



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPTO. DE INGENIERIA CIVIL

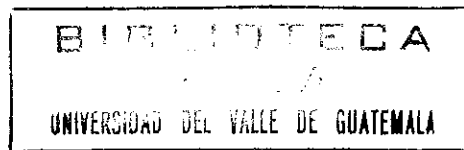
INSTALACIONES ELECTRICAS, ABASTECIMIENTO DE
AGUA Y DRENAJES EN UNA CONSTRUCCION

MARIO LOPEZ P.

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO PARA
OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL EN EL
GRADO DE LICENCIADO

GUATEMALA

1,994



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPTO. DE INGENIERIA CIVIL

INSTALACIONES ELECTRICAS, ABASTECIMIENTO DE
AGUA Y DRENAJES EN UNA CONSTRUCCION

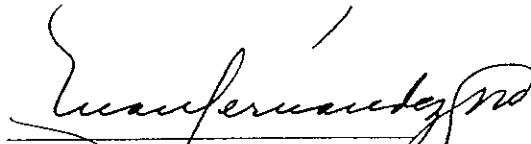
MARIO LOPEZ P.

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO PARA
OPTAR AL TITULO DE INGENIERO CIVIL EN EL
GRADO DE LICENCIADO

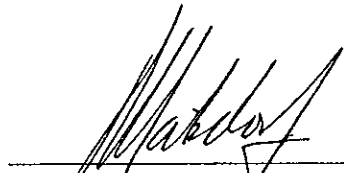
GUATEMALA

1,994

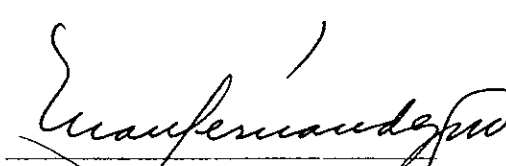
VoBo.


Ing. Manuel Fernández
Asesor.

Tribunal


Ing. Franklin Matzdorf


Ing. Ricardo Gómez


Ing. Manuel Fernández

I N D I C E

	# PAG.
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	8
III. ABASTECIMIENTO DE AGUA	
A. VOLUMEN Y PRESIONES EN TUBERIAS Y ACCESORIOS	12
1. EFECTOS DE LA PRESION	21
B. DISTRIBUCION DEL AGUA	27
1. MATERIALES DE TUBERIAS	35
2. CONEXIONES	46
3. VALVULAS	51
4. MEDIDORES	57
C. MUEBLES SANITARIOS	63
1. INODOROS, LAVAMANOS, LAVATRASTOS Y PILAS	67
2. ESPACIOS DE AIRE	79
D. REQUERIMIENTOS DE AGUA	81
1. DIAMETROS MINIMOS DE TUBERIAS	87
IV. DRENAJES	
A. INTRODUCCION A LOS DRENAJES	91

	# PAG.
B. ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE	112
C. MATERIALES DE DRENAJE	135
V. INSTALACIONES ELECTRICAS	
A. ACOMETIDA	142
1. MEDIDORES	150
2. INTERRUPTORES	154
3. SISTEMAS DE PROTECCION	164
4. TABLEROS DE DISTRIBUCION	170
5. SISTEMAS DE CONDUCCION	174
VI. CONCLUSIONES	190
VII. RECOMENDACIONES	192
VIII. BIBLIOGRAFIA	193

LISTA DE GRAFICAS Y FIGURAS

Figura		Páginas
3A	Caída por fricción	25
3B	Caída por fricción	26
3C	Abastecimiento de agua	30
3D	Abastecimiento de agua descendente	33
3E	Junta mecánica para tubo de hierro	47
3F	Junta tipo Dresser	47
3G	Instalación tubería servicio	49
3H	Válvulas	53
3I	Válvulas de globo	55
3J	Válvulas de retención	56
3K	Válvula general municipal	59
3L	Válvula junto a bordillo	59
3M	Válvula de medidor	60
3N	Inodoros	70
3O	Válvula elevada de flotador	73
3P	Válvula de bola	73
3Q	Tanque para inodoro	73
3R	Curvas para carga de demanda de agua	85
3S	Ampliación de la porción de baja demanda de la figura 3R	85

Figura		Páginas
4A	Sistema de drenaje	100
4B	Pendiente en tubería de drenaje	102
4C	Pozo seco	116
4D	Cambio dirección en desagüe	119
4E	Registro de limpieza	120
4F	Diagrama de drenaje	124
4G	Diagrama de drenaje	124
4H	Sifón de servicio	126
4I	Depósito para garaje	131
4J	Interceptor de grasa	134
4K	Interceptor de grasa	134
5A	Contador monofásico	153
5B	Interruptor	155
5C	Interruptor de cuchillas	155
5D	Conexiones 2 polos	155
5E	Conexiones 3 polos	155
5F	Conexiones bidireccionales	155
5G	Interruptor unipolar	159
5H	Interruptor en lámpara	160
5I	Interruptor tripolar	161
5J	Interruptor giratorio	162
5K	Interruptor en serie	162

Figura

Páginas

5L

Instalación bajo piso

184

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación		Páginas
1	Gasto	21
2	Presión	21
3	Caída de presión	22
4	Caída por fricción	22
5	Descarga de agua	60
6	Determinación de constante	61
7	Potencia total	151

LISTA DE TABLAS

Tabla		Páginas
1	Gasto y presión requeridos en diferentes equipos sanitarios	13
2	Longitudes equivalentes de tubo vrs. conexiones	17
3	Unidades de instalación sanitaria por equipo	68
4	Espacios de aire en instalaciones de plomería	79
5	Otros valores de unidades sanitarias	86
6	Unidades de descarga de cada aparato sanitario.	97
7	Diámetros de las bajadas y los drenajes de agua pluvial	105
8	Diámetro de drenajes y alcantarillas de edificios.	108
9	Ramales compartidos y principales tubos verticales de drenaje	110
10	Símbolos de interruptores	158
11	Símbolos eléctricos	186
12	Factores de demanda en iluminación	187

Tabla		Páginas
13	Capacidad permisible de transporte de corriente	188
14	Número máximo de conductores dentro de poliducto	189

R E S U M E N

El siguiente trabajo reúne las bases generales para obtener los parámetros de diseño en instalaciones hidráulicas y eléctricas. Se presenta una serie de tablas y ecuaciones para facilitar los cálculos y obtener una rapidez efectiva para el ingeniero.

El trabajo se divide en tres partes:

PRIMERA PARTE:

Bases de diseño de redes de distribución de agua.

SEGUNDA PARTE:

Bases de diseño de drenajes de aguas negras y pluviales.

TERCERA PARTE:

Tablas y diagramas para el diseño de instalaciones eléctricas.

I. INTRODUCCION

El diseño del sistema eléctrico e hidráulico en una edificación es de gran importancia, ya que representa gran parte de los servicios esenciales para los que fue diseñado. Todos los edificios recibirán agua suficiente para satisfacer las necesidades de sus ocupantes. También debe abastecerse el volumen necesario para la protección contra incendios, calentamiento, acondicionamiento de aire y, en ciertos casos, el uso en diversos procesos.

Entre las fuentes de agua para edificios están los sistemas públicos de suministro y las aguas subterráneas y superficiales. Cada una de estas fuentes requiere un estudio cuidadoso, a fin de indagar si se dispone del volumen necesario para el edificio que se diseñe.

El agua para consumo humano será de calidad adecuada para satisfacer los requisitos que establezcan las leyes locales. Los sistemas públicos del abastecimiento de agua en general la suministran debidamente tratadas a los edificios, lo cual elimina la necesidad de tratarla en estos. Sin embargo, es usual el tratamiento intramuros en el caso de aguas de superficie y subterráneas antes de su

distribución para consumo humano. Los factores físicos que deben considerarse respecto del agua bruta son: temperatura, turbidez, color, sabor y olor. Todas, excepto la temperatura, son características evaluadas en el laboratorio, basándose en muestras obtenidas bajo condiciones controladas.

La turbidez referente a la presencia de material visible fino en suspensión, generalmente se debe a la presencia de partículas coloidales del suelo. Se expresa en partes por millón (ppm) de sólidos en suspensión, y varía mucho en las aguas provenientes de corrientes relativamente menores.

Los caudales mayores o los ríos que tienden a ser lodosos, generalmente son turbios a permanencia. La objeción a la turbiedad en el abastecimiento de agua potable es que el consumidor la identifica de inmediato; la presencia de 10 ppm hace turbia el agua en un vaso, por lo que el límite usual es de 5 ppm.

El color debe mantenerse en límites de 10 ppm o menos.

Se mide después de centrifugar todo el material

en suspensión (turbiedad), por comparación con tonalidades normalizadas. Los sabores y olores producidos por materia orgánica o compuestos químicos volátiles presentes en el agua deben eliminarse por completo, si se usa para beber. No obstante, los olores mínimos o de umbral, debidos a concentraciones muy bajas de aquellos compuestos, no son dañinos, sino sólo objetables. Quizá la fuente más común de sabor y olor del agua es la descomposición de algas.

Los componentes químicos comunes en el agua bruta, que miden los técnicos de laboratorio si se usa para beber, incluyen dureza, pH, hierro, manganeso y total de sólidos. Estos últimos no deben exceder de 1000 ppm y, en algunas jurisdicciones, se mantienen por debajo de 500 ppm.

La concentración de hidrogeniones del agua, comúnmente llamada pH, es un factor significativo de corrosión y formación de incrustaciones en tuberías, así como de destrucción de torres de enfriamiento. El pH menor de 7 indica acidez; el que se sitúa en dicha cifra, neutralidad; y el que la supera, alcalinidad. Los indicadores de color de uso general permiten medir el pH a la décima de punto más cercano, lo que es una aproximación

suficiente. No basta que el agua potable llegue a un edificio, sino que debe preservarse su calidad mientras se distribuye en el interior de éste hasta los sitios de uso.

Por tanto, el sistema de distribución de agua potable debe estar bien sellado para prevenir su contaminación.

Respecto de las aguas negras, no debe haber conexión alguna entre el sistema mencionado (agua potable) y el de eliminación de aguas de desecho. Además, el de distribución de agua potable debe estar aislado por completo de los equipos de fontanería u otros que pudieran contaminar este líquido. Suelen emplearse válvulas de retención o espacios de aire para evitar el flujo o sifonaje retrógrado.

El flujo retrógrado es el de cualquier sustancia proveniente de fuentes que no sean del sistema de abastecimiento de agua.

El sifonaje retrógrado es el flujo de agua usada o contaminada desde un equipo de fontanería hacia la tubería de distribución, a causa de un diferencial de

presión.

Los desechos humanos, ya sean naturales o industriales, que resultan de la ocupación y el uso de edificios, deben eliminarse con rapidez y seguridad para salvaguardar la salud y comodidad de los ocupantes de los diversos edificios. De esta forma, el diseño de un sistema de fontanería adecuado entra a una planificación cuidadosa y el acatamiento de las normas estatales o municipales que regulen tales sistemas.

El agua de lluvia es principalmente la que escurre del techo de la construcción, es común que ésta llegue a los canalones del techo, que a su vez la transmiten por medio de bajantes a tuberías de drenaje, de las cuales pasa al alcantarillado general de agua pluvial.

La descarga del agua pluvial en el alcantarillado de aguas negras es objetable, ya que los grandes volúmenes de flujo obstaculizan el tratamiento eficaz de las aguas de desecho e incrementan su costo. Si se mantiene separada de otros tipos de agua de desecho, el agua pluvial puede descargarse en lagunas, lagos o ríos, sin que esto implique riesgos para la salud. Las aguas de desecho domésticas e industriales no tratadas tienen

características objetables que hacen necesario hacerle algún tipo de tratamiento antes de descargarlas.

En el diseño eléctrico, el National Electrical Code de la National Fire Protection Association, es la referencia básica para el diseño de instalaciones eléctricas de edificios en Estados Unidos, y en Guatemala ha sido adoptado como referencia en muchos reglamentos de construcción.

Los reglamentos y ordenanzas sobre electricidad tienen el objetivo primordial de proteger a las personas contra incendios y otros riesgos mortales. Representan normas de seguridad mínima; sin embargo, la aplicación estricta de estas normas no garantiza un funcionamiento satisfactorio y adecuado. El diseño correcto del sistema eléctrico, excediendo estas normas de seguridad mínima, es responsabilidad del ingeniero electricista.

Estrechamente relacionado con el diseño eléctrico está la iluminación, cuyo objetivo principal es proporcionar la visibilidad adecuada para que las labores realizadas en el interior del edificio se efectúen de manera cómoda, eficaz y segura.

Una iluminación adecuada requiere que la luz en sí sea de buena calidad, que sus efectos cromáticos sean adecuados y que exista en cantidad suficiente. Sin embargo, para obtener este resultado a costos razonables, es necesario algo más que una buena selección y ubicación de las fuentes luminosas. Los efectos de iluminación también dependen de otros sistemas y factores, como las características de muros, pisos y plataformas circundantes; el tipo de tareas para las que se precisa la iluminación, las propiedades de los objetos con los cuales estarán en contraste aquellos con que se trabaja, la edad y la agudeza visual de los ocupantes, y las características del sistema eléctrico.

II. ANTECEDENTES

En el diseño de las instalaciones de agua potable y drenaje en una construcción debemos cumplir con reglamentos, muchos de los cuales tienen como referencia el **National Plumbing Code del American National Standards Institute**, a continuación serán enumeradas algunas restricciones aplicadas a las instalaciones de plomería:

a) Todos los edificios deben estar provistos de agua potable. Los equipos y accesorios de fontanería recibirán agua en volumen suficiente para funcionar de manera apropiada, y con una presión acorde para tal fin.

b) Las tuberías que distribuyen el agua serán de calibre suficiente para transportar el volumen requerido sin reducción excesiva de la presión, ni ruidos intensos, en condiciones normales.

c) Las tuberías se diseñarán y ajustarán de manera que utilicen el volumen mínimo de agua compatible con el funcionamiento y la limpieza satisfactorios de equipos y accesorios.

d) El sistema de drenaje de aguas de desecho se diseñará, instalará y mantendrá para evitar malos olores,

formación de depósitos de sustancias sólidas y asolvamientos. Además, es preciso que tenga orificios o registros de limpieza adecuados, o sea los que permiten un acceso directo a la tubería o por medio de una ramificación de corta longitud. Tales orificios se mantendrán cerrados hasta que sea necesario quitar el tapón para la operación de limpieza.

e) Los equipos de fontanería se fabricarán con materiales lisos y no absorbentes. No tendrán superficies ocultas que guarden suciedad. Se protegerán para evitar la contaminación de alimentos, agua, productos estériles y materiales similares, a consecuencia del flujo retrógrado de aguas de desecho. Siempre que sea necesario, se instalarán conexiones indirectas con el sistema de drenaje de aguas de desecho del edificio.

f) Cada equipo conectado directamente con el sistema de drenaje de aguas de desecho, sobre todo el de aguas negras, debe estar conectado con sifón con sello hidráulico, un accesorio cuyo diseño impide el paso de aire o gas por una tubería, al tiempo que posibilita el de líquidos. Un ejemplo es un codo en J vertical en una tubería. Cuando no fluye agua por esta última, la que queda atrapada en el codo bloquea el paso de gases,

mientras que la reanudación del flujo hace que la presión desplace el agua por el codo.

g) El aire maloliente del sistema de eliminación de aguas negras tendrá salida al exterior por medio de tuberías de ventilación, que se instalarán de modo que se evite el taponamiento.

h) En el caso de instalaciones eléctricas, para cumplir con el requisito de seguridad, existen también normas en diferentes países; que son esencialmente similares, especialmente en el continente americano, donde se ha tomado como patrón el Código Nacional de los Estados Unidos. En Guatemala, a la fecha, todavía no existe un código nacional, pero está en estudio la adaptación del código americano a nivel centroamericano.

i) Ninguna instalación se puede considerar técnicamente bien diseñada, si a la vez de cumplir con lo anterior, no es también económica. No existe alguna norma para lograr la máxima economía, pero la lógica nos indica que debemos hacer uso de las pérdidas que permiten los códigos, diseñando siempre la instalación que trate de lograr las distancias más cortas, y no exceda dimensiones de alambres y tubos más allá de lo exigido por los

11

requisitos mínimos.

III. ABASTECIMIENTO DE AGUA

A.- VOLUMEN Y PRESIONES EN TUBERIAS Y ACCESORIOS:

En el caso del abastecimiento de agua, el volumen suministrado debe ser adecuado para las necesidades de los ocupantes y los procesos que se efectúen en un edificio.

La demanda total de agua suele calcularse al sumar los flujos máximos en todos los puntos de uso y aplica un factor menor que la unidad. La presión con que llega el agua a un edificio debe estar dentro de límites aceptables.

De otra forma, las presiones bajas tendrían que incrementarse mediante bombas, y las altas, abatirse con válvulas reductoras. En el proyector se enumeran las velocidades y presiones mínimas de flujo generalmente requeridas en instalaciones diversas. Tales presiones son las presentes en la tubería de distribución cerca de las salidas, cuando los grifos están totalmente abiertos y el agua fluye. En el suministro de agua a las instalaciones, se presenta una caída de presión en las tuberías de distribución a causa de la fricción. Por tanto, la presión del agua que llega a la entrada del sistema de distribución debe exceder el mínimo requerido en las

instalaciones, en el monto de la caída de presión en el sistema. No obstante, no debe rebasar las 85 psi, a fin de evitar un flujo excesivo y daños a las instalaciones.

La velocidad del agua en el sistema de distribución no debe exceder los 24 m/s.

TABLA # 1 GASTO Y PRESION REQUERIDOS EN DIFERENTES EQUIPOS SANITARIOS

<u>Equipo</u>	<u>Presión de flujo (psi)</u>	<u>Gasto (gal/min)</u>
Grifo normal de lavabo	8	3.0
Grifo de autocierre de lavabo	12	2.5
Grifo de fregadero de 3/8 de pulgada	10	4.5
Grifo de fregadero de 1/2 pulgada	5	4.5
Grifo de tina	5	6.0
Regadera	12	5.0
Válvula esférica para inodoro	15	3.0
Válvula automática para inodoro	15	25.0

<u>Equipo</u>	<u>Presión de flujo (psi)</u>	<u>Gasto (gal/min)</u>
Manguera para jardín de 1/2 pulgada	30	5.0

Hay muchos factores que influyen en la magnitud del servicio de agua, como la válvula de fluxómetro y el volumen de agua y la presión requerida para que funcionen. Por ejemplo: las válvulas baldeadoras necesitan más presión y cantidad de agua que los tanques de los inodoros, y el equipo industrial, de hospitales y de cocinas necesita mayor cantidad de agua que los aparatos comunes.

Las instalaciones de baños para ducha necesitan mayor cantidad de agua. Los filtros o ablandadores de agua e instalaciones similares también afectan al gasto y volumen de descarga de un sistema de agua.

Hay otros factores que deben tomarse en cuenta antes de poder determinar el consumo de agua del servicio.

Este deberá ser lo suficientemente amplio para suministrar una cantidad dada de agua por minuto.

Es imposible usar un tubo para conducción de agua sin encontrar una pérdida de presión que resulta de la fricción dentro del tubo, así como a su paso por las válvulas y conexiones usadas en su instalación. La fricción en el sistema de plomería es la resistencia producida por el contacto del flujo de agua con la superficie interna del tubo, también es una resistencia entre las moléculas del agua. El único medio práctico por el cual puede vencerse la fricción es la presión, que puede definirse como la fuerza necesaria para mover el agua dentro del sistema de tubería. Las principales tuberías públicas de suministro de agua están sometidas a una presión que tiene la fuerza suficiente para dar servicio a una instalación de diámetro moderado. Una tubería de servicio de agua conectada a la tubería principal estará a la misma presión que aquella, mientras el agua de dentro de ella esté en reposo. No obstante, si alguien bruscamente saca agua de ella habrá una marcada caída de presión en el orificio de la salida. La variación de la presión entre la tubería principal y el extremo de salida de la tubería de servicio de agua se conoce como "pérdida de presión por fricción". Es lógico suponer que cuántas más conexiones, válvulas y otros accesorios haya instalados en el sistema de distribución, mayor será la pérdida de presión y, por lo tanto, será más baja la capacidad de descarga o

abastecimiento de la tubería que da servicio de agua.

Hasta últimas fechas, había muy poca información fidedigna acerca de la pérdida de presión por válvulas y conexiones. Los datos son principalmente conclusiones obtenidas en el laboratorio en cortas pruebas.

Por lo general, el agua contiene elementos minerales que pueden eliminarse por fuerza centrífuga.

Cuando precipitan estos elementos, se adhieren a las paredes interiores del tubo.

En estas condiciones, el diámetro del tubo se reduce y baja mucho su capacidad de descarga. La presión en las tuberías principales de la ciudad fluctúa mucho, debido a las extracciones de urgencia, cargas de punta o pico, o bien fugas y servicios no controlados. No obstante, esto está más allá del control del plomero y no es necesario considerarlo en el diseño de la instalación.

La tabla # 2 indica las pérdidas de presión por fricción aproximadas en las válvulas o llaves de paso y conexiones de tubería de diversos diseños, y con ella el

lector cubrirá al menos la necesidad de dar a este problema alguna consideración.

TABLA # 2 LONGITUDES EQUIVALENTES EN METROS, DE TUBO DE HIERRO GALVANIZADO, QUE DAN IGUAL PERDIDA DE PRESION QUE LAS CONEXIONES.

Descripción	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2
de conexión							
Codos							
De 90, extremos del tubo escariados	0.24	0.33	0.52	0.67	1.10	1.53	1.65
De 90, extremos del tubo sin escariar	1.46	2.23	2.05	1.8			
De 45, extremos del tubo escariados	0.15	0.21	0.30	0.36	0.64	0.82	0.85
De 45, extremos del tubo sin escariar	1.40	1.98	1.86	1.43			
Tes							
3/4 X 3/4		0.76	0.97				

TABLA # 2 LONGITUDES EQUIVALENTES EN METROS, DE TUBO DE
HIERRO GALVANIZADO, QUE DAN IGUAL PERDIDA DE PRESION QUE
LAS CONEXIONES.

Tes

1 X 1	0.76	1.07	1.34		
1 1/4 X 1 1/4				1.77	
1 1/2 X 1 1/2				1.74	2.01
2 X 2				1.74	2.60 2.63

Válvulas

De compuerta	1.53	0.24	0.27	0.30	0.30
De globo		9.15	1.22		13.7

Contadores

De 5/8 con cone- xiones de 1/2		2.04	8.55	27.5	
De 5/8 con cone- xiones de 3/4		1.43	0.61	19.5	
De 3/4 con cone- xiones de 3/4		1.04	4.27	13.7	

Para calcular el diámetro de la tubería de servicio de agua, el mecánico debe establecer con exactitud dos cosas: primera, la demanda máxima de agua para dar

servicio a las necesidades de todos los aparatos; segunda, la demanda de punta o pico, o sea la carga máxima a la cual estará sometido el sistema, debido a la utilización o descarga simultánea de todos los aparatos sanitarios.

Es fácil de calcular la demanda máxima a que puede estar sujeto el sistema de agua. Es muy lógico que la demanda máxima de agua para ciertas necesidades de aparatos estará determinada por la cantidad de agua que puede descargarse por su orificio de desperdicios de cada uno de ellos en un minuto.

PRUEBA DE LA TUBERIA DE AGUA POTABLE:

Toda instalación de tubería deberá ser aprobada para resistencia y estanquedad, sometiéndola a presión interna por agua antes de efectuar el relleno total de las zanjias. Se permitirá rellenar únicamente en los puntos donde el relleno sirva de anclaje a la tubería. Asimismo deberá ser sometida a prueba de presión con agua, expulsando todo el aire que contenga. Se aplicará una presión no menor de 160 libras por pulgada cuadrada, que se mantendrá durante treinta minutos como mínimo, tiempo durante el cual no se aceptará un descenso mayor de una

libra de presión. Si se detectan fugas, deberán ser corregidas y repetida la prueba descrita anteriormente.

Una vez colocados los artefactos sanitarios y la grifería correspondiente, se efectuará otra prueba a una presión no mayor de 60 libras por pulgada cuadrada, aceptándose un descenso no mayor de 5 libras por pulgada cuadrada, en un período de treinta minutos.

Durante el tiempo de la prueba se deberá inspeccionar las uniones para establecer que no existen fugas.

Para la prueba de presión deberá utilizarse una bomba que tendrá conectado un manómetro.

1.- EFECTOS DE LA PRESION:

El gasto en una tubería, en pies cúbicos por segundo, se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q = AV \quad (1)$$

donde A = área seccional de la tubería, en pies cuadrados

V = velocidad del agua, pies por segundo

En general, V debe ser igual a 8 pies/seg. o menos, para evitar ruidos y reducir la erosión en los asientos de las válvulas. Por tanto, el área de la tubería debe ser, al menos, la velocidad de flujo dividida entre 8.

