



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES CAMPUS ARAGON

Rojas

"ALTERNATIVAS DE MATERIALES, EMPLEADOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE INSTALACIONES HIDRAULICAS PARA USO RESIDENCIAL."

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL PRESENTA: JUAN PABLO ROJAS PERALTA

ASESOR DE TESIS: ING. LUIS VIGUERAS MUÑOZ.

MEXICO.

258625

1998.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCION

JUAN PABLO ROJAS PERALTA
PRESENTE.

En contestación a su solicitud de fecha 24 de febrero del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. LUIS POMPOSO VIGUERAS MUÑOZ pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado, "ALTERNATIVAS DE MATERIALES, EMPLEADOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS PARA USO RESIDENCIAL", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México., 27 de febrero de 1997
EL DIRECTOR


M. en C. CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO



c c p Jefe de la Unidad Académica.
c c p Jefatura de Carrera de Ingeniería Civil.
c c p Asesor de Tesis.



CCMC'AIR'IIa.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO "CAMPUS ARAGON"

**A MI MADRE:
POR TODO EL APOYO Y CONFIANZA.**

A MI HERMANA LETY

A LA MEMORIA DE MI HERMANO †MIGUEL

A MI HERMANA ANGELES, UFI Y MIS ABUELOS

**UN AGRADECIMIENTO ESPECIAL AL ING. LUIS VIGUERAS POR TODA LA PACIENCIA Y
TIEMPO DEDICADOS A ESTE TRABAJO. A CADA UNO DE LOS PROFESORES DE ESTA
INSTITUCION.**

INDICE

INTRODUCCION

	Pág.
CAP. I ANTECEDENTES.....	1
CAP. II COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DE LAS TUBERIAS	
Ecuación de continuidad.....	4
Ecuación de la energía.....	5
Ecuación del impulso y cantidad de movimiento.....	9
Conceptos generales en el cálculo de pérdidas.....	13
Perdidas por fricción.....	15
Pérdidas locales.....	17
Longitud equivalente.....	21
CAP. III CRITERIOS DE DISEÑO	
Método del Dr. Hunter.....	24
CAP. IV CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LAS TUBERIAS.	
Polivinilo de cloruro clorado (CPVC).....	34
Poliétileno reticulado.....	35
Polipropileno homopolimero.....	36
Polivinilo de cloruro (PVC).....	38
Poliétileno (PE).....	44
Cobre.....	45
Fierro galvanizado.....	50
CAP. V DISPOSITIVOS AHORRADORES DE AGUA	
Llaves mezcladoras.....	51
Aireadores.....	52
Salida economizadora.....	53
Salida para lavabo electrónica.....	53
Regaderas.....	56
Plataforma para regadera.....	56

Fluxómetros.....	58
Fluxómetro de baterías.....	60
CAP. VI ENSAMBLE DE TUBERIAS Y ACCESORIOS	
Polivinilo de cloruro (PVC).....	62
Polivinilo de cloruro clorado (CPVC).....	69
Polietileno (PE).....	69
Polipropileno homopolimero.....	70
Polietileno reticulado.....	70
Cobre.....	71
Fierro galvanizado.....	75
CAP. VII DISEÑO DE RED HIDRAULICA PARA CASA HABITACION	
(EJEMPLO).....	82
CAP. VIII RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	85
BIBLIOGRAFIA	87

INTRODUCCION

El incremento de la población en las dos últimas décadas, ha tenido como consecuencia entre otras cosas la demanda de vivienda. La adquisición de ésta se ha obstaculizado por diferentes factores, de los que sobresale el económico. Por tal motivo se ha propuesto el empleo de diferentes materiales para su construcción, que permitan otorgar viviendas a quienes lo solicitan.

En lo que se refiere a la distribución de agua fría y caliente, el material comúnmente utilizado es el cobre, limitándose el uso de tuberías de Polivinilo de cloruro (PVC) sobre todo para la distribución de agua caliente dada sus características fisicoquímicas del material. Actualmente se han mejorado las características del PVC, lográndose el uso para el flujo de agua caliente con temperaturas de hasta 82° C.

El presente trabajo recopila la teoría expuesta por diferentes autores, así como la experiencia de técnicos que se han desarrollado en el área de las instalaciones hidráulicas. El objetivo que se persigue es el presentar al lector, la teoría necesaria para el diseño de éstas, así como las alternativas en cuanto a materiales a emplear en las instalaciones, además se mencionan algunos dispositivos que permiten el uso eficiente del consumo de agua.

Resulta importante resaltar la importancia que tienen este tipo de instalaciones en el buen funcionamiento de la vivienda fig. (1).

En el primer capítulo se presenta la problemática de la vivienda en nuestro país, destacando la necesidad de proporcionarlas a un mayor número de habitantes.

En el segundo capítulo, se toca el tema correspondiente al comportamiento hidráulico de las tuberías, presentando los conceptos básicos para el diseño y buen funcionamiento de las mismas.

En el tercer capítulo se presenta el método del Dr. Hunter, partiendo de sus bases y describiendo cada uno de los pasos para el diseño de una red hidráulica.

En el capítulo cuatro se describen las alternativas de los materiales utilizados para las instalaciones hidráulicas, comentando las características de cada uno de ellos, así como sus ventajas y desventajas.

Otro de los temas que se presentan es el de los dispositivos ahorradores de agua, mencionando su funcionamiento y a su vez como contribuyen en el ahorro del agua, esto se presenta en el capítulo cinco.

En el capítulo seis se describe el proceso de ensamble de las tuberías con los materiales descritos en el capítulo cuatro.

En el séptimo capítulo se realizó un diseño de instalaciones hidráulicas para una casa habitación de dos niveles. Este diseño se realizó utilizando el método del Dr. Hunter expuesto en el tercer capítulo.

SISTEMA TÍPICO MODERNO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA Y DE DRENAJE PARA UNA CASA DE DOS PISOS

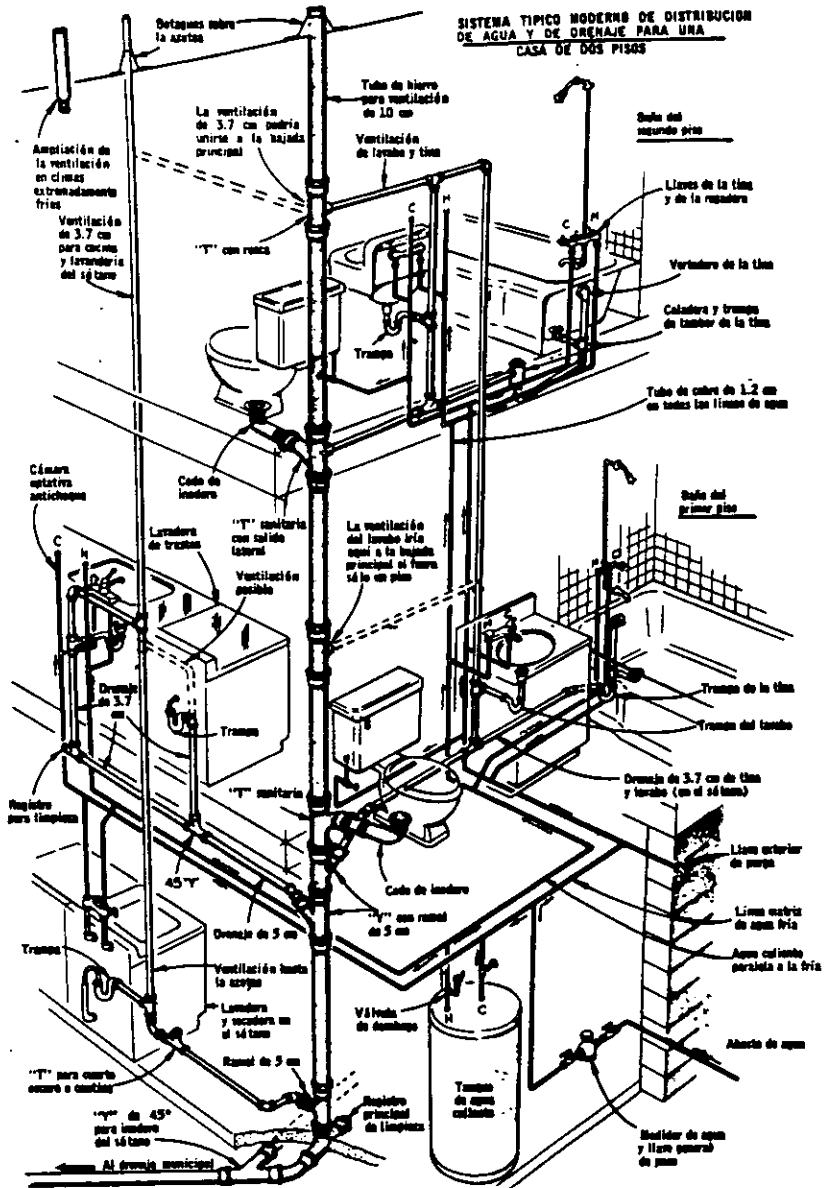


Fig. 1

CAP. I ANTECEDENTES

Para el año 2000 se espera que la población de México sea de poco menos de cien millones de personas. Entre 1995 y 2000 habrá aproximadamente 1.8 millones de nuevos habitantes por año.

El número de hogares ha aumentado rápidamente. En 1930 existían alrededor de 3.6 millones de hogares, que se incrementaron a 4.8 millones en 1960 y a 18.1 millones en 1992. En poco más de seis décadas, el número de hogares en México se multiplicó cinco veces.

La provisión de vivienda deberá adecuarse a las demandas y necesidades que plantea la cambiante estructura y el tamaño de los hogares mexicanos, lo cual exigirá el despliegue de enormes esfuerzos en materia habitacional. Al déficit acumulado de viviendas en el país, deberá añadirse la demanda que en el curso de los próximos años surgirá como resultado del arribo de un numeroso contingente de jóvenes en edad de contraer matrimonio y de formar un hogar independiente. Se estima que por este concepto, durante el periodo 1995-2000 la demanda acumulada ascenderá a poco más de cuatro millones, es decir un promedio anual de 670 mil viviendas.

Actualmente, el parque habitacional del país está compuesto por 17.8 millones de viviendas. Alrededor de 4.6 millones presentan condiciones de hacinamiento y de precariedad. Atender el rezago implica la construcción de nuevas viviendas y el mejoramiento del parque habitacional.

La generación de oferta de viviendas se enfrenta a diversos problemas, entre los que destacan: una regulación excesiva que se refleja en un complejo sistema de trámites, escasez de suelo para uso habitacional, sobre todo en ciudades medias y en las grandes urbes, acceso limitado a fuentes de financiamiento, reducida innovación tecnológica que permita el uso de

materiales regionales y prefabricados, deficiencia en los sistemas de comercialización de materiales e insumos.

Por este lado, entre los problemas que afronta la demanda destacan los altos precios de viviendas la atención crediticia insuficiente y los elevados costos que implica el proceso de titulación de la vivienda.

Algunas de las estrategias a seguir considerarán acciones como:

Autoconstrucción y mejoramiento de la vivienda rural y urbana.

Con la finalidad de ampliar la cobertura de atención a los programas de vivienda se fomentará el proceso de autogestión y se impulsarán los programas de autoconstrucción y mejoramiento de la vivienda rural. Con los sectores privado y social, se concertarán acciones y mecanismos eficientes de comercialización de materiales para construcción y vivienda de interés social.

Fomento tecnológico.

Se promoverá la innovación de técnicas y materiales utilizados en la producción de vivienda, introduciendo tecnologías y procedimientos que ofrezcan mejores resultados en calidad y precio para la edificación, con el empleo de materiales e insumos locales.

El aumento de la oferta de vivienda, así como la construcción de alta calidad y bajos costos implica la incorporación de nuevas tecnologías.

Como una contribución en cuanto a materiales se refiere, se presentan diferentes alternativas para instalaciones hidráulicas en una vivienda, llevando a cabo un análisis de las características de cada uno de ellos tomando en cuenta sus ventajas y desventajas, en su eficiencia.

Todo esto nos llevara a seleccionar el tipo de tubería así como la mejor alternativa en lo referente a la instalación y funcionalidad.

Otro aspecto a considerar es el ahorro de agua potable ya que como sabemos existen grandes problemas para el abastecimiento de agua. En este momento es de vital importancia crear conciencia en la población sobre el uso eficiente del agua, esto lleva a crear alternativas para el ahorro de agua, tal es el caso de los dispositivos ahorradores, tales como: llaves economizadoras, monomandos, regaderas, inodoros con descarga de seis litros, fregaderos, etc. Los accesorios y dispositivos que resulta interesante e importante conocer, sobre todo para aquellos técnicos interesados en el diseño de instalaciones hidráulicas.

CAPITULO II COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE LAS TUBERÍAS.

El análisis del flujo de agua en una conducción se basa en el estudio del movimiento del líquido en una conducción como si fuera una vena líquida limitada, tanto en el caso de conducciones forzadas o a presión (tuberías) por las partes rígidas de frontera, como en el caso de las conducciones abiertas (canales) en parte por paredes rígidas y en parte por la superficie libre del líquido en contacto con la atmósfera. En estas condiciones, el problema se reduce a estudiar el movimiento a lo largo de una sola dimensión (unidimensional) que corresponde a la dirección en que se produce el escurrimiento, eliminando con ello las complejidades del tratamiento tridimensional. De este modo, las variables características del escurrimiento (velocidad, gasto, presión) se representa a través de la medida de los valores que hay en los puntos de una sección transversal del conducto y las magnitudes de dichos promedios concentrados en el centro de gravedad de la sección. De este modo, hay variación de los mismos sólo en la dirección del movimiento general, aún cuando existan cambios en el área, de una sección a otra. La dirección en que ocurre la variación no es necesariamente rectilínea sino a lo largo del eje del conducto.

A continuación se establecen las ecuaciones de la hidráulica referidas al flujo unidimensional y que resultan de la aplicación de los principios fundamentales de la Física. Ellas son: la de continuidad, la de energía y la de impulso y cantidad de movimiento.

Ecuación de continuidad

Por definición, gasto (o caudal) a través de la sección transversal de un conducto es el volumen de líquido que atraviesa la sección en la unidad de tiempo. Además, siendo V la velocidad media del líquido a través de la sección y A el área de la misma, el gasto en una sección queda determinado como sigue:

$$Q = V A \quad (2.1)$$

siendo sus dimensiones: m^3 / seg , lt/seg , lt/min o lt/hr .

La ecuación de continuidad está basada en el principio de la conservación de la materia que, para el caso de un escurrimiento independiente del tiempo (o sea, del instante en que se haga el análisis) e incompresible, establece que “la cantidad neta de volumen de líquido que entre y sale en la unidad de tiempo entre dos o más secciones que limitan a una parte del conducto, vale cero”.

Este principio implica que la suma de gastos que entran sea igual a la suma de los que salen. Esto es, al considerar la definición de gasto y la ec. (2.1), resulta:

$$\sum_i VA = \sum_i VA \quad (2.2)$$

Si el conducto no tiene bifurcaciones, esta ecuación se simplificaría a la siguiente ecuación.

$$V_1 A_1 = V_2 A_2 \quad (2.3)$$

que se aplica entre dos secciones 1 y 2 cualesquiera del conducto.

Ecuación de la energía

La derivación de esta ecuación se basa en el principio de la conservación de la energía y permite calcular las diferentes transformaciones de la energía mecánica dentro del escurrimiento y las cantidades disipadas en energía calorífica que, en el caso de líquidos, no se aprovecha.

Si no se incluyen los efectos termodinámicos en el escurrimiento ni la energía mecánica desde el exterior (bomba o turbina), es posible derivar esta ecuación de movimiento –aplicable al flujo de líquidos– a partir de la segunda ley de Newton. Para ello es necesario considerar las fuerzas que se oponen al movimiento, las cuales desarrollan un

trabajo mecánico equivalente a la energía disipada al vencer dichas fuerzas.

Consideremos un tramo de un conducto de sección variable, limitado por las secciones 1 y 2 (fig. 2.1) dentro del cual escurre un líquido. Su eje queda representado por la línea que une los centros de gravedad de las secciones transversales, las cuales quedan localizadas por la coordenada curvilínea s , que mide las distancias sobre el eje del conducto. La elevación del centro de gravedad de las secciones queda definida a través del desnivel z a partir de un plano de referencia arbitrario ($z = 0$).

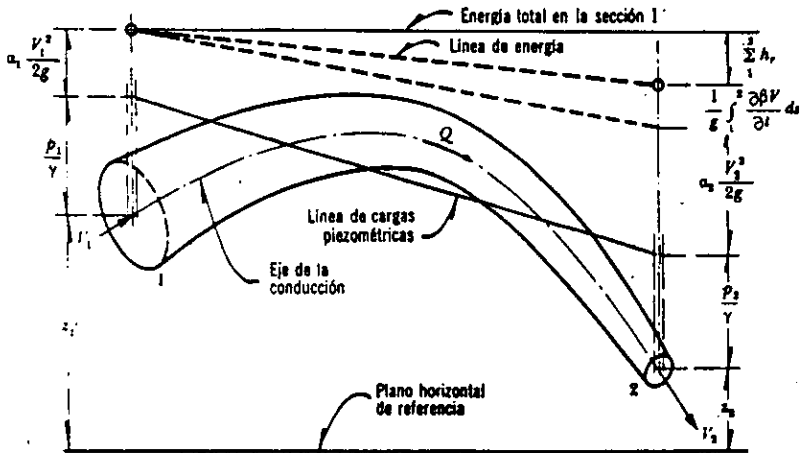


Fig. 2.1 Interpretación de la ecuación de la energía para una conducción forzada.

Para estas condiciones, se puede derivar la llamada ecuación de energía (ec. 2.4) a partir de la segunda ley de Newton. Dicha ecuación para un escurrimiento independiente del tiempo es :

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \sum_1^2 h_r \quad (2.4)$$

El análisis de cada uno de los términos de esta ecuación muestra que sus dimensiones corresponden a las de una longitud o "carga". El término z medio desde un

plano horizontal de referencia, se llama "carga de posición"; p/γ es la carga de presión; $V^2/2g$ la carga de velocidad y $\sum_1^2 hr$ "la pérdida de carga" entre las dos secciones 1 y 2, esto es, la disipación de la energía del escurrimiento entre dichas secciones.

La ec. (2.4) establece las relaciones entre las diferentes transformaciones de la energía mecánica del líquido, por unidad de peso del mismo (FL/F). La carga de posición es la energía potencial; la carga de presión es la energía correspondiente al trabajo mecánico ejecutado por las fuerzas debidas a la presión; la carga de velocidad es la energía cinética de toda la vena líquida; la pérdida de carga es la energía transformada en otro tipo de energía (transferencia de calor) que, en el caso de los líquidos, no es utilizable en el movimiento; y, finalmente, la carga correspondiente al cambio local de la velocidad es la energía utilizada para efectuar dicho cambio.

a) Si no se considera la pérdida de energía, $\sum_1^2 hr=0$ y la ec. (2.4) adopta la forma llamada ecuación de Bernoulli para una vena líquida, esto es:

$$z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} \quad (2.5)$$

b) Si $H = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}$ representa la energía por unidad de peso que tiene el líquido en una determinada sección, la cual es medida desde el plano horizontal de referencia, la ec. (2.4) se simplifica así:

$$H_1 = H_2 + \sum_1^2 hr \quad (2.6)$$

En una determinada sección la energía de un volumen γ del líquido, respecto del plano horizontal de referencia, es:

$$E = \gamma H v$$

y, por definición de energía y potencia, en esa sección ésta última vale:

$$P = \frac{dE}{dt} = \gamma H \frac{dv}{dt}$$

Además, por definición de gasto, la energía del líquido en la unidad de tiempo, esto es, su potencia, vale:

$$P = \gamma Q H \quad (2.7)$$

donde:

- γ peso específico del líquido, en kg/m^3
- H energía total respecto del plano de referencia, en m;
- Q gasto en la sección considerada, en m^3 / seg ;
- P potencia del líquido, en kg m/seg

Esto es, si se multiplican ambos miembros de la ec. (2.6) por γQ , esta ecuación se puede también en la forma:

$$P_1 = P_2 + \sum_1^2 Pr \quad (2.8)$$

Una interpretación física de cada uno de los términos de la ec. (2.4) para una conducción forzada con un escurrimiento independiente del tiempo (permanente), se muestra en la fig. 2.2 y para lo cual se pueden hacer las siguientes definiciones.

1. La línea de energía une los puntos que indican en cada sección la energía de la corriente.
2. La línea de cargas piezométricas o gradiente de cargas de presión, une los puntos que marcan en cada sección la suma de las cargas $z + (p/\gamma)$ por arriba del plano de referencia.

De acuerdo con estas definiciones, la línea de cargas piezométricas está separada de la línea de energía la distancia vertical $V^2 / 2g$ correspondiente a cada sección. Al mismo

tiempo se puede hacer las siguientes generalizaciones:

1. La línea de energía no puede ser horizontal o con inclinación ascendente en la dirección del escurrimiento, si el líquido es real y no adquiere energía adicional desde el exterior. La diferencia de nivel de la línea de energía en dos puntos distintos representa la pérdida de carga o disipación de energía por unidad de peso del líquido fluyente.
2. La línea de energía y la de cargas piezométricas coinciden y quedan al nivel de la superficie libre para un volumen de líquido en reposo (por ejemplo, un depósito o un embalse).
3. En el caso de que la línea de cargas piezométricas queden en algún tramo por debajo del eje de la vena líquida, las presiones locales en ese tramo son menores que la presión cero de referencia que se utilice (comúnmente la presión atmosférica).

Ecuación del impulso y cantidad de movimiento

Esta ecuación, para un volumen de control de flujo, se deriva de la segunda ley de Newton. Se conoce como la cantidad de movimiento de un elemento de masa M al producto de esta por su velocidad.

