillos y huachas cromadas para fijarlos al piso, asiento de madera esmaltado del mismo color del aparato.

**Vivienda (DUPLEX)**

Primer Piso de duplex 1/2 baño - eje 4.D.

- a) **Lavatorios:** Serán de porcelana vitrificada, de color, equipados con grifería de combinación automática para agua fría y caliente; del tipo para empotrase en mueble, mostrador, etc. con desagüe automático, trampa y tubos de abasto, niples, canoplas cromadas, escuadras, uñas o soportes de fijación (tornillos, etc.) completos, de dimensiones de 20" x 18".
- b) **W.C. (Inodoro):** De tanque bajo de color, de porcelana vitrificada, con todos sus accesorios internos completos (de primera calidad): tornillos, huachas cromandas, para fijarlos al piso, asiento de madera esmaltada del mismo color del aparato.
- c) **Lavaderos de Cocina:** Serán de acero inoxidable, con grifería de combinación (para agua fría y caliente) de una poza y un escurriadero derecho, con desagüe, y tapón del desagüe especial del mismo material del lavadero, de dimensiones aproximadas 16" x 40"
- d) **Lavadero de Patio:** Será de material forrado con mayólica, hecho sitio, con desagüe y tapón, cadenas, trampas, de una sola poza, y un escurriadero, de una llave para agua fría.
- e) **Baño de Servicio:** W.C. de características similares a los de tiendas y oficinas, pero con taza integral, sin asiento de madera.

- f) **Duchas:** Baterías de agua fría y caliente de primera calidad, sumidero, brazo y canastilla de 90°, cromado.

**Baños Principales:**

- a) **Ducha:** Batería de agua fría y caliente, sumidero, brazo y canastilla giratoria.
- b) **Lavatorios:** Similares al del 1/2 baño eje 4 pero no de empotrar.
- c) **W.C.:** Similares al del 1/2 baño eje 4 - D.
- d) **Tina:** Será de fierro enlazado (aporcelanada), también de color, con grifería de combinación (agua fría y caliente), con brazo y canastilla giratoria, con desagüe y rebose automático, todo cromado, de dimensiones aproximadas 5 pies.
- e) **Bidets:** Serán de porcelana vitrificada de color, con grifería de combinación (agua fría y caliente), desagüe automático, tornillos, huachas de fijación al piso y porta huachas (para tapar los tornillos) del mismo color del aparato.
- f) **Tinita:** En el baño del Departamento posterior, será de albañilería cubierta con pepelma (Ver especificaciones de Arquitectura), con grifería de combinación para agua fría y caliente, con brazo y canastilla giratoria, con desagüe y rebose automático, todo cromado de dimensiones que indican los planos de Arquitectura.