Las presiones mínimas en las instalaciones sanitarias que generalmente estipulan los reglamentos de construcción aparecen en la tabla # 1. Estas presiones son las que quedan después de restar, de la presión en la tubería de suministro de agua, la caída de presión debida a la altura de la instalación por arriba de tal tubería y la fricción. La caída de presión resultante de la altura puede calcularse a partir de la ecuación :

$$P = 0.433 h \quad (2)$$

donde p = presión (psi)

h = altura piezométrica o carga de presión
dinámica, en pies.

La altura total H del agua, en pies, en cualquier punto de la tubería, está dada por la fórmula siguiente:

$$H = Z + p/w + V/2g \quad (3)$$

donde Z = elevación del punto, pies, sobre
alguna referencia arbitraria.

p/w = altura piezométrica, pies

w = peso específico del agua = 62.4 lb/pie
cúbico

$V/2g$ = carga dinámica, pies

g = aceleración de la gravedad, 32.2 pies/s²

Cuando el agua fluye en una tubería, la diferencia en presión total entre dos puntos es igual a la caída por fricción h_f , pies, entre esos dos puntos.

Son diversas las fórmulas que pueden emplearse para calcular h_f . Una de uso frecuente para tuberías con flujo máximo es la de Hazen-Williams:

$$h_f = (4.727/D)^{1.85} L (Q/C_1) \quad (4)$$

donde Q = descarga, pies cúbicos por segundo
 D = diámetro de la tubería, pies
 L = longitud de la tubería, pies
 C_1 = coeficiente

El valor de C_1 depende de la aspereza de la tubería, lo que a su vez está en función de su edad y el material de fabricación. Una tubería nueva tiene valor C_1 , a fin de garantizar flujos adecuados en años subsecuentes.

Los auxiliares de diseño, como las gráficas (figs. 3A y 3B) o nomogramas, son de empleo frecuente para evaluar la ecuación (4).

Además de la pérdida por fricción en las tuberías, también la hay en medidores, válvulas y conexiones.

Estas caídas de presión pueden expresarse, según conveniencia, como longitudes equivalentes de tubería en un diámetro especificado.

El decremento de la presión a causa de fricción en la tubería depende del diámetro de ésta.

En consecuencia, ese diámetro puede seleccionarse para

crear una caída de presión y así lograr la presión requerida en las instalaciones sanitarias, cuando se conoce la presión en la fuente de abastecimiento.

Si el diámetro de la tubería es excesivo, la caída por fricción será insuficiente y la presión en el equipo correspondiente será alta.

En caso contrario, si la tubería es demasiado angosta, la caída por fricción será mayor que la requerida y la presión en el equipo respectivo será insuficiente.

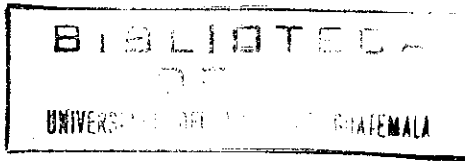


FIG 3A:

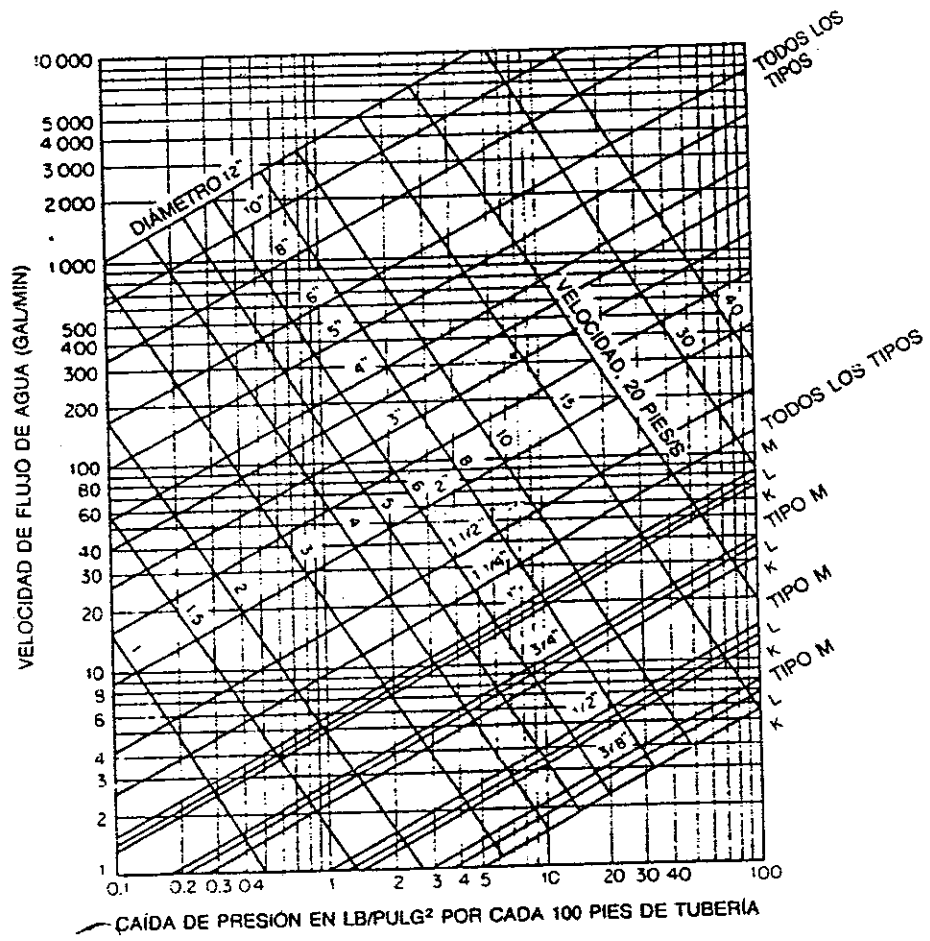
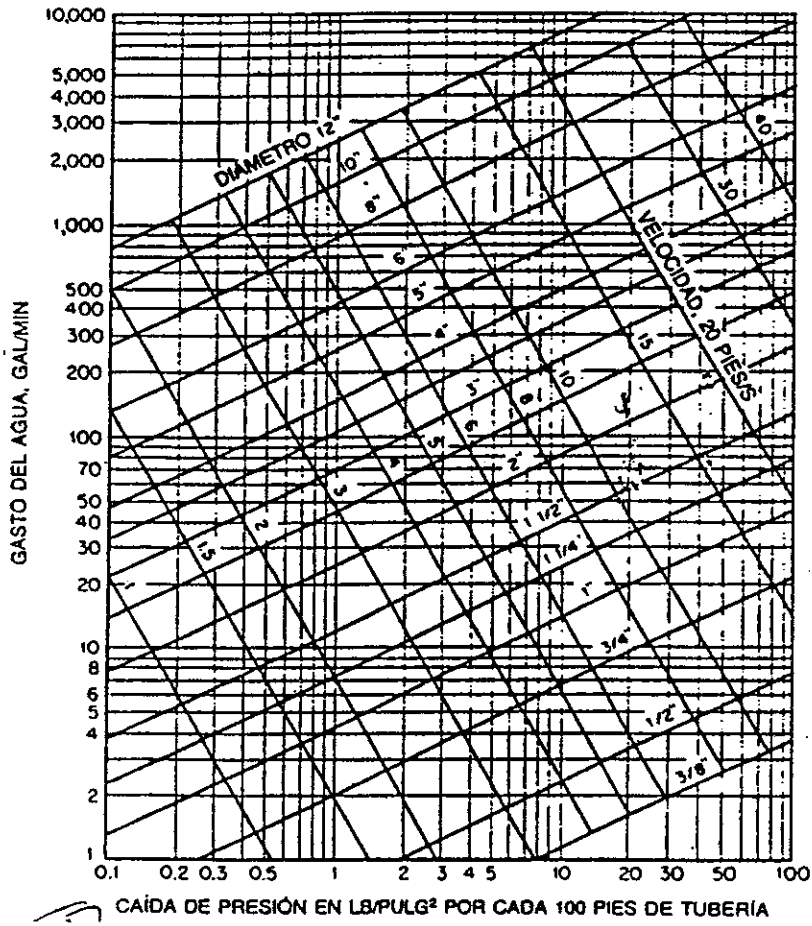


FIG 3B:



B.- DISTRIBUCION DEL AGUA:

El agua fría suele distribuirse en las instalaciones con la misma presión de la fuente, como el sistema público, por medio de bombas o por gravedad desde tanques de almacenamiento elevados.

El agua caliente se suministra a una temperatura que va de 50 a 70 grados centígrados. Tal distribución se efectúa con la presión de la propia fuente, con bombas o por diferencias de temperatura. En este último caso, el agua caliente se desplaza a la parte superior de un calentador o tanque de almacenamiento porque es más ligera que la fría. En caso de que esté en un circuito cerrado que se calienta en su parte inferior, el agua asciende por un lado y desciende por el otro al enfriarse, a causa de las diferencias de presión en ambos.

Como resultado de esto, el agua circula de manera continua, y es posible extraer agua caliente de cualquiera de los conductos.

El sistema de distribución debe instalarse en las instalaciones que requieran tuberías de agua fría y caliente, de modo que sean casi iguales las presiones de

ambas. Esto es particularmente conveniente cuando se instalan válvulas mezcladoras, para evitar que el agua a mayor presión entre en la tubería de presión más baja cuando se abren las válvulas para mezclar agua fría y agua caliente. Los diámetros y tipos de tubo deben seleccionarse para equilibrar la pérdida de presión dinámica a causa de la fricción en las tuberías de agua fría y caliente, sin importar las diferencias en sus longitudes y cambios súbitos considerables en la demanda de una u otra tuberías.

Las tuberías no deben ser del todo horizontales, han de tener una pendiente por lo menos 21 mm/m en dirección de la válvula de salida más cercana.

En el caso de la distribución por abastecimiento ascendente, a fin de evitar el rápido desgaste de válvulas, como las de los grifos, es usual que el agua llegue a los sistemas de distribución de los edificios con presiones no mayores de 50 psi. Lo anterior permitirá elevar el agua de cuatro a seis pisos sin que se pierda la presión requerida en las instalaciones (tabla #1). Por tanto, en construcciones de poca altura, el agua fría puede distribuirse por el método del abastecimiento ascendente (ver figura 3C), en el que las instalaciones sanitarias de

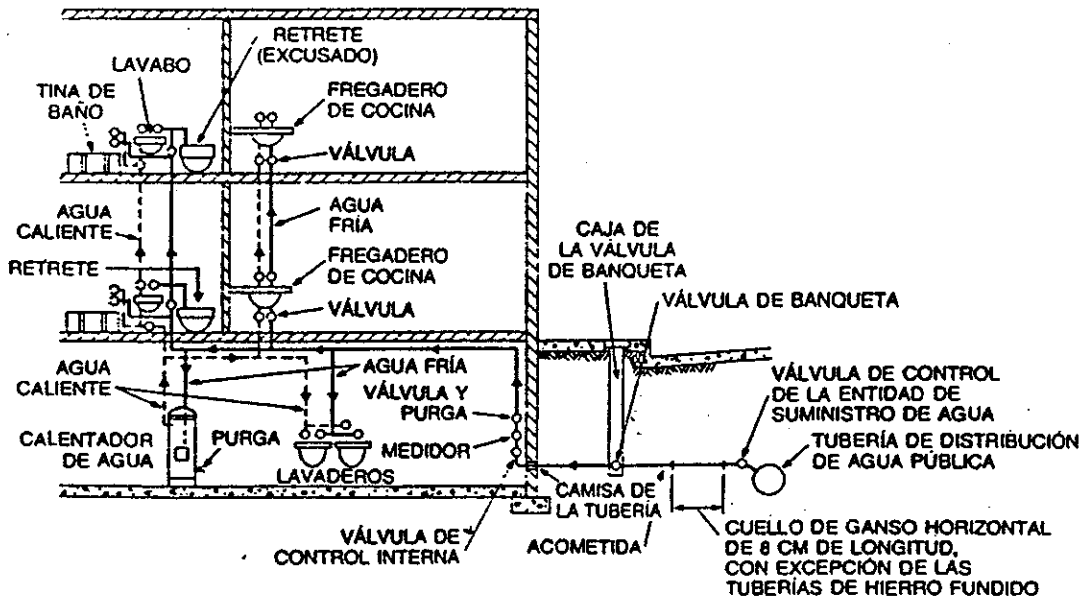
cada piso reciben agua por ramales de las tuberías verticales de abastecimiento, que la transportan hacia arriba con la presión del sistema público.

En la figura 3C, el agua se distribuye con la presión de la tubería pública. En el caso del agua caliente, esto se efectúa por medio de un sistema discontinuo.

El agua caliente sube desde la caldera de la planta principal, hasta los pisos superiores, con la presión de la tubería de llenado de la caldera con agua fría.

Este tipo de distribución presenta la desventaja que, cuando el sistema no está en uso, el agua caliente de las tuberías de ascenso se enfría y, al abrir un grifo, fluye agua fría hasta que el agua caliente llega a él.

FIGURA 3C:



En edificios de más de cuatro pisos, es usual que el agua se bombee hasta uno o más tinacos o tanques elevados de almacenamiento, desde donde se distribuye hacia abajo por gravedad, por medio de tuberías, a los calentadores de agua e instalaciones.

El agua de la porción inferior del tinaco suele reservarse para combatir incendios (figura 3D).

Además, es común que el tanque se halle dividido en cámaras independientes, una junto a la otra, provistas cada una con tuberías y controles idénticos.

Durante las horas de baja demanda es posible vaciar, limpiar y reparar una cámara, si es necesario, mientras la otra provee el agua. Los interruptores eléctricos de las cámaras, operados por flotadores, controlan las bombas que alimentan el tanque. Cuando el nivel de agua en éste cae por debajo de un límite especificado, el interruptor activa la bomba y la apaga cuando se alcanza cierto límite superior.

Es común que se instalen por lo menos dos bombas para cada tanque: una para la operación normal y la otra de reserva, si falla la primera. A fin de combatir incendios, la bomba debe llenar el tanque a una velocidad por lo menos 250 L/min.

Cuando una bomba está abasteciendo un tanque, suele extraer agua en tal volumen que la presión en el sistema público de distribución se reduce considerablemente. A fin de evitarlo, es común que se almacene el agua en una cisterna localizada en la base del edificio, de la cual las bombas la extraen.

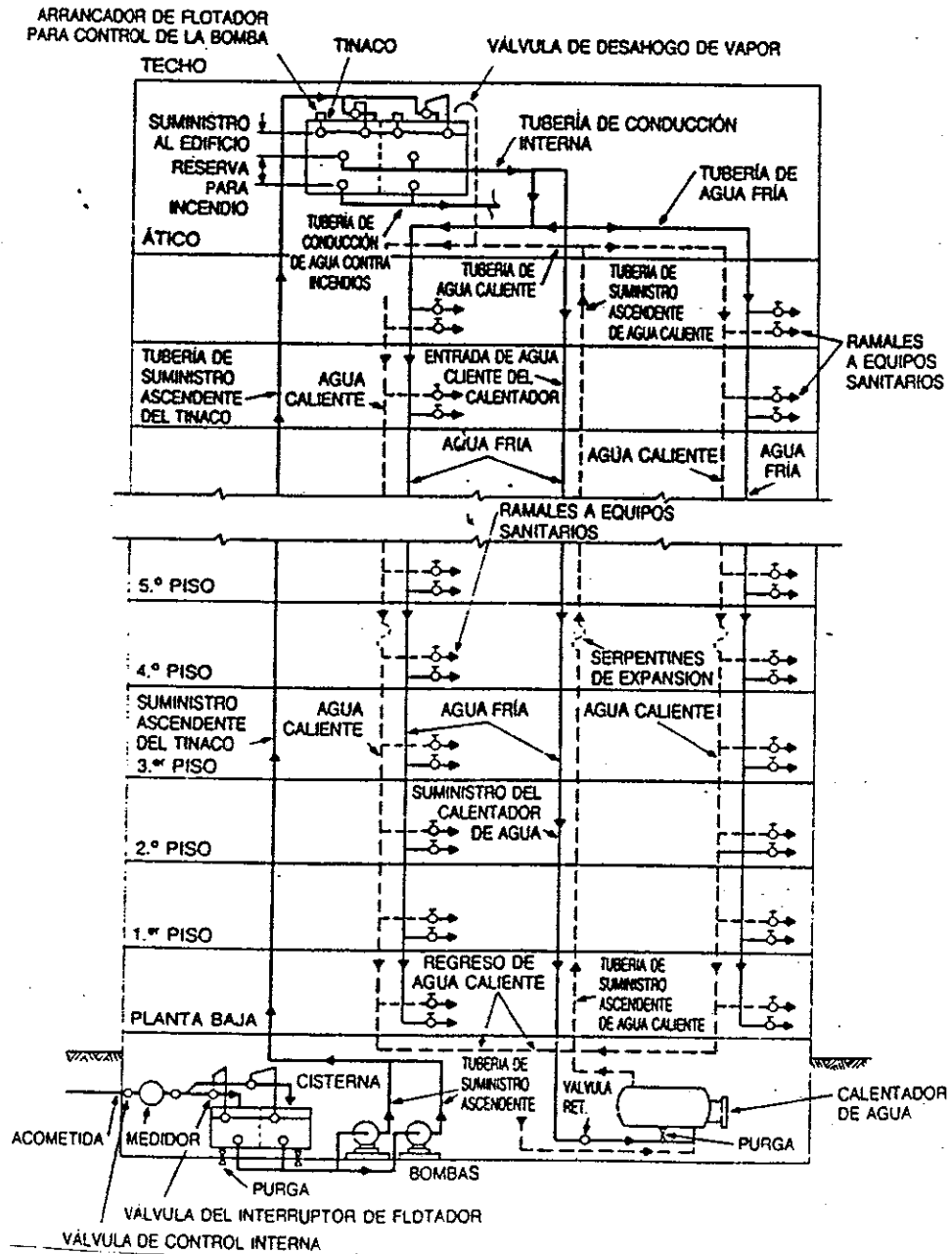
La cisterna se llena automáticamente con el agua del sistema público de distribución. Ya que tal llenado se efectúa incluso cuando las bombas no funcionan, es posible

32

extraer agua del sistema público sin que descienda mucho la presión.

En la figura 3D se muestra el diagrama simplificado de un sistema de abastecimiento descendente que podría emplearse para edificios de hasta 20 pisos.

FIGURA 3D:



Por diseño, todas las tuberías de abastecimiento y distribución de agua deben prevenir en todo momento la posibilidad de flujo retrógrado de aguas residuales.

Debe mantenerse siempre en un mínimo el espacio de aire (distancia entre una salida y el nivel de rebosamiento) del receptáculo de aguas residuales que se requiera. Antes de poner en uso cualquier tubería de agua potable es preciso desinfectarla con cloro.

1.- MATERIALES DE TUBERIAS:**a.) GENERALIDADES**

El contenido mineral del agua es el factor que determina el tipo de tubo que debe usarse en cada caso para la distribución del agua. Para el agua dura con alto contenido de calcio y magnesio, es adecuado cualquier tipo de tubo. Pero debe tenerse mucho cuidado en la selección de la tubería para agua blanda, ya que ésta daña a la tubería galvanizada o de plomo. El efecto del agua blanda en la tubería de plomo puede dar como resultado un envenenamiento lento con plomo o bien puede producir un efecto perjudicial a la dentadura.

b.) TUBO DE HIERRO FUNDIDO

Las tuberías para el abastecimiento de agua deberán ser:

- 1) Durables, de modo que las fallas y las composturas necesarias ocurran muy de vez en cuando.
- 2) Herméticas, para evitar perdidas de agua por filtración.
- 3) Deberán tener "juntas" que eviten las fugas en los entronques. Las tuberías deberán tener buenas cualida-

cualidades hidráulicas y conservarlas durante años de servicio. Tanto el material de la tubería como el utilizado en las puntas, no deberán producir características indeseables en el agua, como mal sabor y olor.

La tubería de hierro fundido se utiliza para la gran mayoría de líneas de los sistemas de distribución de agua. La tubería de asbesto cemento es la siguiente en volumen de empleo. Para grandes líneas de abastecimiento, se utilizan, frecuentemente, concreto reforzado y acero.

El tubo de hierro fundido se fabrica en tamaños de 2 a 36 pulgadas de diámetro. Su longitud es de 18 pies, excepto para tamaños mayores. Los tipos de tubo de hierro fundido generalmente usados, son el tubo macho-hembra de hierro fundido centrifugado y el tubo estándar macho-hembra fundido en foso de colada.

El tubo centrifugado se obtiene rotando el metal fundido en un molde. Así se obtiene una estructura densa y de granos juntos. La espiga del tubo fundido centrifugado, difiere de la del tubo fundido en que no tiene labio, y la campana está arreglada de tal modo que puede recibir el extremo plano. El tubo de hierro fundido se trata con

alquitrán, ya sea por inmersión o simplemente cubriéndolo con una capa; esto ofrece una resistencia a la corrosión y tuberculación. El interior también se puede proteger con una película de cemento aplicada con una centrifugadora.

c.) TUBO DE ASBESTO CEMENTO

El tubo de asbesto-cemento está hecho de una mezcla de fibra de asbesto, cemento portland y sílice formado bajo una presión. Es resistente a la tuberculación, incrustación, corrosión del suelo y electrólisis; además tiene excelentes propiedades hidráulicas.

Se utiliza una junta especial, que consiste de anillos de hule o plástico a compresión que aseguran el hermetismo. Se utilizan generalmente aditamentos de hierro fundido. El tubo de asbesto-cemento se encuentra en el mercado en tamaños de 4 a 36 pulgadas.

d.) TUBO DE CONCRETO

El tubo de concreto utilizado en abastecimiento de

agua varía en diámetro de 20 a 24 pulgadas hasta más de 100 pulgadas.

El tipo más utilizado para tubos de 20 pulgadas y mayores, y cargas de 100 pies o más, es el tipo de tubo de cilindro de acero reforzado. Este consiste de un cilindro de acero soldado herméticamente con concreto reforzado en el exterior y concreto simple en el interior.

El cilindro de acero se proyecta para la presión especificada que se espera tenga que soportar el tubo. Para servicio a baja presión, el concreto que forma el tubo se vierte alrededor de una caja de acero de refuerzo, omitiéndose el cilindro de acero. Se utiliza una forma de acero para el colado.

e.) TUBO DE ACERO

El tubo de acero viene en diámetros de 6 a 72 pulgadas o mayores. Se utiliza principalmente para líneas que requieran un diámetro de 30 pulg. o mayor. El tubo puede estar formado por placas dobladas soldadas para formar una línea suave o puede estar soldado en espiral.

Se utiliza, en ocasiones, el remachado, pero la soldadura es más común y las características de escurrimiento son mejores en un tubo soldado. Las juntas pueden efectuarse mediante soldadura.

f.) TUBOS DE SERVICIO.

A los pequeños tubos que conectan las tuberías principales con tubería de las casas se llaman tubos de servicio. Estos son pequeños, casi siempre menores de 1 plgd. de diámetro interior, y son susceptibles a su obstrucción por la corrosión o depósitos. Para minimizar la corrosión, las tuberías de servicio pueden ser de hierro galvanizado, cobre, plomo o plástico.

g.) TUBO DE ACERO GALVANIZADO Y HIERRO FORJADO

Para el uso del tubo de acero galvanizado y hierro forjado galvanizado, influye el tipo de terreno en el que se tiende. La acidez y la alcalinidad de ciertas tierras harán que en corto tiempo el tubo de acero y el de hierro galvanizado dejen de ser útiles. El interior del tubo puede estar libre de corrosión, pero el exterior tendrá

marcas en forma de oquedades como evidencia de la corrosión.

h.) TUBO DE LATON

El latón es probablemente el material que mejor se adapta para el servicio de agua. Se usa mucho en plantas industriales donde el uso al que se somete es algunas veces muy severo. De hecho, es un equipo usado con mucha frecuencia debido a que las aguas corrosivas lo afectan muy poco y porque puede trabajarse con mucho mejor facilidad que el acero. No obstante, por su elevado costo, las conexiones de latón no se usan en instalaciones de plomería domiciliarias.

i.) TUBO DE COBRE

El tubo de cobre ganó gran aceptación con la introducción de conexiones estampadas y soldadas. No obstante, el hecho de que el cobre es afectado por las condiciones del terreno ha hecho que muchas ciudades hayan dejado de usarlo para el suministro de agua.

Se ha generalizado mucho el uso de tubo de cobre para instalaciones domiciliarias de plomería, tendidas debajo de la casa o entre las paredes. Se debe al hecho que el tubo de cobre no necesita de grandes perforaciones en los bastidores o en las vigas, ya que su diámetro exterior es mucho más pequeño que el de la tubería roscada. Incluso se elimina el problema de hacer roscas.

j.) TUBO DE PLOMO

Antiguamente se usaba mucho la tubería de plomo, cuando esta era abundante y de buena calidad. Cuando empezó a disminuir su producción y su calidad bajó, declinó su uso como material de tubería, de tal manera que sólo en muy pocas ciudades (las construidas sobre relleno de tierra) continuaron usándolo para el servicio de agua.

Puesto que la flexibilidad del plomo permite que se acomode cuando hay asentamientos, su uso reduce mucho las roturas en los medidores o contadores.