Consideremos la unión y separación en el espacio de un conjunto de tubos, como se muestra en la fig. 2.2, y que están referidos al sistema de ejes coordenados que se indica. La forma vectorial general de la ecuación de la cantidad de movimiento es:

$$\bar{F}_p + \bar{F}_s + \bar{F}_r = \frac{\gamma}{g} \Sigma(Q\bar{V}) \quad (2.9)$$

la cual obviamente se puede escribir a través de sus componentes según los tres ejes coordenados, a saber:

$$F_{px} + F_{sx} + F_{rx} = \frac{\gamma}{g} \Sigma(QV_x) \quad (2.9a)$$

$$F_p + F_{\sigma} + F_{\tau} = \frac{\gamma}{g} \Sigma(QV_y) \quad (2.9b)$$

$$F_{px} + F_{\sigma x} + F_{\tau x} = \frac{\gamma}{g} \Sigma(QV_x) \quad (2.9c)$$

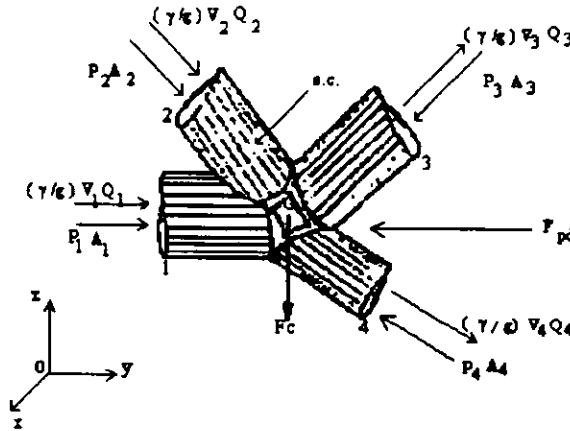


Fig. 2.2 Aplicación de la ecuación del impulso y cantidad de movimiento.

Para aplicar esta ecuación conviene observar los siguientes pasos:

- Se elige el volumen de control con la amplitud que tenga interés en el estudio y se trata como un cuerpo libre; dicho volumen debe estar completamente lleno de líquido.
- Las fuerzas de superficie F_p y F_c se consideran acciones debidas a la presión y esfuerzo cortante, respectivamente, que se aplican desde el exterior hacia el VC (las acciones del líquido sobre sus fronteras son iguales pero de sentido opuesto). Por lo que respecta a las fuerzas de presión éstas pueden ser de tipo estático y dinámico y, en ocasiones, conviene separarlas en la forma:

$$\vec{F}_p = \vec{F}_{ps} + \vec{F}_{pd}$$

Las fuerzas debidas al esfuerzo cortante se consideran como la acción de la fricción desde la frontera hacia el líquido y, en ocasiones, puede ser difícil evaluarlas.

c) Las fuerzas de cuerpo \vec{F}_c pueden ser de cualquier tipo pero, en general, serán fuerzas debidas al peso del volumen de control y aplicadas en su centro de gravedad.

d) \vec{V} representa el vector velocidad media del gasto Q que atraviesa una cierta porción de la superficie de control; se considera aplicado en el centro de gravedad y en la dirección normal a las porciones del área de la SC. De esta manera, cada producto $Q\vec{V}$ que integran el término $\Sigma(Q\vec{V})$ de la ec. (2.9) será un vector con la misma dirección que \vec{V} y con el sentido que lleva el flujo al pasar sobre la porción del área analizada. Además del signo que les corresponda en la suma, según la dirección y sentido de \vec{V} , se deberá afectar cada término con un signo; positivo si el gasto sale del volumen de control y negativo en caso contrario.

Si se elige un volumen de control suficientemente reducido como para despreciar las pérdidas de energía, es posible despreciar también las fuerzas de resistencia al flujo debidas al esfuerzo cortante, \vec{F}_f .

De acuerdo con los pasos antes señalados, en la fig. 2.2 se indican las diferentes fuerzas que intervienen en el análisis. Al delimitar el volumen de control VC (o cuerpo libre) como se muestra en la figura, las porciones de superficie SC (S.C. encierra al VC) a través de las cuales entra o sale líquido son las secciones transversales 1,2,3 y 4 de los tubos que integran el sistema. Sobre dichas secciones y en la dirección del eje del tubo se producen las fuerzas de superficie del tipo estático $p_i A_i$ como acciones del líquido que se encuentra fuera del volumen de control analizado (p , presión y A área del tubo) y siempre dirigidos hacia el interior del volumen. De esta manera, $p_1 A_1$ y $p_2 A_2$ coinciden en dirección con la del flujo para estos tubos, en cambio: $p_3 A_3$ y $p_4 A_4$ tienen dirección contraria a la de flujo por estos tubos. La resultante de las fuerzas de superficie de tipo dinámico producidos sobre el resto de la superficie S.C. se representa por \vec{F}_{ps} ; normalmente se desconoce y equivale a la acción que ejerce la pared del tubo para forzar al movimiento del líquido en las condiciones señaladas. Se ha despreciado la fuerza de resistencia al escurrimiento \vec{F}_f . La fuerza de

cuerpo \bar{F}_c es la correspondiente al peso del líquido encerrado por el volumen analizada y tendrá siempre la dirección vertical. Finalmente los vectores $\frac{\gamma}{g} Q_i \bar{V}_i$ son las cantidades de movimiento del líquido que escurre por los diferentes tubos, teniendo cada uno de ellos el signo que les corresponda, de acuerdo con lo señalado en el paso d.

De esta manera, tomando en consideración lo antes expuesto, las ecs. (2.9) aplicadas al sistema de tubos de la fig.2.2 se convierte en las siguientes:

$$\begin{aligned} (p_1 A_1)_x + (p_2 A_2)_x + (p_3 + A_3)_x + (p_4 A_4)_x + (F_{pd})_x &= \frac{\gamma}{g} [(V_3 Q_3)_x + (V_4 Q_4)_x - (V_1 Q_1)_x - (V_2 Q_2)_x] \\ (p_2 A_2)_y + (p_2 A_2)_y + (p_3 + A_3)_y + (p_4 A_4)_y + (F_{pd})_y &= \frac{\gamma}{g} [(V_3 Q_3)_y + (V_4 Q_4)_y - (V_1 Q_1)_y - (V_2 Q_2)_y] \\ (p_2 A_2)_z + (p_2 A_2)_z + (p_3 + A_3)_z + (p_4 A_4)_z + (F_{pd})_z + F_c &= \frac{\gamma}{g} [(V_3 Q_3)_z + (V_4 Q_4)_z - (V_1 Q_1)_z - (V_2 Q_2)_z] \end{aligned}$$

En estas ecuaciones se deberán considerar los signos correspondientes a la suma algebraica de las proyecciones de los vectores sobre cada uno de los ejes; esto es, positivos si son en la dirección positiva de los ejes y negativos en caso contrario. Esto también vale para proyecciones de los vectores de cantidad de movimiento, independientemente de los signos ya adoptados por lo que se refiere a lo señalado en el paso d.

Sobre la aplicación de las ecuaciones de energía y de la cantidad de movimiento.

Las ecuaciones de la energía y de la cantidad de movimiento se aplica de manera diferente y, si se hace correctamente, ellas describirán un flujo con idénticos grados de exactitud. Sus principales diferencias se encuentran en su estructura: mientras la ecuación de la cantidad de movimiento es vectorial y engloba fuerzas totales y condiciones externas –sin tomar en cuenta los cambios internos de energía– la ecuación de la energía es por el

contrario escalar y toma en cuenta los cambios internos de energía y no las fuerzas totales y condiciones externas.

En muchos casos, una de las dos ecuaciones es suficiente para el análisis de un problema; la elección entre ellas depende que sean las fuerzas totales o la energía de flujo la que se necesita en la solución. En otros casos, por el contrario, la naturaleza, del problema es tal que resulta necesario usar las dos ecuaciones simultáneamente para estudiar la solución completa.

En general, cualquiera que sea el sistema de ecuaciones por usar, éste se deberá plantear entre secciones finales de frontera perfectamente definidas, es decir, entre aquellas secciones de la conducción es las que se conozcan con exactitud los valores de la energía de posición, de presión y de velocidad y, por lo mismo, la energía total.

Estas secciones son las siguientes.

- a) La superficie libre del líquido, en un recipiente al cual se conecta el conducto.
- b) La sección final de un chorro descargado por un chiflón a las condiciones atmosféricas (o dentro de un espacio lleno de gas a presión constante).
- c) Secciones intermedias de una conducción a las cuales confluyen o se bifurcan ramales, donde la energía sea común para todas las ramas.

Conceptos generales en el cálculo de pérdidas

En tuberías largas la pérdida por fricción es muy importante y ha sido objeto de investigaciones teórico experimentales para llegar a soluciones satisfactorias de fácil aplicación. El número de Reynolds es un parámetro que juega un papel importante en la evaluación de las pérdidas en un tubo; en el caso de un tubo cilíndrico se define como sigue:

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

Donde V es la velocidad en el tubo (en cm/seg), D el diámetro del mismo (en cm) y ν la viscosidad del agua (en cm^2/seg .) que es una función de la temperatura de la misma, de acuerdo con los siguientes valores.

Tem. °C	0	5	10	15	20	25	30	35	40
ν en cm^2/seg .	0.0178	0.015	0.0132	0.0114	0.0101	0.009	0.008	0.0072	0.0066

Cuando la superficie de la pared de un tubo se amplifica, observamos que está formada por irregularidades o asperezas de diferentes alturas y con distribución irregular o aleatoria. Dicha característica es difícil de definir científicamente pues depende de factores como la altura media de las irregularidades de la superficie, la variación de la altura efectiva respecto de la altura media, la forma y distribución geométrica, la distancia entre dos irregularidades vecinas, etc.

Puesto que prácticamente es imposible tomar en consideración todos estos factores, se admite que la rugosidad puede expresarse por la altura media de las asperezas (rugosidad absoluta), como un promedio obtenido del resultado de un cálculo con las características del flujo, más no propiamente por el obtenido como la media de las alturas determinadas físicamente de la pared, en cada tubo. Es más importante la relación que la rugosidad absoluta guarda con el diámetro del tubo, esto es, la relación e/D que se conoce como rugosidad relativa.

Existen tubos, como los de asbesto-cemento, cuya rugosidad es de forma ondulada y que se comportan hidráulicamente como si fueran tubos lisos (vidrio o plástico).

Tres conceptos geométricos de la sección de una conducción hidráulica, muy importantes en el cálculo de las pérdidas de fricción son las siguientes: Área hidráulica A , es decir, el área de a sección transversal ocupada por el líquido dentro del tubo. Perímetro mojado P , que es el perímetro de la sección transversal del tubo en e que hay contacto del líquido con la pared. Radio hidráulico R_h , o sea la relación entre el área hidráulica y el perímetro mojado de la sección ($R_h = A/P$)

Pérdidas por fricción

Para un flujo permanente, en un tubo de diámetro constante, la línea de cargas piezométricas es paralela a la línea de energía e inclinada a la dirección del movimiento. En 1850, Darcy, Weisbach y otros, dedujeron experimentalmente una fórmula para calcular en un tubo la pérdida por fricción:

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g} \quad (2.10a)$$

Donde

- f factor de fricción, sin dimensiones
- g aceleración de la gravedad en m/seg^2
- h_f pérdida por fricción, en m;
- D diámetro del tubo, en m;
- L longitud del tubo, en m;
- V velocidad media, en m/seg

El factor de fricción es función de la rugosidad ϵ y del número de Reynolds Re en el tubo, esto es:

$$f = f(\epsilon, Re)$$

Si S_f representa la relación entre la pérdida de energía y la longitud del tubo en que ésta ocurre (pendiente de fricción), la ec. (2.10a) también es :

$$S_f = \frac{h_f}{L} = \frac{f V^2}{D 2g} \quad (2.10b)$$

Con base en los resultados de diferentes investigadores, Moody preparó el diagrama universal, que lleva su nombre, para determinar el factor de fricción f en tuberías de rugosidad comercial (fig. 2.3), en función del número de Reynolds en el tubo. La observación de dicho diagrama permite corroborar los siguientes puntos importantes:

- a) Dentro del intervalo $Re < 2300$ para flujo laminar, f depende exclusivamente del número de Reynolds y no de la rugosidad del tubo; sigue la ley general: $f = 64/Re$.
- b) Existe una zona crítica entre $Re = 2300$ y $Re = 3500$ donde no se obtuvieron resultados confiables. Con $Re = 3500$ se inicia una zona de transición entre flujo laminar y flujo turbulento, sin poder establecer una ley general de variación. Dentro de esta zona, f depende, tanto de Re , como de ϵ/D .

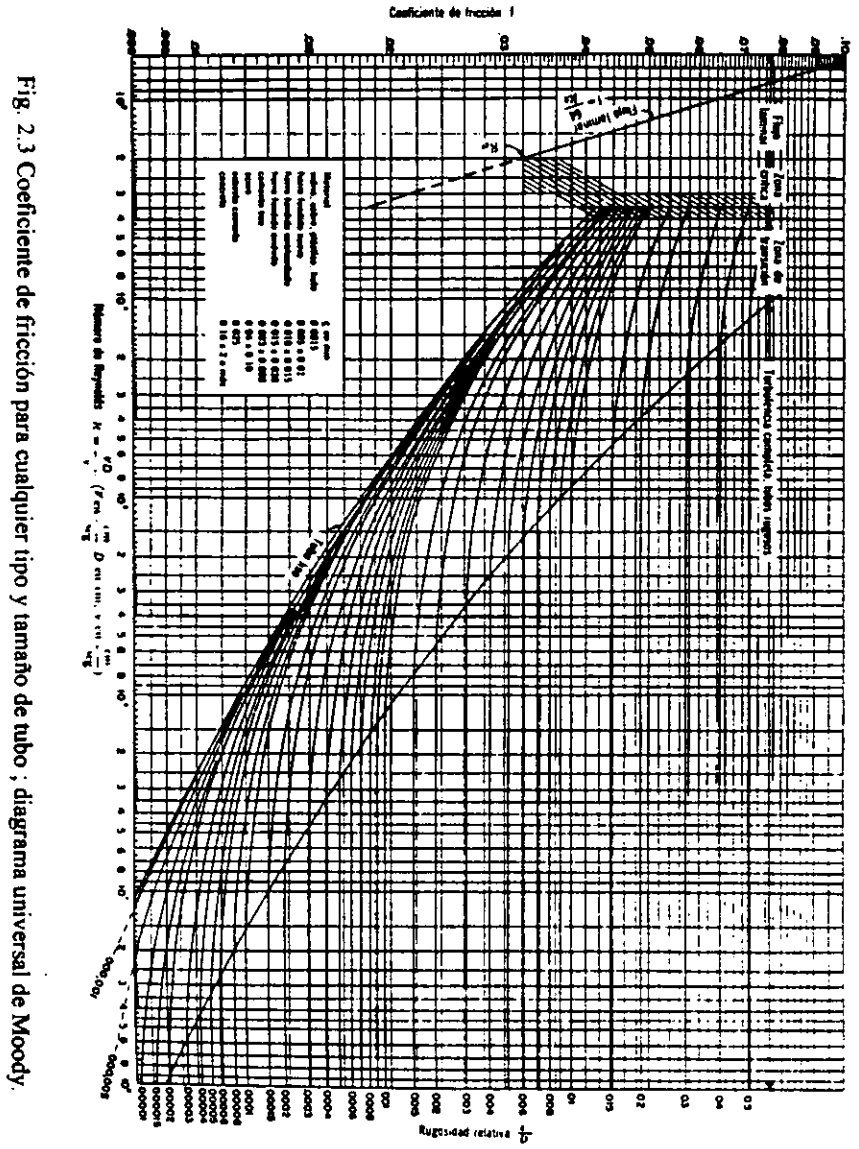


Fig. 2.3 Coeficiente de fricción para cualquier tipo y tamaño de tubo ; diagrama universal de Moody.

- c) De acuerdo con el valor de ϵ/D , la zona turbulenta se inicia con diferentes valores de Re ; es decir, que el número de Reynolds, como límite superior para la zona de transición, depende de la rugosidad de tubo.
- d) Dentro de la zona turbulenta, esto es para número de Reynolds grandes, f es independiente de Re y varía exclusivamente con la rugosidad relativa ϵ/D . De acuerdo con la fórmula de Darcy-Weisbach, ello significa que f depende del cuadro de la velocidad.

La precisión en el uso del diagrama universal de Moody depende de la selección de ϵ , según el material de que está construido el tubo. En la tabla 2.1 se presentan los valores de ϵ para tubos comerciales y, en la fig. 2.4, los valores de la rugosidad relativa ϵ/D para los materiales más comunes.

Pérdidas locales

Formula general

Las tuberías de conducción que se utilizan en la práctica están compuestas, generalmente, por tramos rectos y curvos para ajustarse a los accidentes topográficos del terreno, así como a los cambios que se presentan en la geometría de la sección y de los distintos dispositivos para el control de las descargas (válvulas y compuertas). Estos cambios originan pérdidas de energía distintas a las de fricción, localizadas en el sitio mismo del cambio de geometría o de la alteración del flujo. Tal tipo de pérdida se conoce como pérdida local. Su magnitud se expresa como una fracción de la carga de velocidad, inmediatamente aguas abajo del sitio donde se produjo la pérdida; la fórmula general de la pérdida local es:

$$h = K \frac{V^2}{2g} \quad (2.11)$$

donde

h pérdida de energía, en m;

K coeficiente sin dimensiones que depende del tipo de pérdida que se trate, del número de Reynolds y de la rugosidad del tubo;

$V^2/2g$ la carga de velocidad, aguas abajo, de la zona de alteración del flujo (salvo aclaración en contrario) en m.

TABLA 2.1 Rugosidad absoluta ϵ en tubos comerciales

<i>Material</i>	<i>ϵ, en mm</i>	
<i>Tubos lisos</i>		
De vidrio, cobre, latón, madera (bien cepillada), acero nuevo soldado y con una mano interior de pintura; tubos de acero de precisión sin costura, serpentines industriales, plástico, hule	0.0015	
Tubos industriales de latón	0.025	
Tubos de madera	0.2	a 1
Hierro forjado	0.05	
Hierro fundido nuevo	0.25	
Hierro fundido, con protección interior de asfalto	0.12	
Hierro fundido oxidado	1	a 1.5
Hierro fundido, con incrustaciones	1.5	a 3
Hierro fundido, centrifugado	0.05	
Hierro fundido nuevo, con bridas o juntas de macho y campana	0.15	a 0.3
Hierro fundido usado, con bridas o juntas de macho y campana	2	a 3.5
Hierro fundido para agua potable, con bastantes incrustaciones y diámetro de 50 a 125 mm	1	a 4
Hierro galvanizado	0.15	
Acero rolado, nuevo	0.05	
Acero laminado, nuevo	0.04	a 0.1
Acero laminado con protección interior de asfalto	0.05	
<i>Tubos de acero soldado de calidad normal</i>		
Nuevo	0.05	a 0.10
Limpiado después de mucho uso	0.15	a 0.20
Moderadamente oxidado, con pocas incrustaciones	0.4	
Con muchas incrustaciones	3	
Con remaches transversales, en buen estado	0.1	
Con costura longitudinal y una línea transversal de remaches en cada junta, o bien laqueado interiormente	0.3	a 0.4
Con líneas transversales de remaches, sencilla o doble; o tubos remachados con doble hilera longitudinal de remaches e hilera transversal sencilla, sin incrustaciones	0.6	a 0.7
Acero soldado, con una hilera transversal sencilla de pernos en cada junta, laqueado interior, sin oxidaciones, con circulación de agua turbia	1	

TABLA 2.1 (Continuación)

<i>Material</i>	<i>e, en mm</i>	
Acero soldado, con doble hilera transversal de pernos, agua turbia, tuberías remachadas con doble costura longitudinal de remaches y transversal sencilla, interior asfaltado o laqueado	1.2	a 1.3
Acero soldado, con costura doble de remaches transversales, muy oxidado. Acero remachado, de cuatro a seis filas longitudinales de remaches, con mucho tiempo de servicio	2	
<i>Tubos remachados, con filas longitudinales y transversales</i>		
a) Espesor de lámina < 5 mm	0.65	
b) Espesor de lámina de 5 a 12 mm	1.95	
c) Espesor de lámina > 12 mm, o entre 6 y 12 mm, si las hileras de pernos tienen cubrejuntas	3	
d) Espesor de lámina > 12 mm con cubrejuntas	5.5	
Tubos remachados, con cuatro filas transversales y seis longitudinales con cubrejuntas interiores	4	
Asbesto-cemento nuevo	0.025	
Asbesto-cemento, con protección interior de asfalto	0.0015	
Concreto centrifugado, nuevo	0.16	
Concreto centrifugado, con protección bituminosa	0.0015 a	0.125
Concreto en galerías, colado con cimbra normal de madera	1	a 2
Concreto en galerías, colado con cimbra rugosa de madera	10	
Concreto armado en tubos y galerías, con acabado interior cuidadosamente terminado a mano	0.01	
Concreto de acabado liso	0.025	
Conductos de concreto armado, con acabado liso y varios años de servicio	0.2	a 0.3
Concreto alisado interiormente con cemento	0.25	
Galerías con acabado interior de cemento	1.5	a 1.6
Concreto con acabado normal	1	a 3
Concreto con acabado rugoso	10	
Cemento liso	0.3	a 0.8
Cemento no pulido	1	a 2
Concreto presforzado Freyssinet	0.04	
Concreto presforzado Bona y Socoman	0.25	
Mampostería de piedra, bien junteada	1.2	a 2.5
Mampostería de piedra rugosa, sin juntear	8	a 15
Mampostería de piedra, mal acabada	1.5	a 3

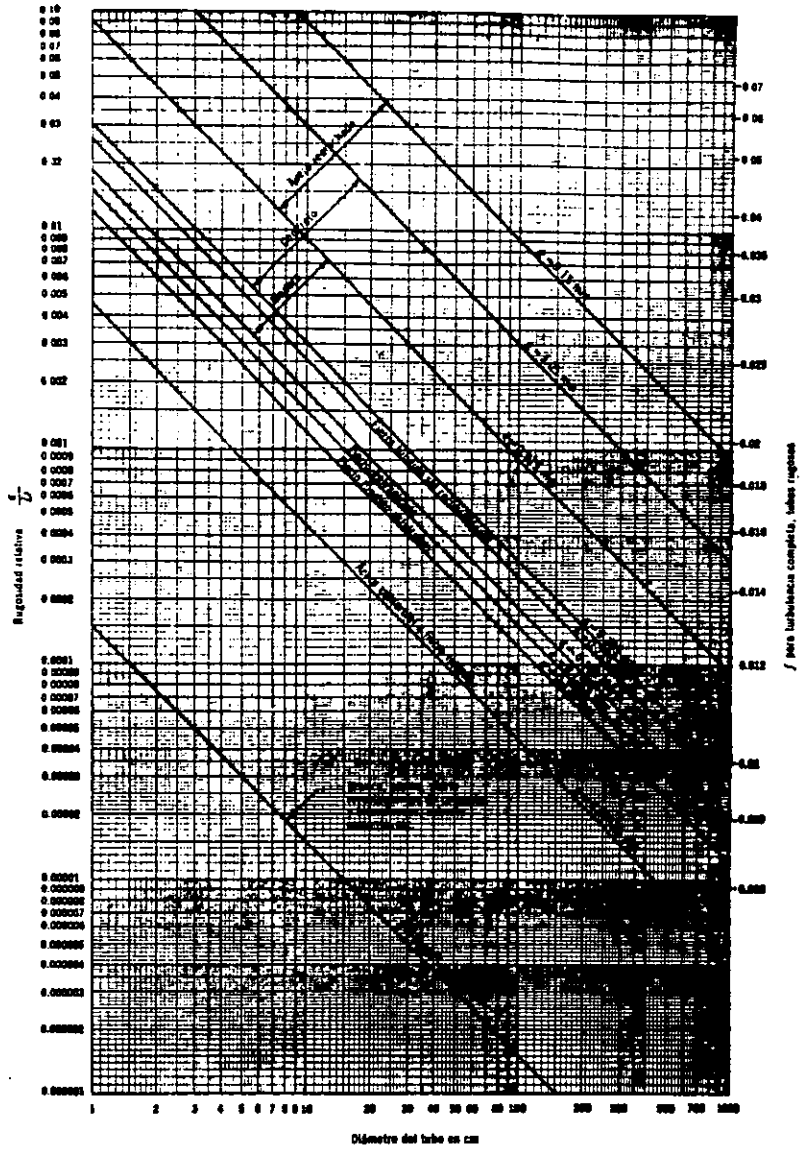


Fig. 2.4 Rugosidad relativa para tubos nuevos limpios

Longitud equivalente

La longitud equivalente se considera que cuando una tubería que comprende diversas piezas especiales y otras características, bajo el punto de vista de pérdidas de carga, equivale a una tubería rectilínea de mayor extensión. En esta simple idea se basa un nuevo método para la consideración de las pérdidas locales.