**NOTA:** Se adjuntan a las especificaciones los planos originales.



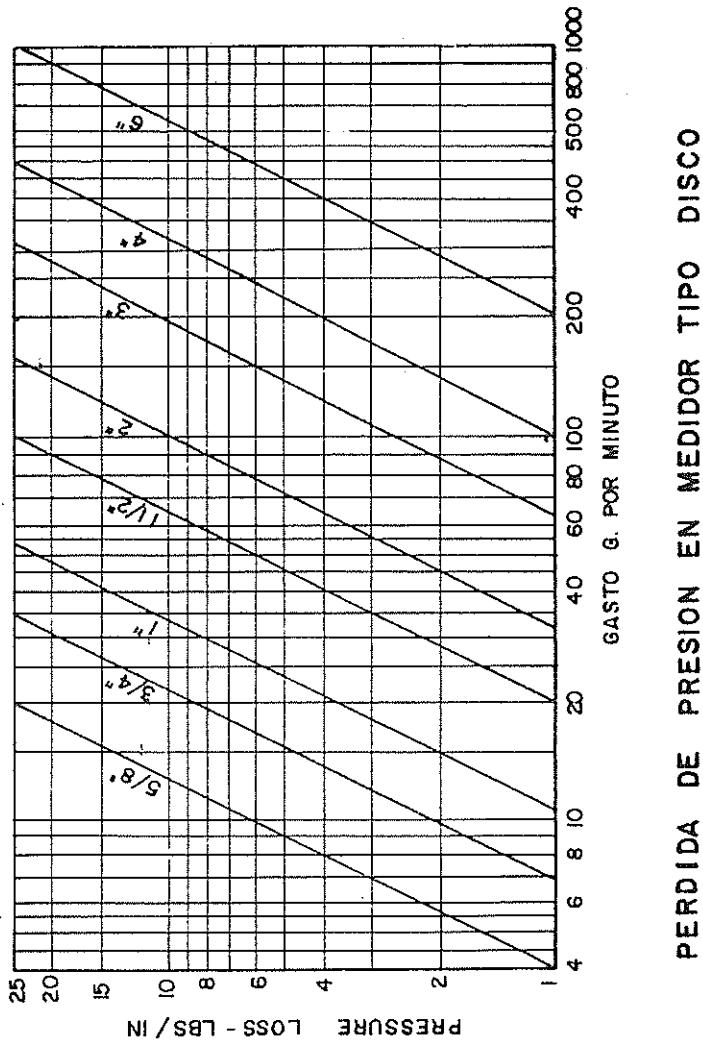
*Anexo*

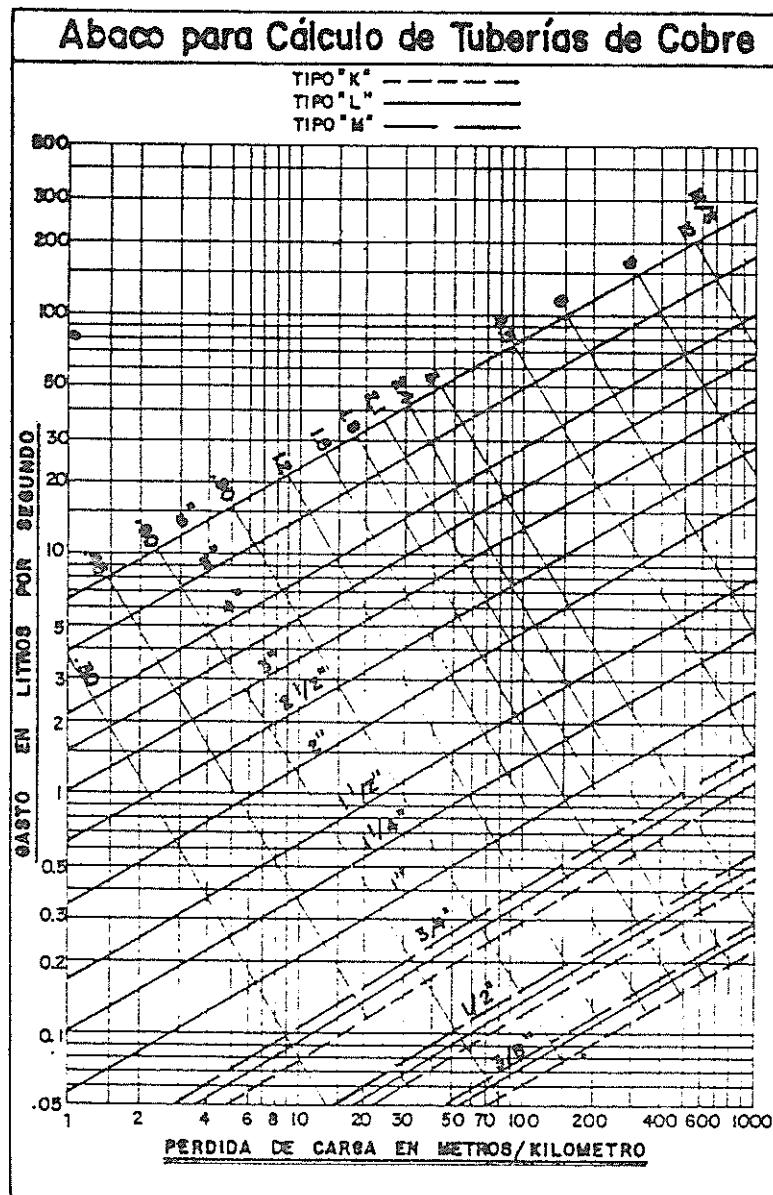
**II**

*Principales Tablas Usadas en  
Diseño de Instalaciones  
Sanitarias en Edificaciones*