Deben consultarse las especificaciones locales para saber si se utiliza o no tubería de plomo.

Las cuestiones de peso y calidad son problemas que deben determinarse por las necesidades y condiciones que prevalezcan.

k.) TUBO DE ESTAÑO

La tubería de estaño se usa muy poco para suministro de agua, debido a su costo y también a las dificultades que hay para hacer buenas conexiones. Puesto que el material es muy blando, hay peligro que una persona sin experiencia en el uso del cautín para soldar permita que el calor de éste destruya parte del tubo.

l.) TUBO DE ALUMINIO

Este material apareció en el mercado en cantidades que sólo son suficientes para aumentar en algunas secciones el suministro limitado de tubo galvanizado y de cobre.

Hay dos razones por las que no se usa mucho la tubería de aluminio; una es que su costo sigue siendo elevado, y la otra, que las sustancias químicas contenidas en el agua pueden atacar al metal.

m.) TUBO DE MAGNESIO

A pesar que el magnesio es un material relativamente nuevo, el hecho que pueda obtenerse del agua marina a bajo costo tiende a estimular su uso.

El tubo de magnesio, usado en la mayoría de los calentadores de agua, contrarresta la acción electrolítica y evita la precipitación de la cal en las paredes interiores del tanque.

n.) TUBO PVC

El tubo PVC presenta aspectos revolucionarios en cuanto a su fabricación y facilidad de instalación.

Se entiende como PVC, la resina de cloruro de polivinilo no plastificada, técnicamente pura, y en una proporción del 96% exento de plastificantes. Podrá contener otros componentes tales como estabilizadores, lubricantes y modificadores de las propiedades finales.

ñ.) CARACTERISTICAS FISICAS.

La resistencia a la abrasión del P.V.C. debido a su fortaleza química, la hace dos veces más resistente a la abrasión que el hormigón.

La característica física más importante y de la que se pueden sacar mayores beneficios y aplicaciones es la ligereza del tubo, además de su capacidad para soportar altas presiones en instalaciones de agua potable hasta 250 PSI.

o.) CARACTERISTICAS QUIMICAS

Puede afirmarse que se trata de un producto inalterable químicamente, en el mas extenso sentido de la palabra, y de una gran durabilidad.

La tubería de P.V.C. es inmune a todos los tipos de corrosión experimentados en sistemas de tuberías enterradas, donde por naturaleza se producen corrosiones químicas o electroquímicas. Tampoco sufre daño alguno conocido por ataques de suelos normales o corrosivos; en consecuencia no se precisan protecciones catódicas o

cualquier otro tipo de revestimiento.

p.) CARACTERISTICAS HIDRAULICAS

Por su bajo coeficiente de rugosidad, la tubería de P.V.C. necesita, a igualdad de caudal desaguado, un 12% menos de diámetro que una tubería de hormigón.

2.- CONEXIONES:

El caso de las juntas para tuberías de hierro fundido, casi por un siglo se han unido cerrando "calafatéandolas" con estopa, y vertiendo plomo derretido en el espacio que queda libre entre la campana y la espiga, y colocando el plomo en su lugar con un cincel.

También se ha utilizado estopa de plomo, y en su defecto material bituminoso o un compuesto fundido de plomo y azufre. En la actualidad se está incrementando el uso de las juntas mecánicas; emplean pasadores o fuerzan un empaque de hule o de un material plástico similar entre la campana y la espiga.

Un tipo de junta mecánica se muestra en la figura 3E.

También se encuentran en el mercado para tuberías de extremos planos juntas especiales, como la junta Dresser, que se muestra en la figura 3F. Estas juntas son especialmente útiles en galerías de tubo o en otros lugares en donde la remoción de una sección de tubo pueda ser algunas veces necesaria. Las juntas de patines también permiten una fácil remoción, pero requieren un poco más de

cuidado en su alineamiento y en la medición de su longitud. Se puede utilizar una combinación de juntas de patín y mecánicas en donde una colocación complicada de la tubería requiera aliviar el problema de alineación durante la construcción y cuando se quiera tomar precauciones para la remoción y sustitución de secciones.

FIGURA 3E:

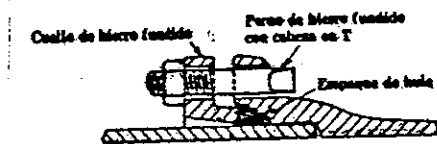
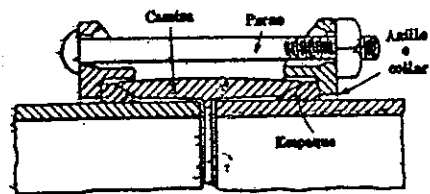


FIGURA 3F:



Las juntas de campana y espiga (macho-hembra) y las juntas mecánicas permiten solamente una deflexión pequeña a partir de una línea recta. Cuando sea necesaria una deflexión considerable, como para una corriente que cruce un terreno montañoso, es deseable utilizar una junta flexible.

Para cambiar de dirección en una línea de hierro fundido, para conectar dos tubos de diferentes tamaños, y para muchos otros fines, se necesitan algunos aditamentos. Estos incluyen codos, que están a 90 grados o

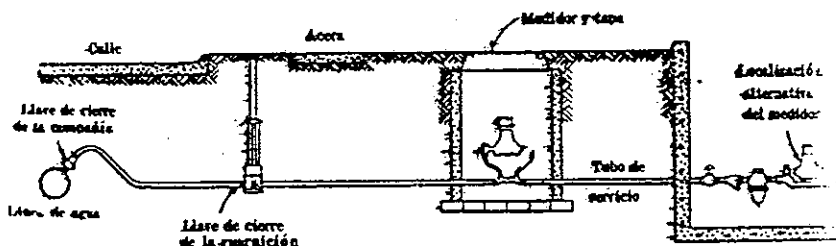
curvas de 1/4 y curvas de 1/8 o 1/16, tees, yees, cruces, reductores y camisas. Estos aditamentos se encuentran, con dimensiones, en los catálogos de los fabricantes de tubo de hierro fundido, y dichos catálogos deberán consultarse antes de empezar algún trabajo que involucre dichos aditamentos.

En el proceso de juntado de tubos de concreto, se emplea un sistema modificado de campana y espiga, en el que un empaque asegura una junta hermética y el espacio libre se rellena con mortero.

Se utilizan accesorios de hierro fundido para la mayoría de las conexiones en tamaños menores de 30 a 36 pulgadas.

La conexión de tubos de servicio con la tubería principal se efectúa mediante agujero perforado en la parte superior o un lado de la tubería principal. Esto se efectúa con una máquina que perfora el agujero e inserta una válvula a una presión normal sin cortar el agua. El tubo sigue a una parada en una guarnición y ahí al medidor, que puede localizarse tanto en una caja de registro como en el sótano de la casa. Como se muestra en la figura 3G.

FIGURA 3G:



Las tuberías utilizadas en tuberías de acero y de hierro son generalmente del tipo galvanizado maleable.

Estas conexiones tienen roscas normales y carecen de rebajo, como los de las instalaciones juntas recalcadas de tubería para agua.

Las conexiones usadas en tubos de latón tienen el mismo diseño que las de tubería de hierro maleable. En algunos casos se usa conexiones de hierro maleable; en las instalaciones de tubería de latón, no obstante, este método se considera inadecuado debido a la acción química que fácilmente puede ocurrir entre los dos materiales.

Las conexiones en P.V.C. de los tubos que componen el trazado se realiza mediante un fitting que se introduce en los dos tubos a unir. A continuación se acercan los dos

50

tubos hasta quedar encaradas sus secciones: La superficie exterior del fitting y las interiores de los tubos, que tienen un contacto continuo en todo su perímetro.

También se utilizan las uniones por medio del cemento solvente de secado rápido, siguiendo las recomendaciones del fabricante del producto.

3.- VALVULAS:

El sistema de suministro de agua debe estar equipado con el número adecuado de válvulas, colocadas en los lugares de más uso. Con mucha frecuencia, los plomeros piensan que la instalación de las válvulas es un gasto innecesario. Esto no es verdad, y un sistema que no tiene el número suficiente de válvulas por lo general es ineficiente.

Las instalaciones de plomería están propensas a roturas debido a la gran cantidad de piezas que trabajan. La existencia de una válvula donde hay una rotura hace posible el control del agua y evita daños serios.

Se trata de dispositivos incorporados a las tuberías para controlar el flujo que éstas reciben, transportan y descargan. El término se refiere en general a todo tipo de grifos o llaves para agua que sirven para permitir o impedir a voluntad la salida de un flujo por la tubería. La palabra " llave " suele usarse junto a un adjetivo que denota su uso; por ejemplo, una llave de nariz es la que se instala fuera del edificio para conectarle una manguera. El grifo (o llave) se instala en el extremo de

una tubería para permitir o interrumpir la salida del agua.

Las válvulas usualmente se fabrican de hierro fundido o maleable, latón o bronce. Los grifos de baños y cocinas suelen estar revestidos con bronce niquelado o plata blanca por razones estéticas.

Los tipos de válvulas de uso común en los sistemas de suministro son las válvulas de compuerta, de globo, angulares y de retención.

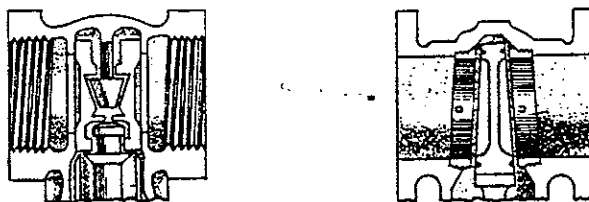
VÁLVULAS DE COMPUERTA:

La válvula de compuerta (figura 3H) es una de las válvulas más comunes que se encuentran en un sistema de distribución de agua. Toma su nombre del disco en forma de compuerta que se mueve transversalmente a la corriente.

Cuando la válvula está abierta, el flujo sigue una línea recta, pues las aberturas de los asientos tienen prácticamente el mismo diámetro que el interior del tubo. Las válvulas de compuerta se adaptan mejor a las tuberías principales de suministro de agua y a la tuberías de bombeo, en donde se necesitan operarlas muy

poco. En donde las válvulas se operan con frecuencia, el disco se mantiene en una posición totalmente abierta o totalmente cerrada, y no hay estrangulación que interrumpa el flujo. No se recomienda usar la válvula de compuerta como válvula de control en un aspersor para regar, pues eventualmente la válvula dejará de ajustar a perfección, dejando una superficie húmeda alrededor del aspersor más bajo.

FIGURA 3H:



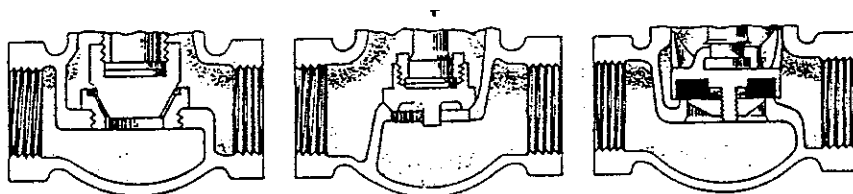
Como se mencionó con anterioridad, estas válvulas controlan el flujo por deslizamiento de un disco, perpendicular al flujo del agua, que se aprieta firmemente contra las arandelas de asiento cuando hace girar la manija. Este tipo de válvula se emplea por lo general en sitios donde la tubería se deja totalmente abierta o cerrada durante largos períodos.

VALVULA DE GLOBO:

Estas válvulas (figura 3I) que se mueven por medio de un vástago roscado y un volante, se recomiendan para instalaciones en donde es necesario hacer estrangulamientos. Debido a que cambia la dirección del flujo, la válvula de globo ofrece más resistencia a la corriente que la de compuerta. Todavía más: el disco y el asiento de la válvula de globo pueden volverse a rectificar fácilmente, resolviendo así gran parte del problema de mantenimiento.

Estas válvulas, controlan el flujo cuando modifican el tamaño del orificio por donde pasa el agua. Al girar la manivela, se mueve un disco que está fijo al extremo del vástago de la válvula, con lo que se modifica el área del orificio de paso. Cuando la válvula está abierta, el agua da un giro de 90 grados para atravesar el orificio, rodeado por la arandela de asiento, y después gira otros 90 grados, mas allá del disco, para continuar en la dirección original. El flujo puede interrumpirse por completo haciendo girar la manivela hasta comprimir el disco, o un empaque que lo cubre, contra la arandela de asiento. Este tipo de válvula es la usual en los grifos.

FIGURA 31:

**VALVULAS ANGULARES:**

Son parecidas a las de globo, pero eliminan uno de los giros de 90 grados en el flujo del agua. El agua continua su flujo más allá de las válvulas en sentido perpendicular al que tuvo previamente.

VALVULAS DE RETENCION:

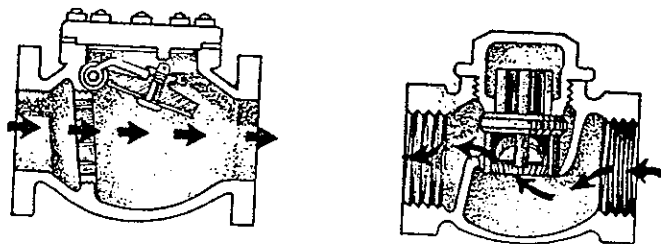
(También llamadas de "check"): se emplean para evitar el flujo retrógrado en tuberías. En tales válvulas, el agua debe fluir a través de un orificio que tiene tapón móvil. Cuando el agua fluye en la dirección que se pretende, el tapón se hace automáticamente a un lado, mientras que el flujo retrógrado hace que el tapón selle el orificio.

Hay dos tipos básicos de válvulas de retención: la válvula de retención de columpio (izquierda) y la válvula horizontal de retención (derecha), indicadas en la figura 3J. Cuando se usa una válvula de retención de columpio, la corriente pasa por el cuerpo de la válvula en línea recta.

Como su diseño es algo parecido al de las válvulas de compuerta, la poca resistencia que oponen al flujo las hace adecuadas para control de presiones bajas o moderadas de líquidos y gases.

Cuando se usa una válvula horizontal de retención, el flujo toma un curso tortuoso por un puente horizontal sobre el cual se asienta el disco. Las válvulas de este tipo se usan en unión con las válvulas de globo y se recomiendan para gas, agua, aire y en general para otros servicios de vapores.

FIGURA 3J:



4.- MEDIDORES:

Antes de instalar las tuberías de servicio de agua, es necesario que la municipalidad dé el permiso para hacer las tomas y ramales en la tubería principal de la ciudad y para el pago de los trabajos de romper las calles.

Por lo general, los empleados municipales son los que hacen las ramificaciones. La experiencia de la autoridad municipal les indica que si esta tarea se deja al plomero, con frecuencia la conexión no se hace correctamente. La toma se hace con un taladro especial y se realiza sin necesidad de cortar el suministro de agua de la ciudad. Los departamentos municipales de agua han visto que también conviene dar al plomero los accesorios de latón para las tuberías de servicio de agua, como son: las llaves generales y cercana al bordillo y la del medidor o contador. Esto tiene doble objeto: Primero, uniforma el material de latón en las calles de la ciudad, y segundo, asegura a la autoridad administrativa que el material de latón es de buena calidad. Cada llave de paso o cierre tiene un objeto especial y es muy importante para que haya un servicio eficiente.

LLAVE GENERAL MUNICIPAL.

En la figura 3K se muestra una llave maestra o general municipal, que se introduce en la tubería principal. Se requiere la instalación de esta llave cuando se taladra la tubería principal de la ciudad, estando esta a presión. La máquina taladradora consiste en un taladro, un mochuelo y una válvula de retención, todo ello encerrado en una coraza. La máquina está construida en tal forma que después de hecha la perforación, la broca se reemplaza por la llave maestra. Después se cierra la máquina y se fija la llave a la línea principal. Se pierde muy poca agua en esta operación.

LLAVE JUNTO AL BORDILLO.

La figura 3L es una llave junto al bordillo, la cual se instala generalmente en la tubería de servicio de agua, entre la calle y el límite de la acera.

Es accesible por una caja de fundición que llega hasta el nivel del piso y que lleva una capa removible de hierro. Tiene tres objetivos:

Primero, sirve como llave de control para la parte de la

tubería de servicio que está entre el bordillo y el edificio.

Segundo, sirve de válvula de interrupción para el edificio en caso que se inunde el sótano.

Tercero, sirve como válvula de control en caso que el edificio no se use durante el invierno.

FIGURA 3K:

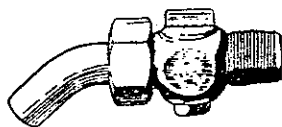
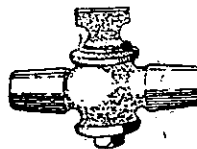


FIGURA 3L:

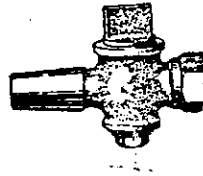


LLAVE DEL MEDIDOR.

La válvula del contador (fig 3M) está colocada en la tubería de servicio de agua del lado de la calle del medidor doméstico. Sirve como llave de control para la instalación del edificio. Si se hace girar constantemente, se descompone en tiempo muy corto. Se recomienda, y en algunas ciudades se hace por ley, que el medidor esté equipado con una válvula de compuerta en el lado de la caja del contador.

Debe tenerse cuidado de proteger la tubería de servicio cuando cruza dos pisos o paredes de hormigón. Se puede hacer usando una protección metálica o envolviendo la tubería con un material que le dé la protección adecuada.

FIGURA 3M:



Para medir flujos en líneas muy largas se utiliza el medidor de venturi. Este consiste, esencialmente, de dos reductores cónicos con los extremos pequeños juntos.

El pasaje del agua a través de las secciones reducidas produce variaciones de presión que permiten la medición del flujo. La descarga se puede calcular por la fórmula :

$$Q = K (H-h) \quad (5)$$

EN QUE Q = descarga, en pies cúbicos por segundo o galones por minuto, de acuerdo con las unidades utilizadas para determinar K ;

- K = una constante para el instrumento;
- H = carga de presión en el extremo mayor del reductor, en pies de agua;
- h = carga de presión en el extremo menor del reductor, en pies de agua.

Para gasto en pies cúbicos por segundo, la constante K se puede determinar de la fórmula

$$K = 8.02 C a / (1 - (d/D)) \quad (6)$$

donde C se considera usualmente como 0.98, a es el área del extremo menor del reductor en pies cuadrados, d es el diámetro de ese extremo, y D es el diámetro del tubo. Para obtener K para galones por minuto, al multiplicar el valor obtenido por la ecuación 6 por 449. Se pueden aplicar mecanismos que convierten la presión diferencial para registrar y/o controlar el flujo en la sección del tubo.

Un medidor de servicio se utiliza para medir y registrar el flujo que pasa por una línea pequeña, usualmente el consumo de un edificio. La mayoría de los medidores de servicio son del tipo de disco, donde el paso de agua causa un movimiento rotatorio del disco. Este opera un tren de engranajes que registran el volumen de

62

flujo. La exactitud es esencial para una medición verdadera de los flujos pequeños; por lo tanto, no es deseable utilizar un medidor mayor de lo necesario.

C.- MUEBLES SANITARIOS:

El sistema de abastecimiento de agua de un edificio la distribuye a los sitios de uso, como son fregaderos de cocina, inodoros, mingitorios, regaderas, tinas, lavamanos, etc. A fin de garantizar al máximo las condiciones sanitarias y la protección de la salud, casi todos los códigos o reglamentos de construcción tienen especificaciones muy rígidas en cuanto a este tipo de equipos. Tales requisitos abarcan aspectos como materiales de construcción, conexiones, instalación, prevención de flujo retrógrado, métodos de descarga, tipo de instalaciones permitidas y diámetros de los orificios de entrada y salida. La mayoría de los reglamentos y el **National Plumbing Code (Estados Unidos)** también señalan el número mínimo de cada tipo de equipo que debe instalarse en edificios dedicados a diversos usos .

Las instalaciones sanitarias son las terminales del sistema de distribución del agua y el comienzo del sistema de drenaje. En gran medida, el flujo proveniente de dichas instalaciones determina el volumen de aguas de desecho que deben drenarse del edificio.

En los últimos treinta años, los sanitarios han

cambiado de aparatos toscos y sin ningún atractivo a otros de operación y funcionamiento realmente científico, higiénicos desde cualquier punto de vista y diseñados y contruidos en forma que embellecen los cuartos en los que están instalados. Pueden obtenerse en cualquier color para que armonicen con los colores de la habitación elegidos por el propietario.

Los aparatos sanitarios modernos son de fundición recubierta con esmalte no absorbente, porcelana vítrea o bien de acero prensado.

El hierro usado en la construcción de accesorios esmaltados es de buena calidad. Se calienta hasta que se funde y luego se vacía en los moldes. Cuando se enfría el metal, se emparejan las aristas toscas y luego se hace al sanitario una limpieza general con chorro de arena para darle un acabado liso. Luego, la pieza fundida basta se mete a un horno, en el que se calienta al rojo vivo. El esmalte, con un contenido muy alto de sílice, se pulveriza sobre la pieza al rojo vivo, por medio de sacudidores automáticos accionados a mano.

A cada aparato se le ponen dos capas gruesas y una fina y se le deja enfriar lentamente. Es sumamente

interesante observar estas operaciones, ya que después que ha enfriado el sanitario se hace una rigurosa inspección para ver si tiene algún defecto.

Los sanitarios de porcelana vítrea están hechos con arcilla a la cual se le ha agregado suficiente cantidad de agua para dar a la mezcla la consistencia de cemento blando. Después se vacía la mezcla en moldes de yeso y se deja secar. Después que se han secado, pero aún siendo plásticos, se sacan de los moldes y pule perfectamente cada pieza. Luego se recuece el accesorio en una estufa y se le agrega una capa de esmalte, después de la cual se vuelve a someter a calentamiento a temperaturas altas. El producto terminado después de estas operaciones es un aparato sanitario impermeable e higiénico.

Los sanitarios deben manejarse cuidadosamente por el personal que los instala. Generalmente se rompen si el mecánico les da trato brusco. El usuario también debe usarlos con precaución. Los materiales para los aparatos sanitarios son semejantes a los que se usan para las vajillas de porcelana, y por lo tanto deben tratarse con cuidado. Resulta muy costoso usar los aparatos sanitarios como depósitos de basura o como soportes de aparatos pesados. Para su limpieza no se recomienda usar jabones

abrasivos, y por regla general tampoco deben usarse compuestos químicos para quitar las incrustaciones.

1.- INODOROS, LAVAMANOS, LAVATRASTOS Y PILAS:

Casi todos los reglamentos estipulan la instalación de sifones en los equipos sanitarios que no los tengan. Estos deben instalarse lo más cerca posible de la unidad a la que sirven. Es posible conectar más de un equipo a un solo sifón cuando se acatan ciertas normas. En la tabla # 3 se indica el diámetro mínimo de los sifones recomendado por el **National Plumbing Code** para diversos equipos sanitarios.

Por lo común, en la mayor parte de los sifones se requiere un sello de agua de por lo menos 2 pulgadas y no más de 4 pulgadas. Cuando están expuestos al congelamiento, deben protegerse adecuadamente a fin de evitar la formación de hielo en su cuerpo. Se precisan orificios de limpieza, de diámetro adecuado en todos los sifones, excepto los que forman parte integral del equipo en cuestión o tienen un elemento que se retira fácilmente para la limpieza interior. La mayor parte de los reglamentos prohíben el uso de sifones inodoros donde se necesita una parte móvil para formar el sello. También es usual que se prohíban los sifones dobles.

TABLA # 3 UNIDADES DE INSTALACION SANITARIA POR EQUIPO O GRUPO

TIPO DE EQUIPO	VALOR EN UNIDADES DE INSTALACIONES SANITARIAS	TAMAÑO MINIMO DEL SIFON EN PULGADAS
Tina (con o sin regadera)	2	1 1/2
Bidet	3	1 1/2
Surtidor de agua potable	1/2	1
Lavavajillas doméstico	2	1 1/2
Lavatrastos cocina doméstico	2	1 1/2
Lavatrastos de cocina doméstico con triturador	3	1 1/2
Lavamanos	1	1 1/4
Regadera doméstica	2	2
Mingitorio de pedestal con enjuague por chorro de sifón	8	3
Inodoro accionado por tanque	4	3
Inodoro accionado por válvula	8	3

El inodoro es el sanitario usado con mayor frecuencia, y desde el punto de vista sanitario es uno de los más eficientes. Hasta hace unos treinticinco años, el inodoro era construido sin bases científicas y tosco. Se

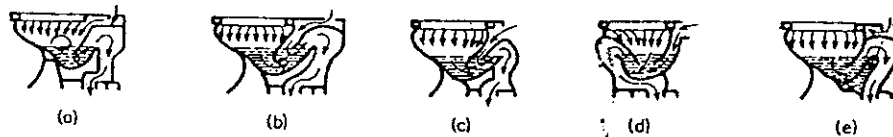
consideraba un lujo y pocos edificios contaban con ellos.

No obstante, las normas sanitarias se fueron propagando poco a poco y hoy son muy pocos los edificios, aun del campo, que no cuentan con inodoros.