Consiste en sumar a la extensión del tubo, para simple efecto de cálculo, extensiones tales que correspondan a la misma pérdida de carga que causarían las piezas especiales existentes en la tubería. A cada pieza especial corresponde una cierta extensión ficticia y adicional. Teniéndose en consideración todas las piezas especiales y demás causas de pérdidas se llega a una extensión virtual de tubería.

Las tablas 2.2 y 2.3 contienen valores para las extensiones ficticias correspondientes a las piezas más frecuentes en las tuberías.

TABLA 2.2
LONGITUDES EQUIVALENTES DE CONEXIONES EN METROS















DIAMETRO NOMINAL		CODO DE 45°	CODO DE 90° STANDARD	CODO DE 90° RADIO GRANDE	TEE	TEE	TUERCA DE UNION	COPLÉ
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	1.26	0.42	0.42
25	1	0.42	0.90	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	6.06	6.06	18.19	6.06	6.06

TABLA 2.3
LONGITUDES EQUIVALENTES DE VALVULAS EN METROS

DIAMETRO NOMINAL	VALVULA COMPUERTA	VALVULA DE GLOBO				V A L V U L A D E				VALVULA DE MACHO
		ASIENTO SIN GUIA	ASIENTO CON GUIA	HORIZONTAL DE CHARRELA	TIPO GLOBO SIN GUIA	"CHECK"	TIPO GLOBO CON GUIA			
mm	Pulg									
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	9.06	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	43.59	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	34.46	86.53	114.53	4.58		
300	12	3.94	103.10	136.45	40.94	103.10	136.45	5.46		

CAPITULO III. CRITERIOS DE DISEÑO.

METODO DEL DR. HUNTER

Dado la variedad de muebles sanitarios existentes en una instalación, como pueden ser inodoros (WC), lavabos, tinas, regaderas, fregaderos, etc. , así como también la variedad de accesorios que los alimentan, como son llaves, tanques o valvulas de fluxómetros, etc. , se requiró establecer cierta comparación entre los gastos que pueden abastecer a dichos muebles para fijar valores equivalentes y poder así determinar la cantidad de agua necesaria para cada mueble sanitario.

Fue el Dr. B. Hunter quien después de varias experiencias y la aplicación de la teoría de la probabilidad, determinó un método práctico para la determinación de gastos en las tuberías en edificaciones.

Hunter asumió que la operación de las instalaciones principales de un sistema, puede ser considerada como un evento aleatorio, por lo que la utilización de los muebles sanitarios y su tiempo de operación podía analizarse con apoyo en la teoría de las probabilidades. Así, Hunter estimo las frecuencias máximas de uso de los muebles que forman una instalación hidrosanitaria basando sus resultados en mediciones hechas en hoteles y edificios de departamentos, y a la vez, teniendo como objetivo determinar el gasto que deberá ser conducido por las tuberías de un sistema de distribución si éste debe rendir un servicio "satisfactorio", definiendo Hunter como servicio satisfactorio cuando el sistema está dimensionado de tal forma que el gasto demandado por un número "m" del total de muebles "n" es suministrado cuando los "m" muebles están funcionando simultáneamente.

El procedimiento deducido con fundamento en la teoría de las probabilidades era muy complicado, por lo que Hunter ideo un método simple que dio resultados aproximados satisfactorios. Así creo "Factores de carga de instalaciones" (unidades mueble), asignándole un valor de 10 a un inodoro de fluxómetro con un tiempo de operación de nueve segundos, un gasto promedio de 1.7 l.p.s y un intervalo de operación de 5 minutos, y de éste partió

para asignarle número de “unidades mueble” a los demás muebles sanitarios (ver tabla No. 3.1).

Así trazó las curvas correspondientes a inodoros cuando éstos eran operados por válvulas de fluxómetro y tanque, mostrándose en éstas, en el eje de las abscisas, el número de unidades mueble, y en el de las ordenadas, el gasto correspondiente que incluye la probabilidad de uso simultáneo y que representa el gasto máximo instantáneo probable, (ver figuras No. 3.11 y 3.12); éstos han sido tabulados en la tabla 3.2.

Para la aplicación del método, se deberá definir el trazo de las líneas alimentadoras debiéndose tomar en cuenta para la definición de estas líneas los siguientes puntos:

- La trayectoria será, hasta donde sea posible, paralela a los ejes principales de las construcciones.

Hecho el trazo de las líneas y columnas de alimentación desde el origen de abastecimiento (tinacos, tanque elevado, bombeo, etc.), se empieza a asignar las unidades mueble de acuerdo con la tabla 3.1; estas unidades primero se van acumulando desde los puntos más alejados de ese origen hacia las columnas alimentadoras, y posteriormente sobre éstas y siempre avanzando hacia dicho punto, obteniéndose así el total de unidades mueble correspondiente al gasto que deberá ser suministrado desde cualquiera de las estructuras citadas (según haya sido la elección para la edificación que se analice).

Se denominan líneas y columnas de alimentación, respectivamente, a las tuberías horizontales y verticales que permiten conducir el agua hasta los diferentes núcleos de demanda dentro de las edificaciones.

Una red de distribución se llama al conjunto de tuberías que dentro de los núcleos de servicio alimentan a un mueble sanitario.

Debe tomarse en cuenta que entre más muebles existan, la probabilidad de que todos estén trabajando al mismo tiempo disminuye, por lo que no se deberán sumar los gastos que converjan a un ramal o línea alimentadora, sino que deberán sumar las unidades mueble y con este resultado obtener el gasto en este tramo.

TABLA 3.1
EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO

DIAMETRO PROPIO(mm)	MUEBLE	SERVICIO	CONTROL (U.M.)
25 ó 32 mm.	EXCUSADO	PUBLICO	VALVULA 10
13	EXCUSADO	PUBLICO	TANQUE 5
13	FREGADERO	HOTEL REST.	LLAVE 4
13	LAVABO	PUBLICO	LLAVE 2
19 ó 25	MIGITORIO PARED	PUBLICO	VALVULA 5
13	MIGITORIO PARED	PUBLICO	TANQUE 3
13	REGADERA	PUBLICO	MEZCALTORA 4
13	TINA	PUBLICO	LLAVE 4
13	VERTEDERO	OFICINA ETC.	LLAVE 5
25	EXCUSADO	PRIVADO	VALVULA 6
13	EXCUSADO	PRIVADO	TANQUE 3
13	FREGADERO	PRIVADO	LLAVE 2
--	GRUPO BAÑO	PRIVADO	EXC.VALV. 8
--	GRUPO BAÑO	PRIVADO	EXC.TANQ. 6
13	LAVABO	PRIVADO	LLAVE 1
13	LAVADERO	PRIVADO	LLAVE 3
13	REGADERA	PRIVADO	MEZCLADORA 2
13	TINA	PRIVADO	MEZCLADORA 2
	BIDET	PRIVADO	LLAVE 1

TABLA 3.2 CONVERSION DE UNIDADES MUEBLE A LITROS POR SEGUNDO.

GASTO (L.P.S.)	UNIDADES MUEBLE		GASTO (L.P.S.)	UNIDADES MUEBLE		GASTO (L.P.S.)	UNIDADES MUEBLE	
	TANQUE	FLUXO- METRO.		TANQUE	FLUXO- METRO.		TANQUE	FLUXO- METRO.
0.063	0	-	2.77	103	35	8.83	585	490
0.13	1	-	2.84	107	37	9.14	611	521
0.19	3	-	2.90	111	39	9.46	638	559
0.25	4	-	2.96	115	42	9.77	665	596
0.32	6	-	3.03	119	44	10.09	692	631
0.38	7	-	3.09	123	46	10.40	719	666
0.44	8	-	3.15	127	48	10.72	748	700
0.50	10	-	3.22	130	50	11.04	778	739
0.57	12	-	3.28	135	52	11.35	809	775
0.63	13	-	3.34	141	54	11.67	840	811
0.69	15	-	3.41	146	57	11.99	874	850
0.76	16	-	3.47	151	60	12.62	945	931
0.82	18	-	3.53	155	63	13.25	1018	1009
0.88	20	-	3.60	160	66	13.88	1091	1091
0.95	21	-	3.66	165	69	14.51	1173	1173
1.01	23	-	3.72	170	73	15.14	1254	1254
1.07	24	-	3.78	175	76	15.77	1335	1335
1.13	26	-	3.91	185	82	16.40	1418	1418
1.20	28	-	4.04	195	88	17.03	1500	1500
1.26	30	-	4.16	205	95	17.66	2583	2583
1.32	32	-	4.29	215	102	18.29	1668	1668
1.39	34	5	4.42	225	108	18.92	1755	1755
1.45	36	6	4.54	236	116	19.55	1845	1845
1.51	39	7	4.67	245	124	20.19	1926	1926
1.58	42	8	4.79	254	132	20.82	2018	2018
1.64	44	9	4.92	264	140	21.45	2110	2110
1.70	46	10	5.05	275	148	22.08	2204	2204
1.77	49	11	5.17	284	158	22.71	2298	2298
1.83	51	12	5.30	294	168	23.34	2388	2388
1.89	54	13	5.43	305	176	23.97	2480	2480
1.95	56	14	5.55	315	186	24.60	2575	2575
2.02	58	15	5.68	326	195	25.23	2670	2670
2.08	60	16	5.80	337	205	25.86	2765	2765
2.14	63	18	5.93	348	214	26.49	2862	2862
2.21	66	20	6.06	359	223	27.13	2960	2960
2.27	69	21	6.18	370	234	27.76	3060	3060
2.33	74	23	6.31	380	245	28.39	3150	3150
2.40	78	25	6.62	406	270	31.54	3620	3620
2.46	83	26	6.94	431	295	34.70	4070	4070
2.52	86	28	7.25	455	329	37.85	4480	4480
2.59	90	30	7.57	479	365	44.15	5380	5380
2.65	95	31	7.89	506	396	50.47	6280	6280
2.71	99	33	8.20	533	430	56.77	7280	7280
			8.52	559	460	63.08	8300	8300

- 1- EXCUSADOS CON VALVULA
- 2- EXCUSADOS CON TANQUE

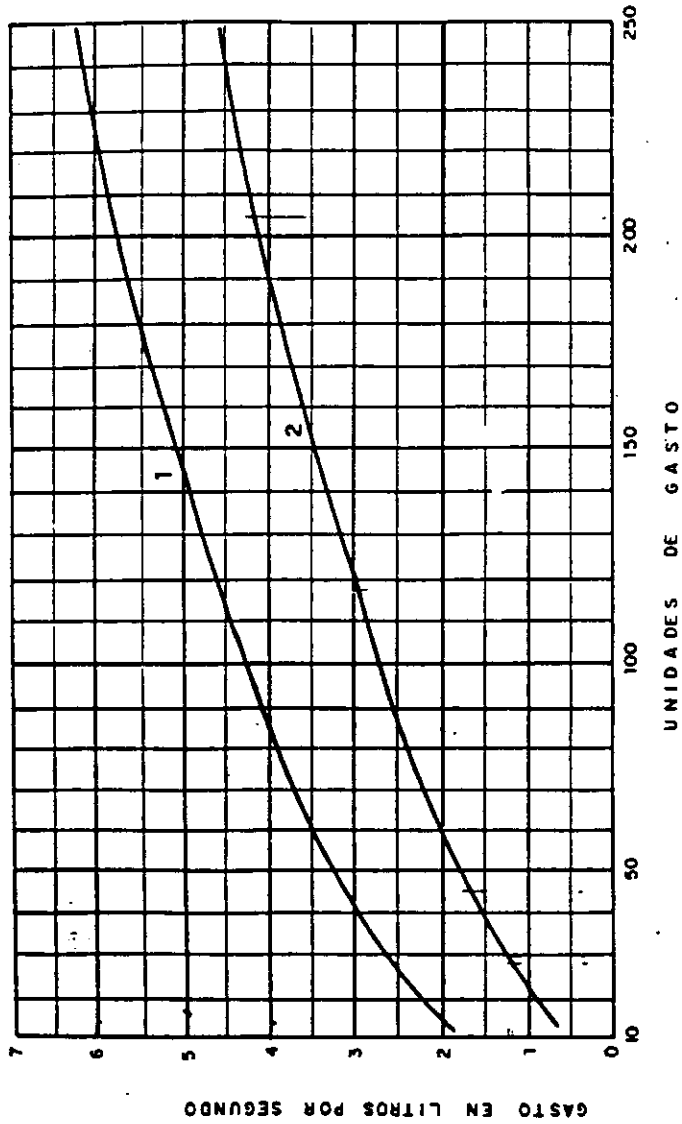


FIG3.11 CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER (PEQUEÑOS GASTOS)

- 1- EXCUSADOS CON VALVULA
- 2- EXCUSADOS DE TANQUE

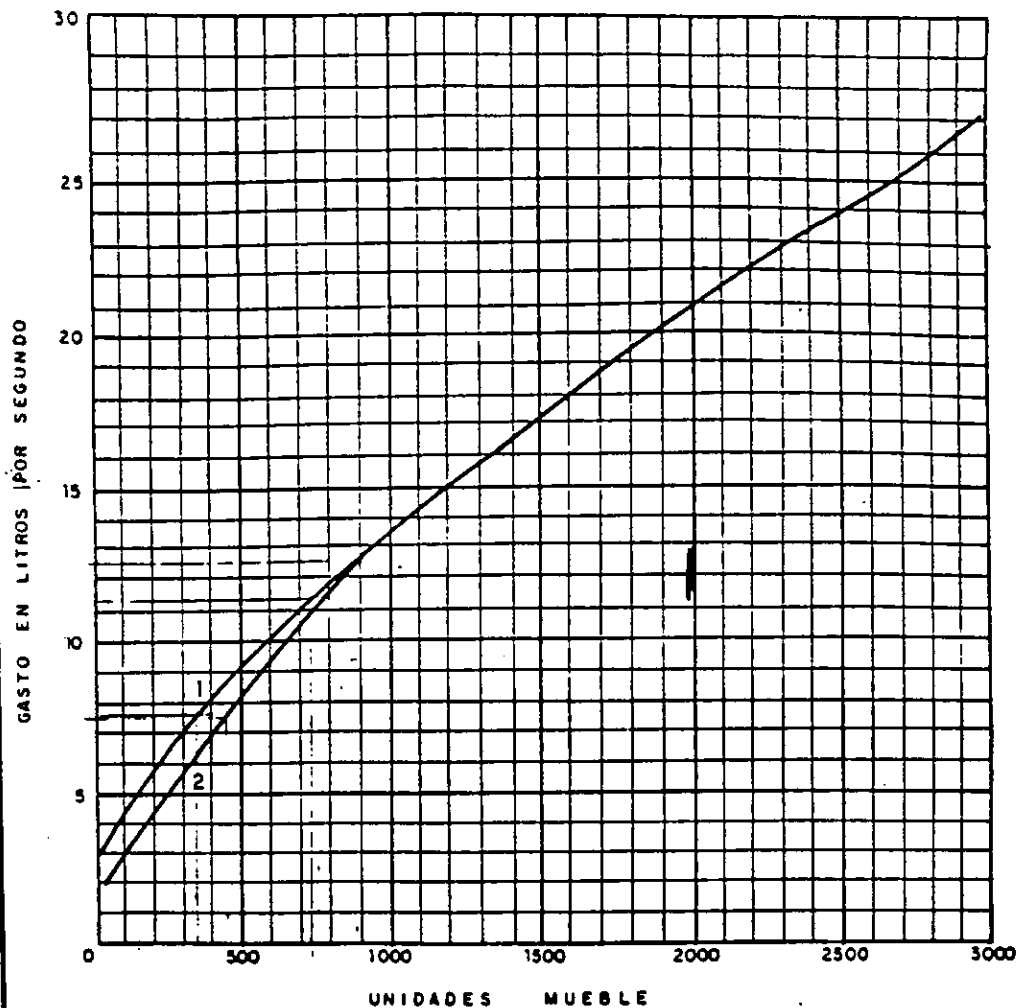


FIG.3.12 CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER (GRANDES GASTOS)

La velocidad es una de las condiciones importantes para el cálculo de las tuberías y la conducción del agua, y se recomienda para el correcto funcionamiento de los accesorios y muebles sanitarios velocidad mínima de 0.7 m/s para evitar sedimentaciones y máxima de 3.0 m/s con objeto de evitar ruidos, vibraciones y reducir el efecto de golpes de ariete

Una que se proponen los sitios por donde bajarán las columnas de alimentación para cada uno de los servicios sanitarios se procede a identificar para cada columna y el mueble y por nivel, la trayectoria entre el punto de conexiones de la columna y el mueble sanitario más lejano y/o más alto con respecto a dicho punto.

Localizada esta trayectoria y teniendo en cuenta que la carga de operación de cada mueble a utilizar equivale a 3.5 metros de columna de agua (0.35 kg/m^2), se efectúa el análisis de dicha trayectoria hasta la conexión en la columna de suministro con objeto de determinar la energía necesaria en los puntos de derivación hacia otro equipo de estos.

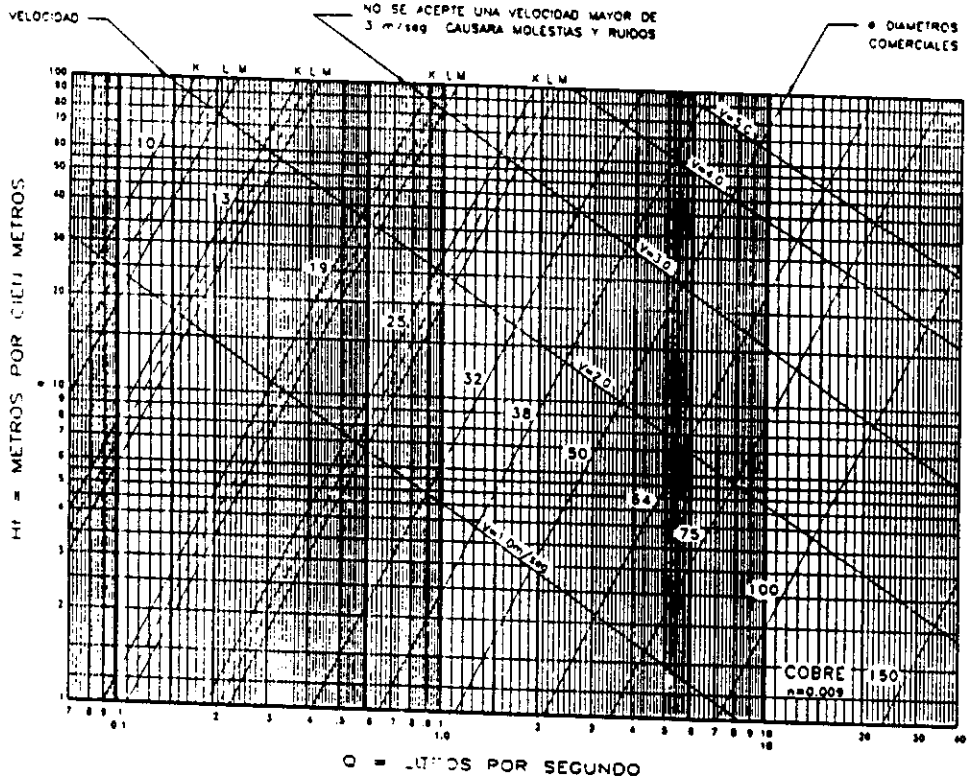
Para conocer las condiciones requeridas en una derivación aguas arriba de la salida del mueble considerado, se describirá la tubería y las piezas que se localizan entre el punto de entrada y el más alejado del sistema, las piezas y conexiones que intervengan en cada tramo se les sustituirá por la longitud equivalente de acuerdo con las tablas 2.2 y 2.3 correspondientes a las longitudes equivalentes.

En el primer tramo a partir del mueble considerado y conociendo las condiciones bajo las cuales trabajará el mismo, con el gasto en litros por segundo que circulará por ese tramo y con la tubería y diámetro propuesto haciendo uso de los nomogramas [tabla No. 6(a)] se obtendrá el porcentaje de pérdidas por fricción, que multiplicada por la longitud total (L_t) del tramo, que es la longitud real (L_r) más la longitud equivalente (L_e) permite conocer las pérdidas por fricción del tramo considerado.

