



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

A R A G O N

**“Criterio para el Diseño y Características
que Rigen las Instalaciones en una
Clinica Hospital”**

T E S I S P R O F E S I O N A L

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

GERARDO BARRERA GALVEZ

México, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

INTRODUCCION.	Pag. 1
CAPITULO Nº I.-	
ANALISIS DE LAS FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.	5
1.1 Generalidades	
1.2 Fuentes de abastecimiento	
1.2.1 Toma municipal	
1.2.2 Otras fuentes de abasteci- miento.	
1.3 Requerimientos de la fuente	
1.3.1 Dotaciones	
1.3.2 Normas de calidad para el agua	
1.3.3 Ajuste a las normas de po- tabilidad	
1.4 Almacenamiento en cisterna	
1.4.1 Capacidad	
1.4.2 Localización	
1.4.3 Ventilación	
1.4.4 Acceso para inspección y limpieza	
1.4.5 Recolección de sedimentos	
1.4.6 Protección contra contami- naciones	
1.5 Tratamiento de aguas para la po- tabilización	
1.5.1 Potabilización	
1.5.2 Tratamiento.	

CAPITULO Nº II.-

DISEÑO Y CÁLCULO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

27

2.1 Diseño

2.1.1 Configuración geométrica de las tuberías

2.1.2 Diagramas de flujo

2.1.3 Coordinación de espacios

2.1.4 Suspensiones y anclajes

2.1.5 Comunicación

2.2 Cálculo de las redes de distribución de agua fría.

2.2.1 Criterio para la valorización y acumulación de unidades mueble

2.2.2 Conclusiones

2.2.3 Diámetros mínimos de alimentación a los muebles

2.2.4 Obtención del gasto en función de las unidades mueble

2.2.5 Velocidades recomendadas

2.2.6 Pérdidas de carga por fricción

2.3 Dimensionamiento de las tuberías

2.3.1 Selección de diámetros

2.4 Equipos de bombeo

2.4.1 Determinación de la carga total de bombeo

2.4.2 Potencia de las bombas

2.4.3 Otros sistemas de bombeo

2.4.4 Selección del equipo de bombeo

VII

	Pag.
CAPITULO Nº III.-	
AGUAS NEGRAS Y VENTILACION.	92
3.1 Aguas negras.	
3.1.1 Instalación de tuberías de drenaje	
3.1.2 Unidades mueble de descarga	
3.1.3 Configuración de los ramaleos de desagüe	
3.1.4 Tapones registro y trampas o sellos hidráulicos	
3.1.5 Coordinación de espacios	
3.1.6 Cálculo de las redes de aguas negras	
3.1.7 Cárcamo de bombeo	
3.2 Ventilación.	
3.2.1 Objetivos	
3.2.2 Ventilación seca	
3.2.3 Ventilación en serie	
3.2.4 Ventilación de alivio	
CAPITULO Nº IV.-	
ELIMINACION DE AGUAS PLUVIALES.	124
4.1 Condiciones generales	
4.1.1 Definición	
4.1.2 Consideraciones	
4.1.3 Conexiones no aceptadas	
4.1.4 Drenajes interiores	
4.1.5 Drenajes exteriores	
4.1.6 Paramentos verticales	
CONCLUSIONES	131
RECOMENDACIONES	134

APENDICE "A"	137
APENDICE "B"	149
BIBLIOGRAFIA	155

I N T R O D U C C I O N .

Desde que el hombre aparece en la tierra, dos características se hacen patentes en él: su cualidad racional que lo distingue de los demás seres vivientes, y su inseguridad para hacer frente a los riesgos que amenazan su existencia.

Al entrar a formar parte de una sociedad, el hombre empieza a organizar y a definir sus estructuras, a dictar una serie de principios que regulan la conducta del grupo, así como a implantar reglas morales que ordenen la vida en sociedad, puesto que el hombre es un ser social por naturaleza.

Así, de esta forma, el hombre fue evolucionando en sus ideologías y costumbres a través del tiempo. A partir de entonces, estas sociedades buscaron nuevas formas de seguridad y nuevos mecanismos de protección, se instituyeron los hospitales de beneficencia y las casas de asistencia social, motivados por personas y grupos de carácter caritativo.

Esta lucha de la humanidad por implantar mejores sistemas de vida se acentúa durante el siglo XIX, con el nacimiento de la revolución industrial. Los obreros se ven convertidos en meros instrumentos de progreso, víctimas de la explotación y sin ninguna protección ante los riesgos derivados del trabajo y los adelantos tecnológicos.

A raíz de la segunda guerra mundial, nace en las naciones la inquietud de consolidar sistemas de seguridad y seguros sociales.

El concepto de caridad, que alimentaba a la labor social de la asistencia médica, ha sufrido transformaciones considerables al través de la historia, resultando ésta, una clara expresión de los postulados ideológicos de una época.

Este concepto, panacea de los siglos pasados se ha evolucionado extraordinariamente al revolucionario concepto de o--

bligatoriedad por parte de la sociedad, para lograr que todos - sus miembros obtengan condiciones de vida cada vez mejor, siendo la salud uno de los principales aspectos de estas motivaciones.

El Estado, institución en la que se polarizan los conceptos mencionados debe abocarse cada vez más con mayor intensidad por medio de los organismos que la integran a resolver estos graves problemas, ya que a él, le corresponde ser un celoso guardián del mejor patrimonio de los pueblos; la salud física y mental de sus habitantes.

Siendo el hospital un lugar donde se internan los individuos que han sufrido graves quebrantos en su salud, es indispensable que las instalaciones reúnan las características de seguridad y comodidad externas, tanto para el paciente como para el personal médico y paramédico que lo atiende, observando también las normas reglamentarias estrictas que se requieren para evitar la contaminación del agua, del aire, los espacios y los equipos que pueden ser un vehículo determinante de infecciones.

La característica particular más importante en las instalaciones para clínicas y hospitales surge de la necesidad de emplear un gran número de equipos especializados, los cuales habrán de proyectarse las conexiones de los servicios en forma precisa y debidamente dimensionados para obtener su máxima eficiencia de operación, facilidad de mantenimiento y seguridad para el usuario. Es indispensable tener un amplio acervo de datos de los fabricantes de estos equipos y actualizarlos constantemente, dado el rápido desarrollo de nuevas técnicas y perfeccionamientos de los actuales.

Los sistemas de operación, planeación y programación de los países altamente desarrollados, tienen modalidades tecnológicas que difícilmente se pueden adaptar en su integridad a los países de incipiente desarrollo ya que las condiciones de estos

últimos difieren en aspectos básicos; fundamentalmente los relativos a la economía e ideosincrasia. Es común observar estrepitosos fracasos cuando se imponen tecnologías de otras latitudes en nuestro medio.

Es de gran importancia, el darnos cuenta de la carrera del costo de los servicios médicos en todos los ámbitos y el ensanchamiento de la brecha entre los costos de inversión y operación y los recursos disponibles para tal fin, al grado que resulta común observar el distanciamiento progresivo de las instituciones encargadas de otorgar este tipo de prestaciones sobre todo. El técnico que trabaja tanto en la planeación como en la operación de unidades hospitalarias debe tener conciencia de nuestra realidad económica y social a fin de evitar la importación de tecnologías sofisticadas que resultan muy honerosas al país.

Como resultado obvio, las inversiones son cuantiosas y los errores que de una mala programación de las instalaciones - como de un diseño inadecuado, incrementará considerablemente tanto los costos de inversión como de operación. El diseño y cálculo de las redes deberán hacerse de tal manera que se obtengan; bajo nivel de ruido, hermeticidad y privacidad del paciente durante la operación y trabajos de mantenimiento de los sistemas.

La formación de equipos interdisciplinarios de especialistas en diversas ramas de la tecnología, sin lugar a duda, es un paso indispensable para optimizar y racionalizar el diseño de unidades hospitalarias. Estos equipos deben operar en forma armónica, y participar desde un principio en la planeación, programación, diseño y operación de un hospital.

Por tales motivos, el presente trabajo pretende proporcionar los lineamientos que permitirán desarrollar los proyectos de esta especialidad (hidráulica y sanitaria) para las unidades hospitalarias y de consulta en cuestión.

Con ésto, se obtiene un trabajo más adecuado en los proyectos, por la uniformidad de criterios aplicados y la facili-dad en la revisión y aplicación de los mismos.

C A P I T U L O N º I

ANALISIS DE LAS FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

C A P I T U L O N º 1

1.1 GENERALIDADES

Para empezar a elaborar un proyecto, se deberá contar con una serie de informaciones que, a grandes rasgos, se pueden dividir en dos grupos:

- a) Información arquitectónica y
- b) Información de la localidad.

a) Información arquitectónica; la jefatura de proyectos proporcionará planos maduros del proyecto arquitectónico, en el cual ya debieron haberse tomado en cuenta las recomendaciones - en cuanto a requerimientos básicos de espacios para alojar las instalaciones, que son el resultado del anteproyecto, así como las áreas requeridas para la casa de máquinas de cualquier instalación.

b) Información de la localidad; para conocer esta información, se debe obtener la "Cédula de Servicios" del lugar en que se construirá la institución de salud que se trate. La Cédula de Servicios deberá contar con la información mínima siguiente:

-Fuente de abastecimiento; indicará si se trata de red municipal, en tal caso se proporcionarán datos de la localización, diámetro, presión, horas de servicio y calidad del agua. Si se trata de pozo, contendrá si es somero o profundo, localización, capacidad de extracción y calidad del agua. Cuando se trate de otras fuentes, deberá indicar cuales son éstas.

-Calidad del agua; El departamento de ingeniería indicará si es necesario potabilizar el agua disponible, con el objeto de prever si es necesario tener cisterna de agua cruda o cisterna de agua cruda y de agua tratada.

-Forma de eliminación de aguas residuales y aguas pluviales; -

en el caso de existir alcantarillado municipal se indicará si es sanitario-pluvial (combinado) o separado, proporcionando datos de los posibles lugares de desfogue, localización de la red con respecto al predio, diámetros y cotas de plantilla relacionadas a un banco de niveles establecido. Cuando no exista alcantarillado municipal, el departamento de ingeniería indicará la forma de eliminación de aguas pluviales y de las aguas residuales, como pudiera ser el uso de fosas sépticas y pozos de absorción.

- Intensidad de lluvia; también en la Cédula de Servicios se indicará el dato de la máxima precipitación horaria. Se tomará en cuenta como base para determinar las intensidades de precipitación de 5 y 10 minutos, con las que se hará el diseño pluvial.

Las especificaciones y recomendaciones que se hacen a continuación, son las adoptadas por las principales instituciones de salud, con la finalidad de servir de guía para que los proyectos de instalaciones hidráulicas y sanitarias sean ejecutados lo más uniforme posible, tanto para la presentación de planos como de muebles, y tipo de tuberías que se deberán considerar para el cálculo de pérdidas por fricción y conteo de material.

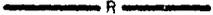
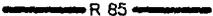
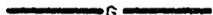
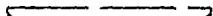
-Denominación de diámetros; los diámetros nominales de tuberías se especifican de acuerdo a la siguiente tabla de equivalencias;

PULG.	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8	10
M.M.	10	13	19	25	32	38	51	64	76	102	152	203	254 +

-Simbología para tuberías y accesorios; debido a que en las edificaciones para la salud, principalmente en hospitales y lavanderías se usan diferentes tipos de fluidos, los cuales están también a diferentes presiones y temperaturas, al igual que en las mismas tuberías existen diferentes tipos de válvulas que se representan de diversas formas, se han adoptado las simbologías que se muestran en la figura 1-F-1 para diferenciar todos estos conceptos en los planos de instalaciones hidráulicas y sanitarias.

TUBERIA

COLUMNA

AGUA FRIA		C.A.F.
AGUA CALIENTE 60°C.		C.A.C.
AGUA CALIENTE 85°C.		C.A.C. 85°
RETORNO DE AGUA CALIENTE		C.R.
RETORNO DE AGUA CALIENTE 85°C		C.R. 85°
PROTECCION CONTRA INCENDIO		C.P.C.I.
RIEGO		C.J.
AGUA HELADA		C.A.H.
AGUA CRUDA		
AGUA TRATADA		
VAPOR DE ALTA PRESION		C.V.A.
VAPOR DE MEDIA PRESION		C.V.M.
VAPOR DE BAJA PRESION		C.V.B.
CONDENSADO ALTA PRESION		C.R.V.A.
CONDENSADO DE MEDIA PRESION		C.R.V.M.
CONDENSADO BAJA PRESION		C.R.V.B.
AIRE COMPRIMIDO.		C.A.
GAS		C.G.
OXIGENO		C.O.
OXIDO NITROSO		C.O.N.
AGUAS NEGRAS		B.A.N.
AGUAS PLUVIALES		B.A.P.
AGUAS CLARAS		B.A.C.
VENTILACION.		C.V.
ALBAÑAL AGUAS NEGRAS.		
ALBAÑAL AGUAS PLUVIALES.		
DIESEL		C.D.
RETORNO DE DIESEL		C.R.D.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON.

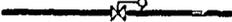
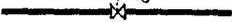
INGENIERIA
FEB./84

GERARDO BARRERA G.
TESIS PROFESIONAL

SIMBOLOGIA DE TUBERIAS Y COLUMNAS.

I-F-I

VALVULAS Y ACCESORIOS

VALVULA DE COMPUERTA	
VALVULA DE GLOBO	
TUERCA UNION	
VALVULA DE RETENCION. O CHECK	
VALVULA MACHO O DE CUADRO	
VALVULA MOTORIZADA	
VALVULA FLOTADOR.	
BRIDAS	
JUNTAS DE EXPANSION	
TAPON CAPA	
TAPON MACHO	
TAPON REGISTRO	
COLADERA DE PISO	

CONEXIONES

CODO HORIZONTAL 90°	
CODO HACIA ARRIBA A 90°	
CODO HACIA ABAJO 90°	
CODO HORIZONTAL 45°	
TEE HORIZONTAL	
TEE HACIA ARRIBA	
TEE HACIA ABAJO	
CRUCE POR ARRIBA	
CRUCE POR ABAJO	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON	INGENIERIA FEB./84	
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	SIMBOLOS DE VALVULAS Y CONEXIONES	I-F-I CONTINUACION.

1.2 FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

1.2.1 Toma municipal: en casi la totalidad de las veces, la fuente de abastecimiento de agua potable para el conjunto hospitalario será una toma municipal.

Para determinar el diámetro de la toma que servirá para satisfacer la demanda de servicios, será necesario conocer la variación de presiones de la red en el punto mismo de la inserción, para lo cual es necesario tomar la lectura a diferentes horas del día, en especial las horas "pico", durante un largo periodo y en los días de máxima demanda. Cuando ésto no sea posible, se harán lecturas durante un día y se elegirá la lectura de presión más baja como la presión disponible en la toma.

Para determinar el gasto que habrá de pasar por la toma se hará la siguiente consideración: El llenado de la cisterna deberá hacerse en un periodo máximo de 12 horas, puesto que en un hospital no existen horas de descanso, es un funcionamiento continuo e ininterrumpido durante el cual existen demandas a cualquier hora, por otra parte, cuando existe presión suficiente en la toma es en los turnos nocturnos y es entonces cuando se recargará la cisterna, por tanto deberá dividirse el consumo diario, obtenido a partir de la demanda, entre 43,200 segundos correspondientes a 12 horas como tiempo máximo.

Conocidos los datos de carga necesaria, gasto y velocidad de la toma, longitud de la tubería de conducción, pérdidas de carga correspondientes a válvulas de cierre, medidor, flotadores, cambios de dirección, etc., se podrá determinar el diámetro de la tubería de toma que abastecerá la cisterna.

1.2.2 Otras fuentes de abastecimiento : cuando no se disponga del servicio municipal, se deberá seleccionar la mejor fuente disponible, entendiéndose como mejor a aquella que se apegue más a las características físicas, químicas y bacteriológicas -

del agua, así como el medio más económico para su obtención; - más adelante se describe una lista de características para el agua.

Como recomendación se deberá dar prioridad a las fuentes subterráneas sobre las fuentes de agua superficiales, y a éstas sobre cualquier fuente atmosférica, de lo contrario se ocasionará un gasto más elevado para su extracción y potabilización.

1.3 REQUERIMIENTOS DE LA FUENTE.

1.3.1 Dotaciones.

a) Hospitales: las dotaciones para hospitales deberán calcularse sobre 1,000 litros por cama y por día, de acuerdo al desglose presentado a continuación.

-Muebles sanitarios.- Suponiendo tres operaciones por cada uno de los muebles sanitarios fundamentales (inodoro, lavabo y regadera) se podrá obtener un valor medio del volumen necesario para proporcionar un servicio adecuado al encamado y a dos personas relacionadas con él. (médicos, enfermeras, afanadoras, etc.)

1 W.C. 24 lts*

1 Lavabo 6 lts*

1 Regadera 100 lts†

130 lts.

130 lts. por tres operaciones diarias = 390 lts/cama/día.

-Aseo y muebles especiales.- Se considera que por cada cama se requieren 70 m² de construcción, (pasillos, quirófanos, salas de recuperación, cocinas, etc.), y a cada metro cuadrado se le asignan 3 litros de agua.

70 m² por 3 lts./m² = 210 lts/cama/día.

* GASTOS PROMEDIO DE OPERACION POR MUEBLE.

-Lavandería.- Se calculan 5 kilogramos de ropa seca por cama al día, y a cada kilogramo se le asignan 42 litros de agua.

$$5 \text{ Kg. por } 42 \text{ lts.} = 210 \text{ lts/cama/día.}$$

-Cocinas y comedores.- Por cada cama corresponden 9 comidas, puesto que se consideran las dos personas relacionadas con el encamado. 21 lts. de agua por comida.

$$9 \text{ comidas por } 21 \text{ lts.} = 189 \text{ lts/cama/día.}$$

-Fugas.- Las fugas son consideradas por el llenado de equipos, derrames, etc., se le asigna 1 litro/cama/día.

por lo tanto la dotación será de 1,000 lts/cama/día/

b) Habitaciones: para conjuntos habitacionales se considerará una dotación de 300 lts/persona/día, dependiendo de la zona, el lugar, el clima, etc.

c) Oficinas: a las oficinas se les dará una dotación de 70 lts/ empleado/día, en el caso que no se tenga el dato de la cantidad de empleados que laborará en ese lugar, se darán 10 lts/m² de área utilizable.

d) Lavanderías: Se asignan 42 lts. por kilogramo de ropa seca.

e) Restaurantes: en los restaurantes se les dotará de 21 lts./ por ración por comensal.

f) Otros edificios: en aquellos edificios donde sea difícil estimar la población, podrá calcularse el consumo diario a partir del gasto máximo instantáneo con la siguiente fórmula empírica:

$$D = 0.36 Q_{\max} H$$

donde;

D- demanda diaria.

Q_{max}- gasto máximo instantáneo.

H- Duración del período de máxima demanda.

La duración del período de máxima demanda puede variar de 1 a 4 horas, por ejemplo para una clínica el período dura 4 horas, para oficinas se tomará 1 1/2 horas, y en general, donde no se pueda estimar la población con la precisión necesaria se tomará un valor promedio de 3 horas.

1.3.2 Normas de calidad para el agua.

Las normas de calidad que se exigen al agua potable, en lo que se refiere a pureza, serán las establecidas por la Secretaría de Salubridad y Asistencia y por la Organización Mundial de la Salud. Con objeto de evitar si se necesita tener únicamente cisterna de agua cruda o de agua cruda y agua potabilizada, se elaboran pruebas a la fuente de abastecimiento seleccionada.

A continuación se muestra una tabla de características físicas, químicas y bacteriológicas que deben satisfacer el agua potable o tratada para consumo humano de acuerdo al reglamento federal de la dirección de ingeniería sanitaria sobre obras de previsión de agua potable y fundamentada en los organismos arriba mencionados.

-CARACTERISTICAS QUIMICAS-

Nitrógeno (N) amoniacal hasta.....	0.50 p.p.m.
Nitrógeno (N) proteico hasta.....	0.10 "
Nitrógeno (N) de nitritos con análisis bacteriológico aceptable, hasta.....	0.05 "
Nitrógeno (N) de nitratos hasta.....	5.00 "
Oxígeno (O) consumido en medio ácido hasta.....	3.00 "
Sólidos totales, de preferencia hasta 500 pero toleradas hasta.....	1000 "
Alcalinidad total hasta.....	400 "
Dureza total, expresada en CaCO ₃ hasta.....	300 "
Dureza permanente o de no carbonatos, expresada en - CaCO ₃ en aguas naturales hasta.....	150 "

Cloruros expresados en Cl hasta.....	250	p.p.m.
Sulfatos, expresados SO_4 hasta.....	250	"
Magnesio, expresado Mg hasta.....	125	"
Zinc, expresado en Zn hasta.....	1500	"
Cobre, expresado en Cu, hasta.....	300	"
Fluoruros, expresados en F hasta.....	150	"
Hierro y manganeso expresados en Fe y Mn hasta.....	0.30	"
Plomo, expresado en Pb hasta.....	0.10	"
Arsénico expresado en As hasta.....	0.05	"
Selenio expresado en Se hasta.....	0.05	"
Cromo hexavalente expresado en Cr hasta.....	0.05	"
Compuestos fenólicos, expresados en fenol hasta.....	0.001	"
Cloro libre, en aguas cloradas, no menos de.....	0.20	"
Cloro libre en aguas sobre-cloradas, no menos de 0.20 ni más de.....	1.00	"

-CARACTERISTICAS FISICAS-

Turbiedad máxima.....10 (escala de sílice)
 P.H. de 6.0 a 8.0
 Inodora, sabor agradable.
 Color máximo..... 20 (escala platino-cobalto)

-CARACTERISTICAS BACTERIOLOGICAS-

El agua potable estará libre de gérmenes patógenos procedentes de contaminación fecal humana.

Se considerará que una agua está libre de esos gérmenes patógenos cuando la investigación bacteriológica de como resultado final:

a) Menos de (20) organismos de los grupos coli y coliforme por litro de muestra, definiendose como organismos de los grupos coli y coliforme todos los bacilos aerobios o anaerobios facultativos no esporógenos, Gram negativos, que fermentan el caldo lactosado con formación de gas.

b) Menos de (200) colonias bacterianas por ml. de muestra, en

la placa de agar incubado, a 37°C por 24 horas.

c) Ausencia de colonias bacterianas licuantes de la gelatina, cromógenas o fétidas, en la siembra de un ml. de muestra en la gelatina incubada a 20°C por 48 horas.

-Dureza del agua.- el concepto de dureza, tal como se aplica al agua, significa la propensión a formar incrustaciones y su poder precipitante en las soluciones de jabón empleadas para determinarla. Según sea la naturaleza de las impurezas contenidas en el agua, la dureza puede ser "temporal" (carbonatos) y "permanente"

La cantidad de cualquier substancia productora de incrustaciones puede expresarse en partes por millón (p.p.m.) de carbomato cálcico equivalente contenido en el agua (CaCO_3). En aguas naturales, la dureza puede ser de menos de 10 p.p.m., hasta 1,800 p.p.m. (inútil para fines industriales).

-El PH del agua.- El agua disuelve en cierto grado todas las substancias que están en contacto con ella. La velocidad con la cual el agua corroe los metales depende de su temperatura, de la concentración de iones hidrógeno, de la cantidad de oxígeno disuelto y de la presencia o ausencia de determinadas sales minerales. Una pequeña parte del agua (H_2O), se considera que se halla siempre parcialmente disociada, o sea, que existen iones hidrógeno (H^+) e iones hidróxilo (OH^-).

La cantidad de agua sin disociar es muy grande con relación del total y el producto de los iones hidrógeno (ácido) por los iones hidróxilo (álcalis) es igual a la constante 10^{-4} .

El agua pura es neutra y por lo tanto el número de iones H es igual al de iones OH, en un volumen dado, y la concentración de cada uno de ellos es igual a 10^{-7} . Para expresar la acidez o alcalinidad del agua, se utiliza el término PH. Para el agua la concentración de iones hidrógeno es de 7 que es el valor de su PH. cuando aumenta la concentración de iones hidrógeno el valor de su PH se hace más pequeño.

Las aguas cuyo PH es menor de 7, son ácidas; y las que sobrepasan de 7, alcalinas. Con el fin de reducir la corrosión, las aguas de alimentación de las calderas se mantienen ligeramente alcalinas.

1.3.3. Ajuste a las normas de potabilidad.

Cuando la fuente de abastecimiento es la red municipal, frecuentemente el agua ha sido tratada para distribuirla a los usuarios, sin embargo, será conveniente bajar su dureza a valores de 10 a 20 miligramos de CaCO_3 por litro, con lo cual se obtiene una economía considerable en el consumo de detergentes en la lavandería, cocina, aseo personal, etc.

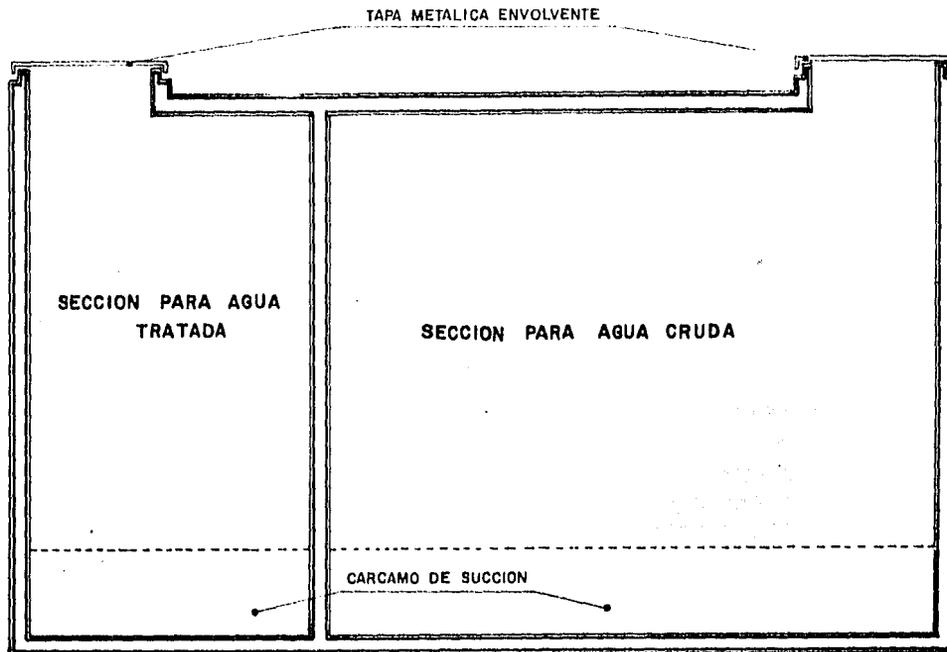
Con el agua para alimentar calderas, la dureza deberá ser de cero p.p.m., con el objeto de evitar las incrustaciones en tanques y tuberías que reducen el diámetro y en ocasiones la obturación total de las mismas, provocando serios trastornos, como la paralización del servicio durante largo tiempo, e incluso accidentes. Para ello, el agua deberá sujetarse a un tratamiento interno, de acuerdo con la experiencia y condiciones particulares del lugar.

1.4 ALMACENAMIENTO EN CISTERNA.

1.4.1 Capacidad.

El agua se almacenará en una cisterna dividida en dos secciones principales, una para agua cruda y la otra parte para agua potabilizada, siempre que sea necesario potabilizarla. (Ver figura 1-F-2).

Se llamará agua cruda a la que llega directamente de la fuente de abastecimiento, aún cuando haya sido potabilizada para proporcionar el servicio municipal. El agua cruda se sujetará a



17

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		FEB./84
GERARDO BARRERA G.	CISTERNA PARA AGUA CRUDA Y TRATADA	1-F-2
TESIS PROFESIONAL		

tratamiento para acondicionarla de acuerdo a las normas de la institución. Solamente en raras ocasiones, podrá aprovecharse el agua tal como se recibe.

Independientemente de que se requiera potabilizar o no el agua, la cisterna de agua cruda deberá tener la capacidad para almacenar el volumen total de agua para servicios, de riego y de protección contra incendio requerida para un día por lo menos. En los lugares donde el servicio sea irregular el almacenamiento deberá asegurar el consumo de dos días como mínimo.

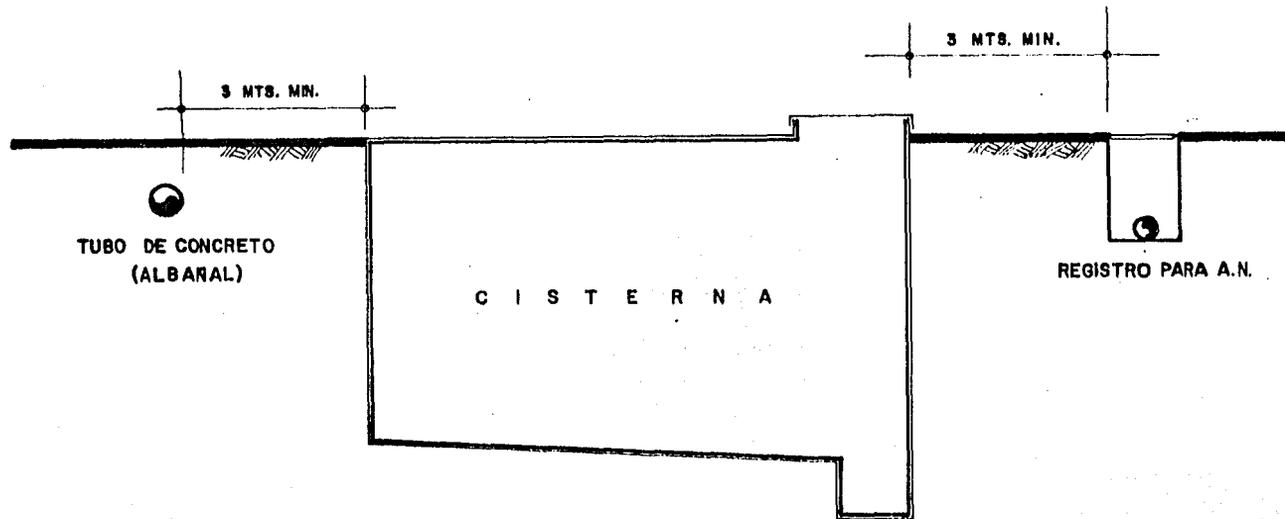
Cuando se requiera potabilizar el agua, la cisterna de agua potabilizada tendrá capacidad para abastecer el suministro de agua potable durante un día, excluyendo el volumen necesario para riego y protección contra incendio.

1.4.2 Localización.

La cisterna deberá localizarse próxima a los equipos de bombeo, dentro o fuera de la casa de máquinas, pero evitando en todo caso, el contacto con las aguas freáticas o con cualquier otra fuente de contaminación como fosas sépticas y albañales. El reglamento de construcción, en materia sanitaria, especifica que la separación mínima entre cisterna y cualquier equipo sanitario será de tres metros. (Ver figura 1-F-3)

De preferencia, convendrá construir la cisterna sobre la superficie del terreno o semienterrada, sobresaliendo un mínimo de 30 cm. En caso de ser indispensable construirla totalmente enterrada deberá evitarse el cultivo de jardines sobre la tapa y tomarse en cuenta todas las recomendaciones de protección que se describen a continuación.

No se deberá construir una cisterna sobre el terreno si no se tiene la seguridad absoluta de que a todas horas del día y en todas las épocas del año se cuenta, en la línea de toma, la -



19

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		FEB./84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	DISTANCIAS REGLAMENTARIAS	
	I-F-3	

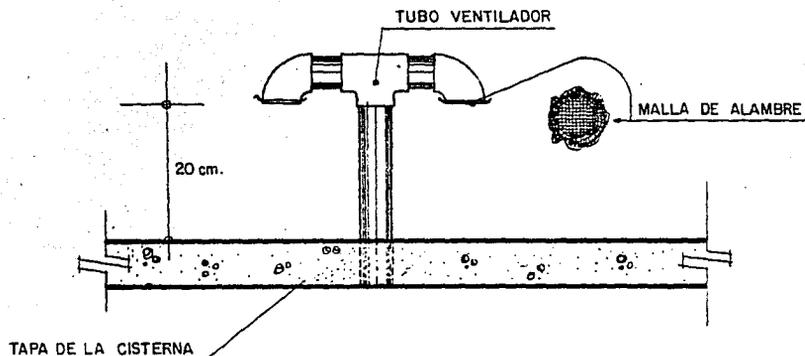
presión mínima suficiente para que, después de descontadas todas las pérdidas, se tenga una presión residual para llegar a la parte superior de la cisterna, más un metro.

1.4.3 Ventilación.

Sobre la superficie del agua deberá existir siempre un volumen de aire suficiente para permitir el intercambio de gases, por lo que es conveniente considerar que el nivel máximo que puede adquirir el agua, dentro del tanque, no sea menor de 30 cm. a bajo del lecho inferior de cualquier elemento sobresaliente que forma la estructura de la tapa.

Para permitir la entrada del aire al exterior y la salida del vapor y los gases desprendidos del seno del líquido, deberán ponerse tubos de ventilación con un diseño adecuado para evitar la entrada de insectos, roedores, y otros animales, así como la introducción de hojas, basura, y en general, cualquier material extraño.

Los tubos ventiladores deberán ser curvos, terminados en un tubo de retorno, y entre la boca del tubo y la tapa o el terreno habrá un espacio mínimo de 20 cm. En la boca de cada tubo se colocará una rejilla de malla de alambre suficientemente cerrada para obtener la mayor seguridad de limpieza, pero que permita la circulación del aire.



1.4.4 Acceso para inspección y limpieza.

En el lugar más cercano a las tuberías de succión y de los electrodos para el control de los niveles alto y bajo, deberá proyectarse una entrada con tapa embisagrada de fácil operación para que siempre permanezca cerrada. El registro de acceso deberá ser de 80 x 80 cm., y dará comunicación a una escalera marina metálica adosada al muro de la cisterna. (Ver figura 1-F-4)

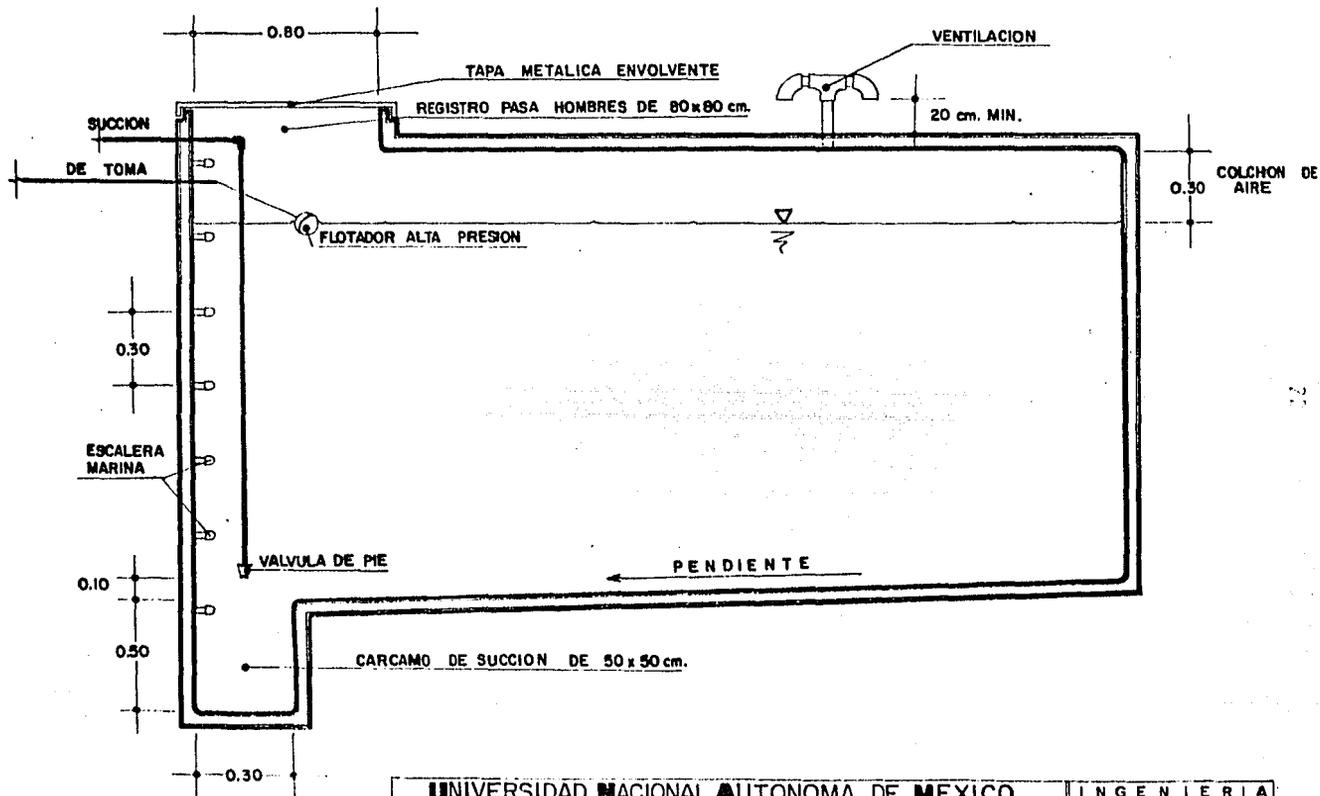
1.4.5 Recolección de sedimentos.

El nivel mínimo que puede adquirir el agua estará a 10 cm. arriba del fondo de la cisterna. Para permitir la sedimentación de los sólidos en suspensión sobre toda la superficie del fondo. En el lado donde se instalen las tuberías de succión se proyectará un foso para la recolección de los sedimentos que se arrastren al adquirir el agua velocidad hacia el nivel mínimo; dicho foso será de 50 cm. de ancho por 50 cm. de profundidad y con una longitud igual al lado de la cisterna donde se coloque.

1.4.6 Protección contra contaminaciones.

Siempre se estudiará el diseño de las cisternas y de sus accesorios bajo el principio de evitar la entrada de materias extrañas, así como la formación de crecimientos orgánicos y la contaminación con materias fecales; es decir, se tratará en todo lo posible que las cisternas se ensucien. Cuando el abastecimiento suministre aguas con alto contenido de turbiedad y sólidos en suspensión, deberá instalarse antes de entrar a la cisterna, un equipo de filtrado para reducir al mínimo los materiales sedimentables.