Los inodoros constan de una taza y un sifón inodoro integral, que siempre contiene agua, además de un tanque o una válvula de fluxómetro, que abastece agua para la limpieza de la taza (fig 3N). El diámetro interior del sifón es de tamaño suficiente para que pase por él una esfera sólida de 5 a 7.5 cm. de diámetro. Las válvulas de fluxómetro suelen requerir presiones de al menos 15 psi encima.

En contraste, los tanques están por arriba del nivel de agua de la taza, para que la fuerza de gravedad genere presión suficiente en la descarga.

FIGURA 3N:



(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

La acción de limpieza del flujo de agua en la taza puede lograrse en diversas formas. Un método es el ilustrado por el **SIFON DE CHORRO** (en la figura 3N-1). El tanque vacía agua alrededor del borde y también inyecta un chorro en el tramo ascendente del sifón. Como resultado, el contenido de la taza es sometido a una acción de sifonaje en el tramo descendente de la tubería de descarga.

Otros tipos de dispositivos son el **SIFON INVERTIDO** (fig 3N-2) similar al sifón de chorro pero de menor tamaño; el **SIFON DE REMOLINO** (fig 3N-3), donde el agua del borde enjuaga la taza y crea un remolino, que se transforma en chorro y se descarga por sifonaje; el de **LAVADO DESCENDENTE** (fig 3N-4), en el que la acumulación de presión en la taza provoca el rebosamiento del tramo ascendente del sifón y origina la descarga por sifonaje; y el de **CHORRO DE AGUA**

(fig 3N-5), empleado con una válvula de fluxómetro, que proyecta un chorro de gran fuerza en el tramo ascendente del sifón para producir la descarga de la taza.

Los tanques de lavado se usan en los inodoros y urinarios; además que prestan un servicio especialmente satisfactorio en las residencias. Tienen la ventaja de que su operación es silenciosa y requieren menos presión y volumen de agua menor que la válvula de fluxómetro.

Los tanques de lavado pueden recibir el suministro de agua por una tubería más pequeña que la que necesitan las válvulas de fluxómetro, lo cual disminuye los costos de instalación.

Hay tres tipos de tanques de lavado que se usan con mucha frecuencia y que son: el tipo suspendido de la pared; la combinación cerrada acoplada al inodoro, que descansa sobre la taza, y la combinación unitaria, en la cual la taza y el inodoro son una sola unidad. Los tanques de lavado bajos trabajan por gravedad. El tanque elevado de lavado es ya anticuado y rara vez se usa en instalaciones residenciales o de uso industrial.

El mecanismo de trabajo del tanque bajo consiste en una válvula antisifón, de flotador, conectada al suministro de agua, y una válvula de sifón, que consiste en un tubo de derrame o rebosadero, un asiento de válvula y una bola de caucho acoplada a una palanca de disparo o descarga (figs 30 Y 3P).

El tanque del inodoro (fig 3Q) recibe su suministro de agua por medio de un mecanismo llamado válvula de flotador. Esta tiene un asiento de latón al cual esta pegado un empaque de caucho blando. Por lo general, el asiento esta colocado hacia arriba. La rondana de caucho está fija al émbolo de la válvula de flotador, el cual se mueve hacia arriba y abajo sobre el asiento de latón.

El émbolo está conectado a una varilla de latón equipada con una válvula de flotador.

FIGURA 30:



FIGURA 3P:

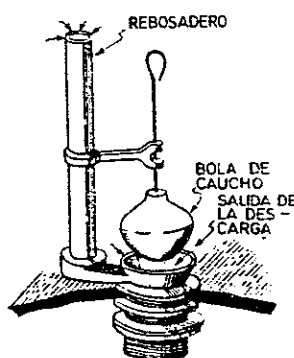
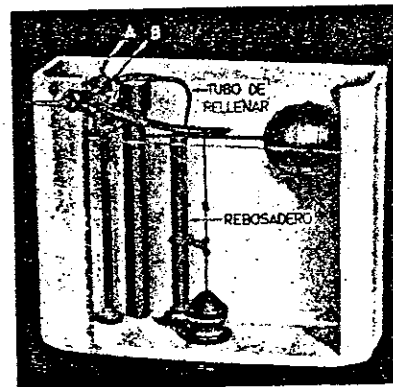


FIGURA 3Q:



La presión ejercida sobre la palanca pone a trabajar el tanque. La válvula del flotador baja en el tanque a medida que va bajando el nivel del agua. Esto levanta el embolo del asiento y permite que el agua entre al tanque del inodoro. El nivel de agua del tanque se controla por la puesta en punto del flotador. Cuando alcanza un nivel determinado, el embolo presiona sobre su asiento. Esto cierra el suministro de agua.

Para lavar la taza del inodoro se acciona la palanca que está fuera del tanque. Esta operación hace que la esfera de caucho suba y se separe de su asiento de latón. El agua almacenada en el tanque sale por gravedad y entra al inodoro con tal velocidad, que se forma un sifón en la taza. La esfera del tanque flota en el agua que está

saliendo, y al bajar entra a su asiento, por la salida del agua a la taza del inodoro. Cuando asienta la esfera se interrumpe el lavado y se cierra el tanque herméticamente para volver a llenarse de agua.

Hoy se instala con mucha frecuencia un tipo distinto de inodoro llamado de combinación. En este tipo de sanitario, la taza tiene una extensión en su parte posterior sobre la que descansa el tanque. Las ventajas de este inodoro de combinación son la operación silenciosa y la eliminación del codo del lavado y de las tuercas de 5 cm. en la unión corrediza. El tanque se fija con pernos al piso y se pone un empaque acojinado entre la taza y el tanque.

El lavamanos es un sanitario que se instala muy comúnmente. Los lavamanos se fabrican en muchos estilos y colores y están equipados con suministros de agua fría y caliente, así como un tubo de desperdicios conectado directamente al sistema de desagüe.

LAVAMANOS SUSPENDIDO A LA PARED.

Este tipo de lavamanos se usa mucho actualmente. La

jabonera, el derrame y el anaquel de atrás que forman parte integral del aparato sanitario lo hacen mas útil para el usuario y también más higiénico. Asimismo, los toalleros con que cuenta lo hacen más decorativo.

LAVAMANOS DENTAL.

Este sanitario es un pequeño recipiente suspendido de la pared, diseñado para dar servicio a las necesidades de la higiene bucal. Por lo general no se instala en casas de costo moderado.

LAVAMANOS DE COCHE DE FERROCARRIL.

Este lavamanos tiene un borde plano y se instala en la misma forma que los fregaderos de borde plano. Una especie de cómoda cubre la parte inferior del recipiente.

LAVAMANOS DE PEDESTAL.

Es de fundición esmaltada o de porcelana, como ya se describió antes. Se diferencia del lavamanos suspendido

de la pared donde el pedestal le sirve como soporte. El lavamanos de pedestal es un sanitario muy atractivo para instalaciones residenciales.

LA BAÑERA.

La tina o bañera de baño es una necesidad del hogar moderno. Su contribución a la comodidad y a la salud es de un valor inestimable. Las tinas de baño son de fundición o de acero esmaltado de diferentes colores y de porcelana vidriada.

La bañera de hierro esmaltado es la que se emplea con mayor frecuencia debido a que tiene muchas ventajas sobre la tina de baño de porcelana.

La tina de baño, aunque está diseñada bajo principios sanitarios, no siempre llena las normas que su apariencia puede sugerir. Esto es especialmente importante cuando se usa en baños públicos por muchas personas, algunas de las cuales pueden ser portadoras de enfermedades infecciosas.

Para uso público debe reemplazarse por duchas, que

son más adecuadas para este uso.

Para residencias, la tina de baño es sumamente satisfactoria y por lo general se prefiere a cualquier otro tipo de baño.

BIDET.

El bidet es otra forma de tina de baño que se instala principalmente en los hospitales. Está hecho de porcelana vidriada o de hierro esmaltado. Estos también son instalados en las residencias.

FREGADEROS.

El fregadero es un sanitario muy importante y muy común. Su instalación requiere criterio inteligente y proyecto cuidadoso por parte del plomero.

Los fregaderos se fabrican en diseños que se adaptan a usos específicos. El fregadero que se usa con mayor frecuencia es el de cocina, que puede tener diferentes medidas, aunque el más utilizado es el de

78

33 X 22 pulgadas.

2.- ESPACIOS DE AIRE:

A fin de prevenir el flujo retrógrado del agua usada hacia la tubería de abastecimiento en las instalaciones, se deja un espacio de aire entre el orificio de salida de dicha tubería y el nivel de rebosamiento de agua del receptáculo. Los reglamentos de construcción usualmente estipulan un espacio de por lo menos 2,5 a 5 cm. para las salidas no afectadas por una pared cercana y de 4 a 7.5 cm. para las que estén cerca de una pared. En la tabla # 4 se presentan los espacios de aire mínimos.

**TABLA #4 ESPACIOS MÍNIMOS DE AIRE PARA INSTALACIONES DE
PLOMERIA DE USO GENERAL**

EQUIPO	CUANDO NO ES AFECTADO	CUANDO ES AFECTADO
	POR UNA PARED	POR UNA PARED
Lavaderos con salidas de diámetros menores de 1/2 pulgada	1.00	1.50
Fregaderos y regaderas con salidas de diámetros	1.50	2.25

80

menores de 3/4 pulgada

Grifos para tina con

diámetro menor de 1

2.00

3.00

pulgada

D.- REQUERIMIENTOS DE AGUA:

El servicio de agua potable de casas o doméstico es la parte de la plomería instalada debajo del suelo, entre la tubería principal de agua de la calle y el medidor o contador de la casa. Juega un papel muy importante para que el sistema de plomería quede dentro de las normas de sanidad.

Los aparatos que no tienen servicio de agua suficiente se ensucian con facilidad y despiden olores que son desagradables y pueden causar enfermedades.

Las dificultades de esta clase se deben generalmente a la falta de cuidado en la planeación y mano de obra defectuosa en la instalación del servicio de agua.

La autoridad municipal está interesada en la instalación apropiada del servicio doméstico de agua, debido a los costos adicionales que se producen al tener que hacer un bombeo adicional de agua cuando no trabaja bien el sistema.

Hay un número de factores esenciales que debe observar el plomero al construir el servicio doméstico. Es

muy importante determinar bien su tamaño, así como la presión de la tubería principal de la ciudad.

Con mucha frecuencia, la presión de la tubería principal es baja. Si este es el caso, se puede instalar una tubería de mayor diámetro para corregir este defecto.

No obstante, este método servirá únicamente para casas y edificios de regular altura. En los edificios muy altos, la presión es la única solución para el servicio apropiado de los aparatos, y si la presión en la instalación de la ciudad es baja, es necesario emplear equipo de bombeo para obtener buenos resultados.

La tubería de servicio doméstico debe instalarse lo más corta y directa que sea posible.

Debe evitarse usar recodos, inflexiones y sifones, ya que estos elementos aumentan la fricción y disminuyen la capacidad de descarga del servicio.

Es factible pronosticar un volumen máximo de flujo de agua, en L/min, para cada instalación sanitaria de un edificio. En la tabla # 1 se indican las velocidades y presiones de flujo mínimas que especifican los reglamentos

de construcción; el flujo máximo puede ser mucho mayor.

Los ramales de tubería que llegan a cada instalación se eligen de modo que proporcionen el flujo máximo y la presión mínima que se requiera. Sin embargo, no es preciso que las tuberías principales que alimentan tales ramificaciones conduzcan la suma de los flujos máximos de todos los ramales que les correspondan.

En términos generales, es improbable que ocurra un flujo máximo simultáneo en todas las instalaciones, o incluso que todas operen al mismo tiempo. En consecuencia, los diámetros de las tuberías principales deben ajustarse sólo respecto de la demanda máxima probable.

En la práctica, el flujo probable se calcula ponderando el flujo máximo conforme a las probabilidades de que estén en uso las instalaciones. Dicho cálculo se basa en el concepto de unidades sanitarias.

Una unidad sanitaria es el consumo promedio, durante el uso, de una instalación seleccionada arbitrariamente, por ejemplo, un lavamanos. Una vez calculado este valor, se expresan los valores de consumo de los demás tipos de instalaciones con referencia a aquella.

Es decir, si la instalación básica es un lavamanos que tiene un sifón de 1/4 de pulgada, el flujo promedio de descarga durante su uso es de 28.5 L/min. De tal suerte, una regadera que consume 57 L/min tendría un consumo de dos unidades (2×28.5). Así, se establece una tabulación con fundamento en la unidad básica arbitraria.

A cada equipo se le asigna un número específico de unidades sanitarias, como los de la tabla # 3.

En estos valores se toman en cuenta :

1. El gasto previsto de flujo de agua en la salida que corresponda, expresado en gal/min.
2. La duración promedio del flujo, en minutos, durante el uso del equipo.
3. La frecuencia con que es probable que se emplee el equipo.

Los valores en unidades sanitarias que se enumeran en la tabla # 3 corresponden a la carga relativa de un sistema de distribución de agua según los diferentes tipos de equipos. La suma de los valores de cualquiera, o todas las partes, de un sistema es una medida de la carga que impondría el conjunto de instalaciones sanitarias, si todas operan a la vez.

La demanda máxima probable de agua, en gal/min., puede calcularse a partir del número total de unidades sanitarias que abastece cualquier parte de un sistema, como se muestra en las gráficas de las figuras 3R y 3S.

FIG 3R:

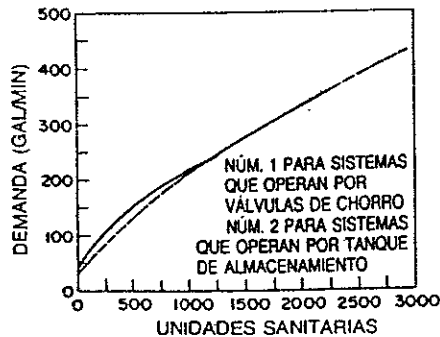
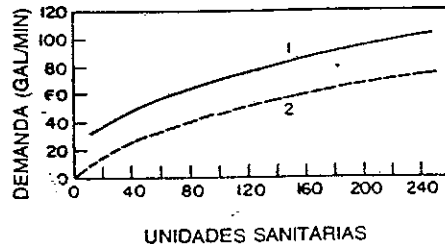


FIGURA 3S:



La demanda que se deduce de estas curvas se aplica a las instalaciones sanitarias que se emplean de manera intermitente.

En caso que el sistema abastezca equipos de uso continuo, como unidades de aire acondicionado, rociadores de jardín o grifos para manguera, la demanda que les corresponda debe agregarse a la intermitente.

Las instalaciones sanitarias que no se enumeran en la tabla # 3 deben evaluarse según la tabla # 5.

Cuando hay flujo continuo o semicontinuo hacia un sistema de drenaje, como el de una bomba de achique, sistema de aire acondicionado o dispositivos similares, deben calcularse dos unidades sanitarias por cada gal/min. de flujo.

Si se provee la instalación de equipos extra en el futuro, los diámetros de las tuberías de abastecimiento y drenaje deben basarse en la carga futura.

TABLA # 5 OTROS VALORES DE UNIDADES SANITARIAS

TAMANO DEL SIFON INODORO O EL DRENAJE DEL EQUIPO	VALOR EN UNIDADES SANITARIAS
1 1/4 Y MENORES	1
1 1/2	2
2	3
2 1/2	4
3	5
4	6

1.- DIAMETROS MINIMOS EN TUBERIAS:

Los diámetros de la tubería deben calcularse aplicando los principios de la hidráulica. El ahorro de costos indica el uso de los calibres más pequeños que permitan los reglamentos de construcción, pero es frecuente que otros factores hagan aconsejable el uso de diámetros mayores.

Entre tales factores están:

1. La presión en la fuente de abastecimiento del agua, por lo general las tuberías del sistema público (psi).
2. La presión requerida en cada equipo (psi).
3. La caída de presión a causa de la altura de los equipos sobre la fuente de abastecimiento y la fricción durante el flujo de agua en la tubería.
4. Las limitaciones impuestas a la velocidad del flujo de agua, en m/s, a fin de evitar los ruidos y la erosión.

El National Plumbing Code recomienda para el cálculo de los sistemas de tuberías de agua fría:

1. Dibujar todas las tuberías de abastecimiento ascendentes, horizontales y ramales, propuestos, indicando el

número y tipo de tipos a los que alimentan, junto con el flujo de agua requerido.

2. Calcular los volúmenes de demanda de los equipos, en unidades sanitarias, según la tabla # 3.
3. Usar las figuras 3R o 3S, así como el total de unidades para calcular la demanda de agua en gal/min.
4. Calcular la longitud equivalente de tubería para cada parte del sistema, empezando con la tubería principal del sistema público.
5. Determinar, mediante prueba, la presión mínima promedio en la tubería principal del sistema público o indagarla con el organismo que abastece el agua.

Calcular la presión mínima que se requiere en el equipo del sistema situado a mayor altura.

6. Calcular la caída de presión en la tubería con la longitud equivalente.
7. Elegir los diámetros de tubería basándose en gráficas como las de las figuras 3A y 3B, o las que se incluyen en el National Plumbing Code.

En la tabla # 5 se enumeran los diámetros mínimos de tubería de suministro a instalaciones con agua fría o caliente, según el National Plumbing Code.

Los calibres de las tuberías para edificios pequeños

puede determinarlos el diseñador basándose en su experiencia y los requisitos aplicables de los reglamentos de construcción, sin cálculos considerables. Por ejemplo, para las ramificaciones cortas de los diversos equipos sanitarios, por lo general son satisfactorios los diámetros mínimos de tubería que se señalan en la tabla # 5. También es común la aplicación de los diámetros siguientes para las tuberías principales que abastecen de agua a los equipos sanitarios:

- * 1/2 pulgada, para tuberías principales con un máximo de tres ramificaciones de 3/8 de pulgada.
- * 3/4 de pulgada, para tuberías principales con un máximo de tres ramificaciones de 1/2 pulgada, o cinco de 3/8.
- * 1 pulgada, para tuberías principales con un máximo de tres ramificaciones de 3/4 de pulgada, ocho de 1/2 pulgada, o quince de 3/8 de pulgada.

Que estos calibres resulten adecuados o no, depende de la presión en la fuente de suministro y de las probabilidades donde se usen simultáneamente los equipos sanitarios. En los hogares, cada persona consume un total de 75 a 300 L/día, según el tamaño de la familia, y si hay jardín o no, etc. En edificios de apartamentos, se supone

90

un consumo de 200L/persona/día en el diseño del sistema, mientras que otro de 150 L/persona/día es frecuente en los alojamientos.



IV. DRENAJES

A.- INTRODUCCION A LOS DRENAJES:

El descuido en la descarga de materiales orgánicos ha dado lugar en muchos casos a la contaminación de lagos, ríos y riachuelos, a tal grado que la vida acuática de ellos casi se ha extinguido. Como medida de protección, muchos países cuentan ahora con comisiones de conservación que cooperan con la autoridad sanitaria para resolver este problema. Las legislaturas estatales han promulgado leyes estrictas, que dan a esta autoridad el poder para determinar y controlar las necesidades sanitarias de las casas particulares, fábricas, oficinas, campos turísticos y lugares de descanso.

No solamente la vida acuática y la animal sufren las consecuencias de la descarga no controlada de desechos y aguas negras.

Datos estadísticos más recientes revelan el hecho de que la mayoría de enfermedades que tienen su origen en el agua, como la disentería, tifoidea, diarrea y otros desórdenes intestinales, se presentan con mayor frecuencia en el campo que en grandes ciudades. En la mayoría de los

casos, estas enfermedades son causadas por el agua potable contaminada.

Es por ello que debemos ser muy cuidadosos en el momento de diseñar e instalar el sistema de desagüe de un edificio, ya que de lo contrario se contaminan los mantos friáticos que abastecen toda nuestra demanda de agua.

El desagüe doméstico es la parte del sistema sanitario que recibe la descarga de todos los tubos verticales de evacuación de inodoros y desperdicios dentro del edificio y los envía a la tubería domiciliaria.

En la mayoría de los edificios, especialmente en las residencias, el desagüe puede instalarse debajo del piso del sótano. Con este método de instalación se obtiene buen número de ventajas; Es más económico y no reduce la altura libre del sótano. Además, la red de tuberías, que es desagradable a la vista, se elimina si se instala el desagüe debajo del suelo.

Debido a que los sótanos de los edificios grandes tienen una altura excesiva, es necesario suspender del techo de los sótanos la tubería de desagüe domiciliaria. Cuando se haga en esta forma, el mecánico

debe estudiar cuidadosamente su colocación, la forma como debe suspenderla, la pendiente que le debe dar, los cambios de dirección y otros factores muy importantes.

CLASIFICACION DE LOS DESAGUES.

Los desagües se clasifican en las cuatro formas siguientes: de combinación, sanitarios, industriales y pluviales.

DESAGÜE DE COMBINACION:

Un desagüe de combinación recibe la descarga de aguas negras y pluviales. Es el tipo más antiguo de desagüe y se usa más cuando el diseño de las alcantarillas públicas era de combinación.

DESAGÜE SANITARIO:

El desagüe sanitario recibe únicamente la descarga de aguas negras y desperdicios domésticos. Excluye toda agua pluvial.

Este tipo de desagüe es el más usado en la actualidad, ya que la mayoría de las ciudades modernas cuentan con terminales colectoras de desagües dotadas de tanque de tratamiento de aguas negras.

DESAGÜE INDUSTRIAL:

El desagüe industrial recibe la descarga de equipo industrial, que algunas veces es de naturaleza ácida inconveniente.

Debe descargarse en un área colectoras que no esté unida con el sistema de tratamiento sanitario.

DESAGÜE PLUVIAL.

El desagüe pluvial recibe la descarga de toda el agua de lluvia, agua limpia y agua superficial. Deben excluirse todos los desperdicios sanitarios. Por lo general, su terminal es un río, un cauce seco de río, un lago o un área colectoras natural.

Con el objeto de poder determinar las dimensiones

adecuadas de un desagüe domiciliario, debe conocerse su clasificación. Si se trata de un desagüe del tipo de combinación, que todavía se usa, aunque no tan extensamente, el área de los tejados es el factor decisivo para determinar su dimensión apropiada. Si la alcantarilla es sanitaria, la descarga de los aparatos sanitarios es el factor determinante. Debido a la complejidad del problema, el plomero, generalmente, no asume la responsabilidad de determinar el diámetro de la tubería. No obstante, esta tarea se simplifica mediante el uso de las gráficas establecidas en los códigos sanitarios de plomería. Los datos técnicos recopilados a través de mucho tiempo y la experiencia obtenida de las instalaciones que prestan servicios satisfactorios, han sido las bases de estas gráficas. La instalación de los desagües domiciliarios está regida, principalmente, por los códigos sanitarios locales y estatales.

Un desagüe deberá ser del diámetro apropiado, con flujo aproximado de 50% del diámetro del tubo. Esto asegura un arrastre completo de los sólidos y evita muchos problemas. Por otra parte, un desagüe muy pequeño sería insuficiente para la corriente, pudiendo presentarse problemas de sifón, contra presión e inundación del sótano.

El método más práctico para determinar el diámetro de la tubería de un sistema de desagüe es el sistema unitario. Este sistema ha sido formulado como resultado de las pruebas llevadas a cabo por el **Comité de Códigos Uniformes para Plomería**, que es una organización formada por representantes de empresarios, trabajadores y oficinas de gobierno. Se probaron individualmente aparatos sanitarios ostentaras de un sistema de Plomería y se midió con precisión en un intervalo dado, la cantidad de desperdicio líquido que podían descargar por sus orificios de salida. Se determinó que un lavamanos descarga 28.5 litros de agua en un minuto, tal y como lo dijimos antes.

La presente lista presenta los valores encontrados por el **Comité de Códigos Uniformes para Plomería**; puede emplearse para determinar el volumen de descarga que, expresado en unidades de descarga, deberá manejar una tubería de evacuación de desperdicios o de desagüe.

TABLA # 6 UNIDADES DE DESCARGA DE CADA APARATO SANITARIO

	UNIDADES
Lavamanos	1
Lavatrastos de cocina	2

TABLA # 6 UNIDADES DE DESCARGA DE CADA APARATO SANITARIO

	UNIDADES
Bañera	2
Pila de lavar	2
Mingitorio	5
Ducha	2
Desagüe de piso	1
Vertedero de aguas sucias	3
Inodoro	6
Cuarto de baño (inodoro, lavamanos, bañera y ducha)	8
16.7 metros cuadrados de desagüe de tejado	1

Los pasos usuales en la planificación de un sistema de eliminación de aguas de desecho son:

1. Obtención de un plano de alcantarillado en el sitio de la construcción.
2. Obtención de los planos arquitectónicos y estructurales preliminares de la planta y cortes sanitarios del edificio.
3. Tabulación de los datos conocidos y estimados de ocupación, incluidos entre éstos el número de personas, su sexo, horarios de trabajo y detalles pertinentes sobre cualquier proceso de fabricación que se efectúe

en el edificio.

4. Obtención de copia de la última edición del reglamento aplicable.
5. Diseño del sistema conforme a las recomendaciones del reglamento vigente.
6. Obtención de la aprobación del diseño por parte de las autoridades locales, antes de iniciar la construcción.