T A B L A No. 6 (a)

MONOGRAMA PARA CALCULO DE GASTO, PERDIDA POR FRICCION, VELOCIDAD Y DIAMETRO PARA TUBERIAS DE CONDUCCION DE AGUA

TUBERIA DE COBRE



NOTA:

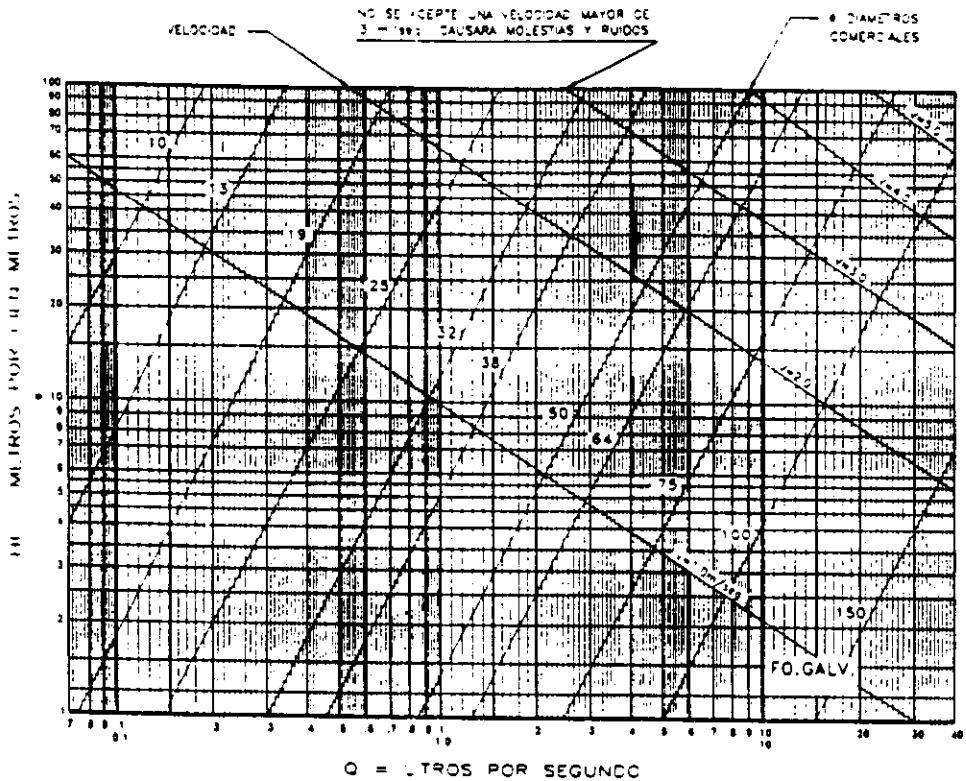
EN ABASTECIMIENTOS POR PRESION SE DEBE TOMAR MUY EN CUENTA LA PERDIDA POR FRICCION SE SUGIERE NO PASE DE 10m POR CADA 100m

TOMADA DE UN ARTICULO DEL ING DIAZ BARRIGA DE LA REVISTA "HIDROMECANICA"

T A B L A No. 6 (a)

NOMOGRAMA PARA CALCULO DE GASTO, PERDIDA POR FRICCION,
VELOCIDAD Y DIAMETRO PARA TUBERIAS DE CONDUCCION DE AGUA

TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO



*** N O T A :**

EN ABASTECIMIENTOS POR PRESION SE DEBE TOMAR MUY EN CUENTA LA
PERDIDA POR FRICCION. SE SUGERE NO PASE DE 10m POR CADA 100m

TOMADA DE UN ARTICULO DEL NO. 242 DE LA REVISTA "INGENIERIA MECANICA"

Por último, mediante la suma de las pérdidas por fricción, la carga de operación (mca) del mueble considerado en el análisis de la posición del mismo con respecto a un plano horizontal de referencia y la carga de velocidad, se determina la energía necesaria en el extremo aguas arriba del tramo considerado.

CAPITULO IV. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LAS TUBERÍAS.

Se fabrican tubos para el sistema de agua en plástico, cobre o hierro galvanizado. Los tubos de plástico son los más fáciles de manejar. Sus paredes lisas, casi libres de fricción dejan pasar el agua mejor que cualquier otro material.

Las tuberías para agua caliente y fría de plástico son lo más nuevo para instalaciones sanitarias. La tubería de Polivinilo de Cloruro (PVC) ha sido endurecida químicamente a tal grado que puede usarse en tuberías de alimentación de agua fría y caliente. El material nuevo se llama Polivinilo de Cloruro Clorado, y se abrevia CPVC. Dentro de los materiales nuevos también se encuentran el Polietileno Reticulado y el Polipropileno Homopolímero.

POLIVINILO DE CLORURO CLORADO (CPVC)

Las ventajas del CPVC son las siguientes:

- **Resistencia a la corrosión.** Resiste los ácidos, soluciones salinas y productos químicos industriales, sin mostrar el más mínimo deterioro a través de los años.
- **Libre de incrustaciones.** Las paredes lisas y libres de porosidad de la tubería impiden la formación de incrustaciones — comunes en las tuberías metálicas — proporcionando una vida útil mucho más larga con una mayor eficiencia.
- **Menores pérdidas de presión.** La superficie interior de la tubería es lisa, reduciendo considerablemente las pérdidas de presión por fricción.
- **Resistencia mecánica.** Tiene una alta resistencia a la tensión y al impacto; por lo tanto la tubería puede soportar presiones muy altas.
- **Liviana.** Es considerablemente más liviana que las tuberías metálicas, pesa solo la veinteaava parte de un tubo galvanizado de la misma medida.
- **Rigidez.** Gracias a su rigidez, se puede colocar en líneas aéreas o externas empleando un mínimo de soportes.

- **Facilidad de instalación.** La instalación es muy sencilla, rápida y segura. No se necesita soplete, ni pasta, ni soldadura.
- **Baja conductividad térmica.** Esta propiedad de la tubería elimina la condensación (sudado) de los tubos cuando conducen líquidos muy fríos, evitando en muchos casos el uso de materiales aislantes. Además, en el caso de agua caliente evita las pérdidas de calor, proporcionando un sistema más eficiente.
- **No comunica olor ni sabor.** Debido a esta propiedad la tubería es ideal para el transporte de agua potable.
- **Soporta temperaturas hasta de 82 ° C y presiones hasta 7 kg./cm².**

Desventajas del CPVC.

- **Deben tomarse precauciones contra sobrepresiones en las tuberías.** Si se abre bruscamente toda una llave, y luego la cierra de manera brusca, provoca un ariete. El agua en movimiento rápido golpea contra la válvula cerrada y rebota en varias direcciones. En ese momento se crea una presión instantánea que puede llegar hasta 37 kg./cm². Las tuberías de cobre o de plomo pueden soportar esto. Las de plástico no.
- **Expansión y contracción.** En tramos de 3 m de largo se expande 1.3 cm cuando se calienta de la temperatura ambiente a 82 ° C. El tubo debe sujetarse a cada metro o menos con abrazaderas que permitan el movimiento lineal y no compriman, corten o froten el tubo.

TUBERÍA DE POLIETILENO RETICULADO

La tubería de polietileno reticulado es un sistema de tuberías de alta tecnología, que se utilizan para instalaciones hidráulicas, tanto en agua caliente como en fría.

Características de las tuberías de Polietileno Reticulado.

- **Resistencia a temperaturas altas:** 95° C de manera permanente con puntas accidentales de 110° C no superiores a 48 horas.

- Resistencia a heladas. Debido a su bajo coeficiente de conductividad térmica, es mucho menos probable que el agua se hiele en su interior; y en el caso de que esto suceda, el tubo se dilata pero nunca reventará.
- Resistencia a los choques. No le afectan los saltos térmicos con temperaturas entre -140 y +95° C. Por la misma razón, es muy difícil que se produzcan condensaciones.
- Ligero. Fácil de transportar y colocar. A diámetros iguales, es 7 veces menos pesado que el cobre y 13 veces menos que el acero.
- Flexible. Su radio de curvatura es de 10 veces el diámetro exterior, 5 veces en los casos que se empleen codos de PVC.
- No conductor de electricidad. No produce ninguna corrosión galvánica.
- Acústica. Gracias a su naturaleza y flexibilidad contribuye a la atenuación de la transmisión de ruidos.
- Resistencia a la corrosión. Insensible a la mayoría de los agentes químicos: ácidos, bases, anticongelantes a base de glicoles, etc.
- Pérdida de carga. Al ser su superficie lisa, el líquido a transportar fluye a más velocidad que en los tubos metálicos. Por ello, se consiguen elevados caudales y pérdidas de carga.
- Incrustaciones. Gracias a su superficie lisa, no existen incrustaciones.
- Calidad alimentaria. No contiene sustancias susceptibles de afectar las propiedades del agua.
- Envejecimiento. Las tuberías de polietileno reticulado tiene la mayor vida útil de entre todas las tuberías plásticas.

Los tubos de polietileno reticulado no deben permanecer expuestos a los rayos ultravioleta (luz solar) durante periodos de tiempo prolongados

TUBERÍA DE POLIPROPILENO HOMOPOLIMERO

La tubería de polipropileno homopolimero se utiliza para instalaciones hidráulicas para sistemas de agua caliente y fría. Por su alta tecnología tiene facilidad de instalación y alta resistencia a la temperatura.

Componentes de la materia prima de la tubería.

Las conexiones rosca están fabricadas con polipropileno homopolimero de alto peso molecular.

Este material fue especialmente escogido por conferirle a los productos mayor resistencia a las presiones con altas temperaturas y por dureza de rosca que le otorga a las conexiones.

Además, la materia prima está aditivada en toda su masa con:

- Irganox, estabilizante atóxico para preservar al producto del envejecimiento prematuro por altas temperaturas.
- Anti UV Ciba-Geigy, compuesto que prolonga la vida útil de la tubería a la exposición solar.

Propiedades.

Bajo peso específico, fácil transporte.

Alta resistencia en sus roscas.

Baja pérdida de carga.

Excelente aislación térmica.

No hay corrosión galvánica.

Atoxidad.

Aislante eléctrico.

Alta resistencia a los agentes químicos.

Alta resistencia a la tensión.

Resistencia al congelamiento.

Baja dilatación.

Interiores lisos, por lo que no acumulan sarro y dificulta la posibilidad de taponamientos.

No transmite olor ni sabor al líquido transportado.

No se oxida con el agua.

Presión de trabajo de tubo:

a 20° C: 10 kg/cm²

a 80° C: 2.5 kg/cm²

Presiones de trabajo de conexiones:

a 20° C: 16 kg/cm²

a 80° C: 4 kg/cm²

Temperatura máxima. Para temperaturas de trabajo desde 0° C a 100° C, pudiendo trabajar en forma intermitente hasta +135° C.

CONEXIONES ROSCADAS (DE 1/2" A 3/4")

Codo 90° HH	Tapa H
Codo red	Brida con junta
Codo terminal niquelado 90° HH	Niple
Codo 90° MH	Niple red
Codo 45° HH	Cople reducción MH
Curva 90° HH	Cople MH
Cruz HHHH	Buje red
Te 90° HH	Válvula pichancho
Te red	Llave nariz
Unión doble HH	Niple MM
Unión doble MH	Mini válvula esférica
Cople HH	Llave de paso
Cople reducción HH	Llave de paso con campana
Tapón M	Manguera flexible con válvula

POLIVINILO DE CLORURO (PVC)

El PVC (Polivinilo de cloruro) es un material termoplástico compuesto de polímeros de cloruro de vinilo; un sólido incoloro con alta resistencia al agua, alcoholes, ácidos y álcalis concentrados.

Puede decirse que, desde sus inicios, la fabricación de estos materiales ha sido apoyada y reglamentada por las normas nacionales y el Sello Oficial de Garantía, lo que ha

permitido a sus fabricantes el establecimiento de un control de calidad racional que abarca todos los aspectos de la producción, garantizando así una calidad definida, constante y homogénea, apta para el diseño y construcción de sistemas sanitarios satisfactorios, que hacen efectivas las siguientes ventajas técnico-económicas de las tuberías de PVC:

Hermeticidad de acoplamiento

Economía

Mejor funcionamiento

Resistencia química

Resistencia mecánica

Vida útil

Disponibilidad de materiales

Hermeticidad de acoplamiento

El acoplamiento espiga-campana con anillo de hule, constituye un sello perfecto que garantiza la hermeticidad del sistema.

El acoplamiento cementado es un sello hermético que garantiza también la no contaminación del entorno.

Economía

Por su poco peso y su sencillo sistema de acoplamiento, la tubería de PVC es fácil de transportar e instalar, cualidades que se traducen en ahorro de tiempo y dinero, lo cual reduce hasta un 50% el costo final de instalación.

Mejor funcionamiento

Debido a que el coeficiente de fricción del PVC (0.009) es menor que el de cualquier material usado para desagües, las tuberías de este material pueden conducir mayor caudal que cualquier otra tubería de cualquier diámetro. Además, su gran tersura y

baja capacidad de absorción de agua evita que se formen sedimentos que en un momento dado podrían disminuir su área hidráulica.

Resistencia química

La tubería de PVC no son afectadas por detergentes, ácidos, álcalis y otras sustancias agresivas que se presentan en los desagües; tampoco se oxidan porque sus propiedades no son alteradas por el oxígeno del agua o del aire, ni por las aguas salinas, debido a lo cual pueden ser instaladas en costas y bajo el mar.

Resistencia mecánica

Las tuberías de PVC son muy resistentes a los golpes y al trato normal en una obra; desde luego, deben protegerse contra un trato inadecuado y rudo.

Vida útil

Las propiedades físicas y químicas de las tuberías de PVC, unidas a un diseño adecuado y a una instalación bien hecha, ofrecen una duración prácticamente ilimitada.

Disponibilidad de materiales

Las industrias productoras de tuberías de PVC suministran, en una completa gama de diámetros, tubos o todo tipo de conexiones y accesorios lo que permite resolver los problemas que presentan las instalaciones sanitarias.

DESVENTAJAS

- Las propiedades mecánicas de las tuberías de PVC se afectan si quedan expuestas a los rayos solares por un periodo de tiempo prolongado.
- Los tubos de extremos lisos requieren mano de obra altamente especializada para su unión por el proceso de cementado.
- Solo se puede utilizar para instalaciones con agua fría

La industria de las tuberías plásticas fabrica dos líneas de tubos hidráulicos de PVC para el abastecimiento de agua potable: la línea métrica, tubos blancos y línea gruesa, tubos grises.

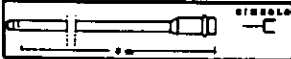
La línea métrica (color blanco), fue diseñada de acuerdo con el sistema internacional de unidades. La integran trece diámetros (de 50 a 630 mm), y cinco espesores que permiten presiones máximas de trabajo de 5, 7, 10, 14 y 20 kg/cm^2 , en función de cada presión se clasifican en clases. En el cuadro 6.3 aparecen las clases de la línea métrica así como sus correspondientes espesores y diámetros promedio. En dicho cuadro se observa también que el diámetro nominal del tubo es igual (para fines prácticos) a su diámetro exterior.

La línea inglesa (color gris), fue diseñada con base en el sistema de unidades inglesas y se fabrica en once diámetros (de 13 a 200 mm.). En función del cociente entre su diámetro exterior y su espesor mínimo de pared (RD relación de dimensiones) y las presiones máximas de trabajo, se clasifican en: RD-41 (7.1 kg/cm^2), RD-32.5 (8.7 kg/cm^2), RD-26 (11.2 kg/cm^2) y RD-13.5 (22.4 kg/cm^2). En el cuadro 6.4 aparece la clasificación con sus respectivos espesores y diámetros interiores promedio. En este caso, el diámetro nominal del tubo no es igual al diámetro exterior ni al interior.

Cuadro 6.3
TUBO HIDRAULICO DE PVC SERIE METRICA, DIAMETROS Y ESPESORES PROMEDIO

Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Exterior (mm)	Espesores promedio (e) y Diámetros interiores promedio (d) en mm											
		Clase 5		Clase 7		Clase 10		Clase 14		Clase 20			
		e	d	e	d	e	d	e	d	e	d		
50	50							2.0	46.1	2.6	44.9	3.7	42.7
63	63			1.7	59.7	2.4	58.3	3.3	56.5	4.5	54.1		
80	80	1.7	76.8	2.2	75.8	3.1	74.0	4.1	72.0	5.6	68.6		
100	100	2.0	96.2	2.7	94.8	3.6	92.8	5.2	89.8	7.2	85.8		
180	180	3.1	154.0	4.2	151.8	5.9	148.4	8.1	144.0	11.4	137.4		
200	200	3.8	192.6	5.3	189.8	7.4	185.4	10.1	180.0	14.1	172.0		
250	250	4.7	240.9	6.5	237.3	9.2	231.9	12.6	225.1	17.7	214.8		
315	315	6.0	300.3	8.2	296.9	11.6	292.1	15.9	283.5	22.3	270.7		
355	355	6.8	342.4	9.3	337.0	12.9	329.8	17.9	319.8	25.0	305.6		
400	400	7.5	385.6	10.4	379.8	14.6	371.4	20.1	360.4	28.1	344.4		
450	450	8.4	433.9	11.7	427.3	16.4	417.9	22.6	405.5	31.6	387.5		
500	500	9.4	482.0	12.8	475.0	18.2	464.4	25.1	450.6	35.1	433.6		
630	630	11.8	607.4	16.3	598.4	22.8	585.2	31.6	567.8	44.1	542.8		

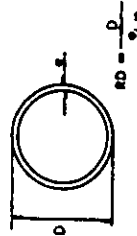
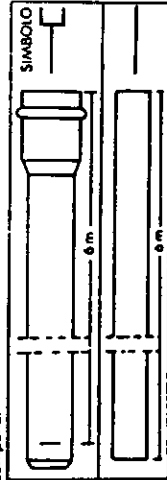
Los tubos se suministran con largo útil de 6 metros; con uno de sus extremos escarapaneados



Clase	5	7	10	14	20
Presión máxima de trabajo (kg/cm ²)	6	7	10	14	20

Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Exterior Promedio (mm)	Espesores promedio (e) y Diámetros interiores promedio (d) en mm													
		RD-41			RD-32.5			RD 26			RD 13.5				
		e	d	e	d	e	d	e	d	e	d				
13	21.3														
19	26.7													1.9	17.5
25	33.4									1.8	29.8			2.3	22.1
32	42.2									1.9	38.4			2.8	27.2
38	48.3									2.2	43.9			3.4	35.4
50	60.3	1.8	56.7	2.2	55.9	2.5	55.1							3.9	40.5
60	73.0	2.1	68.8	2.5	68.0	3.1	66.8							4.8	50.7
75	88.9	2.5	83.9	3.0	82.9	3.7	81.5								
100	114.3	3.1	108.1	3.8	106.7	4.7	104.9								
150	168.3	4.4	159.5	5.5	157.3	6.9	154.5								
200	219.1	5.6	207.9	7.1	204.9	8.9	201.3								

Los tubos se suministran en tramos con largo útil de 6 metros, con extremos lisos; el sistema de conectar y con una campana en uno de sus extremos si el sistema de unión es estigo.



RD	Presión Máxima de Trabajo (kg/cm ²)
41	7.1
32.5	8.7
26	11.2
13.5	22.4

Cuadro 6.4
TUBO HIDRAULICO DE PVC SERIE INGLESA. DIAMETROS Y ESPESORES PROMEDIO

TUBERIA DE POLIETILENO (PE)

Las tuberías de polietileno son de color negro flexible, se utiliza solo para circuitos de agua fría.

Sus diámetros comerciales se pueden adquirir de ϕ ½" hasta 4".

Por su flexibilidad es posible observar curvas suaves, sin necesidad de conexiones. Este viene en carretes de 30 m. o más. Resiste presiones hasta de 7 kg/cm².

Este tipo de carrete se utiliza principalmente donde se necesita ligereza, facilidad de instalación y flexibilidad.

VENTAJAS.

Ligereza. El peso de estos tubos es mucho menor que los metálicos.

Flexibilidad. Representa un buen comportamiento, respecto a los esfuerzos producidos por sobrepresiones, momentáneas, como golpe de ariete y efecto de cargas externas.

Menor coeficiente de fricción. Debido a sus paredes lisas, ofrece un mayor caudal transportable a igual diámetro, además la textura de sus paredes no propicia las incrustaciones de material en estas.

Resistencia a la corrosión. Las tuberías plásticas son inmunes a la corrosión, debido a que este material no conductor no produce efectos galvánicos, por tal motivo estos, no requieren recubrimientos o forros.

Atóxica. No son tóxicas, por tal motivo no alteran ni el olor ni el sabor del agua.

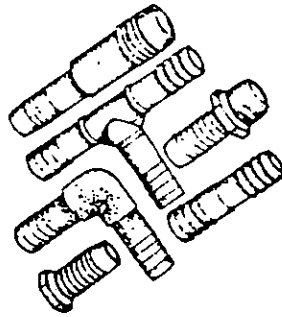
Rapidez de instalación. Debido a que no se necesita herramienta especializada ni pesada, su ejecución de instalación es rápida.

DESVENTAJAS

A temperaturas inferiores a 0°C reducen su resistencia al impacto.

A temperaturas mayores a 25°C se reduce la presión de trabajo, ya que con este incremento de temperatura, se reduce su capacidad a la tracción.

No deben quedar expuestas a periodos prolongados a los rayos solares.



CONEXIONES DE IPE

TUBERIA DE COBRE

La tubería de cobre se fabrica sin costura, templada, flexible o estirados en frío (rígidos) y son usados en la conducción de agua potable, negra, pluvial o de cualquier otra clase.

Actualmente se fabrican tres tipos:

Tipo "M" (Color clave rojo).- Se fabrica solo en temple duro con longitudes comerciales de 6.10 m. , de pared delgada y con diámetros nominales de 1/4" hasta 4", es el menos caro por sus paredes delgadas.

Este tipo de tubería de cobre, cumple ampliamente las necesidades corrientes y normales en una instalación de abastecimiento de agua potable o para desagües de muebles sanitarios (lavabos, vertedores, migitorios, fregaderos, etc.).