TABLAS Y ABACOS MAS UTILIZADOS EN EL  
DISEÑO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS





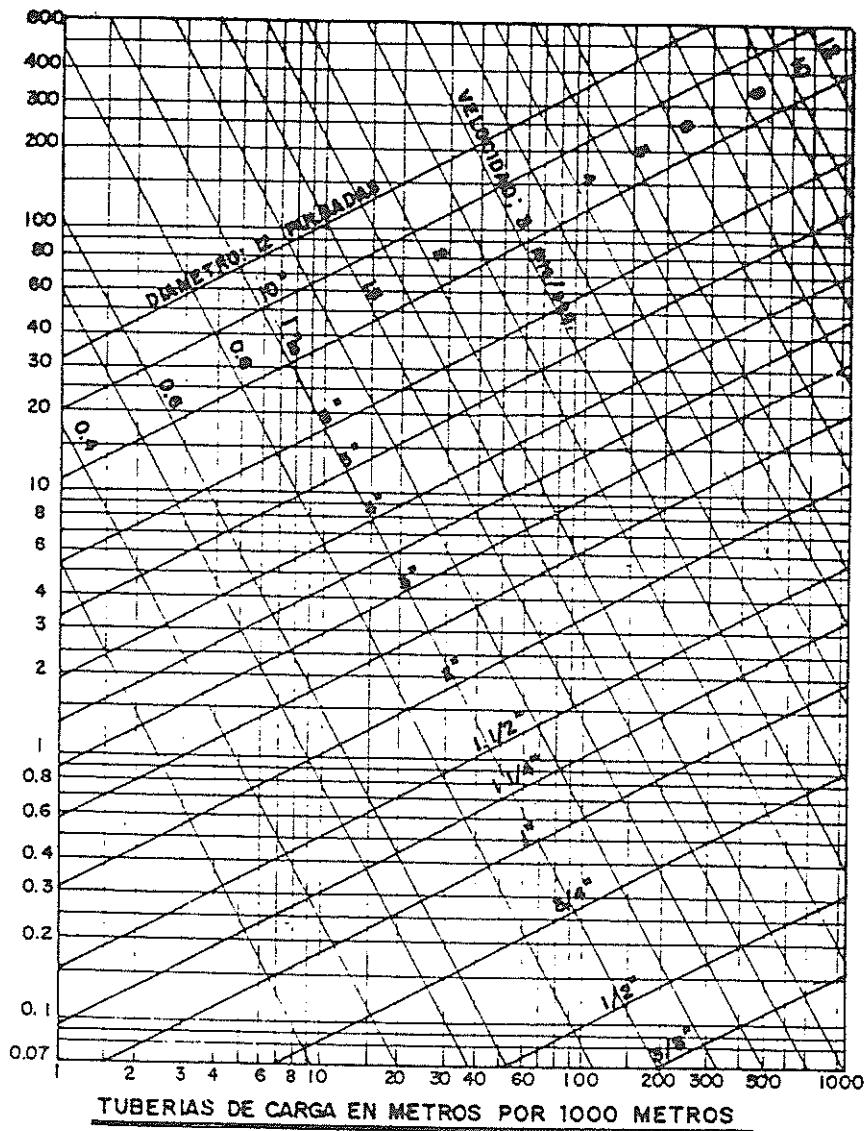
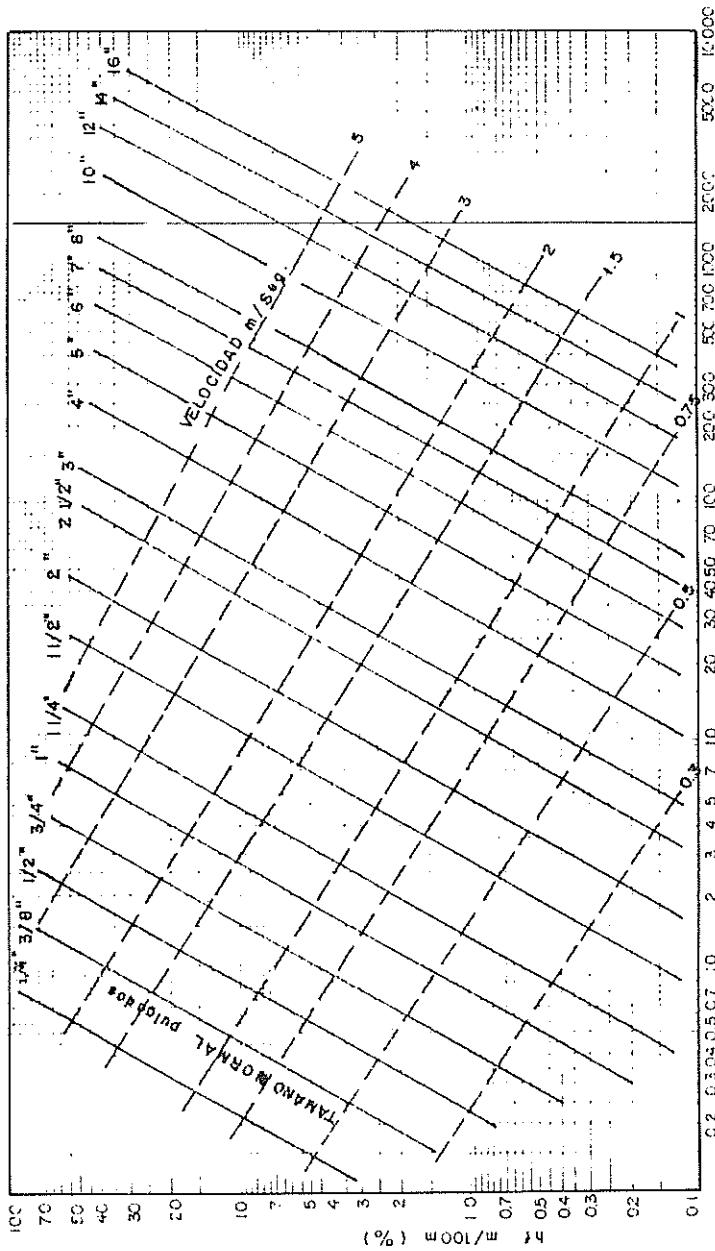