Los sedimentos que pueden acumularse tanto en el fondo de la cisterna como en el foso diseñado para tal objeto, (carca-



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		FEB./84
GERARDO BARRERA O.	PARTES DE UNA CISTERNA COMUN.	
TESIS PROFESIONAL	I-F-4	

mo de succión) pueden considerarse inocuos y no deberán removerse, salvo en los casos en que lleguen a producir problemas en la tubería de succión de las bombas. Si por alguna causa no prevista se presenta una contaminación de origen fecal o crecimiento de algas, esto deberá combatirse dando choques de cloro con dosificaciones del orden de 10 miligramos por litro durante 24 horas

1.5 TRATAMIENTO DE AGUAS PARA LA POTABILIZACION.

1.5.1 Potabilización.

Generalmente será necesario acondicionar el agua para ajustar sus características a las normas de calidad, que son las requeridas para obtener una eficiencia adecuada a los procesos de lavado de ropa, lavado y esterilización de los equipos médicos, preparación de los alimentos y múltiples aplicaciones resultantes de las actividades hospitalarias.

La selección del método y del equipo adecuado para proporcionar el tratamiento requerido para cada caso particular exige la intervención de un especialista experimentado, quien valiéndose de una amplia información de las condiciones del agua, expresadas en los análisis correspondientes, adopte una decisión acertada en relación con los aspectos técnicos y económicos que el caso requiera.

1.5.2 Tratamiento.

En la tabla siguiente se proporciona una idea general de las causas y los efectos que producen las impurezas que con mas frecuencia pueden encontrarse en el agua, así mismo se fijan los residuales tolerables.

De ninguna manera se constituye la tabla mencionada en una norma para seleccionar métodos y equipo de tratamiento, pues

como se dijo antes, será la capacidad de un técnico especializado la que de solución a cada uno de los problemas.

IMPUREZAS EN EL AGUA, SUS EFECTOS Y LIMITES DE TOLERANCIA PARA VARIAS APLICACIONES.

<u>NOMBRE</u>	<u>EFEECTO</u>	<u>LIMITES DE TOLERANCIA</u>
Sulfuro de hidrógeno	a) Ocasiona olor de huevo podrido. b) Ocasiona corrosión.	Abajo de 0.5 p.p.m.
Bióxido de carbono	a) Ocasiona corrosión si la alcalinidad es baja.	Relación de alcalinidad: <u>alcalinidad</u> $\frac{3}{002}$ 1
Metano	a) Ocasiona peligro de explosión.	Abajo de 1 p.p.m.
Oxígeno	a) Ocasiona corrosión	Abajo de 0.005 p.p.m. para los tubos economizadores o calderas de alta presión. Abajo de 0.05 p.p.m. para calderas de baja presión.
Turbiedad o sedimentos.	a) Ocasiona depósitos. b) Ensucia los productos textiles.	a) Para usos generales a bajo de 5 p.p.m. b) Para productos finos, abajo de 1 p.p.m.
Color y materia orgánica, bacterias, etc.	a) Ocasiona manchas y descomposición a muchos productos. b) Motiva enfermedades.	a) Para usos generales, el color debe estar abajo de 20 p.p.m. b) Los límites de tolerancia de materia orgánica, color, etc. dependen de su aplicación.
Aceite.	a) Ocasiona espumas y depósitos en las calderas.	Para calderas abajo de 0.5 a 1 p.p.m.

Dureza.

- a) Ocasiona incrustaciones en las calderas.
 - b) Ocasiona depósitos en general cuando se calienta.
 - c) Destruye la espuma del jabón.
 - d) Empasta el cabello, endurece la piel, mancha los objetos de plata de vidrio y fibras textiles en gral.
- a) Para calderas de alta presión, lavanderías y textiles de 0 a 2 p.p.m.
 - b) Para calderas de baja presión, si existe alcalinidad de sodio suficiente, abajo de 17 a 25 p.p.m. pero preferentemente de 2 p.p.m.
 - c) Para usos municipales de 68 a 85 p.p.m.
 - d) Para usos domésticos de 0 a 10 p.p.m.

Alcalinidad de sodio

- a) Formación de espumas en las calderas.
 - b) Formación de CO_2 en el vapor, lo cual ocasiona corrosión en las tuberías de retorno.
 - c) Puede contribuir a la fragilización de las calderas.
 - d) Afecta el sabor y la calidad de los refrescos.
 - e) Determina la inconformidad de coloración y el blanqueado.
- a) Para el agua de alimentación de las calderas de alta presión: de 0 a 5 p.p.m. Para las calderas de baja presión los límites dependen de las condiciones propias de cada caso.
 - b) Aproximadamente 300 p.p.m. de las sales de Na produce el sabor salobre
 - c) Para el hielo de agua natural, así como para los refrescos 30 a 50 p.p.m.
 - d) Para los fines farmacéuticos o similares, donde se requiere igual el agua destilada 5 p.p.m.

Sulfatos.

- a) Produce incrustaciones en las calderas en caso de los cationes de Ca y Mg.
 - b) Purgativo en cantidades grandes.
 - c) Produce sabor amargo en cantidades grandes.
- a) Para casos generales de 100 a 300 p.p.m. aproximadamente.
 - b) Para fines farmacéuticos o similares, donde se requiere igual agua destilada, 2 a 3 p.p.m.

Cloruros.	a) Producen sabor salino, si está presente en cantidades grandes.	a) Para casos generales, de 100 a 300 p.p.m. aprox b) Para fines farmacéuticos o similares, los que requieren igual el agua - destilada 2 a 3 p.p.m. expresado como CaCO_3
Hierro, Manganeso	a) Produce sabor y depósitos si se encuentra en cantidades grandes. b) Produce manchas de color de óxido (café) sobre la losa, los blancos y demás productos.	a) Para usos generales - 0.3 p.p.m. b) Para productos finos, 0.1 p.p.m.
Fluoruros.	a) Produce esmalte dental manchado, en los niños que crecen si está presente en cantidades grandes. b) Caries dentales acentuadas en los niños que crecen en caso de las cantidades demasiado pequeñas.	a) No mucho más de 1 p.p.m. para evitar el esmalte manchado b) No mucho más de 1 p.p.m., para reducir las caries dentales.
Sílice	a) Producen incrustaciones duras en las calderas. b) Produce depósitos en las tuberías de retorno.	a) Menos de 15 p.p.m. en salines concentradas en calderas de alta presión para evitar incrustaciones de SiO_2 , si la alcalinidad es baja. b) Menos de 3 a 5 p.p.m. para las salines de calderas de alta presión, para evitar los depósitos en las calderas.

C A P I T U L O N º I I

DISEÑO Y CALCULO DE LAS REDES DE DISTRIBUCION.

C A P I T U L O N O II

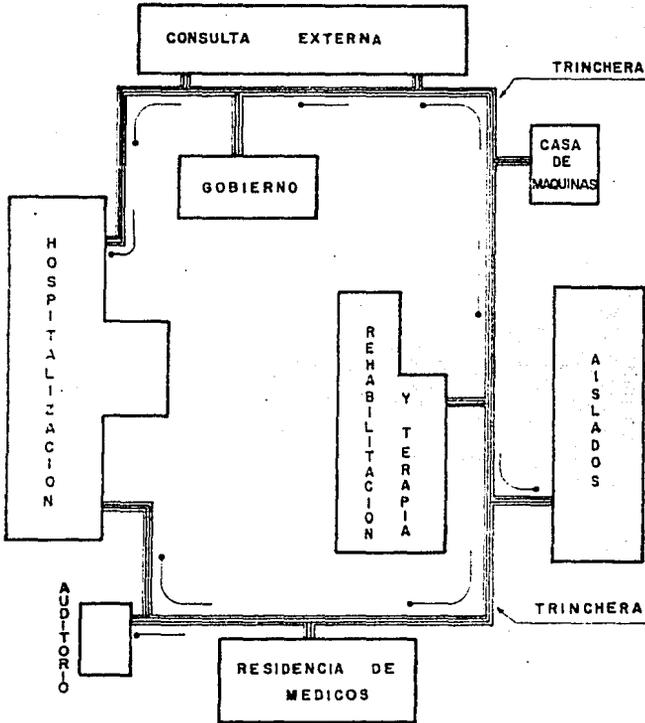
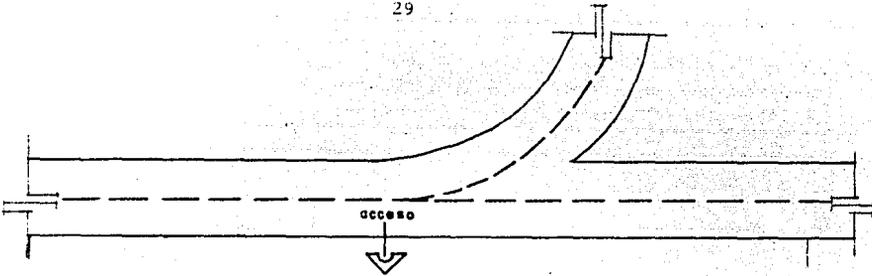
2.1 DISEÑO.

2.1.1 Configuración geométrica de las tuberías.

a) Fundamentos para diseño.- Es recomendable hacer una revisión completa de los planos arquitectónicos del proyecto a desarrollar, previamente al trazo de las redes, esto con el objeto de formar una visión clara y general del problema y estar en condiciones de proponer recorridos y generar alternativas que satisfagan ciertos principios generales, orientados a obtener en forma económica un diseño que cumpla siempre que sea posible los siguientes puntos:

- Facilidad de operación y mantenimiento.
- Seguridad y comodidad para el paciente.
- Coordinación de espacios con la estructura y otras instalaciones en las mismas áreas.
- Sencillez de configuración.
- Servicios requeridos a todos los muebles y equipos del proyecto médico-arquitectónico.
- Economía con la máxima eficiencia y seguridad.

b) Ductos exteriores.- Cuando el proyecto arquitectónico está formado de un conjunto de edificios haciendo una unidad hospitalaria con una casa de máquinas común, se recomienda proyectar una trinchera con dimensiones suficientes para alojar las tuberías debidamente agrupadas, considerando también el espacio para aplicar las herramientas necesarias para efectuar los trabajos de instalación, y posteriormente de mantenimiento, tomando en cuenta los diámetros y tipo de materiales empleados. En el esquema 2-E-1, se muestra esquematizada una unidad hospitalaria con edificios alimentados por trinchera.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		INGENIERIA FEB./84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	TRINCHERA SUBTERRANEA O A NIVEL	2-E-1

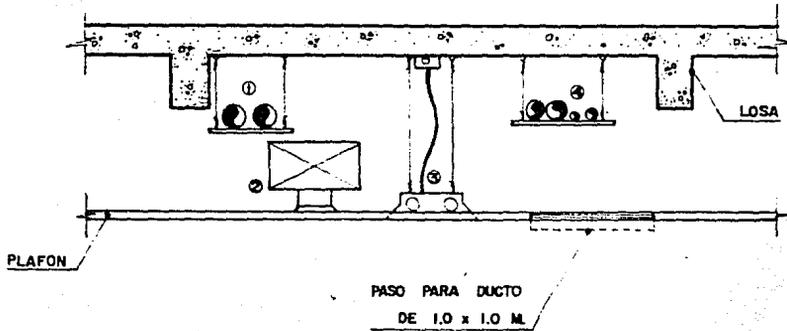
c) Ductos interiores horizontales.- Los recorridos horizontales de las tuberías, así como de otras instalaciones, se hará abajo de la losa del piso al que le darán servicio o que recogen retorno, excepto en sótanos o plantas bajas, se recomiendan se sigan las indicaciones siguientes:

- Que las tuberías vayan por circulaciones del edificio para facilitar los trabajos de mantenimiento.
- Que no vayan por lugares habitados como salas de encajados, salas de operaciones, etc., ya que se pueden ocasionar trastornos al producirse una fuga.
- No pasarlos sobre equipos eléctricos o lugares que puedan ser peligrosos para los operarios al efectuar trabajos de mantenimiento.
- En caso de tener que pasar por locales, deberán preferirse los locales destinados para sanitarios, cuartos de máquinas, etc.

En los casos en que exista plafón, este confinará la parte inferior del ducto. Ver esquema 2-E-2.

d) Ductos interiores verticales.- Los recorridos verticales de las tuberías, denominados columnas, se desarrollarán en ductos verticales, comunicados directamente con los ductos horizontales, las tuberías ascenderán agrupadas teniendo la precaución de dejar el espacio suficiente para permitir la accesibilidad al ducto en todos los niveles y evitando siempre los cambios de dirección innecesarios.

e) Angulo de conexión entre las tuberías.- Las tuberías, tanto horizontales como verticales, deberán conectarse formando ángulo recto entre sí, y su desarrollo será paralelo a los ejes principales de la estructura, salvo en casos obligados se usarán codos de 45° que permitirán librar la estructura de afectación.



— D E S C R I P C I O N —

- ① TUBERIA SANITARIA Y PLUVIAL
- ② DUCTO DE AIRE ACONDICIONADO CON DIFUSOR
- ③ LAMPARA DE ILUMINACION
- ④ TUBERIA DE HIDRAULICA.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		INGENIERIA FEB./84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	DUCTOS INTERIORES HORIZONTALES	2-E-2

f) Agrupamiento de las tuberías.- Las tuberías que forman las redes principales de alimentación deberán proyectarse agrupadas paralelas y sobre un mismo plano, soportadas por travesaños metálicos cuyo diseño deberá ser el más apropiado para tales.

Las tuberías que forman las redes secundarias deberán diseñarse como se indica para las tuberías principales, pero alojándose en un plano superior o inferior a las anteriores.

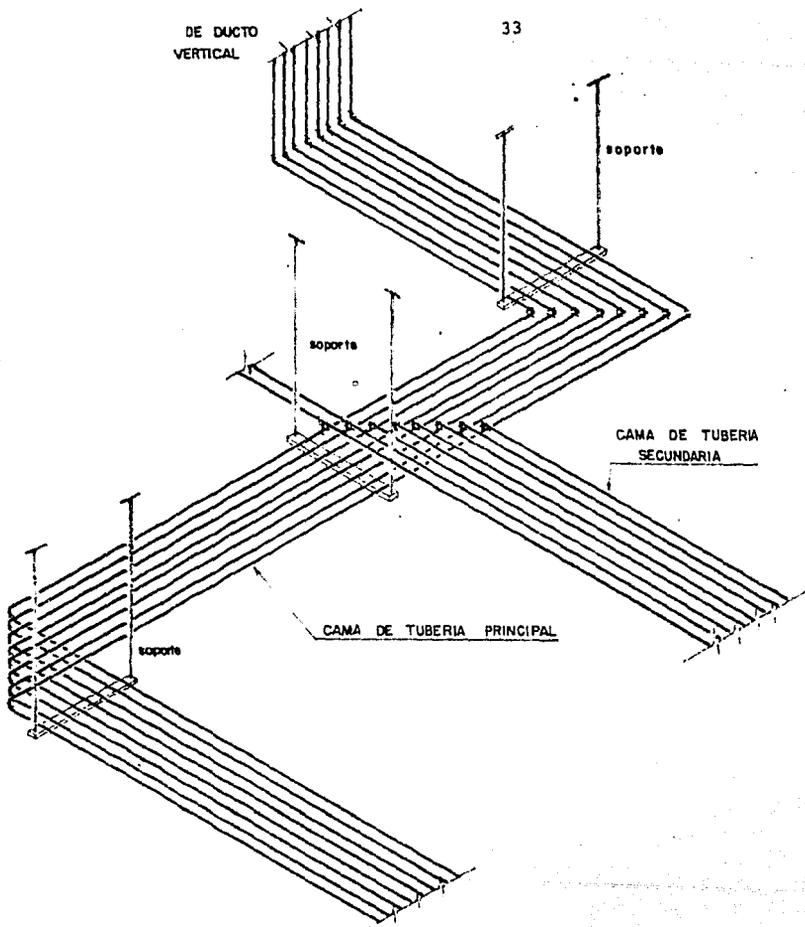
La conexión de las líneas secundarias con las líneas principales deberá hacerse con una "te" con la dirección hacia arriba o hacia abajo, de acuerdo con la posición del plano de las redes secundarias. En el esquema 2-E-3, se contempla un isométrico del ramaleo de tuberías secundarias derivadas de la principal.

g) Separación entre tuberías.- La separación entre las tuberías paralelas está limitada por la facilidad para ejecutar los trabajos de aislamiento y de mantenimiento, para los cuales se requiere el espacio que ocupen las herramientas y el movimiento del personal de mantenimiento.

2.1.2 Diagramas de flujo.

a) Recomendaciones.- Es aconsejable elaborar diagramas de flujo en los que se describa el funcionamiento de cada sistema como se explicará más adelante. Una vez determinado el criterio general de funcionamiento de cada caso, será difícil olvidar las condicionantes que deberán de cumplir ineludiblemente los proyectos arquitectónicos y estructurales.

b) Sistema de distribución por presión.- Del estudio de los diagramas de flujo se determinará si es posible alimentar el edificio con una sola presión o si se requieren dos o más redes de presiones diferentes.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON	INGENIERIA FEB./84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	AGRUPAMIENTO DE TUBERIA
2-E-3	

La presión de trabajo de las redes quedará determinada por:

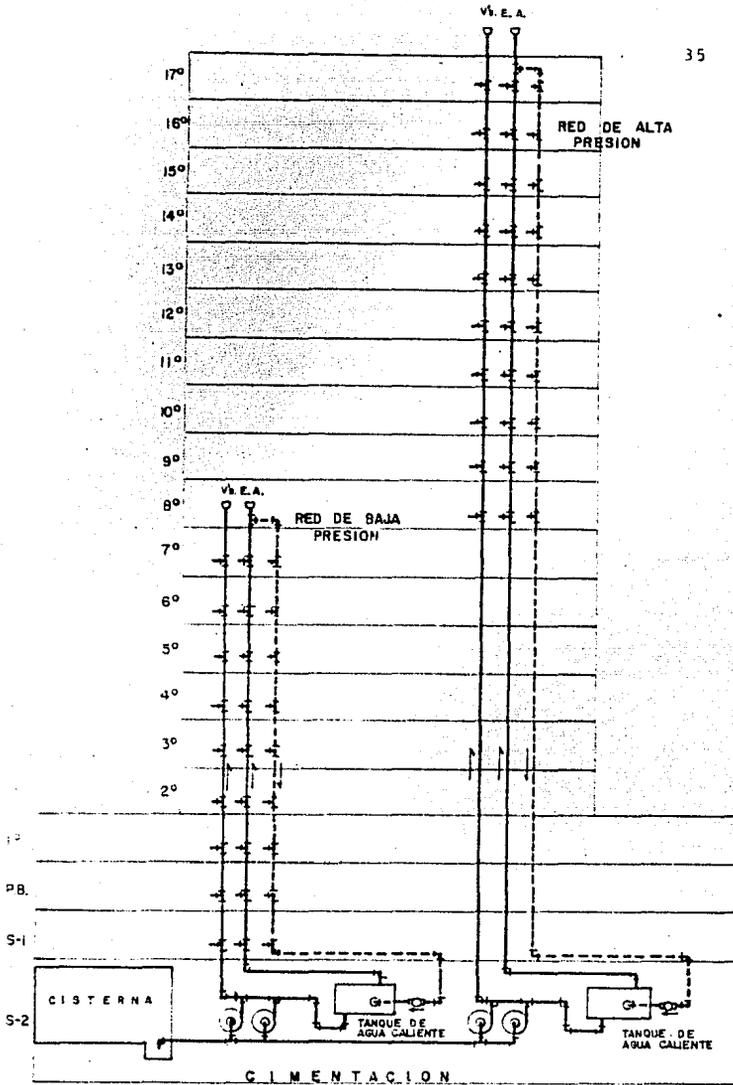
- La altura del edificio.
- La longitud de las redes de operación.
- La presión máxima de trabajo de los muebles y equipo.

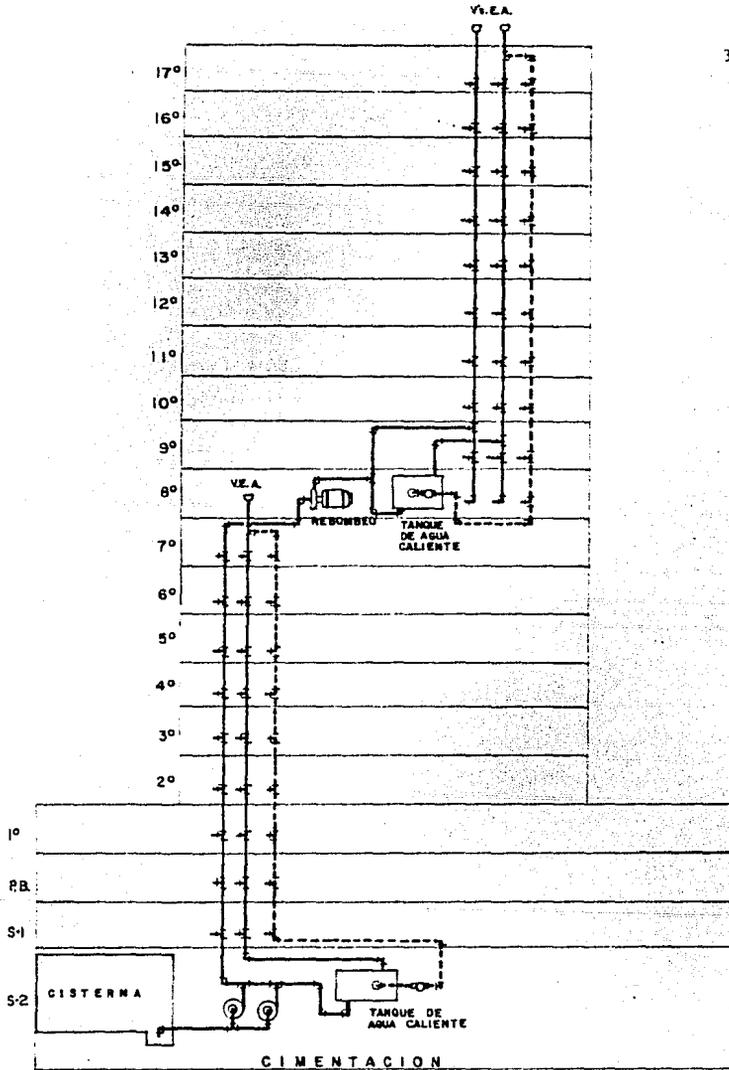
c) Redes de distribución vertical o columnas.- Se puede anticipar, que la presión máxima recomendable es de 8 Kg/cm^2 para los muebles y equipos en general. Con esta presión, se puede dar servicio a edificios cuya carga estática varía entre 30 y 35 m. con redes horizontales de corta longitud. Cuando el edificio sea muy alto, se podrán proyectar redes separadas por cada 10 pisos o redes sucesivas de rebombeo en los mismos intervalos. - Ver esquema 2-E-4 y 2-E-5.

d) Redes de distribución horizontal.- Cuando el proyecto arquitectónico está formado por módulos horizontales, formando conjuntos de gran extensión con una casa de máquinas común a todas ellas, podrá proyectarse una sola red de alta presión con válvulas reguladoras en la base de cada una de los edificios con objeto de dotar al servicio de una presión adecuada para el funcionamiento de los muebles, de tal forma que no sea excesiva ni muy débil la presión.

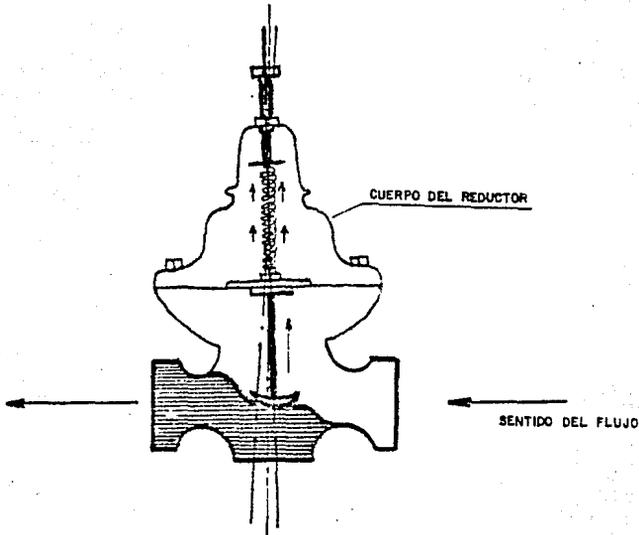
Las válvulas reguladoras o reductoras de presión tienen por objeto principal reducir la presión para determinado ramal o mueble que no pueda operar a la misma presión que la generalidad de ellos con los cuales se calcula y fija presión de trabajo en la casa de máquinas. Estas válvulas operan generalmente con un resorte o diafragma o ambos, cuyo mecanismo puede ser más o menos complicado según sea el grado de precisión que se necesite.

En la figura de la página siguiente se muestra un corte transversal de una válvula reductora de presión.





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		FEB./84
GERARDO BARRERA G.	SISTEMA DE REBOMBO.	2 - E - 5
TESIS PROFESIONAL		

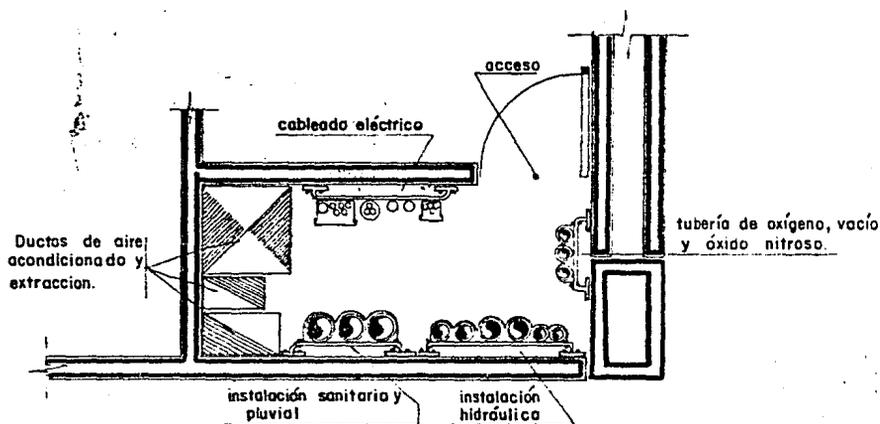


e) Distribución por gravedad.- Cuando la distribución se hace mediante un tanque elevado, generalmente situado en la azotea, la carga de que se dispone para abastecer a los muebles y equipos del piso más elevado puede ser muy reducida e insuficiente, mientras que la disponible en los pisos más bajos y en el sótano resulta ser excesiva. El tanque elevado deberá tener una altura adecuada para proporcionar la carga mínima requerida con diámetros razonablemente económicos en los pisos superiores. La presión en los pisos inferiores podrá regularse con válvulas reductoras de presión, ya sea una válvula general para cada columna o una en cada ramal de la columna.

2.1.3 COORDINACION DE ESPACIOS.

a) Limitantes de los espacios y ductos.- Los ductos y/o espacios

que alojan las tuberías estarán limitadas por la estructura y con otras instalaciones con las que habrá necesidad de compartir estos espacios, por lo que es indispensable llegar a un acuerdo común con el arquitecto, con el estructurista y con los proyectistas de otras instalaciones para compartir razonablemente el espacio disponible dejando la accesibilidad necesaria.



b) Normas de diseño.- Para simplificar la coordinación de los espacios, es conveniente ajustar el diseño a las siguientes normas:

- Trazar las tuberías troncales paralelas a la estructura y evitar los recorridos diagonales.
- Ordenar las tuberías agrupadas horizontalmente en un solo plano, cambiando de nivel únicamente los planos donde alojarán los ramales secundarios.
- Diseñar los ramales lo más cercano a los muros donde se harán las alimentaciones dejando libres las partes centrales de los cuartos.

- Evitar siempre los ramaleos radiales.

c) El procedimiento más efectivo para la coordinación de espacios en las zonas críticas es la sobreposición de las soluciones proporcionadas por otros proyectos de instalaciones y marcar las características sobresalientes de la estructura.

2.1.4 Suspenciones y anclajes.

a) Tuberías verticales.- Estas deberán sujetarse de los bordes de las losas o a travesaños metálicos por medio de abrazaderas de hierro. Si se sujetan a las losas, dichas abrazaderas deberán anclarse con taquetes expansores o con anclas para herramienta de explosión. Si se sujetan a travesaños, se usarán tornillos de cabeza cuadrada y tuerca.

b) Tuberías horizontales.- Las tuberías horizontales deberán suspenderse de las trabes, viguetas o de las losas usando abrazaderas de solera de hierro ancladas con taquetes expansores y tornillos. Las tuberías agrupadas se suspenderán de largueros metálicos con tirantes anclados a las losas.

c) Soportería móvil.- Los soportes para tuberías de vapor y de agua caliente deberán estar diseñados de modo que permitan el movimiento producido por la dilatación térmica.

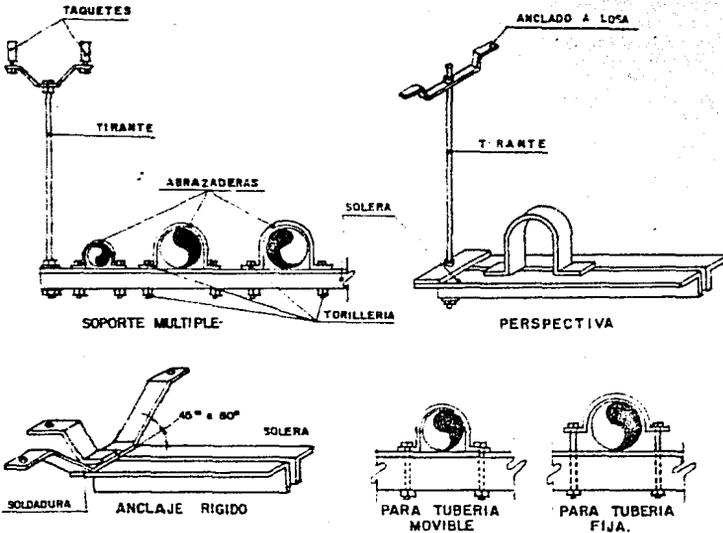
d) La separación entre los elementos de suspensión en las tuberías verticales deberá ser igual a la altura de un entrepiso, cuando dicha separación exceda de 3 mts., se colocará un soporte intermedio anclado a los muros.

e) La separación máxima entre los elementos de suspensión para las tuberías horizontales se da en la tabla 2-T-1 de la página siguiente.

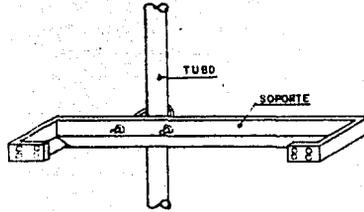
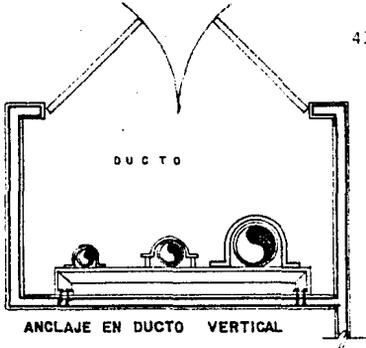
TABLA 2-T-1 SEPARACION DE LOS ELEMENTOS DE SUSPENSION.

DIAMETRO NOMINAL (m.m.)	SEPARACION MAXIMA (mts.)	DIAMETRO NOMINAL (m.m.)	SEPARACION MAXIMA (mts.)
10	1.40	75	3.65
13	1.60	100	4.25
19	1.90	125	4.90
25	2.15	150	5.20
32	2.50	200	5.80
38	2.75	250	6.70
50	3.00	300	7.00
64	3.35		

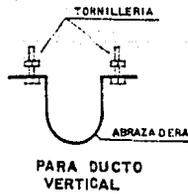
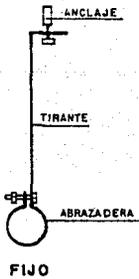
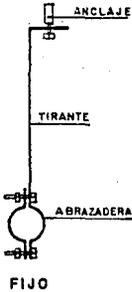
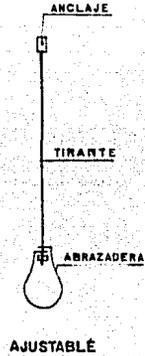
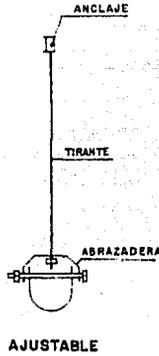
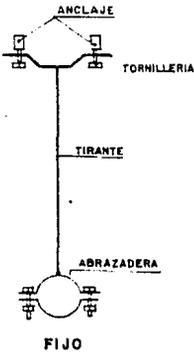
TIPOS DE SUSPENSIONES Y ANCLAJES.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON.		INGENIERIA FEB/84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	SEPARACION DE LAS SUSPENSIONES ELEMENTOS DE SUSPENSION.	2-T-1



PERSPECTIVA DE ANCLAJE



<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON</p>	<p>INGENIERIA FEB./84</p>	
<p>GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL.</p>	<p>ELEMENTOS DE SUSPENSION.</p>	<p>CONTINUACION</p>

2.1.5 Comunicación.

La comunicación con el arquitecto y con los proyectistas de otras instalaciones deberá hacerse mediante juntas de coordinación, llevando por escrito los problemas que se encuentren durante el diseño del proyecto. En dichas juntas se hará el intercambio de datos.

2.2 CALCULO DE LAS REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA FRIA.

Un sistema de distribución de agua fría comprende el equipo de bombeo y la red de tuberías necesarias para alimentar, con el gasto y presión requeridas, a todos los muebles y equipos sanitarios de la unidad.

2.2.1 Criterio para la valorización y acumulación de unidades mueble.

- Metodo de Hunter. Uno de los principales problemas con los que se enfrenta el proyectista de las instalaciones hidráulicas y sanitarias en clínicas y hospitales, es la determinación del gasto con el que deberá calcular los diferentes tramos de sus redes de abastecimiento.

Debido a la variedad de aparatos sanitarios que deben alimentarse con demandas diferentes y con frecuencias de uso totalmente irregulares, el Dr. Roy B. Hunter, desarrollo un método de probabilidades en el que se toman en cuenta factores que afectan el diseño.

El método de Hunter se presenta en una forma muy simplificada que consiste en prefijar unidades de gasto a cada uno de los aparatos sanitarios como aparece en la tabla 2-T-2.

Las unidades de gasto comunmente se conocen como "unidades mueble" resultante de la traducción literaria del inglés "fixture unit".

MUEBLE	SERVICIO	CONTROL	U.M.
Inodoro	Público	Válvula	10
Inodoro	Público	Tanque	5
Fregadero	Restaurante	Llave	4
Lavabo	Público	Llave	2
Mingitorio pedestal	Público	Válvula	10
Mingitorio pared	Público	Válvula	5
Mingitorio pared	Público	Tanque	3
Regadera o tina-reg.	Público	Mezcladora	4
Tina sola	Público	Llave	4
Vertedero	Oficina	Llave	3
Inodoro	Privado	Válvula	6
Inodoro	Privado	Tanque	3
Fregadero	Privado	Llave	2
Grupo baño	Privado	Válvula	8
Grupo baño	Privado	Tanque	6
Lavabo	Privado	Llave	1
Lavadero	Privado	Llave	3
Regadera	Privado	Mezcladora	2
Tina	Privado	Mezcladora	2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON.		INGENIERIA FEB/84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	VALORIZACION DE UNIDADES MUEBLE	2-T-2

El Dr. Hunter consideró inodoros con fluxómetro con un tiempo de operación de 9 segundos, un gasto promedio de 1.70 litros por segundo y un intervalo de operación y operación de 5 - minutos, asignándole un valor de 10 unidades mueble (U.M.) a un inodoro que trabaje en estas condiciones.

-Observaciones al método tradicional de Hunter. Hasta la fecha ha sido costumbre el seguir estrictamente el criterio de las unidades mueble del Dr. Hunter para determinar el gasto de cualquier tramo de acuerdo con el total de las U.M. de los equipos sanitarios a los que va a dar servicio.

Como criterio de cálculo se considera el más adecuado, sin embargo, lo que ya no se considera correcto, es que se asigne indiscriminadamente valores de U.M. a los equipos sanitarios -sobre todo a los inodoros- sin tomar en cuenta su frecuencia de uso, se analizará el caso de estos muebles, que sirvieron de base al Dr. Hunter para su análisis del problema.

Entre los proyectistas de estas instalaciones es muy común que a todos los inodoros de fluxómetro le den el valor de 10 U.M., sin tomar en cuenta que no todos tienen la frecuencia de uso de 5 minutos. Tal vez los únicos inodoros que tengan esa frecuencia sean los sanitarios públicos en salas de espera y los que están contiguos a aulas y auditorios. Aparte de estos lugares, ninguna otra zona tienen la frecuencia de uso mencionada anteriormente.

Para tener una idea más clara, se muestra la tabla 2-T-3 que indica las probables frecuencias de uso de inodoros en función del lugar donde fueron instaladas, y que sirviera, posteriormente, para calcular su probabilidad de uso simultáneo con el conocimiento de que se trata solo de una estimación.

De acuerdo con estas frecuencias y tomando en cuenta el tiempo de operación del fluxómetro ($T=9$ seg.), la probabilidad de encontrar en operación el fluxómetro de cada uno de estos i-

LOCALIZACION	MAXIMA FRECUENCIA DE USO PROBABLE EN MINUTOS				
	T = 5	T=10	T=15	T=20	T=30
Sanitarios de público en salas de espera, aulas y auditorios	X				
Baños y sanitarios de personal		X			
Baños generales de encamados		X			
Toilets de personal			X		
Baños y vestidores de médicos.			X		
Baños y vestidores de médicas.				X	
Toilets de consultorios de especialidades.				X	
Baños de salas de operaciones.				X	
Toilets de jefaturas.					X
Baños en salas de necropsias.					X

45

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		INGENIERIA FEB./84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	PROBABLES FRECUENCIAS DE USO	2-T-3

nodoros en particular será:

$$\text{Para } T = 5 \text{ min.} = 300 \text{ seg:} \quad p = \frac{9}{300} = 0.03$$

$$\text{Para } T = 10 \text{ min.} = 600 \text{ seg:} \quad p = \frac{9}{600} = 0.015$$

$$\text{Para } T = 15 \text{ min.} = 900 \text{ seg:} \quad p = \frac{9}{900} = 0.01$$

$$\text{Para } T = 20 \text{ min.} = 1200 \text{ seg:} \quad p = \frac{9}{1200} = 0.0075$$

$$\text{Para } T = 30 \text{ min.} = 1800 \text{ seg:} \quad p = \frac{9}{1800} = 0.005$$

Con estas probabilidades y siguiendo el criterio del Dr. Hunter de que " el sistema se considerará que opera satisfactoriamente si alimenta adecuadamente la demanda simultánea de un número M del total N de muebles sanitarios de que consta en sistema, de tal forma que más de M muebles probablemente no se encuentren en uso simultáneo más del uno por ciento del tiempo".