Tipo "L" (Color clave azul).- Este tipo es de pared más gruesa que la anterior, se fabrica en temple duro con longitudes comerciales de 6.10 m. y en temple suave en rollos de 15 m. Los diámetros nominales son desde 6 a 150 mm. (1/4" hasta 6").

Se usa principalmente en:

Tomadas domiciliarias.

Instalaciones de gas.

Redes de agua fría y caliente.

TIPO "M"

MEDIDA NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	DIAMETRO INTERIOR	GRUESO PARED
1/4" 6.35 mm	0.375" 9.525 mm	0.353" 8.255 mm	0.025" 0.635 mm
3/8" 9.5 mm	0.500" 12.70 mm	0.450" 0.430 mm	0.025" 0.635 mm
1/2" 12.7 mm	0.625" 15.875 mm	0.569" 14.453 mm	0.028" 0.711 mm
3/4" 19 mm	0.875" 22.225 mm	0.811" 20.599 mm	0.032" 0.812 mm
1" 25 mm	1.125" 28.575 mm	1.055" 26.797 mm	0.035" 0.889 mm
1 1/4" 32 mm	1.375" 34.925 mm	1.291" 32.791 mm	0.042" 0.966 mm
1 1/2" 38 mm	1.625" 41.275 mm	1.527" 38.785 mm	0.049" 1.240 mm
2" 51 mm	2.125" 53.975 mm	2.009" 51.029 mm	0.058" 1.470 mm
2 1/2" 64 mm	2.625" 66.675 mm	2.495" 63.373 mm	0.065" 1.680 mm
3" 76 mm	3.125" 79.375 mm	2.981" 75.718 mm	0.072" 1.830 mm
4" 102 mm	4.125" 104.77 mm	3.935" 99.449 mm	0.95" 2.410 mm

TIPO "L" FLEX

DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	DIAMETRO INTERIOR	GRUESO PARED
1/4" 6.350 mm	0.375" 9.525 mm	0.315" 8.001 mm	0.030" 0.762 mm
3/8" 9.500 mm	0.500" 12.700 mm	0.430" 10.922 mm	0.035" 0.889 mm
1/2" 12.700 mm	0.625" 15.875 mm	0.545" 13.843 mm	0.040" 1.016 mm
5/8" 15.785 mm	0.750" 19.050 mm	0.666" 16.916 mm	0.042" 1.067 mm
3/4" 19 mm	0.875" 22.225 mm	0.783" 9.939 mm	0.045" 1.143 mm
1" 25 mm	1.125" 28.575 mm	1.025" 26.035 mm	0.050" 1.270 mm

TIPO "L"

MEDIDA NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	DIAMETRO INTERIOR	GRUESO PARED
1/4"	0.375"	0.315"	0.030"
6.35 mm	9.525 mm	8.001 mm	0.762 mm
3/8"	0.500"	0.430"	0.035"
9.5 mm	12.700 mm	10.922 mm	0.889 mm
1/2"	0.625"	0.545"	0.040"
12.7 mm	15.875 mm	13.843 mm	1.016 mm
3/4"	0.875"	0.785"	0.045"
19 mm	22.225 mm	19.939 mm	1.143 mm
1"	1.125"	1.025"	0.050"
25 mm	28.575 mm	26.035 mm	1.270 mm
1 1/4"	1.375"	1.265"	0.055"
32 mm	34.925 mm	32.131 mm	1.397 mm
1 1/2"	1.625"	1.505"	0.060"
38 mm	41.275 mm	38.227 mm	1.524 mm
2"	2.125"	1.965"	0.070"
51 mm	53.975 mm	50.419 mm	1.778 mm
2 1/4"	2.625"	2.465"	0.080"
64 mm	66.675 mm	62.611 mm	2.032 mm
3"	3.125"	2.945"	0.090"
76 mm	79.375 mm	74.803 mm	2.286 mm
4"	4.125"	3.905"	0.110"
102 mm	152.30 mm	148.46 mm	3.590
6"	6.125"	5.845"	0.140"
152 mm	152.30 mm	148.46 mm	3.590 mm

TIPO "K". - Este tipo de tubería es de pared más gruesa que los anteriores su color clave es verde, se fabrica en temple duro (rígido), y en temple suave (flexible). En el mercado se encuentran en los diámetros siguientes: 9.5, 12.7, 19, 32, 38 y 51 mm.

El tipo K es para tuberías bajo tierra o para gas o alta presión.

Características principales de la tubería de cobre:

- Durabilidad.
- Manufacturado en una sola pieza (sin costura) es por eso que se puede doblar en frío.
- Muy reducido su peso por metro lineal.
- Ocupa espacio mínimo en las paredes.

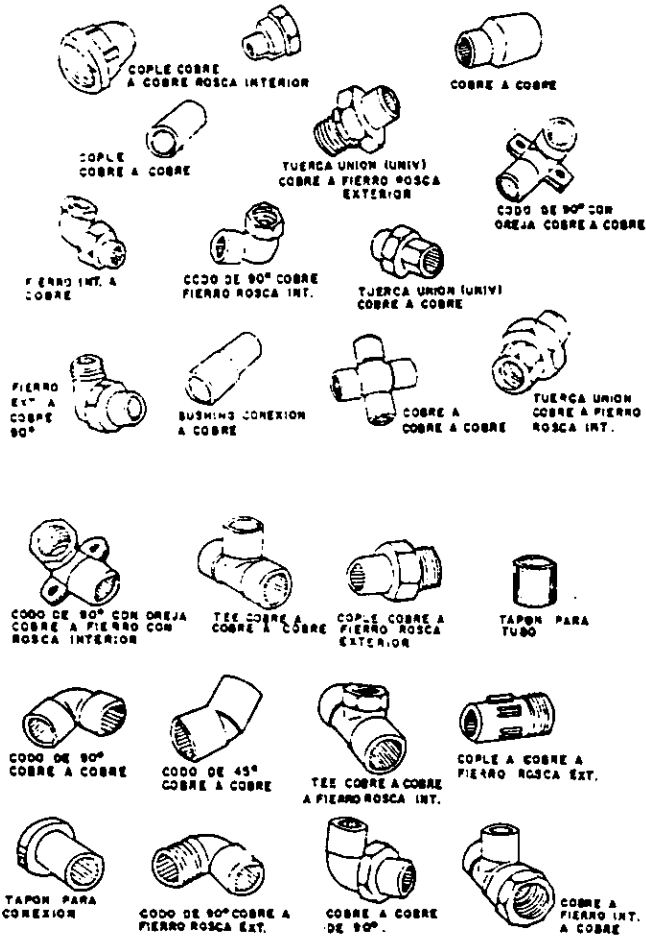
TIPO "K"

MEDIDA NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	DIAMETRO INTERIOR	GRUESO PARED
3/8"	0.500"	0.402"	0.049"
9.5 mm	12.70 mm	10.210 mm	1.245 mm
1/2"	0.625"	0.527"	0.049"
12.7 mm	15.875 mm	13.385 mm	1.245 mm
3/4"	0.875"	0.745"	0.065"
19 mm	22.225 mm	18.923 mm	1.651 mm
1"	1.125"	0.995"	0.065"
25 mm	28.575 mm	25.573 mm	1.651 mm
1 1/4"	1.375"	1.245"	0.065"
32 mm	34.925 mm	31.623 mm	1.651 mm
1 1/2"	1.625"	1.481"	0.072"
38 mm	40.640 mm	37.617 mm	1.819 mm
2"	2.125"	1.959"	0.083"
51 mm	53.975 mm	49.759 mm	2.108 mm

- Uniones por soldadura con conexiones de bronce y cobre, lo que hace una sola pieza de la tubería.
- Continuidad en el flujo a lo largo de la tubería y uniones.
- Rapidez en los trabajos de instalación ya que las herramientas que se emplean no son pesadas.
- Tiene la propiedad de cubrirse de una capa de óxido al contacto con el aire, que le protege indefinidamente de la corrosión.

La tubería de cobre reúne todas las características necesarias para una buena instalación hidráulica, pero tiene una desventaja que es su precio. Además no deben colocarse tubos de cobre en contacto con carbón o ceniza ya que estas sustancias los corroe.

CONEXIONES DE COBRE



TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO

Este tipo de tubería da buen resultado en las instalaciones hidráulicas y sanitarias, se usa para drenar cualquier mueble sanitario siempre y cuando no existan solventes o ácidos.

Desventaja: Es atacado por los agentes externos, oxidándose a través del tiempo y como consecuencia su reemplazo es más frecuente.

CONEXIONES ROSCADAS PARA TUBERIA DE ACERO GALVANIZADO

CONEXIONES ROSCADAS PARA TUBERIA DE ACERO GALVANIZADO					
					
TE DE 4 BOCAS	CODO DE RINCON	TE RED. REFOR.	Y 3 BIEGA	CODO 90° NIPLE	CODO 90° RETORNO
					
TUERCA PRESION	TAPON MACHO	TAPON HEMBRA	NIPLE CORRIDO	COUPLE	TUERCA DE UNION
					
REDUCCION CAMPANA	REDUCCION BUSHING	CODO 90°	CODO 45°	TE	CRUZ

TUBOS DE FIERRO GALVANIZADO (CEDULA 40) DIMENSIONES REALES

DIAMETRO NOMINAL		φ INTERIOR	φ EXTERIOR	SECCION INTERIOR
Pulgadas	milímetros	Milímetros	milímetros	CM ²
1/8"	3	6.83	10.29	0.63664
1/4"	6	9.24	13.72	0.6706
3/8"	10	12.33	17.14	1.2311
1/2"	13	15.80	21.34	1.9607
4/4"	20	20.93	26.67	3.4405
1"	25	26.64	33.40	5.5739
1 1/4"	32	33.05	42.17	9.6786
1 1/2"	40	40.90	48.26	13.138
2"	50	52.50	60.32	21.648
2 1/2"	60	62.71	73.03	30.886
3"	75	77.92	88.90	47.685
3 1/2"	90	90.12	110.60	63.787
4"	100	102.26	114.30	82.13
5"	125	128.20	141.30	129.08
6"	150	154.05	168.27	186.79

CAPITULO V. DISPOSITIVOS AHORRADORES DE AGUA

Uno de los problemas más graves a los que se enfrenta la humanidad, es el abasto de agua, aunado a la falta de conciencia en la población sobre el uso eficiente del agua, hace aún más extenso el problema. Como un principio, debido a esta gran preocupación se han realizado trabajos encaminados al ahorro de este vital líquido, tal es el caso de la sustitución de muebles sanitarios y accesorios por aquellos de diseño economizador de agua.

En los últimos años se han diseñado una gran variedad de dispositivos ahorradores de agua, con el objetivo de hacer un uso racional de esta. A continuación se mencionan algunos de ellos.

Llaves mezcladoras

Existen cartuchos intercambiables que contiene todas las partes que con el uso pueden desgastarse, por lo que esto facilita su reposición, ya que solo hay que reemplazar parcial o totalmente el cartucho (fig.5.1)

No	DESCRIPCION
1.	O RING
2.	RONDANA VASTAGO
3.	VASTAGO GRANDE
4.	RONDANA VASTAGO
5.	CUERPO
6.	DISCO FRICCION
7.	PLATO SUPERIOR CERAMICA
8.	PLATO INFERIOR CERAMICA
9.	EMPAQUE HULE
10.	ASIENTO DEL RIN

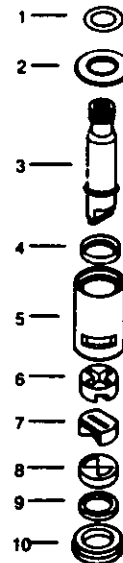


FIG. 5.1

La función de estos cartuchos es hacer el sello hidráulico del paso del agua, proporcionando un adecuado control sobre el flujo de la misma.

Para este caso se cuenta con reductores de flujo de agua que pueden ser integrados, por su diseño, a la estructura del cartucho (fig. 5.2).

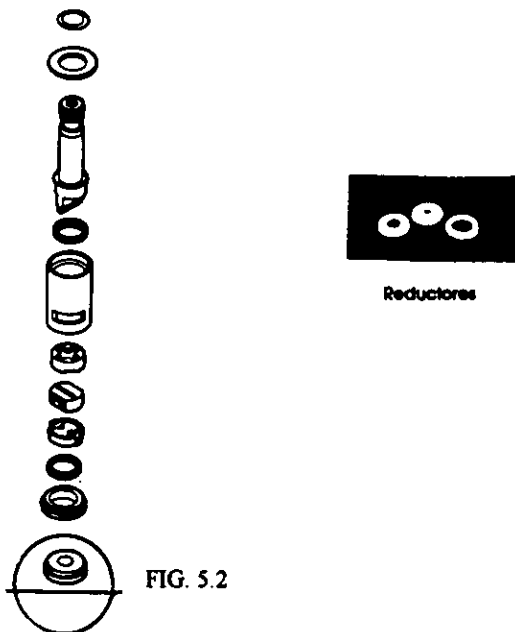


FIG. 5.2

En la figura 5.3 se muestra un ensamble básico de una mezcladora, donde se ilustran los cartuchos.

Aireadores

Estos se colocan en la salida, con el objeto de reducir el diámetro de salida y además crear una turbulencia y como consecuencia un menor consumo de agua (fig. 5.4).

También se cuenta con un economizador, el cual se instala en el aireador de la mezcladora.

No. DESCRIPCION

- 1- SALIDA LAVABO
- 2- APREADOR
- 3- ESPARRAGO LARGO
- 4- EMPAQUE BASE PARA SALIDA
- 5- SEPARADOR DELRN CUERPO CENTRAL
- 6- CASQUILLO E ESPACIADOR CUERPO CENTRAL
- 7- TUERCA HEXAGONAL ESPARRAGO
- 8- EMPAQUE CONICO LATERAL
- 9- RONDANA DE LATON PARA TUERCA UNION
- 10- TUERCA UNION CUERPO LATERAL
- 11- T* CON TUBOS SOLDADOS
- 12- CHAPETON MASTER CROMO
- 13- RONDANA DE HULE PARA CHAPETON
- 14- RONDANA FIBRA PARA TUERCA DE 3/8"
- 15- TORNE CONTRATUERCA CHICA
- 16- O RING
- 17- VALVEZ LEQUERIDO ARMADO
- 18- ALIENTO VAL-VEZ CUERPO LATERAL
- 19- RONDANA DELRN CUERPO LATERAL
- 20- TUERCA HEXAGONAL CUERPO LATERAL
- 21- CUERPO LATERAL TALADRO SEPARADOS
- 22- CONTRA LAVABO CON REJILLA SOLDADA
- 23- EMPAQUE CONICO CONTRA LAVABO
- 24- RONDANA FIBRA CONTRA LAVABO
- 25- TUERCA CONTRA DESBAGUE LAVABO
- 26- TUBO UNION CONTRA LAVABO Y CESPOL
- 27- CUERPO LATERAL ARMADO

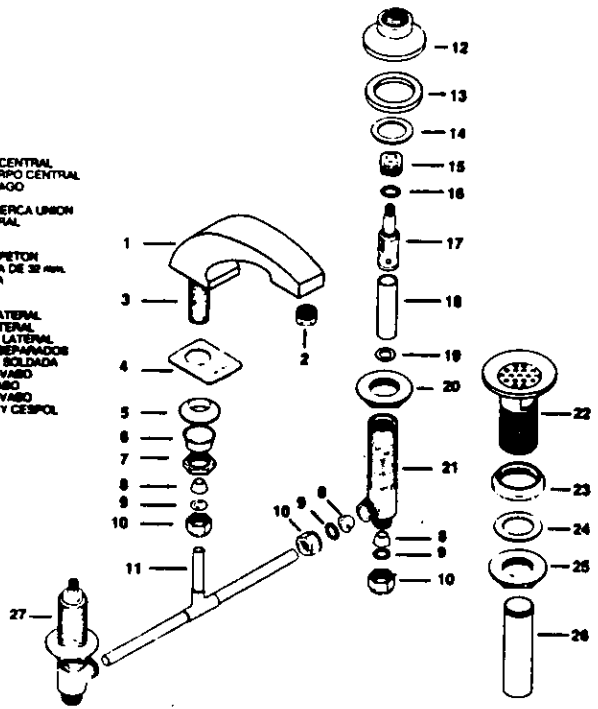


FIG. 5.3



FIG. 5.4

Salida economizadora

Funciona con una ligera presión en la perilla hacia cualquier dirección . Su cierre es automático lo que evita desperdicios (fig. 5.5).

Salida para lavabos electrónicas

Son salidas para lavabo con sensor electrónico de baterías (fig. 5.6).



FIG. 5.5

Características de las salidas electrónicas:

Están fabricadas 100% de latón, lo que los hace más durables y resistentes.

Funcionan con una pila comercial de litio, misma que tiene una duración aproximadamente de tres años

El sistema electrónico de baterías de estas salidas, evita tener que llevar a cabo una instalación eléctrica, la cual resulta costosa y complicada.

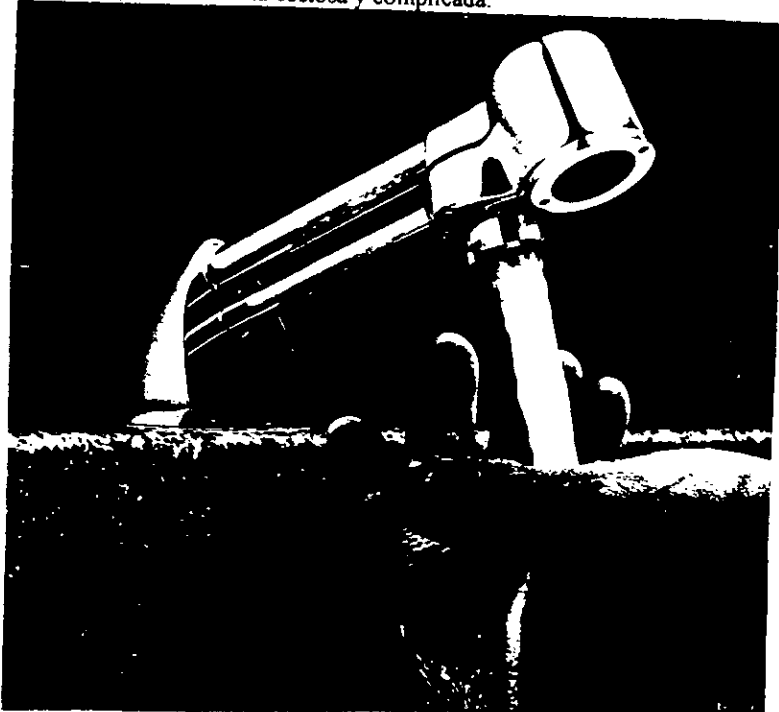
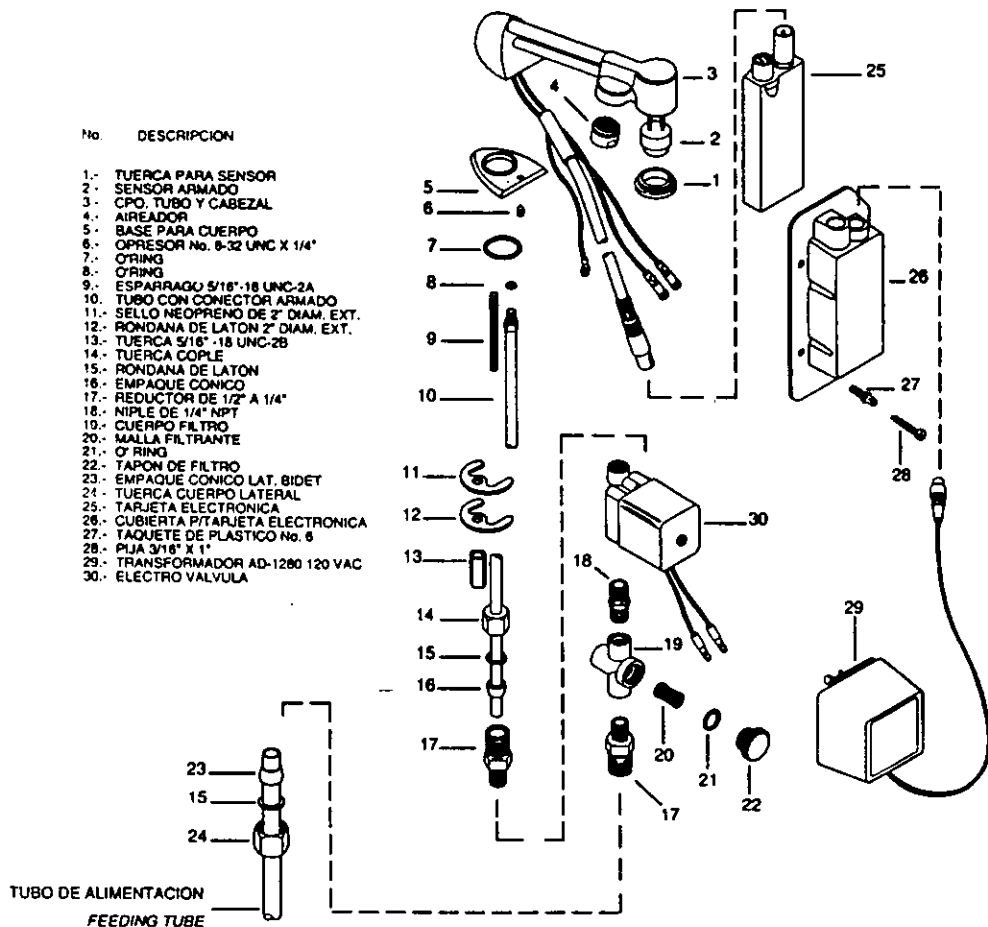


FIG. 5.6

No. DESCRIPCION

- 1.- TUERCA PARA SENSOR
- 2.- SENSOR ARMADO
- 3.- CPO. TUBO Y CABEZAL
- 4.- AIREADOR
- 5.- BASE PARA CUERPO
- 6.- OPRESOR No. 8-32 UNC X 1/4"
- 7.- O'RING
- 8.- O'RING
- 9.- ESPARRAGO 5/16"-18 UNC-2A
- 10.- TUBO CON CONECTOR ARMADO
- 11.- SELLO NEOPRENO DE 2" DIAM. EXT.
- 12.- RONDANA DE LATON 2" DIAM. EXT.
- 13.- TUERCA 5/16"-18 UNC-2B
- 14.- TUERCA COUPLE
- 15.- RONDANA DE LATON
- 16.- EMPAQUE CONICO
- 17.- REDUCTOR DE 1/2" A 1/4"
- 18.- NIPLE DE 1/4" NPT
- 19.- CUERPO FILTRO
- 20.- MALLA FILTRANTE
- 21.- O' RING
- 22.- TAPON DE FILTRO
- 23.- EMPAQUE CONICO LAT. BIDET
- 24.- TUERCA CUERPO LATERAL
- 25.- TARJETA ELECTRONICA
- 26.- CUBIERTA P/TARJETA ELECTRONICA
- 27.- TAQUETE DE PLASTICO No. 8
- 28.- PUNTA 3/16" X 1"
- 29.- TRANSFORMADOR AD-1280 120 VAC
- 30.- ELECTRO VALVULA



Ensamble básico de una salida electrónica.