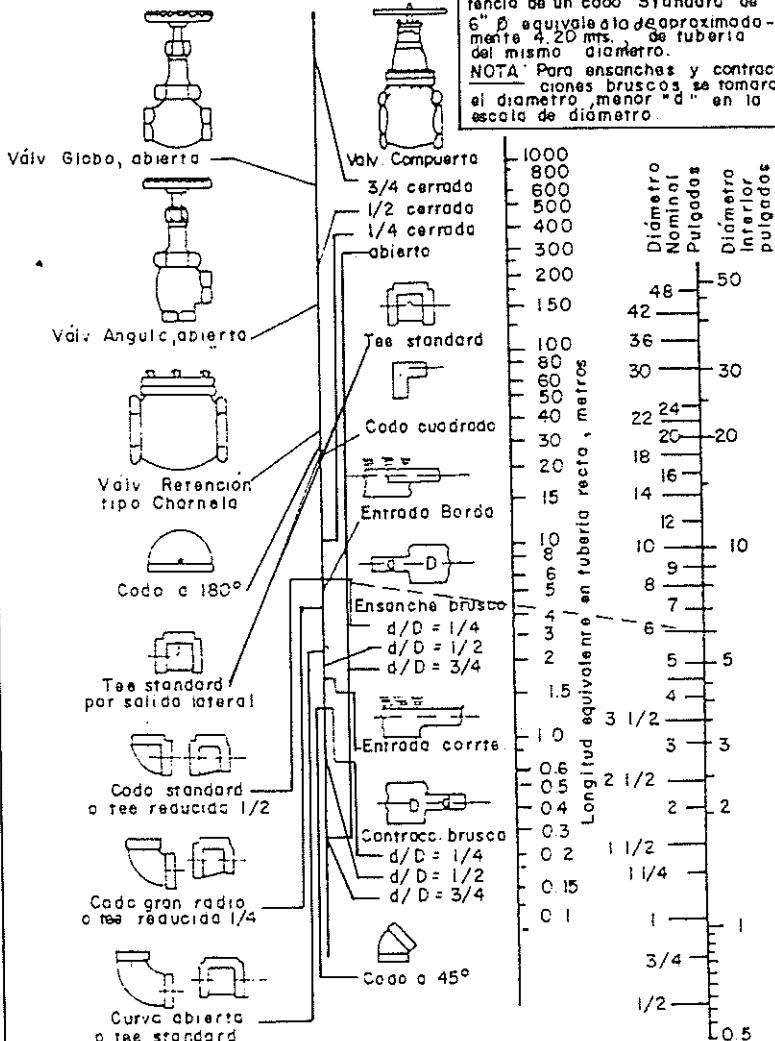
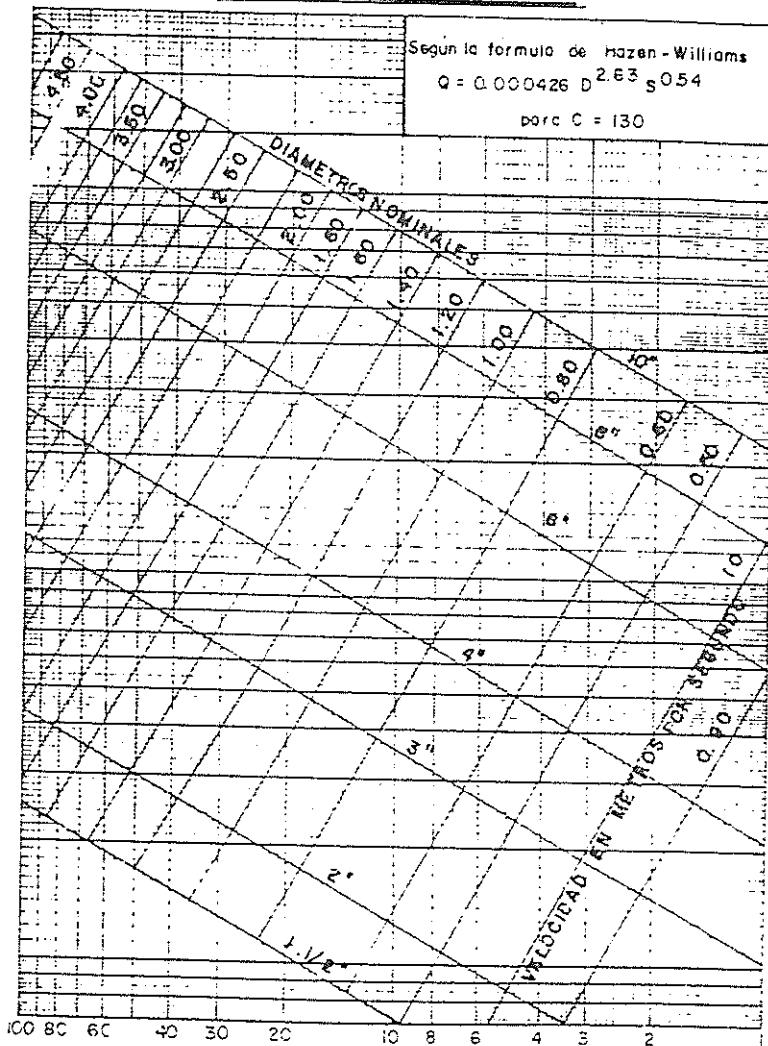
TUBERIAS DE FIERRO GALVANIZADO NORMAL