El plano de instalaciones de fontanería de la figura 4A muestra los principales elementos necesarios en un sistema de este tipo. Los equipos sanitarios se ubican según convenga en cada piso del edificio.

Cada uno de los equipos sanitarios tiene un tubo vertical de drenaje o de aguas negras, una ventila o tubo vertical de ventilación y un sifón inodoro, como se muestra en la figura 4A. Los tubos de evacuación conducen los desechos sólidos y líquidos de uno o más equipos sanitarios a un drenaje general, ubicado en el sótano o los muros del edificio. Cada tubo vertical de ventilación termina en un montante de ventilación que asoma por arriba del techo del edificio y puede tener conectados o no ramales de ventilación. Los tubos de ventilación y las ventilas permiten la entrada de aire fresco al sistema de drenaje, con lo que se disipan los gases presentes y se equilibra la

presión en los diversos ramales.

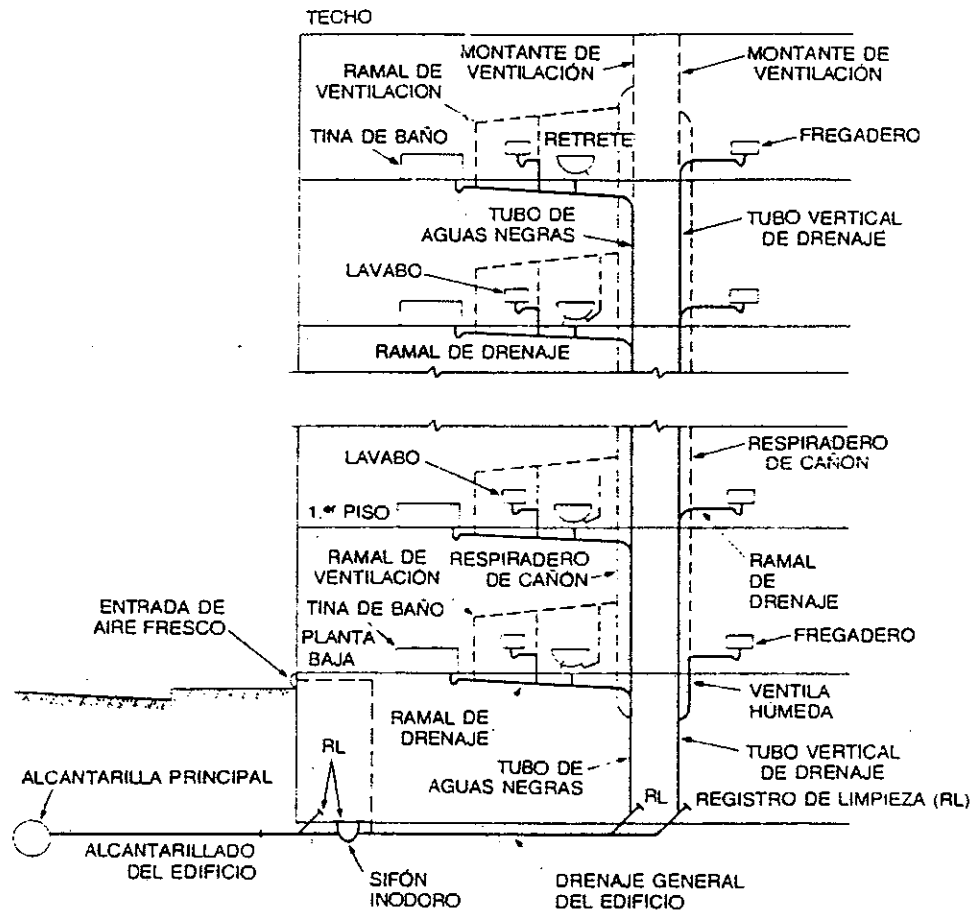
Los sifones inodoros de cada equipo sanitario tienen un sello hidráulico que evita la entrada de gases del alcantarillado a las áreas de trabajo y de vivienda.

El drenaje general transporta la descarga de los diversos tubos al sifón inodoro general (figura 4A), que está provisto de ventilación propia.

Entre el sifón general y el de alcantarillado público u otra tubería de alcantarillado principal, está la alcantarilla del edificio. Esta se sitúa fuera de la construcción, mientras que el sifón todavía está dentro de los muros del edificio.

Cuando el drenaje de un edificio corre por debajo del nivel de alcantarillado público, es necesario hacer algunos ajustes para elevar las aguas de desecho al nivel apropiado. Esto puede lograrse si se hace que el drenaje del edificio se vacíe en un pozo de drenaje, donde las aguas de desecho se conducen al alcantarillado público mediante un expulsor neumático o una bomba.

FIGURA 4A:

**PENDIENTES:**

Después que se ha determinado el diámetro del tubo de desagüe deben tomarse en cuenta otros factores con objeto de poder tender la tubería.

Probablemente, el segundo punto en importancia es la pendiente a la que debe instalarse una tubería. Se

recomienda que en cualquier circunstancia se dé a la tubería de desagüe una pendiente del 2%. Las pruebas llevadas a cabo confirman las ventajas de esta pendiente.

Se ha encontrado que con ella los tubos horizontales proporcionan la velocidad y capacidad de descarga necesarias para que haya un buen arrastre de sólidos sin producir presiones anormales mayores o menores en el sistema. No obstante, debido a la altura del piso del sótano y a la profundidad inadecuada de la alcantarilla, será necesario dar a la tubería una pendiente menor de 2%.

Un drenaje de longitud poco común requerirá una pendiente menor, ya que la pendiente acumulada o total daría como resultado que la salida del desagüe quedará muy profunda.

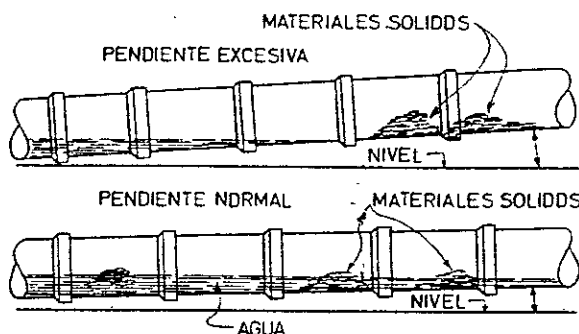
Si la pendiente es ligera, el plomero deberá usar un nivel para dar a la tubería la pendiente adecuada y quede así exenta de retenciones.

Una pendiente de más del 2% aumenta la velocidad y la capacidad de descarga de los desperdicios, pero puede disminuir la profundidad de la corriente necesaria para

realizar un buen arrastre de sólidos (fig 4B). También podría dar lugar a una presión negativa si el desagüe fuera cargado a su capacidad de flujo.

La pendiente de un desagüe domiciliario se calcula dividiendo el desnivel total (que es la distancia entre la salida del desagüe domiciliario y el nivel del piso del sótano), por la longitud del ramal más largo, ambas en las mismas unidades y multiplicado por 100.

Fig. 4B



Arriba: cuando al desagüe se le da una pendiente excesiva, se depositan los materiales en suspensión, creándose así una condición insalubre.

Abajo: una corriente de profundidad adecuada a todo lo largo del desagüe asegura la descarga completa de los materiales de desperdicio.

DISEÑO DE LAS TUBERIAS PLUVIALES Y DE DRENAJE:

Los sistemas de eliminación de aguas de desecho se calcularán y diseñarán para permitir el uso de las tuberías de menor diámetro que eliminen rápidamente las aguas de los

equipos sanitarios, sin taponarse ni producir ruidos molestos o fluctuaciones de presión excesivas en los puntos donde los drenajes de los equipos sanitarios se conectan con los tubos de evacuación general.

Tales cambios de presión crearían un efecto de sifonaje inverso de los sellos líquidos en los sifones inodoros y causarían el desplazamiento retrógrado de los gases de los drenajes, a través de las instalaciones sanitarias, hacia las áreas de habitación y vivienda.

En ninguna circunstancia debe permitirse que la presión, negativa o positiva, del aire en el sello del sifón de una instalación sanitaria sea mayor de 1 pulgada de agua.

Es normal que no se incluya en el contrato de instalaciones de fontanería bajantes para el drenaje de aguas pluviales. No obstante, también se consideran parte de los trabajos de fontanería. Conforme el tamaño del edificio y el reglamento vigente en la localidad, las aguas pluviales de las diversas áreas cubiertas se conducen o no al drenaje del edificio. En caso que se empleen drenajes y bajantes de lluvia independientes, las tuberías de drenaje del edificio reciben el nombre de drenaje sanitario, ya que

transportan sólo los desechos de las diversas instalaciones sanitarias del inmueble.

El agua que cae sobre el techo de una construcción debe dirigirse hacia un canalón o canaleta, desde el cual cae al bajante, o bien va directamente hasta el orificio superior de éste por medio de una pendiente en la superficie del techo.

Los diámetros de los tubos de bajada y drenajes horizontales de aguas pluviales dependen de la superficie cubierta que se pretende drenar. En la tabla # 7 se indica el máximo de área horizontal cubierta que se permite desaguar con los diversos diámetros de bajantes y drenajes horizontales de aguas pluviales.

Los drenajes de patios, entradas a sótanos y pisos pueden estar conectados por un lado al orificio de entrada del sifón del bajante interior de aguas pluviales.

Si esto no es posible, tales drenajes deben llevarse hasta el alcantarillado municipal o un pozo de absorción.

Si se emplea este último, sólo los drenajes pluviales

pueden vaciarse en él; las aguas de desecho (negras) están prohibidas por casi todos los reglamentos.

TABLA #7
DIAMETROS DE LOS BAJANTES VERTICALES Y LOS DRENAJES
HORIZONTALES DE AGUA PLUVIAL
Bajantes verticales

Diámetro del bajante (pulg.)	Área máxima proyectada de techo, pies ²
2	720
2 1/2	1 300
3	2 200
4	4 600
5	8 650
6	13 500
8	29 000

Diámetro del drenaje, pulg.	Drenajes pluviales horizontales Area máxima proyectada de techo para drenajes de diversas pendientes, pies ²		
	Pendiente, del 1%	Pendiente, del 2%	Pendiente, del 4%
	3	822	1 160
4	1 880	2 650	3 760
5	3 340	4 720	6 680
6	5 350	7 550	10 700
8	11 500	16 300	23 000
10	20 700	29 200	41 400
12	33 300	47 000	66 600
15	59 500	84 000	119 000

Hay dos formas de especificar el diámetro de tubería que se refiere para un tipo determinado de servicio

de fontanería:

* Directamente, basándose en el área que sirven, como en el drenaje pluvial de techos (tabla #7).

* En unidades sanitarias (tabla #8).

Como se aprecia en las tablas # 7 y # 8, la capacidad de un tubo de drenaje varía con la pendiente de la tubería instalada.

Cuanto mayor sea la pendiente por metro de tubería, así será su capacidad, dependiendo del área a la que da servicio o del número de unidades de instalaciones sanitarias.

Esto se debe a que una pendiente más pronunciada eleva la carga estática que produce el flujo en la tubería y, por tanto, el volumen de líquido que puede descargar.

TABLA # 8

DIAMETRO DE LOS DRENAJES Y ALCANTARILLAS DE EDIFICIOS

Número máximo de unidades sanitarias que pueden conectarse a cualquier tramo del drenaje alcantarillado del edificio.

Diámetro de la tubería (Pulg.)

	Pendiente del drenaje			
	0.5%	1.0%	2.0%	4.0%
2			21	26
2 1/2			24	31
3		20	27	36
4		180	216	250
5		390	480	575
6		700	840	1000
8	1 400	1 600	1 920	2 300
10	2 500	2 900	3 500	4 200
12	3 900	4 600	5 600	6 700
15	7 000	8 300	10 000	12 000

Los pasos para el cálculo de los calibres de las tuberías de drenaje, basándose en las unidades sanitarias

son:

1. Enumerar todos los equipos que drena un ramal o tubo de evacuación.
2. Anotar junto a cada equipo su valor en unidades sanitarias.
3. Sumar esas unidades y buscar, en la tabla apropiada (tablas # 7 y # 8), el diámetro de tubería requerido para el ramal o tubo de evacuación.

Los ramales que conectan uno o más equipos sanitarios con los tubos de evacuación se calculan por lo general según el número máximo de unidades sanitarias para un diámetro dado de tubería o sifón (tabla # 9).

Cuando un equipo sanitario puede contener un gran volumen de agua, como sucede en tinas, fregaderos, etc.. puede emplearse un ramal de drenaje de diámetro mayor para un vaciado más rápido.

TABLA # 9

**RAMALES HORIZONTALES Y PRINCIPALES TUBOS
VERTICALES DE DRENAJE**

Número máximo de unidades sanitarias
que pueden conectarse a:

Diámetro de la tubería, pulg.	Cualquier ramal horizontal	Un tubo de drenaje de tres pisos de altura	Más de tres de altura	
			Total drenaje ppal.	Total piso
1 1/4	1	2	2	1
1 1/2	3	4	8	2
2	6	10	24	6
2 1/2	12	20	42	9
3	20	30	60	16
4	160	240	500	90
5	360	540	1 100	200

TABLA # 9

RAMALES HORIZONTALES Y PRINCIPALES TUBOS
VERTICALES DE DRENAJE

Número máximo de unidades sanitarias
que pueden conectarse a:

Diámetro de la tubería, pulg.	Cualquier ramal horizontal	Un tubo de drenaje de tres pisos de altura	Más de tres de altura Total drenaje ppal.	Total piso
6	620	960	1 900	350
8	1 400	2 200	3 600	600
10	2 500	3 800	5 600	1 000
12	3 900	6 000	8 400	1 500
15	7 000			

B.- ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE:**FOSA SEPTICA.**

La fosa séptica es un dispositivo que se usa para facilitar la descomposición de los elementos contenidos en los desperdicios de las aguas negras. Estas contienen agua, materiales sólidos sedimentables como arena, grasa, sebo, materia vegetal y animal en estado de suspensión, y materia no sedimentable de naturaleza vegetal y mineral, en solución. Tienen color lechoso y pueden tener olor extremadamente desagradable.

Los sólidos sedimentables a que se hace referencia cuando se habla de materiales orgánicos, pueden precipitarse en una fosa séptica en tiempo muy corto.

Un período de retención de veinticuatro horas da un resultado satisfactorio. Los materiales orgánicos sólidos, por ser más densos que el agua, tienden a depositarse en el fondo del tanque y se denominan técnicamente lodos. Los materiales orgánicos más ligeros, por ser menos densos que el agua, suben a la superficie y se les llama nata. Desde el punto de vista del peso, los

materiales en suspensión constituyen solamente una pequeña parte de las aguas negras. Los materiales orgánicos en solución ofrecen mayor problema para su eliminación. No pueden precipitar en la fosa séptica y deben someterse a otro tratamiento, por otros procedimientos. Al contenido líquido de las aguas negras se le denomina líquido y no presenta otro problema que el de su descarga al subsuelo o terminal de desagüe natural.

No es conveniente descargar en la fosa séptica grandes volúmenes de agua de lluvia de los tejados, agua de la superficie o de desperdicio de las industrias. La función de la fosa séptica es la de licuar y precipitar los materiales sólidos. El agua de desecho es en sí un líquido, por lo que no requiere reducción posterior. Los grandes volúmenes de agua tienden a inundar el tanque, y el material sólido va forzado a la unidad de purificación. La actividad bacteriana también se afecta por este tratamiento.

Los desperdicios nocivos que contienen grasa, aceite, ácido o gasolina en suspensión también deben excluirse de la fosa séptica. Dichos desperdicios destruyen las bacterias útiles y pueden ser perjudiciales para los materiales de que está construida la fosa séptica.

DIMENSIONES DE UNA FOSA SEPTICA.

No se dispone de mucha información definida para obtener el tamaño apropiado de una fosa séptica. No obstante, la autoridad sanitaria está de acuerdo en que el tamaño mínimo del tanque para una familia de no más de seis personas deberá ser de 0.762 metros de ancho, 1.524 metros de largo y no menos de 1.219 metros de profundidad; con esto se tendrá una fosa con capacidad de 1.42 metros cúbicos, que debe ser suficiente para las necesidades de la familia. Una fosa séptica de menor capacidad no sería práctica, ya que se debe tener cierto espacio para lodos acumulados. Tampoco es adecuada una fosa de mayor tamaño, ya que puede dar lugar a demoras en la actividad bacteriana. Para instalaciones residenciales donde habiten mayor número de personas, la práctica corriente suele ser asignar de 0.14 a 0.17 metros cúbicos de capacidad de fosa por persona. Suponiendo que una instalación sirviera para 12 personas, el tanque tendría una capacidad no mayor de 2.04 metros cúbicos.

UBICACION DE UNA FOSA SEPTICA.

La fosa séptica debe ser un recipiente hermético tanto

al agua como a gases, por lo que no hay dificultad para su ubicación. No obstante, deberá tenerse buen criterio en la eliminación rural de aguas negras.

La fosa séptica puede instalarse cerca del edificio a que da servicio, dejando una distancia mínima de dos metros entre el edificio y la fosa. Debe tenerse especial cuidado de no instalarla cerca de una ventana o de una puerta, ya que las corrientes de aire pueden llevar los malos olores del tanque al interior del edificio.

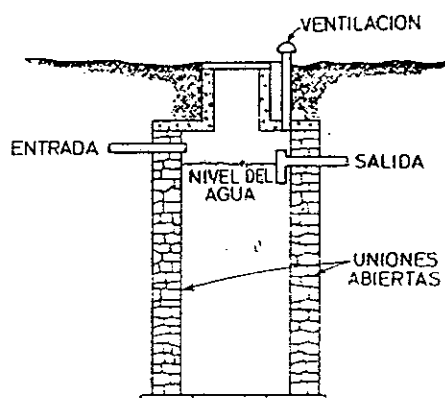
También es bueno colocarlas a distancia razonable de las líneas divisorias del terreno y de las fuentes de agua potable. Las fosas deberán estar cuando menos a 15 metros de cualquier fuente de suministro de agua o más lejos si es posible.

POZO SECO.

El pozo seco, llamado algunas veces pozo de filtración, es una cavidad revestida de piedra o de cualquier otro material no absorbente, construido de tal manera que permita al líquido filtrarse al subsuelo (fig 4C).

El pozo seco puede usarse como terminal de descarga para una fosa séptica instalada en terreno arcilloso sobre un estrato de grava. No es la unidad de purificación más efectiva, por lo que no debe usarse a menos que el líquido que reciba haya sido sometido a algún tratamiento preliminar.

FIGURA 4C:



El pozo seco debe estar localizado a una distancia segura de la fuente de suministro de agua.

Se ha encontrado que la distancia adecuada entre el pozo seco y un pozo de agua de unos 30 metros de profundidad es de unos 15 metros. No obstante, se recomienda instalarlos a distancias todavía mayores.

El pozo seco puede construirse de piedra, ladrillo, bloques de cemento o materiales similares. Debe tener 1.8 metros de diámetro cuando menos y debe estar dotado de un registro al nivel del suelo para poder entrar a él. La regla general que se usa para determinar el tamaño de un pozo seco, es dar 0.10 metros cuadrados de superficie filtrante, incluyendo el fondo, por cada 20 a 40 litros de líquido descargados en él. La parte superior del pozo seco deberá ser de hormigón armado dotada de tubo de ventilación de diámetro mínimo de 10 centímetros, que lo atraviese y que sobresalga cuando menos unos 50 centímetros del suelo, como se muestra en la figura 4B. En ningún caso deberá usarse como pozo seco, un pozo abandonado.

CAJA DE DISTRIBUCION.

Este es un dispositivo instalado entre la fosa séptica y los medios usados para eliminar el líquido de salida. Su función es distribuir el líquido, de manera que todas las ramificaciones del campo bajo la superficie reciban la misma cantidad aproximadamente. Sirve también para el mismo objeto en los sistemas de drenajes que usan más de una fosa de filtración.

En muchos casos, sobre todo en aquellos donde el campo de absorción está en un terreno con declive, la caja de distribución evita que todo el líquido de la fosa séptica vaya a una sola rama del campo o a un solo pozo de filtración. La caja de distribución permite hacer muchas variaciones en la adaptación del diseño del sistema a las diferentes condiciones topográficas.

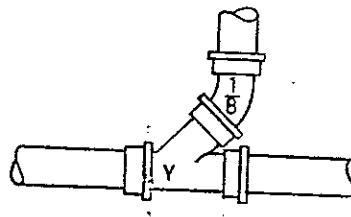
Esta debe ser a prueba de fugas de agua y hecha con los mismos materiales usados en la construcción de la fosa séptica. Cuando menos dos salidas, colocadas a un mismo nivel, deberán ir de la caja al campo de desecho, estando la entrada que viene de la fosa séptica a nivel más alto. La tubería que conecta la caja de distribución con la fosa séptica deberá tener uniones herméticas.

CAMBIO DE DIRECCION.

Todos los cambios de dirección de un desagüe deberán hacerse con conexiones de radio largo. Las conexiones de radio largo disminuyen las probabilidades de obstrucción que se presentan con frecuencia en los desagües horizontales. Las ramificaciones deberán conectarse formando ángulos rectos con la línea principal,

y las conexiones de los aparatos deberán formar ángulos rectos con las ramificaciones. La figura 4D indica el método adecuado para hacer un cambio de dirección.

FIGURA 4D:



REGISTROS PARA LIMPIEZA.

La tubería para desagüe deberá estar equipada con un número adecuado de registros para limpieza, de tal manera que se pueda limpiar toda la tubería cuando haya obstrucciones, sin necesidad de romper el piso del sótano.

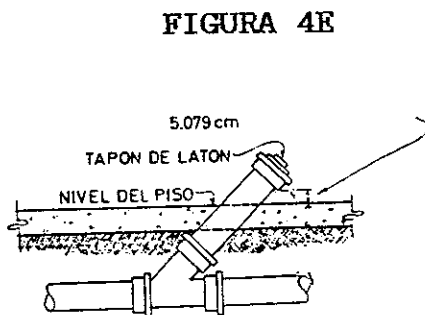
El plomero deberá tener buen criterio en la colocación de estos registros.

Se deberá instalar un registro para limpieza inmediatamente detrás de la pared de cimentación del edificio.

Los registros deberán colocarse cada 23 metros, así como en la base de todos los tubos verticales de evacuación. Cualquier ramal de desagüe que desemboque al desagüe de un aparato o de un desagüe de piso, deberá también tener registro de limpieza.

El registro de limpieza deberá ser de tubo de fundición de 4 pulgadas, que debe sobresalir del piso del sótano unos 5 centímetros cuando menos y será insertada en un ramal en Y, de 45 grados, en dirección del flujo de desagüe. Estará equipado con una tapa de latón roscada, provista de cabeza de manera que pueda quitarse fácilmente con una llave de tuercas. Un registro que sobresale del nivel del piso no puede usarse como desagüe de piso.

La figura 4E muestra una instalación práctica de registro para limpieza.



VENTILACION.

Las tuberías de aguas de desecho se ventilan al exterior para equilibrar la presión de aire en los diversos ramales y disipar cualquier gas presente. La presencia de aire evita la presurización retrógrada y protege los sifones inodoros contra el efecto de sifonaje.

La ventila o respiradero principal es la arteria más importante del sistema de ventilación.

Suministra aire a los ramales de ventilación, que, a su vez, lo llevan a los respiraderos y tuberías de aguas negras individuales.

Todo edificio debe tener por lo menos un ducto vertical de ventilación principal, que debe extenderse, sin variación en su diámetro y tan directamente como sea posible, desde 15 cm por arriba del techo hasta el drenaje del edificio. Este tubo debe permitir una circulación completa del aire por el sistema de eliminación de aguas negras. De forma opcional al paso directo a través del techo, el ducto vertical de ventilación se puede conectar a un montaje de ventilación, siempre y cuando tal conexión se sitúe al menos 15 cm. por arriba del nivel de rebosamiento

del equipo sanitario.

Un montaje de ventilación es la extensión de una tubería de eliminación por arriba del drenaje horizontal más alto conectado con dicho tubo.

Por lo general, suele instalarse sin respiraderos individuales un grupo de equipos sanitarios, que consta de un baño y un fregadero de cocina, o una combinación de equipos sanitarios, en edificios de una sola planta o en el piso superior de una construcción. Lo anterior será posible sólo si el drenaje de cada uno de estos equipos está conectado de manera independiente al tubo de evacuación y los drenajes de retrete y la tina entran en dicho tubo a la misma altura. En tal caso, todos los equipos se ventilan por medio de la extensión del tubo de evacuación, o sea el montaje de ventilación.

Un respiradero individual o retrógrado es un tubo instalado para ventilar el sifón inodoro de un equipo sanitario; está conectado con el sistema de ventilación por arriba de dicho equipo, o termina en el exterior. A fin de garantizar que la ventilación proteja adecuadamente el sifón, los reglamentos de construcción limitan la distancia, en sentido descendente, a que puede colocarse el

orificio de tal ventilación respecto de aquél. La distancia suele variar de 75 cm. para drenajes de 1 1/4 pulgadas, hasta 3 metros para drenajes de 4 pulgadas, pero no es menor que el doble del diámetro de la tubería. El orificio de ventilación debe situarse por arriba del fondo del tramo de descarga del sifón.

A fin de reducir la cantidad de tubería requerida, es posible colocar dos equipos sanitarios " **espalda con espalda** " en los lados opuestos de un muro, y hacer que reciban aire mediante un solo respiradero (respiradero común). Sin embargo, en este caso, tales equipos descargan sus aguas por separado en una conexión doble con orificio de entrada a la misma altura.

Un ramal de ventilación es la tubería usada para conectar uno o más respiraderos individuales con un ducto vertical de ventilación. El respiradero húmedo es un tubo que desempeña a la vez funciones de ventilación y drenaje de desechos que no sean de los retretes. Este tipo de respiradero reduce la cantidad de tubería; por ejemplo, un grupo de equipos sanitarios de un baño puede ventilarse por medio del drenaje de un lavamanos, lavatrastos de cocina o equipo combinado, si este posee un respiradero individual (fig.4F)

Una batería de equipos sanitarios es un grupo de equipos similares que descargan en un solo ramal horizontal de drenaje. Debe ventilarse por medio de un respiradero de circuito. (Los reglamentos de construcción generalmente limitan el número de equipos que pueden incluirse en tal batería). Un respiradero de circuito es un respiradero de ramal para dos o más sifones inodoros y que se extiende desde el tubo de ventilación hasta una conexión con el ramal horizontal de desecho, un poco más abajo, en sentido de la corriente, de la conexión más lejana y elevado de dicho ramal (figura 2G).

Fig 4F

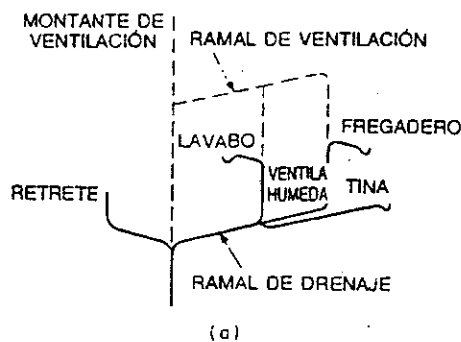
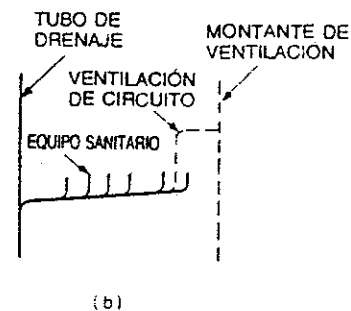


Fig 4G



Los tubos de drenaje con más de diez intervalos de ramificación deben tener una ventilación de desahogo cada décimo intervalo, empezando por el piso superior. Un intervalo de ramal es un tramo de tubo de drenaje de por lo menos 2.4 metros de altura, situado entre conexiones de

ramales horizontales. Un respiradero de desahogo permite la circulación de aire entre los sistemas de ventilación y drenaje. El extremo inferior de tal respiradero debe conectarse con el tubo de evacuación de aguas negras, por medio de una unión en Y debajo del ramal horizontal que drena el piso donde se requiere tal ventilación. El extremo superior del respiradero de desahogo debe estar conectado con el tubo de ventilación por medio de una unión en Y, al menos 90 cm. por arriba de dicho piso. Esta disposición de los respiraderos permite equilibrar las presiones, que cambian continuamente en un sistema de fontanería.

SIFON DE SERVICIO.

Este es un dispositivo colocado en el desagüe domiciliario inmediatamente dentro del muro de cimentación del edificio, (figura 4H).

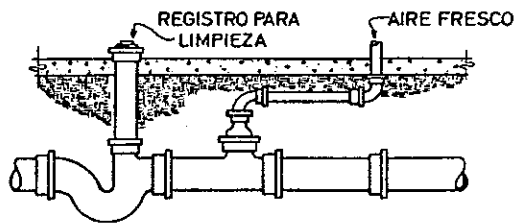
Sirve como barrera y evita que los gases que hay en las alcantarillas públicas circulen por el sistema sanitario de la casa.

Durante muchos años, las autoridades sanitarias

han discutido la conveniencia de estos sifones. Para unas, su utilidad es insignificante, y otras dicen que su instalación es necesaria para protección de la vida. No obstante, hay un punto que debe aceptarse como cosa segura y que es un factor que está a favor de la instalación de dicho sifón: las alcantarillas públicas están llenas de diferentes gases. Como regla general, las autoridades sanitarias pugnan por la eliminación del sifón de servicio, puesto que su uso disminuye la capacidad de descarga del drenaje.

Debido al rápido crecimiento de las ciudades, muchos alcantarillados están al límite de su capacidad. La eliminación del sifón disminuye la agudización de este problema.

FIGURA 4H:



VALVULAS DE CONTRAFLUJO.

Las válvulas de contraflujo son accesorios usados

en los sistemas de drenaje, con objeto de evitar que se invierta la corriente. Se construyen en dos formas, y en la industria de la plomería se clasifican en equilibradas y desequilibradas.

Las válvulas de contraflujo se usan mucho en los desagües domiciliarios o en las ramificaciones de estos, que cuando se someten a un contraflujo pueden inundar y causar daños en el edificio.

VALVULA EQUILIBRADA.

Esta válvula es indudablemente la más conveniente. Está construida de tal manera que no entorpece el flujo del aire en el sistema de drenaje. El cuerpo de válvula es de fundición y tiene una tapa desmontable que cierra herméticamente al aire. El cuerpo de válvula tiene un extremo de campana y otro de espiga, de manera que pueda adaptarse al sistema de desagüe.

El mecanismo interior consiste en un asiento de bronce al cual se adapta una compuerta equilibrada con un contrapeso de fundición.

VALVULA DESEQUILIBRADA.

El aspecto exterior de la válvula desequilibrada de contraflujo es muy parecido al de la válvula anterior.

Su cuerpo es de fundición y tiene adaptada una cubierta desmontable a prueba de fugas de aire. Su mecanismo interior consta de un asiento anticorrosivo y una compuerta de charnela. Este tipo de válvula permanece cerrada hasta que la corriente golpea la compuerta. La velocidad de la corriente se ve afectada por esta acción, y lo mismo sucede con el movimiento del aire del sistema de drenaje. Debido a que la circulación de aire es esencial en un sistema de drenaje, este tipo de válvula no debe usarse a menos que se instale un tubo de ventilación.

DESAGÜE DE UN AREA EXTERIOR.

Un área exterior es, por ejemplo, un espacio construido alrededor de la ventana de un sótano con el objeto que entre luz. Puesto que el área está abajo del nivel del terreno, puede inundarse en caso de lluvia fuerte. Si el agua alcanza altura suficiente y rompe la ventana, se inundará el sótano. Esto se evita dotando el

área con un desagüe.

DESAGUES DE PISO.

El desagüe de piso es un receptáculo usado para recibir el agua de los pisos que ha de desaguarse en el sistema de plomería. Se cataloga como aparato sanitario y su diseño y localización deben ser apropiados para los desperdicios que va a recibir.

Como regla general, los constructores de edificios no consideran de gran utilidad la localización de un desagüe de piso en un sótano. La residencia ordinaria está dotada de dos desagües de piso, uno localizado cerca del equipo de calefacción y otro cerca de los lavaderos.

En algunos casos, se requiere que un desagüe de piso sirva a todo el sótano. El resultado normal de este falso ahorro es un piso húmedo.

DEPOSITO RECOLECTOR DE PATIO.

Este depósito se usa para recibir toda el agua de

la superficie que drena de los patios con piso de cemento, de las vías de acceso para autos y de los corredores.

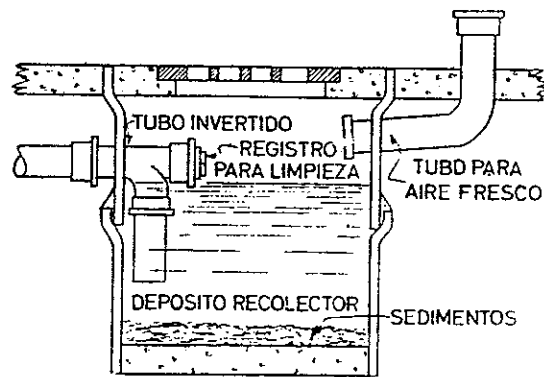
CAJA RECOLECTORA DEL GARAJE.

La caja recolectora del garaje (figura 4I) es un dispositivo que se emplea para enviar los desperdicios de los equipos de lavado de carros y talleres, de las fosas para engrasado de carros y de los pisos donde se hacen reparaciones, al desagüe domiciliario o de la casa. Estos desperdicios contienen muchos elementos perjudiciales, como grasa, aceite, arenilla y gasolina, los cuales no son buenos a la instalación sanitaria, así como para el sistema recolector municipal.

El aceite, la grasa y los sedimentos tienden a causar obstrucciones y afectan a la operación de la planta recolectora de aguas negras. Grandes cantidades de aceite y grasa se adhieren a los aparatos mecánicos que se usan en el tratamiento de aguas negras, materiales que pueden reducir la actividad bacteriana necesaria para el procedimiento. La gasolina que descarga a la alcantarilla pública se volatiliza y puede causar serias explosiones.

La función de las cajas recolectoras de los garajes es retener estos materiales nocivos y descargar al desagüe únicamente el agua.

FIGURA 41:



RECOLECTOR DEL TUBO DE AVENAMIENTO.

Uno de los factores que contribuyen a la comodidad de una casa o de un edificio de apartamentos es un sótano seco. Para obtener esto, debe evitarse que el agua de la superficie y la del subsuelo se cuele por las paredes o el piso del sótano. Con este fin, un tubo de avenamiento que esté debidamente conectado al desagüe deberá colocarse alrededor de los cimientos exteriores e interiores del edificio.

CAJAS RECOLECTORAS DE GRASA.

Un gran porcentaje de las obstrucciones de los sistemas de plomería lo causa la grasa contenida en la descarga de los desperdicios. Para evitar este problema se usa una caja conocida como trampa de grasa, que se instala en las líneas de descarga de cocinas de hoteles, cocinas, comedores, etc. En los mataderos, plantas empacadoras de carnes y fábricas de embutidos se usan tipos especiales de colectores de grasa.

La eficiencia de una trampa de grasa depende de la atención que reciba. Para que la planta trabaje a satisfacción es preciso limpiarla diariamente. Esto es necesario para pequeñas trampas prefabricadas que, como regla general, no tienen el espacio suficiente para el almacenamiento de grasa. La eliminación de esta grasa es una tarea muy desagradable, y en la mayoría de los casos se hace únicamente cuando la trampa deja de funcionar.

Con toda seguridad, el porcentaje de grasa separada es muy bajo, ya que la trampa va dejando lentamente de operar, permitiendo que pase más grasa por ella y llegue al tubo de descarga de cada aparato del servicio.

La trampa de grasa tiene que instalarse lo más cerca posible del aparato. Varios aparatos pueden descargar dentro de una misma trampa, siempre que tenga la capacidad suficiente y no sea muy largo el tubo de descarga. Es necesario instalar registros para limpieza a intervalos frecuentes y evitar la obstrucción de la tubería de desperdicio.

TRAMPAS CON ENTRADA DE CIERRE HIDRAULICO.

La razón principal de usar trampas de grasa o interceptores es evitar que la grasa descargada a las tuberías de desperdicio obstruya el sistema de drenaje.

Las dimensiones y el diseño de los interceptores deberán ser tales, que intercepten y retengan la grasa a flujo máximo de descarga de los aparatos. Los interceptores de las figuras 4J y 4K evitan que la grasa escape al drenaje por el tubo de aire. También evitan que se forme sifón en el contenido de la trampa, aunque se obstruya el tubo de ventilación de la tubería de desperdicios. Si se descuidan las trampas, la grasa se va acumulando gradualmente hasta que obstruye los conductos,

haciendo difícil su limpieza. La acción combinada de bolsa de aire y de un alivio interno de aire, mantiene dentro de la trampa una cantidad determinada de aire, y el efecto de amortiguador que tiene éste mantiene un nivel de agua constante. El cierre hidráulico de la admisión elimina los malos olores en el lavatrastos.

La placa deflectora de la entrada evita que el agua de desperdicio entre directamente al compartimiento de grasa.

FIGURA 4J

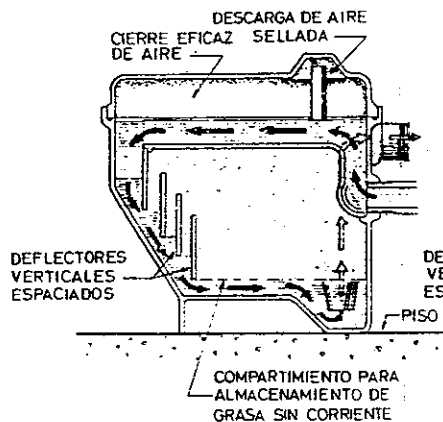
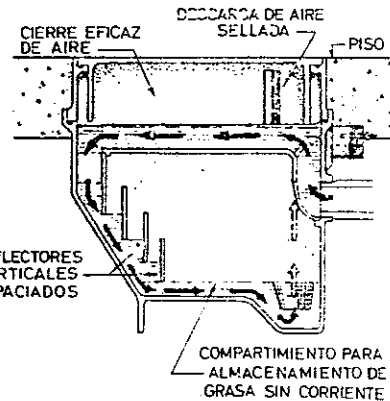


FIGURA 4K



C.- MATERIALES DE DRENAJE:

El plomero cuenta con gran variedad de materiales para construir un sistema de drenaje. El sistema de desagüe consta de tubos y accesorios montados, de modo que funcionen las descargas y la ventilación de todos los sifones. Sería imposible que el sistema funcionara sin la aplicación de principios científicos derivados de leyes físicas.

El tipo de tubería usado generalmente en alcantarillas y desagües, el cual es la parte del sistema que va enterrado, está limitado a dos materiales: tubo de arcilla vitrificada y tubo de evacuación de fundición.

Cualquiera de estos dos materiales es aceptable. No obstante, su instalación depende de las especificaciones locales y estatales.

Los materiales usados más comúnmente para hacer las instalaciones para manejo de desperdicio, suciedad y ventilación de las mismas y que constituyen la parte del sistema instalado por encima del suelo, son: fundición, acero y hierro galvanizado, cobre, latón o fundición resistente a los ácidos.

Las especificaciones del arquitecto determinan el uso de cualquiera de estos materiales.

Los factores que deben tomarse en consideración al escoger los materiales para hacer las instalaciones de drenaje, son: el tamaño y la altura del edificio, el fin a que se destinará el drenaje, la clase de materiales en solución y suspensión que van con los desperdicios, etc.

TUBO DE ARCILLA VITRIFICADA.

Los tubos y las conexiones de arcilla vitrificada se usan generalmente para las alcantarillas públicas subterráneas, albañales domiciliarios y desagües.

Comúnmente se usan para hacer instalaciones de drenajes pluviales y sanitarios.

TUBOS DE FUNDICION.

Durante muchos años se ha utilizado la tubería de fundición para las instalaciones de los drenajes. Este

material se adapta muy bien a esas instalaciones de desagües domiciliarios, así como a tuberías de desperdicios, suciedad y tubos de ventilación en edificios de muy diferentes tipos. No obstante, los tubos de fundición sólo deberán usarse en instalaciones de edificios de menos de veinticinco pisos y tenerse mucho cuidado para decidir su uso en edificios sometidos a vibraciones constantes.

La vibración afecta a las conexiones de plomo que unen los tramos de tubería, dando lugar a que se aflojen. También se dice de hierro vaciado.

El tubo de hierro vaciado se hace en tramos de 1.52 metros; los tramos se vacían en dos formas: con campana sencilla o doble y de especificación común o extrapesada.

El tubo de una sola campana (enchufe) lleva una campana en un extremo y una espiga (cordón) en el otro. Como regla general se usa en longitudes completas en las instalaciones. El de doble campana tiene una campana en cada uno de sus extremos, de tal manera que puede cortarse en dos partes cuando se necesite un tramo corto.

El tubo de hierro vaciado puede obtenerse con o sin alquitramiento. El primero es más resistente a los ácidos, pero el revestimiento puede cubrir roturas y defectos del tubo. Los reglamentos y las prácticas locales varían de acuerdo con el tipo usado.

TUBO DE ACERO GALVANIZADO.

Algunas veces, el tubo de hierro galvanizado se usa como desagüe de pequeños aparatos de las instalaciones sanitarias, pero su uso principal es para ventilación.

El tubo de acero galvanizado se hace de acero dulce que pasa por un dado y luego se suelda. Para galvanizarlo, se sumerge en un baño de cinc; este tratamiento sirve para dar al tubo cierta protección contra los ácidos. Los ácidos que perjudican a la fundición destruyen también el acero galvanizado. En particular, sucede esto si el tubo de acero no está perfectamente galvanizado.

TUBO DE HIERRO GALVANIZADO.

El tubo de hierro forjado galvanizado se adapta mejor

a instalaciones sanitarias que el acero. Es de hierro dulce sumergido en cinc fundido y puede identificarse por su color grisáceo opaco. Las pruebas han indicado que este tipo de tubo resiste a los desperdicios ácidos mejor que el acero, lo cual es un factor muy importante que hay que tener en consideración al especificar los materiales para las instalaciones de cañería.

TUBO DE LATON.

Se usa mucho para las instalaciones sanitarias de los edificios contruidos bajo especificaciones federales. Para este objeto, es un material excelente debido a su interior liso y a su resistencia contra los ácidos. El tubo de latón es una aleación de cinc y cobre con un contenido de este último de 85%.

TUBO DE PLOMO.

Probablemente el plomo es el material más antiguo que se ha usado en las instalaciones de tubería sanitaria y para los tubos de ventilación. Los arqueólogos han encontrado en sus excavaciones en las ruinas romanas,

griegas y egipcias de hace miles de años, restos de instalaciones de tubería de plomo. El plomo no debe usarse en instalaciones de suministro de agua, ya que puede corroerse y producir sustancias venenosas.

TUBO DE COBRE.

El tubo y conexiones de cobre pueden usarse en instalaciones de plomería para agua, desperdicios o ventilación. Debido a su elevado costo, no se usa mucho para desperdicios o ventilación. El amoníaco contenido en los desperdicios de los sistemas de plomería tiende a disolver el óxido de cobre, que es una película protectora que se deposita en la tubería, dejando al tubo expuesto a la acción de los ácidos contenidos en los desperdicios descargados.

TUBO DE P.V.C.

En la actualidad se fabrican tubos de P.V.C. de grandes diámetros para drenajes o tubos de ventilación. Esta es una opción de fácil instalación y de grandes ventajas en durabilidad.

En las uniones de diámetros superiores a 600 mm. en los que se puede acceder al interior del tubo, se realiza para mayor seguridad un sellado interior del fitting. Para diámetros de 300, 400 y 600 mm. se dispone de una brida con junta tórica de goma y sus correspondientes tornillos.

La incorporación de caudales, por acometidas de menor diámetro a la conducción principal, se resuelve por la correspondiente "T". La ejecución no consiste más que en abrir al agujero exacto en el tubo de mayor diámetro donde se vaya a producir el entronque y pegar los dos tubos.

Además de la sencillez de esta operación cabe señalar la ventaja que supone realizar la "T" donde incida la conducción de menor diámetro, sin necesidad de variar previamente el trazado de ésta para que se vaya a entroncar al punto exacto que pudiera fijar la existencia de una pieza especial.



V. INSTALACIONES ELECTRICAS

A.- ACOMETIDA:

Antes de entrar en el tema de la acometida de energía eléctrica, definiré lo que es una instalación eléctrica.

Se entiende así al suministro, almacenaje, colocación, pruebas y construcción de todos los elementos necesarios, como: acometida, conexión, poste de acometida, tableros, luminarias, conductos, conductores y accesorios, para proporcionar un flujo continuo de energía eléctrica a todos los puntos de consumo. Todo lo anterior se deberá instalar cuando, en la comunidad, exista el abastecimiento de corriente eléctrica.

Las instalaciones eléctricas de un edificio pueden estar calculadas para diversos tipos de cargas: iluminación, motores, comunicación, equipos eléctricos, etc. Estas cargas pueden variar en voltaje y tiempos de servicio, por ejemplo, iluminación continua y motores de elevadores. Los motores requieren elevadas corrientes instantáneas de arranque, las cuales pueden ser dos o cuatro veces mayores que la corriente necesaria para su

funcionamiento después de arrancar.

Es poco probable que todas las cargas intermitentes ocurran al mismo tiempo. Para calcular la carga máxima probable se aplica un factor de demanda a las cargas. El factor de demanda es la razón entre la máxima demanda probable de potencia y la carga conectada total, este valor es llamado **FACTOR DE SIMULTANEIDAD**. Este factor es, generalmente, inferior a la unidad; por ejemplo el número de lámparas simultáneamente encendidas en un edificio es siempre inferior al número total de lámparas instaladas.

Suele estar establecido por los reglamentos de construcción, o bien se puede obtener del " **National Electrical Code** de la **National Fire Protection Association**".

Los códigos de construcción especifican la cantidad de watts mínimo (y a menudo el máximo) por unidad de área de piso de planta que se utilizará en un proyecto, según los diversos usos del inmueble. El ingeniero eléctrico puede rebasar la cantidad mínima de watts, si el proyecto lo requiere. Por ejemplo, la iluminación se puede diseñar para brindar una alta intensidad de luz, lo que necesitará

un mayor número de watts por unidad de área del mínimo que requiere el reglamento.

A continuación enumeraré los factores de simultaneidad utilizados en ciertos tipos de instalaciones:

Locales destinados a viviendas, comercial al por mayor, almacenes y similares. Factor de simultaneidad = 0.5.

Locales destinados a despachos, bancos, hoteles, hospitales y similares. Factor de simultaneidad = 0.75.

Locales destinados a teatros, cines, cafés, pequeños comercios y similares. Factor de simultaneidad = 1.

En edificios habitacionales, de oficinas y comerciales, las cargas de potencia principales son los elevadores y el equipo de aire acondicionado. Sin embargo, ciertas computadoras y equipos de comunicación también requieren considerable potencia.

Vamos a dar unas normas de cálculo previo, basadas en la experiencia, que pueden aplicarse a viviendas, locales para oficinas, etc. Para ello tendremos en cuenta estos dos factores:

A) Superficie del edificio

B) Factor de simultaneidad

Los datos que damos a continuación se refieren a la superficie habitable de un edificio para poblaciones de mediana importancia; estos datos deben aumentarse, por lo menos en un 30% cuando se trate de grandes ciudades.

Además, se tendrá en cuenta en todos los casos, la superficie total del edificio, comprendidos patios y huecos de escalera.

Si no se tienen otros datos, la potencia eléctrica que se ha de prever en un edificio en construcción es la siguiente:

Viviendas o locales con superficie mayor de 200 m², deben preverse 30 W por m².

Viviendas o locales con superficie comprendida entre 200 y 100 m², deben preverse 20 W por m².

Viviendas o locales con superficie menor de 100 m², deben preverse 10 W por m².

Los grandes edificios, las unidades de apartamentos

o condominios, las fábricas y otras construcciones comerciales pueden tener una planta de energía propia; sin embargo, la mayor parte de las edificaciones reciben energía eléctrica desde los conductores o transformadores del suministro público.

ACOMETIDA ELECTRICA.

Es el conjunto de conductores y componentes utilizados para transportar la energía eléctrica, desde las líneas de distribución, a la instalación eléctrica del inmueble servido.

La instalación de la acometida consta básicamente de:

- Cables de acometida
- Medio de desconexión
- Contador

El cable de acometida lo proporciona el INDE o la Empresa Eléctrica local, al efectuar los pagos de conexión.

Los conductores de suministro (acometida eléctrica) pueden ser subterráneos o elevados, si se toman de un poste

del sistema de servicio. Si la edificación está situada a gran distancia de los postes de la calle, se pueden instalar más postes en la propiedad del cliente, o bien los conductores de acometida se colocan dentro de una tubería subterránea que se extiende hasta el edificio desde el poste de la calle. En el poste, el tubo de acometida debe ascender por lo menos 3 metros para recibir los conductores de suministro.

En el extremo del edificio, los conductores de suministro llegan a una caja metálica de acometida, montada en la pared del edificio, y después se llevan a un interruptor o cortacircuitos principal. Se pueden conseguir interruptores hasta de 6000 A en el mercado. Si la carga de servicio es mayor, se pueden instalar dos o más interruptores de suministro principales (no más de seis), llamados pastillas, en cada edificio.

En edificios tan grandes donde no alcancen seis pastillas, la compañía eléctrica instalará otras acometidas con seis pastillas cada una.

Cada interruptor principal o de suministro alimenta un centro de distribución o carga, o grupos de estos, llamados comúnmente tableros. La conexión entre el

interruptor y el centro de distribución se denomina alimentación. Estos tableros de distribución constan de varios cortacircuitos o interruptores de fusibles. Cada uno de estos cortacircuitos o interruptores alimenta un circuito de carga, sea un motor u otro tablero o grupo de tableros remotos. Los tableros, a su vez, alimentan circuitos de distribución conectados a la iluminación, los tomacorrientes de pared u otros dispositivos eléctricos.

CONEXION ELECTRICA.

Se entiende como conexión, al empalme del cable de acometida con las líneas de distribución generales.

La conexión del cable de acometida la efectúa, única y exclusivamente el personal del INDE o de la Empresa Eléctrica local.

Para dejar conectado el servicio, el contratista debe hacer todas las gestiones y pagos necesarios ante el INDE o la Empresa Eléctrica del lugar, al inicio de la obra, para que se garantice dicho servicio.

Son requisitos del INDE, para conectar el servicio,

los siguientes:

1. Recoger en las oficinas del INDE y llenar el formulario de " Solicitud de servicio eléctrico " forma No. 910.01 y presentarlo a la mayor brevedad posible.
2. Cancelar cuota de estudio. Si el poste de acometida se encuentra a una distancia menor a los 40 metros del poste distribuidor, no se paga cuota de estudio.
3. El INDE no provee al contador, por lo que el contratista deberá comprarlo y llevarlo a las oficinas del INDE para que sea calibrado.
4. Para hacer la conexión provisional, el contratista debe solicitarla a la agencia comercial del lugar. En esta conexión no se instalará contador, según el INDE.

1.- MEDIDORES:

El contador eléctrico es un aparato de medida que se utiliza para medir la energía eléctrica consumida por un usuario.

Los contadores se montan sobre tableros de madera, material plástico o metálico; en este último caso, los tableros deben conectarse a tierra. Sobre el tablero del contador no deben instalarse interruptores, fusibles, etc., para poder efectuar su reparación y repuesto sin afectar el tablero, y recíprocamente. También se recomienda instalar cada contador en su tablero correspondiente, es decir no utilizar el mismo tablero para montar más de un contador.

El tablero para contador se instalará en sitio cubierto, seco y limpio, lo más cerca posible a la entrada de la vivienda, tienda, fábrica, etc., evitando montarlos en sitios de difícil acceso para no dificultar con ello la instalación, lectura y revisión del contador a los empleados de la compañía suministradora.

Los conductores de entrada y de salida del contador irán debidamente aislados bajo tubo aislante. Siempre que sea

posible, los conductores de salida a la derecha, suponiéndonos situados frente al contador.

El consumo de energía eléctrica se mide con wathhorímetros. En ocasiones, las compañías de servicio cobran una cantidad extra, por demanda, con base en el máximo consumo de energía en un lapso determinado, por lo general de 15 a 30 minutos.

En casas de habitación suelen usarse medidores de tres cables de 240/120 V o, en algunos países, de 208 V o 230/240 V.

Por lo general, el suministro de 208 V se toma de una línea pública o poste trifásicos con cuatro cables. Por tanto, el voltaje está defasado 120 grados respecto de la corriente. Hay una diferencia de 120 V entre el tercer cable o polo neutro, y cada línea viva, o fase.

Para circuitos monofásicos con tres líneas de 120 V, la potencia total en watts se calcula a partir de :

$$P = 3 EI \cos 0 \quad (7)$$

donde E = voltaje ente líneas vivas y polo neutro

I = corriente, A

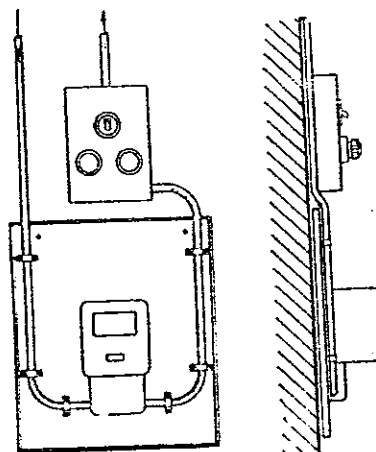
$\text{Cos } \theta$ = factor de potencia.

La compañía eléctrica pública proporciona e instala los medidores. El cliente aporta las cubiertas para los medidores y los transformadores de corriente, según lo requiera aquella.

Todo el consumo de un edificio se puede medir con un medidor, que suele llamarse medidor maestro. Los edificios de apartamentos pueden tener un medidor maestro, que corresponde al propietario y medidores individuales para cada apartamento.

En la figura 5A está representado un ejemplo muy sencillo de instalación de contador monofásico, con los tubos aislantes montados sobre el tablero de contador; a la salida del contador se instala un pequeño cuadro con un interruptor tipo Tumbler y dos fusibles calibrados de cartucho.

FIGURA 5A



2.- INTERRUPTORES:

Son dispositivos de desconexión que interrumpen el paso de la corriente eléctrica.

Los interruptores basculantes o de botón (fig. 5B) se utilizan para corrientes pequeñas, como los circuitos de iluminación.

Estos emplean contactos de presión entre terminales de cobre. Los interruptores de cuchillas (fig 5C) se utilizan para cargas mayores. Un interruptor de cuchillas monofásico emplea una solera de cobre embisagrada a una terminal de carga. Para cerrar el circuito, la solera se inserta entre dos placas de cobre fijas conectadas a la otra terminal.

El polo de tierra suele ser continuo y no se interrumpe por razones de seguridad. Para circuitos multifásicos se utiliza una solera embisagrada por cada fase; por tanto, el interruptor puede tener dos polos (fig 5D) o tres (fig 5E), según sea el caso.

Fig. 5B

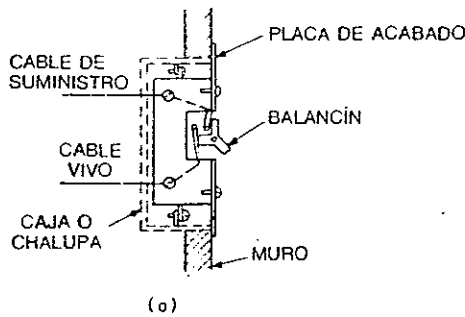
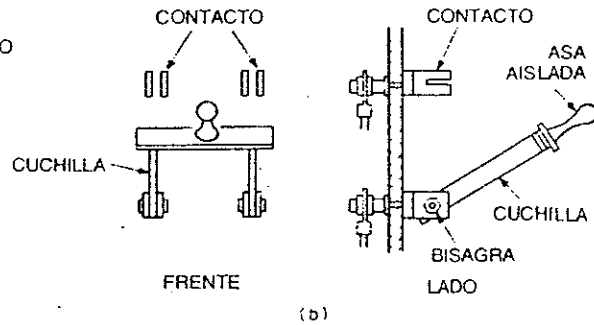


Fig.5C



El interruptor puede ser unidireccional (fig 5C), como ya se ha descrito, o bidireccional (fig 5F). Un interruptor bidireccional permite conectar (siempre con la cuchilla móvil) una de las dos fuentes de energía, cada una conectada a las placas fijas opuestas.

Fig.5D

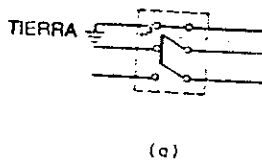


Fig.5E

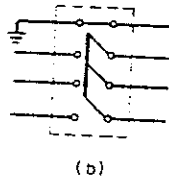
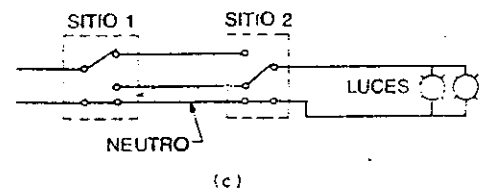


Fig.5F



Cuando las cuchillas de un interruptor están en perfecto estado, el efecto de calentamiento en la superficie de contacto es mínimo. No obstante, al abrir y

cerrar el interruptor se forma un arco electrotérmico que flamea el cobre. Esto puede generar desigualdades en la superficie de contacto, lo que tiene por resultado la formación continua de pequeños arcos voltaicos entre los puntos separados, que, a su vez, debilita poco a poco el interruptor de contacto que falla finalmente.

Los interruptores se clasifican cuidadosamente en cuanto a carga y uso. Por ejemplo, el interruptor de un circuito de motor, que transporta una corriente de arranque elevada, se clasifica por el máximo caballaje que permite conectar.

Se dispone de muchos tipos de interruptores para acometidas que cumplen los requisitos de las compañías de suministro público. Estos se clasifican como interruptores ordinarios de fusibles, interruptores de seguridad de accionamiento externo, interruptores fijos de contacto por presión o cortacircuitos.

No se debe utilizar un interruptor aislante para interrumpir el paso de la corriente. Esto sólo se deberá abrir después que el circuito haya quedado interrumpido por otro interruptor de uso general. Como los interruptores aislantes son muy delicados, un arco puede

producir altas temperaturas y quemar al operador.

Para controlar grandes cargas separadas, las placas de cobre que reciben las líneas vivas de los diversos interruptores se colocan dentro de cajas de acero, y las cuchillas movibles se accionan con palancas aisladas que están en la parte frontal o a un lado del tablero.

Este equipo se denomina tablero interruptor de frente cubierto.

A continuación se enumera la forma en que serán presentados los diferentes tipos de interruptores en la tabla 10.

Interruptores unipolares. Designados por: Interruptor 1
Interruptores bipolares. Designados por: Interruptor 2
Interruptores tripolares. Designados por: Interruptor 3
Interruptores de grupo. Designados por: Interruptor 4
Interruptores de serie. Designados por: Interruptor 5
Conmutadores en serie. Designados por: Interruptor 6
Conmutadores de cruce. Designados por: Interruptor 7

TABLA # 10

Designación		Esquema interior	Esquema de conexionado	Símbolo	Representación en esquema unipolar
Interrup-tor unipolar	In-terrup-tor 1				
Interrup-tor bipolar	In-terrup-tor 2				
Interrup-tor tripolar	In-terrup-tor 3				

B. Conmutadores (rotativos)

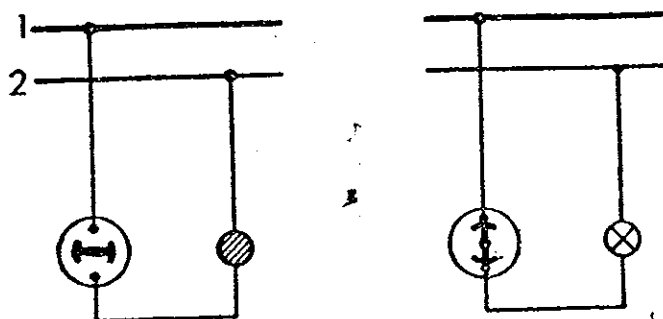
Interrup-tor de grupo	In-terrup-tor 4				
Interrup-tor serie	In-terrup-tor 5				
Con-mutador	In-terrup-tor 6				
Con-mutador para conexión cruzada	In-terrup-tor 7				
Interrup-tor unipolar	In-terrup-tor 1				
Interrup-tor bipolar	In-terrup-tor 2				

B. Conmutadores (tipo Tumbler)

Interrup-tor serie	In-terrup-tor 3				
Con-mutador	In-terrup-tor 4				
Con-mutador para conexión cruzada	In-terrup-tor 5				

Los interruptores unipolares son los más conocidos de todos los interruptores. Se utilizan para corriente continua y alterna pero siempre en instalaciones con neutro; el conductor activo (polo para corriente continua o fase para corriente alterna) queda conectado a uno de los bornes de la lámpara o grupo de lámparas. En la figura 5G se ha representado un ejemplo de aplicación de un interruptor unipolar. La razón de emplear interruptores unipolares es que el neutro no debe llevar fusibles ni interruptores; por lo tanto, no queda más solución que cortar la corriente eléctrica desconectando solamente el conductor activo, lo que requiere un interruptor unipolar.

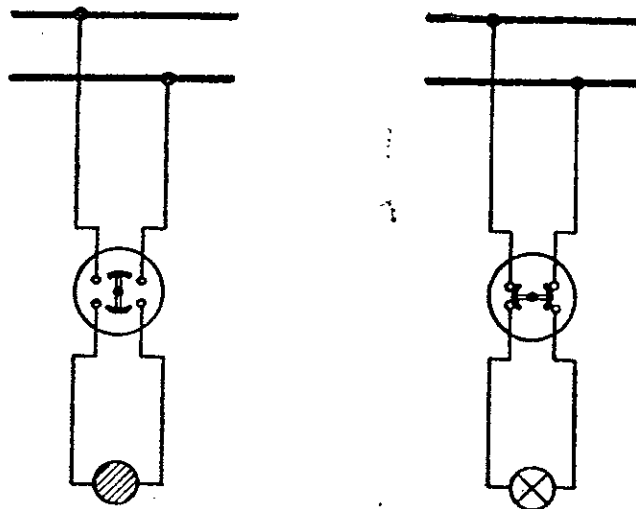
Fig. 5G



Los interruptores bipolares se utilizan en instalaciones de alumbrado para corriente continua o para corriente alterna, siempre que las lámparas estén conectadas entre conductores activos. En la figura 5H está

representado un ejemplo sencillo de aplicación, con un interruptor y una lámpara.

Fig. 5H

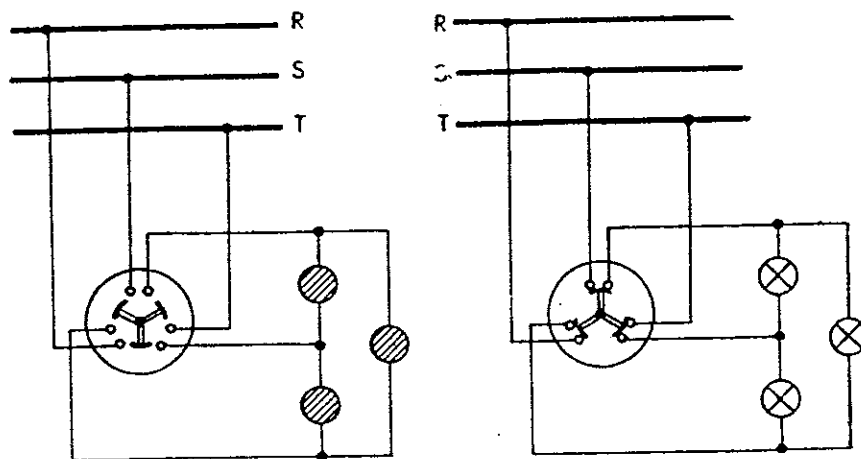


En el caso de los interruptores tripolares, estos se utilizan en instalaciones de alumbrado de cierta importancia, y siempre que se disponga de una red trifásica es conveniente que la alimentación de las lámparas se realice desde las tres fases, procurando siempre equilibrar las cargas, es decir alimentar el mismo número de lámparas desde cada fase.

En estos casos y si se quiere conectar o desconectar a la vez todas las lámparas, se utilizan interruptores tripolares. En la figura 5I se muestra un esquema de conexiones para un interruptor tripolar y para

tres lámparas, alimentadas cada una de ellas de una fase diferente; claro que se pueden sustituir las tres lámparas por tres grupos de lámparas.

Fig. 5I

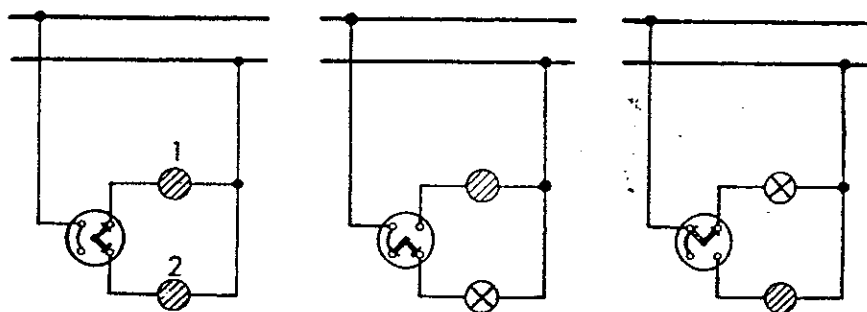


Los interruptores de grupo se utilizan cuando se quieren encender indistintamente una u otra de dos lámparas o grupos de lámparas, pero no las dos lámparas a la vez.

Si empleamos un interruptor giratorio (fig,5J), tendremos tres posiciones: en la posición a, ambas lámparas están apagadas; si se gira el interruptor hacia la derecha (posición b), se enciende la lámpara 2 y permanece apagada la 1; si, por el contrario, y a partir de la posición a, giramos el interruptor hacia la izquierda, entonces permanece apagada la lámpara 2, pero se enciende la lámpara 1. Este tipo de interruptor se utiliza para salones o

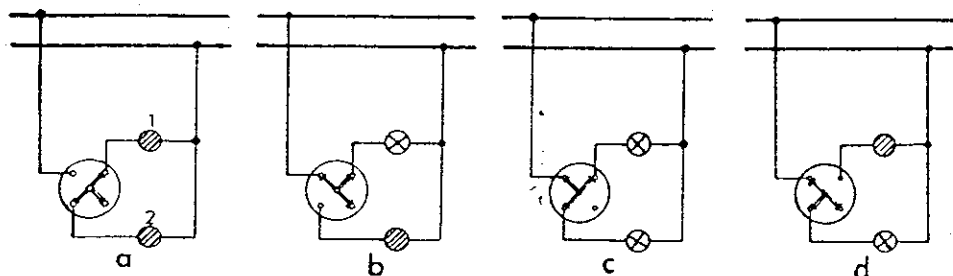
comedores.

Fig. 5J



Los interruptores en serie son parecidos a los anteriores. Pero se utilizan cuando se quieren encender indistintamente una, otra o las dos lámparas (o grupos de lámparas). En la figura 5K se muestra este tipo de interruptor: se puede apreciar que tiene tres posiciones de conexión y una posición de desconexión. Tal como se indica en la figura y siguiendo el giro del interruptor hacia la izquierda, estas posiciones son:

Fig. 5K



- a. Ambas lámparas apagadas.
- b. La lámpara 1 encendida y la lámpara 2 apagada.
- c. Ambas lámparas encendidas. En esta posición el interruptor acopla en paralelo las dos lámparas.
- d. La lámpara 1 apagada y la lámpara 2 encendida.

Estos interruptores se utilizan, por ejemplo, en grandes lámparas de comedor con dos grupos de lámparas y, en estos casos, sustituye eficazmente a los interruptores ordinarios ya que para conseguir las tres posiciones de conexión se necesitan dos interruptores ordinarios, unipolares o bipolares.

Los conmutadores en serie se llaman también conmutadores alternativos y se utilizan siempre que se tenga que apagar o encender una lámpara desde dos sitios distintos. Por ejemplo, en los corredores donde pueden montarse uno de ellos al principio y otro al final.

Los conmutadores de cruce se utilizan cuando una lámpara se debe apagar y encender desde varios puntos.

Este es el caso que se presenta muy frecuentemente en el alumbrado de escaleras y viviendas.

3.- SISTEMAS DE PROTECCION:

Las normas de seguridad para la instalación de cables en edificios aparecen en los reglamentos de construcción locales, que suelen basarse en prototipos nacionales.

Estos reglamentos se revisan con frecuencia; por tanto, se deberán utilizar las ediciones más recientes.

En Estados Unidos, los **Underwriters Laboratories, Inc.** evalúan experimentalmente materiales eléctricos, dispositivos y equipos. Si son aprobados por los **Underwriters Laboratories**, los productos llevan una etiqueta de aprobación.

En el sistema de distribución eléctrica de un edificio, cada suministro deberá tener un medio de desconexión, el cual no deberá tener más de seis interruptores. Cada interruptor de suministro puede cortar la alimentación de un tablero o centro de carga, del cual parten alimentadores más delgados hacia otros puntos del sistema, hasta llegar finalmente a los circuitos con cable de calibre mínimo, núm. 12. Este tablero contiene interruptores con capacidades inferiores a las del

interruptor principal de acometida, los cuales sirven como medio de desconexión de los alimentadores de la iluminación. La capacidad y el tipo de cada interruptor deberán corresponder a la magnitud y el tipo de carga, y al calibre del cable.

Asimismo, todo circuito ha de contar con algún dispositivo de protección que lo active si hay una sobrecarga inesperada, como un cortocircuito o un motor atascado que genere una prolongada afluencia de corriente elevada. Estos dispositivos de protección pueden ser fusibles combinados con interruptores de cuchillas, o bien cortacircuitos térmicos, que realizan ambas funciones en un solo dispositivo.

1. Los fusibles para circuitos de iluminación y de artículos eléctricos con cargas hasta de 40 A pueden ser del tipo de tapón atornillable, con un elemento metálico fusible detrás de una tapa transparente. Los tapones fusibles tienen diferentes colores, según su capacidad además el tamaño de la rosca es diferente con el fin de evitar errores.

Los fusibles de cartucho son otro tipo de protector. Tienen forma cilíndrica y se presentan con

varias medidas. Su capacidad depende del uso especial y aparece claramente escrita en el cilindro. Los fusibles llamados de alta capacidad se utilizan en interruptores de fusibles con capacidad de interrumpir corrientes de cortocircuito muy elevadas.

Los cortocircuitos en el conductor de cobre grueso situado inmediatamente después de un interruptor de suministro pueden ser muy altos, debido al elevado potencial de energía de los transformadores de la calle.

Las corrientes pueden ser de 25000 a 100000 A. Si se solicita, la compañía de luz aconsejará acerca de la máxima corriente de cortocircuito en una instalación. El fusible del interruptor de suministro se debe seleccionar de acuerdo con esta capacidad.

2. Los cortocircuitos o interruptores térmicos funcionan con un principio diferente. Los puntos de contacto son bloques de carbón que se juntan por movimiento deslizante. Esto permite que las dos superficies entren en contacto. Los bloques se mantienen en posición por medio de un brazo curvo. Este brazo consta de capas con diferentes coeficientes de calentamiento y expansión. Puesto que la corriente

fluye por este brazo, cualquier sobrecarga tiende a expandir los metales y endereza el brazo, con lo cual se interrumpe el contacto entre los bloques. Un resorte permite realizar ajustes finos.

Los fusibles se destruyen con las sobrecargas y se deben reemplazar. Los cortacircuitos, por otro lado, se pueden restablecer después de eliminar la causa de la sobrecarga. Sin embargo, no hay cortacircuitos con alta capacidad de interrupción que se requiere en la acometida del suministro. Por este motivo, la desconexión del suministro en todas las instalaciones eléctricas grandes se realiza con interruptores de suministro equipados con fusibles de alta capacidad (HI-CAP). También es recomendable que el primer tablero situado inmediatamente después del interruptor de acometida tenga interruptores de fusibles, y después de utilizar cortacircuitos en los centros de distribución siguientes, en los cuales las cargas ya son más ligeras.

3. También es factible emplear limitadores de corriente en la acometida de suministro. Se trata de tiras de metal con alta capacidad de incremento de la resistencia eléctrica cuando se calientan.

Hay varios tipos de fallas que pueden ocurrir en un suministro eléctrico. Las variaciones excesivas en el voltaje y en la inversión de fases son de dos tipos. Se utilizan relevadores (o relays) que constan de un selenoide y un mecanismo de interrupción a fin de indicar estas fallas y abrir cortacircuitos en los circuitos de control.

Estos relevadores sirven para desconectar equipo pesado antes de que ocurra algún daño costoso.

El diseño de sistemas de protección de la iluminación debe ajustarse a las normas del **American National Standards Institute**, la **National Fire Protection Association** y los **Underwriters Laboratories**.

La protección de un edificio se logra mediante la instalación de pararrayos, que son varillas metálicas colocadas en puntos altos, como chimeneas. Estas varillas están eléctricamente enlazadas entre sí y se conectan con un grueso cable de cobre que va hasta una tierra eléctrica adecuada. Todo el circuito, incluyendo la tierra, deberá tener resistencia eléctrica muy baja y no presentar dobleces pronunciados, para evitar que salten arcos voltaicos a objetos o estructuras circunvecinos.

El sistema de instalación de cable eléctrico forma un receptor atrayente para descargas de rayos. Se puede dar protección a este sistema por medio de dispositivos de válvula especiales, que se conectan a los circuitos sin tierra y que están abiertos en voltajes normales, pero transmiten descargas de alto voltaje a la tierra.

4.- TABLEROS DE DISTRIBUCION:

Los interruptores de suministro y los tableros principales de distribución de edificios grandes suelen montarse en una estructura de acero de diseño especial, alojado en un cuarto separado del sótano.

Este conjunto recibe el nombre de " mecanismo de control " cuando se trata de unidades de energía grandes, y " tablero de distribución o carga " si se trata de instalaciones menores.

Los tableros de distribución tendrán las capacidades que se indican en los planos, serán del tipo empotrable con caja de lámina de acero con esmalte al horno y tendrá puerta embisagrada con registro y llavín.

Los tableros serán **Federal Pacific** o similar.

Todos los tableros de distribución tendrán conexión a tierra por medio de un conductor desnudo #8, según se indica en los planos, conectada a una varilla de cobre, por medio de una abrazadera, sin empalmes intermedios y que no tengan una resistencia eléctrica superior a 25 OHMS, en ninguna estación del año.

Un tablero de distribución se define en el **National Electrical Code** como un tablero, marco o conjunto de tableros en el cual se montan, en la parte frontal, la trasera o ambas, interruptores, dispositivos de protección contra sobrecargas y otros dispositivos de protección, barras ómnibus e instrumentos. Los tableros de distribución suelen ser accesibles por detrás y por enfrente y no necesitan instalarse en gabinetes.

Los tableros de distribución se dividen en :

1. Frente cargado o vivo
2. Frente descargado
3. Tableros de distribución de seguridad cubiertos.
 - a. Unitarios o seccionales
 - b. Corredizos

Los tableros de distribución de frente cargado tienen las partes portadoras de corriente del equipo de interrupción montadas en el frente expuesto de los tableros verticales, y suelen estar limitados a sistemas que no exceden de 600 V. Por lo general, se instalan en áreas restringidas.

Los tableros de distribución de frente descargado no tienen partes cargadas en la parte frontal del tablero y se utilizan en sistemas limitados a un máximo de 600 V de corriente continua y 2500 V de alterna.

El tablero de distribución de seguridad tipo unitario es un mecanismo de control que consta de una estructura metálica autoportante, completamente cubierta, que contiene uno o más cortacircuitos o interruptores.

El tablero de distribución de seguridad tipo corredizo es un mecanismo de control que consta de una cubierta estacionaria montada en una estructura de acero fija, y una estructura de cortacircuito corrediza horizontalmente. El equipo de cada circuito está montado en una estructura que forma una unidad móvil independiente y autoportante.

El mecanismo de control con cubierta metálica consta de una estructura de metal que recubre por completo un cortocircuito y el equipo asociado, como transformadores de corriente y de voltaje, trabadores, dispositivos de control, barras ómnibus y conectores.

Puesto que el cuarto del tablero de distribución

contiene una alta concentración de energía, estos cuartos deben cumplir requisitos especiales del reglamento de construcción, en cuanto a ventilación y seguridad. Las reglas de seguridad pueden exigir dos salidas alejadas entre sí y espacios mínimos de trabajo desocupados al frente, por arriba, por detrás y a los lados del equipo; además, prohíben que haya tuberías y ductos de agua elevados que puedan tener fugas.

5.- SISTEMAS DE CONDUCCION:

Los conductores eléctricos constan, generalmente, de una parte metálica interior, conductora, y de una o varias capas de aislantes diversos. La parte interior puede ser hilo o cable; conviene dejar bien aclarada la diferencia entre uno y otro.

Se llama hilo a toda varilla delgada y estirada de metal, entendiéndose por "delgada", que su longitud es muy grande, en comparación de su diámetro.

Se llama cable a un conductor compuesto de un grupo de hilos o de una combinación de grupos de hilos, trenzados y retorcidos juntos y recubiertos de una misma capa exterior aislante.

Los conductores hasta el calibre # 10 inclusive, podrán ser sólidos, los mayores de diámetro serán de varios hilos trenzados.

La ventaja fundamental del cable sobre el hilo es su flexibilidad; por ejemplo un hilo de 6.3 mm² es mucho más rígido que el cable de la misma sección y, por tanto, más difícil de instalar.

Los empalmes desde el calibre 0 hasta el calibre # 10 AWG, se podrán realizar con soldadura de estaño, empleándose soldadura de flux no corrosiva. Estos empalmes se aislarán con cinta plástica Scotch, número 33, de 3/4" de ancho o similar, y de una resistencia dieléctrica de 10,000 voltios o similar y con traslape de por lo menos un cuarto del ancho de la cinta.

Para calibres mayores se utilizará conectores especiales, pudiéndose usar también para los calibres menores, aislándose de la forma descrita anteriormente.

Para el efecto se utilizará la herramienta especificada por el fabricante.

Las guías para el alambrado serán de fábrica o de alambre galvanizado. No se permitirá el uso de alambre de amarre para guía, pues se oxida y se rompe.

Se utilizará como lubricante, únicamente talco en polvo.

Todos los metales son conductores de electricidad, pero tienen diferentes resistencias. Algunos de ellos, como el oro o la plata, poseen muy baja resistencia, pero

carecen de la resistencia a la tensión que se requiere para fabricar alambres conductores, y tienen costo oneroso. Así pues, en la construcción sólo se utilizan dos metales como conductores: cobre y aluminio. El cobre tiene mejores propiedades eléctricas que el aluminio y por ello se emplea hasta ahora casi exclusivamente en las instalaciones eléctricas; modernamente, sin embargo, empieza a utilizarse el aluminio, que resulta mas económico.

El cobre es un material muy maleable, dúctil y de color rojizo. Puede ser fundido, laminado, estirado y mecanizado en máquinas herramientas.

El cobre se presenta en el comercio en dos formas diferentes: cobre duro y cobre recocido. El cobre duro es el que se obtiene por trefilado; es duro y resistente pero se trabaja con dificultad, por lo que solamente se emplea en tendido de líneas aéreas y en conexiones rígidas, tales como tornillos, mordazas, etc. El cobre recocido se obtiene a partir del cobre duro, calentándolo en condiciones adecuadas para evitar indeseables oxidaciones, hasta temperaturas de 600 C. Es blando y más dúctil que el cobre duro y se trabaja con más facilidad pero tiene menor resistencia mecánica; se le emplea sobre todo en conductores para instalaciones interiores.

El aluminio es un material maleable, dúctil, de color blanco plateado. Puede trabajarse fácilmente por laminación, estirado, fundición, forjado y mecanizado en máquinas.

Por lo general, los conductores están envueltos por un material aislante, el cual evita descargas eléctricas a quienes los tocan. El tipo de material aislante también depende del medio inmediato que rodee al alambre en su lugar de uso, según esté en aire seco o húmedo, en agua, enterrado, a temperaturas extremas o expuesto a daño mecánico o por roedores.

A cada diámetro de alambre comercial, con un material aislante determinado, le corresponde una capacidad segura de transporte de corriente en amperes, llamada ampacidad del alambre, la cual se encuentra en los reglamentos de construcción.

La ampacidad del reglamento se basa en el máximo calentamiento permitido antes de dañar el material aislante.

El reglamento también exige que los alambres instalados en un edificio queden protegidos contra daño

mecánico mediante tuberías de acero u otras cubiertas metálicas y no metálicas, que se conocen como poliductos.

A continuación se presenta una lista de los diversos tipos de conductores aislados clasificados por el **National Electrical Code**:

1. Tipo MI:

Cable con aislante mineral, enfundado en un tubo metálico a prueba de agua y de gas. El cable es completamente incombustible y se puede utilizar en lugares peligrosos y bajo tierra.

2. Tipo MC:

Cable del número 4, o más grueso, infundado en un tubo de cinta metálica entretrabada o en un tubo impermeable ajustado.

Se puede utilizar en sitios húmedos cuando tiene funda de plomo u otra envoltura impermeable.

3. Tipo AC:

(También se conoce como cable BX). Tiene una armadura de cinta metálica flexible, con una franja interna de ligadura hecha de cobre, inmediata a la cinta exterior a

todo lo largo. Esto proporciona un medio de conexión a tierra en los tomacorrientes, los dispositivos y otros equipos. El cable de tipo AC se puede utilizar únicamente en sitios ocultos y secos.

4. Tipo ACL:

Además del material aislante y la cubierta del tipo AC, el ACL tiene conductores forrados de plomo.

Esto permite su uso en condiciones húmedas y subterráneas.

5. Tipo ACT:

Sólo los conductores individuales tienen una cubierta fibrosa resistente a la humedad.

6. Tipo NM o NMC:

Cables con cubiertas no metálicas. Este tipo se puede utilizar en áreas parcialmente protegidas.

7. Tipo SNM:

Los conductores están agrupados en una matriz extruida de material no metálico, resistente a la humedad y a la flama. Después, la matriz se cubre con un blindaje de cinta metálica y alambre traslapados, y el conjunto se

180

forra con un material no metálico extruido, resistente a la flama, humedad, aceite, corrosión, hongos y luz solar.

Este tipo se utiliza en sitios peligrosos.

8. Tipo SE o USE.

Cable de acometida de suministro con aislante resistente a la humedad y al fuego, y forrado con una cinta tubular trenzada como protección contra la corrosión atmosférica. El tipo USE es igual al tipo SE, salvo que tiene cubierta de plomo para uso subterráneo.

9. Tipo UF:

Este tipo se surte de fábrica dentro de una funda resistente a la flama, humedad, hongos y corrosión y es adecuado para enterrarse directamente. El conjunto puede incluir un conductor a tierra desnudo. Los cables se pueden enterrar bajo 45 cm de tierra, o bien bajo 30cm. de tierra y un firme de 5 cm. de concreto.

Para una más fácil identificación del tipo de alambre que se está utilizando se acostumbra seguir un código de colores para identificación de las fases.

Fase 1	Color Rojo
Fase 2	Color Azul
Fase 3	Color Negro (cuando exista)
Neutro	Color Blanco
Tierras	Color Verde (forradas)

Es factible colocar dos conductores aislados dentro de una cubierta no metálica o una funda termoplástica extruida para realizar extensiones superficiales sobre paredes o techos, o a modo de cable elevado con un cable de acero de soporte que forma parte del montaje. Estas extensiones se pueden utilizar en sitios secos.

Los cables elevados aéreos se emplean sólo con fines industriales. Al menos se debe dejar una altura libre de 3m sobre el suelo para circulación de peatones, y de 4.2m para tránsito de vehículos.

CANALIZACIONES INTERIORES:

El poliducto eléctrico es un término que se utiliza con carácter general para describir los soportes o cubiertas para cables. En casi todos los sistemas de distribución eléctrica de los edificios se utilizan

poliductos o tuberías rígidos.

Las tablas del **National Electrical Code** establecen las dimensiones de estos poliductos o tuberías, así como el número permitido de cables de cada calibre.

Tres o más conductores no pueden ocupar más del **40%** del área seccional interior, con algunas excepciones para cables cubiertos de plomo. Todos los poliductos metálicos se deben llevar a tierra en forma continua.

Generalmente, el poliducto de acero rígido galvanizado se utiliza en los circuitos de distribución empotrados en las losas de concreto de edificios de varios niveles.

La tubería metálica eléctrica está formada por tubos de pared delgada, y los reglamentos permiten su uso en lugares donde el poliducto no esté expuesto a daño físico.

Los poliductos eléctricos ocultos en el piso son conductos colocados debajo de los pisos nuevos de oficinas donde frecuentemente se cambian de sitio escritorios y equipos eléctricos. Colocados en líneas paralelas con

separación de 2 a 2.5 m, con ductos separados para los cableados de energía, de señales y de teléfonos, estos poliductos eléctricos pueden tener tomacorrientes cada 1 a 2m., a lo largo de su extensión (Fig. 5L). Las grandes tiendas de departamentos también encuentran en estas instalaciones una gran ventaja. La alternativa son poliductos de alimentación sobre el falso plafón suspendido del piso inferior, con losas de entrepiso en las que se dejan agujeros preconcebidos para alimentar los nuevos tomacorrientes del suelo.

CANALIZACIONES EXTERIORES:

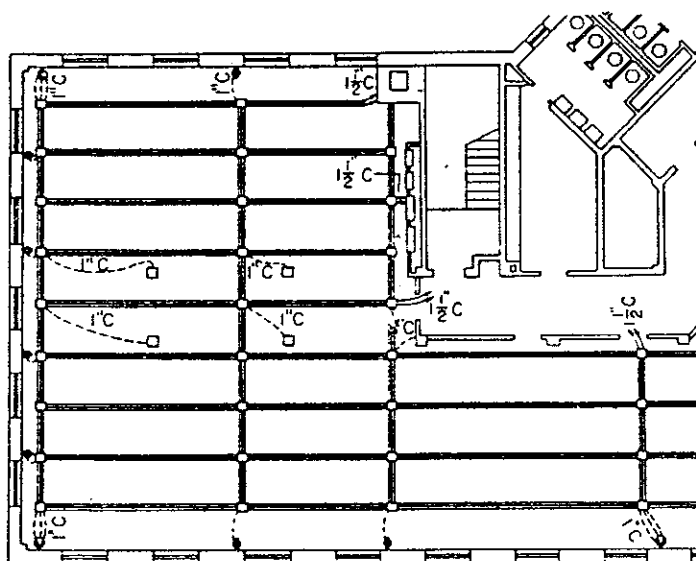
Comprende las canalizaciones que van en el exterior del edificio y enterrados. Estas canalizaciones serán de poliducto y de los diámetros indicados en los planos, tendrán una profundidad mínima de 0.30 metros. El material puede sustituirse según planos.

En todo caso, las tuberías que vayan enterradas serán recubiertas en todo su recorrido con una capa de concreto pobre de un espesor no menor de 5 centímetros alrededor del tubo. Todas las uniones y acoplamiento de tuberías enterradas, deberán hacerse con accesorios a

prueba de agua, debiendo quedar las uniones herméticamente selladas.

En los casos que se tengan que salvar obstáculos o en los tramos muy largos, se utilizarán cajas de registros según lo especifica el INDE Y REGSA, y se construirán en los puntos que se indiquen en los planos.

Fig. 5L



ACCESORIOS:

TOMACORRIENTES.

Todos los tomacorrientes serán de 120 voltios en cada caja. Serán de calidad " ticino " o similar e irán colocados en la posición y altura que indican los

planos.

INTERRUPTORES.

Los interruptores podrán ser de 1 ó 2 polos, según indican los planos, e irán colocados en la posición indicada en los mismos, y a una altura de 1.2 metros; serán de 15 Amperios.

PLACAS.

Todas las placas serán de aluminio, con los agujeros adecuados, según sea el caso. Las placas serán colocadas hasta que todo el sistema haya sido revisado.

CONECTORES, ETC.

Todos los accesorios deberán tener protección galvanizada, que evite la oxidación de las piezas.

TABLA 11.- SIMBOLOS ELECTRICOS

Pared	Plafón
	Línea doméstica al tablero de cortacircuitos. Indíquese el número de circuitos con el número de flechas. NOTA: Cualquier circuito sin designación indica que se trata de un circuito de dos cables. Para un número de cables mayor, indíquese como sigue: ## (tres cables).###(cuatro cables). etc.
	Alimentadores. NOTA: Usar líneas gruesas y designar por el número que corresponda al listado en el programa del alimentador
	Ducto y caja de registro ocultos en el piso. Sistema triple. NOTA: En sistemas dobles o individuales eliminar una de las dos líneas. Este simbolo se adapta igualmente a planos de sistemas auxiliares
	Generador
	Motor
	Instrumento
	Transformador (o bien, trazado a escala)
	Controlador
	Interruptor aislante
	Botón
	Zumbador
	Campana
	Indicador o anunciador
	Teléfono exterior
	Teléfono interconectado
	Conmutador telefónico
	Transformador de la campana
	Portero eléctrico
	Campana de la alarma contra incendio
	Estación de alarmas contra incendio
	Estación municipal de alarmas contra incendio
	Estación central de alarmas contra incendio
	Dispositivo automático de alarma contra incendio
	Estación de vigilantes
	Estación central de vigilantes
	Bocina
	Botón de señal para enfermeras
	Toma de antena de televisión
	Toma de antena de radio
	Estación central de señales
	Caja de interconexiones
	Bateria

TABLA 12.- FACTORES DE DEMANDA DEL REGLAMENTO DE ILUMINACION.

Tipo de ocupación	Carga unitaria por pie ² , watts	Carga a la cual se aplica el factor de demanda, watts	Factor de demanda, %
Almacenes	3	Wattaje total	100
Armerías y auditorios	1	Wattaje total	100
Bancos	2	Wattaje total	100
Barberías y salas de belleza	5	Wattaje total	100
Bodegas de almacenamiento	1/4	12 500 o menos	100
		Más de 12 500	50
Clubes	2 †	Wattaje total	100
Cuartos de hospedaje	1 ½	30 000 o menos	100
		Más de 30 000	70
Edificios (con piso superior) comerciales industriales	2	Wattaje total	100
Edificios de oficinas	5	Wattaje total	100
Escuelas	3	Wattaje total	100
Estacionamientos (comerciales, de almacenamiento)	1/2	Wattaje total	100
Hospitales	2	50 000 o menos	40 ‡
		Más de 50 000	20
Hoteles y moteles, incluso apartamentos sin instalaciones para cocinar	2 †	20 000 o menos	50 ‡
		Cerca de 80 000	40
		Más de 100 000	30
Iglesias	1	Wattaje total	100
Residencias (que no sean hoteles)	3 †	3 000 o menos	100
		Cerca de 117 000	35
		Más de 120 000	25
Restaurantes	2	Wattaje total	100
Salas de tribunales	2	Wattaje total	100
En cualquiera de las ocupaciones anteriores, salvo residencias unifamiliares y apartamentos individuales de residencias multifamiliares:			
Armarios, espacios de almacenamiento	1/4	Wattaje total	
Pasillos, corredores	1/2	especificado	
Salones de reunión y auditorios	1	según la ocupación	

* Reproducido con autorización de *National Electrical Code*, 1978, National Fire Protection Association
 En vista de la tendencia hacia sistemas de iluminación de mayor intensidad y hacia incrementos de las cargas debido al uso más generalizado de aparatos fijos y portátiles, cada instalación se considera con la carga que probablemente se impondrá y la capacidad se debe elevar para garantizar un funcionamiento seguro. Si se van a instalar sistemas de iluminación con descargas eléctricas, se debe utilizar el tipo de factor de potencia elevado y quizá se necesite incrementar la capacidad del conductor.

† Para iluminación general en casas habitación se recomienda instalar un circuito ramificado de 15 A por cada 375 pies² (35 m²) de área de piso.
 ‡ Para subalimentadores de áreas de hospitales y hoteles donde quizá toda la luz se utilice el mismo tiempo, por ejemplo en quirófanos, salones de baile o comedores, se utilizará un factor de demanda del 100%.

TABLA 13.- CAPACIDAD PERMISIBLE DE TRANSPORTE DE
CORRIENTE EN CONDUCTORES DE COBRE AMPERES

Calibre AWG o kml circulares	Clasificación del conductor por temperatura							
	60 °C (140 °F)	75 °C (167 °F)	85 °C (185 °F)	90 °C (194 °F)	110 °C (230 °F)	125 °C (257 °F)	200 °C (392 °F)	250 °C (482 °F)
	Tipos RUW, T, TW, UF	Tipos RH. RHW, RUH, THW, THWN, XHHW, USE, ZW	Tipos V, MI	Tipos TA. TBS, SA, AVB, SIS, FEP, FEPB, RHH, THHN, XHHW	Tipos AVA, AVL	Tipos AI. AIA	Tipos A. AA, FEP, FEPB	Tipo TFE (sólo níquel o cobre níquelado)
18				21				
16			22	22				
14	15	15	25	25	30	30	30	40
12	20	20	30	30	35	40	40	55
10	30	30	40	40	45	50	55	75
8	40	45	50	50	60	65	70	95
6	55	65	70	70	80	85	95	120
4	70	85	90	90	105	115	120	145
3	80	100	105	105	120	130	145	170
2	95	115	120	120	135	145	165	195
1	110	130	140	140	160	170	190	220
1/0	125	150	155	155	190	200	225	250
2/0	145	175	185	185	215	230	250	280
3/0	165	200	210	210	245	265	285	315
4/0	195	230	235	235	275	310	340	370
250	215	255	270	270	315	335		
300	240	285	300	300	345	380		
350	260	310	325	325	390	420		
400	280	335	360	360	420	450		
500	320	380	405	405	470	500		
600	355	420	455	455	525	545		
700	385	460	490	490	560	600		
750	400	475	500	500	580	620		
800	410	490	515	515	600	640		
900	435	520	555	555				
1 000	455	545	585	585	680	730		
1 250	495	590	645	645				
1 500	520	625	700	700	785			
1 750	545	650	735	735				
2 000	560	665	775	775	840			

TABLA 14.- NUMERO MAXIMO DE CONDUCTORES DEL MISMO CALIBRE QUE PUEDEN IR DENTRO DE POLIDUCTOS O TUBERIAS DE MEDIDAS COMERCIALES.

Letras del tipo	Calibre AWG del conductor o kmil circulares	Medidas comerciales del poliducto o la tubería, pulg											
		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5
TW, T, RUH, RUW, XHHW (del 14 al 8)	14	9	15	25	44	60	99	142					
	12	7	12	19	35	47	78	111	171				
	10	5	9	15	26	36	60	85	131	176			
	8	2	4	7	12	17	28	40	62	84	108		
RHW y RHH (sin cubierta exterior), THW	14	6	10	16	29	40	65	93	143	192			
	12	4	8	13	24	32	53	76	117	157			
	10	4	6	11	19	26	43	61	95	127	163		
	8	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85	106	133
TW, T, THW, RUH (del 5 al 2), RUW (del 6 al 2)	6	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	78	97
	4	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	58	73
	3	1	1	2	4	6	10	15	23	31	40	50	63
	2	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	43	54
	1	1	1	1	3	4	6	9	14	19	25	31	39
FEPB (del 6 al 2), RHW y RHH (sin cubierta exterior)	0		1	1	2	3	5	8	12	16	21	27	33
	00		1	1	1	3	5	7	10	14	18	23	29
	000		1	1	1	2	4	6	9	12	15	19	24
	0000			1	1	1	3	5	7	10	13	16	20
	250			1	1	1	2	4	6	8	10	13	16
	300			1	1	1	2	3	5	7	9	11	14
	350				1	1	1	3	4	6	8	10	12
	400				1	1	1	2	4	5	7	9	11
	500				1	1	1	1	3	4	6	7	9
	600					1	1	1	3	4	5	6	7
700					1	1	1	2	3	4	5	7	
750					1	1	1	2	3	4	5	6	
THWN,	14	13	24	39	69	94	154						
	12	10	18	29	51	70	114	164					
	10	6	11	18	32	44	73	104	160				
	8	3	5	9	16	22	36	51	79	106	136		
THHN, FEP (del 14 al 2), FEPB (del 14 al 8)	6	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98	154	154
	4	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	75	94
	3	1	1	3	6	8	13	19	29	39	51	64	80
	2	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	54	67
	1	1	1	1	3	5	8	12	18	25	32	40	50

VI. CONCLUSIONES.

- A.- En las investigaciones realizadas para la elaboración del presente trabajo de tesis, se pudo observar que existe una gran diversidad de criterios y parámetros de diseño, de los cuales se seleccionaron los más comúnmente usados y, a su vez, adecuados a nuestro medio.
- B.- En este instructivo se ha procurado que la exposición de los conceptos básicos de instalaciones hidráulicas y eléctricas, no resulten demasiado técnicas, por lo cual el material expuesto se ha presentado en forma concisa y de fácil comprensión.
- C.- El objetivo fue crear un órgano de información, y con el presente trabajo se ha llenado un vacío existente sobre el tema de conexión de drenajes, instalaciones de abastecimiento de agua e instalaciones eléctricas, por lo que se cumplió con uno de los objetivos de este proyecto.
- D.- En las instalaciones sanitarias de drenajes, las revisiones más importantes son las de las inclinaciones (pendientes) de la tubería y la calidad de las uniones con sabieta de los tubos y las cajas.
- E.- En las instalaciones de agua potable, la revisión

más importante es la de la presión del agua, la cual se deberá realizar con manómetro y una bomba manual portátil.

F.- En las instalaciones eléctricas, la inspección únicamente podrá ser visual, asegurándose de usar los alambres que sugiere el diseño. Y, luego se efectúan las pruebas correspondientes con la energía eléctrica del lugar o con una planta eléctrica apropiada.

G.- Una buena asesoría técnica y administrativa por parte de la supervisión, da como resultado el éxito desde el inicio hasta la finalización de una obra.

VII. RECOMENDACIONES.

A.- Se recomienda verificar que los materiales empleados sean de la calidad de diseño por medio de las pruebas en el campo o de laboratorio, si el caso así lo amerita.

B.- Con una mentalidad siempre positiva se encuentran posibilidades de mejorar los procesos constructivos, investigando tanto métodos y materiales nuevos.

C.- Se recomienda que en los cursos de Ingeniería Eléctrica se efectúen visitas de campo, es decir a proyectos que se encuentran en ejecución, para que de esta manera se adquiera un concepto más realista de la materia en estudio.

D.- En drenajes se recomienda una pendiente del 2 %.

E.- En las pruebas de tubería de agua potable, se recomiendan hacer dos pruebas de 30 minutos a 200 Psi.



VIII. BIBLIOGRAFIA.

1. Matthias, Alberto. "Plomería, diseños e instalación." México D. F. Editorial Hispano-Americana. 446p. Edición 1,984.
2. Cosculluela, Jose. "Ingeniería Sanitaria." La Habana, Cuba. Imprenta de la universidad de La Habana. 356p. Edición 1,972.
3. "Manual de drenaje y productos de construcción." The Armco International Corporation. Ohio, U.S.A. R.R. Donneley and Sons Company. 542p. 1,986 edition.
4. Vargas, Santiago. "Water Supply and Waste Disposal." México. D. F. Compañía Editorial Continental. 456p. Edición 1,981. (Traducción).
5. "Especificaciones para construcciones de obras públicas." Departamento de supervisión, dirección general de obras públicas. Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. Guatemala.
6. Ramírez Vásquez, Juan. "Instalaciones Eléctricas." Barcelona, España. Ediciones Ceac, S.A. 320p. Edición 1,975.