Regaderas

Dentro de los dispositivos ahorradores de agua se encuentra a regadera de válvula de control para cortar momentáneamente el flujo del agua sin tener que cerrar las llaves (fig. 5.7)

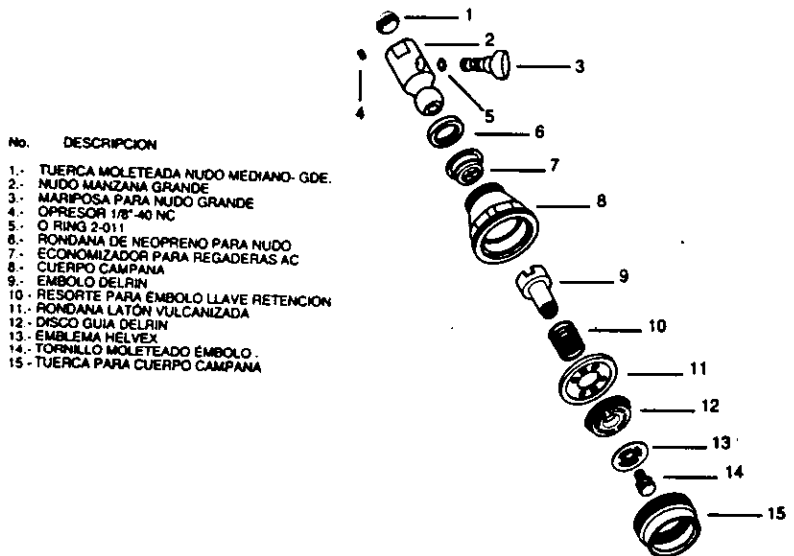


FIG. 5.7

Los reductores de flujo y economizadores, al igual que en las llaves y mezcladoras, son otra alternativa para la regadera.

También se cuenta con los llamados monomandos, estos funcionan con una sola válvula girando hacia el agua caliente o fría.

Plataforma para regadera

Se ha diseñado para utilizarse en hospitales, hoteles o clubes deportivos, y por sus características son altamente resistentes al mal trato y reducen considerablemente el consumo de agua.

- | No. | DESCRIPCION |
|-----|-------------------------------------|
| 1 | BOTON PARA CUERPO V.D.C. |
| 2 | EJE DE LA VALVULA D.C. |
| 3 | TUERCA DE LA VALVULA D.C. |
| 4 | O-RING |
| 5 | CUERPO DEL CARTUCHO V.D.C. |
| 6 | O-RING |
| 7 | O-RING |
| 8 | POMDANA DE LATON V.D.C. |
| 9 | EMPAQUE CONICO |
| 10 | EMBOLO CON ESPREA |
| 11 | RESORTE |
| 12 | TORNILLO PHILLIPS |
| 13 | CUERPO VALVULA DE DOBLE CIERRE |
| 14 | PLIAS 3/16" X 1" |
| 15 | TAQUETES DE PLOMO |
| 16 | PLIAS 3/16" X 2" |
| 17 | TUERCA DE LATON DE 1/2" |
| 18 | ANCLA DE PLATAFORMA |
| 19 | TORNILLO NIVELADOR DE LA PLATAFORMA |
| 20 | PLATAFORMA ARMADA CON PEDAL |
| 21 | VALV CHECK DE 1/2" CONECTORES |
| 22 | BOTON PLATAFORMA |

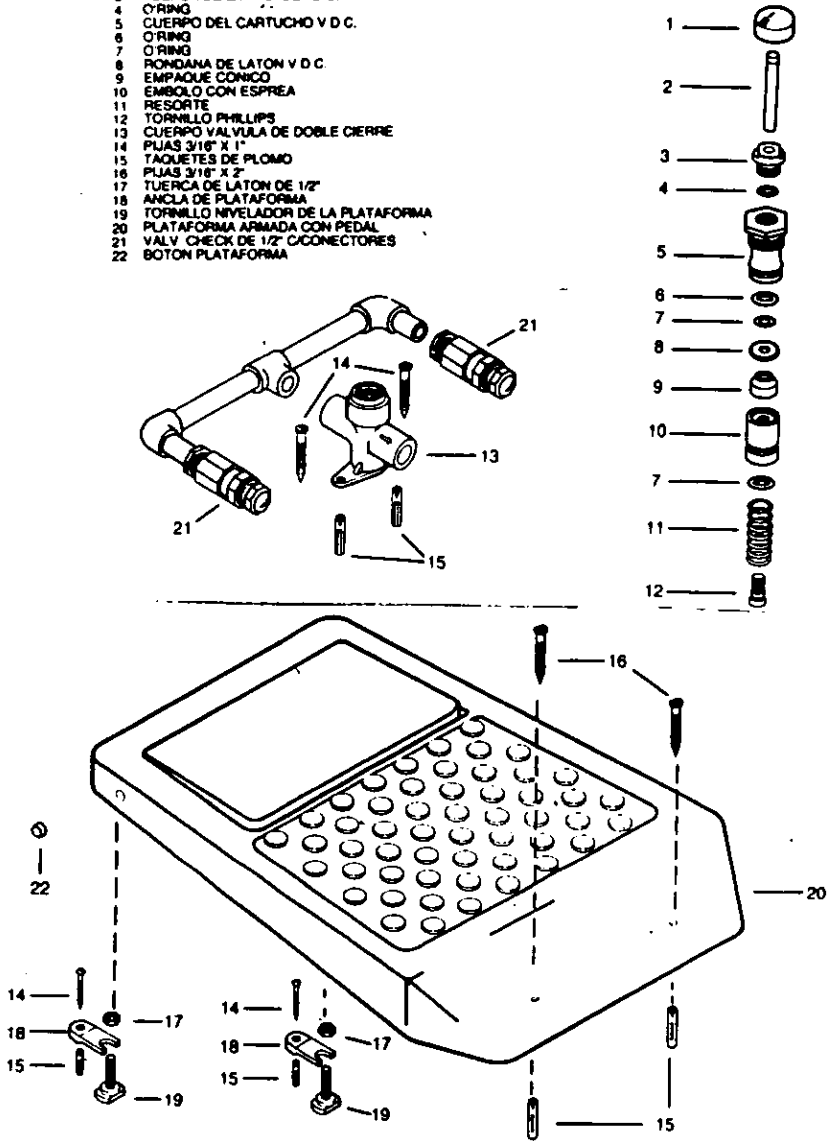


Fig. 5.8 Plataforma para regadera.

Fluxómetros

Estos están diseñados para uso institucional, suministra constantemente seis litros para el inodoro o tres para migitorio, según el modelo.

Existe una gran variedad de modelos: modelos de palanca, pedal o botón, ocultos o visibles. En la figura 5.9 se muestra un fluxómetro oculto de pedal.

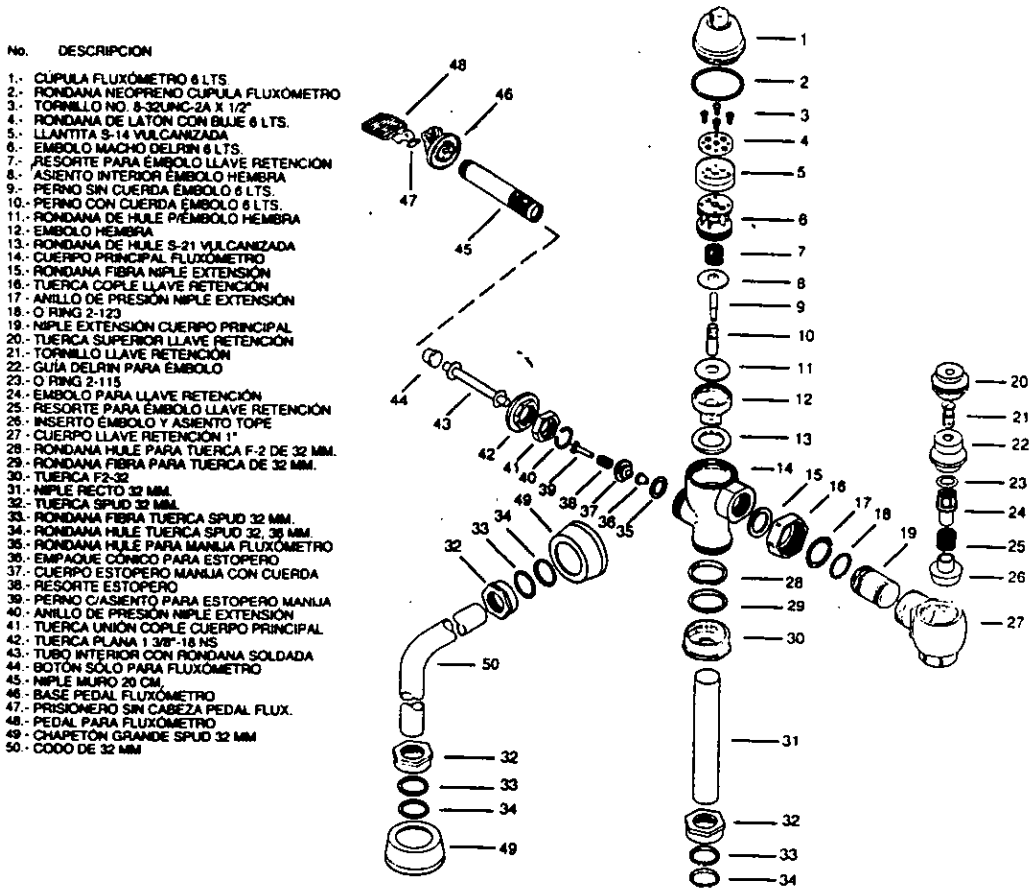


Fig. 5.9

Ventajas:

- Cuenta con esprea fija , que elimina las posibilidades de cambiar su regulación a rangos de mayor consumo , evitando así el desperdicio de agua.
- La eficiencia de su diseño permite el ajuste automático a los diferentes cambios de presión, lo que asegura una descarga uniforme de seis litros.
- Por su funcionamiento, el agua pasa al mueble bajo presión y directamente de las líneas de alimentación, asegurando que siempre se obtendrá una limpieza perfecta.
- E fluxómetro está siempre listo para usarse, ya no existen depósitos de agua que tengan que llenarse, esto le permite utilizarse secuencialmente cuantas veces se desee.
- Elimina los desperdicios de agua de los sistemas tradicionales ya que:
 - No hay tanque de porcelana que pueda romperse.
 - No hay válvula de flotador que no cierre.
 - No hay pera de goma que no carga bien.
- El diseño de la palanca, permite que se pueda accionar en cualquier dirección sin peligro de dañarse.
- Después de completado su ciclo, el fluxómetro siempre cierra el paso del agua, independientemente de si se soltó la manija o no. Si no se ha soltado ésta , para una nueva operación , hay que soltarla y volverla a accionar ; a diferencia de otros que mientras se está accionando la manija, el agua pasa constantemente al mueble o que trae como consecuencia el desperdicio de agua.
- Pueden instalarse con conexiones a 19 mm., 32 mm. y 38 mm. ya sea oculto o visible, para WC o para migitorio.
- Su funcionamiento está calculado para un rango de presión de trabajo desde 1.0 kg/cm² hasta 7.0 kg/cm² .

Recomendaciones

- Todos los muebles con fluxómetro, deben protegerse con cámaras de aire o cualquier otro dispositivo amortiguador para el golpe de ariete.
- En caso de cámaras de aire, estas deben ser hechas con tubo del mismo diámetro que el tubo de alimentación al mueble y tener una altura mínima de 60 cm. después de la conexión que alimenta al mueble sanitario.

Fluxómetro de baterías (fig. 5.10)

Características

- Sistema hidráulico de embolo.
- Cumple con las condiciones del uso eficiente del agua , descargando 6 litros para WC y tres litros para migitorio, bajo cualquier condición de presión.
- El diámetro de la espesa es de 36 milésimas, esto evita que se tape el fluxómetro con impurezas, funcionando siempre adecuadamente.
- Para llevar a cabo el mantenimiento, la electrónica en el fluxómetro se encuentra separada de sistema hidráulico la cual evita tener contacto con ambos sistemas al mismo tiempo previendo posibles descomposturas.
- Utiliza una batería de litio con una duración esperada de aproximadamente tres años.

NO DESCRIPCION

1. CUPULA DEL FLUXOMETRO 8 LTS.
2. RONDANA DE NEOPRENO CUPULA FLUXOM
3. TORNILLO No. 8-32 UNC-2A X 1/2"
4. RONDANA DE LATON CON BRASE 3 LTS
5. LLANTITA S-14 VULCANIZADA
6. EMBOLO MACHO DELFIN 6 LTS.
7. RESORTE PIERIBOLO LLAVE DE RETENCION
8. ASIENTO EMBOLO HEMBRA
9. PERNO SIN CUERDA EMBOLO 8 LTS
10. PERNO CON CUERDA EMBOLO 6 LTS
11. RONDANA DE HULE EMBOLO HEMBRA
12. EMBOLO HEMBRA
13. RONDANA S-21 VULCANIZADA
14. CPO. PRINCIPAL FLUXOMETRO ELECT
15. RONDANA DE FIBRA NIPLE EXTENSION
16. TUERCA COUPLE LLAVE RETENCION
17. ANILLO DE PRESION NIPLE EXTENSION
18. O-RING 2-122
19. RONDANA PARA MANGITORIO
20. NIPLE EXTENSION CUERPO PRINCIPAL
21. CHAPETON PARA LLAVE DE RETENCION
22. CUERPO LLAVE DE RETENCION
23. INSERTO EMBOLO Y ASIENTO TOPE
24. RESORTE EMBOLO LLAVE RETENCION
25. EMBOLO PARA LLAVE DE RETENCION
26. O-RING 2-115
27. GUIA DELFIN PARA EMBOLO
28. TORNILLO LLAVE RETENCION
29. TUERCA SUPERIOR LLAVE DE RETENCION
30. RONDANA DE HULE PARA ESPARRAGO
31. TUERCA F.2-32
32. NIPLE RECTO REDUCCION 32-19 MM
33. TUERCA SPUD 19 MM
34. RONDANA FIBRA TCA 19 MM
35. CHAPETON CHICO 19 MM MANGITORIO
36. O-RING 2-034
37. CPO. ESTOPERO PHFLUXOMETROELECT.
38. RESORTE PARA PERNO
39. TUERCA PARA PERNO
40. APARIELA PARA GOMA LLANTITA
41. GOMA LLANTITA FLUXOMETRO ELECT
42. PERNO CASIENTO FLUXOMETRO ELECT
43. COUPLE INTERIOR FLUXOMETRO ELECT
44. O-RING 2-025
45. COUPLE EXTERNO FLUXOMETRO ELECT
46. TCA UNION COUPLE Y CUERPO PRINCIPAL
47. TUERCA UNION FLUXOMETRO ELEC
48. NUCLEO FLUO Y MOVIL C/PRESORTE Y O-RING
49. BOBINA CON WUO Y ZAPATAS
50. CUERPO P.A.A. BOBINA CON CONECTOR
51. NIPLE PARA CABLEADO A MURO
52. OPRISOR No. 8-32 UNC-2A X 3/8"
53. CHAPETON PARA BRAZO REGADERA
54. TRANSFORMADOR HIDROTEX 480MA-4V AC
55. CAJA ELECTRICA
56. CHAPETON CON TARJETA ELECTRONICA
57. TORNILLOS PARA CHAPETON DE SENSOR DE 1"
58. TAPON ON/OFF

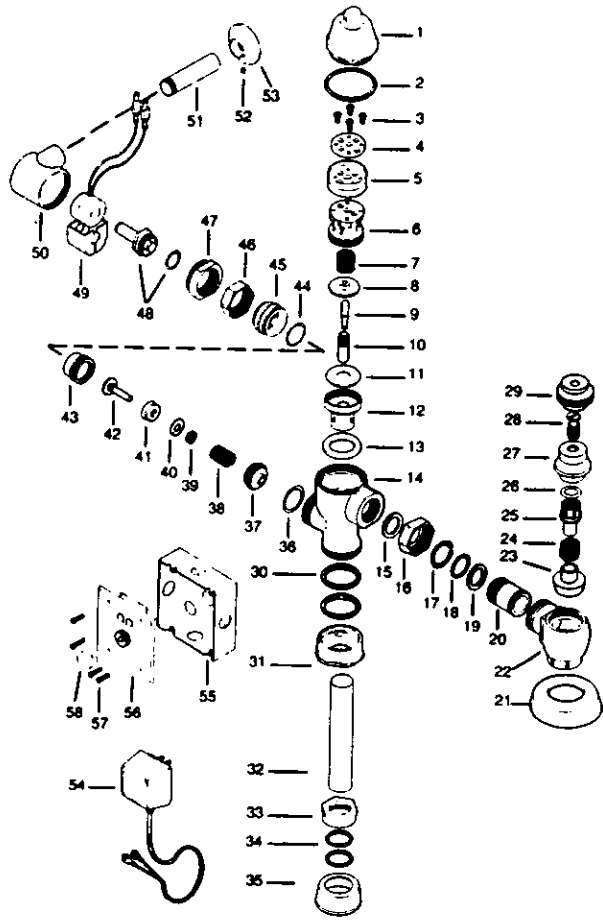


Fig. 5.10 Fluxómetro electrónico.

CAPITULO VI.- ENSAMBLE DE TUBERIAS Y ACCESORIOS

ENSAMBLE DE TUBERIA DE PVC.

Sistemas de conexión para tuberías de PVC.

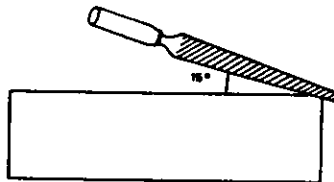
Acoplamiento espiga-campana con anillo de hule

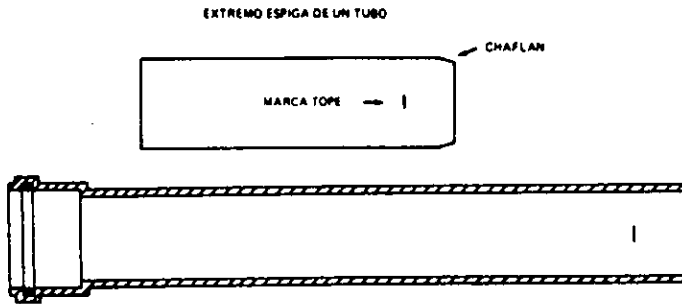
Esta unión es hermética y está diseñada para actuar además como junta de dilatación. Requiere ser fijada para evitar su desacoplamiento.

Los materiales necesarios son:

- Tubos de PVC, con o sin campana.
- Conexiones con campana (s).
- Anillos de hule sanitarios.
- Lubricante
- Segueta o serrucho de diente fino
- Lima plana.

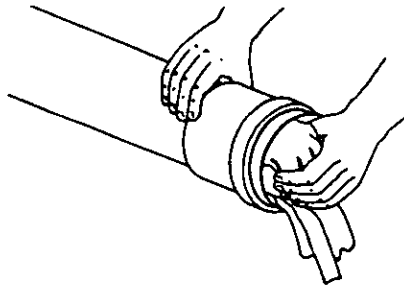
Los tubos de PVC, surtidos por el fabricante, tienen en su (s) extremo (s) sin campana, conocido como espiga, un chaflán y una marca tope. Los tubos que se cortan en la obra deben achaflanarse e indicar sobre ellos la marca tope, cuya longitud debe ser especificada por el fabricante.



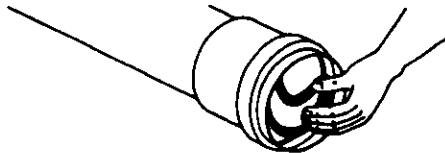


Procedimiento para acoplar.

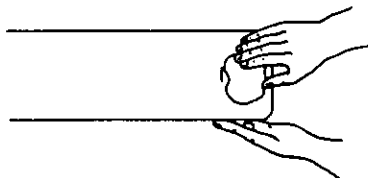
1. Se limpia la espiga y el interior de la campana con un trapo limpio y seco.



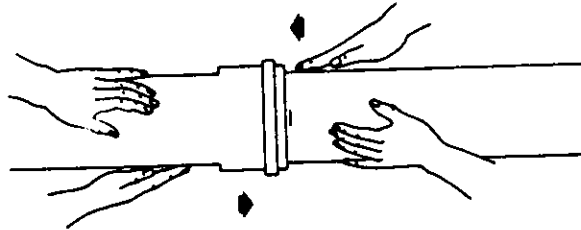
2. Si la campana no trae integrado el anillo , se coloca este en la ranura que trae para tal efecto.



3. Se aplica el lubricante en la espiga, desde el chafлан hasta la marca tope como máximo.
Se recomienda no aplicarlo en exceso, para evitar desacoplamiento posteriores.



4. Se colocan linealmente las piezas por acoplar y se inserta la espiga en la campana hasta la marca tope. Esta debe quedar visible, ya que la unión espiga-campana opera también como junta de dilatación



5. Cualquier resistencia que se oponga al paso del tubo dentro de la campana indica que el anillo está mal colocado o mordido. Si esto sucede se debe desacoplar los tubos y colocar el anillo correctamente. Para comprobar que el anillo de hule está bien colocado, se hace girar ligeramente la espiga en ambos sentidos. Esta maniobra debe lograrse con cierta facilidad, y de no ser así significa que el anillo está mal colocado y debe desacoplarse.

Acoplamiento cementado.

Para realizar este tipo de acoplamiento es necesario que el operario tenga habilidad y práctica para que haga una unión de buena calidad. Esta habilidad se obtiene trabajando bajo la dirección de personas experimentadas.