DIAGRAMA DE CAIDA DE CARGA HIDROSTATICA DEL TUBO "FORDUIT" ( PVC )



RESISTENCIA DE VALVULAS Y ACCESORIOS AL FLUJO DE FLUIDOS

TUBOS DE PRESION "ETERNIT"

LONGITUDES EQUIVALENTES A PERDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS (expresadas en metros de longitud)

Valores de K	0.42	0.50	0.75	0.90	1.25	2.20	1.60	1.00	0.50	0.05	0.10	0.92	0.56	0.18	0.42	0.33	0.19	10.00	5.00	0.18	1.15	5.80	24.00	2.50	1.86	6.10	
DIA METRO NOMINAL																											
num.	pulg.	Codo de 45°	Codo de 90° y 180°	Codo morrión	Codo recto	Codo corto de tubo y bilateral	Saída de la bomba	Encanamiento troncos	Contracciones	Válvula de	Válvula de compuerta	Válvula de retención	Válvula plena y media														
		90° y 180°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	90°	d = 1/4	d = 1/2	d = 3/4	d = 1/4	d = 1/2	d = 3/4	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000	9000		
13	1/2	0.248	0.354	0.442	0.532	0.739	1.300	1.064	0.591	0.298	0.030	0.055	0.544	0.331	0.112	0.248	0.195	0.112	5.909	2.954	0.112	0.680	3.309	14.182	11.477	1.099	3.595
19	3/4	0.343	0.518	0.648	0.777	1.080	1.900	1.554	0.864	0.432	0.043	0.086	0.794	0.484	0.164	0.363	0.285	0.164	8.636	4.318	0.164	0.993	4.837	20.727	2.159	1.606	5.264
25	1	0.477	0.682	0.852	1.023	1.420	2.500	2.045	1.136	0.568	0.057	0.114	1.045	0.636	0.216	0.477	0.375	0.216	11.364	5.682	0.216	1.307	6.364	27.273	2.941	2.114	8.921
32	1 1/4	0.611	0.873	1.091	1.309	1.818	3.200	2.618	1.464	0.727	0.073	0.145	1.378	0.814	0.276	0.611	0.480	0.276	14.545	7.272	0.276	1.673	9.145	34.909	3.636	2.705	8.855
38	1 1/2	0.725	1.036	1.295	1.554	2.159	3.800	3.109	1.727	0.864	0.086	0.173	1.583	0.967	0.328	0.725	0.570	0.328	17.273	8.636	0.328	1.986	9.673	41.454	4.318	3.213	10.515
50	2	0.954	1.364	1.704	2.045	2.841	5.000	4.091	2.273	1.136	0.114	0.227	2.091	1.273	0.432	0.354	0.750	0.432	22.727	11.364	0.432	2.614	12.727	54.545	5.682	4.227	13.844
63	2 1/2	1.203	1.718	2.148	2.577	3.580	6.300	5.154	2.864	1.432	0.143	0.286	2.534	1.604	0.544	1.203	0.946	0.544	28.636	14.318	0.544	3.293	16.036	68.727	7.159	5.326	17.440
75	3	1.432	2.045	2.557	3.068	4.261	7.500	6.136	3.409	1.734	0.170	0.341	3.136	1.909	0.648	1.432	1.125	0.648	34.091	17.045	0.648	3.920	19.091	81.813	8.523	6.341	20.76
88	3 1/2	1.680	2.400	3.000	3.600	5.000	8.800	7.200	4.000	2.000	0.200	0.400	3.680	2.240	0.760	1.680	1.320	0.760	40.000	20.000	0.750	4.600	22.400	98.003	10.300	7.440	24.364
100	4	1.900	2.727	3.409	4.091	5.682	10.000	8.182	4.545	2.273	0.227	0.454	4.182	2.545	0.864	1.909	1.500	0.864	45.454	22.727	0.864	5.227	25.454	109.090	11.364	8.454	27.682
150	6	2.864	4.091	5.114	6.136	8.523	15.000	12.273	5.818	3.409	0.341	0.582	6.273	3.818	1.295	2.864	2.250	1.295	58.182	34.091	1.295	7.841	38.182	153.635	7.045	12.582	41.523
200	8	3.818	5.454	6.818	9.182	11.364	20.000	16.364	9.091	4.545	0.454	0.909	8.384	5.091	1.727	3.818	3.000	1.727	90.909	45.454	1.727	10.454	50.909	23.18.2	22.727	6.909	55.364