Esta condición puede manifestarse mediante la expresión siguiente:

$$P_0^N + P_1^N + P_2^N + \dots + R_{M-1}^N + R_M^N \leq 0.99$$

en la cual M es el número entero mínimo para el cual esta relación es verdadera. En esta ecuación, P_0 representa la probabilidad de no encontrar alguno de los N muebles en operación etc.

El valor mínimo de M para el cual la ecuación anterior es verdadera, nos da el número de muebles con los que se debe diseñar el sistema. En la tabla 2-T-4 se muestra el número de inodoros necesarios para que 1,2,... estén en uso simultáneo.

TABALA 2-T-4

INODOROS INSTALADOS CON FRECUENCIA DE USO DE CADA					INODOROS EN USO SIMULTANEO.
5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	
5	10	15	20	30	1
13.5	27	40.5	54	81	2
26	52	78	104	156	3
42	84	126	168	252	4
60	120	180	240	300	5
79	158	237	316	474	6
100	200	300	400	500	7
119.5	239	358.5	478	717	8
139	278	417	556	824	9
160.5	321	481.5	642	963	10
204	408	612	816	1224	12
250	500	750	1000	1500	14
300	600	900	1200	1800	16
343	686	1029	1372	2058	18
392	784	1176	1568	2352	20
442	884	1326			22
492	984				24
550	1100				26
602					28
655					30

Como se observa en la tabla anterior, el número de inodoros instalados necesarios para obtener un cierto número de ellos en uso simultáneo, está en razón inversa de su frecuencia de uso; es decir, a mayor frecuencia de uso se requieren menos inodoros que a menor frecuencia de uso para obtener el mismo número de ellos en uso simultáneo y, por consiguiente, el mismo gasto.

Para dar mayor énfasis a esta idea de que es necesario e indispensable revalorizar las unidades mueble asignadas a los inodoros en función de su probable frecuencia de uso, y no darle el valor de 10 U.M. solo por tratarse de inodoros de fluxómetro, se mencionan íntegros los comentarios del Dr. Hunter y que normalmente son ignorados por los proyectistas.

1.- "Aquellos muebles que sean relativamente pocos en número y que difícilmente se utilicen cuando los muebles predominantes estén siendo usados en su máxima frecuencia, incrementarán muy poco el gasto y, por tanto, pueden ser ignorados, excepto en lo que a sus ramales particulares de alimentación y desagüe se refiere. Por ejemplo los vertederos de aseo en edificios de

oficinas se usan con bastante frecuencia antes o después de las horas de oficina, por lo aumentan en forma despreciable los gastos máximos durante el día.

2.- "Los muebles instalados en aquellos lugares en los que, en general, no pueden estar sujetos a condiciones de servicio congestionado en el mismo sentido que los muebles instalados en salas de espera, sanitarios de uso general en edificios de oficinas y en otros en los cuales cada mueble sanitario esté abierto y accesible para utilizarse en cualquier momento, deben valorizarse de acuerdo con su posible frecuencia de uso. los baños de las casas y departamentos, así como los baños privados de los hoteles, pueden ser considerados dentro de esta clase y, en consecuencia, pueden valorizarse ventajosamente como grupo"

Tomando en cuenta las recomendaciones anteriores, es conveniente revalorizar las U.M. de los inodoros en base a su ubicación, y en consecuencia, por su frecuencia de uso como lo muestra la tabla 2-T-5.

TABLA 2-T-5 Valorización en U.M. de inodoros.

INODOROS UBICADOS EN:	UNIDADES MUEBLE.
Sanitarios de público en salas de espera, aulas y auditorios.	10
Baños y sanitarios de personal.	5
Baños generales de encamados.	5
Grupo de baños de encamados.	5
Toilets de personal	3.5
Baños y vestidores de médicos.	3.5
Baños y vestidores de médicas.	2.5
Baños en salas de operaciones.	2.5
Toilets en consultorios de especialidades.	2.5
Toilets de jefaturas.	2
Baños en salas de necropsias.	2
Baños de aislados.	2

MUEBLE	UNIDADES - MUEBLE		LTS / HR	
	TOTAL	PIE	AREA CALIENTE	AREA FRIERA
AREAS GENERALES				
ARTESA	3	2.3	2.3	150
BEBEDERO	1	1	--	--
DESTILADOR DE AGUA	2	2	--	--
ESCUDELLA	1	1	--	--
FREGADERO-COCINA DE PISO	4	3	3	80
GRUPO DE BAÑO-AISLADO				
WC Y REGADERA	2	2	1.5	100
WC, LAVABO Y REGADERA	2	2	1.5	100
GRUPO DE BAÑO-ENCAMADAS GRALES.				
REGADERA Y LAVABO	2	1.5	1.5	225
WC Y LAVABO	5	5	--	--
WC, LAVABO Y REGADERA	5	5	1.5	225
GRUPO DE BAÑO-ENCAMADAS OBSTETRIC.				
REGADERA Y LAVABO	2	1.5	1.5	300
WC Y LAVABO	5	5	--	--
WC, LAVABO Y REGADERA	5	5	1.5	300
GRUPO DE BAÑO-MEDICO DE GUARDIA	2	2	1.5	100
INODOROS				
SANITARIOS DE SALAS DE ESPERA	10	10	--	--
SANITARIOS DE AULAS Y AUDITORIOS	10	10	--	--
CON VALVULA DIVERGENTE EN SEPTICOS	10	10	--	--
BAÑOS Y VESTIDORES DE PERSONAL	5	5	--	--
BAÑOS GENERALES DE ENCAMADOS	5	5	--	--
BAÑOS Y VESTIDORES DE MEDICOS	3.5	3.5	--	--
BAÑOS Y VESTIDORES DE PERSONAL	2.5	2.5	--	--
BAÑOS DE SALAS DE OPERACIONES	2.5	2.5	--	--
BAÑOS DE SALAS DE NECROPSIAS	2	2	--	--
LAVABOS				
SANITARIOS DE PUBLICO	2	2	--	--
SANITARIOS DE PERSONAL	2	2	--	--
CONSULTORIO MEDICINA GENERAL	1	1	1	10
CONSULTORIO ESPECIALIDADES	1	1	1	10
BAÑOS GENERALES DE ENCAMADOS	2	1.5	1.5	20
BAÑOS Y VESTIDORES DE PERSONAL	2	1.5	1.5	20
BAÑOS Y VESTIDORES DE MEDICOS(AS)	1	1	1	10
CUARTOS DE AISLADOS	1	1	1	5
CUARTOS DE CURACIONES	1	1	1	10
DE CIRUJANOS (POR MEZCLADORA)	2	1.5	1.5	30
DENTAL	1	1	1	5
DE PELUQUERIA	2	1.5	1.5	10

MUEBLE	UNIDADES - MUEBLE		LTS / HR	
	TOTAL	PIE	AREA CALIENTE	AREA FRIERA
LAVADERO (COH A.F.)	2	2	--	--
LAVADERO (COH A.F. Y A.C.)	2	1.5	1.5	20
LAVADORA ULTRASONICA	3	2.3	2.3	60
LAVADORA DE GUANTES	3	2.3	2.3	60
LAVADORA ESTERILIZADOR DE COMODOS	10	10	--	--
MESA DE NECROPSIAS	4	3	3	80
MICROSCOPIO ELECTRONICO	1	1	--	--
MINGITORIO DE FLUXOMETRO	5	5	--	--
MINGITORIO DE LLAVE	3	3	--	--
REGADERAS				
BAÑOS Y VESTIDORES DE PERSONAL	6	4.5	4.5	300
BAÑOS GENERALES DE ENCAMADOS	4	3	3	300
BAÑOS EN SALAS DE OPERACIONES	4	3	3	300
BAÑOS Y VESTIDORES DE MEDICOS(AS)	2	1.5	1.5	150
BAÑOS EN SALAS DE NECROPSIAS	2	1.5	1.5	150
TANQUE DE REMOLINO-BRAZOS	3	2.3	2.3	130
TANQUE DE REMOLINO-PIERNAS	3	2.3	2.3	300
TINA DE HUBBARD 1.2 LPS CONTINUOS EN A.F. Y A.C. 2100				
TINA DE INMERSION	4	3	3	200
TANQUE DE REVELADO	2	1.5	1.5	80
TOILETS (WC Y LAVABO)				
DE PERSONAL	3.5	3.5	--	--
DE CONSULTORIO ESPECIALIDADES	2.5	2.5	1	10
DE JEFATURAS	2	2	1	5
UNIDAD DENTAL	1	1	--	--
UNIDAD OTORRINO	1	1	--	--
VERTEDEROS (POR MEZCLADORA)				
EN TRABAJO DE ENFERMERAS	2	1.5	1.5	60
EN ANEXOS DE CONSULTORIOS	3	2.3	2.3	60
EN C.V.E.	3	2.3	2.3	80
EN TRABAJO DE YESO	4	3	3	80
EN LABORATORIO (AF Y AC)	3	2.3	2.3	60
EN LABORATORIO (AF)	2	2	--	--
EN LAVABO DE INSTRUMENTAL	4	3	3	100
EN LABORATORIO DE LECHE	4	3	3	80
EN COCINETA DE JEFATURAS	1	1	1	10
EN CUARTOS DE ASEO	3	3	--	--

49

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON.		FEB. / 84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	VALORIZACION DE UNIDADES MUEBLE PARA MUEBLES SANITARIOS.	2-T-6

TABLA 2-T-6

MUEBLE	UNIDADES - MUEBLE		LTS / HR	
	TOTAL	2002 2012	2002 2012	2002 2012
COCINA GENERAL				
BARO-MARIA O MESA CALIENTE	2	2	-	-
CAFETERA	2	2	-	-
COCEDOR DE VERDURAS	1	1	-	-
FABRICADOR DE HIELO	1	1	-	-
FREGADERO (POR MEZCLADORA)	4	3	1	100
FUENTE DE AGUA	1	1	-	-
MARMITA 20 GALONES	2	1.5	1.5	75
MARMITA 30 GALONES	2	1.5	1.5	110
MARMITA 40 GALONES	2	1.5	1.5	150
MARMITA 50 GALONES	2	1.5	1.5	185
MARMITA 60 GALONES	2	1.5	1.5	220
MARMITA 80 GALONES	2	1.5	1.5	300
MESA FRIA	1	1	-	-
PELAPAPAS	2	2	-	-
TARJA DE PRELAVADO CON MANGUERA	3	2.3	2.3	100
TRITURADOR DE DESPERDICIOS	4	4	-	-
LAVADORA DE LOZA AM 8 O 9	10	-	10	100
LAVADORA DE LOZA C-44 O CRS 66	10	-	10	1900
LAVANDERIAS				
LAVADORAS HORIZONTALES	CONSIDERAR 2.3 U.M POR KILOGRAMO DE ROPA SECA, TANTO PARA AGUA FRIA, AGUA CALIENTE Y TOTAL, ASI COMO 31 LITROS DE AGUA CALIENTE POR HORA POR KILOGRAMO DE ROPA SECA.			
LAVADORAS EXTRACTORAS	CONSIDERAR 4.4 U.M POR KILOGRAMO DE ROPA SECA, TANTO PARA AGUA FRIA, AGUA CALIENTE Y TOTAL, ASI COMO 31 LITROS DE AGUA CALIENTE POR HORA POR KILOGRAMO DE ROPA SECA.			

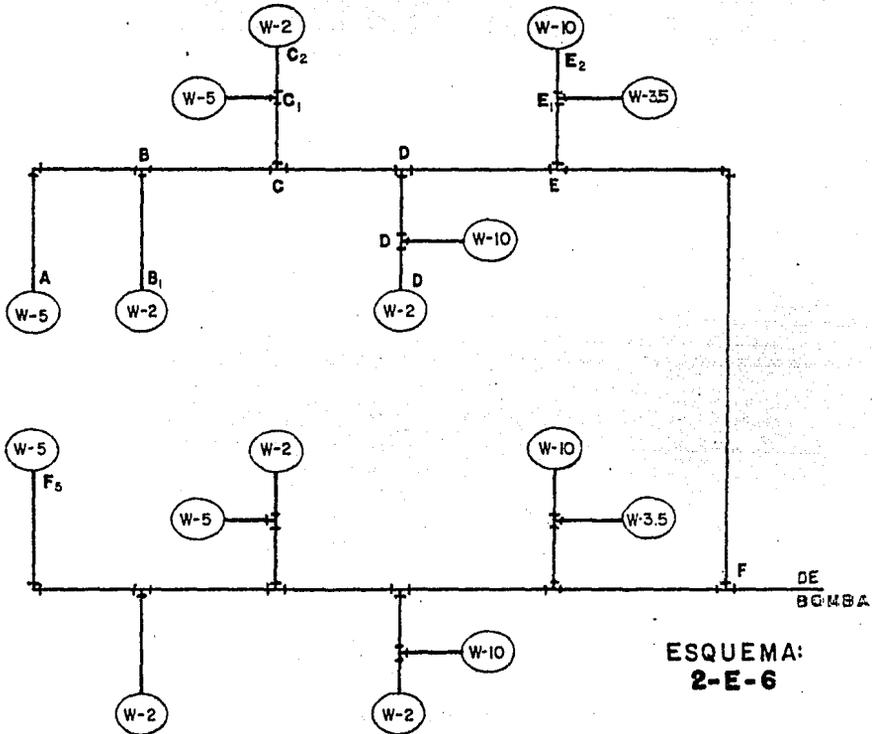
TABLA 2-T-7

TIPO DE MUEBLE	DIAMETRO NOMINAL mm
ARTESA	13
BARO-MARIA O MESA CALIENTE	13
BEBEDURO	13
CAFETERA	13
COCEDOR DE VERDURAS	13
DESTILADOR DE AGUA	13
FABRICADOR DE HIELO	13
FREGADERO (POR MEZCLADORA)	13
FUENTE DE AGUA	13
INODORO (TANQUE)	13
INODORO (LUXOMETRO)	25
LAVADO	13
LAVADO DE CIRUJANOS (POR MEZCLADORA)	13
LAVAVIRO	13
LAVADORA DE GUANITS	13
LAVADORA ULTRASONICA	13
LAVADOR ESTERILIZADOR DE COMODOS	25
MARMITA	13
MESA DE NECROPSIAS	13
MICROSCOPIO ELECTRONICO	13
MINIGTORIO DE FLUXOMETRO	19
PELAPAPAS	13
REGADERA	13
TANQUE DE REMOLINO-BRAZOS	13
TANQUE DE REMOLINO-PIERNAS	19
TANQUE DE REVELADO	13
TINA DE HIBRADO	25
TINA DE INMERSION	13
TRITURADOR DE DESPERDICIOS	19
TOMA DE MANGUERA INTERIOR	13
UNIDAD DENTAL	13
UNIDAD OTORRINO	13
VEPIEDERO DE ASEO	13
VEPIEDERO DE LABORATORIO	13
VEPIEDERO DE TRABAJO	13

50

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		FEB./84
GERARDO BARRERA G.	VALORIZACION DE U.M. PARA MUEBLES SANITARIOS	2-T-6
TESIS PROFESIONAL	DIAMETROS HIDRAULICOS MINIMOS.	2-T-7

Para ejemplificar el concepto de la revalorización de U.M. Observese el esquema 2-E-6 que simboliza una instalación com---puesta exclusivamente por inodoros.



Al analizar el tramo A-B se tiene un W-5 con valor de 5 U.M. Se sabe que un gasto de 1.70 Lts/seg. le corresponden a un W.C. para que trabaje correctamente y que ese gasto de acuerdo con la curva de Hunter se obtiene con 10 U.M., por tanto a este tramo le corresponden 10 U.M. a pesar de que su frecuencia de uso sea equivalente a 5 U.M.

Por lo anterior concretamos que; "al último W.C. de una

línea sin importar su valor de U.M. en función de su frecuencia de uso le corresponden 10 U.M. invariablemente.

Ahora veamos el tramo B₁-B, éste dá servicio a un W-2 - con valor de 2 U.M., pero al igual que en el tramo anterior se le debe asignar el valor de 10 U.M. por ser un W.C. de final de línea.

Tramo B-A. En este tramo ya se empieza a considerar la frecuencia de uso, por lo que se tiene:

Un W-5 de final de línea:	10 U.M.
Un W-2 con 2 U.M.:	<u>2 U.M.</u>
total del tramo.....	12 U.M.

En el tramo C₂-C₁, contiene también un W.C. de final de línea por lo que se le asigna el valor de 10 U.M. sin tomar en cuenta su frecuencia de uso.

Tramo C₁-C, en este caso empezamos a considerar también su frecuencia de uso por lo que se anota:

Un W-2 de final de línea:	10 U.M.
Un W-5 con 5 U.M.	<u>5 U.M.</u>
total del tramo	15 U.M.

Antes de continuar con la acumulación de U.M. se considera lo siguiente al comparar los tramos anteriores B-C y C₁-C

Tramo B-C, un W-5 de final de línea	10 U.M.
un W-2 con 2 U.M.	<u>2 U.M.</u>
	12 U.M.
Tramo C ₁ -C, un W-2 de final de línea	10 U.M.
un W-5 con 5 U.M.	<u>5 U.M.</u>
	15 U.M.

Como se puede apreciar, en los dos tramos dan servicio exactamente a los mismos muebles, solo que están invertidos en su localización. El número de unidades mueble en cada tramo, de

perá ser igual, pero los resultados obtenidos arrojan diferentes acumulaciones de U.M. En ambos casos los W.C. de final de línea tienen el valor obligado de 10 U.M., pero se les asigna e se valor exclusivamente para poder obtener el gasto de 1.70 lts por seg. Sin embargo ya combinados con otros W.C. hay que considerar su frecuencia de uso, y para que se pueda obtener un mismo resultado en cada tramo que dan servicio a un mismo número de W.C. y del mismo tipo de frecuencia de uso, se concluye el siguiente artificio de cálculo:

"Siempre que se tengan dos W.C., cada uno con menor de 10 U.M. y diferentes entre sí, se considerará uno de ellos igual a 10 U.M. y se le sumará el número de U.M. del W.C. con menor valor".

Por lo anterior, el total de U.M. en ambos tramos considerados será el mismo sin importar la colocación de los W.C. a los que dan servicio. Por tanto, la suma correcta de U.M. para cada uno de los tramos en cuestión será:

Un W.C. de final de línea:	10 U.M.
Un W.C. de menor valor (2 U.M.)	<u>2 U.M.</u>
	12 U.M.

que es el total correcto para cada tramo.

Aclarado el punto se prosigue con el ejemplo; para el tramo C-D también se toma en cuenta la frecuencia de uso, por lo tanto:

Un W.C. de final de línea:	10 U.M.
Un W-5 con 5 U.M.	5 U.M.
2 W.C. con 2 U.M. c/u	<u>4 U.M.</u>
	19 U.M.

que son el total de U.M. hasta antes del punto D.

Tramo D₂-D₁, un W.C. de final de líneas con valor de 10 U.M., Tramo D₁-D, un W-2 de final de línea:

Un W-2 de final de línea	10 U.M.
Un W-10 con 10 U.M.	<u>10 U.M.</u>
total del tramo.....	20 U.M.

El valor correcto de D_2 a D será de 12 U.M. conforme a la consideración antes mencionada.

Antes de proseguir con el ejemplo, es conveniente analizar esta situación; si la colocación de los W.C. estuviera invertida, el resultado de la acumulación de U.M. será la siguiente:

Un W-10 de final de línea;	10 U.M.
Un W-2 con 2 U.M.	<u>2 U.M.</u>
	12 U.M.

lo que indica que un tramo da servicio a inodoros con valor de 10 U.M. combinados con inodoros de menor valor, del tramo en cuestión será la suma de las W.M. de cada W.C. sin importar ya su localización. Por lo tanto, el valor será de 12 U.M.

Para el tramo D-E se tiene:

Un W-5 de final de línea	10 U.M.
3 W-2 con 2 U.M. c/u	6 U.M.
Un W-5 con 5 U.M.	5 U.M.
Un W-10 con 10 U.M.	<u>10 U.M.</u>
	31 U.M.

que es el total hasta antes de del punto E.

Tramo E ₂ -E ₁ , un W-10 con valor de 10 U.M.	
Tramo E ₁ -E, un W-10 con 10 U.M.	10 U.M.
un W-3.5 con 3.5 U.M.	<u>3.5 U.M.</u>
total del tramo.....	13.5 U.M.

Tramo E-F, Un W-5 de final de línea	10 U.M.
3 W-2 intermedios	6 U.M.
Un W-3.5 intermedio	3.5 U.M.
Un W-5 intermedio	5 U.M.
2 W-10 intermedios	<u>20 U.M.</u>
acumulados hasta antes de F...	45 U.M.

En la línea F-A se obtubieron 44.5 U.M. que, aparentemente, sería lo que se tendría que sumar a la línea F-F₅ que tienen la misma configuración. Sin embargo, lo correcto es que se sumen 39.5 U.M., ya que, en este caso, el W-5 de extremos de línea considerado inicialmente con valor de 10 U.M. ya se le aplica su valor real de 5 U.M. para totalizar la línea principal, aunque se le halla tomado con valor de 10 U.M. para el cálculo de la línea F-F₅

Por la exposición anterior el tramo F-G llevará:

De la Línea F-A	44.5 U.M.
De la línea F-F ₅	<u>39.5 U.M.</u>
total.....	84.0 U.M.

Si el W.C. de final de cualquier línea secundaria o ramal fuera un W.C. con valor de 10 U.M., es obvio que ya no se tendrá que hacer ninguna modificación al total de las U.M. de la línea secundaria para sumarlas a la línea principal.

Para concluir con el ejemplo, se comparan los resultados de este sistema de valorización adecuada de las U.M. de los W.C. en función de su frecuencia de uso, con el método tradicional de asignarle las 10 U.M. a cada uno de los mismos:

Procedimiento tradicional;	16 W.C. = 160 U.M.
	Q = 5.24 lts/seg.
Procedimiento propuesto	16 W.C. = 84 U.M.
	Q = 3.98 lts/seg.

2.2.2 Conclusiones.

Como se puede observar, con el procedimiento propuesto se obtienen gastos más apegados a la realidad que los tradicionalmente obtenidos y sin menosprecio del servicio que se preten de dar. En consecuencia se obtienen disminuciones en los costos de estas instalaciones al no sobredimensionar las tuberías y los equipos de bombeo.

Para la asignación de U.M. a los diferentes muebles que requieren de servicio hidráulico se preparó la tabla 2-T-6 mostrando el valor adecuado para cada uno de ellos en función de su frecuencia de uso. en caso de tener algún mueble sanitario que no se contemple en la tabla, se le asigna el valor de U.M. comparandolo con el que más se le acerque en su gasto y su frecuencia de uso.

2.2.3 Diámetros mínimos de alimentación a los muebles.

Los diámetros particulares mínimos con los que se deben alimentar cada uno de los muebles sanitarios están dados en la tabla 2-T-7 anexa. En dicha tabla se muestran los diámetros mínimos particulares con que operan satisfactoriamente los muebles más comunes en las clínicas y hospitales.

2.2.4 Obtención del gasto en función de las unidades mueble.

Para la determinación del gasto probable en función de las unidades mueble se elaboró la tabla 2-T-8 en base a métodos probabilísticos que muestran el gasto tanto para muebles operados mediante válvula o fluxómetro como para muebles operados mediante tanque bajo para cualquier número de U.M.

En esta tabla se podrá apreciar, que conforme va creciendo el número de U.M. se va igualando el gasto para los muebles de tanque bajo y de fluxómetro hasta llegar aproximadamente a 1052 U.M.

Lo anterior se corrobora con el nomograma 2-N-1 que representa la curva de probabilidad de Hunter, observandose que a mayor número de U.M. las curvas se vuelven tangentes una a otra

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO TANQUE	PROBABLE VALVULA	NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO TANQUE	PROBABLE VALVULA
1	0.10	No hay	80	2.40	3.91
2	0.15	No hay	85	2.48	4.00
3	0.20	No hay	90	2.57	4.10
4	0.26	No hay	95	2.68	4.20
5	0.38	1.51	100	2.78	4.29
6	0.42	1.56	105	2.88	4.36
7	0.46	1.61	110	2.97	4.42
8	0.49	1.67	115	3.06	4.52
9	0.53	1.72	120	3.15	4.61
10	0.57	1.77	125	3.22	4.71
12	0.63	1.86	130	3.28	4.80
14	0.70	1.95	135	3.35	4.86
16	0.76	2.03	140	3.41	4.92
18	0.83	2.12	145	3.48	5.02
20	0.89	2.21	150	3.54	5.11
22	0.96	2.29	155	3.60	5.21
24	1.04	2.36	160	3.66	5.24
26	1.11	2.44	165	3.73	5.30
28	1.19	2.51	170	3.79	5.36
30	1.26	2.59	175	3.85	5.41
32	1.31	2.65	180	3.91	5.42
34	1.36	2.71	185	3.98	5.55
36	1.42	2.78	190	4.04	5.58
38	1.46	2.84	195	4.10	5.60
40	1.52	2.90	200	4.15	5.63
42	1.58	2.96	205	4.23	5.70
44	1.63	3.03	210	4.29	5.76
46	1.69	3.09	215	4.34	5.80
48	1.74	3.16	220	4.39	5.84
50	1.80	3.22	225	4.42	5.92
55	1.94	3.35	230	4.45	6.00
60	2.08	3.47	235	4.50	6.10
65	2.18	3.57	240	4.54	6.20
70	2.27	3.66	245	4.59	6.31
75	2.34	3.78	250	4.64	6.37

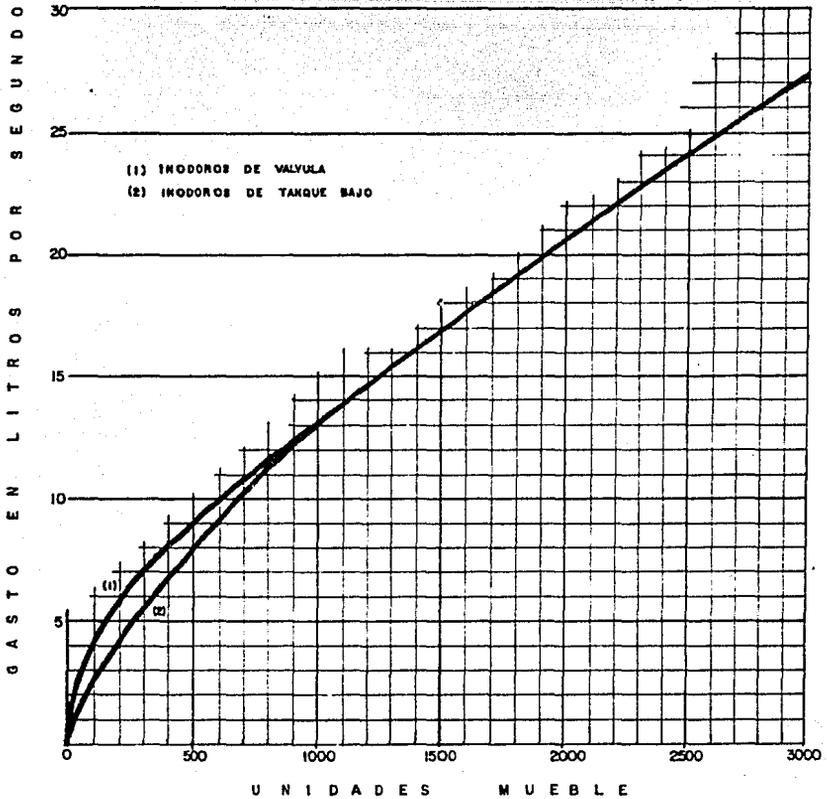
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		FEB./84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	GASTOS PROBABLES	2-T-8

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
255	4.71	6.43	840	11.60	11.82
260	4.78	6.48	860	11.80	11.88
265	4.86	6.54	880	12.00	12.14
270	4.93	6.60	900	12.20	12.30
275	5.00	6.66	920	12.37	12.46
280	5.07	6.71	940	12.55	12.62
285	5.15	6.76	960	12.72	12.78
290	5.22	6.83	980	12.90	12.94
295	5.29	6.89	1000	13.07	13.10
300	5.36	6.94	1050	13.49	13.50
320	5.61	7.13	1110	13.90	13.90
340	5.86	7.32	1150	14.98	14.38
360	6.12	7.52	1200	14.85	14.85
380	6.37	7.71	1250	15.18	15.16
400	6.62	7.90	1300	15.50	15.50
420	6.87	8.09	1350	15.90	15.90
440	7.11	8.28	1400	16.20	16.20
460	7.36	8.47	1450	16.60	16.60
480	7.60	8.66	1500	17.00	17.00
500	7.85	8.85	1550	17.40	17.40
520	8.08	9.02	1600	17.70	17.70
540	8.32	9.20	1650	18.10	18.10
560	8.55	9.37	1700	18.50	18.50
580	8.79	9.55	1750	18.90	18.90
600	9.02	9.72	1800	19.20	19.20
620	9.24	9.89	1850	19.60	19.60
640	9.46	10.05	1900	19.90	19.90
680	9.88	10.38	1950	20.10	20.10
700	10.10	10.55	2000	20.40	20.40
720	10.32	10.74	2050	20.80	20.80
740	10.54	10.93	2100	21.20	21.20
760	10.76	11.12	2150	21.60	21.60
780	10.98	11.31	2200	21.90	21.90
800	11.20	11.50	2250	22.30	22.30
820	11.40	11.66	2300	22.60	22.60

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA	
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		FEB. / 84	
GERARDO BARRERA G.	GASTOS PROBABLES		2-T-8
TESIS PROFESIONAL			CONTINUACION

NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE		NUMERO DE UNIDADES MUEBLE	GASTO PROBABLE	
	TANQUE	VALVULA		TANQUE	VALVULA
2350	23.00	23.00	4100	33.63	33.63
2400	23.40	23.40	4200	34.10	34.10
2450	23.70	23.70	4300	34.69	34.69
2500	24.00	24.00	4400	35.01	35.01
2550	24.40	24.40	4500	35.44	34.44
2600	24.70	24.70	4600	35.86	35.86
2650	25.10	25.10	4700	36.26	36.26
2700	25.50	25.50	4800	36.65	36.65
2750	25.80	25.80	4900	37.03	37.03
2800	26.10	26.10	5000	37.41	47.41
2850	26.40	26.40	5200	38.14	38.14
2900	26.70	26.70	5400	38.79	38.79
2950	27.00	27.00	5600	39.43	39.43
3000	27.32	27.32	5800	40.01	40.01
3050	27.68	27.68			
3100	28.03	28.03	6000	40.57	40.57
3150	28.36	28.36	6200	41.15	41.15
3200	28.81	28.81	6400	41.69	41.69
3250	29.00	29.00	6600	42.21	42.21
3300	29.32	29.32	6800	42.71	42.71
3350	29.63	29.63	7000	43.22	43.22
3400	29.94	29.94	7250	43.80	43.80
3450	30.23	30.23	7500	44.31	44.31
3500	30.53	30.53	7750	44.79	44.79
			8000	45.30	45.30
3550	30.81	30.81	8250	45.75	45.75
3600	31.08	31.08	8500	46.20	46.20
3650	31.34	31.34	8750	46.61	46.61
3700	31.63	31.63	9000	47.00	47.00
3750	31.86	31.86	9250	47.40	47.40
3800	32.11	32.11	9500	47.80	47.80
3850	32.38	32.38	9750	48.16	48.16
3900	32.64	32.64	10000	48.52	48.52
3950	32.89	32.98			
4000	33.12	33.12			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		FEB./84
GERARDO BARRERA G.	GASTOS PROBABLES.	2-T-8
TESIS PROFESIONAL		CONTINUACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		INGENIERIA FEB./84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	CURVA DE PROBABILIDAD DE HUNTER	2-N-1

2.2.5 Velocidades recomendadas.

-Velocidad mínima.- Para evitar sedimentaciones, que reducen el diámetro de las tuberías, se recomienda que la velocidad mínima en cualquier tramo del ramal sea de 70 cm/seg.

-Velocidad máxima.- Con el objeto de evitar ruidos, vibraciones y golpes de ariete en las tuberías, la velocidad deberá de limitarse a 2.5 mts/seg.

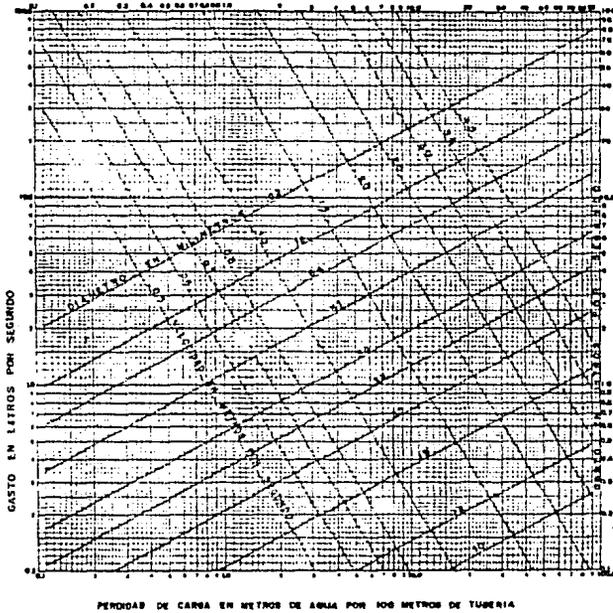
Es recomendable, siempre que sea posible, se apeguen las velocidades de las tuberías a los valores mostrados en la siguiente tabla:

DIAMETRO NOMINAL EN m.m.	VELOCIDADES RECOMENDADAS EN MTS./SEG.
13	0.90
19	1.30
25	1.60
32	2.15
38 +	2.50

2.2.6 Pérdidas de carga por fricción.

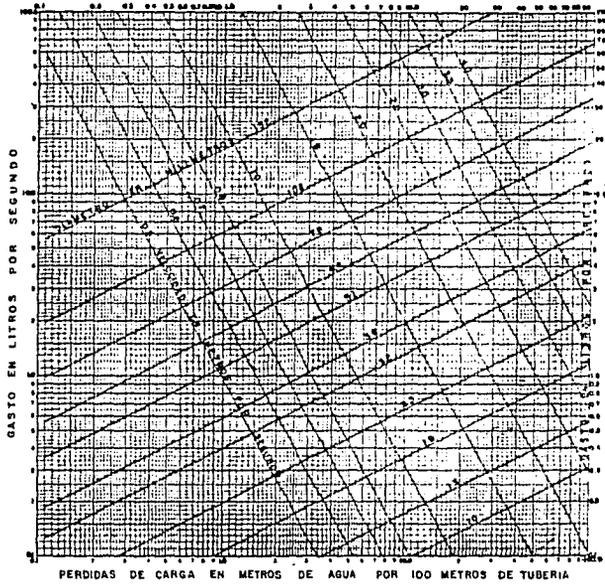
Para determinar las pérdidas de carga por fricción en un sistema, habrá que considerar las pérdidas originadas por fricción en las tuberías, cambios de dirección, válvulas y accesorios.

a) Pérdidas de carga en las tuberías.- Para determinar las pérdidas de carga en las tuberías, originadas por la fricción, se deberán usar los nomogramas 2-N-2 para tuberías de cobre tipo "M" medianamente lisa, y el 2-N-3 para tuberías de fierro galvanizado medianamente rugoso, los cuales fueron desarrollados por la Oficina Nacional de Estándares de los Estados Unidos de América (National Bureau of Standards) para instalaciones en edificios.



TUBERIA DE COBRE TIPO "M"

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES A RAGON		FEB./84
GERARDO BARRERA G.	PERDIDAS DE CARGA EN LAS TUBERIAS	2-N-2
TESIS PROFESIONAL		



TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON	INGENIERIA FEB./84	
GERARDO BARRERA G TESIS PROFESIONAL	PERDIDAS DE CARGA EN LAS TUBERIAS	2-N-3

Estos nomogramas contienen el diámetro de la tubería, - el gasto en lts/seg., las velocidades alcanzadas por cada diámetro y las pérdidas de carga expresadas en metros por cada 100 - metros de tubería. Estos valores de pérdidas (para tubería de - cobre tipo "M") se obtuvieron mediante la fórmula:

$$h = 2.826 \left(\frac{v^{1.83}}{d^{1.17}} \right)$$

donde: h = es la pérdida de carga por fricción expresada en mts /100 mts de tubería recorrida.

v = velocidad del agua, expresada en mts/seg.

d = diámetro interno real, expresado en m.m.

Las pérdidas de carga por fricción para tubo de fierro galvanizado se encontraron mediante la fórmula siguiente:

$$h = 2.576 \left(\frac{v^{1.92}}{d^{1.08}} \right)$$

donde: cada una de las literales, representan lo mismo que para la fórmula de cobre tipo "M".

b). Pérdidas de carga en conexiones, válvulas y accesorios.- - existen dos métodos tradicionales, mediante los cuales es posible obtener dichas pérdidas; uno de ellos es el de la carga de velocidad, y el segundo, el de la longitud equivalente.

El primer método, el de la carga de velocidad, es el - más preciso y está dada por la expresión:

$$h = K \frac{v^2}{2g}$$

en donde: h = a la pérdida de carga, expresada en mts. de columna de agua.

v = a la velocidad del agua, expresada en mts/ seg. - en la conexión, válvula o accesorio considerado.

g = a la aceleración de la gravedad, que para fines - prácticos puede considerarse constante e igual a 9.806 mts/seg.

En la tabla 2-T-9 se dan valores de K para las conexiones y válvulas más comúnmente usadas.

El segundo método, el de la longitud equivalente, se considera que la válvula o conexión produce una pérdida de carga igual a una determinada longitud del tubo del mismo diámetro, por lo que equivale a sustituir esas conexiones o válvulas por longitudes adicionales de tubo.

En este caso, la longitud que se debe usar para el cálculo sería:

$$L = L_m + L_e$$

en la que:

L = a la longitud total equivalente, expresada en mts.