Es importante que la unión cementada se realice, hasta donde sea posible, bajo techo y con buena ventilación.

Materiales y equipo necesario.

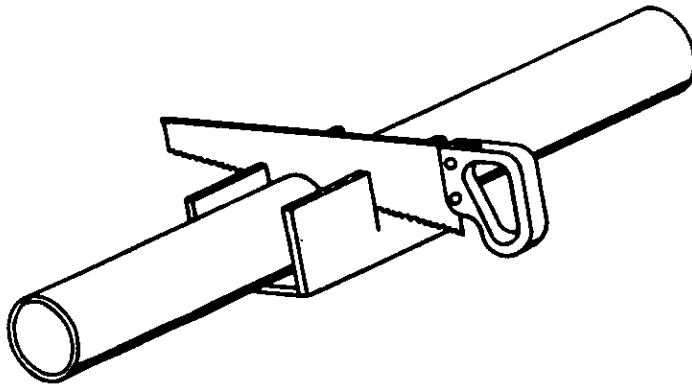
- Tubos de PVC con extremos lisos.
- Conexiones con casquillo para cementar.
- Cemento solvente de PVC.
- Brocha de cerda natural.

- Papel sanitario limpio.
- Limpiador recomendado por el fabricante.

Tanto el cemento como el limpiador presentan cierto grado de toxicidad, por lo que se recomienda trabajar con ellos en un lugar bien ventilado, y sobre todo no ponerlos en contacto con la piel. Se recomienda usar mascarilla para solventes cuando se emplean por un tiempo prolongado.

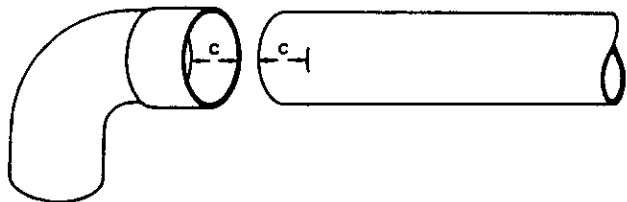
Corte de los tubos.

Si se requiere cortar el tubo, debe hacerse a escuadra, para lo cual se usa el serrucho de diente fino, con el fin de evitar imperfecciones y eliminar las rebabas por dentro y por fuera.



Marcado de la profundidad del casquillo.

Se toma la medida de la profundidad del casquillo; esta medida se marca en el extremo macho del tubo.



Prueba de ajuste de la junta.

Con un trapo limpio y seco se quitan las impurzas (tierra, humedad, etc.) de las partes por unir.

Sin usar cemento se insertan las dos partes, de modo que, sin forzarlo, el tubo penetre en el casquillo, pero no puede quedar tan flojo que se zafe.

Si el tubo no entra en el casquillo, se debe a que esta ovalada por mal almacenamiento o por transporte inadecuado. En este caso debe cortarse la parte defectuosa o cambiarse el tubo o conexión por otro que este en buen estado.

Limpieza

Con objeto de eliminar todo rastro de grasa o cualquier otra impureza, se frota con el papel sanitario, impregnado de limpiador, las superficies que van a quedar en contacto. De esto va a depender mucho la efectividad de la unión.



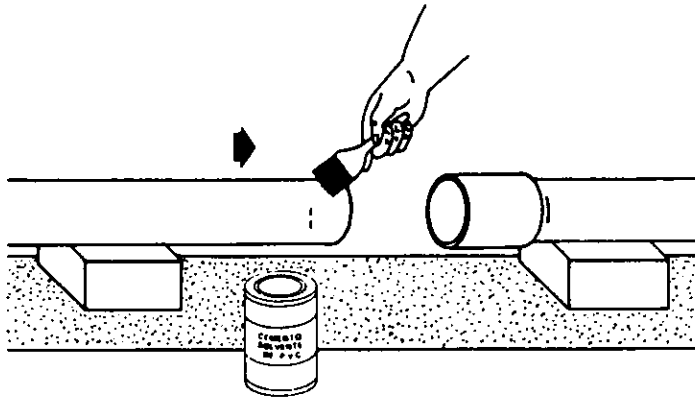
Aplicación del cemento

El cemento se aplica, mediante una brocha, siguiendo la dirección del eje mayor del tubo o conexión; se aplica en la superficie exterior del tramo macho del tubo y en el interior del casquillo de la conexión.

La brocha debe estar en buen estado, libre de residuos de cemento seco. Para mantenerla limpia se recomienda que se lave con el limpiador al terminar los trabajos.

Debe de tenerse cuidado de la consistencia del cemento ya que debe escurrir libremente de la brocha y no debe usarse un cemento que ya haya cambiado su color o apariencia.

Cuando no se utilice el cemento, este debe estar bien tapado ya que se evapora si no lo esta.



Acoplamiento

Con un movimiento firme y parejo se introduce el extremo liso del casquillo. La marca indica la distancia introducida, la cual no debe ser menor de $\frac{3}{4}$ la longitud del casquillo.

Esta operación debe realizarse lo más rápidamente posible, porque el cemento que se usa es de secado rápido, y una operación lenta implica una adhesión deficiente.

El tiempo de esta operación depende del diámetro del tubo que se está cementando, pero se recomienda como máximo dos minutos.



Eliminación de cemento exedente.

Una unión correctamente realizada mostrará un cordón de cemento alrededor del perímetro del borde del acoplamiento, el cual debe limpiarse de inmediato, así como cualquier mancha de cemento que quede dentro o fuera del tubo de la conexión.

Si el cordón no aparece o es irregular o pequeño, significa que faltó cemento, por tanto hay que repetir la operación del cemento y poner más cemento pero cuidando de no excederse, pues puede escurrir y obstruir el área de paso, y posteriormente esto podría traer problemas al funcionamiento.



Prueba de hermeticidad.

Colocadas las abrazaderas y los atraques, para efectuar la prueba de presión se deja transcurrir un tiempo mínimo de 24 horas después de hacer el último cementado.

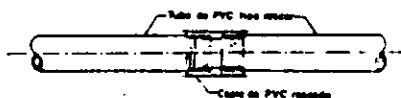
Cualquier fuga en las uniones implica cortar y reponer.

Unión roscada de PVC.

Equipo necesario para realizar el roscado.

- Tarraja con dados tipo NPT.
- Mordazas para roscar
- Tapón cónico
- Cinta de teflón
- Llave de banda

Una vez cortados los tramos, se inserta el tapón cónico en el extremo del tubo para asegurar una profundidad uniforme de la rosca para evitar deficiencias. Se realiza la rosca con la tarraja y se van eliminando las rebabas, se procede a verificar la calidad de la rosca, introduciendo el tubo sin forzar una conexión roscada, ya posteriormente, cuando se realice el ensamble roscable, se aplicara antes sobre la rosca del tubo una capa de teflón y se irá apretando lentamente con la mano, y para dejar el ajuste definitivo, se usara una llave de banda, se debe procurar no forzar el tubo ya que se puede romper.



ENSAMBLE DE TUBERIA DE CPVC

El único sistema para unir tubería de CPVC es a base de soldadura líquida para CPVC que proporciona uniones más seguras y más resistentes que las roscadas.

Procedimiento.

1. Se corta en tubo con una segueta. Para que el corte esté a escuadra se usa una caja de guía.
2. Se quitan las rebabas y las marcas de la segueta, usando una lima o papel de lija.
3. Se limpia bien las superficies que se van a conectar –tanto del tubo como del accesorio– con un trapo limpio humedecido en limpiador.
4. Se aplica soldadura líquida al exterior del extremo del tubo por lo menos en un largo igual a la campana del accesorio.
5. Se aplica una capita de soldadura líquida en el interior de la campana del accesorio.
6. Se une el tubo con el accesorio asegurándose de un buen asentamiento y se da un cuarto de vuelta para distribuir la soldadura, se mantiene firmemente la unión por 30 segundos.

Toda la operación – desde la aplicación de la soldadura hasta la terminación de la unión – no debe demorar más de un minuto.

Se deja la soldadura una hora antes de mover la tubería y se esperan 48 horas antes de someter la línea a la presión de prueba.

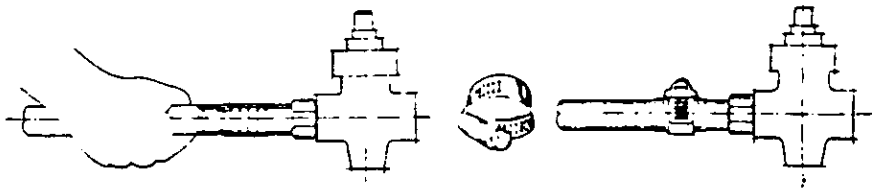
No se debe realizar la unión si la tubería o el accesorio están húmedos.

ACOPLAMIENTO DE LA TUBERIA DE POLIETILENO (PE)

Material necesario.

- Conexiones estriadas
- Tubería (PE)
- Abrazaderas

Este acoplamiento se realiza con la mano , haciendo penetrar las estrias de la conexión dentro del tubo y colocando posteriormente la abrazadera de presión sobre el tubo.



ACOPLAMIENTO DE TUBERIA DE POLIPROPILENO HOMOPOLIMERO

Material necesario:

- Conexiones roscadas de polipropileno homopolimero.
- Tubería (polipropileno homopolimero)
- Teflón.

Este acoplamiento al igual que la tubería de polietileno se realiza con la mano. Solo hay que aplicar el teflón en el extremo del tubo, el cual tiene rosca, de esta manera se realiza el ensamble por el sistema de rosca.

ACOPLAMIENTO DE TUBERIA DE POLIETILENO RETICULADO

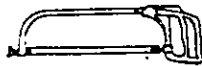
- Material necesario:
- Conexiones de inserción.
- Anillos de compresión.
- Pinzas de compresión para anillos de compresión.
- Tubería de polietileno reticulado.
- Calibrador.

El acoplamiento de la tubería de polietileno reticulado se inicia haciendo penetrar la doble babilla (rebordes) de la conexión dentro del tubo y colocando el anillo de compresión, para posteriormente con las pinzas apretar el anillo hasta que se escuche un "clik", y por último comprobar con el calibrador si el acoplamiento es satisfactorio.

ENSAMBLE DE TUBERIA DE COBRE

Herramientas y materiales para instalaciones con tubería de cobre:

Arco con segueta: Se utiliza para efectuar el corte del tubo. La posición correcta de la segueta, es colocándola con los dientes hacia delante.

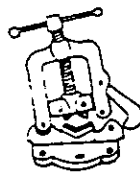


Lima o lija de grano fino en rollo: se utiliza para limar las asperezas que quedan en el tubo después del corte.



Prensas para tubo: su operación principal consiste en sujetar los tubos para cortarlos o enroscarle conexiones.

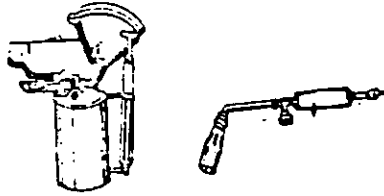
Las más comunes son: de mordaza, de mordaza sobre banco y con cadena de tripie.



Cortatubos: como su nombre lo indica nos sirve para cortar el tubo.



Sopletes: Existen dos tipos de soplete: de gasolina y gas. Se utilizan para fundir plomo, soldar con estaño, en el caso del soplete de gas su uso se generaliza hasta el corte de acero.

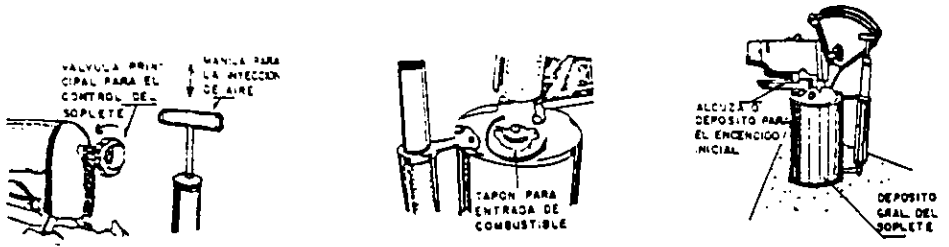


Para el uso del soplete de gasolina se sigue el procedimiento siguiente:

- Primeramente se quita el tapón para entrada del combustible y se llena el depósito general del soplete, teniendo cuidado de que no se derrame gasolina y luego se pone su tapón, también se le agrega gasolina en la alcuza o depósito para encendido inicial. Es importante que se vierta gasolina en el depósito hasta tres cuartos del tanque .
- Posteriormente se prende la gasolina que se encuentra en la alcuza y se espera a que se consuma todo el combustible que tenga . Se abre la válvula principal control de soplete, así mismo se acciona la manija para la inyección de aire y por último se hace girar la misma válvula principal para el control del soplete hacia uno y otro sentido hasta obtener la intensidad de la flama deseada.

Si fuese necesario se acciona nuevamente la manija para la inyección de aire. Para apagar el soplete bastara con cerrar la válvula principal para el control del soplete.

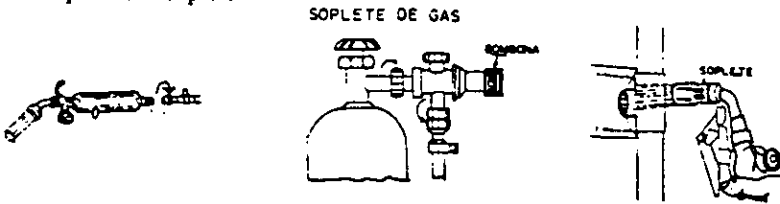
El soplete de gas se utiliza en las grandes construcciones para el corte de acero, así como también para instalaciones hidráulicas y sanitarias, cuando se utiliza tubería de cobre y fierro fundido.



"Uso del soplete de gasolina"

Para armar y encender el soplete se procede a lo siguiente:

- Se acopla la manguera a la bombona.
- Se acopla el mango a la boquilla.
- Se hace girar la llave de la bombona en sentido antihorario.
- Se abre ligeramente la llave del mango.
- Se prende el soplete.



Se debe encender el soplete retirado del depósito, ya que podría haber alguna fuga y se incendie el tanque.

Para apagar el soplete momentáneamente, basta con cerrar la llave del mango sin apretarla, quedara una pequeña flama piloto para prender automáticamente cuando la llave del mango se vuelva a abrir.

La intensidad de la flama deseada se obtendrá abriendo, más o menos la llave del mango.

Soldaduras.

Soldadura blanda:

Esta soldadura es ligera, compuesta de estaño y antimonio. Generalmente se utiliza en tuberías de cobre y viene en cordones de 3 mm enrollados en carretes diferentes.

La soldadura más usual es la del No. 50 y esta formada por 50 partes de estaño y 50 de plomo, se funde a los 182°C generalmente y se usa, principalmente para tubería de cobre rígido tipo "M", que es el más usual para las instalaciones hidráulicas.

La soldadura del No. 95, esta compuesta por 95 partes de estaño y 5 de antimonio y se funde a los 230°C, esta soldadura es un poco más dura que a anterior y se usa en instalaciones hidráulicas y de gas.

La soldadura de barra esta compuesta por cincuenta partes de estaño y cincuenta de plomo, cada barra pesa 1 kg usándose principalmente para soldar tubería de plomo con tubería galvanizada.

Pasta fundente:

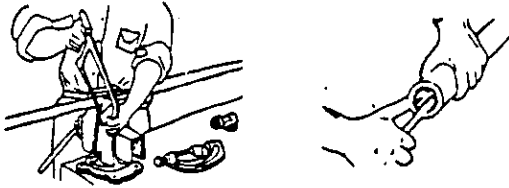
Protege a los metales de la oxidación dando paso libre (por capilaridad) a la corriente de soldadura que penetra cuando el calor haya sido suficiente. Se consigue en el mercado en latas de 60 y 450 grs.

Proceso para la unión de tubería de cobre y conexiones soldables.

Se corta el tubo con segueta o con cortador especial y se verifica que el corte quede perfectamente a escuadra.

Se lima el corte para quitar todas las rebabas producidas con el mismo.

Se limpia con lija o llana de acero en el interior de la conexión y la punta del tubo que entra en ella.

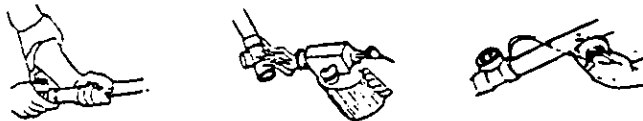


Se aplica la pasta fundente en el exterior del tubo e interior de la conexión.

Se introduce el tubo en la conexión hasta el tope y se hace girar en una y otra dirección hasta distribuir el fundente .

Se aplica la flama del soplete únicamente a la conexión y se prueba el calentamiento con la soldadura retirando el soplete.

Logrando el calentamiento necesario, se aplica la soldadura retirando el soplete y se limpia la soldadura sobrante con un trapo o estopa seca.



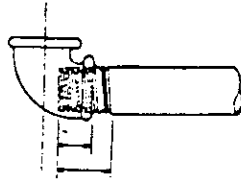
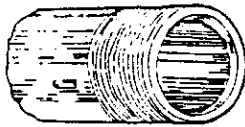
Para desoldar se aplica la llama a la conexión hasta derretir la soldadura y las partes que no se deseen desoldar se les aplican trapos mojados.

ENSAMBLE DE TUBERIA GALVANIZADA

Este tipo de instalación requiere de un gran cuidado, debe cortarse a la medida exacta, ya que a unión se lleva a cabo por medio de rosca, y en un error en la medida o en el roscado implicaría tener que cortar un tramo nuevo y volver a ejecutar el roscado, lo que tiene como consecuencia la pérdida de tiempo y material, para evitar estas pérdidas se considera lo siguiente:

Al estar efectuando una instalación hidráulica con tubo galvanizado, deberán tenerse en cuenta dos medidas para el corte.

- Ganancia de la conexión
- Empalme

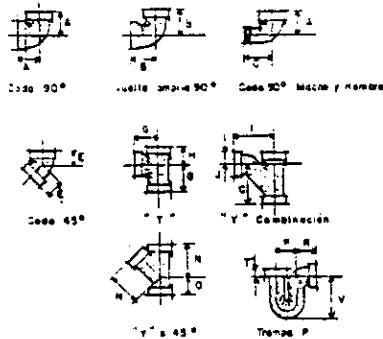


La ganancia de la conexión es la cantidad de espacio que ocupa la conexión a la que llega el tubo.

Los tubos en un solo tramo o que llegan a un ángulo, no topan uno con otro dentro de la conexión, esta los separa un poco.

Empalme, es la cantidad de tubo que queda dentro de la conexión.

Las conexiones para fierro galvanizado, se encuentran tan uniformizadas que su ganancia y empalme se tienen ya tabulados.



Dimensión	Tubo (cm)	3/8	1/2
Distancia "E"		1.6	1.7
E: tubo empalme dentro de la conexión			
	V	12.7	14.4
	A	5.6	6.0
	B	6.4	7.8
	C	6.8	8.3
Medidas de las conexiones (cm)	E	3.7	4.4
	D	6.4	7.8
	H	4.4	5.4
	I	10.5	13.8
	J	3.2	4.1
	K	10.5	13.8
	M	9.2	11.0
	O	4.8	5.4
	P	3.7	7.0
	R	5.4	6.3
	T	2.2	2.2

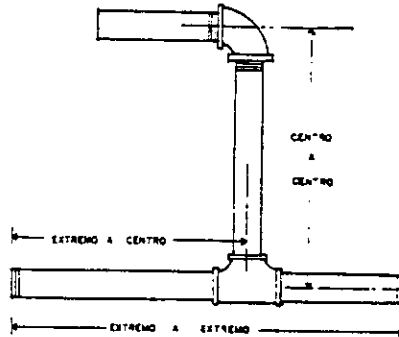
Uso de la tabla de empalme de conexiones.

- Ver cuanto ocupa la conexión.
- Restar esa cantidad de la medida del tramo.
- Sumar la distancia "x" de empalme.

Existen tres formas de medir los tubos.

- De extremo a extremo para un tubo simple o para un tramo con conexión.
- De un extremo del tubo al centro de la conexión para tramos con angulos.

- Del centro de una conexión al centro de la otra para tramos paralelos.



Herramientas necesarias para efectuar instalaciones hidráulicas con tubos galvanizados.

Tarrajá para tubos

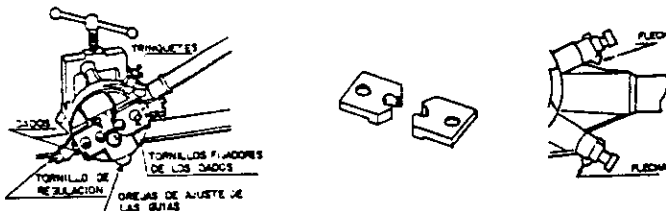
Es una herramienta que se utiliza para el roscado de este tipo de tubería.

Existen varios tipos, entre las más usuales se pueden citar las siguientes:

La tarrajá de matraca de dados y guías ajustables, se compone de las siguientes piezas.

- Tornillo de regulación
- Dados
- Tornillos fijadores de los dados
- Orejas de ajuste de las guías
- Trinquetes

También existe la tarrajá con dados ajustables; es la más usual y se compone de dos piezas. Son llamados también dados partidos que hacen posible el ajuste en cada pasada del cuerpo con el espesor de la pared del tubo y en la que se menciono anteriormente.



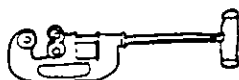
Tarraja con dado fijo, por lo regular se utiliza para tubos de diámetro menor, se compone de dos piezas únicamente que son: el maneral y el juego de dados integrados a una sola pieza.

En la tarraja existen trinquetes de orientación y tienen la forma de una cruceta o de la letra "T".

Para hacer la rosca la punta debe quedar hacia la derecha, para retirar la tarraja la punta de la flecha deberá quedar hacia la izquierda.

Cortatubos de rodillos

Se utiliza por lo regular para cortar tubos galvanizados. Va generalmente montado en un tripode, que es una mesa de tres patas plegables provista de una mordaza para sujetar tubos.



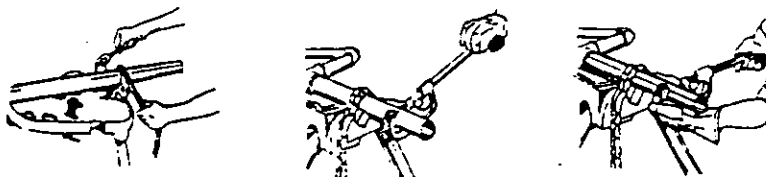
Proceso de corte

Se sujeta el tubo en el tripode, haciendo sobre salir un tramo mayor a la medida por cortar.