250	10	4.772	6.818	8.522	10.227	14.204	25.000	20.454	11.364	5.682	0.568	1.136	10.454	6.364	2.159	4.772	3.780	2.159	13.636	56.818	2.159	13.068	63.636	272.727	28.409	21.136	69.204
300	12	5.727	8.182	10.227	12.273	17.046	30.000	24.545	13.638	6.918	0.682	1.364	12.545	7.636	2.591	5.727	4.300	2.591	13.636	59.182	2.591	15.582	76.264	327.273	34.091	25.364	93.045
350	14	6.682	9.545	11.932	14.318	19.886	35.000	28.636	15.309	7.554	0.795	1.591	14.636	9.501	3.023	6.682	5.250	3.023	15.909	79.545	3.023	28.295	89.091	331.818	39.773	29.591	98.886
400	16	7.636	10.909	13.836	16.363	22.727	40.000	32.727	18.182	9.091	0.909	1.818	16.727	10.182	3.454	7.636	6.000	3.454	191.818	90.909	3.454	20.909	101.518	436.364	45.454	33.818	110.727
450	18	8.590	12.272	15.340	18.409	25.562	45.000	36.818	20.454	10.227	1.023	2.045	18.818	11.454	3.886	8.590	6.750	3.886	204.545	102.272	3.886	23.522	145.454	490.906	51.136	38.045	124.564
500	20	9.545	13.636	17.045	20.454	28.409	50.000	40.909	22.727	11.364	1.136	2.273	20.909	12.727	4.318	7.500	4.318	227.272	113.526	4.318	23.136	127.272	545.454	56.818	42.272	138.40	
550	22	10.500	15.000	18.750	22.500	31.250	55.000	45.000	25.000	12.500	1.250	2.500	23.250	14.000	4.750	10.600	8.250	4.750	250.000	125.000	4.750	28.750	140.000	800.000	52.500	46.500	152.25
600	24	11.454	16.363	20.454	24.545	34.091	60.000	49.091	27.273	13.535	1.364	2.727	25.591	15.272	5.182	11.454	9.000	5.182	272.727	13.636	5.182	31.363	52.727	554.545	56.812	50.727	166.091
650	26	12.408	17.727	22.158	26.591	38.932	65.000	53.182	29.545	14.773	1.477	2.954	27.182	16.545	5.613	12.408	9.750	5.613	297.454	147.272	5.813	33.977	66.454	709.091	73.863	54.954	179.932
700	29	13.363	19.090	23.353	28.636	39.773	70.000	57.273	31.818	15.909	1.591	3.162	29.273	17.318	6.045	13.363	10.500	6.045	31.250	159.091	6.045	38.590	13.182	763.556	79.545	59.182	193.771
750	30	14.318	20.434	25.562	30.682	42.814	75.000	61.384	34.090	17.045	1.704	3.409	31.364	19.050	6.477	14.318	11.250	6.477	340.903	704.484	6.477	39.204	190.909	318.182	85.227	63.409	207.614
900	36	17.181	24.545	30.681	36.818	51.136	90.000	73.636	40.909	22.454	2.045	4.091	37.636	22.909	7.772	17.181	13.500	7.772	406.000	204.545	7.772	17.046	229.090	581.818	102.273	76.080	249.136
1050	42	20.044	28.636	35.794	42.954	59.659	105.000	85.909	47.727	21.954	2.386	4.773	43.909	26.727	9.068	20.044	15.750	9.068	477.272	238.636	9.068	54.886	26.272	145.454	19.318	88.772	290.654
1200	48	22.908	32.728	40.908	49.091	68.182	120.000	98.182	54.545	27.273	2.727	5.454	50.182	30.545	10.363	22.908	18.000	10.363	646.454	272.727	10.383	62.726	305.454	1309.064	136.363	101.454	332.62
1250	50	23.862	34.050	42.612	51.136	71.022	125.000	102.272	56.818	28.409	2.841	5.682	52.272	31.818	10.795	23.862	18.750	10.795	288.181	294.090	10.795	65.340	348.181	163.039	142.045	105.891	346.022

# INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICACIONES

---