L_m = a la longitud real del tramo que se está tratando expresado en mts.

L_e = a la longitud equivalente de las conexiones y/o válvulas del tramo en consideración, expresado en mts.

En la tabla 2-T-10, se indican las longitudes equivalentes para las conexiones y válvulas comúnmente usadas.

Para cálculos previos de la longitud equivalente, o para anteproyectos, hay que sumarle a la longitud real los valores recomendados a continuación:

- Si el tramo a considerar es de 5 mts. o menor, agreguese el 35% de la longitud del tramo.

- Si el tramo es mayor de 5 mts., pero menor de 10 mts, agreguese el 30% de la longitud del tramo a considerar.

- Si el tramo es mayor de 10 mts., pero menor de 20 mts agreguese el 25% de la longitud.

- Si el tramo es mayor de 20 mts., agreguese el 20% de la longitud. cuando no tenga cambios de dirección agregue solo el 10% de la longitud del tramo a considerar.

COEFICIENTES DE FRICCIÓN "K" EN CONEXIONES Y VALVULAS ROSCADAS.

DIAMETRO NOMINAL m. m.	CODO 90°	CODO 45°	TE T	TE T	COPE Y UNION	VALVULA DE GLOBO	VALVULA DE COMPUERTA	VALVULA DE RETENCION HORIZONTAL	VALVULA DE PIE	PICHANCA
13	2.1	0.38	0.9	2.3	0.13	14.0	0.32	5.3	0.8	—
19	1.7	0.35	0.9	2.0	0.10	10.0	0.27	3.5	0.8	—
25	1.4	0.34	0.9	1.8	0.082	8.5	0.23	2.9	0.8	2.15
32	1.25	0.33	0.9	1.7	0.072	7.8	0.21	2.6	0.8	1.8
38	1.15	0.32	0.9	1.6	0.064	7.2	0.19	2.4	0.8	1.7
51	1.00	0.31	0.9	1.4	0.053	6.8	0.17	2.2	0.8	1.5
64	0.87	0.30	0.9	1.3	0.045	6.2	0.15	2.1	0.8	1.35
76	0.79	0.29	0.9	1.2	0.04	6.0	0.14	2.1	0.8	1.2
102	0.67	0.28	0.9	1.1	0.034	5.8	0.12	2.0	0.8	1.05

NOTAS: 1- VALORES OBTENIDOS DEL MANUAL DE FRICCIÓN DE TUBERIAS DEL INSTITUTO DE HIDRAUUGA DE LOS E.U.A.

2- LOS VALORES PARA LAS VALVULAS SON COMPLETAMENTE ABIERTAS.

COEFICIENTES DE FRICCIÓN "K" EN CONEXIONES Y VALVULAS BRIDADAS.

DIAMETRO NOMINAL m. m.	CODO 90°	CODO 45°	TE T	TE T	VALVULA GLOBO	VALVULA COMPUERTA	VALVULA RET. HOR.	VALVULA ANGULO
25	0.42	0.22	0.26	1.00	12.0	0.75	2.0	4.7
32	0.40	0.21	0.23	0.95	11.0	0.58	2.0	3.7
38	0.39	0.21	0.21	0.90	10.0	0.48	2.0	2.9
51	0.36	0.20	0.19	0.80	8.5	0.35	2.0	2.4
64	0.34	0.19	0.17	0.77	7.8	0.27	2.0	2.2
76	0.33	0.18	0.16	0.73	7.0	0.22	2.0	2.1
102	0.31	0.18	0.13	0.67	6.2	0.16	2.0	2.0
153	0.28	0.17	0.11	0.60	5.8	0.10	2.0	2.0
203	0.27	0.16	0.10	0.55	5.6	0.075	2.0	2.0
254	0.25	0.15	0.09	0.52	5.4	0.060	2.0	2.0

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA	
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		FEB./84	
GERARDO BARRERA G.	VALORES DE "K" PARA CARGA POR VELOCIDAD		2-T-9
TESIS PROFESIONAL			

DIAMETRO NOMINAL		VALVULA COMPUERTA	VALVULA DE GLOBO		VALVULA DE "CHECK"			VALVULA DE MAÑO
mm.	pulg.		ASIENTO SIN GUIA 	ASIENTO CON GUIA 	HORIZONTAL DE CHARNELA 	TIPO GLOBO SIN GUIA 	TIPO GLOBO CON GUIA 	
13	1/2	0.21	5.37	7.11	2.13	5.37	7.11	0.28
19	3/4	0.27	7.12	9.42	2.83	7.12	9.42	0.38
25	1	0.35	9.08	11.99	3.60	9.06	11.99	0.48
32	1 1/4	0.46	11.92	15.77	4.73	11.92	15.77	0.63
38	1 1/2	0.53	13.90	18.40	5.52	13.90	18.40	0.74
50	2	0.68	17.85	23.63	7.09	17.85	23.63	0.95
64	2 1/2	0.82	21.32	28.22	8.47	21.32	28.22	1.13
75	3	1.01	26.50	35.07	10.52	26.50	35.07	1.40
100	4	1.33	34.77	46.02	13.81	34.77	46.02	1.84
125	5	1.67	43.58	57.69	17.31	43.59	57.69	2.31
150	6	2.00	52.38	69.32	20.80	52.38	69.32	2.77
200	8	2.64	68.92	91.22	27.37	68.92	91.22	3.65
250	10	3.31	86.53	114.53	34.36	86.53	114.53	4.58
300	12	3.94	103.10	136.45	40.94	103.10	136.45	5.48

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		FEB./84
GERARDO BARRERA G.	LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS.	
TESIS PROFESIONAL	2-T-10	

DIAMETRO NOMINAL		CODO DE 45°	CODO DE 90° STANDARD	CODO DE 90° RADIO GRANDE	TEE	TEE	TUERCA DE UNION	COPE	
mm	Pulg.								
13	1/2	0.25	0.47	0.32	0.32	0.95	0.32	0.32	
19	3/4	0.33	0.63	0.42	0.42	1.28	0.42	0.42	
25	1	0.42	0.80	0.53	0.53	1.60	0.53	0.53	
32	1 1/4	0.56	1.06	0.70	0.70	2.10	0.70	0.70	
38	1 1/2	0.65	1.22	0.82	0.82	2.45	0.82	0.82	
50	2	0.84	1.58	1.05	1.05	3.15	1.05	1.05	
64	2 1/2	1.00	1.88	1.25	1.25	3.76	1.25	1.25	
75	3	1.24	2.33	1.56	1.56	4.68	1.56	1.56	
100	4	1.63	3.06	2.05	2.05	6.14	2.05	2.05	
125	5	2.05	3.84	2.56	2.56	7.69	2.56	2.56	
150	6	2.46	4.62	3.08	3.08	9.24	3.08	3.08	
200	8	3.24	6.08	4.05	4.05	12.16	4.05	4.05	
250	10	4.07	7.63	5.09	5.09	15.27	5.09	5.09	
300	12	4.85	9.10	6.08	6.08	18.19	6.08	6.08	

89

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		INGENIERIA FEB./84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	LONGITUDES EQUIVALENTES EN CONEXIONES	2-T-10 CONTINUACION.

2.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERIAS.

2.3.1 Selección de diámetros.

Para la selección de diámetros disponemos de dos métodos descritos a continuación.

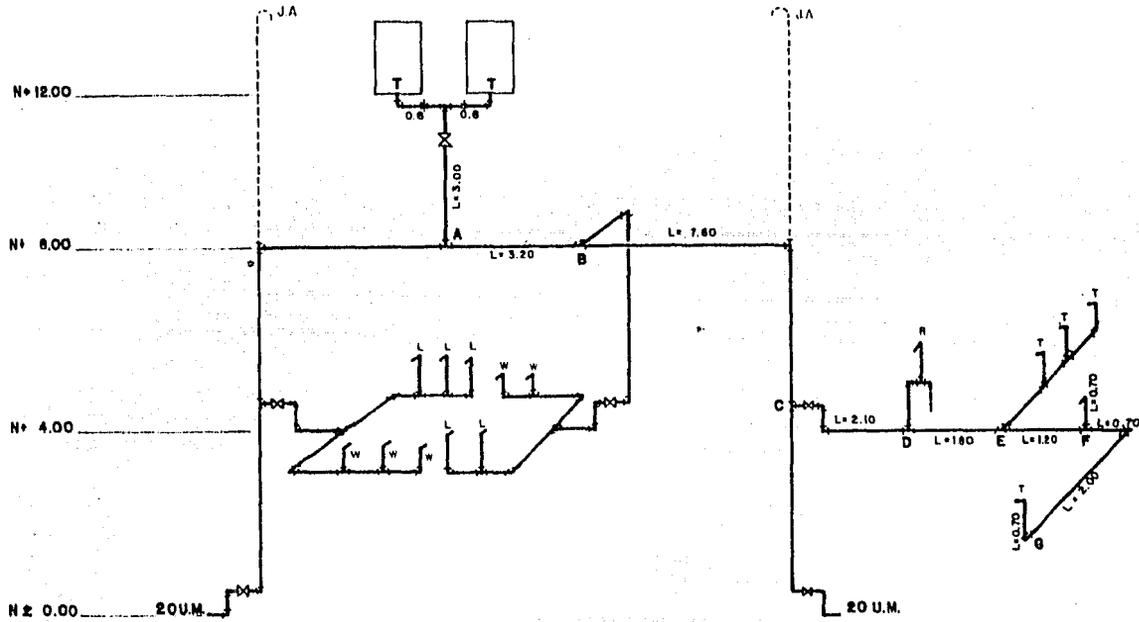
a) Sistema por gravedad.- En los sistemas de distribución de agua por gravedad, el punto más importante por considerar es el de determinar el mueble que origine la menor pendiente hidráulica "S", entendiéndose por pendiente hidráulica, el cosiente que resulta de dividir la carga disponible para perder por fricción y la longitud equivalente de tubería, desde el tanque elevado hasta el mueble considerado.

En el esquema 2-E-7 se observa una instalación típica en la que se encuentran dos muebles alimentados por una misma red; en la cual se determinará la pendiente hidráulica para ambos.

Como se puede apreciar, el mueble crítico o el que origina la menor pendiente hidráulica es la regadera por tener mayor longitud equivalente de tubería.

Para el dimensionamiento de los tramos de la red mediante este sistema se propone una instalación sencilla en el isométrico del esquema 2-E-8, el cual ejemplifica la red hidráulica que alimenta a varios muebles de una sección hospitalaria cualquiera.

Una vez que se determinó cual es el ramal donde se tiene el mueble más desfavorable, o el ramal que contiene la menor pendiente hidráulica, se procede a calcular las longitudes equivalentes de cada tramo de este ramal que es el más desfavorable. Los tramos se asignan de acuerdo al criterio del proyectista, los cuales pueden ser muy específicos o muy generales. En el presente ejemplo se combinan ambos criterios.

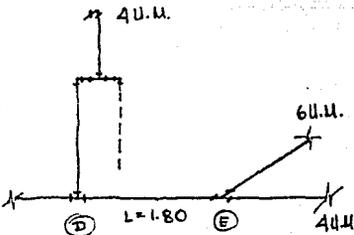
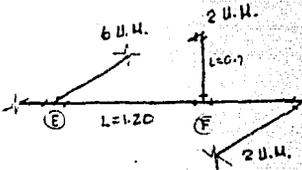
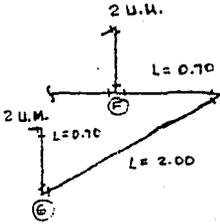


71

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		INGENIERIA FEB. /84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	ALIMENTACION MEDIANTE GRAVEDAD.	2-E-8

OBRA: <u>CASA DE MAQUINAS</u>	INSTALACION: <u>HIDRAULICA</u>
LOCALIZACION: _____	MATERIAL: <u>RODRE TIPO "M"</u>

PUNTO G	AL	PUNTO F	CONEXIONES	Le PARCIAL	Le
			3 Γ 90° x 13mm.	0.47	1.41
			1 \bar{T} 19 x 13 x 13mm.	0.42	0.42
					1.83
			3.40		
			1.83		
			5.23		
			hf = 0.097		
			HF = 0.50		
PUNTO F	AL	PUNTO E	CONEXIONES	Le PARCIAL	Le
			U.M. = 4		
			Q = 0.26		
			ϕ = 19		
			V = 0.85		
			L = 1.90		
			Le = 4.05		
			hf = 0.093		
			HF = 0.17		
			1 \bar{T} 19 x 13 x 13mm.	1.26	1.26
			1 Γ 90° x 13mm.	0.47	0.47
			1 \bar{T} 19 x 19 x 19mm.	0.42	0.42
					2.15
			1.90		
			2.15		
			4.05		
PUNTO E	AL	PUNTO D	CONEXIONES	Le PARCIAL	Le
			U.M. = 10		
			Q = 0.57		
			ϕ = 25		
			V = 1.20		
			L = 1.80		
			Le = 3.59		
			hf = 0.060		
			HF = 0.21		
			1 \bar{T} 19 x 19 x 19mm.	1.26	1.26
			1 \bar{T} 25 x 25 x 19mm.	0.53	0.53
					1.79
			1.80		
			1.79		
			3.59		



OBRA: <u>CASA DE MAQUINAS</u>	INSTALACION: <u>HIDRAULICA</u>
LOCALIZACION: _____	MATERIAL: <u>ACABE TIPO "M"</u>

	PUNTO D	AL	PUNTO C	CONEXIONES 1 T 25 x 25 x 13 mm. 1.60 1.60 2 T 90° x 25 mm. 0.60 1.20 1 X 25 mm. 0.50 0.50 1 T 32 x 25 x 25 mm. 2.10 2.10 2.10 5.25 7.35	L _P PARCIAL L _T
	U.M. = 14				
	Q = 0.70				
	Ø = 25				
	V = 1.26				
	L = 2.10				
	L ₀ = 7.35				
	hf = 0.077				
HF = 0.56					
	PUNTO C	AL	PUNTO B	CONEXIONES 1 T 32 x 25 x 25 mm. 0.70 0.70 1 T 32 x 32 x 13 mm. 2.10 2.10 1 T 36 x 32 x 25 mm. 0.82 0.82 7.60 3.62 11.22	L _P PARCIAL L _T
	U.M. = 34				
	Q = 1.36				
	Ø = 32				
	V = 1.66				
	L = 7.60				
	L ₀ = 11.22				
	hf = 0.10				
HF = 1.12					
	PUNTO B	AL	PUNTO A	CONEXIONES 1 T 36 x 32 x 25 mm. 0.82 0.82 1 T 38 x 32 x 32 mm. 0.82 0.82 3.20 1.64 4.84	L _P PARCIAL L _T
	U.M. = 48				
	Q = 1.74				
	Ø = 38				
	V = 1.6				
	L = 3.20				
	L ₀ = 4.84				
	hf = 0.07				
HF = 0.33					

Al contabilizar el número de U.M. que contiene cada tramo se obtiene de la tabla 2-T-8 el gasto necesario para satisfacer estas unidades mueble.

Con el dato del gasto, se procede a obtener del nomograma 2-N-2 o 2-N-3, según sea el caso, los datos del diámetro, velocidad, y pérdidas por fricción adecuadas al diámetro seleccionado.

Para este ejemplo, se usó el método de longitud equivalente para el cálculo de las pérdidas por fricción correspondientes a las conexiones y válvulas. Una vez analizados todos los tramos, se vacían los datos en la tabla mostrada (2-T-11), que contiene la altura piezométrica, la altura estática y la altura disponible para cada tramo determinado.

b) Sistema por bombeo.- En los sistemas por distribución por bombeo, la selección de los diámetros se hará exclusivamente en base a la velocidad tomando siempre en cuenta los valores máximos recomendados anteriormente. Para tal efecto, se hará uso de los nomogramas 2-N-2 y 2-N-3, para cobre tipo "M" y para fierro galvanizado cedula 40 respectivamente, comentado anteriormente para el sistema por gravedad.

De estos nomogramas se obtubieron las tablas que relacionan el diámetro nominal, la velocidad y las pérdidas por fricción que se encuentran en el anexo "A".

2.4 EQUIPO DE BOMBEO.

2.4.1 Determinación de la carga total de bombeo.

Para determinar la carga total de bombeo y con esto seleccionar la bomba o bombas que operan en el sistema de acuerdo a las características que ofrecen las diferentes marcas existentes en el mercado, se deben tomar en cuenta y con la mayor veracidad

TIPO DE OBRA: _____	UBICACION: _____	FORMULA: _____
RED DE: _____	PROPIETARIO: _____	CALCULO: _____
FECHA: _____	MATERIAL: _____	HOJA: _____ DE _____

PUNTO ¹	U. M. ²	U. M. ACUMULADAS ³	Q ⁴	β ⁵	V M/S ⁶	LONGITUD ⁷	LONG. EQUIVALENTE ⁸	h ⁹	H.F. ¹⁰	H PIEZOMETRICA ¹¹	H ESTATICA ¹²	H DISPONIBLE ¹³
TANQUE	0	—	—	—	—	—	—	—	—	12.00	12.00	0.00
A	41	89	8.53	38	2.12	4.20	13.15	0.15	1.97	10.03	8.00	2.03
B	14	48	1.74	38	1.60	3.20	4.84	0.07	0.33	9.70	8.00	1.70
C	20	34	1.36	32	1.66	7.60	11.22	0.10	1.12	8.58	9.00	4.58
D	4	14	0.70	25	1.26	2.10	7.35	0.077	0.56	8.02	4.00	4.02
E	6	10	0.57	25	1.20	1.80	9.59	0.060	0.21	7.81	4.00	3.81
F	2	4	0.26	19	0.85	1.90	4.05	0.043	0.17	7.64	4.00	3.64
G	2	2	0.15	13	0.90	3.40	5.23	0.097	0.50	7.14	4.00	3.14

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		FEB./84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	HOJA DE CALCULO, DISTRIBUCION POR GRAVEDAD	2-T-II

cidad posible los siguientes.

a) Carga estática (he).- la carga estática es la distancia vertical entre el eje de la bomba y el mueble que se halla considerado como más desfavorable, ya sea por su altura en el caso de estructuras verticales o por su lejanía en instalaciones horizontales.

b) Carga de trabajo (ht).- la carga de trabajo del mueble o equipo considerado es la carga requerida, expresada en mts. de columna de agua para su correcta operación. Para los inodoros de tanque bajo se requiere una carga de trabajo de 4 mts. de columna de agua como máximo y para inodoros de válvula o fluxómetros será de 7 mts. de columna de agua, que son los muebles manjatorios en su mayoría.

c) Carga de fricción (hf).- la carga de fricción es la suma de pérdidas por fricción, expresada en mts. de columna de agua, - desde el origen de la succión, hasta el punto de descarga considerado. Para una cuantificación aproximada de pérdidas por fricción se tomará de 10% a 15% del recorrido total cuando no tenga demasiados cambios de dirección el flujo del agua, cuando se tengan demasiados quiebres y/o reducciones se tomará del 20% al 30% del recorrido total de acuerdo al criterio del proyectista.

d) Altura o carga de succión (hs).- 1) altura de succión: es la distancia vertical entre el eje de la bomba y la superficie del agua, en los casos cuando el nivel del eje de la bomba se encuentre por encima de la superficie del agua. 2) carga de succión: es la distancia vertical entre el eje de la bomba y la superficie del agua, cuando el agua está arriba del eje de la bomba. Para ambos casos, la distancia estará expresada en mts.

e) Carga total de bombeo.- La carga total de bombeo es la suma algebraica de todas las cargas antes mencionadas, o sea:

$$H = h_e + h_t + h_f + h_s$$

2.4.2 Potencia de las bombas.

Los caballos de potencia del motor de cada una de las bombas del sistema de bombeo determinado se obtendrá con la fórmula

$$\text{H.P.} = \frac{Q \times H}{76 \times \eta}$$

en donde:

H.P. = caballos de fuerza efectivos del motor

Q = al gasto por manejar expresado en litros/seg.

H. = carga total de bombeo expresada en mts.

η "nu" = es la eficiencia del motor eléctrico tomándose como 0.65 para motores de 1/4 a 2 H.P. y de 0.75 a 0.85 para motores de más de 2 H.P. de capacidad.

0.76 = a la constante de eficiencia del impulsor de la bomba.

Con estos datos obtenemos una capacidad de H.P. que se ajustará a potencias existentes en el mercado.

2.4.3 Otros sistemas de bombeo.

a) Equipo de bombeo para protección de incendio.- Se considerará siempre una bomba con motor eléctrico y conectada a la planta de energía, y para obtener la carga total de bombeo habrá que tomar:

Normalmente habrá que considerar que se encuentran trabajando dos hidrantes chicos en forma simultánea, cada uno con un gasto de 2.33 lts/seg., o sea un gasto total de 4.7 lts/seg.

Carga total. Para obtener la carga total se deberá considerar:

a) Carga estática (h_e).-- Desnivel en metros, entre el equipo de bombeo y el hidrante más desfavorable, ya sea por su altura y/o por su lejanía

b) Carga de fricción (h_f).-- Esta carga de fricción se puede dividir en dos partes: la carga de fricción en la tubería y la carga de fricción en la manguera.

La carga de fricción en la tubería se deberá considerar igual al 5.5% de la longitud entre el equipo de bombeo y el hidrante más elevado y/o lejano.

La carga de fricción en la manguera se considerará igual a 7.0 mts. por tanto, podemos poner:

$$h_f = 0.055L + 7.0$$

c) Altura de succión (h_s).-- Se considerará que es de 3 mts.

d) Carga de trabajo (h_t).-- Se considerará que es igual a 18 mts

Carga total de bombeo (H).-- La carga total de bombeo será la suma de las cargas antes mencionadas, o sea:

$$H = h_e + 0.055L + 7.0 + 3.0 + 18.0$$

$$H = h_e + 0.055L + 28.0 \quad (\text{en mts.})$$

Potencia de la bomba. Al igual que en el caso de las -- bomba del equipo de bombeo de agua potable, los probables caballos de potencia del motor de la bomba se calcularán por medio de la expresión:

$$C.P. = 0.024 Q \times H = 0.024 \times 4.7 \times H$$

$$C.P. = 0.11 H$$

b) Equipo de bombeo para riego.-- Cuando el área por regar lo amerite, se considerará una bomba para este efecto, y para la potencia de su motor supóngase 0.5 H.P. por cada 1000 m² de área de riego.

2.4.4 Selección del equipo de bombeo.

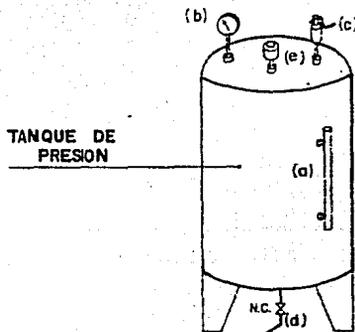
Dependiendo de las características y condiciones de la red de distribución de agua potable se podrá seleccionar: a) - bombeo con tanque hidroneumático o b) bombeo programado.

a) Equipo de bombeo con tanque hidroneumático.- Se seleccionará equipo de bombeo con tanque hidroneumático, siempre que el gasto máximo probable sea de 13 lts/seg. o menos, aproximadamente 1000 U.M.

Un equipo hidroneumático consta de los siguientes elementos:

1.- Tanque de presión. Este tendrá capacidad para almacenar agua durante un determinado tiempo, en el cual no esté en operación la o las bombas, dotando al sistema de agua a la presión de servicio.

El tanque de presión es un cilindro de acero, horizontal o vertical, dependiendo de las condiciones de espacio de la casa de máquinas. Consta de un vidrio de nivel (a) para observar la altura del agua dentro del tanque. Un manómetro (b) que indica la presión dentro del tanque, Una válvula de seguridad (c) que desaloja la presión excesiva accidental dentro del tanque, un dren con válvula de compuerta normalmente cerrada (d) - para el desalojo del contenido del tanque en ocasiones de mantenimiento, y un control de presión (e) que estará enviando señales al compresor para el suministro de aire.

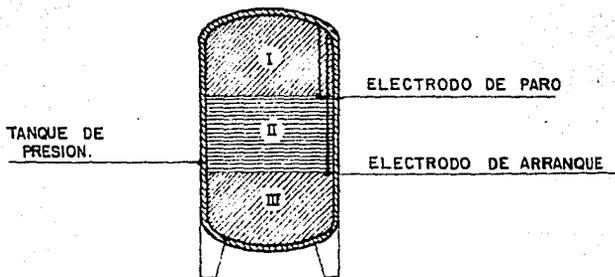


El interior del tanque estará conformado por las secciones imaginarias siguientes:

I).- Un "espacio" de aire, proporcionado por un compresor o por un supercargador, que dará la presión de servicio necesario al agua dentro del tanque para abastecer a la red cuando esté en servicio el volumen de agua aprovechable.

II).- Volumen de agua aprovechable o útil. Este volumen dotará de agua a la red con la presión de trabajo requerida que será proporcionada al tanque por la o las bombas que succionan directamente de la cisterna. El volumen útil estará determinado por la altura de los electrodos de arranque y de paro de las bombas.

III).- Colchón de agua o protección. Este será un volumen de agua que siempre permanecerá dentro del tanque con el objeto de evitar que el cilindro quede vacío y se introduzca aire a las tuberías de la red.



2.- Suministrador de aire. Este puede ser de dos formas:

a).- Compresor de aire.- El compresor de aire tiene la finalidad de inyectar aire al tanque, con el objeto de abastecer a la red de agua a una presión constante durante el empleo del volumen útil que estará determinado por los electrodos. Cuando la presión de aire es excesiva, al subir el nivel del agua por acción de la

o las bombas, el aire será desalojado por la válvula de seguridad que estará calibrada para mantener una presión óptima dentro del tanque y que será registrada por el manómetro. El compresor será accionado por un motor eléctrico con la potencia adecuada dependiendo de las condiciones de trabajo. En la tabla mostrada a continuación se observan las capacidades y potencias del compresor dependiendo del volumen del tanque.

VOLUMEN DEL TANQUE EN LITROS	GASTO DE AIRE EN m ³ /HR.	CAPACIDAD DEL MOTOR EN H.P.
1,000	3,000	1/2
3,000	5,000	3/4
5,000	7,000	1
7,000	10,000	2

b).- Supercargador.- El supercargador será un sustituto del compresor de aire y solo tiene capacidad para una presión máxima de trabajo de 5.30 Kg/cm² (75 lbs.).

El supercargador estará especialmente diseñado para mantener la correcta relación de aire y agua en el tanque de presión. El funcionamiento de este elemento, sustituto del compresor de aire es la siguiente: Cuando el nivel del agua está arriba de la entrada del supercargador, éste funciona en conjunto con la bomba para llenar el colchón de aire.

Cuando arranca la bomba, una área de baja presión se forma en la succión de la bomba por el impulsor rotario, la presión en el tanque ahora es mayor a las fuerzas de succión de la bomba y forza al agua del tanque por el venturi del supercargador. Resulta un vacío parcial, el aire es jalado hacia la válvula de entrada de aire y dentro del cuerpo del supercargador.

Un desviador hace que el agua fluya bajo las paredes del supercargador, separando aire del agua.

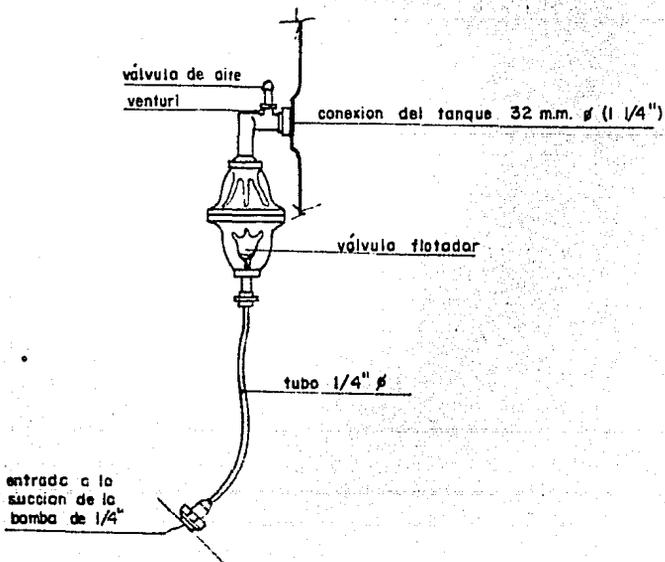
Como el aire se acumula dentro del mismo, el nivel del agua baja, hasta que la válvula del flotador se cierra, y pro-

voca que el flujo del agua se pare entre el tanque y la bomba, antes que el aire se pueda llevar dentro de la succión de la misma.

Con la válvula de flotador cerrada, el aire se comprime a la misma presión que está en el tanque y así permanece hasta que la bomba para. Entonces la presión en la entrada de la succión llega a ser igual a la del tanque, el flotador se eleva y el agua pasa del tanque a la bomba, y termina dentro del supercargador.

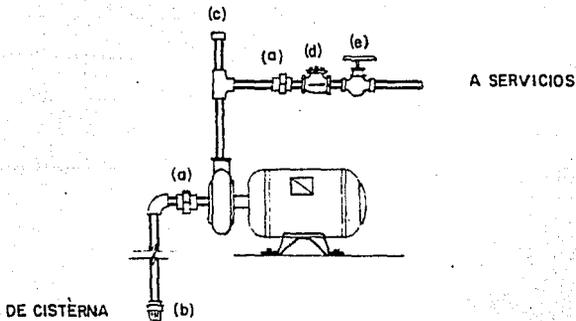
El aire acumulado en éste, se forza así al exterior y dentro del tanque de presión. Con cada ciclo de bombeo, esta acción se repite, siempre que la presión sea suficiente, se transfiera dentro del tanque para permitir que el nivel del agua en el tanque esté ligeramente abajo de la entrada del supercargador en su presión de arranque.

El supercargador automáticamente empieza otra vez a rellenar aire cuando el nivel del agua del tanque rebaza la entrada del supercargador.



3.- Bombas de agua. Las bombas que suministran de agua al tanque y/o a la red serán centrífuga, horizontales o verticales. El equipo estará formado por dos bombas, cada una con capacidad para proporcionar del 80% al 100% del gasto máximo probable.

Su instalación deberá constar de tuercas unión o bridas (a), dependiendo del diámetro y del material de la tubería, en la succión y en la descarga para facilitar las maniobras de mantenimiento o reemplazo de la misma. Una válvula de pie o pichancho (b) en la base de la succión; en los casos de succión negativa, para evitar que se despurge y para no permitir la entrada de elementos extraños al sistema. Un dren (c) para desalojar el agua de la cisterna en las ocasiones que se tenga que limpiar la cisterna. Una válvula de retención o check (d) en la línea de descarga para evitar el flujo del agua en sentido inverso cuando esté operando el tanque de presión. Una válvula de compuerta (e) en la misma línea para impedir el paso del agua al tanque o a la línea cuando no se desee.



La potencia de un motor se reduce con la altura aproximadamente 1% por cada 100 mts. de elevación, y el 1% por cada 5.5°C de temperatura arriba de 15.5°C.

4.- Tablero de control. El tablero de control es el sistema que regula las operaciones de los diferentes elementos que

forman el equipo hidroneumático, y está conectado directamente al control de presión, al porta-electrodos, a los motores de las bombas y al motor del compresor.

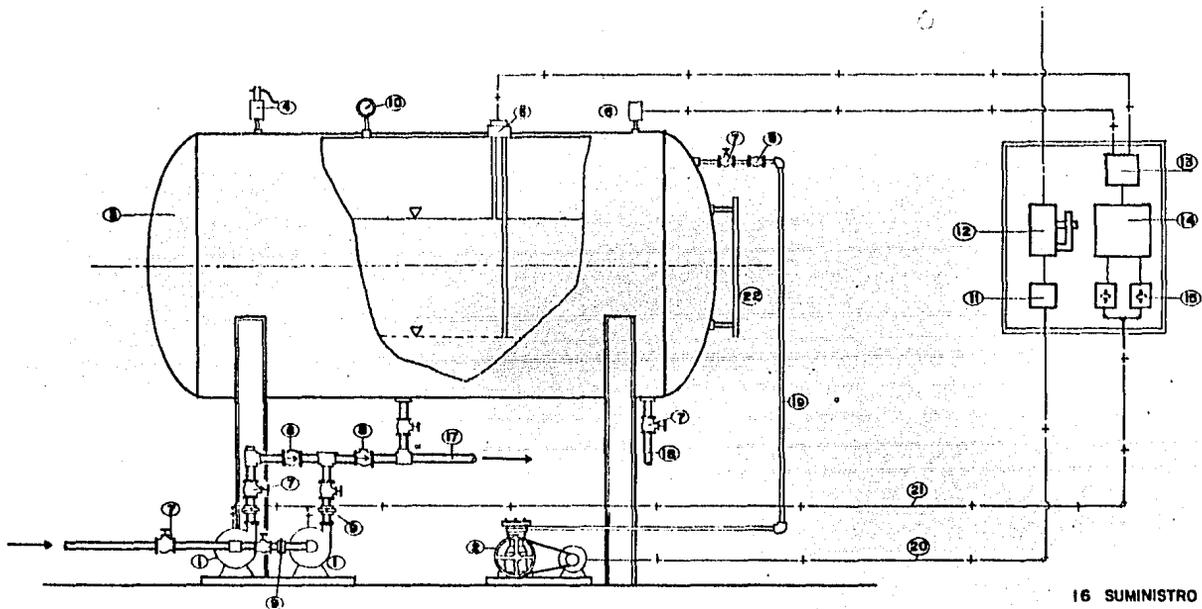
El ciclo de funcionamiento de un equipo hidroneumático es como se describe a continuación:

Al iniciar el tanque su funcionamiento mantiene las condiciones de las componentes del equipo así: el tanque de presión lleno a su capacidad con la presión del aire interna apropiada y las bombas de agua en reposo.

La red demanda un gasto, que, es satisfecho inicialmente por el tanque de presión, el nivel del agua del tanque baja y el aire se expande disminuyendo la presión de trabajo a un grado mínimo que es detectado por el control de presión que envía al señal al tablero de control y éste, a su vez, enciende el compresor para suministrar aire dentro del tanque y mantener la presión en un rango promedio de trabajo.

Al continuar la demanda de la red, el nivel del agua dentro del tanque baja hasta llegar al nivel del electrodo de arranque, que envía la señal al tablero y enciende la o las bombas (dependiendo de la capacidad de las mismas y del gasto) inyectando el agua, tanto al tanque como a la red a la presión de trabajo requerida, al incrementarse el volumen de agua dentro del tanque, el aire se comprime hasta un grado máximo que es nuevamente detectado por el control de presión, enviando la señal al tablero que para el compresor de aire. Todo exceso de presión es digerido por la válvula de seguridad dejando escapar solo es excedente manteniendo el nivel de presión adecuada.

El nivel de agua dentro del tanque continúa subiendo hasta llegar a la altura del electrodo de paro, éste envía la señal al tablero que desconecta las bombas dejando únicamente el tanque de presión para el suministro de agua a la red. Con esta última operación se inicia un nuevo ciclo en el funcionamiento del equipo hidroneumático. Ver esquema 2-E-9.



- 1 BOMBAS CENTRIFUGAS
- 2 COMPRESOR DE AIRE
- 3 TANQUE DE PRESION
- 4 VALVULA DE SEGURIDAD
- 5 PORTA ELECTRODOS
- 6 CONTROL DE PRESION

- 7 VALVULA DE COMPUERTA
- 8 VALVULA DE RETENCION
- 9 TUERCA UNION ó BRIDA
- 10 MANOMETRO
- 11 ARRANCADOR MAGNETICO DEL COMPRESOR

- 12 CONNUTADOR FUSIBLE DE ENTRADA
- 13 CONTROL DE NIVELES
- 14 ARRANCADOR MAGNETICO Y ALTERNADOR.
- 15 SELECTOR DE ARRANQUE

- 16 SUMINISTRO DE ENERGIA
- 17 LINEA DE SERVICIO
- 18 DREN DE DESAGUE
- 19 SUMINISTRO DE AIRE
- 20 SUMINISTRO ELECTRICO AL COMPRESOR
- 21 SUMIN. ELEC. A BOMBAS
- 22 VIDRIO DE NIVEL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		FEB./84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	EQUIPO HIDRONEUMATICO	2-E-9

Para determinar el volumen y dimensiones del tanque hidroneumático, existen varios métodos que dan valores sensiblemente iguales. El método más simple y rápido es el nomograma de el Dr. Q. K. Yuan. Ver nomograma 2-N-4.

El nomograma del Dr. Yuan contiene la capacidad del tanque, el tamaño adecuado de los electrodos, tanto para tanques horizontales como verticales y el tamaño del compresor.

Para obtener el tamaño del tanque de presión y el tamaño adecuado de los electrodos se debe contar con los siguientes datos; el gasto probable en galones/minuto, la capacidad del motor eléctrico de la bomba en H.P., la presión de servicio en Lgs/pulg² (P.S.I.), la presión de paro y arranque del sistema y el porcentaje de la capacidad del tanque para colchón de agua o protección. Este último es recomendable manejarlo al 30% de la capacidad del tanque. Para la selección del tamaño de la compresora además de los datos anteriores, se necesita el tiempo inicial para la carga de aire al tanque.

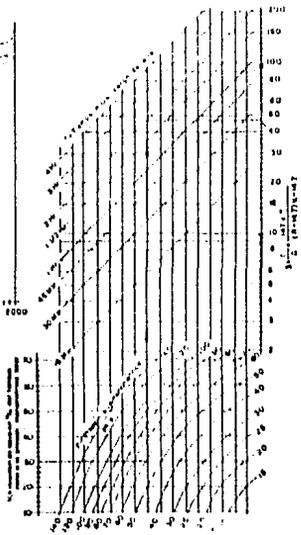
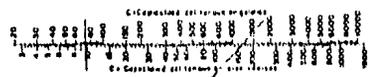
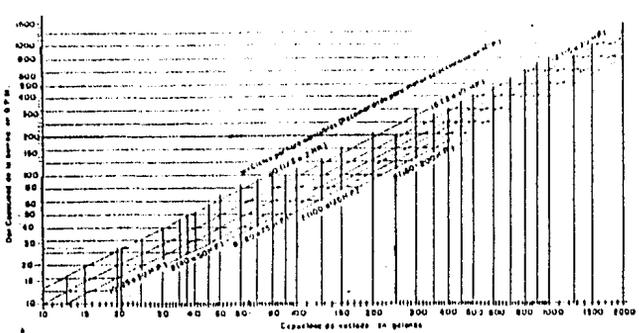
Un ejemplo del uso de este nomograma podría ser el siguiente:

"Se desea seleccionar el tamaño apropiado del tanque hidroneumático para una bomba con un gasto de 180 galones/minuto a una presión de 75 P.S.I., impulsado por un motor de 15 H.P., el sistema operará entre 60 y 90 P.S.I. y se tomará un bajo nivel de agua (a 60 P.S.I.) del 30% de la capacidad del tanque"

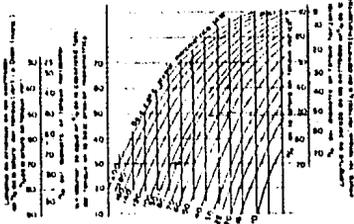
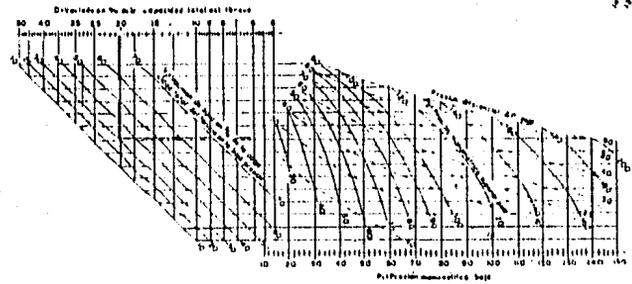
Solución.- Seguir los pasos del (1) al (6).

Resultado.- Un tanque con una capacidad mínima de 1,300 galones. Puede ser horizontal o vertical, dependerá de las condiciones de espacio del cuarto de máquinas.

Para seleccionar el tamaño adecuado de los electrodos de paro y arranque en el tanque se necesitan seguir los pasos (7) al (9). El resultado, para un tanque horizontal, la longi-



C. Coeficiente de fricción f (según tabla)
 C. Coeficiente de fricción f (según tabla)
 C. Coeficiente de fricción f (según tabla)

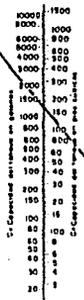
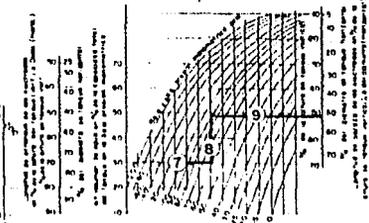
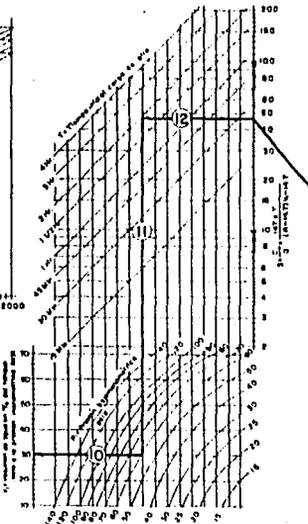
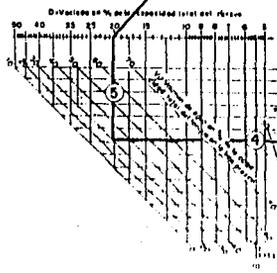
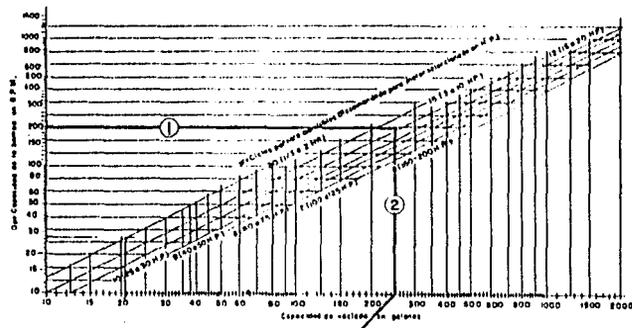


150
 125
 100
 75
 50
 25
 10
 5
 2
 1

30

NOMOGRAMA DEL Dr. Q. K. YUAN.

2-N-4



tud del electrodo de arranque es igual al 75% y la longitud de paro es de 51.5% del diámetro del tanque. Para un tanque vertical, la longitud del electrodo de arranque es del 70%, y la longitud del de paro es de 51% de la altura del tanque.

Como último punto; "Se desea conocer el compresor apropiado para supercargar los 1,300 galones del tanque cargandolo inicialmente en un tiempo que no exceda de las dos horas".

Solución; seguir los pasos del (10) al (13).

Resultados; Un compresor que dé un gasto mínimo de 3.8 C.F.M. (pies³/minuto.).

b) Equipo de bombeo programado.- Para seleccionar un equipo de bombeo programado debemos tener un gasto mayor a los trece litros/ segundo, o sea, más de 1000 U.M. de acuerdo con las tablas del Dr. Hunter.

Un equipo de bombeo programado consta de, un tanque de presión con su compresora, y el tanque deberá dimensionarse con el gato de la bomba piloto, además, dependiendo exclusivamente del gasto, constará de 3 o 4 bombas centrifugaas y un tablero de control que estará conectado directamente a las bombas.

Se tienen dos casos de operación del equipo de bombeo programado:

1).- Si el gasto es de 20 Lts/Seg. o menor, el equipo de bombeo constará de 3 bombas, una bomba piloto con capacidad del 25% del gasto total, y dos bombas principales con capacidad cada una, del 55% del gasto total.

La secuencia de operación de este caso se describe en la siguiente tabla:

PASO	% DEL GASTO	EQUIPO OPERADO
1	0 - 24	tanque
2	25	piloto
3	55	1 principal
4	80	pil + principal
5	110	2 principales

2).- Si el gasto excede los 20 lts/seg; se recomienda - que el equipo de bombeo conste de 4 bombas, una bomba piloto - con capacidad del 15% del gasto total, y tres bombas principa- les con capacidad cada una del 40% del gasto total.

En este caso la secuencia de operación será la siguien- te:

FASO	% DEL GASTO	EQUIPO OPERADO
1	0 - 14	tanque
2	15	piloto
3	40	1 principal
4	65	pil + principal
5	80	2 principales
6	100	3 principales.

C A P I T U L O N º I I I

A G U A S N E G R A S Y V E N T I L A C I O N .

C A P I T U L O N O III

3.1 AGUAS NEGRAS.

Un sistema de eliminación de aguas negras o residuales tiene por objeto sacar estas aguas del predio en la forma más rápida y sanitaria posible, y conducirla al punto de desfogue - que permita el lugar y la autoridad competente (Presidencia Municipal, Obras Públicas de la región, Secretaría de Salubridad y Asistencia, etc.).

La eliminación de las aguas negras debe hacerse utilizando tuberías y accesorios que ofrezcan la mayor seguridad.

El sistema de eliminación de estas aguas consiste en una o varias redes de tubería que trabajan por gravedad y con un tirante a medio tubo. Los recorridos verticales, llamadas bajadas de aguas negras (B.A.N.), deberán trabajar a 1/3 de llenado.

3.1.1 Instalación de tubería de drenaje.

Las tuberías horizontales deben proyectarse con una pendiente uniforme pero nunca pendientes menores que las especificadas en los párrafos siguientes:

- a).- Tuberías pequeñas.- Las tuberías horizontales de drenaje de 76 m.m. (3") de diámetro o menores, deberán proyectarse con una pendiente no menor del 2% (1/4 de pulgada por pie)
- b).- Tuberías grandes.- Las tuberías horizontales de drenaje mayores de 76 m.m. (3") de diámetro, deberán proyectarse con una pendiente mínima del 1% (1/8 de pulgada por pie), pero se recomienda que se proyecten, siempre que el proyecto arquitectónico lo permita, con una pendiente del 2%.

- c).- Velocidad mínima.- Cuando las condiciones no permitan que los drenajes principales sean proyectados con una pendiente de las arriba mencionadas, entonces puede permitirse una pendiente menor, a condición de que la velocidad calculada no sea menor a 60 cm./seg. (2 pies por seg.) con el objeto de evitar que se depositen en el fondo del tubo los sólidos en suspensión.
- d).- Velocidad máxima.- La velocidad máxima permitida en tubos de fierro fundido (Fo. Fo.), P.V.C., fierro negro (Fo.No.), tubos de concreto (albañal), etc. será de 2.5 mts./seg. con el fin de evitar ruidos, erosión, etc. dentro de los pasillos o locales por donde pasan estas tuberías.

En el caso de que en algún tramo resulten velocidades mayores, se deberá disminuir la pendiente del tramo y proyectar pozos de caída. Las tablas mostradas en el anexo "B", contienen el diámetro del tubo de drenaje, el gasto y la velocidad para tres de las pendientes más usuales; 0.5%, 1.0% y 2.0%, que se calcularon mediante las fórmulas siguientes:

$$v = \frac{s}{n} r^{2/3} \quad \text{y} \quad Q = A \cdot V$$

además de contener la relación H/d que representa el porcentaje de llenado del tubo, en donde:

H = a la altura del tirante

d = al diámetro interno del tubo conductor.

El flujo de agua en tuberías parcialmente llenas, puede verse afectado por el movimiento de aire, principalmente en la descarga de los muebles sanitarios, donde el régimen de escurrimiento llega a ser de avenida, o sea, que momentáneamente la sección trabaja a tubo lleno, lo mismo puede suceder en las bajadas y en donde se unen dos ramales principales.

Para regularizar el flujo de agua y de aire se requiere completar el sistema con una red adicional que permita obtener cierto equilibrio entre las presiones y depresiones que pueden presentarse, esta red constituye el sistema de ventilación, la cual se abordará en párrafos más adelante.

3.1.2 Unidades mueble de descarga.

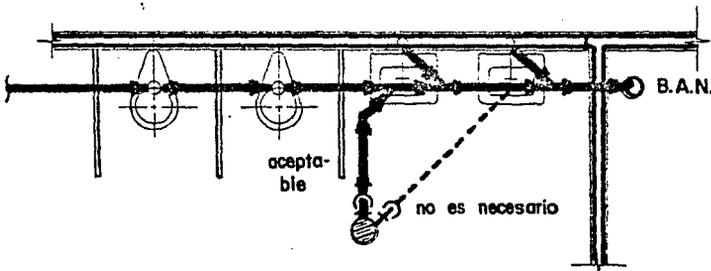
Al igual que en las alimentaciones hidráulicas, para cada mueble sanitario se le asignó un consumo expresado en unidades mueble de alimentación, también para los desagües cada mueble tiene una determinada equivalencia expresada en unidades mueble de descarga. Estas unidades de descarga, comparadas con las unidades mueble de alimentación varían debido a diferentes conceptos, tales como consumo, evaporación, derrames, etc.

Las equivalencias de descarga para cada mueble sanitario aparecen en la tabla 3-T-1 que contiene:

El tipo de mueble, El valor en unidades mueble de descarga, diámetro particular de descarga para cada mueble y el diámetro de la trampa para los muebles que lo requieren.

3.1.3 Configuración de los ramales de desagüe.

La conexión entre las tuberías horizontales de drenaje debe hacerse a 45° . Esto no obliga a que el ángulo de incidencia se origine en el lugar de desagüe.



MUEBLE	U.M.	DIAMETRO m.m.	TRAMPA
BEBEDERO.	1	32	32
BIDET	2	38	C(+)
COLADERA DE PISO	2	50	50
EXCUSADO DE TANQUE	4	100	-
EXCUSADO DE VALVULA	6	100	-
FREGADERO DOMESTICO	2	38	38
FREGADERO DOMESTICO CON LAVADORA	2	38	38
FREGADERO RESTAURANTE	3	50	50
FREGADERO BAR PRIVADO	1	38	32
FREGADERO BAR COMERCIAL	2	38	32
GRUPO DE BAÑO CON EXCUSADO DE TANQUE	6	-	-
GRUPO DE BAÑO CON EXCUSADO DE VALVULA	8	-	-
LAVABO GENERAL	1	38	38
LAVABO PRIVADO	1	38	32
LAVABO BARBERIA	1	38	38
LAVABO CIRUGIA	1	50	50
LAVABO COLECTIVO, CADA JUEGO DE LLAVES	1	50	38
LAVABO DENTAL	1	32	32
LAVADERO	1	50	-
LAVADORA TRASTOS DOMESTICOS	2	38	-
MINGITORIO PEDESTAL VALVULA	6	75	-
MINGITORIO PARED VALVULA	2	50	50
REGADERA	2	50	C
REGADERA GRUPO, CADA CEBOLLA	2	-	-
TINA	2	38	C(+)
TINA GRANDE	2	38	C(+)
UNIDAD DENTAL	1	32	32
VERTEDERO CIRUGIA	2	50	50
VERTEDERO SERVICIO TRAMPA (MUEBLE)	3	50	50
VERTEDERO SERVICIO (DE PISO)	3	100	.

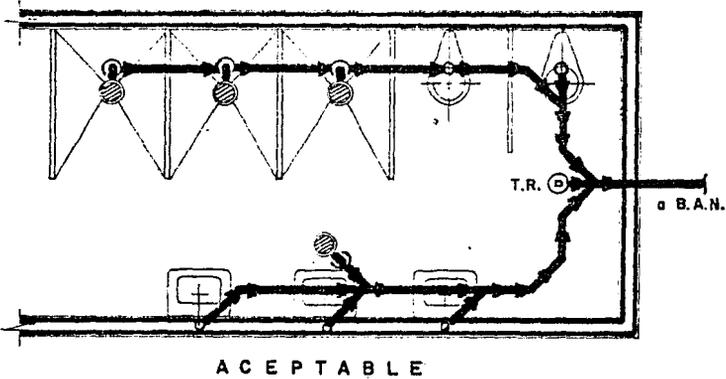
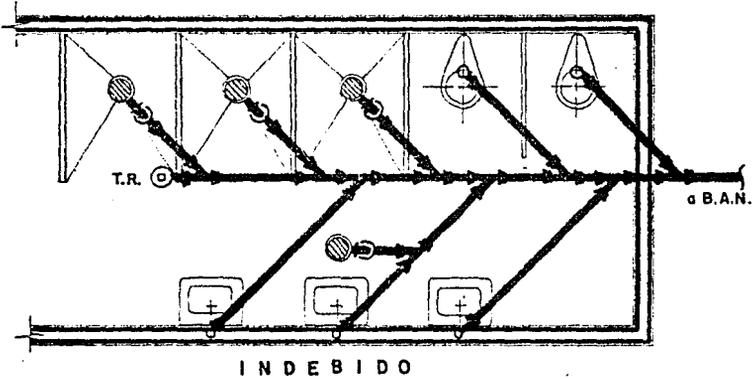
* Considerar coladera de piso 2514

+ Tapa ciega

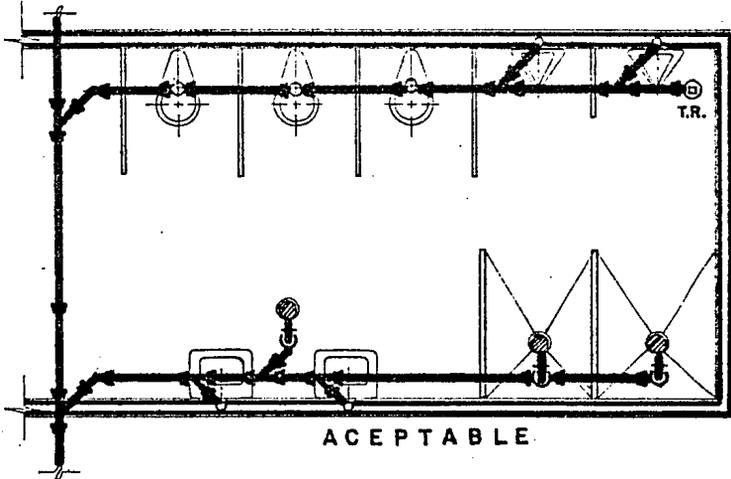
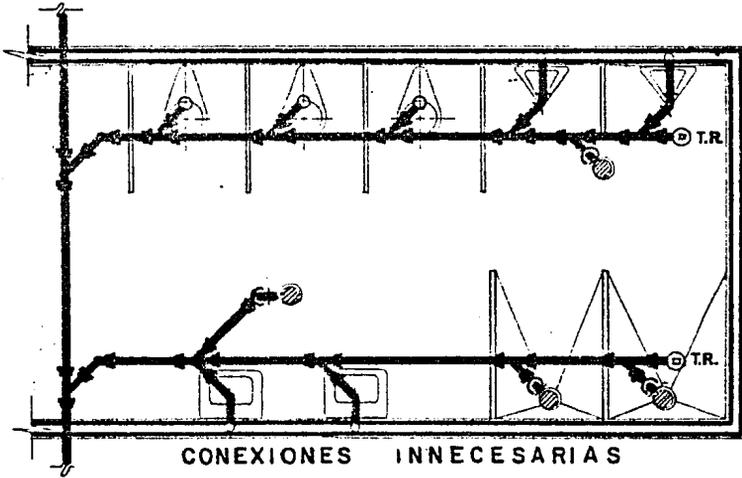
C Considerar coladera de catalogo.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES A R A G O N		FEB./84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	U. M. DE DESCARGA.	3-T-1

El ramaleo de las tuberías de desagüe debe simplificarse hasta donde lo permitan las condiciones de la estructura y la coordinación con otras instalaciones. Deben evitarse los recorridos diagonales en longitudes largas y las tuberías al centro de los locales sanitarios.

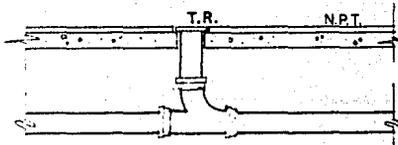
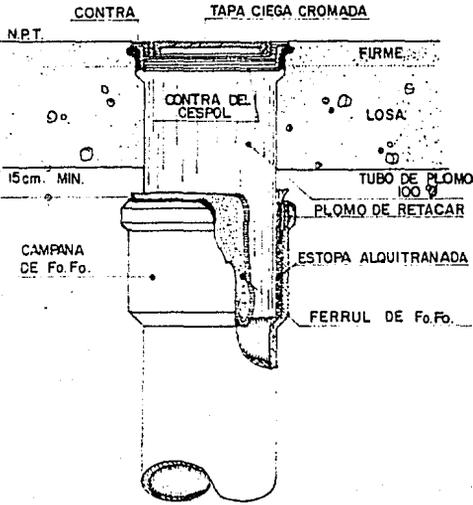


La configuración de los ramaleos interiores de las tuberías deben continuar con el criterio ya expuesto, de describir trayectorias paralelas a la estructura, evitando piezas de conexión innecesarias.



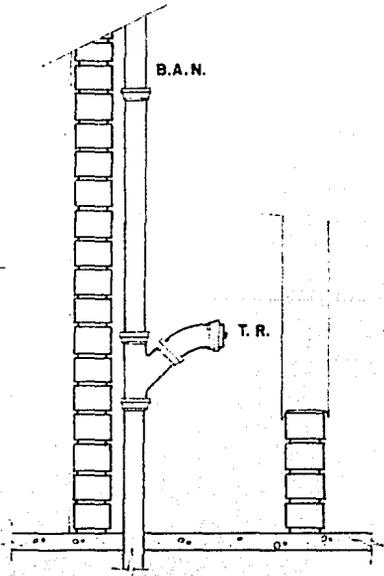
ferencia deberán de colocarse dentro de los locales sanitarios, si los recorridos son demasiado largos o la configuración de la tubería tiene muchas desviaciones, será necesario instalar mayor número de registros que no será posible colocar dentro de los locales sanitarios, salvo la solución que se encuentre en coordinación con el arquitecto, se recomienda localizarlos en los pasillos, en las salas de espera y en otros lugares donde se tolere y pueda controlarse la contaminación. El diseño de los registros debe orientarse a evitar problemas mayores que los de una obstrucción.

DETALLE DE TAPON REGISTRO



TAPON REGISTRO EN PISO.

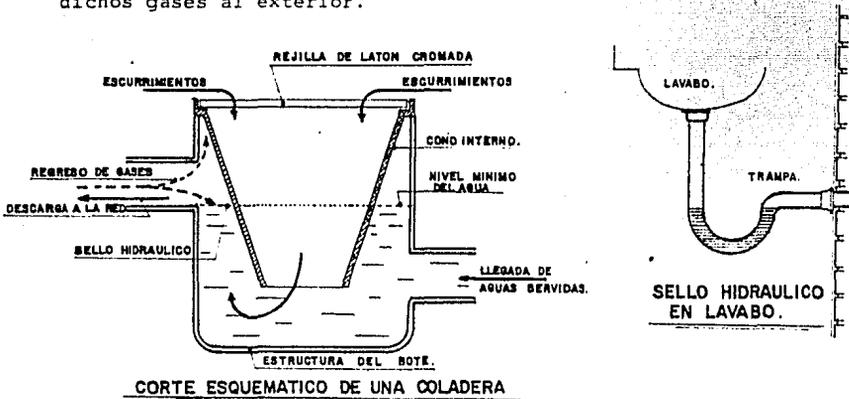
TAPON REGISTRO EN UNA BAJADA DE AGUAS NEGRAS.



Las trampas o sellos hidráulicos, tal como su nombre lo indica, son sellos que impiden el paso de gases malolientes a los recintos sanitarios y que por tanto provocan malestar a los ocupantes. Estos gases son producto de la descomposición de la materia fecal, la evaporación de líquidos de desecho, etc.

El agua puede considerarse como impermeable al paso del aire y gases a través de su volumen, por lo que se suministra de trampa a los lavabos, urinarios, tarjas, etc.

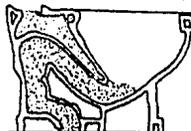
Una coladera es un ejemplo típico de un sello hidráulico, la descarga de las aguas ahí vertidas está por encima de las aguas de llegada, por lo que no hay posibilidad del paso de dichos gases al exterior.



SECUENCIA DE OPERACION Y SELLO DE UN INODORO.



INODORO EN REPOSO CON ESCURRIMIENTOS ESPORADICOS



INICIO DEL PROCESO DE OPERACION



FIN DEL PROCESO Y RETORNO AL REPOSO

3.1.5 Coordinación de espacios.

En el caso de las tuberías de eliminación de aguas residuales o servidas para los cuales se exige una pendiente determinada, la coordinación con otros instaladores y con la estructura se hace a todas luces indispensable y se requiere la comprensión del problema por parte de otros proyectistas, ya que como se ha visto, no puede permitirse ningún defecto de instalación que probablemente pudiera ocasionar destrucción de la tubería o modificaciones; dado su grado de peligrosidad por sus características altamente contaminantes.

Por otra parte, La característica de requerimiento de una pendiente limitada, dificulta las posibilidades de coordinación, debido a que la posición de la tubería va cambiando a lo largo de su recorrido.

Es de vital importancia evitar, cuando sea factible, el paso de tuberías de desagüe sobre cuartos de encamados, zonas de trabajo de enfermería, subestaciones eléctricas, quirófanos, etc., y en general en todas esas áreas donde presente un alto índice de contaminación y peligrosidad para los ocupantes de las mismas.

La posición de las bajadas de aguas negras y pluviales dentro de los ductos verticales, debe ser tal, que se tenga facilidad de soportería, ya sea directamente a la estructura o por medio de travesaños metálicos que ocupen el espacio mínimo dentro del ducto.

3.1.6 Cálculo de las redes de aguas negras.

Para el cálculo de las redes de aguas negras se hará uso del valor de cada mueble sanitario expresado en unidades mueble de descarga y con ellos se hace la acumulación de valores de

TABLA 3-T-2

DIAMETRO mm	Máximo número de unidades-mueble que pueden conectarse a:			
	Cualquier ramal horizontal	Bajada de 3 pisos o menos	Más de 3 pisos	
			Total en la bajada	Total en un piso
32	1	2	2	1
38	3	4	8	2
50	6	10	24	6
64	12	20	42	9
75	20 (*)	30 (+)	60 (+)	16 (*)
100	160	240	500	90
125	360	540	1100	200
150	620	960	1900	350
200	1400	2200	3600	600
250	2500	3800	5500	1000
300	3900	6000	8400	1500

(*) No más de 2 Inodoros

(+ No más de 6 inodoros)

TABLA 3-T-3

DIAMETRO mm	Máximo número de unidades-mueble que pueden conectarse a una línea principal			
	PENDIENTE EN %			
	0.5	1	2	4
50			21	26
64			24	31
75		20 (+)	27 (+)	36 (+)
100		180	216	250
125		390	480	575
150		700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON.		INGENIERIA FEB./84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	DESAGUES SANITARIOS.	3-T-2 3-T-3

OBRA: _____	SERVICIO: <u>A.N. PLANTA TIPO</u>	CONDICIONES: _____
PROP: _____	MATERIAL: <u>F.o.Fo.</u>	_____
UBICACION: _____	FORMULA: <u>TABLAS 87.2 y 87.3</u>	<u>Pendiente 1 y 2%</u>
FECHA: _____	CALCULO: _____	_____
_____	REVISO: _____	<u>B. nivela tipo.</u>

HOJA DE CALCULO

PUNTO	U. M.		Ø	Q Lts./Seg.	LONG. Mts.	PEND.	DESNIVEL Mts.	COTAS
	EN PUNTO	ACUM.						
A	4	—	—	—	—	—	—	30.950
B	4	4	50	0.26	0.9	0.02	0.018	30.932
C	8	8	50	0.49	0.9	0.02	0.019	30.914
D	8	16	100	0.76	0.9	0.01	0.009	30.905
E	8	24	100	1.24	0.9	0.01	0.009	30.896
F	20	32	100	1.31	1.5	0.01	0.015	30.881
G	11	52	100	1.94	4.0	0.01	0.040	30.841
H	27	63	100	2.12	3.5	0.01	0.035	30.806
B.A.N.		90	100	2.57	3.0	0.01	0.030	30.776
							0.174	
								30.776
								+ 0.174
								30.950

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		FEB./84
GERARDO BARRERA & TESIS PROFESIONAL	CALCULO SANITARIO	3-T-4

3.1.7 Cárcamo de bombeo.

Para eliminar las aguas negras o pluviales abajo del nivel de la calle, siempre se recomienda recolectar las redes de desagüe a un cárcamo de bombeo. No obstante que se tenga el colector o la atarjea municipal abajo del sótano, es recomendable no conectar los drenajes directamente porque siempre habrá posibilidad de inundación, ya sea que se presente una lluvia extraordinaria o que se presente un azolvamiento que llegue a obstruir la alcantarilla pública.

a).- Período de almacenamiento.- El período de almacenamiento de un cárcamo de aguas residuales, debe ser igual a la aportación que durante cinco minutos se tenga con el gasto máximo calculado para todos los muebles y equipos sanitarios que desfoguen en el cárcamo.

b).- Diseño.- El cárcamo y la bomba deben diseñarse de tal manera que se descargue todo el contenido acumulado en el cárcamo durante el ciclo de la operación del vaciado.

Para determinar el volumen adecuado que se le dará al cárcamo de bombeo, se harán las siguientes consideraciones:

- Ciclo de operación (T_c); el ciclo de operación de la bomba está definido como el tiempo entre dos arranques sucesivos de la misma. Un ciclo de operación adecuado, está comprendido entre 5 y 15 min. Para gastos hasta de 10 lts./seg. puede tomarse como tiempo máximo 15 min.

$$5 \text{ min.} \leq T_c \leq 15 \text{ min.}$$

- Gasto de la bomba (Q_b); Este debe ser igual al gasto máximo instantáneo calculado para el sistema de drenaje conectado al cárcamo de bombeo. El gasto de la bomba es constante.

- Gasto de entrada (Q_e); Este es definido como el gasto variable que escurre en el sistema de drenaje que está conectado al cárcamo de bombeo.
- Volumen útil (V_u); Se conoce como volumen útil al volumen que puede descargarse entre un arranque y un paro de la bomba.

Estos cuatro conceptos están asociados mediante la relación siguiente:

$$T_c = \frac{V_u}{Q_b - Q_e} + \frac{V_u}{Q_e} \text{ -----(1)}$$

El ciclo de operación es mínimo cuando:

$$Q_e = 0.5 (Q_b) \text{ -----(2)}$$

Por tanto se tiene:

$$T_{c_{\min}} = \frac{4 (V_u)}{Q_b} \text{ -----(3)}$$

Es recomendable un tirante mínimo de 1.0 metro. Con la fórmula anterior es posible diseñar el volumen útil del cárcamo, conociendo el gasto de la bomba y seleccionando una duración adecuada del ciclo de operación.

Tomando como ejemplo un gasto de 10 lts./seg., asignandole para éste un ciclo de operación de 15 min., la pregunta obligada sería; "conocer el volumen útil del cárcamo de bombeo".

Sustituyendo los datos en la relación (3) y despejando el volumen útil se tiene:

$$V_u = \frac{Q_b \times T_c}{4} \text{ -----(4)}$$

$Q_b = 10 \text{ lts./seg.} = 600 \text{ lts./min.}$, por lo tanto:

$$V_u = 0.25 \times 600 \times 15 =$$

$$V_u = 2,250 \text{ litros.}$$

Como el tirante mínimo recomendado es de 1.0 metro, el

área del fondo del cárcamo será de 2.25 m² que corresponden, a las dimensiones por lado de 1.5 x 1.5 mts. Estas dimensiones para el área son suficientes para alojar dos bombas de la misma capacidad, una para servicio normal y otra en reserva, que operará en caso de falla o mantenimiento de la primera.

Es común que los proveedores de equipo, recomienden bombas de mayor capacidad al gasto máximo instantáneo de entrada al cárcamo, por lo cual es aconsejable revisar la duración del ciclo de operación correspondiente al volumen útil del cárcamo proyectado y al gasto de la bomba comercial.

c).- Ventilación del cárcamo.- Para evitar el efecto neumático en las tuberías de desagüe durante el llenado y la descarga que se efectúa con variaciones muy rápidas del tirante, se requiere de dotar de un tubo de ventilación en la parte superior del cárcamo con un diámetro no menor de 101 m.m. (4") que conecte lo más directamente posible a la atmósfera. En el caso de no tener la posibilidad de tener una ventilación particular para el cárcamo de bombeo, se recomienda conectar ésta a la red principal de ventilación del edificio.

Las partes que integran un cárcamo de bombeo, se aprecian en el esquema 3-E-1, que se describe a continuación:

1.- Motor eléctrico.- Este puede estar dentro del cárcamo en el caso de tratarse de motobombas sumergibles, o pueden encontrarse en la superficie del cárcamo, cuando el espacio así lo permita.

2.- Bomba hidráulica.- Estas se encontrarán sumergidas y ancladas en la base del cárcamo, debidamente fijadas a ésta para evitar vibraciones que perjudiquen a la bomba o a las tuberías de descarga.

3.- Tuberías de salida o descarga.- Las tuberías de salida estarán debidamente dimensionadas para conducir el gasto

calculado y será del material más apropiado dependiendo del diámetro y la facilidad de mantenimiento. Las conexiones pueden ser soldables, empernadas mediante bridas o roscables.

4.- Válvula de retención o check.- Dichas válvulas evitarán el retorno de las aguas servidas enviadas al exterior en los casos de obstrucción o cuando las motobombas no están en operación

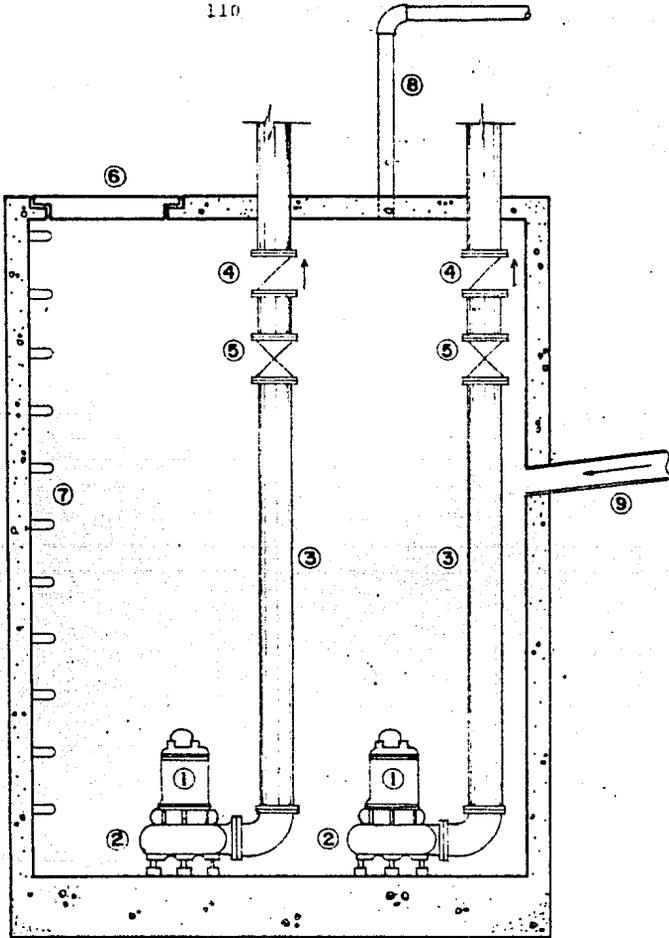
5.- Válvula de compuerta.- Las válvulas de compuerta estarán normalmente abiertas y se usarán en ocasiones de mantenimiento o reparación de las bombas para retener cualquier flujo del exterior al interior del cárcamo.

6.- Tapa de acceso o pasa hombres.- El cárcamo estará dotado de una tapa lo suficientemente grande para facilitar el paso de hombres hacia el interior y para introducir los equipos para su instalación o mantenimiento. Deberá estar perfectamente sellado para no permitir el flujo de gases malolientes al exterior

7.- Escalera marina.- Empotrada en la pared y justamente bajo la tapa de acceso se ubicará la escalera marina para facilitar el descenso con relativa facilidad al personal de mantenimiento. Los peldaños estarán distanciados uno del otro 30 cm., y el número de ellos estará de acuerdo con la profundidad del cárcamo.

8.- Tubo ventilador.- El tubo ventilador será de un diámetro mínimo de 101 m.m. que estará ventilando el cárcamo, por una parte, y por otra, equilibrando la presión interna con la atmosférica. Será conveniente usar una ventilación exclusiva para el cárcamo.

9.- Llegada de aguas de desecho.- Esta será de fierro fundido o de concreto, con el diámetro conveniente de acuerdo con el gasto y/o pendiente de la red.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON

INGENIERIA
 FEB./84.

GERARDO BARRERA G.
 TESIS PROFESIONAL.

CARCAMO DE BOMBEO

3-E-1

3.2 VENTILACION.

3.2.1 Objetivos.

El sistema de ventilación de la red de aguas residuales tiene por objetivo el que dentro de esta red no se tengan variaciones de presión, con respecto a la atmosférica, de +1 o - 2.5 centímetros de columna de agua, para que no se elimine el sello hidráulico de las trampas y permita el paso de gases desagradables a la red de desagüe.

Otra de las razones de la columna de ventilación es el de eliminar los malos olores generados en el momento.

3.2.2 Ventilación seca.

a).- Ventilación de trampas de accesorios.- Deben colocarse tubos de ventilación adecuados para proteger los sellos de agua de todas las trampas de los accesorios para evitar el peligro de depresiones o sobrepresiones que pueden aspirar el agua de cierre o impulsarla dentro del local.

Las trampas pueden clasificarse en dos tipos; trampas individuales de los aparatos sanitarios y trampas de la red sanitaria. Las primeras, pueden ser de diferentes formas y materiales y deben ajustarse tanto en su diámetro como en el sistema de conexión a las necesidades particulares de cada aparato. Las segundas se fabrican en fierro fundido y el número de ellas, así como su colocación dentro de las instalaciones depende de las necesidades de ésta y al criterio del proyectista.

Para los dos casos deben aplicarse las condiciones necesarias para su buen funcionamiento. Debe tomarse en cuenta que entre más profundo sea el cierre de una trampa, más resistente será a la succión o empuje, pero tendrá más superficie ensucia-

ble, por lo que deberá escogerse una profundidad que ofrezca seguridad de cierre pero sin presentar una excesiva superficie. - Una profundidad que varía entre 5 y 10 cm. y que permita una altura de agua de cierre de más de 2.5 cm. es la que más se acepta generalmente.

Las trampas deben ser capaces de remover todo su contenido cada vez que funcionen para que no queden aguas que puedan descomponerse, pero además de esto, deben tener un registro que permita su limpieza.

Por lo general cada aparato sanitario debe tener su trampa particular, pero en el caso de 2 o 3 lavabos, un fregadero - de 2 tarjas, es admisible usar una sola trampa para esos aparatos, teniendo cuidado de proyectarla después de todas las conexiones, esto solo es válido cuando el espacio sea muy reducido.

La conexión de ventilación, debe instalarse de tal manera que la longitud total del desagüe del accesorio entre la conexión de ventilación y el verdadero de la trampa del accesorio no exceda la distancia que indica la tabla siguiente:

DIAMETRO DEL DESAGUE DEL ACCESORIO		DISTANCIA MAXIMA DE LA CONEXION DE VENTILACION AL CESPOL.
m.m.	pulg.	mts.
32	1 1/4	0.75
38	1 1/1	0.85
50	2	1.50
75	3	1.85
100	4	3.00

La conexión de ventilación al desagüe del accesorio debe proyectarse por encima del nivel de la parte más baja de la trampa del accesorio excepto en el caso de desagües de inodoros y mingitorios de tipo de desagüe por el piso y de modelos con trampas del mismo tipo para fregaderos de servicio.

El tubo de ventilación conectado a un tubo de aguas negras debe elevarse hasta un nivel por lo menos de 15 cm. por encima del borde de derrame del accesorio más alto que descargue en este tubo de aguas negras antes de conectar con una ventilación en ramal, con una bajada de ventilación en ramal, o con una columna de ventilación. La conexión de ventilación con un tubo horizontal de aguas negras debe hacerse a la mitad superior de este tubo.

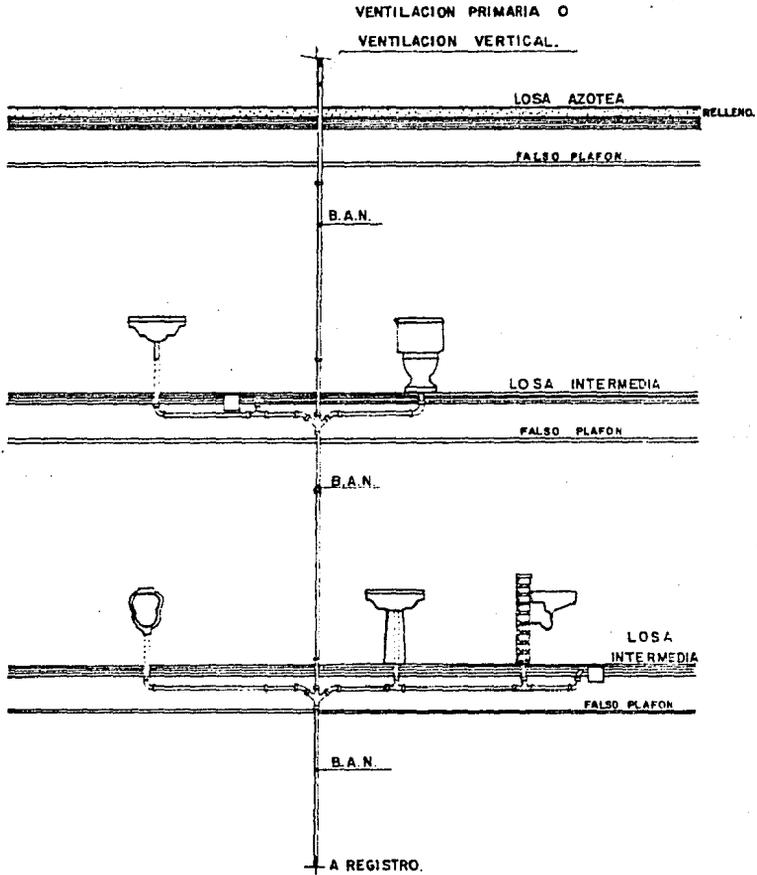
Todo inodoro al instalarse debe quedar provisto de un tubo ventilador. Los mingitorios serán de tipo individual de sobreponeo o de pedestal, provistos de desagüe con sifón de obturación hidráulica y estarán dotados con tubo para ventilación, ya sea individual o en serie si se trata de una batería de mingitorios.

El desagüe de tinajas, regaderas, bidets y accesorios sanitarios similares contará con un obturador hidráulico de tipo bote (coladera de catálogo o cespól bote). Los lavabos y vertederos deberán estar provistos de sifón con obturador hidráulico y además sus tubos de descarga tendrán ventilación individual o conectados a otros tubos de ventilación.

Los fregaderos de cocinas de piso o cocina general estarán conectados, previo sifón, a una trampa de grasas con registro para limpieza y con diámetro no menor de 50 m.m., y tanto en la salida como en la entrada tendrán conexión con un tubo ventilador.

b).- Ventilación primaria.- A la ventilación primaria de las bajadas de aguas negras también se le llamará ventilación vertical.

Establecer la ventilación primaria de una bajada consiste en prolongar la canalización por encima de los aparatos que vierten en él, hasta sobresalir de la losa de azotea. Ver esquema 3-E-2.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "Aragon."		FEB/84
GERARDO BARRERA G.	VENTILACION PRIMARIA O VERTICAL.	3-E-2
TESIS PROFESIONAL		

La ventaja principal ofrecida por la ventilación primaria reside en la aceleración del movimiento del agua, resultando con ello una disminución de los riesgos de obturación.

La ventilación primaria de las bajadas de aguas negras, constituye además una ventaja higiénica importante, la de contribuir a ventilar el alcantarillado municipal, para lo cual se requiere que no haya trampa de acometida.

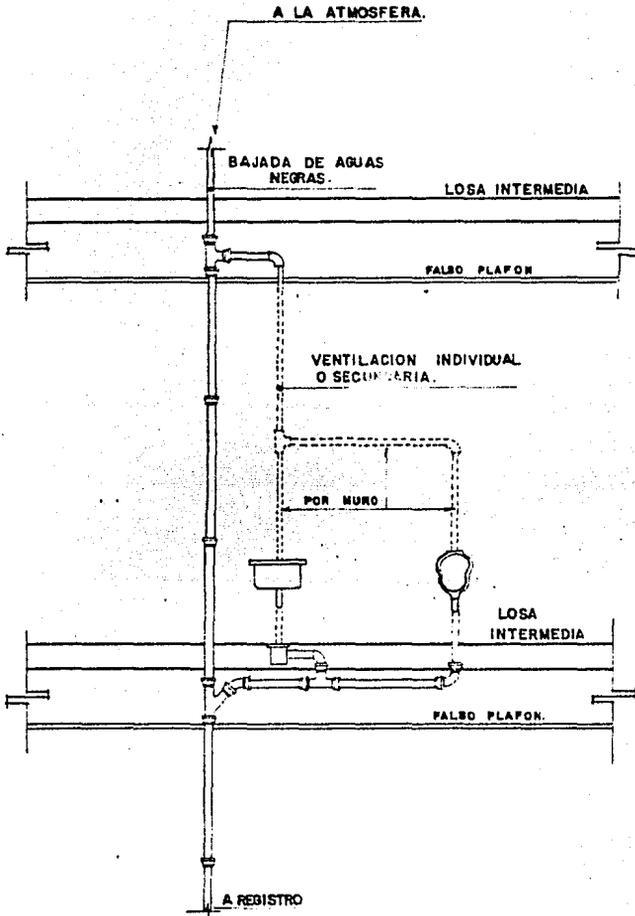
Se puede instalar un grupo de accesorios en el mismo nivel, por ejemplo; un grupo de baño y un fregadero de cocina, - sin ventilaciones individuales para trampas de accesorio en un edificio de un solo piso o en el piso superior de un sólo piso, a condición de que cada desagüe de accesorios conecte independientemente con la bajada de aguas negras.

c).- Ventilación secundaria.- La ventilación secundaria que se hace en los ramales se denomina también ventilación individual. Esta ventilación tiene por objeto que el agua de las trampas del lado de la salida quede conectado a la atmósfera mediante la ventilación secundaria y así esté nivelada la presión del agua de la trampa en ambos lados. La supresión de esta ventilación puede traer alteraciones en la presión del agua de las trampas del lado de la tuberías con los efectos previamente estudiados. Ver esquema 3-E-3.

La ventilación secundaria consta:

- de los ramales de ventilación que parten de la cercanía de las trampas.
- de las bajadas de ventilación a los que puedan estar conectados uno o varios ramales.

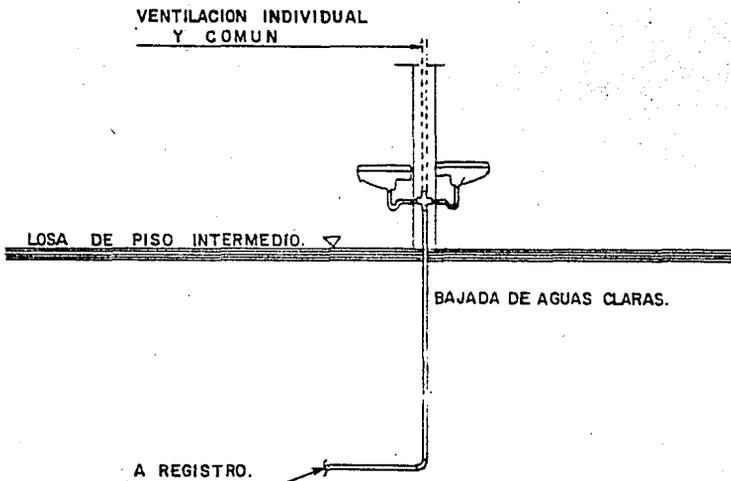
Un solo tubo que se conecta en la unión de los dos desagües de accesorios por encima del nivel de la depresión de cada trampa de accesorio, puede servir como una ventilación individual o común para proteger ambas trampas.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"		FEB/84
GERARDO BARRERA G	VENTILACION SECUNDARIA O INDIVIDUAL	3-E-3
TESIS PROFESIONAL		

3.2.3 Ventilación en serie.

Su nombre indica el tipo de ventilación, es el caso de que varios accesorios descargan en el mismo ramal horizontal y su ventilación es individual y común. Ver esquema.



Los inodoros y mingitorios, del tipo de válvula o fluxómetro, durante la fase inicial de su descarga producen avenidas muy bruscas y abundantes con efectos de choque apreciables en el desagüe del accesorio.

Esto necesita la provisión de una ventilación individual conectada al desagüe del accesorio de cada uno de los tipos de válvula o fluxómetro con el fin de que no se transmitan estos efectos a céspeles de accesorios conectados al mismo ramal de desagüe.

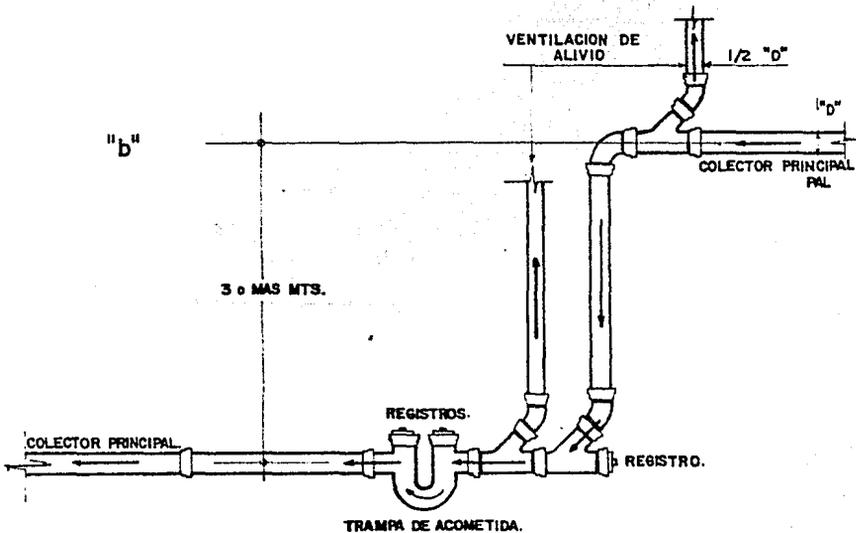
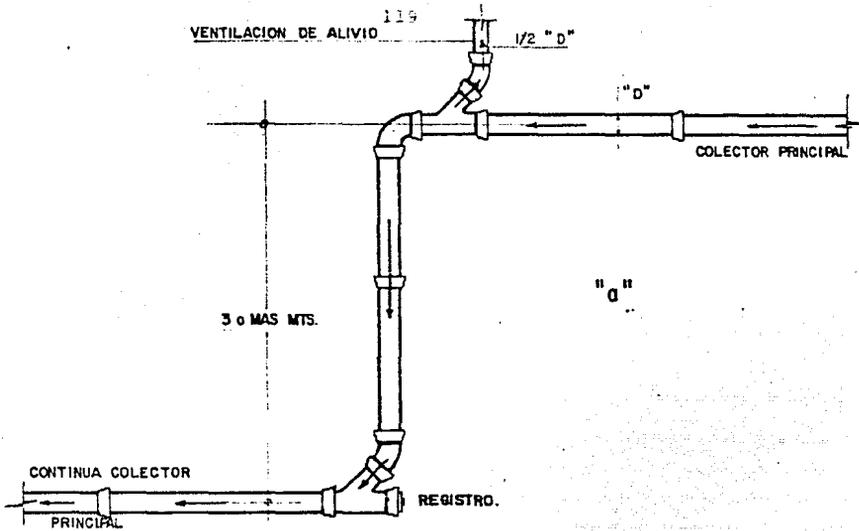
3.2.4 Ventilación de alivio.

a).- Derivaciones verticales en el colector principal.- En donde una derivación vertical, entre las porciones horizontales del colector principal, se eleve verticalmente más de tres mts. (10 pies) debe proveerse una ventilación de alivio en la parte superior de la salida vertical. Ver inciso "a" del esquema 3-E-4.

El diámetro de esa ventilación de escape debe ser por lo menos de la mitad del diámetro del colector principal en la derivación. En donde el desagüe del edificio está equipado con una trampa (sifón) de acometida, también debe instalarse una ventilación de alivio en la base de la derivación vertical y a una distancia de 90 cm. (3 pies). Ver inciso "b" del esquema 3-E-4.

b).- Ventilación para bajadas de aguas negras de más de diez pisos de altura.- Las bajadas de aguas negras y desechos de más de 10 pisos de altura, deben estar provistos de una ventilación de alivio en forma de "y" cada 10 pisos, contados desde el piso superior. El extremo inferior de la ventilación en "y" debe conectar con la bajada de aguas negras mediante una conexión "y" colocada por debajo del desagüe del ramal horizontal que sirve a los accesorios de ese piso, y el extremo superior debe conectar con la columna de ventilación por medio de una "T" o de una "Y" invertida a 90 cm. (3 pies) por encima del nivel de piso.

c).- Derivaciones de las bajadas de aguas negras a un ángulo de 90° .- Las derivaciones de las bajadas de aguas negras y de desechos realizadas a un ángulo de 90° con respecto a la vertical y colocadas a más de 12 mts. (40 pies) por debajo de la conexión de desagüe más alta en ellas, deben estar equipadas



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA
ESQUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"		FEB / 84
GERARDO BARRERA.	VETILACION DE ALIVIO "a" y "b"	3-E-4
TESIS PROFESIONAL.		

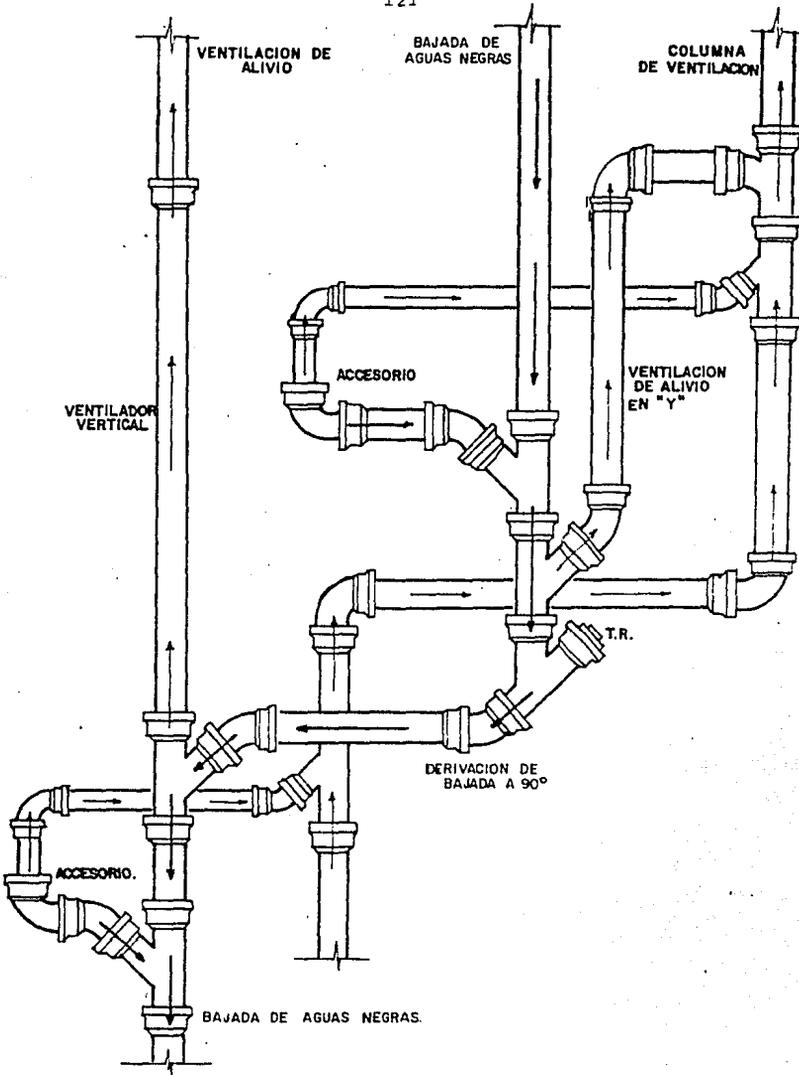
con ventilación de alivio de la manera siguiente:

- considerar las mismas medidas de ventilación para la sección de la bajada por debajo de las derivaciones y por la sección de la bajada por encima de aquellas como se requeriría si fueran dos bajadas separadas de aguas negras.

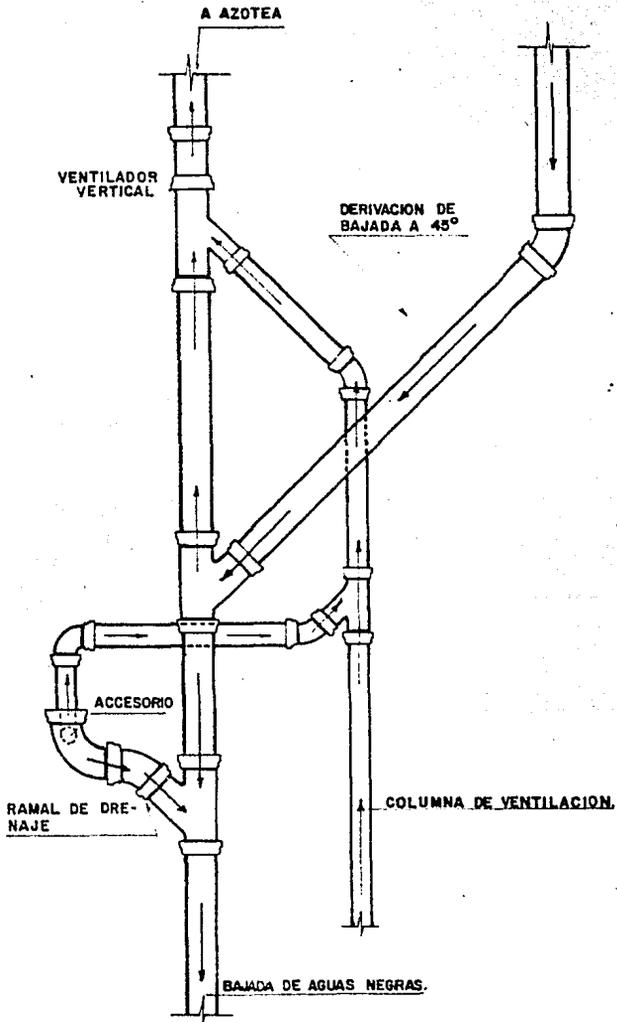
- proporcionar una ventilación de alivio en la parte superior de la sección de la bajada por debajo de la derivación y una ventilación en "Y" en la base de la sección superior de la bajada. Ver esquema 3-E-5.

d) Derivación de las bajadas de aguas negras en un ángulo de 45°.- En donde un ramal de drenaje conecte a una distancia menor de 60 cm. (2 pies) por encima o por debajo de la derivación de la bajada de aguas negras hecha a un ángulo de 45° con respecto a la vertical y colocada a más de 12 mts. (40 pies) por debajo de la conexión de desagüe más alta de la misma, debe proporcionarse una ventilación de alivio en la parte más alta de la sección de bajada por debajo de la ventilación. Ver esquema 3-E-6

Las columnas de ventilación se dimensionarán con ayuda de la tabla 3-T-5, donde se tiene el diámetro de la bajada que se desea ventilar y el número de U.M. que puede desaguar y en consecuencia ventilar. El diámetro de la columna de ventilación se seleccionará de acuerdo al recorrido que tenga dicha ventilación, desde su nacimiento hasta su desfogue en la atmósfera.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA.
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ARAGON"		FEB./84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	VENTILACION DE ALIVIO 90°	3-E-5



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "Aragon"

INGENIERIA
 FEB./84

GERARDO BARRERA
 TESIS PROFESIONAL

VENTILACION DE ALIVIO 45°

3-E-6

DIAMETRO DE LA SAJADA mm	UNIDADES MUEBLE CONECTADAS	DIAMETRO REQUERIDO DE LA VENTILACION (mm)								
		32	38	51	64	76	102	153	203	
		LONGITUD MAXIMA DE LA VENTILACION (m)								
32	2	9								
38	8	15	46							
38	10	9	30							
50	12	9	23	61						
50	20	8	15	46						
64	42		9	30	91					
75	10		9	30	61	185				
75	30			18	61	152				
75	60			15	25	122				
100	100			11	30	79		305		
100	200			9	28	76		274		
100	500			6	21	55		213		
125	200				11	25		107		
125	500				9	21		91		
125	1100				6	15		61		
150	350				8	15		38	396	
150	620				5	9		335		
150	960					7		30	305	
150	1900					6		21	213	
200	500							15	152	396
200	1400							12	122	366
200	2200							9	107	335
200	3500							8	76	244
250	1000								38	305
250	2500								30	152
250	3800								25	107
250	5600								18	76

123

C A P I T U L O N º I V

ELIMINACION DE AGUAS PLUVIALES.

C A P I T U L O N O IV

4.1 CONDICIONES GENERALES.

4.1.1 Definición.

El sistema de eliminación de aguas pluviales tiene como finalidad el drenado de todas las áreas colectoras de éstas aguas, tales como patios, estacionamientos, azoteas, etc., y enviarlas al lugar de desfogue que indiquen las autoridades competentes.

4.1.2 Consideraciones.

La dificultad con que se encuentran los proyectistas de las instalaciones hidráulicas y sanitarias es el de eliminar las aguas pluviales, ya que en la gran mayoría de las localidades se carece del drenaje pluvial o combinado, y en aquellos lugares donde se encuentra generalmente es de poca capacidad.

Dadas las circunstancias, estas aguas casi siempre tienen que desfogarse libremente a las calles limitantes del terreno; o bien a los patios y estacionamientos que tengan escurrimiento a las calles; o directamente a la red municipal, y en este último caso correr el peligro de saturar la línea.

En el caso de las azoteas patios y estacionamientos que tengan que drenarse, el cálculo se limita a tener el mayor número de salidas para evitar que el gasto pluvial se concentre en un solo punto.

A continuación se mencionan algunas consideraciones que deben tomarse en cuenta para el cálculo de drenajes pluviales, tanto en el interior de los edificios como en el exterior.

Gasto.- Como es de común dominio, el gasto pluvial está en función de la intensidad de precipitación considerada y del

área tributaria. A su vez, la intensidad de precipitación por consideración está en razón inversa del tiempo de concentración, por lo que se puede decir que a menor tiempo de concentración mayor será la intensidad de precipitación por considerar.

En el caso de hospitales y clínicas, todas las áreas tributarias de cada coladera son relativamente pequeñas, el tiempo de concentración también es pequeño, no llegando a ser casi nunca mayor de 2 min., por lo que los gastos por considerar en azoteas se deben calcular con la intensidad de precipitación de 5 minutos y con una frecuencia de 20 años.

4.1.3 Conexiones no aceptadas.

a).- En el interior de los edificios.- No se deberán juntar las aguas pluviales con las residuales en una misma tubería hasta llegar al registro que las colecte, siempre que la red de alcantarillado sea combinada.

b).- En el exterior de los edificios.- Cuando existan alcantarillados separados en la localidad, las aguas pluviales deberán conducirse separadas de las aguas negras o residuales.

4.1.4 Drenajes interiores.

Los diámetros de los drenajes interiores, ya sean verticales como horizontales, se dimensionarán en base a las áreas tributarias acumuladas para el tramo en consideración, con apoyo de las tablas 4-T-1, tomando en cuenta que la pendiente no deberá ser menor del 2% para diámetros iguales o menores de 76 m.m. (3"); ni menor de 1% para diámetros de 100 m.m. o mayores.

Dichas tablas contienen la precipitación de diseño expresado en m.m./hr., el área tributaria que pueden desalojar hidráulicamente expresado en metros cuadrados, y el diámetro de la tubería para drenar dicha área con la precipitación de dise-

PENDIENTE 1.0%					
PRECIPITACION DE DISEÑO m.m./Hr.	DIAMETRO DE LA TUBERIA m.m.				
	75	100	150	200	250
AREA TRIBUTARIA EN PROYECCION HORIZONTAL					
50	152	348	990	2128	3828
60	127	290	828	1773	3190
70	109	249	707	1520	2734
80	95	217	619	1330	2392
90	84	193	550	1182	2127
100	76	174	495	1064	1914
110	69	158	450	967	1740
120	63	145	412	887	1595
130	58	134	381	818	1472
140	54	124	354	760	1367
150	51	116	330	709	1276
160	47	109	309	665	1196
170	45	102	291	628	1128
180	42	97	275	591	1063
190	40	92	261	560	1007
200	38	87	247	532	957

PENDIENTE 1.5%					
PRECIPITACION DE DISEÑO m.m./Hr.	DIAMETRO DE LA TUBERIA m.m.				
	75	100	150	200	250
AREA TRIBUTARIA EN PROYECCION HORIZONTAL					
50	186	426	1212	2604	4688
60	155	355	1010	2170	3907
70	133	304	866	1860	3349
80	116	266	737	1627	2930
90	103	237	673	1447	2604
100	93	213	606	1302	2344
110	85	194	551	1184	2131
120	77	177	506	1085	1953
130	72	164	466	1002	1803
140	66	152	433	930	1674
150	62	142	404	868	1563
160	58	133	379	814	1465
170	55	125	356	766	1379
180	52	118	337	723	1302
190	49	112	319	685	1234
200	46	106	303	651	1172

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA.
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON		FEB. / 84
GERARDO BARRERA G. TESIS PROFESIONAL	DIMENSIONAMIENTO PLUVIAL	4-T-1

PENDIENTE 2%						
PRECIPITACION DE DISEÑO m.m./Hr.	DIAMETRO DE LA TUBERIA m.m.					
	75	100	150	200	250	
	AREA TRIBUTARIA EN PROYECCION HORIZONTAL					
50	214	492	1398	3008	6414	
60	178	410	1163	2507	4512	
70	153	351	997	2149	3867	
80	134	307	872	1880	3384	
90	119	273	776	1671	3008	
100	107	246	698	1504	2707	
110	97	224	635	1367	2401	
120	89	205	582	1253	2258	
130	82	189	537	1157	2082	
140	76	176	499	1074	1934	
150	71	164	466	1003	1805	
160	67	154	436	940	1692	
170	63	145	411	885	1592	
180	59	137	386	836	1504	
190	56	129	367	792	1425	
200	53	123	349	752	1353	

PRECIPITACION DE DISEÑO m.m./Hr.	MAXIMA AREA TRIBUTARIA (m ²)					
	DIAMETRO DE LA BAJADA m.m.					
	50	75	100	150	200	
50	136	416	868			
60	113	347	723			
70	97	297	620	1820		
80	85	260	542	1592		
90	76	231	482	1416		
100	68	208	434	1274	2737	
110	62	189	395	1158	2488	
120	57	173	362	1062	2281	
130	52	160	334	980	2105	
140	49	149	310	910	1955	
150	45	139	289	849	1825	
160	42	130	271	796	1711	
170	40	122	255	749	1610	
180	38	116	241	708	1521	
190	36	109	228	671	1441	
200	34	104	217	637	1368	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		INGENIERIA	
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES		ARAGON	
GERARDO BARRERA G.		FEB./84	
TESIS PROFESIONAL		4-T-1	
DIMENSIONAMIENTO		PLUVIAL	
		CONTINUACION	

no seleccionada.

4.1.5 Drenajes exteriores.

a).- Intensidad de precipitación.- La intensidad de precipitación será de 10 minutos para una frecuencia de 20 años.

b).- Coeficientes de escurrimiento.- Los coeficientes de escurrimiento, de acuerdo con el tipo de superficie, serán los indicados en la tabla siguiente:

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE ESCURRIMIENTO
Azoteas.	1.00.
PATIOS Y ESTACIONAMIENTOS:	
Loseta.	1.00
Asfalto.	0.95
Concreto.	0.95
JARDINES; SUELO ARENOSO:	
Horizontales a 2%	0.10
Promedio de 2 a 7%	0.15
Inclinados a 7%	0.20
JARDINES; SUELO COMPACTO:	
Horizontales a 2%	0.17
Promedio de 2 a 7%	0.22
Inclinados a 7%	0.35

c).- Gásto.- El gasto por considerar se obtendrá de la expresión siguiente:

$$Q = 0.0278 \cdot C \cdot i$$

en la que: Q = gasto, expresado en lts./seg., por cada 100 m² de área tributaria.

C = Coeficiente de escurrimiento, en función del tipo de superficie.

i = Intensidad de precipitación, expresada en m.m. por hora.

d).- Diámetro mínimo.- El diámetro mínimo utilizado para la eliminación de aguas pluviales será de 152 m.m. (6") para los ramales horizontales que vayan de registro a registro o de la bajada de aguas pluviales (B.A.P.) al registro.

e).- Velocidad mínima.- Siempre que sea posible, habra que considerar una pendiente tal que con ella se tenga una velocidad mínima de 90 cm./seg. pero nunca menor de 60 cm./seg.

4.1.6 Paramentos verticales.

Cuando se tengan paramentos verticales, el área tributaria por considerar será igual a la mitad del área del paramento, y en el momento de sumar áreas tributarias hay que tomar en cuenta la orientación de esos paramentos, para sumar solo los que es ten expuestos a la lluvia, cualquiera que sea la dirección de la misma.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES.

Como ya se ha expuesto a lo largo del presente trabajo, las instalaciones (hidráulicas y sanitarias) juegan un papel importantísimo en cualquier tipo de edificación, siendo de mayor trascendencia para los destinados a preservar la salud y la entereza física del individuo; las clínicas y hospitales.

Así tenemos instituciones Nacionales e Internacionales que se han preocupado por establecer normas óptimas para lograr tal objetivo y como ejemplos podemos citar al Instituto Mexicano del Seguro Social, al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado, a la Secretaría de Salubridad y asistencia, etc., que en su afán por mejorar la tecnología para la conservación de la salud, inclusive, han editado normas de proyecto de instalaciones de un alto y loable alcance. Lamentablemente muchos proyectistas ignoran la existencia de dichas normas, eso por una parte, por otra, no es muy fácil - adquirir las normas de proyecto de dichas instituciones.

Es muy importante tener todos los datos necesarios que interesen a dichas instalaciones para lograr un proyecto adecuado, y que posteriormente no tenga que modificarse la idea original por datos erróneos o suposiciones mal seleccionadas.

Hay que tomar en cuenta todos los factores que afecten la selección de equipos y por consiguiente las instalaciones - que darán servicio al equipo en cuestión.

El proyectista siempre tendrá en mente el propósito de satisfacer adecuada y eficientemente con la máxima economía, - esto no implica el sacrificio de la calidad del proyecto, sino el de evitar piezas de conexión, ramaleos o cualquier otro tipo de soluciones innecesarias.

Deberá mantener presente que su instalación no será la única que usará los espacios libres y destinados para tales efectos, sino que formará parte de un "todo", y que en ocasiones sacrificará alguna parte del proyecto para satisfacer algún problema ineludible de otra instalación.

Dada la complejidad que implica el proyecto, ejecución y operación de un hospital, es imposible que una sola persona o grupo de ellas intenten dar solución a muchos problemas que se presentan. Lo más factible, es el trabajo de equipo que integran los diferentes especialistas de una obra tan valiosa para el hombre y las naciones: las clínicas y hospitales.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES.

Para hacer más fáciles los trabajos de diseño y operación de las clínicas y unidades hospitalarias, se establecen ciertas recomendaciones generales que se condensan a continuación:

a).- Las clínicas y hospitales son edificios de construcción permanente, ya que se tiene que adaptar a la rápida evolución de la medicina. Esta condición involucra la necesidad de que el diseño tenga la flexibilidad y facilidad para realizar estos cambios sin ocasionar graves trastornos a la operación.

Es recomendable dejar en ciertas áreas, tales como rayos "X", laboratorios, terapias, quirófanos, etc., un porcentaje sobrante de capacidad instalada fundamentalmente de energía eléctrica. Es también importante que los sistemas constructivos de plafones y ductos faciliten la realización de estos cambios.

b).- La vida de un hospital, al igual que una clínica, está en relación directa con el buen funcionamiento de las instalaciones, es recomendable planear adecuadamente los ductos verticales y horizontales, así como los espacios destinados a maquinaria, equipos y suministro, etc.

c).- El costo de operación de las instalaciones hospitalarias se encuentra en constante aumento; este costo gravita fundamentalmente en el pago del personal que opera dichos equipos.

Esta problemática está marcando dos directrices en los futuros diseños hospitalarios.

Por un lado, la construcción de hospitales poco extendidos y de muchos niveles, es decir, unidades compactas en las cuales se abaten considerablemente los costos de las instalaciones al reducirse la longitud de las mismas y evitar pérdidas de car-

ga. Por otro lado la automatización de algunos servicios es una realidad en algunos países del mundo, y se puede considerar que en nuestro medio debe iniciarse la introducción de estos sistemas; básicamente en el mantenimiento de las instalaciones, en los sistemas de información del hospital o clínica de que se trate, en los servicios de lavandería, cocinas, etc.

El proyectista de estas instalaciones debe estar preparado para estas innovaciones en la tecnología hospitalaria actual.

A P E N D I C E "A"

DIAMETRO NOMINAL 10 mm	COBRE TIPO "M" D. I. 0.450 Pulg. 11.43 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 0.493 Pulg. 12.522 mm		
	V m/seg.	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/seg.	V ² /2g m	h _f m/100m
0.05	0.487	0.0121	4.385	0.406	0.0084	2.978
0.06	0.585	0.0174	6.122	0.487	0.0121	4.228
0.07	0.682	0.0237	8.117	0.563	0.0165	5.681
0.08	0.780	0.0310	10.364	0.650	0.0218	7.341
0.09	0.877	0.0392	12.856	0.731	0.0272	9.204
0.10	0.975	0.0484	15.590	0.812	0.0336	11.268
0.11	1.072	0.0586	18.561	0.893	0.0407	13.531
0.12	1.169	0.0697	21.765	0.974	0.0484	15.991
0.13	1.267	0.0818	25.198	1.058	0.0568	18.647
0.14	1.364	0.0949	28.858	1.137	0.0659	21.499
0.15	1.462	0.109	32.742	1.218	0.0758	24.544
0.16	1.559	0.124	36.848	1.299	0.0861	27.781
0.17	1.657	0.140	41.169	1.380	0.0972	31.211
0.18	1.754	0.157	45.709	1.462	0.109	34.831
0.19	1.852	0.175	50.463	1.543	0.121	38.641
0.20	1.949	0.194	55.429	1.624	0.134	42.640
0.21	2.047	0.214	60.608	1.705	0.148	46.828
0.22	2.144	0.234	66.091	1.786	0.163	51.203
0.23	2.242	0.256	71.884	1.868	0.177	55.768
0.24	2.339	0.279	77.982	1.949	0.194	60.513
0.25	2.436	0.303	83.384	2.030	0.210	65.447

DIAMETRO NOMINAL 13 mm	COBRE TIPO "M" D. I. 0.569 Pulg. 14.4526 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 0.622 Pulg. 15.7988 mm		
	V m/seg.	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/seg.	V ² /2g m	h _f m/100m
0.10	0.610	0.0189	5.020	0.510	0.0133	3.591
0.11	0.671	0.0229	5.978	0.561	0.0161	4.312
0.12	0.731	0.0273	7.001	0.612	0.0191	5.096
0.13	0.792	0.0320	8.113	0.663	0.0224	5.943
0.14	0.853	0.0371	9.292	0.714	0.0260	6.851
0.15	0.914	0.0426	10.542	0.765	0.0299	7.822
0.16	0.975	0.0485	11.864	0.816	0.0340	8.853
0.17	1.036	0.0548	13.256	0.867	0.0383	9.946
0.18	1.097	0.0614	14.717	0.918	0.0430	11.100
0.19	1.158	0.0684	16.248	0.969	0.0479	12.314
0.20	1.219	0.0758	17.847	1.020	0.0531	13.589
0.21	1.280	0.0835	19.514	1.071	0.0585	14.923
0.22	1.341	0.0917	21.248	1.122	0.0642	16.317
0.23	1.402	0.100	23.049	1.173	0.0702	17.771
0.24	1.463	0.109	24.916	1.224	0.0764	19.284
0.25	1.524	0.119	26.848	1.275	0.0828	20.856
0.26	1.585	0.128	28.848	1.326	0.0897	22.488
0.27	1.646	0.138	30.909	1.377	0.0967	24.178
0.28	1.707	0.149	33.035	1.428	0.104	25.928
0.29	1.768	0.159	35.226	1.479	0.112	27.733
0.30	1.829	0.171	37.481	1.530	0.119	29.599
0.31	1.890	0.182	39.799	1.581	0.128	31.522
0.32	1.951	0.194	42.180	1.632	0.136	33.503
0.33	2.012	0.206	44.623	1.683	0.146	35.542
0.34	2.073	0.219	47.129	1.734	0.153	37.644
0.35	2.133	0.232	49.698	1.785	0.163	39.793
0.36	2.194	0.246	52.328	1.836	0.172	42.005
0.37	2.255	0.260	55.016	1.887	0.182	44.274
0.38	2.316	0.274	57.767	1.938	0.192	46.599
0.39	2.377	0.289	60.579	1.989	0.202	48.983

CONTINUA

DIAMETRO NOMINAL 13 mm	COBRE TIPO "M" D. I. 0.589 Pulg. 14.4826 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 0.622 Pulg. 15.7988 mm		
	V m/seg.	V ² /2g m	h ₁ m/100m	V m/seg.	V ² /2g m	h ₁ m/100m
0.40	2.438	0.303	83.452	2.040	0.212	61.422
0.41	2.499	0.318	86.385	2.091	0.223	63.919
0.42	2.560	0.334	89.378	2.143	0.234	66.472
0.43	2.621	0.350	92.431	2.194	0.246	69.082
0.44	2.682	0.367	95.543	2.245	0.257	71.740
0.45	2.743	0.384	98.715	2.296	0.269	74.471
0.46	2.804	0.401	101.946	2.347	0.281	77.280
0.47	2.865	0.419	105.238	2.398	0.293	80.065
0.48	2.926	0.437	108.593	2.449	0.306	82.976
0.49	2.988	0.456	111.989	2.500	0.319	85.923
0.50	3.048	0.474	115.464	2.551	0.332	88.926

DIAMETRO NOMINAL 19 mm	COBRE TIPO "M" D. I. 0.811 Pulg. 20.5994 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 0.824 Pulg. 20.9296 mm		
	V m/seg.	V ² /2g m	h ₁ m/100m	V m/seg.	V ² /2g m	h ₁ m/100m
0.16	0.430	0.0103	1.903	0.438	0.0096	1.981
0.16	0.480	0.0118	2.142	0.465	0.0110	2.219
0.17	0.510	0.0133	2.393	0.494	0.0124	2.493
0.18	0.540	0.0149	2.657	0.523	0.0140	2.782
0.19	0.570	0.0166	2.934	0.552	0.0158	3.087
0.20	0.600	0.0184	3.222	0.581	0.0172	3.408
0.21	0.630	0.0202	3.523	0.610	0.0190	3.741
0.22	0.660	0.0222	3.836	0.639	0.0208	4.090
0.23	0.690	0.0243	4.162	0.669	0.0228	4.455
0.24	0.720	0.0264	4.499	0.698	0.0248	4.834
0.25	0.750	0.0287	4.848	0.727	0.0268	5.228
0.26	0.780	0.0310	5.208	0.756	0.0291	5.637
0.27	0.810	0.0336	5.581	0.785	0.0314	6.060
0.28	0.840	0.0360	5.965	0.814	0.0338	6.499
0.29	0.870	0.0386	6.360	0.843	0.0362	6.952
0.30	0.900	0.0413	6.768	0.872	0.0388	7.419
0.31	0.930	0.0441	7.186	0.901	0.0414	7.901
0.32	0.960	0.0470	7.616	0.930	0.0441	8.398
0.33	0.990	0.0500	8.067	0.959	0.0469	8.909
0.34	1.020	0.0531	8.510	0.988	0.0498	9.435
0.35	1.050	0.0562	8.973	1.017	0.0528	9.975
0.36	1.080	0.0595	9.446	1.046	0.0558	10.529
0.37	1.110	0.0628	9.934	1.075	0.0590	11.098
0.38	1.140	0.0663	10.430	1.105	0.0622	11.681
0.39	1.170	0.0699	10.938	1.134	0.0655	12.278
0.40	1.200	0.0734	11.457	1.163	0.0689	12.890
0.41	1.230	0.0772	11.985	1.192	0.0724	13.516
0.42	1.260	0.0810	12.527	1.221	0.0760	14.165
0.43	1.290	0.0849	13.078	1.250	0.0796	14.810
0.44	1.320	0.0889	13.640	1.279	0.0834	15.478

CONTINUA

DIAMETRO NOMINAL 19 m. m.	COBRE TIPO "M" D. l. 0.811 Pulg 20.594 m. m.			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. l. 0.824 Pulg. 20.926 m. m.		
	V m/seg.	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/seg.	V ² /2g m.	h _f m/100 m
0.45	1.350	0.0930	14.213	1.308	0.0872	16.180
0.46	1.380	0.0971	14.798	1.337	0.0911	16.857
0.47	1.410	0.104	15.390	1.366	0.0952	17.568
0.48	1.440	0.108	15.995	1.395	0.0992	18.292
0.49	1.470	0.110	16.610	1.424	0.103	19.031
0.50	1.500	0.115	17.235	1.453	0.108	19.784
0.51	1.530	0.119	17.871	1.482	0.112	20.550
0.52	1.560	0.124	18.519	1.511	0.116	21.331
0.53	1.590	0.129	19.178	1.541	0.121	22.125
0.54	1.620	0.134	19.848	1.570	0.126	22.934
0.55	1.650	0.139	20.519	1.599	0.130	23.756
0.56	1.680	0.144	21.207	1.628	0.135	24.593
0.57	1.710	0.149	21.905	1.657	0.140	25.443
0.58	1.740	0.154	22.614	1.686	0.145	26.307
0.59	1.770	0.160	23.332	1.715	0.150	27.184
0.60	1.800	0.165	24.061	1.744	0.155	28.075
0.61	1.830	0.171	24.800	1.773	0.160	28.981
0.62	1.860	0.176	25.549	1.802	0.166	29.900
0.63	1.890	0.182	26.309	1.831	0.171	30.835
0.64	1.920	0.188	27.078	1.860	0.176	31.780
0.65	1.950	0.194	27.857	1.889	0.182	32.740
0.66	1.980	0.200	28.646	1.918	0.188	33.714
0.67	2.010	0.206	29.445	1.947	0.193	34.701
0.68	2.040	0.212	30.255	1.976	0.199	35.703
0.69	2.070	0.218	31.074	2.008	0.205	36.718
0.70	2.100	0.225	31.903	2.035	0.211	37.746
0.71	2.130	0.231	32.742	2.064	0.217	38.788
0.72	2.160	0.238	33.591	2.093	0.223	39.844
0.73	2.190	0.245	34.449	2.122	0.230	40.913
0.74	2.220	0.251	35.320	2.151	0.236	41.995

CONTINUA

DIAMETRO NOMINAL 19 m. m.	COBRE TIPO "M" D. l. 0.811 Pulg 20.594 m. m.			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. l. 0.824 Pulg 20.926 m. m.		
	V m/seg.	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/seg.	V ² /2g m	h _f m/100 m
0.75	2.250	0.259	36.198	2.180	0.242	43.092
0.76	2.280	0.265	37.084	2.209	0.249	44.202
0.77	2.310	0.272	37.982	2.238	0.256	45.326
0.78	2.340	0.279	38.890	2.267	0.262	46.463
0.79	2.370	0.286	39.807	2.296	0.269	47.613
0.80	2.400	0.294	40.734	2.325	0.276	48.777
0.81	2.430	0.301	41.670	2.354	0.283	49.955
0.82	2.460	0.309	42.617	2.383	0.290	51.145
0.83	2.490	0.316	43.572	2.412	0.297	52.350
0.84	2.520	0.323	44.538	2.442	0.304	53.567
0.85	2.550	0.332	45.513	2.471	0.311	54.798
0.86	2.580	0.340	46.498	2.500	0.318	56.043
0.87	2.610	0.347	47.492	2.529	0.326	57.301
0.88	2.640	0.355	48.495	2.558	0.334	58.572
0.89	2.670	0.364	49.509	2.587	0.341	59.857
0.90	2.700	0.372	50.532	2.616	0.349	61.155
0.91	2.731	0.380	51.564	2.645	0.357	62.466
0.92	2.761	0.389	52.605	2.674	0.365	63.790
0.93	2.791	0.397	53.657	2.703	0.373	65.128
0.94	2.821	0.406	54.717	2.732	0.381	66.480
0.95	2.851	0.414	55.787	2.761	0.389	67.844
0.96	2.881	0.423	56.866	2.790	0.397	69.222
0.97	2.911	0.432	57.955	2.819	0.405	70.613
0.98	2.941	0.441	59.053	2.848	0.414	72.017
0.99	2.971	0.450	60.160	2.878	0.422	73.435
1.00	3.001	0.459	61.277	2.907	0.431	74.866

DIAMETRO NOMINAL 25 mm	COBRE TIPO "M" D. I. 1.055 Pulg 26.797 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 1.010 Pulg 25.646 mm		
	S A S T O L. P. S.	V m/seg	V ² /2g m	h _i m/100m	V m/seg	V ² /2g m
0.30	0.832	0.0144	1.900	0.538	0.0148	2.262
0.32	0.867	0.0184	2.138	0.874	0.0188	2.560
0.34	0.803	0.0185	2.369	0.410	0.0190	2.677
0.36	0.838	0.0208	2.852	0.446	0.0213	3.210
0.38	0.874	0.0231	2.928	0.482	0.0237	3.561
0.40	0.709	0.0236	3.218	0.717	0.0242	3.930
0.42	0.745	0.0283	3.516	0.763	0.0289	4.318
0.44	0.780	0.0310	3.629	0.789	0.0317	4.719
0.46	0.818	0.0339	4.153	0.825	0.0347	6.140
0.48	0.851	0.0369	4.490	0.861	0.0378	6.577
0.50	0.887	0.0401	4.838	0.897	0.0410	6.032
0.52	0.922	0.0433	5.199	0.933	0.0443	6.504
0.54	0.957	0.0467	5.570	0.968	0.0478	6.992
0.56	0.993	0.0503	5.953	1.004	0.0514	7.498
0.58	1.028	0.0539	6.348	1.040	0.0552	8.021
0.60	1.064	0.0577	6.754	1.078	0.0590	8.560
0.62	1.099	0.0616	7.172	1.118	0.0630	9.116
0.64	1.135	0.0657	7.601	1.149	0.0672	9.689
0.66	1.170	0.0698	8.041	1.184	0.0714	10.279
0.68	1.208	0.0741	8.493	1.220	0.0758	10.885
0.70	1.241	0.0785	8.955	1.255	0.0804	11.508
0.72	1.277	0.0831	9.429	1.291	0.0850	12.148
0.74	1.312	0.0878	9.914	1.327	0.0898	12.804
0.76	1.348	0.0926	10.410	1.363	0.0947	13.477
0.78	1.383	0.0975	10.917	1.399	0.0998	14.168
0.80	1.418	0.103	11.434	1.435	0.105	14.872
0.82	1.454	0.109	11.963	1.471	0.110	15.594
0.84	1.489	0.115	12.502	1.507	0.116	16.332
0.86	1.525	0.119	13.052	1.542	0.121	17.087
0.88	1.560	0.124	13.613	1.578	0.127	17.858
0.90	1.598	0.130	14.185	1.614	0.133	18.646
0.92	1.631	0.138	14.767	1.650	0.139	19.449
0.94	1.667	0.142	15.360	1.686	0.145	20.269
0.96	1.702	0.148	15.963	1.722	0.151	21.105
0.98	1.739	0.154	16.577	1.758	0.158	21.956

CONTINUA

DIAMETRO NOMINAL 25 mm	COBRE TIPO "M" D. I. 1.055 Pulg 26.797 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 1.049 Pulg 26.646 mm		
	S A S T O L. P. S.	V m/seg	V ² /2g m	h _i m/100m	V m/seg	V ² /2g m
1.00	1.773	0.160	17.201	1.795	0.164	22.826
1.05	1.862	0.177	18.808	1.863	0.181	25.069
1.10	1.950	0.194	20.479	1.973	0.198	27.410
1.15	2.039	0.212	22.214	2.062	0.217	29.852
1.20	2.128	0.231	24.014	2.152	0.236	32.394
1.25	2.216	0.250	25.876	2.242	0.256	35.035
1.30	2.305	0.271	27.802	2.331	0.277	37.775
1.35	2.394	0.292	29.790	2.421	0.299	40.614
1.40	2.482	0.314	31.840	2.511	0.321	43.551
1.45	2.571	0.337	33.952	2.601	0.345	46.586
1.50	2.660	0.361	36.125	2.690	0.369	49.719
1.55	2.748	0.385	38.359	2.780	0.394	52.950
1.60	2.837	0.410	40.654	2.870	0.420	56.278
1.65	2.926	0.436	43.009	2.960	0.448	59.704
1.70	3.014	0.463	45.423	3.049	0.478	63.226
1.75	3.103	0.491	47.899	3.139	0.502	66.844
1.80	3.192	0.519	50.432	3.228	0.531	70.559
1.85	3.280	0.549	53.025	3.318	0.561	74.370
1.90	3.369	0.579	55.677	3.408	0.592	78.278
1.95	3.458	0.610	58.386	3.498	0.624	82.281
2.00	3.546	0.641	61.157	3.587	0.658	86.379

DIAMETRO NOMINAL 32 mm	COBRE TIPO "M" D. I. 1.291 Pulg 32.7914 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 1.380 Pulg 35.052 mm		
	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m
0.50	0.592	0.0179	1.825	0.618	0.0137	1.565
0.52	0.616	0.0193	1.961	0.539	0.0148	1.687
0.54	0.639	0.0208	2.101	0.560	0.0160	1.814
0.56	0.663	0.0224	2.245	0.580	0.0172	1.945
0.58	0.687	0.0240	2.394	0.601	0.0184	2.081
0.60	0.710	0.0257	2.547	0.622	0.0197	2.221
0.62	0.734	0.0275	2.705	0.643	0.0210	2.365
0.64	0.758	0.0293	2.867	0.665	0.0224	2.514
0.66	0.782	0.0311	3.033	0.684	0.0239	2.667
0.68	0.805	0.0331	3.203	0.705	0.0255	2.824
0.70	0.829	0.0350	3.378	0.725	0.0268	2.986
0.72	0.853	0.0371	3.556	0.748	0.0284	3.152
0.74	0.878	0.0391	3.739	0.767	0.0300	3.322
0.76	0.900	0.0413	3.926	0.788	0.0316	3.498
0.78	0.924	0.0435	4.117	0.808	0.0333	3.675
0.80	0.947	0.0458	4.313	0.829	0.0350	3.858
0.82	0.971	0.0481	4.512	0.850	0.0368	4.045
0.84	0.995	0.0504	4.715	0.870	0.0386	4.231
0.86	1.018	0.0529	4.923	0.891	0.0405	4.433
0.88	1.042	0.0554	5.135	0.912	0.0424	4.633
0.90	1.068	0.0579	5.350	0.933	0.0444	4.837
0.92	1.089	0.0606	5.570	0.953	0.0463	5.046
0.94	1.113	0.0632	5.793	0.974	0.0484	5.258
0.96	1.137	0.0659	6.021	0.996	0.0505	5.475
0.98	1.160	0.0687	6.252	1.016	0.0526	5.696
1.00	1.184	0.0715	6.488	1.036	0.0548	5.922
1.05	1.243	0.0768	7.094	1.088	0.0604	6.503
1.10	1.303	0.0865	7.724	1.140	0.0663	7.111
1.15	1.362	0.0945	8.379	1.192	0.0724	7.744
1.20	1.421	0.103	9.057	1.244	0.0788	8.404
1.25	1.480	0.112	9.760	1.295	0.0858	9.089
1.30	1.539	0.121	10.486	1.347	0.0925	9.800
1.35	1.599	0.130	11.236	1.399	0.0999	10.536
1.40	1.658	0.140	12.010	1.451	0.107	11.298
1.45	1.717	0.150	12.806	1.503	0.116	12.086

CONTINUA

DIAMETRO NOMINAL 32 mm	COBRE TIPO "M" D. I. 1.291 Pulg 32.7914 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 1.380 Pulg 35.052 mm		
	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m
1.50	1.777	0.161	13.625	1.554	0.123	12.898
1.55	1.835	0.172	14.468	1.606	0.132	13.737
1.60	1.895	0.183	15.333	1.658	0.140	14.600
1.65	1.954	0.195	16.222	1.710	0.148	15.488
1.70	2.013	0.207	17.132	1.762	0.158	16.402
1.75	2.072	0.219	18.066	1.814	0.168	17.341
1.80	2.131	0.232	19.022	1.865	0.177	18.305
1.85	2.191	0.245	20.000	1.917	0.187	19.293
1.90	2.250	0.258	21.000	1.970	0.198	20.307
1.95	2.309	0.272	22.022	2.021	0.208	21.345
2.00	2.368	0.286	23.066	2.073	0.218	22.409
2.10	2.487	0.315	25.221	2.176	0.241	24.609
2.20	2.605	0.346	27.462	2.280	0.265	26.909
2.30	2.723	0.378	29.789	2.383	0.290	29.306
2.40	2.842	0.412	32.202	2.487	0.315	31.801
2.50	2.960	0.447	34.700	2.591	0.342	34.394
2.60	3.079	0.483	37.282	2.694	0.370	37.084
2.70	3.197	0.521	39.946	2.798	0.399	39.871
2.80	3.315	0.560	42.697	2.902	0.428	42.755
2.90	3.434	0.601	45.529	3.005	0.460	45.735
3.00	3.552	0.643	48.443	3.109	0.493	48.810

DIAMETRO NOMINAL 38 mm	COBRE TIPO "M" D. I. 1.527 Pulg 38.7858 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 1.610 Pulg 40.894 mm		
	V m/100m	V ² /2g m	h ₁ m/100m	V m/100m	V ² /2g m	h ₁ m/100m
0.70	0.592	0.0179	1.501	0.533	0.0145	1.398
0.72	0.609	0.0189	1.581	0.548	0.0153	1.476
0.74	0.626	0.0200	1.662	0.563	0.0162	1.556
0.76	0.643	0.0211	1.745	0.579	0.0171	1.638
0.78	0.660	0.0222	1.830	0.594	0.0180	1.721
0.80	0.677	0.0234	1.917	0.609	0.0189	1.807
0.82	0.694	0.0246	2.008	0.624	0.0199	1.895
0.84	0.711	0.0258	2.098	0.640	0.0209	1.985
0.86	0.728	0.0270	2.188	0.655	0.0219	2.078
0.88	0.745	0.0283	2.282	0.670	0.0229	2.170
0.90	0.762	0.0296	2.378	0.685	0.0239	2.266
0.92	0.779	0.0309	2.475	0.700	0.0250	2.363
0.94	0.796	0.0323	2.575	0.716	0.0261	2.463
0.96	0.813	0.0337	2.676	0.731	0.0272	2.563
0.98	0.829	0.0351	2.779	0.746	0.0284	2.668
1.00	0.846	0.0365	2.884	0.761	0.0296	2.774
1.05	0.889	0.0403	3.153	0.799	0.0326	3.048
1.10	0.931	0.0442	3.433	0.837	0.0358	3.331
1.15	0.973	0.0483	3.724	0.876	0.0391	3.627
1.20	1.016	0.0526	4.028	0.914	0.0428	3.936
1.25	1.058	0.0571	4.338	0.952	0.0462	4.257
1.30	1.100	0.0617	4.661	0.990	0.0499	4.590
1.35	1.143	0.0666	4.994	1.028	0.0539	4.935
1.40	1.185	0.0716	5.338	1.066	0.0579	5.292
1.45	1.227	0.0768	5.692	1.104	0.0621	5.661
1.50	1.270	0.0822	6.056	1.142	0.0665	6.042
1.55	1.312	0.0877	6.430	1.180	0.0710	6.434
1.60	1.354	0.0935	6.816	1.218	0.0757	6.839
1.65	1.397	0.0994	7.210	1.256	0.0805	7.255
1.70	1.439	0.106	7.615	1.294	0.0854	7.683
1.75	1.481	0.112	8.029	1.332	0.0905	8.123
1.80	1.523	0.118	8.454	1.370	0.0959	8.574
1.85	1.568	0.125	8.889	1.409	0.101	9.037
1.90	1.608	0.132	9.334	1.447	0.107	9.512
1.95	1.650	0.139	9.788	1.485	0.112	9.990

CONTINUA

DIAMETRO NOMINAL 38 mm	COBRE TIPO "M" D. I. 1.527 Pulg 38.7858 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 1.610 Pulg 40.894 mm		
	V m/100m	V ² /2g m	h ₁ m/100m	V m/100m	V ² /2g m	h ₁ m/100m
2.00	1.693	0.146	10.252	1.523	0.118	10.496
2.10	1.777	0.161	11.210	1.599	0.130	11.527
2.20	1.862	0.176	12.200	1.675	0.143	12.604
2.30	1.947	0.193	13.240	1.751	0.156	13.727
2.40	2.031	0.210	14.312	1.827	0.170	14.896
2.50	2.116	0.228	15.423	1.903	0.185	16.110
2.60	2.201	0.247	16.570	1.980	0.200	17.370
2.70	2.285	0.266	17.756	2.058	0.215	18.676
2.80	2.370	0.286	18.977	2.132	0.232	20.027
2.90	2.454	0.307	20.236	2.208	0.249	21.422
3.00	2.539	0.329	21.531	2.284	0.266	22.863
3.10	2.624	0.351	22.862	2.360	0.284	24.349
3.20	2.708	0.374	24.230	2.436	0.303	25.879
3.30	2.793	0.398	25.633	2.512	0.322	27.454
3.40	2.878	0.422	27.073	2.589	0.342	29.074
3.50	2.962	0.447	28.548	2.665	0.362	30.738
3.60	3.047	0.473	30.058	2.741	0.383	32.446
3.70	3.132	0.500	31.603	2.817	0.405	34.199
3.80	3.216	0.527	33.184	2.893	0.427	36.995
3.90	3.301	0.556	34.800	2.969	0.450	37.836
4.00	3.386	0.584	36.460	3.046	0.473	39.721

13

DIAMETRO NOMINAL Ø mm	COBRE TIPO "M" D. I. 2.009 Pulg 51.0268 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 2.067 Pulg 52.5018 mm		
	V m/100g	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/100g	V ² /2g m	h _f m/100m
1.20	0.587	0.0176	1.070	0.554	0.0187	1.151
1.25	0.611	0.0190	1.153	0.587	0.0170	1.245
1.30	0.636	0.0206	1.239	0.600	0.0184	1.343
1.35	0.660	0.0222	1.327	0.624	0.0198	1.443
1.40	0.685	0.0239	1.419	0.647	0.0213	1.546
1.45	0.709	0.0256	1.513	0.670	0.0229	1.656
1.50	0.733	0.0274	1.610	0.693	0.0245	1.767
1.55	0.758	0.0293	1.709	0.718	0.0261	1.882
1.60	0.782	0.0312	1.811	0.739	0.0278	2.000
1.65	0.807	0.0332	1.916	0.762	0.0296	2.122
1.70	0.831	0.0352	2.024	0.785	0.0314	2.247
1.75	0.856	0.0373	2.134	0.808	0.0333	2.376
1.80	0.880	0.0396	2.247	0.831	0.0352	2.508
1.85	0.905	0.0417	2.363	0.855	0.0372	2.643
1.90	0.929	0.0440	2.481	0.878	0.0393	2.782
1.95	0.953	0.0464	2.602	0.901	0.0414	2.924
2.00	0.978	0.0488	2.725	0.924	0.0435	3.070
2.10	1.027	0.0538	2.979	0.970	0.0480	3.372
2.20	1.076	0.0590	3.244	1.016	0.0527	3.687
2.30	1.125	0.0645	3.519	1.062	0.0575	4.015
2.40	1.174	0.0702	3.804	1.109	0.0627	4.357
2.50	1.222	0.0762	4.099	1.155	0.0680	4.712
2.60	1.271	0.0824	4.404	1.201	0.0735	5.081
2.70	1.320	0.0889	4.719	1.247	0.0793	5.462
2.80	1.369	0.0956	5.044	1.293	0.0853	5.857
2.90	1.418	0.103	5.379	1.340	0.0915	6.266
3.00	1.467	0.110	5.723	1.386	0.0979	6.687
3.10	1.516	0.117	6.077	1.432	0.105	7.122
3.20	1.565	0.125	6.440	1.478	0.111	7.569
3.30	1.614	0.133	6.813	1.524	0.118	8.030
3.40	1.663	0.141	7.196	1.571	0.126	8.504
3.50	1.711	0.149	7.588	1.617	0.133	8.990
3.60	1.760	0.158	7.989	1.663	0.141	9.490
3.70	1.808	0.167	8.400	1.709	0.149	10.003
3.80	1.856	0.176	8.820	1.755	0.157	10.528

CONTINUA

DIAMETRO NOMINAL Ø mm	COBRE TIPO "M" D. I. 2.009 Pulg 51.0268 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 2.067 Pulg 52.5018 mm		
	V m/100g	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/100g	V ² /2g m	h _f m/100m
3.90	1.907	0.185	9.250	1.801	0.185	11.067
4.00	1.956	0.195	9.688	1.848	0.174	11.618
4.10	2.004	0.215	10.503	1.940	0.192	12.759
4.20	2.151	0.236	11.534	2.032	0.211	13.931
4.30	2.249	0.258	12.512	2.125	0.230	15.194
4.40	2.347	0.281	13.525	2.217	0.251	16.467
4.50	2.445	0.306	14.574	2.310	0.272	17.832
4.60	2.543	0.330	15.659	2.402	0.294	19.226
4.70	2.640	0.355	16.779	2.494	0.317	20.671
4.80	2.738	0.382	17.933	2.587	0.341	22.168
4.90	2.836	0.410	19.123	2.679	0.366	23.711
5.00	2.934	0.439	20.347	2.771	0.392	25.308
5.10	3.032	0.469	21.605	2.864	0.418	26.950
5.20	3.129	0.499	22.897	2.956	0.446	28.644
5.30	3.227	0.531	24.224	3.049	0.474	30.388
5.40	3.325	0.564	25.584	3.141	0.503	32.180
5.50	3.423	0.597	26.978	3.233	0.533	34.022

1-1-1

DIAMETRO NOMINAL 64 mm	COBRE TIPO "U" D. I. 2.495 Pulg 63.373 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 2.469 Pulg 62.7126 mm		
	GASTO L. P. S.	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/seg	V ² /2g m
1.80	0.571	0.0186	0.789	0.583	0.0173	1.046
1.85	0.587	0.0178	0.830	0.599	0.0163	1.021
1.90	0.602	0.0165	0.871	0.615	0.0153	1.161
1.95	0.618	0.0155	0.914	0.631	0.0203	1.220
2.00	0.634	0.0205	0.957	0.647	0.0214	1.201
2.10	0.668	0.0226	1.046	0.680	0.0236	1.406
2.20	0.697	0.0248	1.139	0.712	0.0259	1.538
2.30	0.729	0.0271	1.236	0.745	0.0283	1.675
2.40	0.761	0.0295	1.336	0.777	0.0308	1.817
2.50	0.793	0.0320	1.440	0.809	0.0334	1.966
2.60	0.824	0.0346	1.547	0.842	0.0361	2.119
2.70	0.856	0.0374	1.657	0.874	0.0390	2.279
2.80	0.889	0.0402	1.771	0.906	0.0419	2.443
2.90	0.919	0.0431	1.889	0.939	0.0449	2.614
3.00	0.951	0.0461	2.010	0.971	0.0481	2.789
3.10	0.985	0.0492	2.134	1.004	0.0514	2.971
3.20	1.014	0.0525	2.262	1.038	0.0547	3.157
3.30	1.046	0.0558	2.393	1.068	0.0582	3.350
3.40	1.078	0.0592	2.527	1.101	0.0618	3.548
3.50	1.110	0.0628	2.665	1.133	0.0655	3.750
3.60	1.141	0.0664	2.806	1.165	0.0693	3.959
3.70	1.173	0.0702	2.950	1.198	0.0732	4.172
3.80	1.205	0.0740	3.098	1.230	0.0772	4.392
3.90	1.236	0.0779	3.248	1.263	0.0813	4.618
4.00	1.268	0.0820	3.402	1.295	0.0855	4.846
4.20	1.332	0.0904	3.720	1.360	0.0943	5.322
4.40	1.395	0.0992	4.051	1.424	0.103	5.810
4.60	1.458	0.108	4.394	1.489	0.113	6.338
4.80	1.522	0.118	4.750	1.554	0.123	6.877
5.00	1.585	0.128	5.118	1.619	0.134	7.438
5.20	1.649	0.139	5.499	1.683	0.144	8.020
5.40	1.712	0.149	5.892	1.748	0.156	8.623
5.60	1.775	0.161	6.298	1.813	0.168	9.248
5.80	1.839	0.172	6.716	1.878	0.180	9.891
6.00	1.902	0.184	7.146	1.942	0.192	10.556

CONTINUA

DIAMETRO NOMINAL 64 mm	COBRE TIPO "M" D. I. 2.495 Pulg 63.373 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 2.469 Pulg 62.7126 mm		
	GASTO L. P. S.	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/seg	V ² /2g m
6.20	1.966	0.197	7.587	2.007	0.205	11.242
6.40	2.029	0.210	8.041	2.072	0.218	11.948
6.60	2.092	0.223	8.507	2.137	0.233	12.676
6.80	2.156	0.237	8.985	2.201	0.247	13.423
7.00	2.219	0.251	9.474	2.266	0.262	14.192
7.20	2.282	0.266	9.976	2.331	0.277	14.980
7.40	2.346	0.281	10.488	2.398	0.293	15.789
7.60	2.409	0.296	11.013	2.460	0.309	16.619
7.80	2.473	0.312	11.549	2.525	0.325	17.469
8.00	2.536	0.328	12.097	2.590	0.342	18.339
8.20	2.600	0.345	12.656	2.655	0.359	19.229
8.40	2.663	0.362	13.227	2.719	0.377	20.140
8.60	2.728	0.379	13.807	2.784	0.395	21.071
8.80	2.790	0.397	14.402	2.849	0.414	22.022
9.00	2.853	0.415	15.007	2.914	0.433	22.993
9.20	2.917	0.434	15.622	2.978	0.452	23.984
9.40	2.980	0.453	16.250	3.043	0.472	24.995
9.60	3.043	0.472	16.888	3.108	0.492	26.026
9.80	3.107	0.492	17.537	3.173	0.513	27.077
10.00	3.170	0.512	18.198	3.237	0.534	28.148

DIAMETRO NOMINAL 75mm	COBRE TIPO "M" D. I. 2.981 Pulg 75.1174mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 Pulg 3.086 D. I. 77.9272 mm		
	GASTO L.P.S.	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/seg	V ² /2g m
2.50	0.555	0.0157	0.608	0.524	0.0140	0.675
2.60	0.577	0.0170	0.655	0.546	0.0152	0.728
2.70	0.600	0.0183	0.702	0.566	0.0163	0.783
2.80	0.622	0.0197	0.750	0.587	0.0176	0.839
2.90	0.644	0.0211	0.800	0.608	0.0188	0.898
3.00	0.666	0.0226	0.851	0.629	0.0208	0.958
3.10	0.688	0.0242	0.905	0.650	0.0215	1.020
3.20	0.711	0.0258	0.957	0.671	0.0250	1.084
3.30	0.733	0.0274	1.013	0.692	0.0244	1.150
3.40	0.755	0.0291	1.070	0.713	0.0259	1.218
3.50	0.777	0.0308	1.128	0.734	0.0275	1.288
3.60	0.800	0.0326	1.188	0.756	0.0290	1.360
3.70	0.822	0.0344	1.249	0.778	0.0307	1.433
3.80	0.844	0.0363	1.311	0.797	0.0324	1.508
3.90	0.866	0.0382	1.375	0.818	0.0341	1.585
4.00	0.888	0.0402	1.440	0.839	0.0359	1.664
4.20	0.933	0.0444	1.575	0.861	0.0395	1.820
4.40	0.977	0.0487	1.715	0.823	0.0434	1.999
4.60	1.023	0.0532	1.860	0.984	0.0474	2.177
4.80	1.068	0.0579	2.011	1.008	0.0516	2.362
5.00	1.110	0.0629	2.167	1.048	0.0560	2.555
5.20	1.155	0.0680	2.328	1.090	0.0608	2.755
5.40	1.199	0.0733	2.494	1.132	0.0654	2.962
5.60	1.244	0.0789	2.666	1.174	0.0703	3.178
5.80	1.288	0.0848	2.843	1.218	0.0754	3.397
6.00	1.333	0.0905	3.025	1.268	0.0807	3.628
6.20	1.377	0.0967	3.212	1.300	0.0862	3.861
6.40	1.421	0.103	3.404	1.342	0.0918	4.104
6.60	1.466	0.110	3.601	1.384	0.0976	4.354
6.80	1.510	0.118	3.804	1.428	0.104	4.610
7.00	1.555	0.126	4.011	1.468	0.110	4.874
7.20	1.599	0.130	4.223	1.510	0.116	5.148
7.40	1.643	0.138	4.440	1.552	0.123	5.423
7.60	1.688	0.146	4.662	1.593	0.129	5.708
7.80	1.732	0.153	4.889	1.635	0.136	6.000

CONTINUA

DIAMETRO NOMINAL 75mm	COBRE TIPO "M" D. I. 2.981 Pulg 75.1174 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 Pulg 3.086 D. I. 77.9272 mm		
	GASTO L.P.S.	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/seg	V ² /2g m
8.00	1.777	0.161	5.121	1.677	0.143	6.299
8.20	1.821	0.169	5.358	1.719	0.151	6.605
8.40	1.866	0.177	5.599	1.761	0.158	6.917
8.60	1.910	0.184	5.846	1.803	0.166	7.237
8.80	1.954	0.195	6.097	1.845	0.174	7.564
9.00	1.999	0.204	6.353	1.887	0.182	7.897
9.20	2.043	0.213	6.614	1.929	0.190	8.237
9.40	2.088	0.222	6.879	1.971	0.198	8.585
9.60	2.132	0.232	7.149	2.015	0.207	8.939
9.80	2.176	0.242	7.424	2.055	0.216	9.300
10.00	2.221	0.251	7.704	2.097	0.224	9.668
10.20	2.265	0.262	7.988	2.139	0.233	10.042
10.40	2.310	0.272	8.277	2.181	0.242	10.424
10.60	2.354	0.283	8.571	2.222	0.252	10.812
10.80	2.399	0.293	8.869	2.264	0.261	11.207
11.00	2.443	0.304	9.172	2.306	0.271	11.609
11.20	2.487	0.315	9.479	2.348	0.281	12.018
11.40	2.532	0.327	9.791	2.390	0.291	12.433
11.60	2.576	0.338	10.108	2.432	0.302	12.855
11.80	2.621	0.350	10.429	2.474	0.312	13.284
12.00	2.665	0.362	10.755	2.516	0.323	13.720
12.20	2.709	0.374	11.085	2.558	0.334	14.162
12.40	2.754	0.387	11.420	2.600	0.345	14.611
12.60	2.798	0.399	11.759	2.642	0.356	15.067
12.80	2.843	0.412	12.103	2.684	0.367	15.530
13.00	2.887	0.425	12.451	2.728	0.379	15.999
13.20	2.932	0.438	12.804	2.768	0.391	16.475
13.40	2.976	0.452	13.161	2.810	0.402	16.957
13.60	3.020	0.465	13.523	2.851	0.415	17.447
13.80	3.065	0.479	13.889	2.893	0.427	17.943
14.00	3.109	0.493	14.260	2.935	0.439	18.446
14.20	3.154	0.507	14.635	2.977	0.452	18.954
14.40	3.198	0.521	15.014	3.018	0.465	19.470
14.60	3.242	0.535	15.398	3.061	0.478	19.992
14.80	3.287	0.551	15.786	3.103	0.491	20.522
15.00	3.331	0.566	16.179	3.145	0.504	21.068

DIAMETRO NOMINAL 100mm	COBRE TIPO "M" D. I. 3.935 Pulg 99.949 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 4.026 Pulg 102.2604 mm		
	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m
4.80	0.874	0.0188	0.467	0.548	0.0153	0.548
4.80	0.988	0.0175	0.467	0.560	0.0160	0.572
4.80	0.812	0.0191	0.528	0.584	0.0174	0.620
5.00	0.637	0.0207	0.567	0.609	0.0189	0.671
5.20	0.663	0.0224	0.609	0.633	0.0204	0.723
5.40	0.688	0.0242	0.652	0.657	0.0220	0.778
5.80	0.714	0.0260	0.697	0.682	0.0237	0.834
5.80	0.739	0.0279	0.744	0.708	0.0254	0.892
6.00	0.765	0.0298	0.791	0.731	0.0272	0.952
6.20	0.790	0.0318	0.840	0.755	0.0291	1.014
6.40	0.818	0.0339	0.890	0.779	0.0310	1.078
6.60	0.841	0.0361	0.942	0.804	0.0329	1.143
6.80	0.867	0.0383	0.998	0.828	0.0350	1.211
7.00	0.892	0.0406	1.049	0.852	0.0370	1.280
7.20	0.918	0.0429	1.105	0.877	0.0392	1.351
7.40	0.943	0.0454	1.161	0.901	0.0414	1.424
7.60	0.969	0.0478	1.219	0.925	0.0437	1.499
7.80	0.994	0.0504	1.276	0.950	0.0460	1.575
8.00	1.020	0.0530	1.333	0.974	0.0484	1.654
8.20	1.045	0.0557	1.401	0.998	0.0508	1.735
8.40	1.071	0.0584	1.465	1.023	0.0533	1.817
8.60	1.098	0.0613	1.529	1.047	0.0559	1.901
8.80	1.122	0.0641	1.593	1.071	0.0585	1.986
9.00	1.147	0.0671	1.662	1.096	0.0612	2.074
9.20	1.173	0.0701	1.730	1.120	0.0640	2.163
9.40	1.198	0.0732	1.799	1.145	0.0668	2.255
9.60	1.224	0.0763	1.870	1.169	0.0697	2.348
9.80	1.249	0.0795	1.942	1.193	0.0726	2.442
10.00	1.275	0.0826	2.015	1.218	0.0756	2.539
10.20	1.300	0.0862	2.089	1.242	0.0788	2.637
10.40	1.326	0.0896	2.165	1.268	0.0818	2.738
10.60	1.351	0.0931	2.242	1.291	0.0849	2.840
10.80	1.377	0.0968	2.320	1.315	0.0882	2.943
11.00	1.402	0.100	2.399	1.339	0.0915	3.049
11.20	1.427	0.104	2.479	1.364	0.0948	3.155

CONTINUA

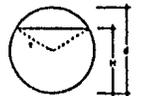
DIAMETRO NOMINAL 100 mm	COBRE TIPO "M" D. I. 3.935 Pulg 99.949 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 4.026 Pulg 102.2604 mm		
	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m
11.40	1.453	0.108	2.561	1.388	0.0988	3.285
11.60	1.478	0.111	2.644	1.412	0.102	3.378
11.80	1.504	0.118	2.728	1.437	0.105	3.489
12.00	1.529	0.119	2.813	1.461	0.108	3.603
12.20	1.555	0.123	2.900	1.488	0.113	3.719
12.40	1.580	0.127	2.987	1.510	0.116	3.837
12.60	1.608	0.131	3.076	1.534	0.120	3.957
12.80	1.631	0.136	3.166	1.558	0.124	4.079
13.00	1.657	0.140	3.257	1.583	0.128	4.202
13.20	1.682	0.144	3.349	1.607	0.132	4.327
13.40	1.708	0.149	3.443	1.632	0.136	4.454
13.60	1.733	0.153	3.537	1.656	0.140	4.582
13.80	1.759	0.159	3.633	1.680	0.144	4.712
14.00	1.784	0.162	3.730	1.705	0.148	4.844
14.20	1.810	0.167	3.828	1.729	0.152	4.978
14.40	1.835	0.172	3.928	1.753	0.157	5.114
14.60	1.861	0.177	4.027	1.778	0.161	5.251
14.80	1.888	0.181	4.129	1.802	0.166	5.390
15.00	1.912	0.186	4.232	1.826	0.170	5.530
15.20	1.937	0.191	4.338	1.851	0.175	5.673
15.40	1.963	0.196	4.441	1.875	0.179	5.817
15.60	1.988	0.202	4.547	1.899	0.184	5.963
15.80	2.014	0.207	4.654	1.924	0.189	6.111
16.00	2.039	0.212	4.762	1.948	0.193	6.260
16.20	2.065	0.217	4.872	1.972	0.198	6.411
16.40	2.090	0.223	4.983	1.997	0.203	6.564
16.60	2.116	0.228	5.094	2.021	0.208	6.719
16.80	2.141	0.234	5.207	2.046	0.213	6.875
17.00	2.167	0.239	5.321	2.070	0.218	7.033
17.20	2.192	0.245	5.438	2.094	0.224	7.193
17.40	2.218	0.251	5.553	2.119	0.229	7.354
17.60	2.243	0.257	5.670	2.143	0.234	7.517
17.80	2.269	0.262	5.786	2.167	0.239	7.682
18.00	2.294	0.268	5.906	2.192	0.245	7.849
18.20	2.320	0.274	6.029	2.216	0.250	8.017

CONTINUA

DIAMETRO NOMINAL 100 mm	COBRE TIPO "M" D. I. 3.935 Pulg 99.949 mm			FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 4.026 Pulg 102.2604 mm		
	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m
18.40	2.345	0.260	6.150	2.240	0.256	6.187
18.60	2.371	0.267	6.273	2.265	0.261	6.359
18.80	2.396	0.273	6.397	2.289	0.267	6.532
19.00	2.422	0.279	6.522	2.313	0.273	6.707
19.20	2.447	0.305	6.649	2.338	0.279	6.884
19.40	2.473	0.312	6.776	2.362	0.284	7.062
19.60	2.498	0.318	6.904	2.386	0.290	7.243
19.80	2.524	0.325	7.034	2.411	0.296	7.425
20.00	2.549	0.331	7.164	2.435	0.302	7.608
20.20	2.575	0.338	7.296	2.459	0.308	7.794
20.40	2.600	0.348	7.429	2.484	0.315	7.981
20.60	2.628	0.351	7.562	2.508	0.321	10.169
20.80	2.651	0.358	7.697	2.533	0.327	10.360
21.00	2.677	0.365	7.833	2.557	0.333	10.552
21.20	2.702	0.372	7.970	2.581	0.340	10.748
21.40	2.728	0.379	8.109	2.606	0.346	10.941
21.60	2.753	0.386	8.248	2.630	0.353	11.138
21.80	2.778	0.394	8.388	2.654	0.359	11.337
22.00	2.804	0.401	8.529	2.678	0.366	11.539
22.20	2.829	0.408	8.672	2.703	0.372	11.740
22.40	2.855	0.416	8.815	2.727	0.379	11.944
22.60	2.880	0.423	8.960	2.752	0.386	12.149
22.80	2.903	0.430	9.100	2.776	0.393	12.357
23.00	2.931	0.438	9.252	2.800	0.400	12.566
23.20	2.957	0.446	9.400	2.825	0.407	12.776
23.40	2.982	0.454	9.549	2.849	0.414	12.989
23.60	3.008	0.461	9.699	2.873	0.421	13.203
23.80	3.033	0.469	9.850	2.898	0.428	13.418
24.00	3.059	0.477	10.002	2.922	0.435	13.636
24.20	3.084	0.485	10.155	2.947	0.443	13.855
24.40	3.110	0.493	10.309	2.971	0.450	14.078
24.60	3.136	0.501	10.464	2.996	0.457	14.303
24.80	3.161	0.509	10.620	3.020	0.465	14.522
25.00	3.188	0.518	10.777	3.044	0.472	14.747

DIAMETRO NOMINAL 153 mm	FIERRO GALVANIZADO CED. 40 D. I. 6.065 Pulg 154.031 mm					
	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m	V m/seg	V ² /2g m	h _f m/100m
9.0	0.403	0.0119	0.278	26.5	1.422	7.103
9.5	0.510	0.0132	0.306	27.0	1.449	0.107
10.0	0.537	0.0146	0.338	27.5	1.475	0.111
10.5	0.563	0.0162	0.371	28.0	1.502	0.115
11.0	0.590	0.0178	0.406	28.5	1.529	0.119
11.5	0.617	0.0194	0.442	29.0	1.556	0.123
12.0	0.644	0.0211	0.479	29.5	1.583	0.128
12.5	0.671	0.0229	0.518	30.0	1.610	0.132
13.0	0.697	0.0248	0.560	30.5	1.636	0.137
13.5	0.724	0.0267	0.602	31.0	1.663	0.141
14.0	0.751	0.0288	0.645	31.5	1.690	0.145
14.5	0.778	0.0309	0.690	32.0	1.717	0.150
15.0	0.805	0.0330	0.737	32.5	1.744	0.155
15.5	0.832	0.0353	0.784	33.0	1.770	0.160
16.0	0.858	0.0376	0.834	33.5	1.797	0.165
16.5	0.885	0.0400	0.884	34.0	1.824	0.170
17.0	0.912	0.0424	0.937	34.5	1.851	0.175
17.5	0.939	0.0449	0.990	35.0	1.878	0.180
18.0	0.966	0.0476	1.045	35.5	1.905	0.185
18.5	0.993	0.0502	1.102	36.0	1.931	0.190
19.0	1.019	0.0530	1.160	36.5	1.958	0.196
19.5	1.048	0.0558	1.219	37.0	1.985	0.201
20.0	1.073	0.0587	1.280	38.0	2.039	0.212
20.5	1.100	0.0617	1.342	39.0	2.092	0.223
21.0	1.127	0.0647	1.405	40.0	2.146	0.235
21.5	1.154	0.0678	1.470	41.0	2.200	0.247
22.0	1.180	0.0710	1.537	42.0	2.253	0.259
22.5	1.207	0.0743	1.604	43.0	2.307	0.271
23.0	1.234	0.0778	1.674	44.0	2.361	0.284
23.5	1.261	0.0810	1.744	45.0	2.414	0.297
24.0	1.288	0.0846	1.816	46.0	2.468	0.311
24.5	1.314	0.0881	1.889	47.0	2.522	0.324
25.0	1.341	0.0917	1.964	48.0	2.578	0.338
25.5	1.368	0.0954	2.040	49.0	2.629	0.352
26.0	1.395	0.0992	2.118	50.0	2.683	0.367

A P E N D I C E " B "



DIAMETRO = 10cm (4") n = 0.015

$$v = \sqrt{\frac{D}{h}} \cdot \frac{h}{D}$$

$$v = \frac{\sqrt{D}}{D} \cdot \frac{h}{D}$$

$$v = \frac{\sqrt{D}}{D} \cdot \frac{h}{D}$$

$$v = \frac{\sqrt{D}}{D} \cdot \frac{h}{D}$$

Q = Ar

H/D	S = 0.005		S = 0.010		S = 0.020	
1.00	3.80	0.47	3.78	0.66	7.61	0.94
0.98	4.02	0.50	3.69	0.70	4.05	1.00
0.96	4.08	0.51	3.77	0.72	8.16	1.02
0.94	4.10	0.52	3.80	0.73	8.20	1.04
0.92	4.10	0.52	3.79	0.74	8.18	1.05
0.90	4.06	0.53	3.74	0.75	8.12	1.06
0.88	4.02	0.53	3.68	0.75	8.03	1.06
0.86	3.92	0.53	3.54	0.75	7.83	1.06
0.85	3.92	0.53	3.55	0.76	7.83	1.06
0.84	3.89	0.53	3.50	0.76	7.78	1.07
0.82	3.81	0.53	3.39	0.76	7.62	1.07
0.80	3.72	0.53	3.27	0.76	7.44	1.07
0.78	3.63	0.53	3.13	0.76	7.26	1.07
0.76	3.53	0.53	4.99	0.75	7.05	1.07
0.74	3.42	0.53	4.83	0.75	6.83	1.06
0.72	3.30	0.53	4.67	0.75	6.60	1.06
0.70	3.19	0.53	4.51	0.74	6.38	1.05
0.68	3.06	0.52	4.34	0.74	6.14	1.04
0.66	2.94	0.52	4.16	0.73	5.88	1.04
0.64	2.82	0.51	3.98	0.73	5.63	1.03
0.62	2.69	0.51	3.80	0.72	5.37	1.02
0.60	2.56	0.50	3.62	0.71	5.11	1.01
0.58	2.43	0.50	3.43	0.70	4.86	0.99
0.56	2.30	0.49	3.25	0.69	4.59	0.98
0.54	2.16	0.48	3.06	0.68	4.33	0.97
0.52	1.97	0.48	2.79	0.67	3.94	0.95
0.50	1.90	0.47	2.69	0.66	3.80	0.93
0.48	1.77	0.46	2.51	0.65	3.55	0.92
0.46	1.64	0.45	2.33	0.64	3.29	0.91
0.44	1.52	0.44	2.15	0.63	3.04	0.89
0.42	1.40	0.43	1.98	0.61	2.80	0.87
0.40	1.28	0.42	1.81	0.60	2.56	0.85
0.38	1.16	0.41	1.65	0.58	2.33	0.82
0.36	1.05	0.40	1.49	0.57	2.11	0.80
0.34	0.95	0.39	1.34	0.55	1.89	0.78
0.32	0.84	0.38	1.19	0.53	1.68	0.75
0.30	0.74	0.36	1.05	0.52	1.48	0.73
0.28	0.65	0.35	0.92	0.50	1.30	0.70
0.26	0.56	0.34	0.80	0.48	1.13	0.67
0.24	0.48	0.31	0.68	0.45	0.96	0.64
0.22	0.40	0.30	0.7	0.43	0.81	0.60
0.20	0.33	0.29	0.47	0.41	0.66	0.53

DIAMETRO = 15cm (6") n = 0.015

H/D	S = 0.006		S = 0.010		S = 0.020	
1.00	11.21	0.61	13.89	0.88	22.42	1.23
0.98	11.87	0.65	16.78	0.92	23.74	1.31
0.96	12.03	0.67	17.02	0.95	24.06	1.34
0.94	12.24	0.68	17.31	0.96	24.48	1.36
0.92	12.06	0.69	17.06	0.97	24.2	1.37
0.90	11.97	0.69	16.92	0.98	23.94	1.38
0.88	11.85	0.70	16.75	0.98	23.70	1.40
0.96	11.83	0.70	16.65	0.99	23.54	1.40
0.84	11.47	0.70	15.89	0.99	22.47	1.40
0.82	11.23	0.70	15.33	0.99	21.96	1.40
0.80	10.98	0.70	15.14	0.99	21.41	1.41
0.78	10.70	0.70	15.14	0.99	21.41	1.40
0.76	10.40	0.70	14.71	0.99	20.80	1.40
0.74	10.08	0.69	14.25	0.98	20.15	1.39
0.72	9.74	0.69	13.78	0.98	19.48	1.38
0.70	9.40	0.69	13.30	0.97	18.80	1.38
0.68	9.05	0.68	12.80	0.97	18.10	1.37
0.66	8.68	0.68	12.28	0.96	17.36	1.36
0.64	8.30	0.67	11.74	0.96	16.60	1.34
0.62	7.92	0.67	11.20	0.94	15.80	1.33
0.60	7.52	0.66	10.71	0.93	15.15	1.32
0.58	7.13	0.65	10.12	0.92	14.31	1.30
0.56	6.77	0.64	9.58	0.91	13.35	1.29
0.54	6.38	0.63	8.98	0.89	12.70	1.26
0.52	5.99	0.63	8.48	0.88	11.99	1.22
0.50	5.62	0.62	7.94	0.87	11.23	1.21
0.48	5.23	0.60	7.41	0.85	10.47	1.21
0.46	4.86	0.59	6.88	0.84	9.73	1.19
0.44	4.47	0.58	6.34	0.82	8.81	1.16
0.42	4.13	0.57	5.85	0.80	8.21	1.13
0.40	3.78	0.55	5.35	0.78	7.57	1.11
0.38	3.44	0.54	4.86	0.76	6.88	1.08
0.36	3.11	0.53	4.40	0.74	6.22	1.05
0.34	2.80	0.51	3.95	0.72	5.59	1.02
0.32	2.49	0.49	3.52	0.70	4.98	0.99
0.30	2.40	0.48	3.40	0.68	4.81	0.96
0.28	1.92	0.46	2.72	0.65	3.85	0.92
0.26	1.66	0.44	2.35	0.62	3.33	0.88
0.24	1.42	0.42	2.00	0.60	2.84	0.84
0.22	1.12	0.40	1.58	0.57	2.24	0.80
0.20	0.98	0.38	1.39	0.55	1.97	0.76
0.18	0.79	0.35	1.12	0.50	1.59	0.71
0.16	0.62	0.33	0.88	0.47	1.25	0.66
0.14	0.47	0.30	0.70	0.43	0.95	0.61
0.12	0.34	0.28	0.48	0.39	0.69	0.55
0.10	0.23	0.24	0.33	0.35	0.40	0.49
0.08	0.15	0.21	0.21	0.30	0.29	0.43

100

DIAMETRO = 20 cm (8") n = 0.013									
H/A	S = 0.005			S = 0.010			S = 0.020		
	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	
1.00	24.58	0.74	34.77	1.05	49.17	1.49			
0.98	23.55	0.79	36.15	1.12	51.12	1.58			
0.96	22.92	0.81	36.66	1.15	51.63	1.62			
0.94	26.03	0.82	36.82	1.16	52.07	1.64			
0.92	25.96	0.83	36.72	1.18	51.92	1.66			
0.90	25.78	0.84	36.46	1.19	51.56	1.68			
0.88	25.51	0.84	36.07	1.19	51.01	1.69			
0.86	24.56	0.84	35.17	1.18	49.73	1.69			
0.84	24.70	0.85	34.94	1.20	49.41	1.70			
0.82	24.53	0.85	34.73	1.20	49.11	1.70			
0.80	23.64	0.85	33.44	1.20	47.29	1.70			
0.78	23.05	0.85	32.60	1.20	46.10	1.70			
0.76	22.40	0.85	31.68	1.20	44.80	1.69			
0.74	21.70	0.84	30.69	1.19	43.40	1.69			
0.72	20.97	0.84	29.67	1.19	41.99	1.68			
0.70	20.25	0.81	28.64	1.18	40.50	1.67			
0.68	19.49	0.83	27.57	1.17	38.99	1.66			
0.66	18.69	0.82	26.44	1.16	37.39	1.65			
0.64	17.88	0.82	25.29	1.15	35.76	1.63			
0.62	17.06	0.81	24.13	1.14	34.12	1.61			
0.60	16.25	0.80	22.96	1.13	32.50	1.60			
0.58	15.41	0.79	21.80	1.12	30.83	1.58			
0.56	14.58	0.78	20.63	1.10	29.17	1.56			
0.54	13.75	0.77	19.45	1.09	26.09	1.54			
0.52	12.92	0.76	18.27	1.07	25.84	1.52			
0.50	12.09	0.75	17.10	1.05	24.18	1.49			
0.48	11.28	0.73	15.95	1.04	22.25	1.46			
0.46	10.47	0.72	14.81	1.02	20.94	1.44			
0.44	9.68	0.70	13.69	0.99	19.36	1.41			
0.42	8.91	0.69	12.60	0.97		1.39			
0.40	8.15	0.67	11.53	0.95	17.81	1.35			
0.38	7.37	0.65	10.43	0.93	14.35	1.31			
0.36	6.70	0.64	9.48	0.90	13.40	1.27			
0.34	6.02	0.62	8.51	0.88	12.03	1.24			
0.32	5.36	0.60	7.38	0.85	10.72	1.20			
0.30	4.74	0.58	6.70	0.82	9.47	1.16			
0.28	4.14	0.56	5.85	0.79	8.27	1.11			
0.26	3.57	0.53	5.06	0.76	7.15	1.07			
0.24	3.05	0.51	4.32	0.72	6.11	1.02			
0.22	2.57	0.48	3.63	0.69	5.13	0.97			
0.20	2.11	0.45	2.99	0.65	4.32	0.92			
0.18	1.71	0.43	2.42	0.61	3.42	0.86			
0.16	1.34	0.40	1.90	0.57	2.69	0.80			
0.14	1.02	0.37	1.44	0.52	2.04	0.74			
0.12	0.73	0.35	1.04	0.47	1.47	0.67			
0.10	0.50	0.30	0.71	0.42	1.00	0.60			
0.09	0.31	0.26	0.44	0.37	0.62	0.52			
0.06	0.17	0.21	0.24	0.30	0.34	0.43			
0.04	0.07	0.16	0.10	0.10	0.14	0.13			
0.02	0.01	0.10	0.02	0.15	0.01	0.21			

DIAMETRO = 25cm(10") n = 0.013									
H/A	S = 0.005			S = 0.010			S = 0.020		
	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	
1.00	43.14	0.86	62.00	1.22	81.64	1.72			
0.98	42.35	0.92	65.55	1.30	92.70	1.84			
0.96	47.00	0.93	66.48	1.12	94.02	1.87			
0.94	47.19	0.96	66.73	1.16	94.10	1.92			
0.92	47.08	0.96	66.59	1.16	94.17	1.93			
0.90	46.74	0.97	66.11	1.18	93.48	1.94			
0.88	46.25	0.98	65.11	1.20	91.50	1.96			
0.86	45.10	0.98	63.78	1.19	90.20	1.96			
0.84	44.29	0.98	63.35	1.19	89.59	1.97			
0.82	43.89	0.99	62.07	1.19	87.78	1.97			
0.80	42.87	0.99	60.64	1.19	85.75	1.97			
0.78	41.79	0.98	59.11	1.19	83.59	1.97			
0.76	40.61	0.98	57.44	1.19	81.21	1.96			
0.74	39.35	0.98	55.65	1.18	78.70	1.96			
0.72	38.01	0.97	53.80	1.17	76.08	1.95			
0.70	36.72	0.97	51.93	1.17	73.44	1.94			
0.68	35.34	0.96	49.99	1.16	70.70	1.93			
0.66	33.90	0.95	47.95	1.15	67.81	1.91			
0.64	32.42	0.95	45.86	1.14	64.85	1.89			
0.62	30.94	0.94	43.76	1.13	61.88	1.87			
0.60	29.46	0.93	41.67	1.11	59.93	1.86			
0.58	27.96	0.92	39.54	1.10	55.92	1.83			
0.56	26.44	0.90	37.40	1.08	52.89	1.81			
0.54	24.91	0.90	35.26	1.06	49.86	1.78			
0.52	23.42	0.88	33.12	1.04	46.83	1.75			
0.50	21.92	0.86	31.01	1.02	43.85	1.73			
0.48	20.45	0.85	28.92	1.00	40.90	1.70			
0.46	18.98	0.83	26.85	1.18	37.97	1.67			
0.44	17.55	0.82	24.82	1.16	35.10	1.63			
0.42	16.15	0.80	22.84	1.13	33.30	1.60			
0.40	14.78	0.78	20.80	1.10	29.55	1.55			
0.38	13.45	0.76	19.02	1.07	26.90	1.51			
0.36	11.61	0.74	16.43	1.05	23.22	1.49			
0.34	10.92	0.72	15.44	1.02	21.64	1.44			
0.32	9.72	0.69	13.75	0.98	19.44	1.39			
0.30	8.59	0.67	12.15	0.95	17.18	1.34			
0.28	7.51	0.65	10.62	0.91	15.01	1.29			
0.26	6.49	0.62	9.18	0.88	12.98	1.24			
0.24	5.74	0.59	7.83	0.84	11.08	1.18			
0.22	4.65	0.56	6.58	0.80	9.30	1.13			
0.20	3.84	0.53	5.43	0.75	7.70	1.06			
0.18	3.09	0.50	4.38	0.71	6.19	1.00			
0.16	2.43	0.46	3.44	0.66	4.86	0.93			
0.14	1.84	0.43	2.61	0.61	3.69	0.86			
0.12	1.34	0.39	1.90	0.55	2.68	0.78			
0.10	0.91	0.35	1.30	0.49	1.83	0.69			
0.08	0.57	0.30	0.81	0.43	1.14	0.60			
0.06	0.31	0.25	0.44	0.33	0.62	0.50			
0.04	0.11	0.19	0.18	0.27	0.26	0.44			
0.02	0.03	0.12	0.07	0.17	0.08	0.21			

DIAMETRO = 30cm (12") n = 0.013						
M/4	S = 0.0005		S = 0.0010		S = 0.0020	
	Q	V	Q	V	Q	V
1.00	71.28	0.98	100.88	1.38	142.15	1.95
0.98	73.37	1.04	106.59	1.47	149.90	2.08
0.96	76.43	1.06	108.11	1.50	152.89	2.12
0.94	76.76	1.08	108.55	1.52	153.31	2.16
0.92	76.51	1.09	108.30	1.54	153.16	2.18
0.90	76.01	1.10	107.50	1.55	152.03	2.20
0.88	75.21	1.11	106.36	1.56	150.42	2.21
0.86	73.34	1.11	103.72	1.57	146.68	2.22
0.84	72.84	1.11	103.01	1.57	145.68	2.23
0.82	71.35	1.11	100.90	1.58	142.69	2.23
0.80	69.73	1.11	98.61	1.57	139.16	2.23
0.78	67.97	1.11	96.12	1.57	135.93	2.23
0.76	66.04	1.11	93.40	1.57	132.09	2.22
0.74	63.99	1.11	90.50	1.56	127.99	2.21
0.72	61.87	1.10	87.50	1.55	123.74	2.20
0.70	59.74	1.09	84.45	1.54	119.43	2.19
0.68	57.48	1.09	81.29	1.54	114.96	2.18
0.66	55.13	1.08	77.96	1.53	110.25	2.16
0.64	52.73	1.07	74.57	1.51	105.46	2.14
0.62	50.32	1.06	71.16	1.50	100.64	2.12
0.60	47.91	1.05	67.76	1.48	95.83	2.10
0.58	45.46	1.04	64.29	1.46	90.92	2.07
0.56	43.01	1.02	60.83	1.45	83.03	2.04
0.54	40.55	1.01	57.34	1.43	81.09	2.02
0.52	38.01	0.99	53.86	1.40	76.17	1.99
0.50	35.67	0.98	50.44	1.38	71.33	1.95
0.48	33.25	0.96	47.02	1.36	66.50	1.98
0.46	30.88	0.94	43.67	1.33	61.76	1.80
0.44	28.34	0.92	40.36	1.30	57.08	1.81
0.42	26.36	0.90	37.14	1.28	52.32	1.85
0.40	24.03	0.88	33.99	1.25	48.07	1.76
0.38	21.87	0.86	30.03	1.21	43.74	1.72
0.36	19.78	0.84	27.97	1.18	39.56	1.67
0.34	17.76	0.81	25.11	1.15	35.11	1.62
0.32	15.81	0.79	22.36	1.11	31.62	1.57
0.30	13.97	0.76	19.75	1.07	27.92	1.52
0.28	12.21	0.73	17.27	1.03	24.47	1.46
0.26	10.56	0.70	14.93	0.99	21.11	1.40
0.24	9.01	0.66	12.74	0.94	18.02	1.31
0.22	7.57	0.64	10.70	0.90	15.13	1.27
0.20	6.25	0.60	8.83	0.85	12.49	1.20
0.18	5.04	0.56	7.13	0.80	10.08	1.13
0.16	3.96	0.53	5.60	0.74	7.92	1.05
0.14	3.00	0.48	4.24	0.68	6.00	0.97
0.12	2.18	0.44	3.08	0.62	4.36	0.88
0.10	1.48	0.39	2.10	0.55	2.97	0.78
0.08	0.93	0.34	1.31	0.48	1.86	0.68
0.06	0.50	0.28	0.71	0.40	1.01	0.56
0.04	0.40	0.22	0.40	0.31	0.42	0.43
0.02	0.05	0.14	0.07	0.20	0.07	0.28

DIAMETRO = 35 cm (14") n = 0.013						
M/4	S = 0.0005		S = 0.0010		S = 0.0020	
	Q	V	Q	V	Q	V
1.00	107.60	1.08	152.17	1.53	215.20	2.16
0.98	113.69	1.15	160.78	1.62	227.38	2.29
0.96	115.31	1.17	163.07	1.66	230.62	2.35
0.94	115.77	1.20	163.72	1.69	231.54	2.39
0.92	115.50	1.20	163.34	1.72	231.00	2.40
0.90	114.56	1.22	162.16	1.72	229.33	2.43
0.88	113.45	1.22	160.44	1.73	226.90	2.43
0.86	110.63	1.23	156.45	1.74	221.25	2.46
0.84	109.80	1.23	155.39	1.74	219.73	2.47
0.82	107.66	1.24	152.25	1.75	215.31	2.47
0.80	104.66	1.23	148.00	1.74	209.30	2.46
0.78	101.82	1.23	144.00	1.74	203.65	2.46
0.76	99.62	1.23	140.89	1.74	199.25	2.46
0.74	96.53	1.22	136.51	1.73	193.05	2.45
0.72	93.32	1.22	131.98	1.72	186.65	2.44
0.70	90.07	1.21	127.36	1.71	180.14	2.43
0.68	86.71	1.21	122.62	1.70	173.41	2.41
0.66	83.15	1.20	117.59	1.69	166.30	2.39
0.64	79.14	1.19	112.49	1.68	159.08	2.37
0.62	75.19	1.17	107.33	1.66	151.79	2.35
0.60	72.28	1.16	102.22	1.64	144.36	2.32
0.58	68.58	1.16	96.99	1.62	137.16	2.30
0.56	64.88	1.15	91.76	1.60	129.77	2.27
0.54	61.16	1.12	86.49	1.58	122.32	2.23
0.52	57.46	1.10	81.26	1.56	114.92	2.20
0.50	53.80	1.08	76.08	1.53	107.59	2.17
0.48	50.16	1.06	70.93	1.50	100.31	2.13
0.46	46.58	1.04	65.87	1.48	93.15	2.09
0.44	43.05	1.02	60.88	1.45	86.10	2.04
0.42	36.91	1.00	56.02	1.41	79.22	2.00
0.40	36.76	0.98	51.28	1.38	75.52	1.95
0.38	32.99	0.95	46.65	1.35	69.97	1.90
0.36	29.83	0.93	42.19	1.31	65.67	1.85
0.34	26.79	0.90	37.88	1.27	61.57	1.80
0.32	23.86	0.87	33.74	1.23	57.72	1.74
0.30	21.07	0.84	29.80	1.19	54.14	1.68
0.28	18.42	0.81	26.05	1.14	50.84	1.62
0.26	15.92	0.78	22.52	1.10	47.83	1.55
0.24	13.59	0.74	19.22	1.05	45.18	1.48
0.22	11.42	0.70	16.15	0.99	42.84	1.41
0.20	9.42	0.67	13.32	0.94	40.84	1.33
0.18	7.60	0.63	10.75	0.88	39.20	1.25
0.16	5.98	0.58	8.45	0.82	37.95	1.17
0.14	4.53	0.54	6.41	0.76	37.06	1.07
0.12	3.29	0.49	4.63	0.69	36.38	0.97
0.10	2.25	0.43	3.18	0.61	35.89	0.87
0.08	1.40	0.38	1.98	0.53	35.61	0.78
0.06	0.76	0.31	1.07	0.44	35.61	0.63
0.04	0.32	0.22	0.45	0.34	35.61	0.48
0.02	0.07	0.15	0.10	0.21	35.61	0.30

DIAMETRO = 38cm (15") n = 0.013						
H/A	S = 0.005		S = 0.010		S = 0.020	
	Q	V	Q	V	Q	V
1.00	179.64	1.13	182.00	1.60	238.68	2.26
0.98	136.66	1.20	193.00	1.70	273.31	2.40
0.96	138.60	1.33	195.00	1.74	277.21	2.46
0.94	139.17	1.25	196.80	1.75	278.34	2.50
0.92	138.83	1.27	196.30	1.79	277.66	2.54
0.90	137.83	1.28	194.90	1.80	275.66	2.56
0.88	136.37	1.28	192.80	1.81	272.73	2.56
0.86	132.98	1.29	188.00	1.82	265.96	2.58
0.84	132.08	1.29	187.00	1.83	264.15	2.58
0.82	129.41	1.29	183.00	1.82	258.81	2.58
0.80	126.43	1.29	178.00	1.82	252.86	2.58
0.78	123.24	1.29	174.00	1.83	246.47	2.58
0.76	119.75	1.29	169.00	1.82	239.50	2.58
0.74	116.03	1.28	164.00	1.81	232.05	2.56
0.72	112.10	1.28	158.60	1.80	224.20	2.56
0.70	108.27	1.27	153.10	1.80	216.54	2.54
0.68	104.27	1.26	147.40	1.78	208.44	2.52
0.66	99.95	1.25	141.30	1.77	199.90	2.50
0.64	95.61	1.24	135.00	1.75	191.23	2.48
0.62	91.23	1.23	129.00	1.73	182.46	2.46
0.60	86.80	1.22	122.80	1.72	173.76	2.44
0.58	82.44	1.20	116.50	1.70	164.88	2.42
0.56	77.99	1.19	110.30	1.68	155.98	2.38
0.54	73.52	1.17	103.90	1.65	147.04	2.34
0.52	69.06	1.15	97.60	1.63	138.13	2.30
0.50	64.67	1.13	91.40	1.60	129.34	2.26
0.48	60.28	1.11	85.26	1.57	120.58	2.22
0.46	55.98	1.09	79.17	1.55	111.96	2.18
0.44	51.75	1.07	73.18	1.51	103.50	2.14
0.42	47.42	1.05	67.34	1.48	95.24	2.10
0.40	43.59	1.02	61.64	1.45	87.18	2.04
0.38	39.65	1.00	56.08	1.41	79.30	2.00
0.36	35.86	0.97	50.72	1.37	71.72	1.94
0.34	32.05	0.94	45.53	1.33	64.10	1.88
0.32	28.67	0.91	40.55	1.29	57.34	1.82
0.30	25.33	0.88	35.81	1.24	50.64	1.76
0.28	22.14	0.85	31.31	1.20	44.28	1.70
0.26	19.15	0.81	27.08	1.15	38.30	1.62
0.24	16.33	0.78	23.10	1.10	32.66	1.56
0.22	13.72	0.74	19.41	1.04	27.44	1.48
0.20	11.32	0.70	16.01	0.99	22.64	1.40
0.18	9.14	0.65	12.92	0.93	18.28	1.30
0.16	7.18	0.61	10.15	0.86	14.36	1.22
0.14	5.44	0.56	7.70	0.79	10.88	1.12
0.12	3.95	0.51	5.59	0.72	7.90	1.02
0.10	2.70	0.45	3.82	0.64	5.40	0.90
0.08	1.68	0.39	2.38	0.56	3.36	0.78
0.06	0.91	0.33	1.29	0.46	1.82	0.66
0.04	0.38	0.25	0.44	0.36	0.76	0.50
0.02	0.07	0.16	0.12	0.12	0.18	0.12

DIAMETRO = 45cm (18") n = 0.013						
H/A	S = 0.005		S = 0.010		S = 0.020	
	Q	V	Q	V	Q	V
1.00	210.32	1.28	297.00	1.81	420.64	2.56
0.98	222.27	1.36	314.26	1.92	444.44	2.72
0.96	223.38	1.39	318.74	1.97	450.76	2.78
0.94	226.32	1.41	320.06	1.99	453.60	2.82
0.92	225.75	1.43	319.76	2.02	451.50	2.86
0.90	224.12	1.44	316.96	2.03	448.24	2.88
0.88	221.74	1.44	313.59	2.04	443.48	2.88
0.86	216.67	1.43	305.00	2.03	433.34	2.90
0.84	212.23	1.46	303.00	2.06	428.50	2.92
0.82	210.01	1.46	297.00	2.06	420.02	2.92
0.80	205.58	1.46	294.74	2.06	411.16	2.92
0.78	202.39	1.46	283.40	2.06	400.78	2.92
0.76	194.67	1.45	275.30	2.06	389.34	2.90
0.74	188.66	1.44	266.80	2.03	377.32	2.88
0.72	182.41	1.44	257.97	2.04	364.82	2.88
0.70	176.06	1.43	248.99	2.03	352.12	2.86
0.68	169.00	1.42	239.00	2.01	338.00	2.84
0.66	162.53	1.41	229.85	1.99	325.06	2.82
0.64	155.47	1.40	219.87	1.98	310.94	2.80
0.62	148.36	1.39	209.80	1.96	296.72	2.77
0.60	141.27	1.37	199.79	1.94	282.54	2.75
0.58	134.05	1.35	189.57	1.92	268.10	2.72
0.56	126.82	1.34	179.35	1.89	253.64	2.68
0.54	119.54	1.32	169.06	1.87	239.08	2.64
0.52	112.30	1.30	158.82	1.84	224.60	2.60
0.50	105.15	1.28	148.71	1.81	210.30	2.56
0.48	98.03	1.26	138.64	1.78	196.06	2.52
0.46	91.04	1.23	128.73	1.75	182.08	2.46
0.44	84.15	1.21	119.01	1.71	168.30	2.42
0.42	77.44	1.18	109.51	1.67	154.88	2.36
0.40	70.87	1.16	100.23	1.63	141.74	2.32
0.38	64.48	1.13	91.19	1.59	128.96	2.26
0.36	58.32	1.10	82.48	1.55	116.64	2.20
0.34	52.35	1.08	74.03	1.50	104.70	2.12
0.32	46.63	1.03	65.94	1.45	93.26	2.06
0.30	41.18	0.99	55.24	1.41	82.36	1.98
0.28	36.01	0.95	50.92	1.35	72.02	1.90
0.26	31.13	0.92	44.03	1.30	62.26	1.84
0.24	26.36	0.88	37.56	1.24	53.12	1.76
0.22	22.32	0.83	31.36	1.18	44.64	1.66
0.20	18.41	0.79	26.04	1.11	36.82	1.58
0.18	14.66	0.74	21.01	1.05	29.72	1.48
0.16	11.67	0.69	16.51	0.97	23.35	1.38
0.14	8.86	0.63	12.52	0.90	17.72	1.26
0.12	6.43	0.58	9.09	0.81	12.86	1.16
0.10	4.39	0.51	6.21	0.75	8.78	1.02
0.08	2.74	0.45	3.87	0.63	5.48	0.90
0.06	1.48	0.37	2.10	0.52	2.96	0.74
0.04	0.62	0.28	0.88	0.40	1.24	0.56
0.02	0.14	0.18	0.20	0.12	0.18	0.16

DIAMETRO = 60 cm(24") n = 0.013						
H/d	S = 0.008		S = 0.010		S = 0.020	
	Q	V	Q	V	Q	V
1.00	432.42	1.55	639.82	2.19	904.84	3.10
0.98	478.40	1.64	676.56	2.32	956.80	3.28
0.96	485.39	1.68	666.45	2.38	970.79	3.37
0.94	487.38	1.71	689.26	2.42	974.76	3.42
0.92	486.19	1.73	687.58	2.44	972.38	3.45
0.90	482.69	1.74	682.63	2.46	965.38	3.48
0.88	477.35	1.75	675.36	2.48	955.10	3.51
0.86	465.69	1.76	658.59	2.49	931.39	3.52
0.84	462.53	1.77	654.32	2.50	925.06	3.53
0.82	453.18	1.77	640.89	2.50	906.16	3.54
0.80	442.76	1.77	626.16	2.50	885.52	3.54
0.78	431.57	1.77	610.33	2.50	863.14	3.53
0.76	419.36	1.76	593.07	2.49	838.73	3.52
0.74	406.32	1.75	574.63	2.48	812.27	3.51
0.72	392.85	1.75	555.58	2.47	783.71	3.49
0.70	378.17	1.74	536.23	2.46	758.34	3.47
0.68	364.89	1.74	516.17	2.44	729.97	3.45
0.66	350.03	1.73	495.02	2.42	700.06	3.43
0.64	334.84	1.70	473.53	2.40	669.67	3.39
0.62	319.49	1.68	451.83	2.38	638.98	3.36
0.60	304.25	1.66	430.28	2.35	608.51	3.33
0.58	288.69	1.64	408.27	2.33	577.38	3.29
0.56	273.13	1.62	386.26	2.30	546.25	3.25
0.54	257.46	1.60	364.10	2.26	514.92	3.20
0.52	241.86	1.58	342.04	2.23	483.72	3.15
0.50	226.48	1.55	320.28	2.19	452.96	3.10
0.48	211.14	1.52	298.59	2.18	422.28	3.04
0.46	196.07	1.50	277.28	2.11	392.14	3.00
0.44	181.02	1.47	256.30	2.07	362.04	2.93
0.42	166.78	1.43	245.84	2.03	333.53	2.87
0.40	152.64	1.40	215.88	1.98	305.27	2.80
0.38	138.88	1.36	196.40	1.92	277.75	2.73
0.36	125.60	1.33	177.63	1.84	251.21	2.65
0.34	112.75	1.29	159.45	1.82	225.50	2.58
0.32	100.42	1.25	142.02	1.76	200.85	2.49
0.30	88.70	1.20	125.44	1.70	177.40	2.41
0.28	77.54	1.16	109.66	1.64	155.08	2.32
0.26	67.03	1.11	94.83	1.57	134.11	2.22
0.24	57.20	1.06	80.90	1.50	114.41	2.12
0.22	48.06	1.01	67.97	1.43	96.12	2.02
0.20	39.65	0.95	56.08	1.35	79.31	1.91
0.18	32.00	0.90	45.25	1.27	63.99	1.79
0.16	25.15	0.83	35.57	1.18	50.30	1.67
0.14	19.64	0.77	27.78	1.08	39.29	1.54
0.12	15.85	0.70	19.58	0.97	27.69	1.40
0.10	9.45	0.62	13.57	0.88	18.91	1.24
0.08	5.90	0.54	8.34	0.76	11.79	1.08
0.06	3.20	0.45	4.53	0.62	6.41	0.90
0.04	1.35	0.34	1.90	0.49	2.69	0.69
0.02	0.30	0.22	0.42	0.31	0.60	0.44

BIBLIOGRAFIA.

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

INSTALACIONES EN LOS EDIFICIOS

Charles Merrick Gay
Barcelona, Gili 1974

FONTANERIA E INSTALACIONES SANITARIAS

Guy Brigaux y Maurice Garrigou
Barcelona, Gili 1976

FONTANERIA Y SANEAMIENTO

Rodríguez Avila Mariano
Dojat 1977

PLOMERIA

Babbit - Harobt
SECCSA 1968

NATIONAL PLUMBING CODE

Vicent T. Manas
Mc. Graw Hill Book Company 1965

MANUAL HELVEX PARA INSTALACIONES

Helvex 1980

NORMAS DE INGENIERIA DE DISEÑO

Instituto Mexicano del Seguro Social
I.M.S.S.1978

APUNTES DE HIDRAULICA Y SANITARIA

Centro de Educacion Continua
U.N.A.M. 1975

PUBLICACIONES.

"HIDRO-MECANICA"

Nº 37, julio y agosto 1971

STOCKHAM DE MEXICO

Catalogo Nº 68 1978

VALVULAS PACIFIC

Catalogo "A" 1978