Se coloca el corta tubos de modo que la cuchilla coincida con la marca de corte, y se aprieta hasta que la cuchilla presione al tubo.

Se hace girar el cortatubos dando vueltas completas colocando un poco de manteca en la línea de corte.

Se continua apretando y girando hasta cortar el tubo.



Llaves

Para unir tramos de tubos en sitio, es necesario utilizar 2 llaves stillson, una para atornillar la conexión y otra para sujetar el tubo.

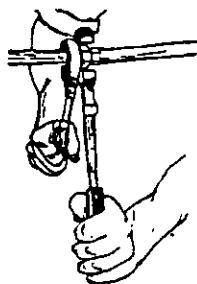
Se deberá tener precaución de no forzar demasiado la llave que sujeta el tubo ya que podría romperse en la zona en donde ya esta conectado.

De preferencia que las llaves sean de diferentes tamaños.

Las llave grande sujeta al tubo y la chica atornilla la conexión.

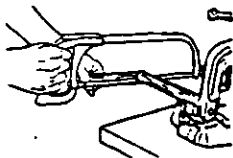
Esta operación no será necesaria cuando el tubo se encuentre fijo en la prensa de banco o tripie.

Solamente se usan cuando se hagan conexiones en sitio o no se cuente con herramienta de fijado.



Unión de tubería y conexiones de fierro galvanizado

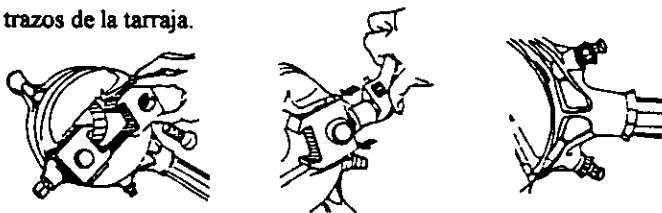
Primeramente se fija la tubería en una sola prensa para hacerle la cuerda, posteriormente se empieza a cortar el tubo a la longitud necesaria. Hay que tomar en cuenta que antes de terminar el corte se debe de sujetar con una mano y terminar el corte con la otra.



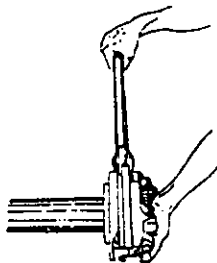
Proceso de roscado de la tubería

Esta operación se realiza con la tarraja. La operación consiste en abrir un surco helicoidal externo que permita la unión de un tubo con una conexión roscada. Para esto se sigue el siguiente proceso.

1. Se prepara la tarraja con sus dados de acuerdo al diámetro de la tubería a roscar, la medida indicada en el dado debe quedar hacia arriba. Se ajustan los dados para la primera pasada dejando los trazos de preferencia separados aproximadamente 3mm., de los trazos de la tarraja.



2. Se inicia la rosca, se coloca la tarraja en el tubo con la guía hacia la prensa, se ajusta la guía girando la oreja del disco en el sentido antihorario, hasta el tope, se orientan los trinquetes, se presiona la tarraja contra el tubo utilizando la mano izquierda. Se hace girar la tarraja en sentido horario, hasta que los dados agarren posteriormente, se hace la pasada accionando el mayor con los dos menores. Se debe lubricar periódicamente en cada pasada, utilizando aceite o manteca vegetal. La longitud de la rosca debe ser igual al espesor del dado para retirar la tarraja, se invierte la posición de los trinquetes y se gira la tarraja en sentido contrario antes de retirar la tarraja debe abrirse ligeramente la guía.



3. Terminación de la rosca, se apoya la tarraja en el banco y se sujeta para la segunda pasada, el ajuste será correcto cuando los trazos de los dedos coincidan con los de la tarraja. Por último, se hace la segunda pasada repitiendo el 2do. paso.

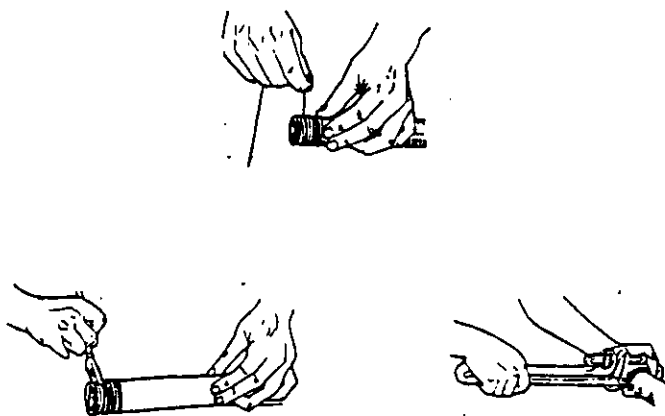
Para comprobar la exactitud de la rosca, se hace enroscando con la mano una conexión y la rosca estará correcta si la conexión puede apretarse hasta la mitad de la cuerda.

Ya que está lista la cuerda de la tubería, procedemos a poner la conexión o unir, como tenemos sujeto el tubo en el tripie, empezamos a enrollarle un pedazo de pabilo a la rosca del tubo.

Posteriormente, se le pone pintura a la cuerda de la tubería y queda lista para ponerle la conexión.

La finalidad de enrollarle pabilo a un tubo y posteriormente ponerle pintura en su cuerda es para evitar una posible fuga.

Por último, se le elige una llave para apretar la conexión.



CAPITULO VII.- DISEÑO DE LA RED HIDRAULICA PARA CASA HABITACION.

Para el diseño de la red de distribución se empleo el método del Dr. Hunter, por principio se hace la suma de unidades mueble, con un total de 17 unidades mueble (tabla 3.1) y convirtiendo estas unidades mueble a gastos (tabla 3.2) da como resultado un gasto probable de 0.80 l/s.

Con los datos obtenidos se procederá a calcular el diámetro de la tubería y posteriormente la pérdida por fricción [tabla No. 6(a)].

Debido a las condiciones de la red, el mueble más desfavorable para su funcionamiento, es el w.c. del segundo nivel ya que este mueble necesita 0.35 kg/cm^2 para su operación, por tal motivo se analiza en la tabla 7.1 de la red desde el sistema de abastecimiento hasta el punto por analizar (fig. 7.1).

En esta tabla se cuantifican las pérdidas del tramo considerado, tomando en cuenta tanto las longitudes reales como las longitudes equivalentes para obtener la presión de trabajo disponible en el punto de interés.

Todo el procedimiento para el diseño se considero lo expuesto en el capitulo 3, cuyos resultados se presentan en la tabla 7.1.

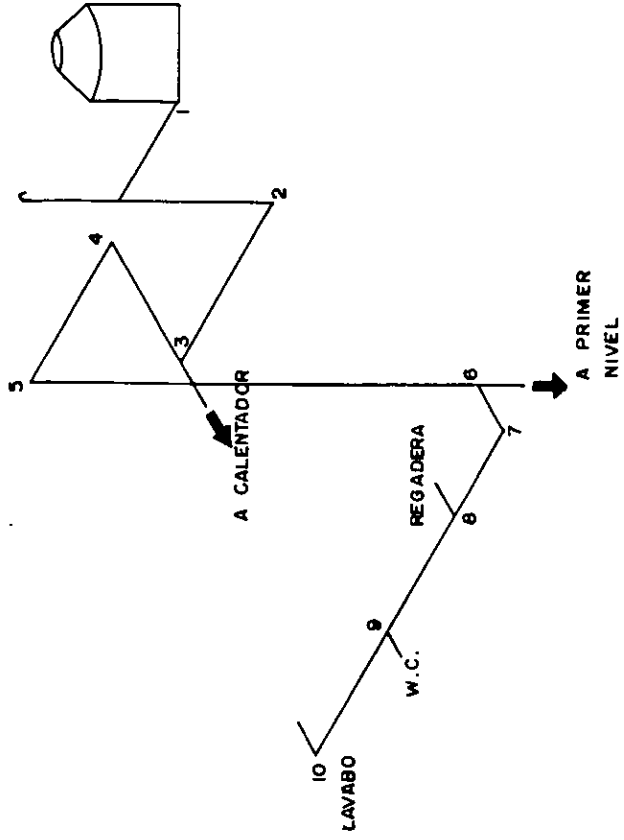
Las trayectorias de las tuberías, así como los diámetros se presentan en el plano correspondiente, el cual se anexa al final del trabajo.

TABLA 7.1

PUNTO		UNID.	Q	Lequiv.	φ	Hf	Hpiezometrica		Hest.	Hdisp.
DE	A	MUEB.	L . P . S	m.	mm.	m.	ANTER.	ACTUAL	m.	m.
	1							+ 7.80	6.80	1.0
1	2	17	0.80	4.66	32	0.25	7.80	7.55	5.3	2.25
2	3	17	0.80	1.06	32	0.06	7.55	7.49	5.3	2.19
3	4	17	0.80	1.06	32	0.09	7.49	7.40	5.3	2.10
4	5	17	0.80	1.06	32	0.06	7.40	7.34	5.3	2.04
5	6	17	0.80	1.06	32	0.15	7.34	7.19	2.6	4.59
6	7	6	0.32	2.10	25	0.07	7.19	7.12	2.6	4.52
7	8	6	0.32	0.80	25	0.03	7.12	7.09	2.6	4.49
8	9	4	0.25	1.60	19	0.20	7.09	6.89	2.6	4.29 *
9	10	1	0.13	1.26	19	0.04	6.89	6.85	2.6	4.25

*Carga disponible, en el mueble más desfavorable.

FIG. 7.1



CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una de las necesidades vitales del ser humano es el suministro de agua potable. Es labor del ingeniero prever este líquido en cantidad y presión adecuada hasta los puntos de uso, en los diferentes lugares que se requiera. Toda esta necesidad obliga a estudiar un sistema de fácil instalación y conservación así como eficiente.

Debido a los efectos corrosivos del agua y la resistencia de los metales a la corrosión, este tema ha sido objeto de estudio, por lo que se han encontrado una diversidad de materiales para el diseño y construcción de instalaciones hidráulicas.

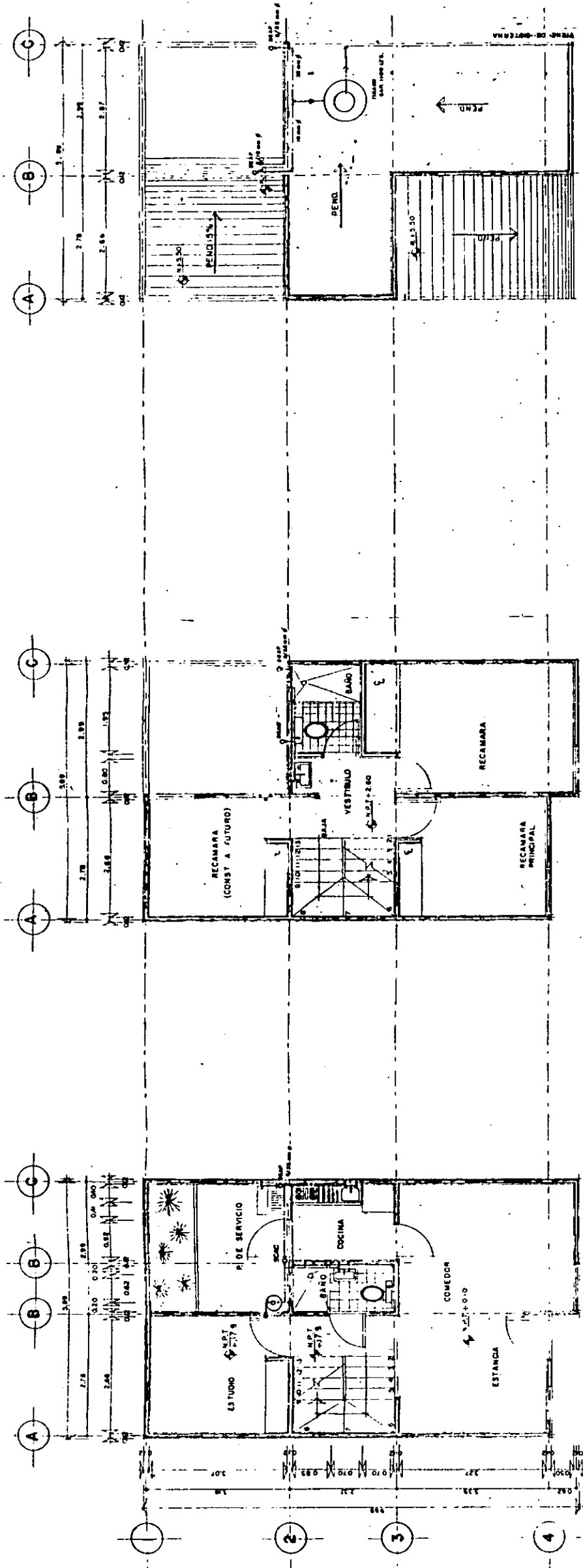
Para realizar un proyecto de instalaciones hidráulicas hay que tomar en cuenta la gran variedad de materiales disponibles en el mercado, considerando sus ventajas y limitaciones de cada uno de ellos.

Debido a la búsqueda de nuevos materiales para tuberías de instalaciones hidráulicas, se cuenta con una variedad de alternativas, sobre todo en las tuberías plásticas. Estas tuberías cuentan con grandes propiedades que las hacen funcionales y con ventajas sobre las tuberías empleadas tradicionalmente. Por lo que se recomienda el uso de estas nuevas tecnologías , haciendo énfasis en las nuevas tuberías para agua caliente.

Una de las ventajas que presentan estas tuberías es su facilidad de instalación , sus acoplamientos son mucho más sencillos que el de las tuberías convencionales, pero un inconveniente es que no se cuenta con los accesorios en diferentes medidas.

Un tema que se comenta y que es de muy poco interés para muchos, es el ahorro de agua. Al respecto se dan a conocer algunos de los dispositivos ahorradores de agua, tema que debe conocer tanto el estudiante como el profesionista.

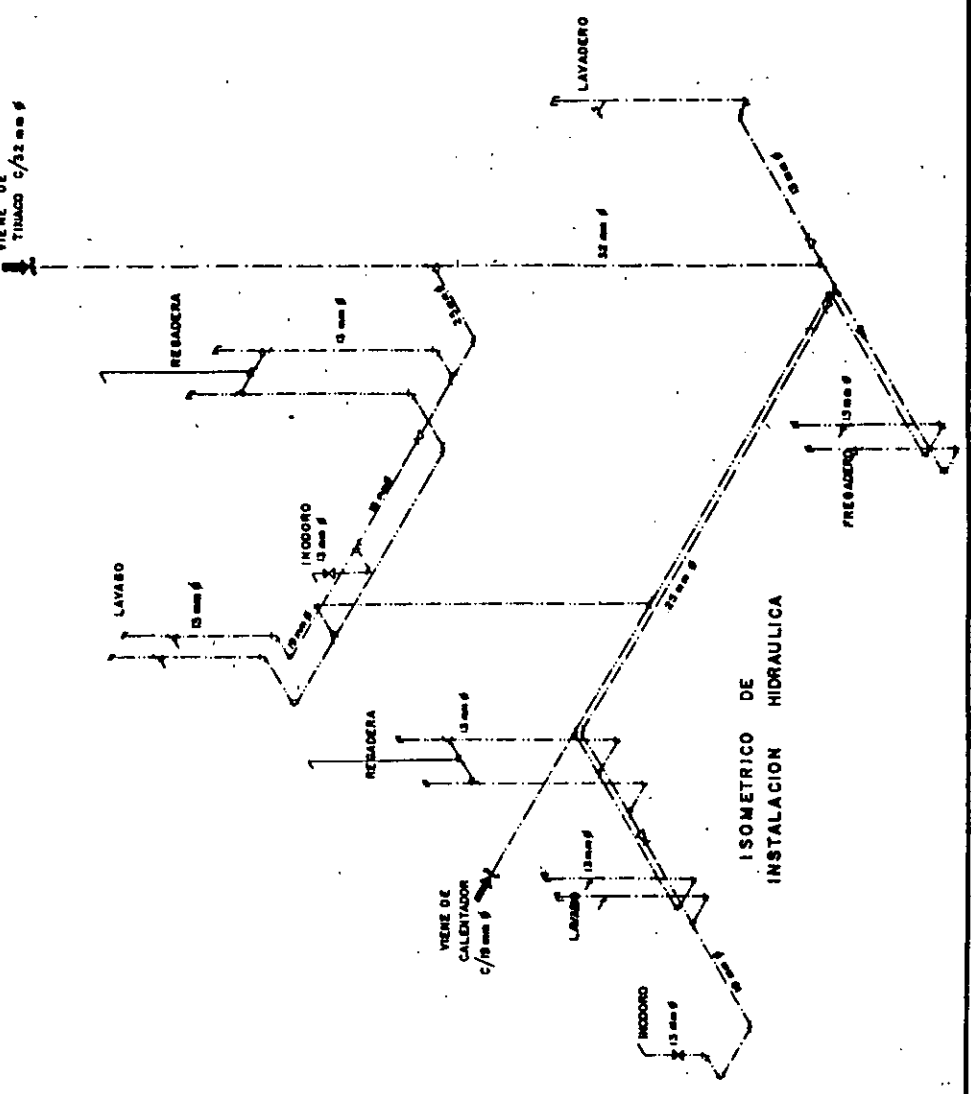
Es labor del ingeniero dar a conocer estos dispositivos y a su vez recomendar su uso y concientizar a la población sobre el uso eficiente del agua, ya que de esto depende un mejor aprovechamiento del vital líquido.



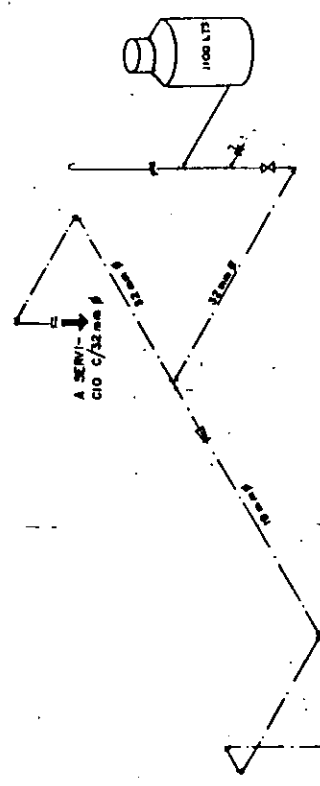
PLANTA BAJA

PLANTA ALTA

PLANTA AZOTEA



ISOMETRICO DE INSTALACION HIDRAULICA



SIMBOLOGIA

- Agua fría
- Agua caliente
- Válvula compuerta
- Codo de 90° Acero inoxidable
- Codo de 90° Bronce amarillo
- Codo 90°
- Tubo
- Reducción
- Tubo
- Tubo
- Tubo
- Tubo
- Llave de mariposa
- Contraste

DATOS DE PROYECTO

No. Proyecto: 7.164.
 Dirección: 150 lbs/m²/dia
 Construcción: 1950 lbs/dia
 Sistema de distribución: gravedad
 Diámetro de tubería nominal: 15 mm

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
Tubo 32 mm Ø	M.	9.9
Tubo 25 mm Ø	M.	3.1
Tubo 19 mm Ø	M.	26.75
Tubo 13 mm Ø	M.	17.3
Codo 90° 32 mm Ø	PZA.	3
Codo 90° 25 mm Ø	PZA.	2
Codo 90° 19 mm Ø	PZA.	18
Codo 90° 13 mm Ø	PZA.	5
Codo 90° 19x13 mm Ø	PZA.	12
Tubo 32 mm Ø	PZA.	5
Tubo 19 mm Ø	PZA.	7
Tubo 13 mm Ø	PZA.	13
Tubo 32x25 mm Ø	PZA.	1
Tubo 25x19 mm Ø	PZA.	2
Val. comp. 32 mm Ø	PZA.	1
Val. comp. 19 mm Ø	PZA.	1
Val. comp. 13 mm Ø	PZA.	2
Reducción 32x25 mm Ø	PZA.	1
Reducción 32x19 mm Ø	PZA.	1
Reducción 32x13 mm Ø	PZA.	2
Reducción 25x19 mm Ø	PZA.	2
Tubo 13 mm Ø	PZA.	11

UNAM ENEP ARAGON

PROYECTO: CASA HABITACION
 PROPIETARIO: UNACADDE
 PLANO DE: INSTALACION HIDRAULICA
 PROYECTO: J.P.R.R. REVISO: ING. L.P.V.M.
 DIBUJO: J.P.R.R. ESCALA: 1:50
 FECHA: NOV./97
 ACOT. MTS.

BIBLIOGRAFIA

HIDRAULICA GENERAL, VOL. I
GILBERTO SOTELO AVILA
EDITORIAL LIMUSA, MEX., 1991

INSTALACIONES EN LOS EDIFICIOS
CHARLES MERRICK GAY
EDITORIAL GUSTAVO GILL, S.A. , BARCELONA 1974

MANUAL DE HIDRAULICA
HORACE WILLIAMS KING
LIMUSA, MEXICO 1995

FONTANERIA E INSTALACIONES SANTTARIAS
GUY BRIGAUX
EDITORIAL GUSTAVO GILL, BARCELONA 1976

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE VOL. I
ENRIQUE CESAR VALDEZ
UNAM, MEX.,1992

MANUAL PRACTICO DE FLOMERIA Y CALEFACCION
RICHARD DAY
CECSA, MEX. 1992

FLOMERIA Y CALEFACCION
F. HALL, M.I.P.H.E., M.I.O.B.
LIMUSA, MEX. 1987

ESTUDIOS Y LINEAMIENTOS PARA LA PRESENTACION DE PROYECTOS
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACIÓN HIDRAULICA, DGCOH
MEXICO 1992

APUNTES DEL CURSO DE SELECCIÓN Y OPERACIÓN DE BOMBAS
EDUCACIÓN CONTINUA, UNAM
1985

APUNTES DEL CURSO INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS
EDUCACION CONTINUA, UNAM
1994

MANUAL HELVEX PARA INSTALACIONES
ING. SERGIO ZEPEDA
MEXICO 1977

MANUAL TECNICO DE PARTES Y COMPONENTES
HELVEX
MEXICO, 1995

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1994-2000
SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO