LIST A DE PROFESORES DEL CURSO INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

ING. FERNANDO F. BLUMENKRON GARCIA
GERENTE
COMBUSTION E INGENIERIA EN GAS
PUEBLA 398 DESPACHO 501
MEXICO 7, D.F.
TEL.: 514.16.92, 514.72.73 Y 525.88.23

ING. MANUEL DE ANDA FLORES
OBRAS CIVILES E INDUSTRIALES, S.A.
PUEBLA 387-2°
MEXICO 7, D.F.
TEL.: 533,08.30, 31 Y 32

DR. CARLOS FARIAS DE LA GARZA
GERENTE GENERAL
PICSA BOMBAS Y SISTEMAS S.A.
NICOLAS SAN JUAN 1555
MEXICO 12, D.F.
TEL.: 575.83.05 Y 559.14.97

ING. MANUEL GUTIERREZ TELLO
GERENTE GENERAL
GUTIERREZ TELLO Y CIA., S.A.
DAKOTA 423-1° PISO
COL. NAPOLES
MEXICO 18, D.F.
TEL.: 536.77.09 Y 543.62.30

LIC. OSCAR MARTINEZ FARIAS
APODERADO GENERAL
AQUADELTA MEXICANA S.A.
COLIMA 137-2° PISO LETRA C
MEXICO, D.F.
TEL.: 514.17.64 Y 511.54.70

ING. SERGIO HERRERA MUNDO
GERENTE GENERAL
G. H. A. Y ASOCIADOS, S.A.
DAKOTA 423 COL. NAPOLES
TEL.: 523.04.85 Y 543.44.74

'edcs.

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

Fecha	Duración	Tema	Profesor
4 de oct.	18 a 21 h	I INSTALACIONES DE GAS L.P. Y NATRUAL EN EDIFICIOS	ING. FERNANDO BLUMENKRON
		1.- Introducción 2.- Características del gas L.P. y natural 3.- Descripción de equipos	
6 de oct.	18 a 21 h	4.- Descripción de equipos 5.- Bases de diseño 6.- Referencia a reglamentos	
8 de oct.	18 a 19:30	7.- Proyecto y cálculo	
	19:30 a 21	II SISTEMA DE PREVENCION CONTRA INCENDIOS	LIC. OSCAR MARTINEZ FARIAS
		1.- Introducción 2.- Sistemas de alarma, control y su aplicación.	
11 de oct.	18 a 21 h	3.- Sistema de Protección contra incendio 4.- Portátiles 5.- Estacionarios 6.- Hidrantes, etc.	
13 de oct.	18 a 19:30	7.- Cálculo y diseño 8.- Sistemas de hidrantes 9.- Sistemas de rociadores	
	19:30 a 21	III INSTALACIONES HIDRAULICAS EN EDIFICIOS	ING. MANUEL GUTIERREZ TELL ING. SERGIO HERRERA MUNDO
		1.- La toma domiciliaria 2.- Cisternas y tanques de almacenamiento 3.- Dotaciones	

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

Fecha	Duración	Tema	Profesor
15 de oct.	18 a 21 h	4.- El método de Hunter	
		5.- Cálculo de líneas de abastecimiento	
		6.- Válvulas y accesorios	
18 de oct.	18 a 21 h	7.- Calentadores de agua	
		8.- Calderas	
		9.- Líneas de agua caliente	
		10.- Retorno directo y retorno invertido	
		11.- Juntas de dilatación	
20 de oct.	18 a 21 h	IV SISTEMAS AUTOMATICOS DE BOMBEO PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA.	DR. CARLOS FARIAS DE LA G
		1.- Reseña de diferentes sistemas de cálculo	
		2.- La carga manométrica	
		3.- Modificaciones al sistema de Hunter	
22 de oct.	18 a 21 h	4.- El "Hidropistón"	
		5.- Sistemas automáticos de presión variable	
		6.- Sistemas automáticos de presión constante	
25 de oct.	18 a 21 h	V INSTALACIONES SANITARIAS EN EDIFICIOS	ING. MANUEL GUTIERREZ TEI ING. SERGIO HERRERA MUND(
		1.- El obturador hidráulico	
		2.- La doble ventilación	
		3.- Sistemas de cálculo	
27 de oct.	18 a 21 h	4.- Precipitaciones pluviales	
		5.- Sistemas de combinados	
		6.- Coladeras y accesorios	
		7.- Cálculo de colectores	

'pmc

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

Fecha	Duración	Tema	Profesor
29 de oct.	18 a 19:30	8.- Bombeo de aguas negras 9.- Las fosas sépticas 10.- Pozos y zonas de absorción	
	19:30 a 21	11.- Cualidades de los materiales en las instalaciones 12.- Importancia de la coordinación	
3 de nov.	18 a 20 h	MESA REDONDA CLAUSURA	TODOS LOS PROFESORES

'pmc

CONFERENCIA C.E.U.

Octubre 4 a Octubre 29

A	B
1.- Sistema Hidroneumático Simplex.	1.- Sistema Hidroneumático Duplex.
2.- Elementos.	2.- Componentes.
3.- Bombas Centrífugas.	3.- Clasificación.
4.- Bombas Centrífugas Cuadro.	4.- Bombas Centrífugas Perfil de Impulsores.
5.- Bomba Horizontalmente Partida. Doble Succión Corte.	5.- Bomba Horizontalmente Partida. Dos Pasos.
6.- Bomba Pozo Profundo Corte.	6.- Bomba Flujo Axial Corte.
7.- Bomba Succión Lateral Corte.	7.- Motobomba Succión Lateral. Corte.
8 - Motobomba Succión Lateral Horizontal 2 Pasos. Corte.	8.- Motobomba Succión Lateral Vetical 2 Pasos.
9.- Bombas Centrífugas.	9.- Selección.
10.- Límites Turbulencia y Cavitación-Curva.	10.- Límites Turbulencia y Cavitación-Cuadro.
11.- NPSH. Dibujo.	11.- NPSH. Cuadro.
12.- Curva de Bomba sin datos de T,C. y NPSH.	12.- Curva de Bomba con datos de T,C. y NPSH.
13.- Curva para Selección 1 1/2 x 7.	13.- Curva para Selección 2 x 7B.
14.- Bombas de Curva Parada 1 1/2 x 9C.	14.- Bombas de Curva Plana 2 x 9.
15.- Bombas Centrífugas.	15.- Instalación.
16.- Succión con Campana Concéntrica Horizontal.	16.- Succión con Campana Excéntrica Horizontal.
17.- Succión con Conexiones Múltiples.	17.- Succión Sencilla y Directa.
18.- Succión con Campana a 90°.	18.- Succión con Campana a 45°.
19.- Succión cerca de Válvula Flotador.	19.- Succión lejos de Válvula de Flotador.
20.- Tolva de Succión con Paredes a 90°.	20.- Tolva de Succión con paredes a 45°.

A	B
21.- Estudio de Sumergencia Tabla.	21.- Estudio de Sumergencia Dibujo.
22.- Receptáculos a Presión.	22.- Clasificación
23.- Sistema Elástico Vacío.	23.- Sistema Elástico Lleno.
24.- Sistema de Diafragma Vacío.	24.- Sistema de Diafragma Lleno.
25.- Tanque Hidroneumático Vacío.	25.- Tanque Hidroneumático Lleno.
26.- T E R C E R O .	26.- Inyección de Aire.
27.- Compresora de Aire.	27.- Cargador de Aire.
28.- Control Programador.	28.- Switch de Presión.
29.- Abastecimiento de Agua.	29.- Cálculo de Gasto.
30.- Método de Hunter Tabla.	30.- Método de Hunter Ejemplo.
31.- Modificaciones de Cálculo. de Gasto. (Water Supply Engineering) Babbitt and Doland.	31.- a) Localización Geográfica. b) Condición socio-económica. c) Uso de Medidores. d) Calidad de Agua. e) Presión de Abastecimiento.
32.- Estudio Comparativo de Demandas Casos Solos.	32.- Estudio Comparativo de Demandas (Condición Modesta).
33.- Idem.	33.- Idem. Acapulco.
34.- Carga Estática	34.- Carga Manométrica.
35.- Presión Diferencial.	35.- Carga Máxima.
36.- Espaciador.	36.- Espaciador.
37.- Hidro Simplex. Silueta.	37.- Hidro Simplex. Curva
38.- Hidro Duplex. Silueta.	38.- Hidro Duplex Curva.
39.- Hidro Triplex. Silueta.	39.- Hidro Triplex. Curva.

A	B
40.- Programado Presión Variable Silueta.	40.- Programado Presión Variable- Curva.
41.- Limitaciones de los Sistemas. de Presión Variable.	41.- Altura Máxima Permisible.
42.- Variación en descarga de agua Baja Presión.	42.- Variaciones de descarga de agua Alta Presión.
43.- Sistemas de Presión Constante.	43.- Clasificación.
44.- Variador de Velocidad Foto.	44.- Idem Esquema.
45.- Motor de Velocidad Variable. Foto.	45.- Idem. Esquema.
46.- Bombas con Válvulas Reguladoras. Foto.	46.- Idem. Esquema.
47.- Curva de Velocidad Variable.	47.- Curva de Válvulas.
48.- Sistemas Programados.	48.- Clasificación.
49.- Curvas de Demandas. Casas Solas.	49.- Curvas de Demandas Apartamentos.
50.- Programado Apcomatic.	50.- Programado Paco.
51.- Programado de Presión Variable con Válvulas.	51.- Idem. Curva.
52.- Programado Apco 12 Horas. Silueta.	52.- Programado Apco 12 Horas. Curva.
53.- Programado Apco 24 Horas. Silueta.	53.- Programado Apco 24 Horas. Curva.
54.- Medidor de Gasto.	54.- Venturí.

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tels: 521-40-23 521-73-35 5123-123

Fuentes de abastecimiento.-

Normalmente en los predios urbanos, se cuenta con los servicios municipales que proporcionan el servicio de abastecimiento de agua potable por redes de distribución, de la que se deriva la toma domiciliaria que alimenta cada lote.

Se supone que el servicio público debe tener la presión necesaria para alimentar en forma suficiente la demanda de la población y por lo tanto de todos y cada uno de los edificios que la forman, pero en realidad, la demanda varía en el curso del día, haciendo variar las presiones en el sistema, por lo que pueden tenerse dos situaciones.

A).- La red pública tiene capacidad y presión para abastecer un edificio en forma contínua.

B).- La red tiene fluctuaciones que permiten el abastecimiento en forma intermitente.

En el primer caso puede diseñarse la instalación con tomas directas a los servicios.- En el segundo hay que prever la instalación de tinacos en planta de azotea, con tanques de regularización y si es necesario, cisternas como tanques de almacenamiento en la planta inferior.

De acuerdo con lo anterior podemos entrar en materia y analizar los diferentes tipos de instalación, de acuerdo con su forma de alimentación.

A).- Abastecimiento a presión directa de la red municipal.

Esto puede ser solamente en el caso de que la red tenga servicio continuo y que la presión sea suficiente para satisfacer las necesidades de casas unifamiliares o edificios de un máximo de cuatro niveles, es decir que el servicio tenga una presión mínima de 2 Kgs/cm2 (20 mts.) en el peor lugar y en la peor hora, o sea en el sitio más elevado del terreno y a la hora de máximo consumo.

En este caso, la toma domiciliaria de cada casa unifamiliar o departamento debe tener la capacidad suficiente para dar el servicio de los muebles sanitarios, pudiéndose decir que:

Casas o departamentos con un baño y cocina requieren una toma de 20mm.

Con dos baños y cocina, toma de 25mm. VER FIGURA 1

En el caso de los departamentos situados en el cuarto nivel de los edificios, requerirán también tomas de 25mm, aún cuando tengan un solo baño, dado que las pérdidas por presión aunadas a la altura del edificio, ponen a éstos departamentos en cierta desventaja.

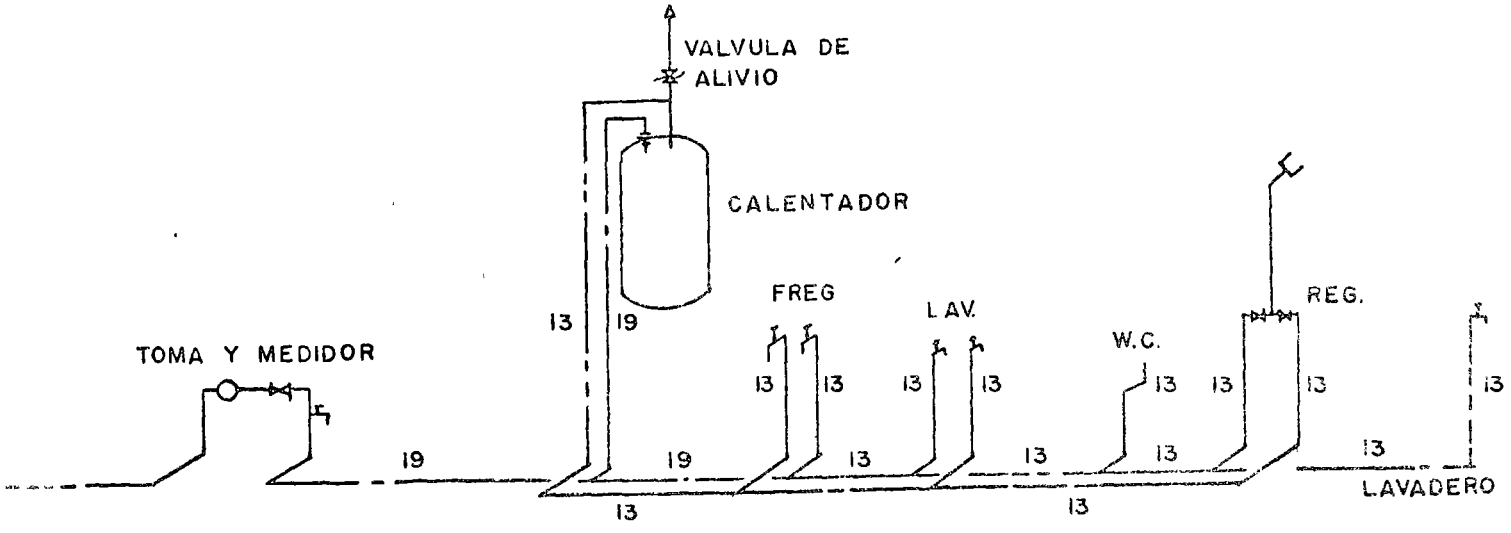


FIG.1.- ABASTECIMIENTO DIRECTO POR PRESION DE LA RED MUNICIPAL.

Datos para calcular tomas, tubería y medidores en casas y edificios pequeños, de acuerdo con normas de E. U. A.

1.- Determinar la demanda máxima probable de la casa en unidades-mueble de acuerdo con la siguiente tabla:

TABLA I

	TIPO DE MUEBLE	UNIDADES MUEBLE
1	Excusado de tanque	3
1	Lavabo	1
1	Tina de baño con o sin regadera	2
1	Regadera	2
1	Fregadero de cocina	2
1	Lavadero	3
1	Lavadora	3
1	Llave de manguera	4

2.- Determinar la presión disponible en la toma, esta deberá ser suficiente para dar una presión de .6 Kg/cm2 en muebles de baja presión o de 1.05 Kg/cm2 en el caso de usar muebles de fluxómetro, una vez deducida la altura del mueble y las pérdidas por fricción. En caso de presiones mayores de 4 Kg/cm2 se recomienda el uso de válvulas reguladoras de presión.

3.- La siguiente tabla puede ser utilizada para seleccionar los diámetros de toma y línea de alimentación, basados en diferentes longitudes de tubería y el total de unidades mueble. Estos diámetros han sido calculados usando 3 m. por segundo de velocidad del agua, lo que corresponde aproximadamente al 10% de pérdidas por fricción. (VER TABLA 2)

TABLA 2

TOMA	ALIMENTACIONES GENERALES	LONGITUD TUBERIA	UNIDADES MUEBLE
1	19 mm.	19 mm.	15 m.	25
2	19 mm.	19 mm.	30 m.	16
3	19 mm.	19 mm.	45 m.	15
4	19 mm.	25 mm.	15 m.	40
5	19 mm.	25 mm.	30 m.	33
6	19 mm.	25 mm.	45 m.	28
7	25 mm.	25 mm.	15 m.	50
8	25 mm.	25 mm.	30 m.	40
9	25 mm.	25 mm.	45 m.	30
10	25 mm.	32 mm.	15 m.	96
11	25 mm.	32 mm.	30 m.	65
12	25 mm.	32 mm.	45 m.	55
13	32 mm.	32 mm.	15 m.	150
14	32 mm.	32 mm.	30 m.	100
15	32 mm.	32 mm.	45 m.	65
16	32 mm.	38 mm.	15 m.	250
17	32 mm.	38 mm.	30 m.	160
18	32 mm.	38 mm.	45 m.	130

B).- Sistema de abastecimiento por gravedad.

B-1).- Tanque de almacenamiento elevado.

Se utiliza cuando el abastecimiento de la res es intermitente o bién cuando el abastecimiento del predio es por medio de un pozo ó cuando la presión es suficiente para alimentar directamente dicho tanque elevado, mismo que regulariza el servicio en el curso del día.

El tanque elevado puede ser un simple tinaco en planta azotea o bién una estructura especial que puede servir para una sola - - construcción o varias.

B-2).- TAnque elevado de regularización y cisterna de almacenamiento.

El sistema general del edificio seguirá siendo por gravedad, pero se deriva del anterior, cuando la presión de la fuente de — abastecimiento no es suficiente para alimentar directamente el tanque elevado. VER FIGURA 2

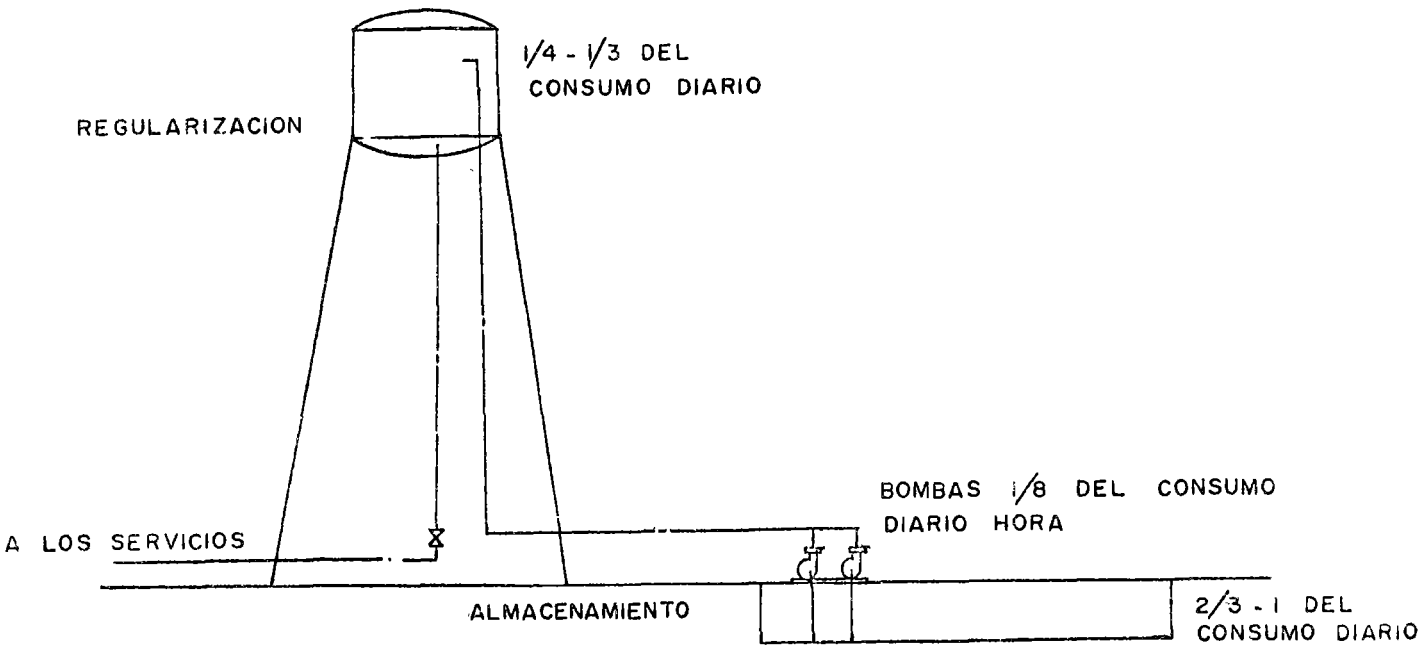


FIG. 2.- ABASTECIMIENTO CON CISTERNA Y TANQUE ELEVADO.

En este caso se requiere un tanque de almacenamiento inferior que almacena el agua necesaria para el consumo del edificio y de la cual se eleva por medio de bombas al tanque elevado de regularización.

La capacidad de la cisterna debe calcularse de acuerdo con la dotación estimada en un mínimo de 2/3 del consumo diario.

La capacidad del tanque elevado en este caso debe ser de un mínimo de 1/4 del consumo diario.

La capacidad de la bomba de 1/8 por hora, debiendo instalarse dos bombas en previsión de la falla de una de ellas o para cubrir los excesos de demanda. Las bombas deben tener un control alternador-simultaneador.

DOTACIONES Y CONSUMO

Para calcular el consumo de cualquier tipo de construcción o incluso de un fraccionamiento, tenemos que tener en cuenta la dotación que se asigne a cada persona, para que al tener el total de estas que habite una construcción o un fraccionamiento, podamos saber cuál será el consumo diario del conjunto

DOTACIONES DE AGUA

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

Habitación tipo popular	150 L/persona-día
Habitación de interés social	200 L/persona-día

./.

Residencias y departamentos	250 a 500 L/persona-día
Oficinas (edificios de)	70 L/empleado-día

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

Hoteles	500 L/huésped-día
Cines	2 L/espectador-función
Fábricas (sin consumo industrial)	10 L/obrero

Hay que sumar los obreros de los tres turnos.

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

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

Restaurantes	15 a 30 L/comensal
Lavanderías	40 L/Kg de ropa seca 60° A. C.
Hospitales	500 a 1,000 L/cama-día
Riego Jardines	5 L/m2 superficie sembrada de césped cada vez que se riegue.
Riego de patios	2 L/m2.

(Para casos especiales, sugerimos se consulte a la Comisión Técnica de la Asociación Nacional de Contratistas de Instalaciones Sanitarias e Hidráulicas A. C.).

C I S T E R N A S:

Conocido el consumo diario se calcula la capacidad de la cisterna, la cual debe ser suficiente para abastecer la construcción con un mínimo de 2/3 -- del consumo diario.

A esta capacidad hay que agregar en caso de requerirse sistema de servicio de protección contra incendio, una reserva exclusiva para este servicio -- de:

8 M3 para cubrir un siniestro durante $\frac{1}{2}$ hora.

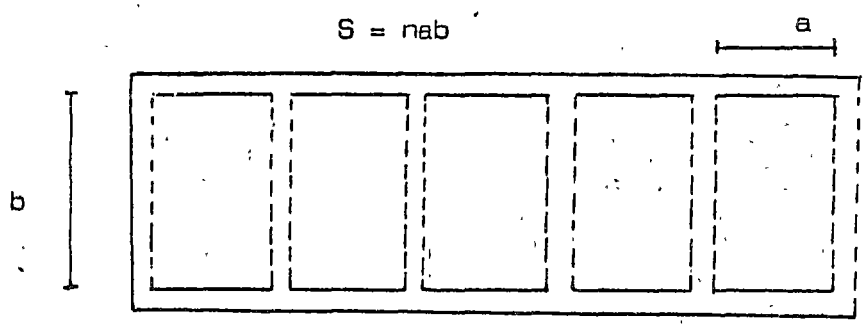
36 M3 para cubrir un siniestro durante 2 horas.

mayor en caso de solicitarlo la Compañía Asegura dora.

PROPORCIONES DE LAS CISTERNAS MAS ECONOMICAS

Una vez decidido el espesor de la lámina de agua dentro de la cisterna y el volumen que se va almacenar, queda definida la superficie total que deben - tener los compartimientos, cuyo número se fija en atención a sus dimensio-- nes constructivas, a fin de no tener que recurrir a espesores exagerados - en las losas de concreto con que se cubrirán éstos.

Si la cisterna, de (S) metros cuadrados de superficie en planta, se subdi vide en (n) compartimientos, siendo cada uno de (a) metros por (b) me tros, en planta, se tiene que.



En el caso de que los (n) compartimientos formen una sola hilera, la superficie de los muros será proporcional a la altura interior de la cisterna, dimensión que se toma como fija, y proporcional a la suma de las longitudes de los muros, suma que será:

$$M = 2na + (n + 1) b$$

pero como $b = S/na$

$$M = b (n + 1) + 2S/b$$

y para que el desarrollo de los muros sea mínimo, derivamos e igualamos a cero:

$$dM/ (n + 1) - 2S/b2 = 0$$

o sea que $$n + 1 = 2S/b2 = 2na/b$$

de lo que resulta que las proporciones de cada compartimiento están en la relación.

$$a/b = (n + 1)/2n$$

y por otra parte se ve que el <u>mínimo de muros se obtiene cuando la suma de los longitudinales es igual a la de los muros transversales</u>:

$$2na = b (n + 1)$$

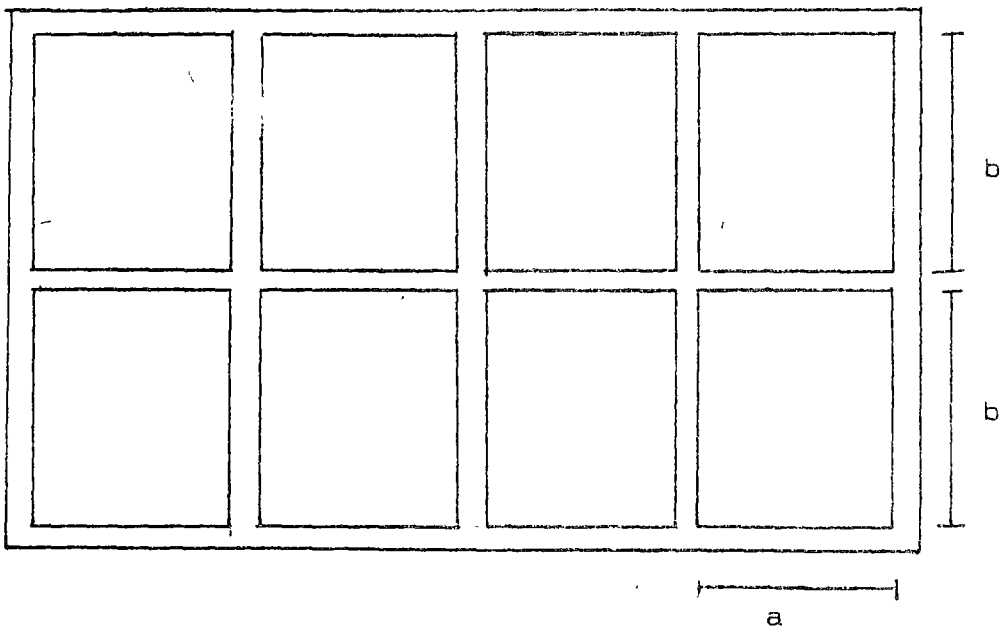
de una sola hilera de celdas son como sigue:

TABLA 3

Número de celdas celdas		Proporciones de los lados
0		a:b
n		a:b
1		1:1
2		3:4
3		2:3
4		5:8
5		3:5
6		7:12
7		4:7
8		9:16
9		5:9
10		11:20

Para cisternas con división axial, es decir, con dos hileras de celdas, se tiene como superficie total, en planta, de los (n) compartimientos:

$$S = nab$$



Desarrollo de los muros:

o también $$M = 3na/2 + b\ (\ n + 2\ )$$

Por lo que $$M = 3S/2b + (\ n + 2\ ) = 0$$

$$n + 2 = 3na/2b$$

de lo que resultan las proporciones de cada celda:

$$a/b = (\ 2n + 4\ )/3n$$

y también en este caso el mínimo de muros se obtiene cuando el desarrollo de los transversales es igual al de los muros longitudinales.

$$2\ na/2 = b(\ n + 2\ )$$

De acuerdo con lo anterior, las proporciones óptimas para cada compartimiento en cisterna con dos hileras de celdas son:

TABLA 4

Número total de celdas		Proporciones de los lados
n		a:b
2		4:3
4		1:1
6		8:9
8		5:6
10		4:5
12		7:9
14		16:21
16		3:4
18		20:27
20		11:15

Así, por ejemplo, una cisterna de 72,000 litros, con un metro de lámina de agua y de 3 compartimientos, puede construírse con dimensiones a = 4.00 metros y b = 6.00 metros en cada compartimiento, dando un largo total de 12 metros, más 4 es

pesores de muro, y una anchura total de 6 metros, más el grueso de 2 muros. Esta misma cisterna podría tener 10 compartimeintos de a = 2.40m. por b = - 3.00 m., con una longitud total de 12 metros más 6 gruesos de muro y un ancho, en total, de 6 metros más 3 espesores de muro.

Igualmente, una cisterna de 200m2 en planta, con 10 compartimientos en 2 hileras, resulta con dimensiones de 4.00 m x 5.00 m en cada compartimiento, -- dando una longitud total de 20 metros más 6 espesores de muro, y una anchura total de 10 metros más el grueso de 3 muros.

En los tres ejemplos anteriores puede comprobarse que los muros longitudinales miden lo mismo que los transversales, sin tomar en cuenta los espesores:

Primer ejemplo.- Los muros longitudinales miden 12 m x 2 = 24 metros, en tanto que los transversales suman 6m x- 4 = 24 metros.

Segundo ejemplo.- Total de muros longitudinales: 3 x 5 x 2.40 = 36 metros; suma de muros transversales: 2 x 3.00m x 6 = 36 metros.

Tercer ejemplo.- Muros transversales con desarrollo total de 2 x 5.00 m x 6 = 60 metros; muros longitudinales: 3 x 5 x 4.00 m = 60 metros.

VER FIGURA 3 CORTE DE CISTERNA
VER FIGURA 4 CISTERNA EN PLANTA.

Fig. 3 CORTE DE CISTERNA

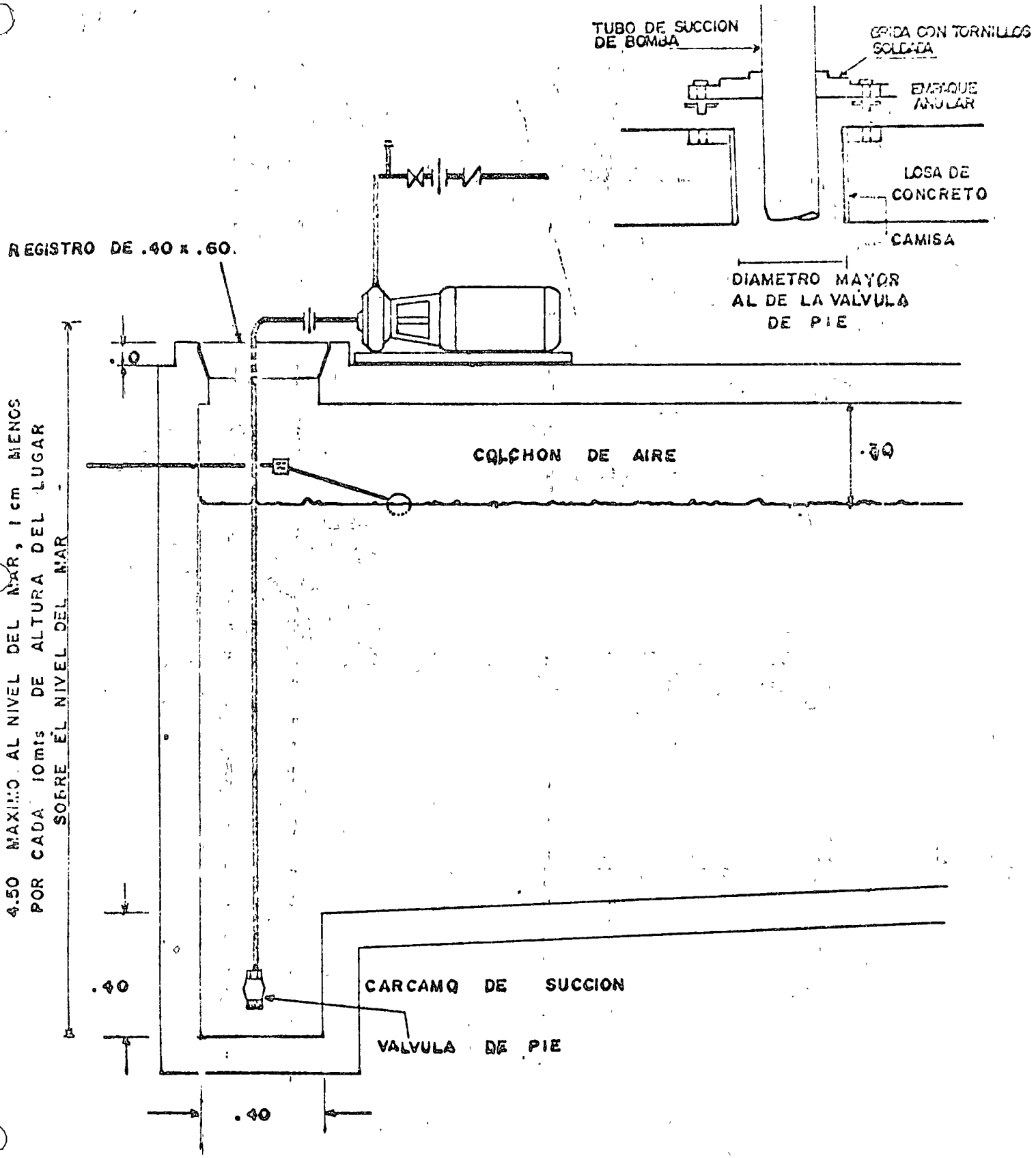
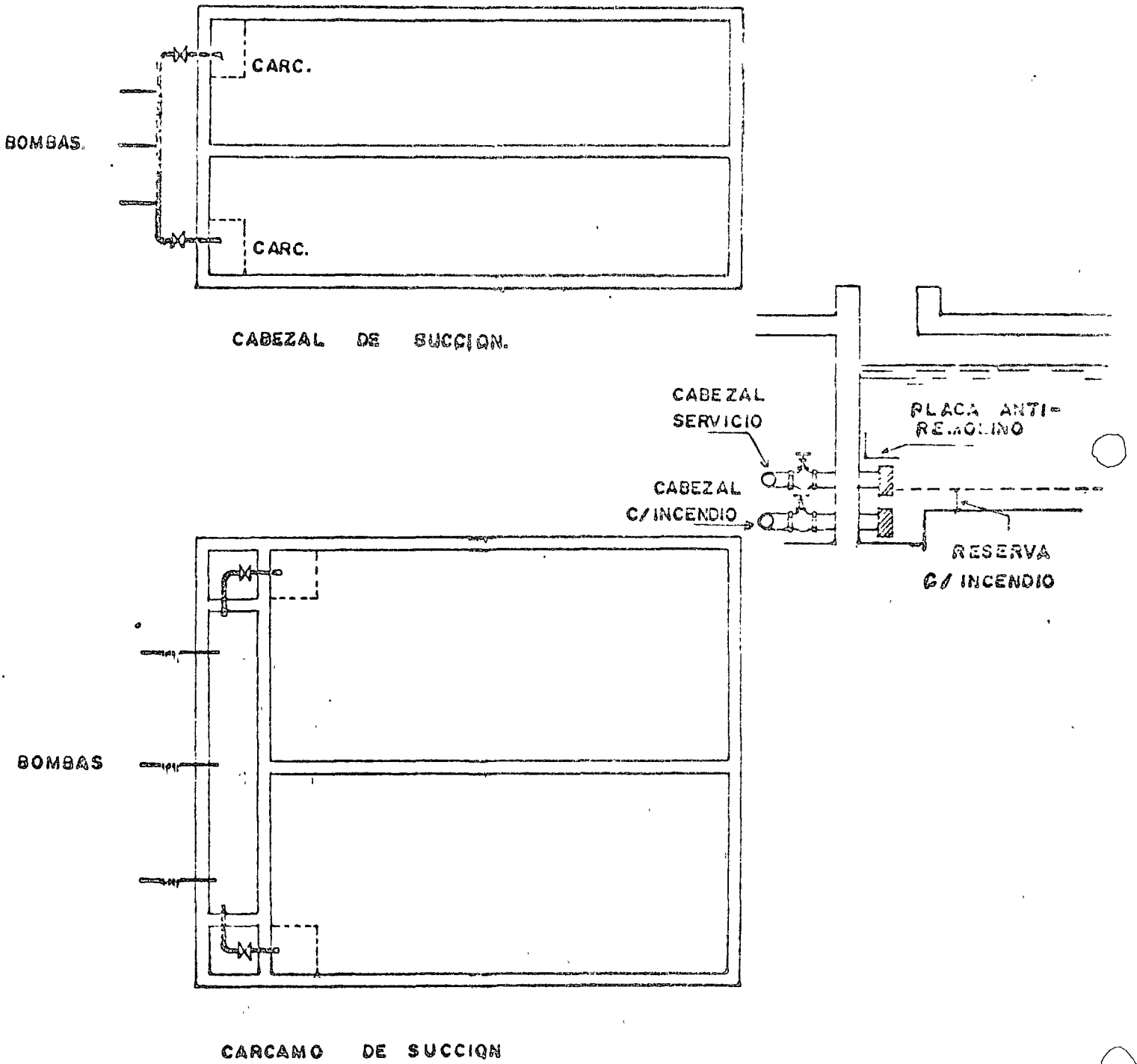


Fig. 4

CISTERNAS DE DOBLE CELDA



NOTA: SE DEVERA PREVER LA RESERVA MINIMA CONTRA INCENDIO MEDIANTE NIVELES DE SUCCION DE LAS BOMBAS.

INSTALACIONES HIDRAULICAS

DISTRIBUCION DE AGUA FRIA EN LOS EDIFICIOS

En la red de distribución de un edificio, sin tomar en cuenta los elementos de abastecimiento, se destacan dos elementos básicos que son las columnas de alimentación y los ramaleos en los locales que requieren servicio.

El proyecto de los mismos se basa en hacer los trazos que permitan los recorridos más cortos para evitar excesos de pérdidas de presión, y reducir costos de instalación.

El sistema aceptado para el cálculo de los diámetros, se basa en una unidad de descarga que se ha denominado " Unidad mueble " y que ha establecido por comparación entre los diferentes muebles sanitarios, habiéndose escogido como unidad la correspondiente a un lavabo de uso particular o doméstico. Con relación a éste se establecen las unidades para el resto de muebles, tanto en su uso particular como de uso público; la unidad supone un consumo de 25 Lts./min.

EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO

TABLA 5

Mueble	Servicio	Control:	U.M.
Excusado	público	Válvula	10
Excusado	público	tanque	5
Fregadero	hotel rest.	llave	4
Lavabo	público	llave	2
Mingitorio pedestal	público	válvula	10
Mingitorio pared	público	válvula	5
Mingitorio pared	público	tanque	3

TABLA 5

Regadera	público	mezcladora	4
Tina	público	llave	4
Vertedero	oficina etc.	llave	3
Excusado	privado	válvula	6
Excusado	privado	tanque	3
Fregadero	privado	llave	2
Grupo baño	privado	exc. válv.	8
Grupo baño	privado	exc. tanque	6
lavabo	privado	llave	1
lavadero	privado	llave	3
Regadera	privado	mezcladora	2
Tina	privado	mezcladora	2

En las tablas que se anexan se muestran las unidades correspondientes a diferentes muebles o grupos de muebles, tanto de uso privado como público y los diámetros mínimos recomendables para su alimentación.

DIAMETROS Y CARGAS EN ALIMENTACION DE DIVERSO MUEBLES

TABLA 6

MUEBLES	USO PRIVADO		USO PUBLICO	
	fría	Caliente	frío	caliente
Baño con excusado de fluxómetro lavabo, tina o regadera. . . . . mínima	6.5 Ug 3 2 mm	1.5 Ug. 13-20mm	—	—
Baño con excusado de tanque, lavabo y tina o regadera . . . . . mínima	4.5 Ug 20 mm	1.5 Ug. 20 mm	—	—
Bebedero .. .. mínima	0.5 Ug 10 mm	—	0.5 Ug	—

./.

TABLA 6

Bidet	1 Ug 13 mm	1 Ug. 13 mm	---	---
Fluxómetro ... de mano de pié	6 25 mm 32 mm	---	10 Ug.	---
Excusado de tanque	3 10 mm	--- ---	5	---
Fregadero doméstico Ø 13	1	1	---	---
Fregadero, motel o restaurante	---	---	2	2
Lavabo ø 10 - Ø 10	0.5	0.5	1	1
Lavadero ø 13	2	---	3	---
Lavadora de ropa ø 13 ø 20	2	2	---	---
Regadera tibia ø 13 - ø 13	1	1	2	2
Tina " "	1	1	2	2
Urinario de colgar o de piso con fluxómetro Ø 20	---	---	5	---
Urinario de colgar o de piso con tanque Ø 13	---	---	3	---
Urinario de pedestal con fluxómetro de mano ø 25	---	---	10	---
Vertedero Ø 13 - Ø 13	1	1	1.5	1.5

Ug = Unidad de gasto ó unidad de mueble.

Conocido el número de unidades mueble de los núcleos, se van acumulando en los tramos de la columna de alimentación hasta totalizarlos en la tubería de la red general de distribución.

./.

Para obtener el gasto de la tubería, interviene un factor de uso simultáneo ya que no es posible que exista la posibilidad de que todos los usuarios y en forma simultánea operen las llaves del servicio al 100% de ellas por lo tanto, o- mayor número de muebles, dicho factor se reducirá. Existen las curvas de Hunter que dan el máximo consumo probable de acuero con el número de unidades muebles, diferenciando la curva correspondiente al predominio de los muebles de sistema normal o el de los muebles de fluxómetro.

Obteniendo el gasto del ramal o columna de alimentación, puede utilizarse monograma para obtener el diámetro de las tuberías, de acuerdo con la calidad de - éstas y con la pérdida de presión que se deseé.

Cabe hacer notar que las curvas de Hunter, tienen márgenes muy ámplios de seguridad. VER FIGURA 5 y 6

Para facilitar el cálculo de las pérdidas de presión, existen tablas que dan - la equivalencia de las conexiones considerándolas como tramos de tubería recta.

VER TABLA 7

Las pérdidas de carga podemos calcularlas con la fórmula

$$hf = f \frac{I}{d} \frac{v^2}{2g}$$

f = 0.05 en diámetros de 13 a 25mm

f = 0.04 en diámetros de 32 a 50mm

f = 0.03 en diámetros de 60 a 150mm

l = Longitud equivalente de tubería (tubería más conexiones)
d = Diámetro de la misma
v = Velocidad = Q/A
g = Aceleración de la gravedad

Sin embargo no es estrictamente exacto, ya que las coeficientes varían en función de las condiciones de la superficie interna de las tuberías y la propia - velocidad.

./.

La velocidad máxima permitida dentro de las tuberías es de 3 mts./seg., dado que a partir de ésta se percibirá la circulación del agua dentro de ellas -- transmitiéndose por toda la construcción, ocasionando ruidos molestos.

TABLA 7

LONGITUD DE TUBOS EQUIVALENTE A CONEXIONES Y VALVULAS							
Diámetro	Longitud equivalente (m)						
Conexiones	L 90°	L 45°	T	cop. T	V. comp.	V. glob.	V. ángulo
10	.30	.18	.46	.09	.06	2.40	1.20
13	.60	.37	.91	.18	.12	4.60	2.40
19	.75	.46	1.20	.25	.15	6.10	3.65
25	.90	.55	1.50	.27	.18	7.60	4.60
32	1.20	.75	1.80	.37	.24	10.70	5.50
38	1.50	.90	2.15	.46	.30	13.70	6.70
50	2.15	1.20	3.00	.60	.40	16.80	8.55
64	2.45	1.50	3.65	.75	.50	19.80	10.40
75	3.00	1.85	4.60	.90	.60	24.40	12.20
* 90	3.65	2.15	5.50	1.10	.73	30.50	15.25
100	4.30	2.45	6.40	1.20	.82	38.10	16.80
* 125	5.20	3.00	7.60	1.50	1.00	42.70	21.35
150	6.10	3.65	9.15	1.85	1.20	50.30	24.40

* no usadas comunmente.

./.

TABLA 7

LONGITUD EQUIVALENTE A TUBERIA PARA DIFERENTES APARATOS				
	Diámetro del tubo			
Aparato	13	19	25	32
Calentador agua ver. 110 Lt. 19mm	1.20	5.20	17.10	
Calentador agua horz. 1101 lts. 19	.37	1.50	4.90	
Medidor de agua (sin válvulas):				
16mm. conexión de 13mm	2.05	8.55	27.45	
16mm. conexión de 19mm.	1.45	6.10	19.50	
19mm. conexión de 19mm.	1.05	4.25	13.70	
25mm. conexión de 25mm.		2.75	9.15	35.10
32mm. conexión de 25mm.		1.35	4.25	16.45
Ablandador de agua		15--61.00		

Tabla Nº 12

EQUIVALENCIAS APROXIMADAS

F	K 10 - 13 mm	K 20 - 25mm	K 32 - 40mm	50 ó mas
Codo de 90 grados	2	1.5	1.0	1.0
Codo de 45 grados	1.5	1.0	0.5	0.5
Codo de "T" de paso	1.0	1.0	1.0	1.0
Codo "T" ramal	1.5	1.5	1.5	1.5
reducción	0.5	0.5	0.5	0.5
"Y" de paso	1.0	1.0	1.0	1.0
Válvula de compuerta	1.0	0.5	0.3	0.3
Válvula de globo	16	12	9	7
Medidor de agua	20	16	13	12
Llave banqueta o inserción	4	2	1.5	1.5
Flotador	7	4	3	3.5
Válvula retención - check	16	12	9	7
columpio	8	6	4.5	3.5
vertical	8	6	4.5	3.5

Tabla Nº 12

EQUIVALENCIAS APROXIMADAS

F	K 10 – 13 mm	K 20 – 25mm	K 32 – 40mm	50 ó mas
Codo de 90 grados	2	1.5	1.0	1.0
Codo de 45 grados	1.5	1.0	0.5	0.5
Codo de "T" de paso	1.0	1.0	1.0	1.0
Codo "T" ramal	1.5	1.5	1.5	1.5
reducción	0.5	0.5	0.5	0.5
"Y" de paso	1.0	1.0	1.0	1.0
Válvula de compuerta	1.0	0.5	0.3	0.3
Válvula de globo	16	12	9	7
Medidor de agua	20	16	13	10
Llave banqueta o inserción	4	2	1.5	1.5
Flotador	7	4	3	3.5
Válvula retención – check	16	12	9	7
columpio	8	6	4.5	3.5
vertical	8	6	4.5	3.5

Para calcular pérdidas de carga en conexiones:

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

Fig. 5 CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER (PEQUEÑOS GASTOS.)

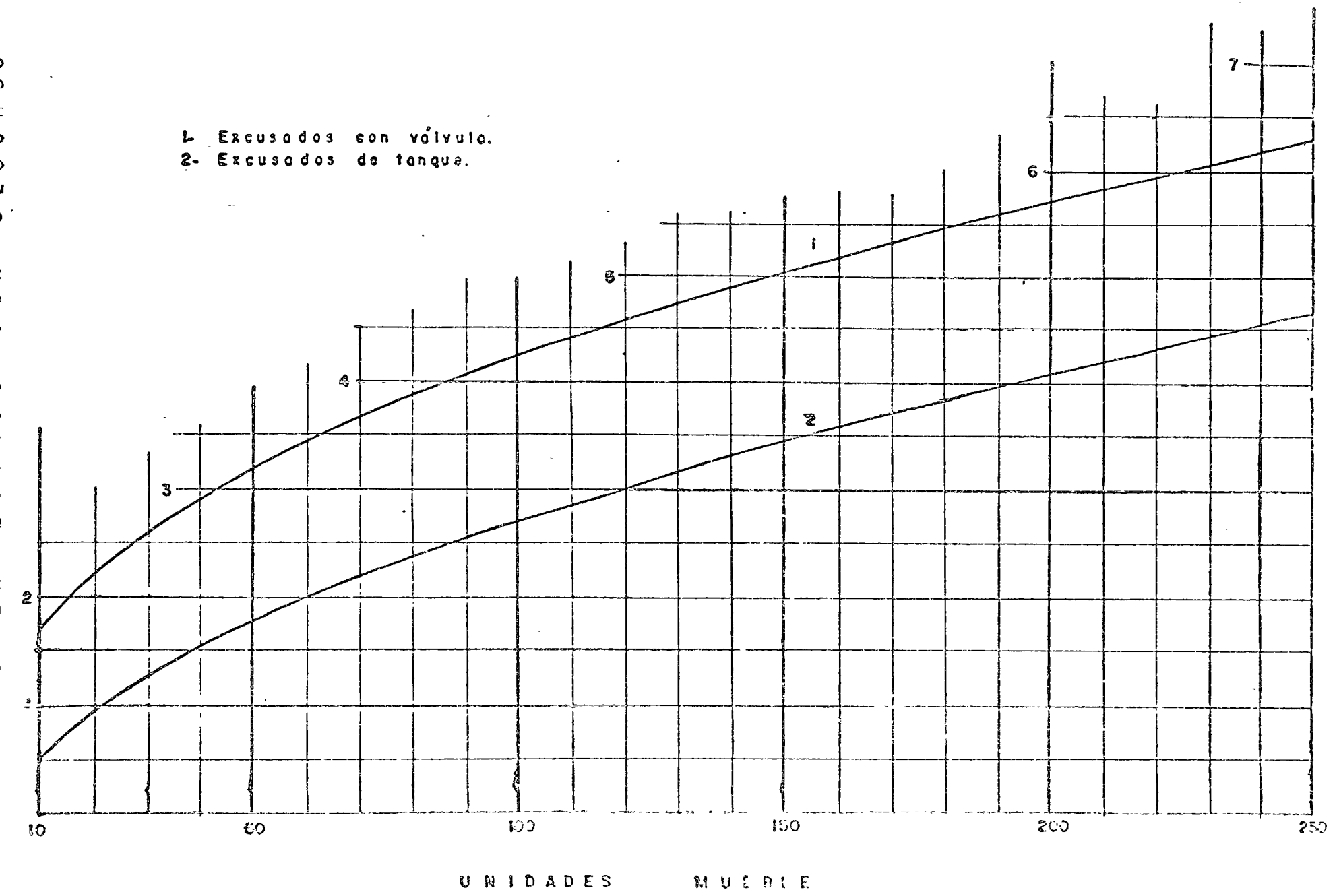
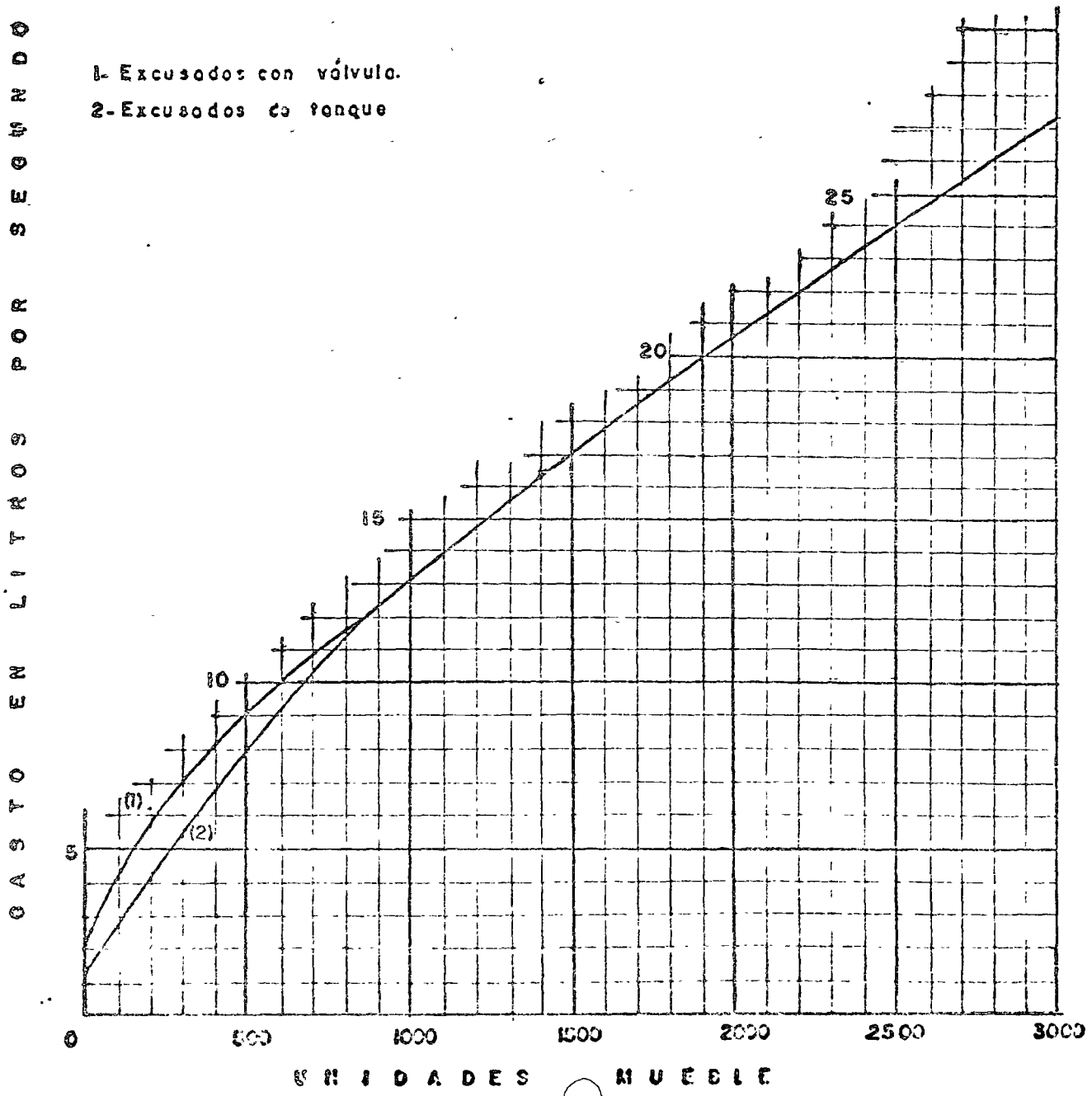


Fig. 6 CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER (GRANDES GASTOS.)



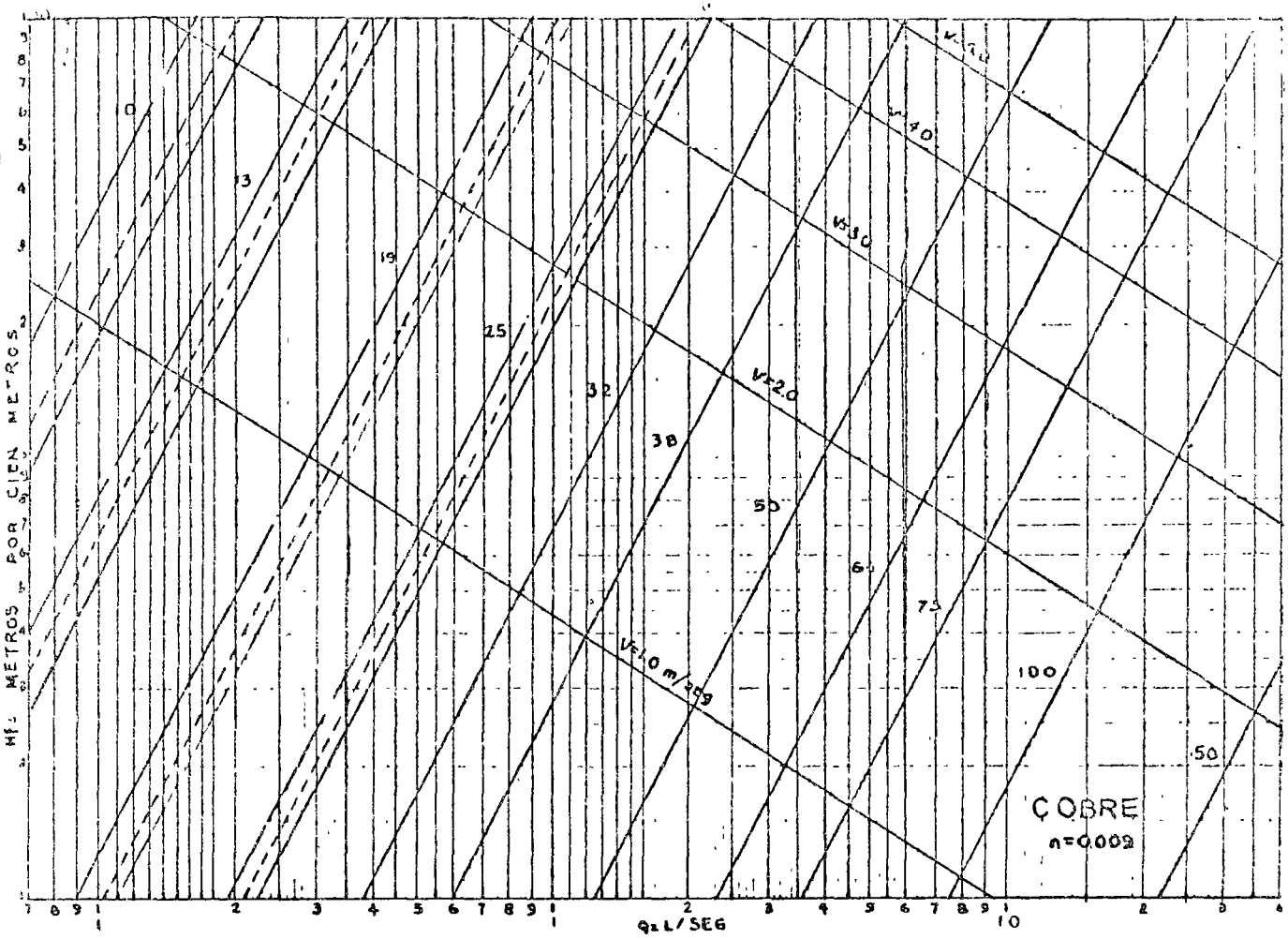
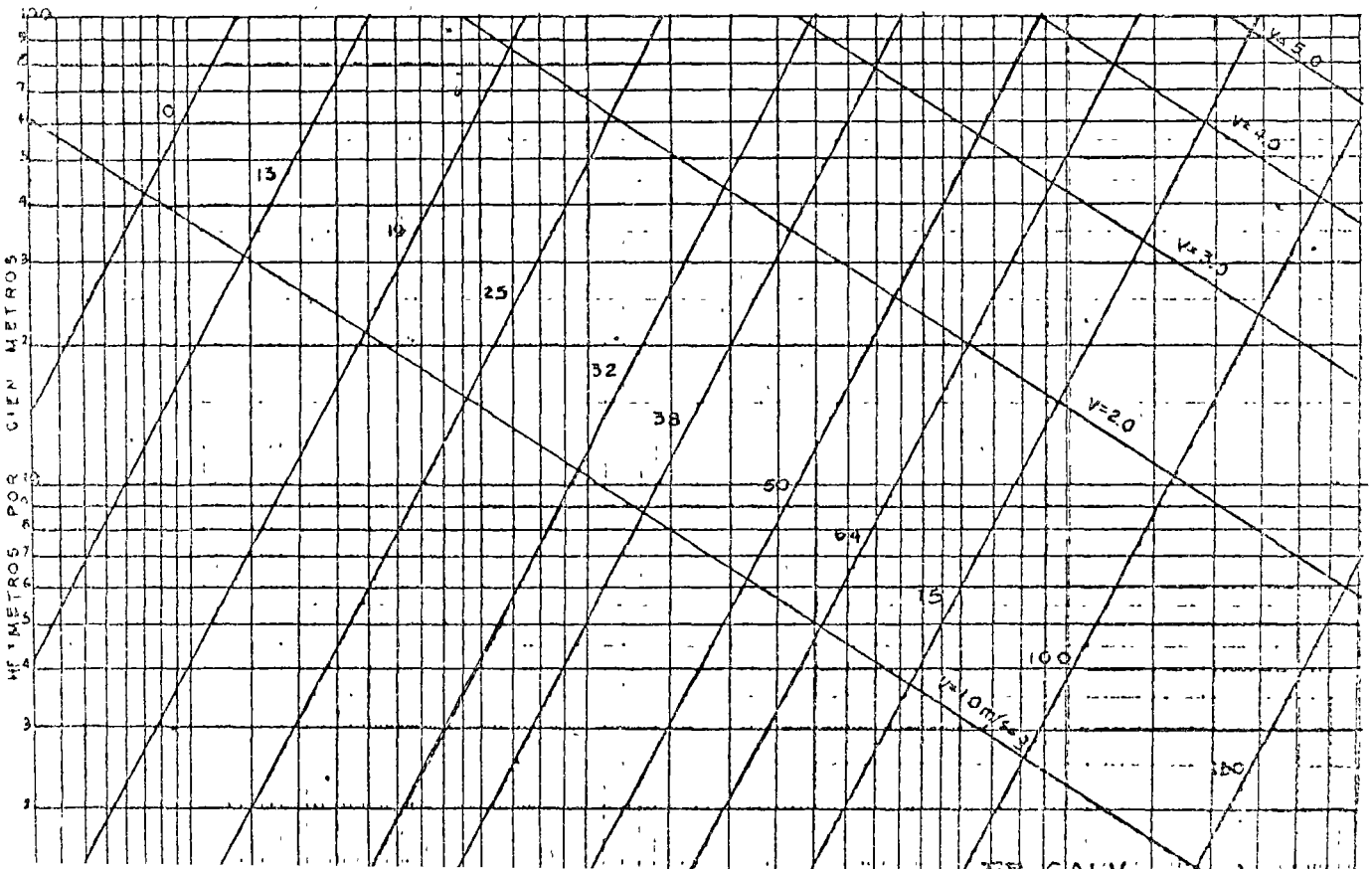

Hf: METROS POR CIEN METROS
Q: L/SEG
V=1.0 m/seg
V=2.0
V=3.0
V=4.0
V=5.0
10
13
19
25
32
38
50
64
75
100
150
COBRE
n=0.009

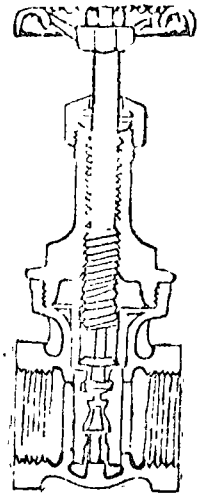
TABLA 8


Hf: METROS POR CIEN METROS
V=1.0 m/seg
V=2.0
V=3.0
V=4.0
V=5.0
10
13
19
25
32
38
50
64
75
100
150

La presión máxima admisible en los accesorios de los muebles no debe ser mayor de 3.5 Kgs/cm2 (35 mts. H) debiendo considerarse sobre los muebles más altos de la instalación 1 Kg/cm2 (10 mts.) si son de fluxómetro y 0.5 Kg/cm2 (5 mts.) si son muebles ordinarios. (mínimos 0.700 Kg/cm2 y 0.20 Kg/cm2 respectivamente).

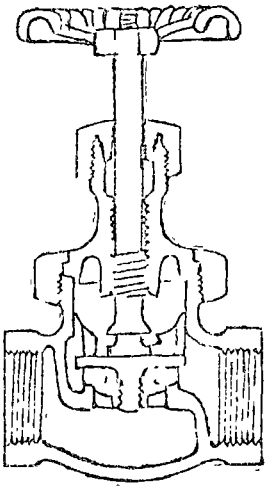
Dentro de los conceptos constructivos de la instalación hidráulica, debemos conocer lo siguiente:

VALVULAS DE SECCIONAMIENTO



Válvula de compuerta

FIG. 7



Válvula de globo

FIG. 7

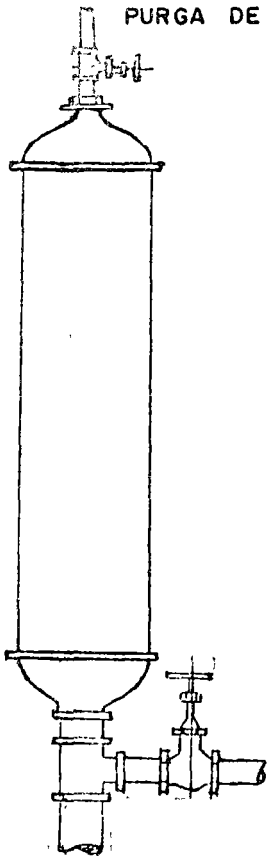
Cámaras de aire o presión

Son pequeños tubos tapados en un extremo, del mismo diámetro que la tubería

./.

de alimentación de cada mueble o columna de alimentación, con una longitud mínima de 60 cms. en las cuales se forma una cámara de aire que tiene por-objeto reducir los golpes de ariete ocasionados por el cierre brusco de -- las llaves y que hacen percibir fuertes ruidos en la instalación.

Si estas cámaras se hacen más cortas, tienen el peligro de que la circulación del agua arrastre el aire contenido en ellas y al llenarse de agua -- no cumplirán su objetivo. (ver fig. 8)



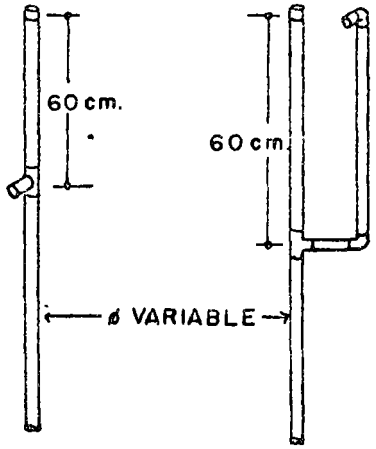


FIG 8

CAMARA DE PRESION RECARGABLE

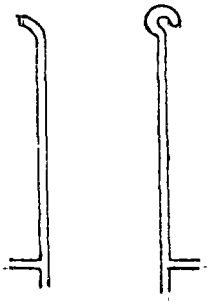


Fig 9-A Jarros de Aire.-

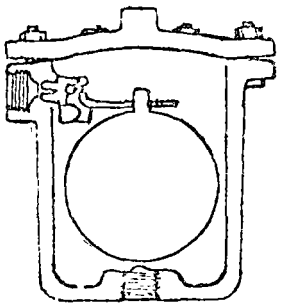


FIG 9

VALVULA ELIMINADORA DE AIRE

Jarros de Aire

Este término es muy propio de nuestro técnico manual y tiene por objeto expulsar el aire contenido en las tuberías, las cuales si no están correctamente instaladas pueden aprisionar el aire que forma verdaderos tapones que impiden la circulación del agua o que al ser expulsado por las llaves, cuando esto es posible ocasiona intermitencias molestas del flujo. Ver fig 9-A

Válvulas eliminadoras de aire

Tiene el mismo objeto que el "jarro de aire", pero se instala en los sistemas que trabajan a presión por bombeo y en los cuales no puede tenerse extremos abiertos. Son pequeños receptáculos con un elemento de flotador, el cual caé por su peso cuando hay aire dentro de la válvula, dejándolo escapar y cerrándose cuando el agua vuelve a llenar el receptáculo. (fig. 9)

Válvulas Check

De varios tipos, como son verticales, horizontales o de columpio, con émbolos verticales o de balanceo que permiten el flujo dentro de la tubería en un solo sentido (ver. fig. 10).

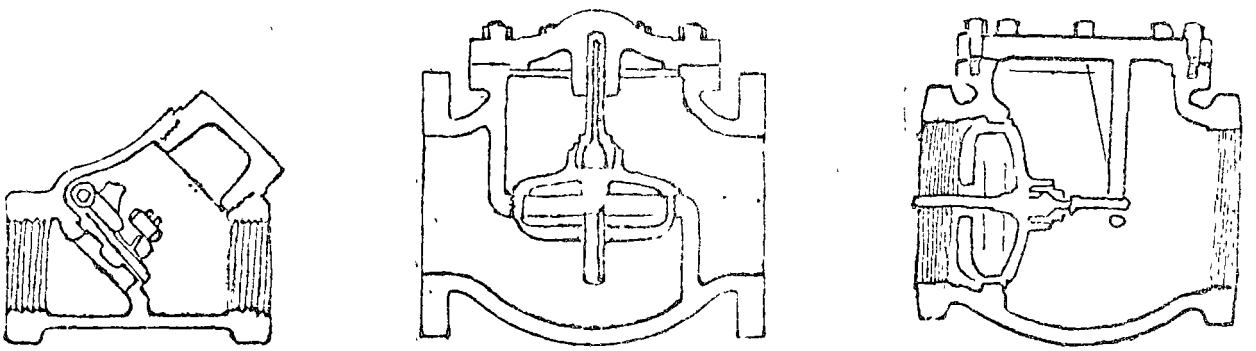


Fig. 10.- VALVULAS CHECK

Reductora de presión

Válvulas que por medio de oponer una fuerte resistencia al flujo, por medio de diafragmas y resortes, reducen la presión dentro de las tuberías. (fig. 11)

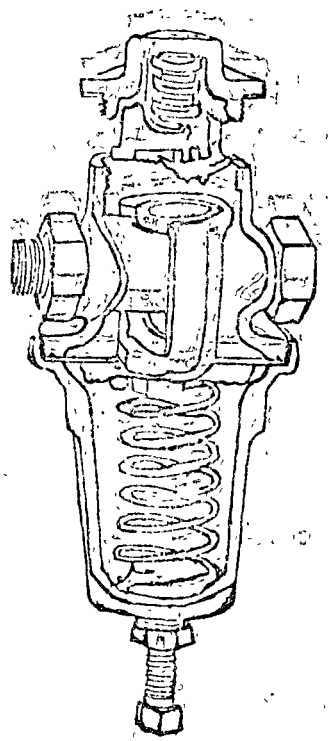


FIG. 11
VALVULA REDUCTORA DE PRESION

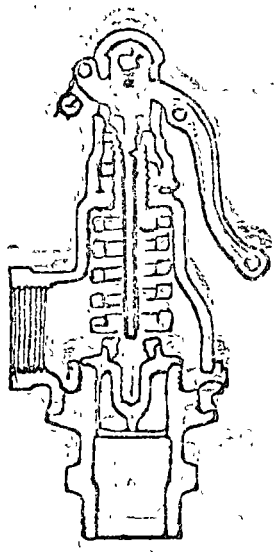


FIG. 12
VALVULA DE SEGURIDAD

MUEBLES SANITARIOS QUE COMO MINIMO SE REQUIEREN EN DIVERSOS TIPOS DE EDIFICIOS

HABITACIONES:

1 excusado por vivienda o departamento.
1 Lavabo.
1 Tina regadera.
1 fregadero.
1 Lavadero.

ESCUELAS

1 excusado por cada 35 niñas.

1 urinario por cada 30 niños.

1 Lavabo " " 60 personas.

1 bebedero " " 75 " .

ESCUELAS Secundarias:

1 excusado por cada 100 hombres.

1 " " 45 mujeres.

1 urinario " " 30 hombres.

1 lavabo " " 100 personas.

1 bebedero " " 75 personas.

EDIFICIOS DE OFICINAS O PUBLICOS.

1 persona por cada 10 m2.

1	excusado	1 - 15	personas
2	"	16 - 35	"
3	"	36 - 55	"
4	"	56 - 80	"
5	"	81 -110	"
6	"	111 -150	"

1 más por cada 40 personas adicionales.

URINARIO.- Se suprime un excusado por cada urinario instalado sin que el número de excusados sea menor que de 2/3 de lo anotado.

1	lavabo	1 - 15	personas
2	lavabos	16 - 35	personas
3	lavabos	36 - 60	personas
4	lavabos	61 - 90	personas
5	lavabos	91 - 125	personas

1 adicional por cada 45 peronas más o fracción.

1 bebedero por cada 75 personas. No se deben instalar dentro de los sanitarios.

./.

ESTACIONAMIENTOS FABRILES.
(Talleres, fundiciones)

1	excusado	1	-	15	personas.
2	"	16	-	35	"
3	"	36	-	60	"
4	"	61	-	90	"
5	"	91	-	125	"

1 adicional por cada 30 personas adicionales.

URINARIO.- Se suprime un excusado por cada urinario que se instale sin que el número de excusados se reduzca a menos, de 2/3 de los arriba indicados.

1 lavabo por cada 100 personas.

1 lavabo más por cada 10 personas adicionales. - - Cuando hay peligro de contaminación de la piel - con materias venenosas, infecciosas o irritantes, instalar un lavabo por cada 5 personas. En otros- casos puede instalarse un lavabo por cada 15 personas. Cada 60 cms. de lavabo corrido o cada 45cm. de lavabo circular común, con llaves de agua por- cada espacio, se considerán equivalentes a un lavabo.

1 regadera por cada 15 personas, si en su trabajo - están expuestos a calor excesivo o a contamina- - ción de la piel con sustancias venenosas, infec-- ciosas o irritantes.

1 Bebedero por cada 75 personas..

DORMITORIOS

1 excusado por cada 10 hombres.

1 excusado por cada 8 mujeres.

./.

Si hay más de 10 personas, agregar un excusado por cada 25 hombres adicionales y un excusado por cada 20 mujeres con exceso de 8.

1 urinario por cada 25 hombres, si hay más de 150 hombres agregar un urinario por cada 50 hombres adicionales.

1 lavabo por cada 12 personas. Agregando un lavabo por cada 20 hombres y uno por cada 15 mujeres. Se recomienda poner lavabos dentales adicionales en los sanitarios comunes.

1 regadera por cada 8 mujeres y además

1 tina por cada 30 mujeres. Para más de 150 personas agregar una regadera por cada 20 personas.

1 bebedero por cada 75 personas.

1 vertedero por cada 100 personas.

1 lavabo por cada 50 personas.

CINES, TEATROS AUDITORIOS

1	excusado	para hombres	1 - 100	personas
1	"	" mujeres	1 - 100	"
2	"	" hombres	101 - 200	"
2	"	" mujeres	101 - 200	"
3	"	" hombres	201 - 400	"
3	"	" mujeres	201 - 400	"

Para más de 400 personas se agregará un excusado por cada 500 hombres y un excusado por cada 300 mujeres más.

1	urinario	para	1 - 200	hombres
2	"	"	201 - 400	"
3	"	"	401 - 600	"

1 urinario adicional por cada 500 hombres más

1	lavabo	para	1 - 200	personas
2	"	"	201 - 401	"

./.

3 lavabos para 401 - 750 personas

SERVICIOS PROVISIONALES SANITARIOS PARA TRABAJADORES:

1 excusado y un urinario por cada 30 trabajadores.

Si se usan urinarios corridos se considerán las siguientes equivalencias:

50 cms. lineales = 1 urinario.

90 - 1.20 = 2 urinarios.

1.50 = 3 urinarios.

1.80 = 4 urinarios.

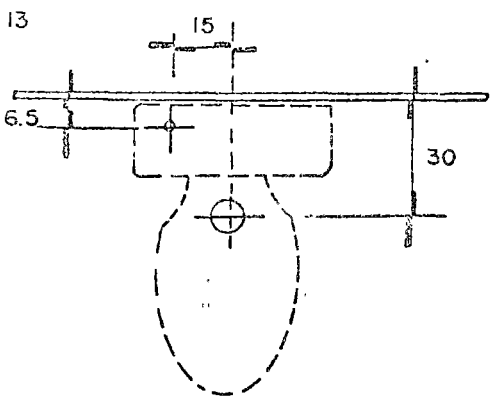
COMENTARIOS GENERALES:

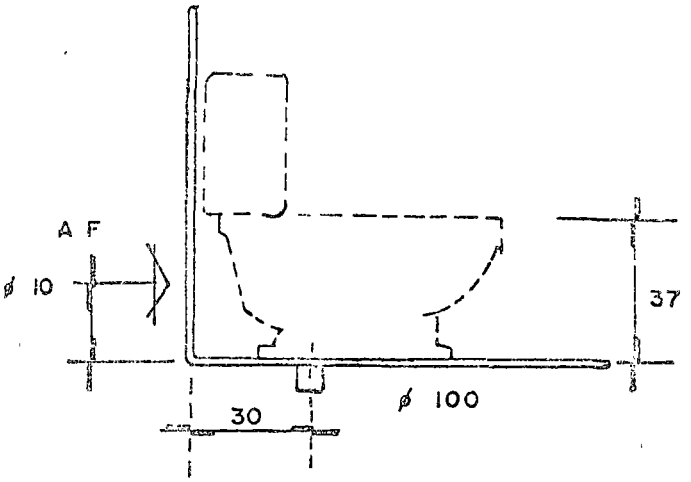
Al aplicar los criterios expuestos debe tomarse muy en cuenta la accesibilidad de los muebles sanitarios, ya que al ceñirse únicamente a los valores númericos especificados pueden resultar soluciones inadecuadas para el establecimiento de que se trate. Así, por ejemplo, en escuelas de varios pisos deberá haber sanitarios en cada piso de salones de clase.

GUIA MECANICA DE ALIMENTACION Y DESAGUES DE MUEBLES SANITARIOS

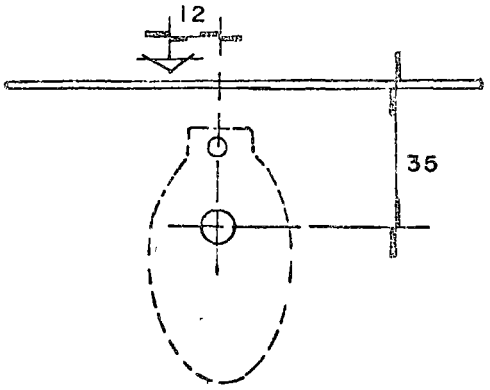
Preparado por: Ing. Sergio Zepeda Cornejo.

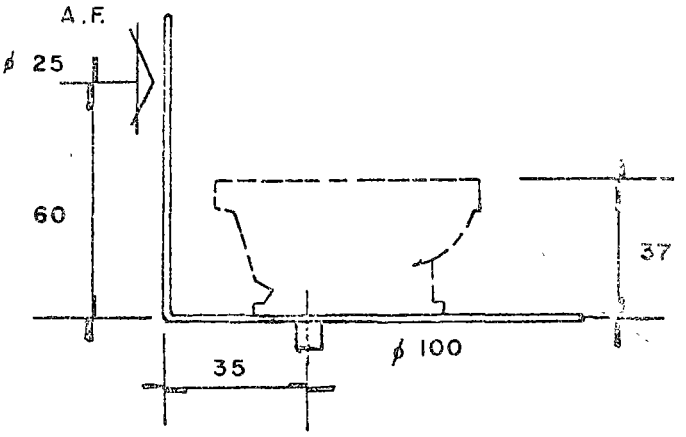
FIG. 13



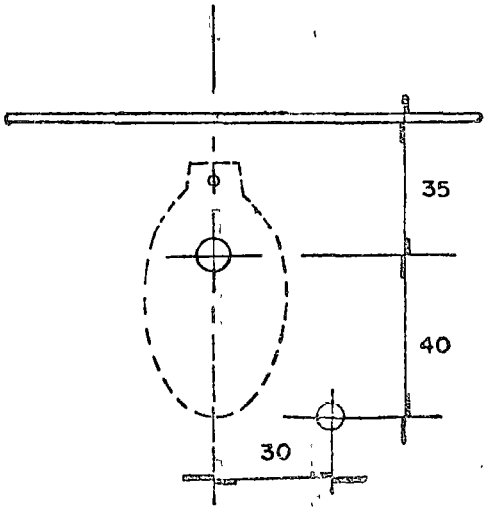


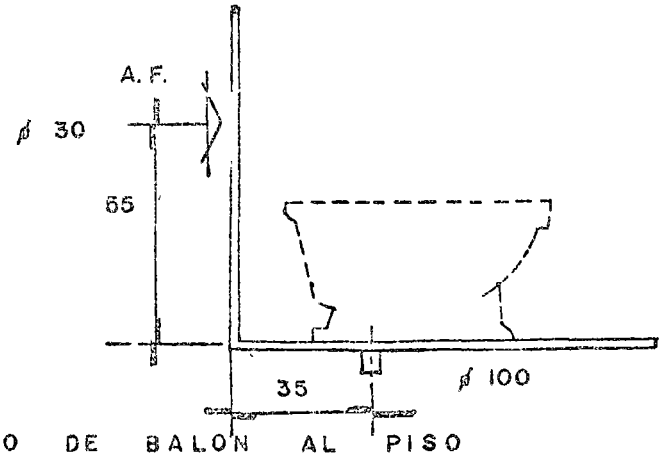
INODOROS DE TANQUE BAJO





INODOROS CON FLUXOMETRO DE PALANCA



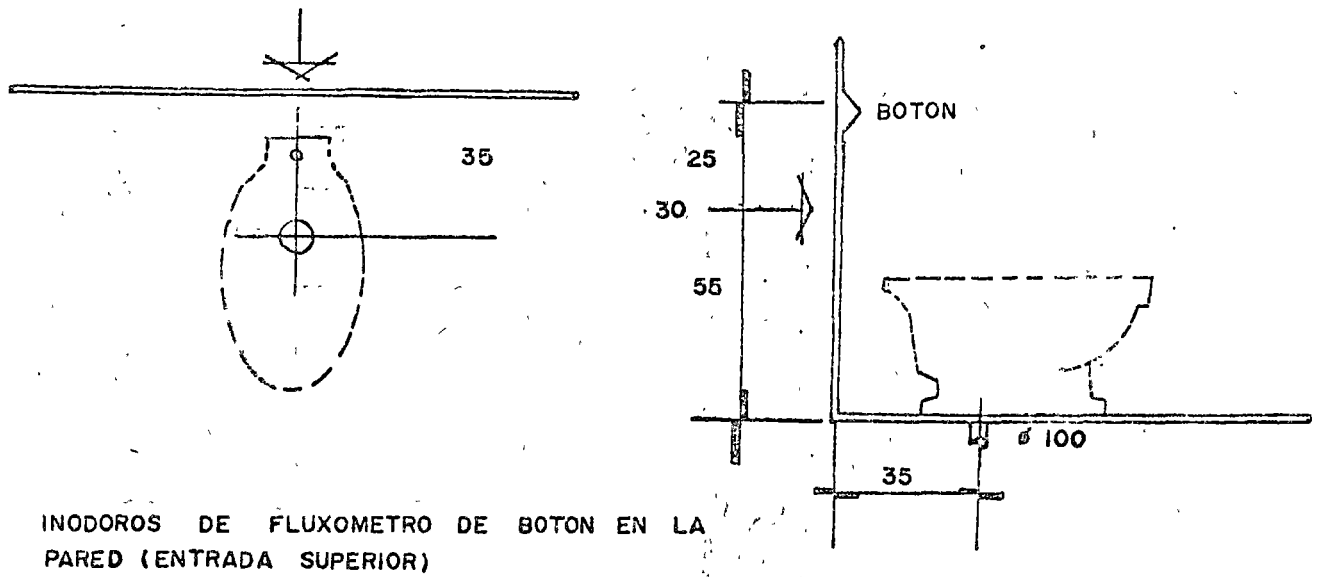


INODOROS CON FLUXOMETRO DE BALON AL PISO

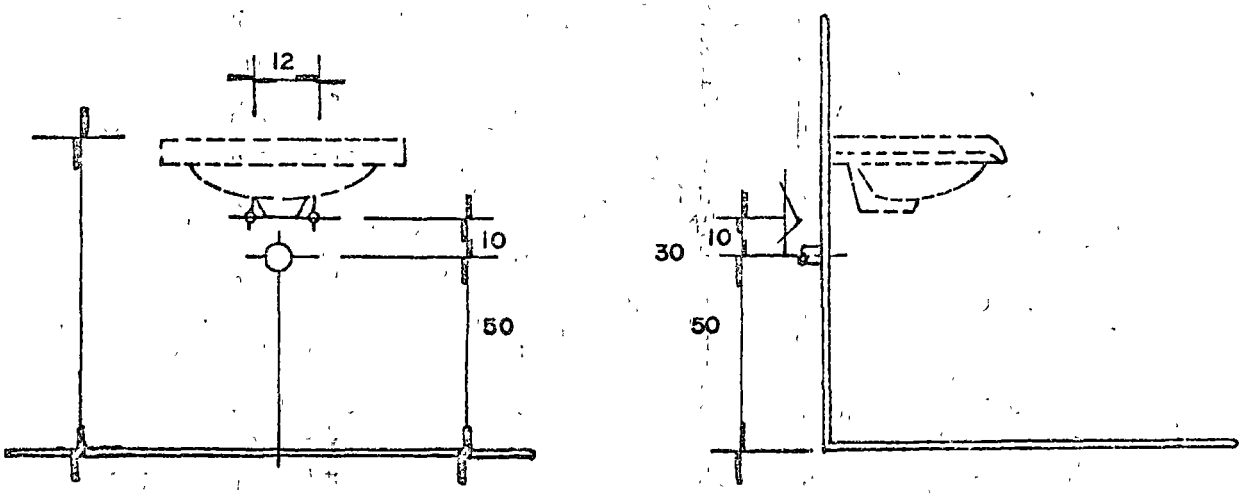
Preparados por Sergio Zepeda

FIG . 14

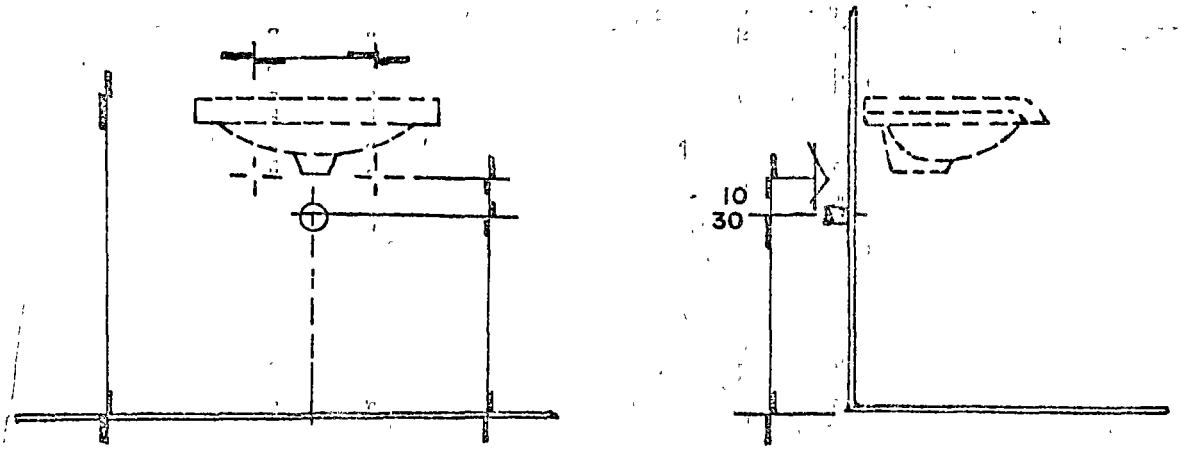
Preparado por: Ing. Sergio Zepeda Cornejo



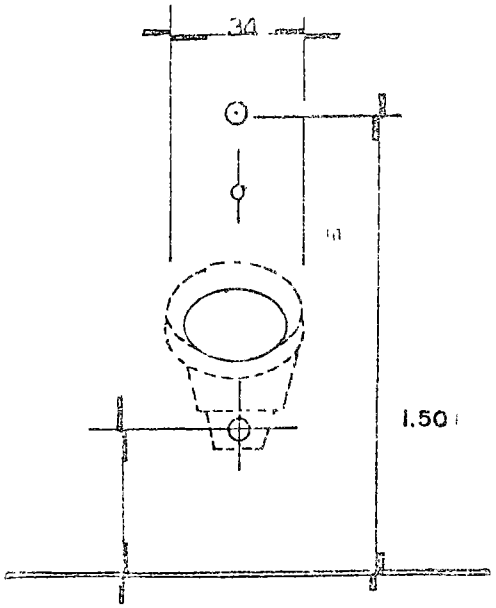
INODOROS DE FLUXOMETRO DE BOTON EN LA PARED (ENTRADA SUPERIOR)

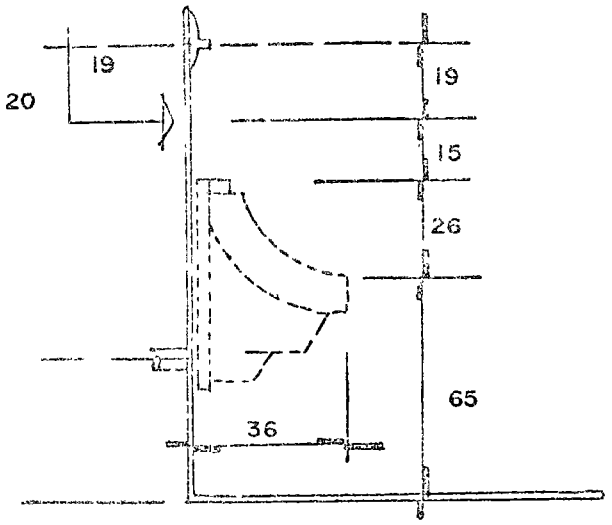


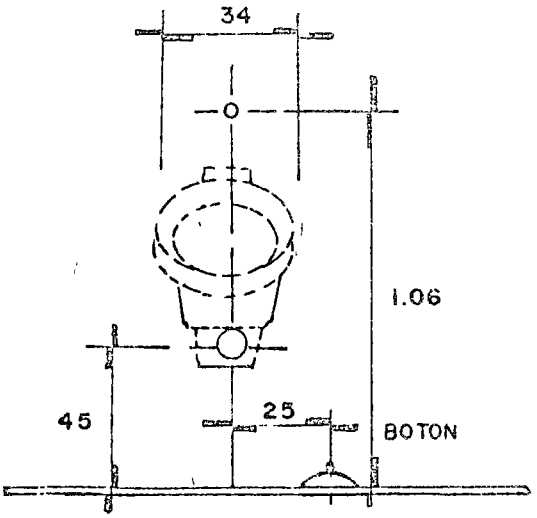
LAVABO DE PARED, TALADRO A 12 Cm.
(INDIVIDUALES O MEZCLADORA)

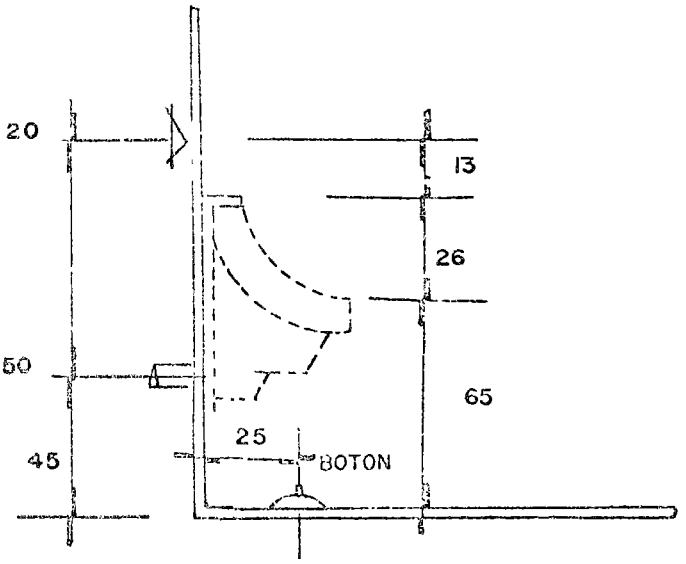


Preparado por: Ing. Sergio Zepeda Cornejo

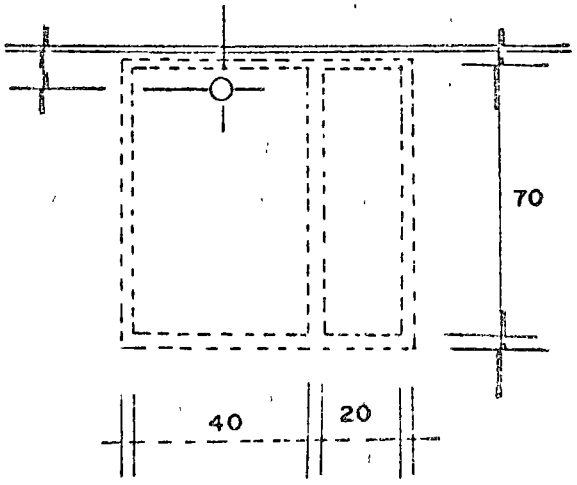


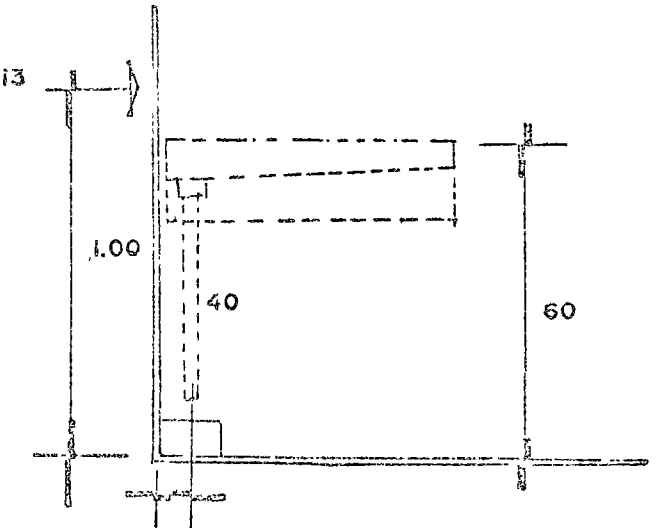






MINGITORIOS CON FLUXOMETRO DE BOTON AL PISO
SIFON INTEGRAL

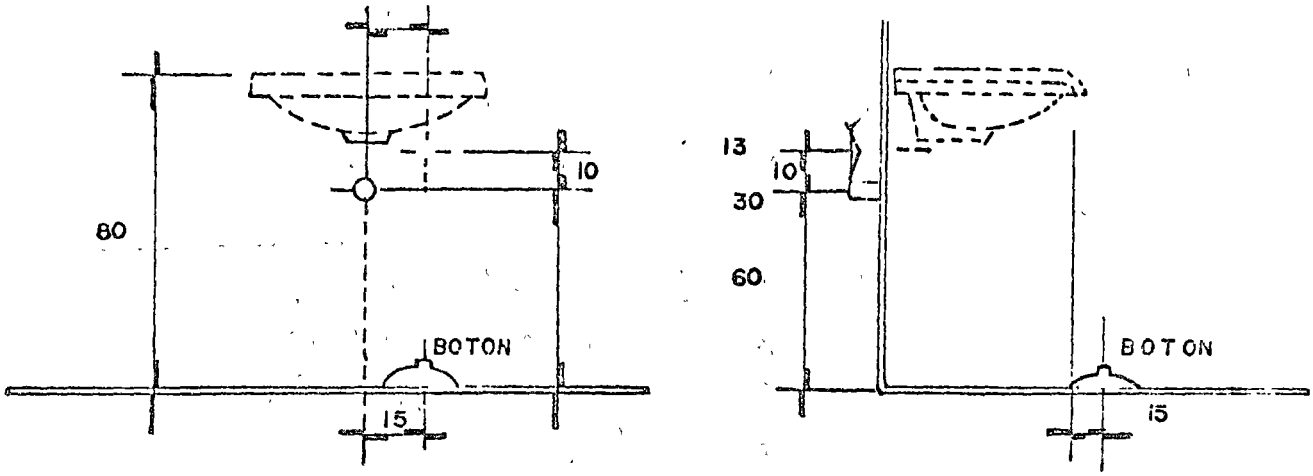




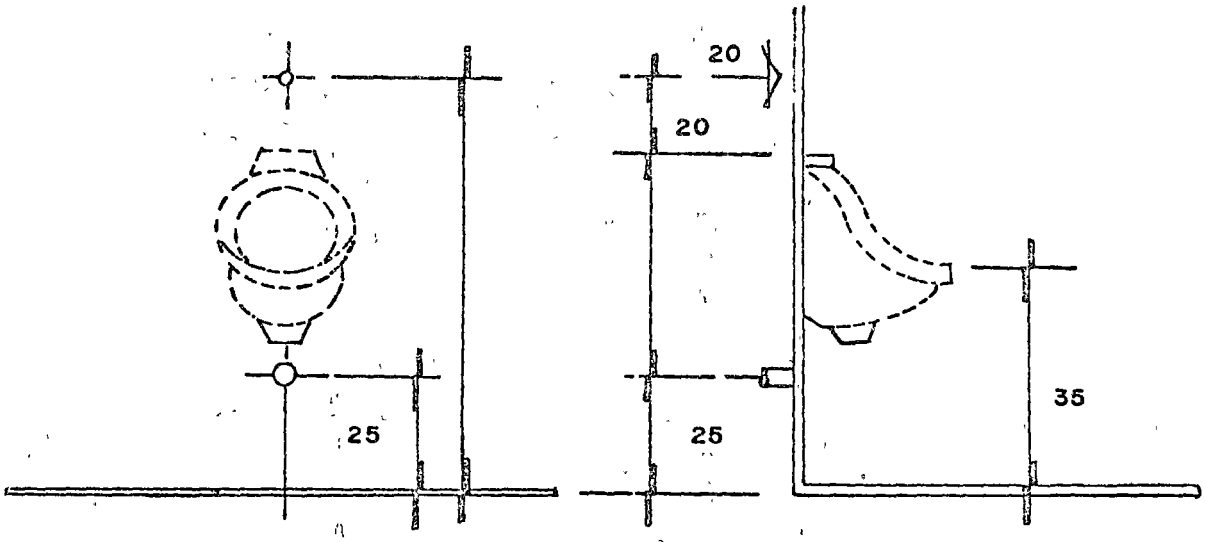
LAVADERO CON LLAVE DE NARIZ

FIG. 16

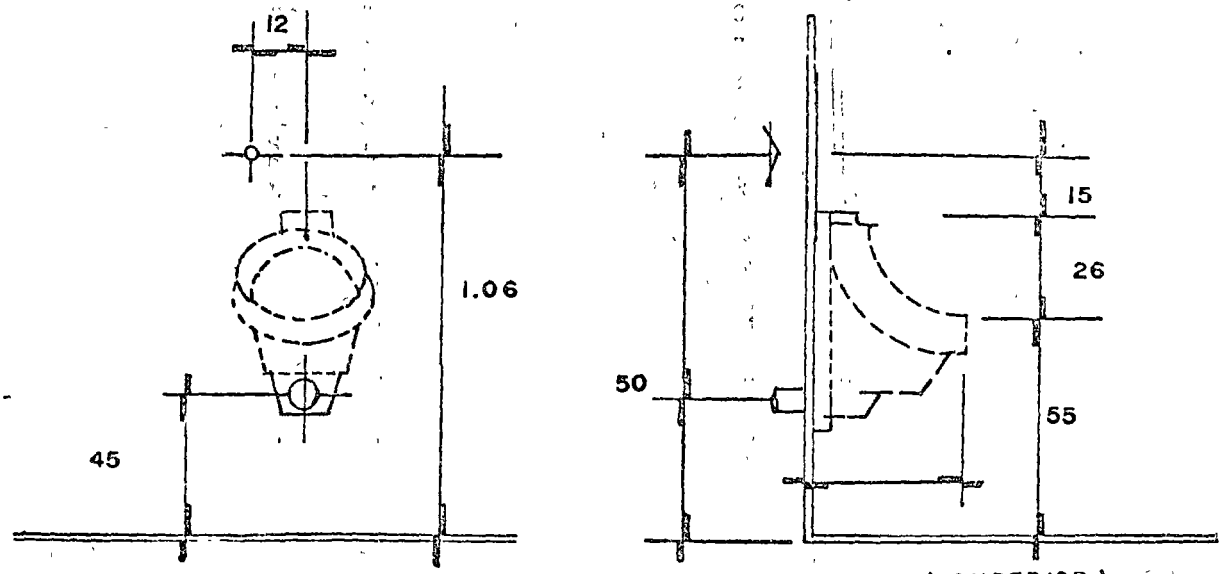
Preparado por: Ing. Sergio Zepeda Consejo



LAVABOS CON VALVULA DE BOTON EN EL PISO.



MINGITORIOS CON LLAVE DE RESORTE, SIFON EXTERIOR



MINGITORIOS CON FLUXOMETRO DE PALANCA (ENTRADA SUPERIOR)

FIG. 17

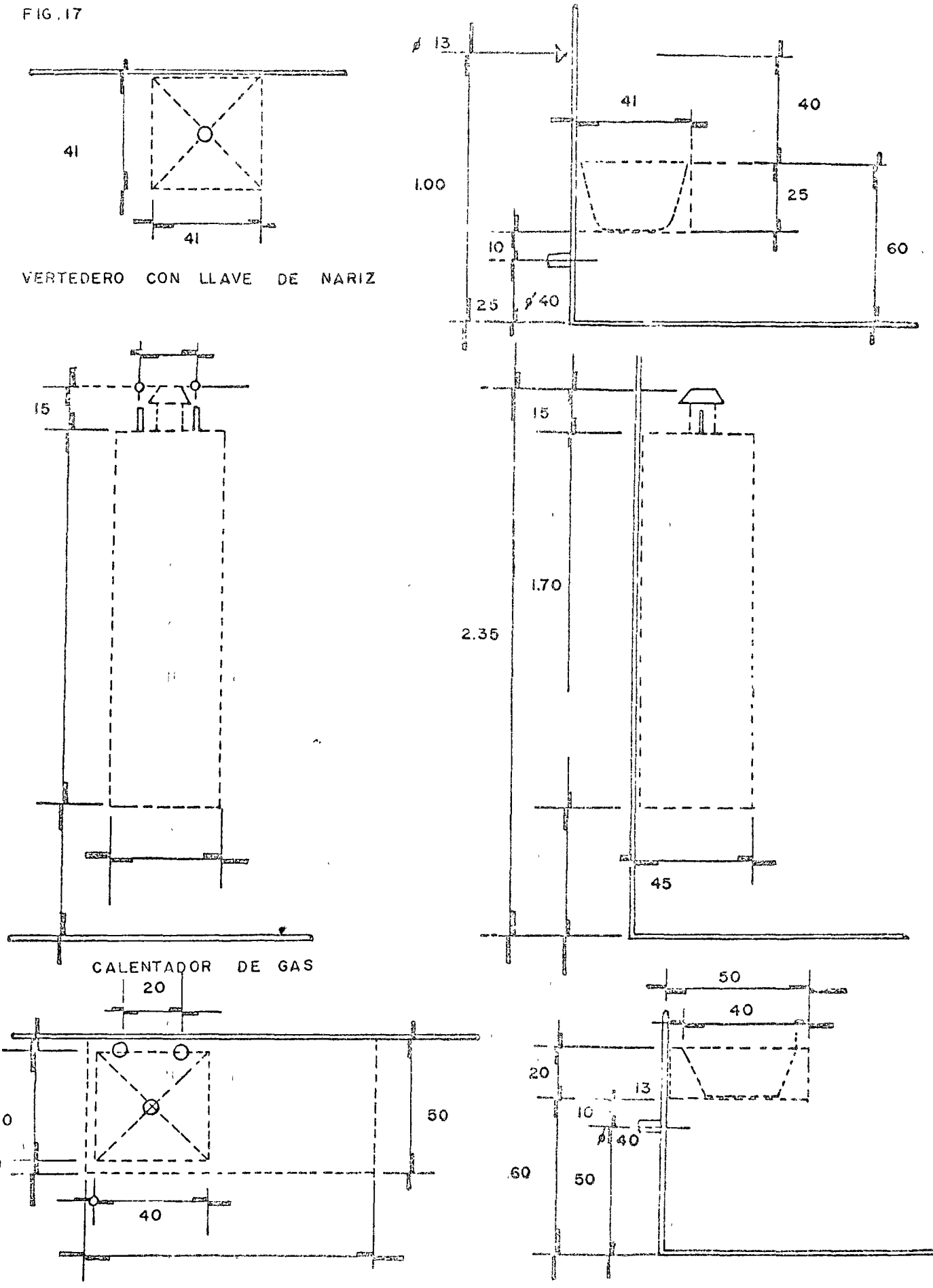
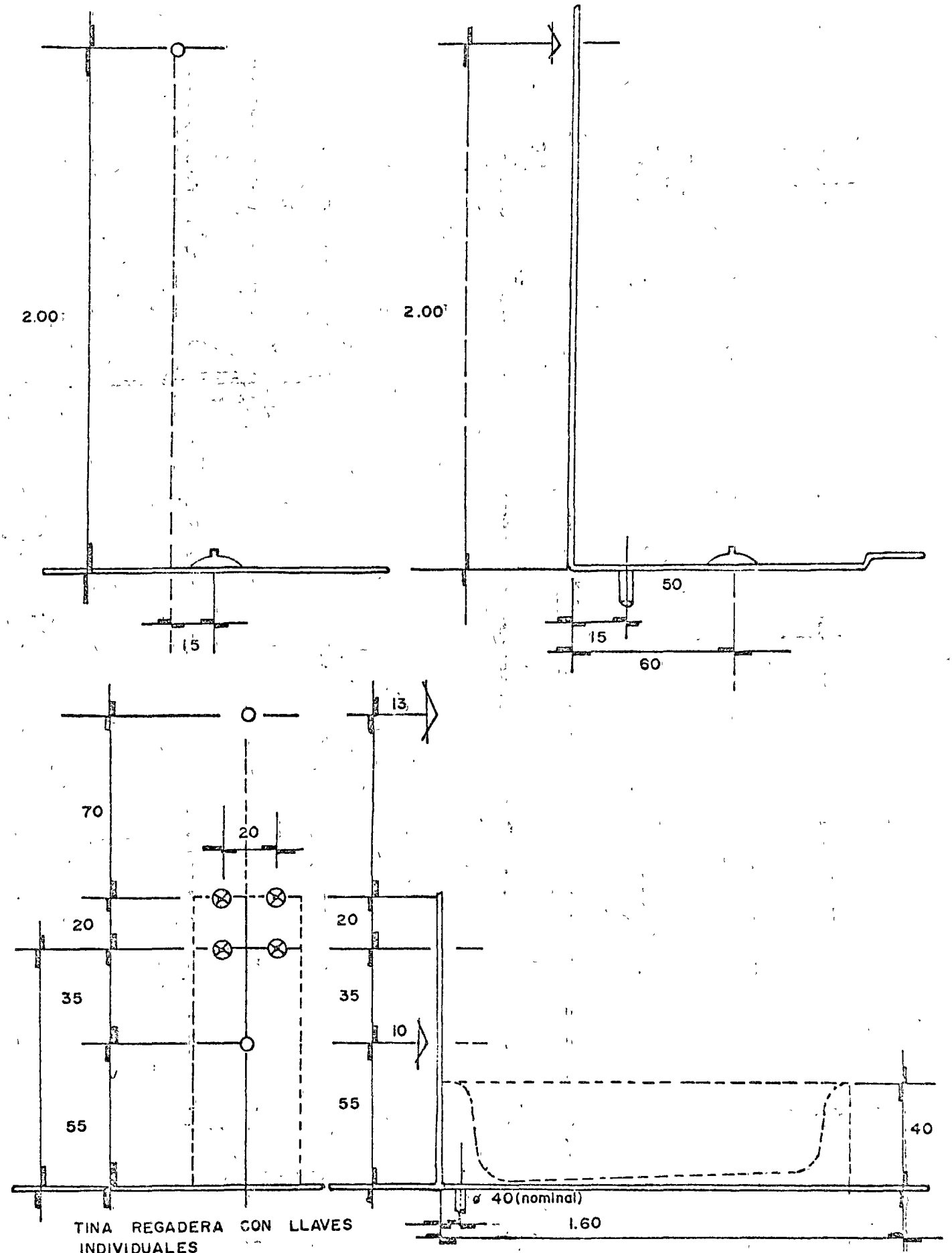
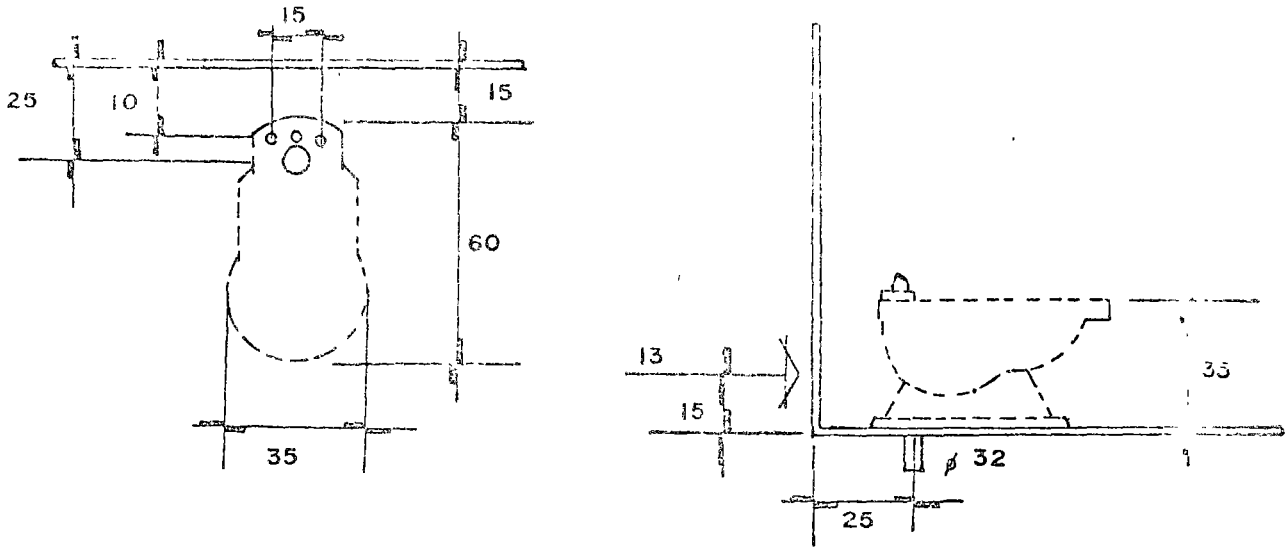

41
41
VERTEDERO CON LLAVE DE NARIZ
ø 13
41
40
1.00
25
10
60
25
ø 40
15
15
1.70
2.35
45
CALENTADOR DE GAS
20
40
50
10
40
50
40
20
13
10
ø 40
60
50

FIG.18

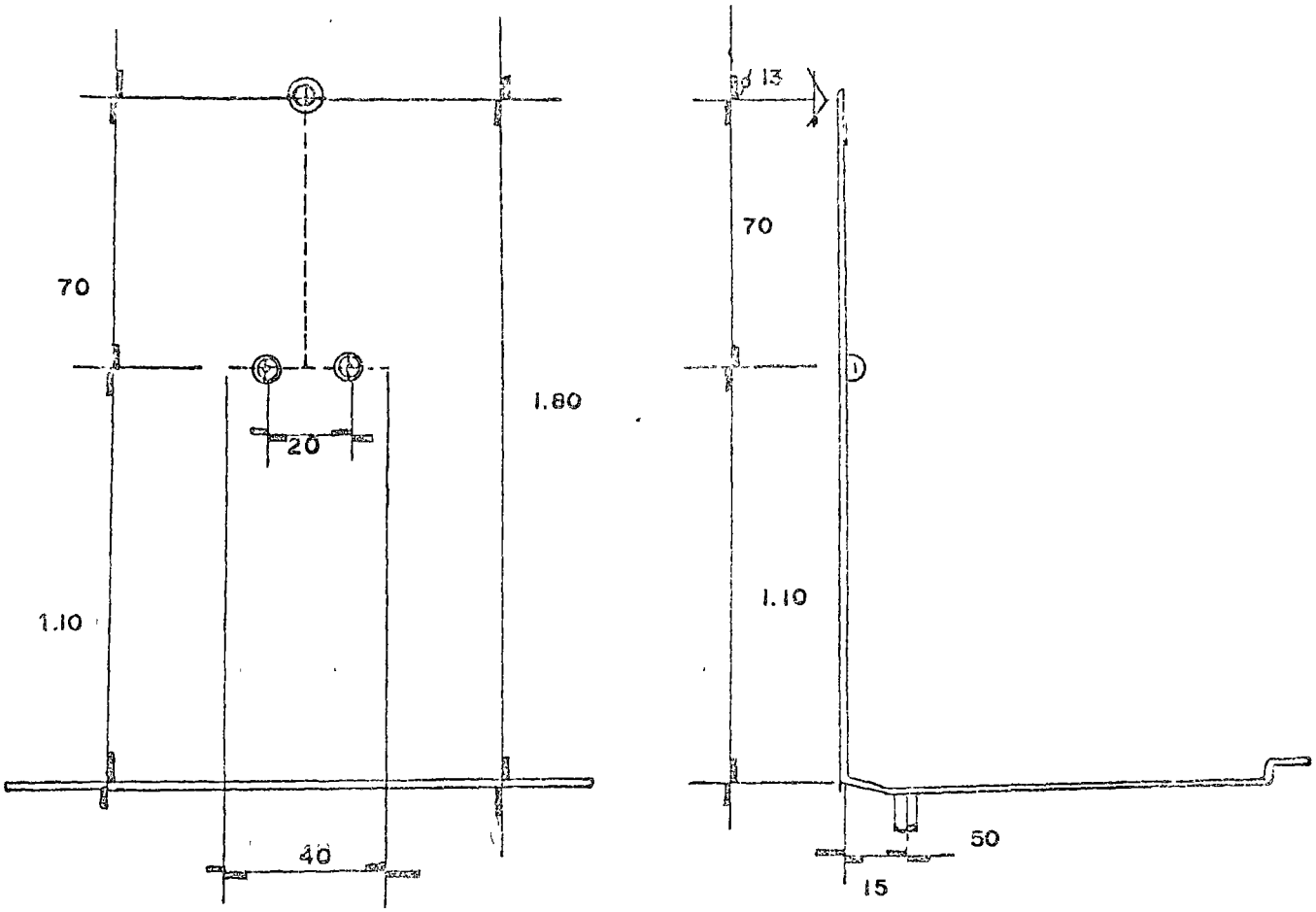
Preparado por: Ing. Sergio Zepeda Cornejo



TINA REGADERA CON LLAVES INDIVIDUALES

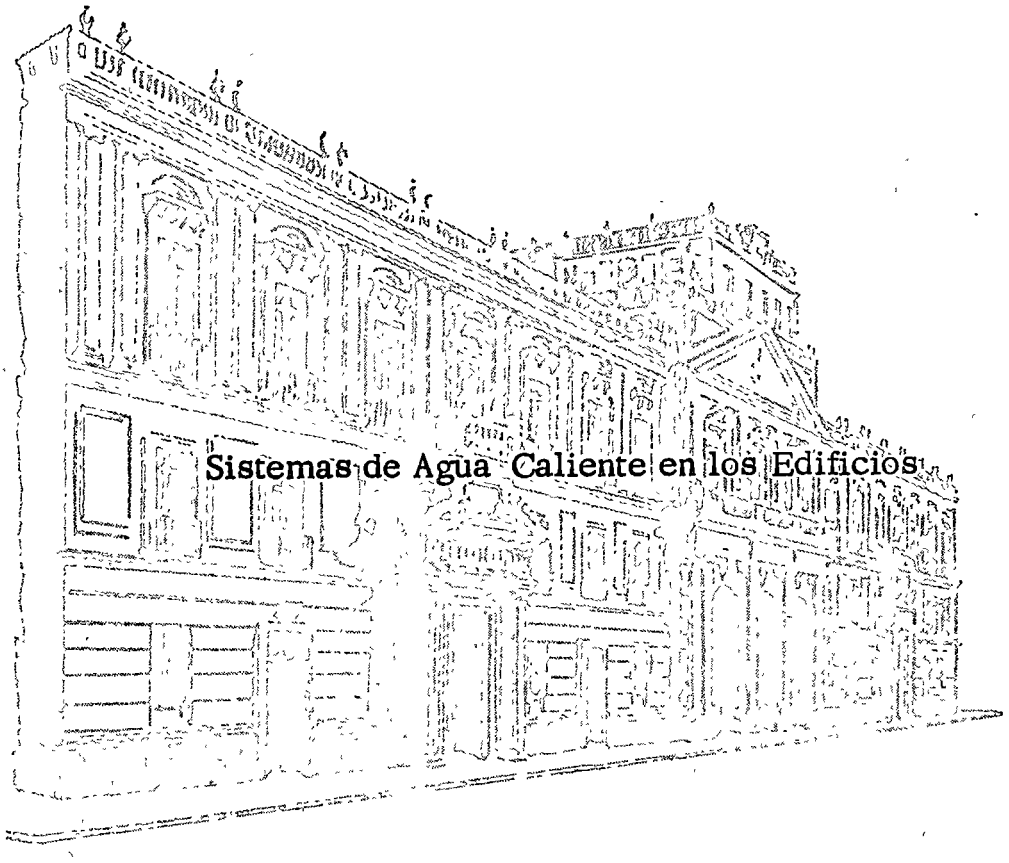


BIDET CON LLAVE MEZCLADORA



centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

INSTLACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS



Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D F. Tels: 521-40-23 521-73-35 5123-123

INSTALACIONES HIDRAULICAS

SISTEMAS DE AGUA CALIENTE EN LOS EDIFICIOS

EQUIPO DE CALENTAMIENTO

A).- Calentadores del tipo de paso (Q max = instantáneo), son calentadores con serpentines interiores en cuyo interior circula el agua y que debido a su gran superficie de contacto, provocan un rápido incremento de la temperatura del líquido.

El pequeño diámetro del serpentín no permite grandes flujos y lo limitan para el uso de un mueble generalmente. VER FIG. 20

VISTA INTERIOR DEL CALENTADOR

1.- BOTON PARA ABRIR EL PASO DEL GAS AL PILOTO.
2.- QUEMADOR DEL PILOTO
3.- TORNILLO REGULADOR DEL AGUA
4.- VENTURI
5.- FILTRO DE AGUA
7.- TORNILLO REGULADOR DEL DISPOSITIVO DE IGNICION.
8.- ENTRADA DE AGUA FRIA
9.- ENTRADA DE GAS
10.- SALIDA DE AGUA CALIENTE

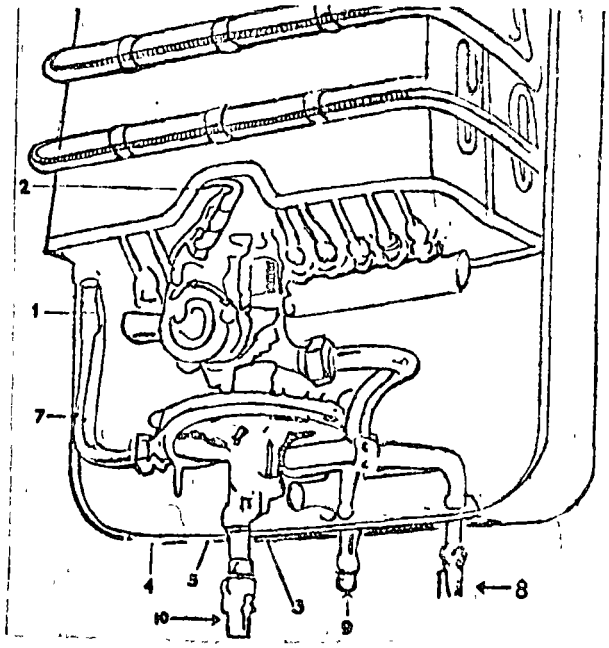
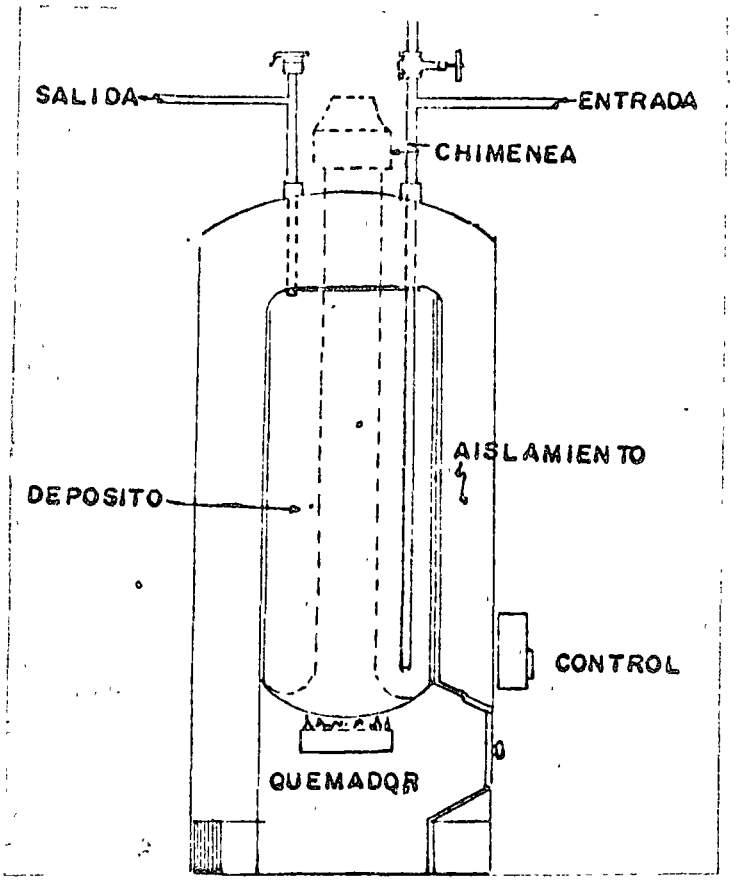


FIG. 20

CALENTADOR DE PASO

B).- Calentadores del tipo de almacenamiento (Q. max. Horario), son aparatos formados por un recipiente de capacidad variable con un elemento productor de calor en su interior (eléctrico, vapor o agua caliente) o exteriormente (gas, diesel, étc.). VER FIG. 21

FIG. 21



CALENTADOR DE ALMACENAMIENTO

En los calentadores de gas el recipiente está formado por un cilindro hueco, teniendo poca superficie de contacto con el fuego, por lo que incrementan lentamente la temperatura, con una eficiencia del 50% al 60% solamente.

Los calentadores con el elemento interior tienen una eficiencia mayor, a pesar de su baja eficiencia, los calentadores de almacenamiento son preferibles por poder abastecer mayor número de muebles en forma simultánea.

Al calcular la capacidad de los calentadores de depósito hay que tener en cuenta que el recipiente no contiene agua caliente en su totalidad, sino que se establecen zonas de agua muy caliente en su parte superior, templada en su zona intermedia y fría en la inferior, provocada por la diferencia de densidades del agua fría y caliente y por lo tanto, hay que estimar solamente en 75% de agua caliente, la capacidad del aparato.

SISTEMAS CENTRALES DE AGUA CALIENTE

Los sistemas centrales de agua caliente pueden ser considerados así mismo, de paso o de almacenamiento, pero dado que los primeros requieren mayores elementos productores de calor y los segundos pueden tomar las grandes demandas, con mayor facilidad, son preferidos éstos en el mayor número de los casos.

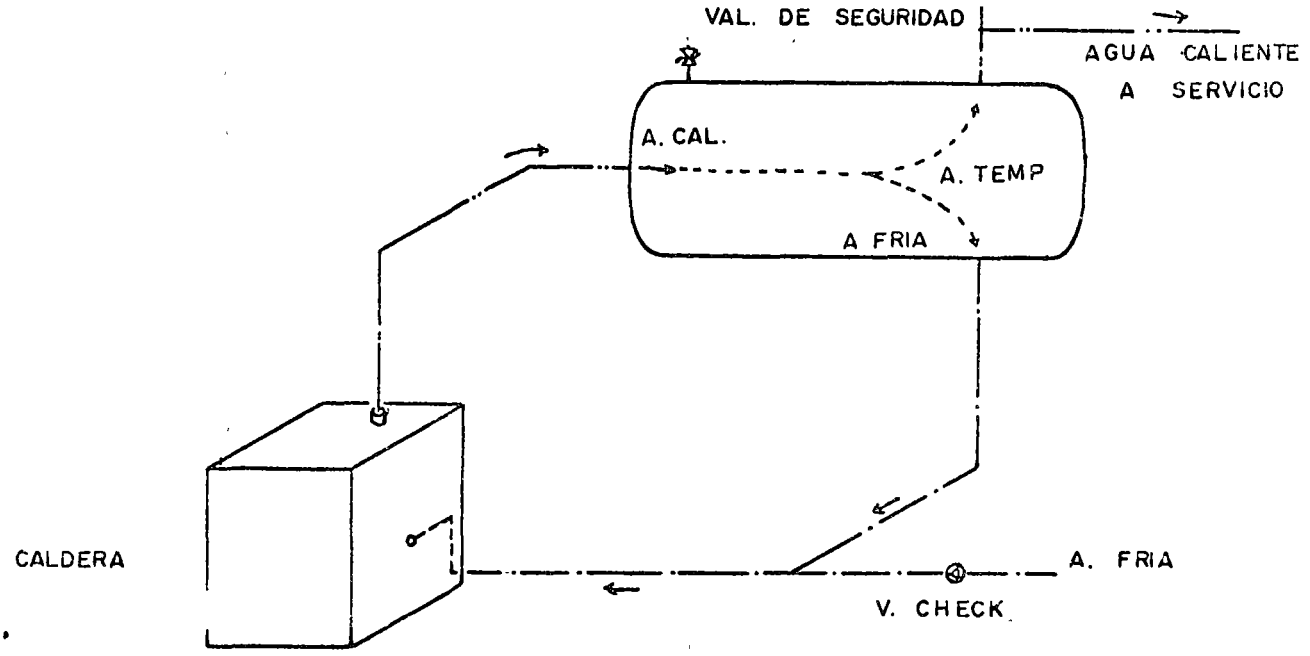
A.- CALDERAS DE AGUA CALIENTE

Pueden considerarse como grandes calentadores con su tanque de almacenamiento interior o exterior.

Nos ocuparemos de los que tienen su tanque exterior, ya que son los que corresponden a sistemas de grandes edificios.

El aparato en sí contiene únicamente el elemento productor de calor y el serpentín de tubos de cobre o celdas de fierro fundido que transmiten el calor al líquido, el cual sale por tuberías hacia el tanque de almacenamiento de agua caliente, estableciéndose una circulación por termosifón o forzada entre la caldera y el tanque.

FIG. 22



CALDERA DE AGUA CALIENTE CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO

./.

La relación de la producción o recuperación de la caldera con el tanque de almacenamiento es lógicamente tal, que a mayor recuperación, menor tanque de almacenamiento, hasta el límite de utilizar la caldera como si fuera solamente de paso, situación que queda determinada por un estudio económico.

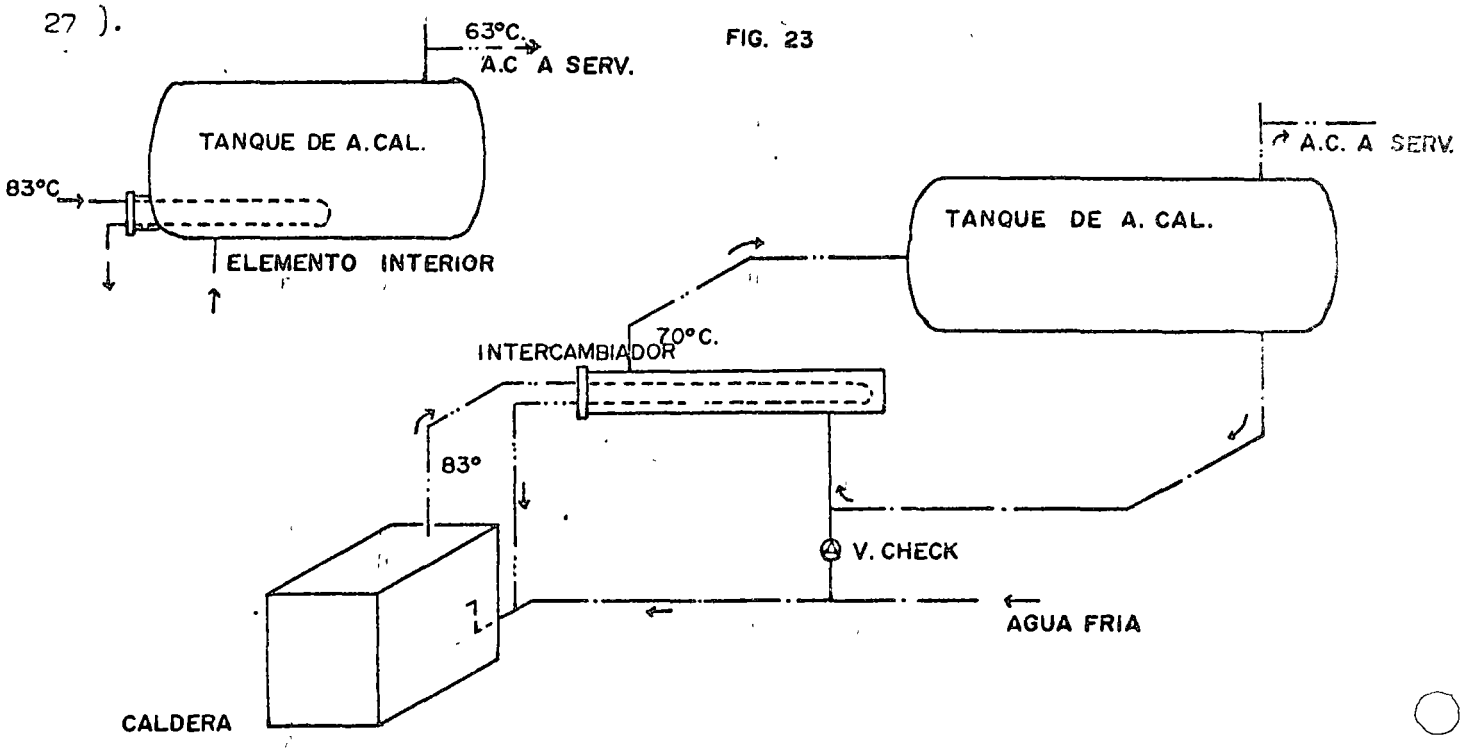
B).- CALDERAS DE AGUA CALIENTE CON INTERCAMBIADOR DE CALOR:

Debido a que la dureza del agua en algunas zonas es muy alta y puede provocar la incrustación de las calderas, no es conveniente hacer pasar por ésta el agua de consumo.

Para tal fin se utilizan intercambiadores de calor de agua caliente y en esta forma el agua que alimenta a la caldera y que pasa por el intercambiador, forma un circuito cerrado. El agua de consumo pasa por el intercambiador y va al servicio.

El intercambiador puede ser exterior o interior, con relación al tanque. (fig. 27).

FIG. 23

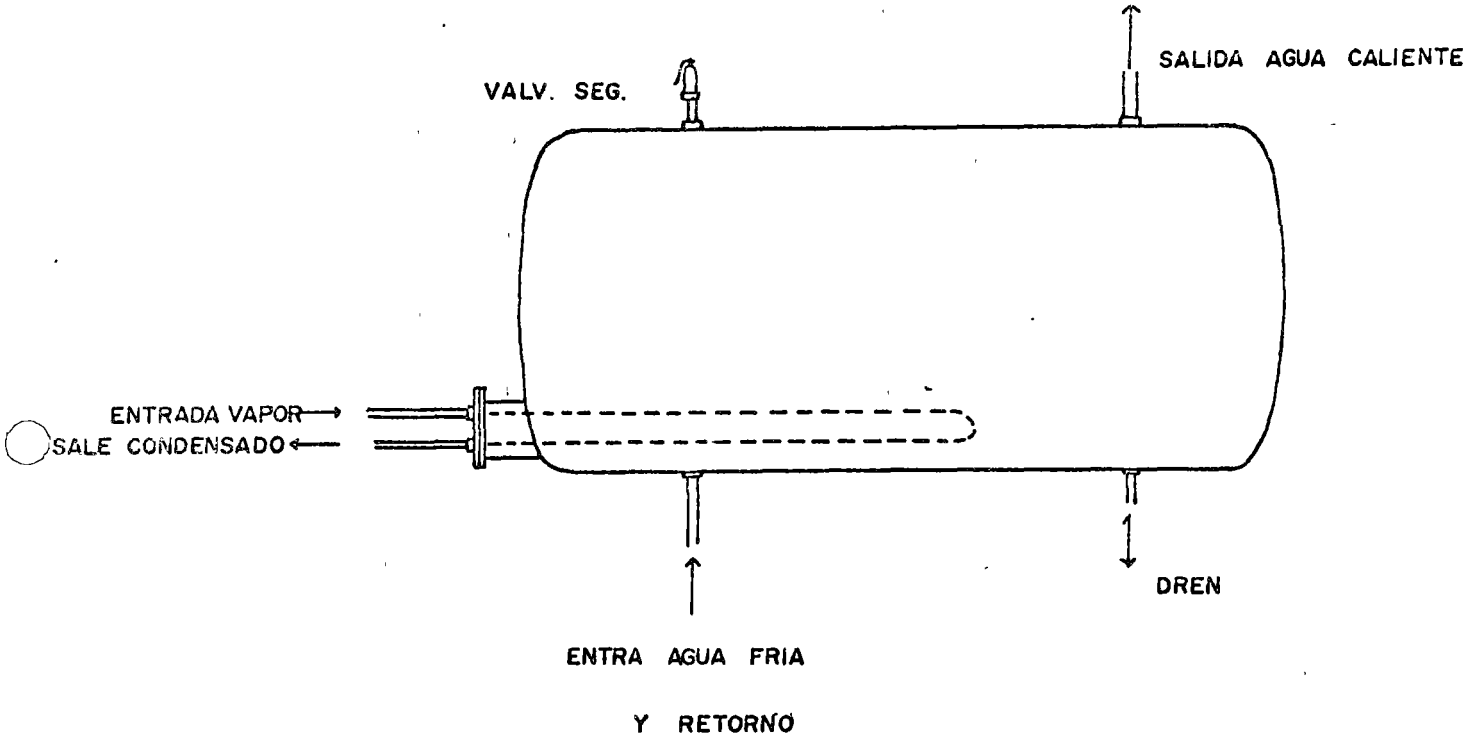


CALDERA DE AGUA CALIENTE CON INTERCAMBIADOR DE CALOR TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

C).- CALDERAS DE AGUA CALIENTE DE TUBOS DE HUMO

Estas calderas de gran capacidad consisten en un recipiente conteniendo el agua a través del cual pasa unos fluxes, por los que circula el calor, combinándose como en los casos anteriores con un tanque de almacenamiento o su intercambiador. VER FIG. 24

FIG. 24



TANQUE DE AGUA CALIENTE CON INTERCAMBIADOR DE CALOR

D).- CALDERAS DE VAPOR (utilizándose éste para obtener agua caliente).

Cuando además del servicio de agua caliente se reaquiere dar servicio de vapor a alguna zona del edificio, debe aprovecharse la misma caldera y por lo tanto por medio de un intercambiador de vapor se puede obtener el agua caliente necesaria a las temperaturas deseadas.

./.

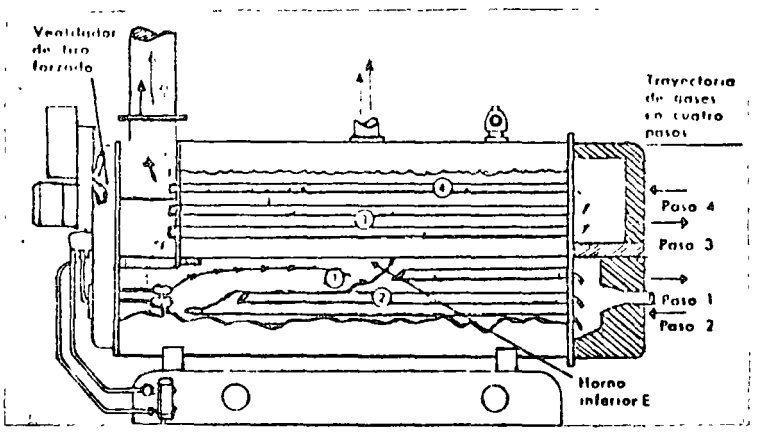
La temperatura para servicio doméstico es de 63° normalmente y en caso de restaurantes o servicios especiales es de 83°, para el lavado de platos.

C A L D E R A S

1.- CALDERAS DE TUBOS DE HUMO

Ya explicadas con anterioridad, son en principio aquellas cuyos fluxes pasan los gases calientes y en cuyo envolvente se encuentra el líquido.

FIG. 25



DE TUBOS DE HUMO

GENERADORES DE VAPOR (CALDERAS)

Estas calderas son más peligrosas, dado a que su cuerpo está resistiendo la presión del líquido o vapor.

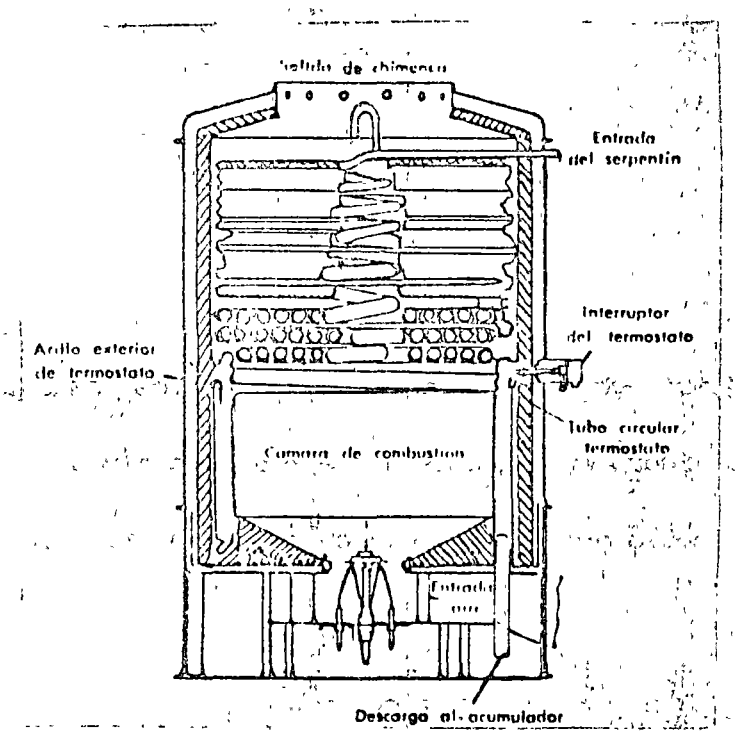
./.

2.- CALDERAS DE TUBOS DE AGUA

Al contrario de las anteriores, en éstas el agua o vapor está contenido en serpentines y el fuego en el exterior de éste.

En el aspecto de seguridad son mejores, pero están expuestas a una fuerte incrustación, por lo que hay que cuidar mucho el aspecto del tratamiento propio del agua que circulará por ellas.

FIG 26

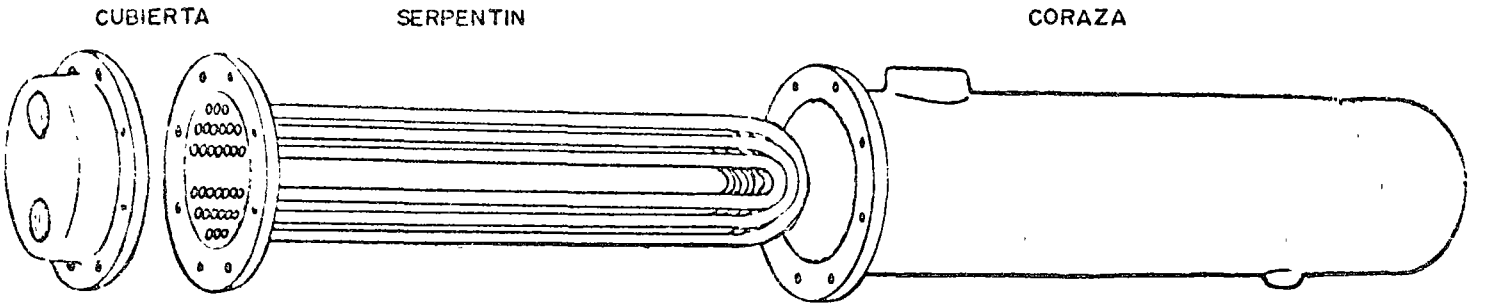


DE TUBOS DE AGUA

INTERCAMBIADOR DE CALOR

Consiste en un serpentín o fluxes de cobre, cuya gran superficie de contacto puede transmitir el calor al líquido circundante.

FIG. 27



INTERCAMBIADOR DE CALOR

Estos elementos pueden como ya dijimos, considerarse como calentadores instantáneos, cuando su envolvente es un cilindro de pequeños diámetros o de almacenamiento, cuando están en inmersión dentro del líquido contenido en un gran tanque.

DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE

El cálculo de la red de distribución de agua caliente se hace en la misma forma que la ya explicada para el agua fría, con las unidades de consumo anotadas en la tabla.

Sin embargo hay que hacer notar un elemento adicional de estos sistemas que es de vital importancia y que es el retorno.

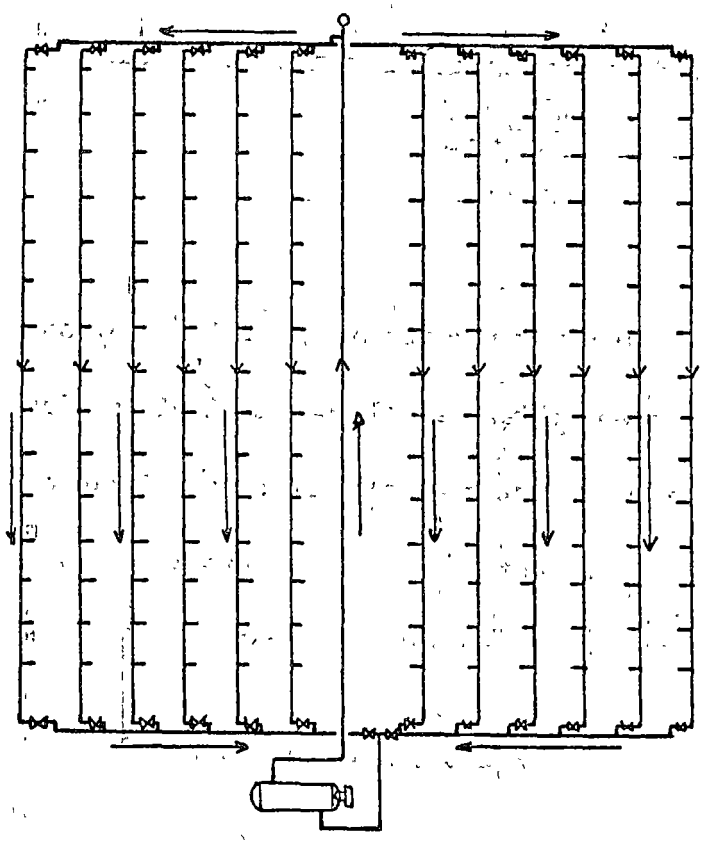
A).- DISTRIBUCION SUPERIOR

En este caso la tubería de agua caliente sube hasta el nivel superior en el cual

se hace una red de distribución, bajando en los puntos convenientes para alimentar los diferentes núcleos y posteriormente se interconectan todos los puntos inferiores con una tubería que regresa hasta la caldera.

SISTEMAS DE DISTRIBUCION Y RETORNO DE AGUA CALIENTE

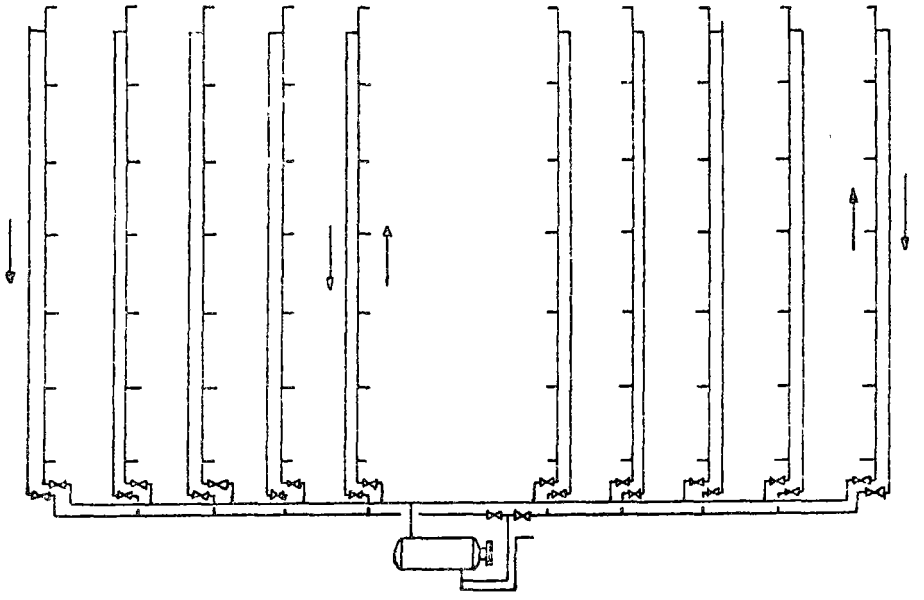
FIG. 28



B).- DISTRIBUCION INFERIOR

La red se ejecuta en el nivel inferior abasteciendo a las columnas alimentadoras, las cuales tienen una conexión al retorno en el nivel superior, que baja a una línea colectora de retorno en el inferior.

FIG. 29



B.- RETORNO MULTIPLE

El retorno permite una circulación por termosión, o forzada, con un circulador, dentro del sistema del cual puede obtenerse el agua caliente en forma instantánea, ya que de no contarse con línea de retorno, el agua se enfriaría dentro de las tuberías y tardaría mucho tiempo en abtenerse, ya que habría que vaciar el agua fría contenida en ellas y esperar a que se volvieran a calentar.

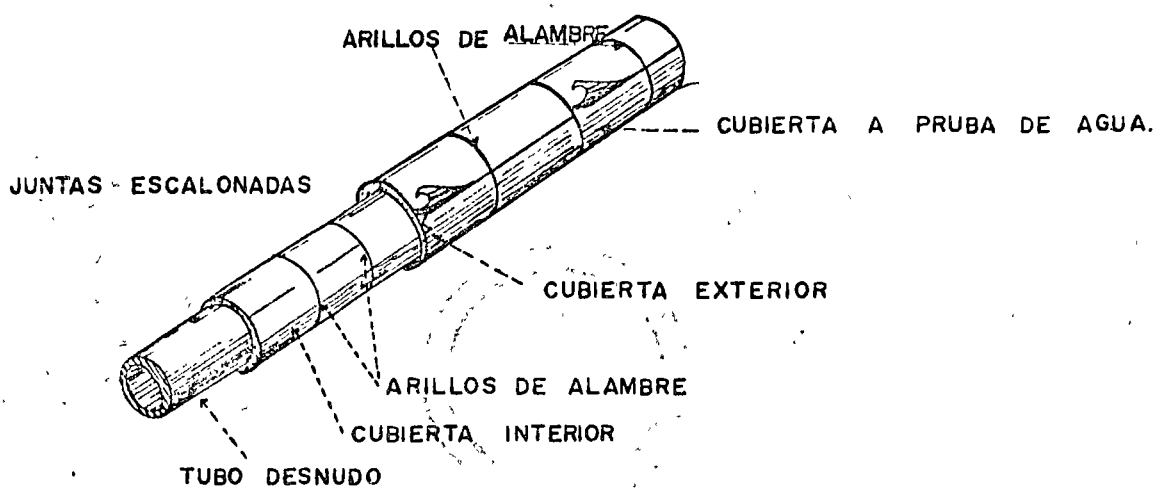
A I S L A M I E N T O S

Es necesario aislar todas las tuberías que forman la red de agua caliente así como las de retorno y el tanque de agua caliente, para evitar las pérdidas de calor, ya que de lo contrario el sistema se convertiría en un enorme radiador con el desperdicio consiguiente de energía.

Puede hacerse esto con medias cañas de asbesto cemento, fibra de vidrio u otros materiales.

./.

FIGURA 30



PROTECCION PARA TUBO DE DOBLE ESPESOR CON CUBIERTA A PRUEBA DE CAMBIOS DE INTEMPERIE.

D I L A T A C I O N E S

El último concepto que hay que cuidar en este sistema de agua caliente es la previsión de las dilataciones que se presentan en las tuberías por las frecuentes variaciones de temperatura.

La dilatación en tuberías de cobre es de 1.02 mm/mt. para 60ºC, de temperatura -- (0.17 mm/m/10° c T), por lo cual hay que evitar grandes recorridos de una línea en tramos rectos. Cuando se requieran éstos, hay que instalar juntas de dilata- - ción que puedan ser del tipo de fuelle o deslizantes que se obtienen en el mercado o deformando la tubería para formar omegas o simplemente buscando recorridos - en los cuales los quiebres de la red permitan por la elasticidad de la tubería -- que se absorban estas dilataciones y contracciones.

J U N T A S D E D I L A T A C I O N

JUNTAS DE DILATACION

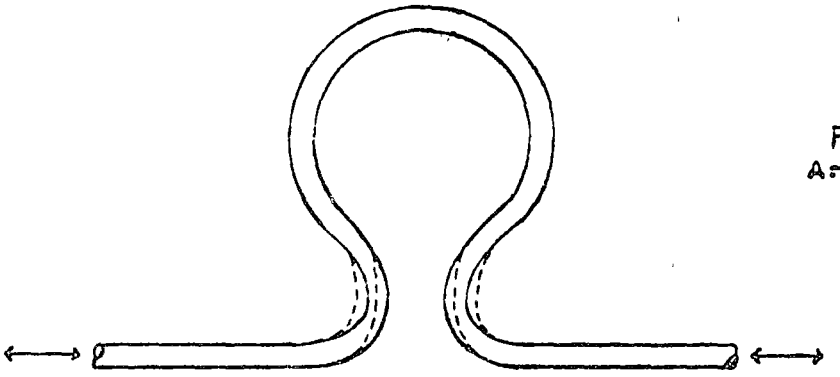


Fig. 32
A.- CON TUBERIA

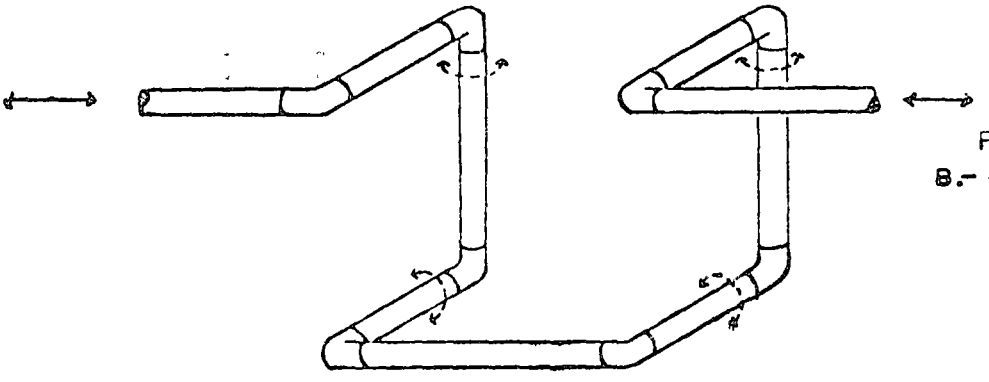
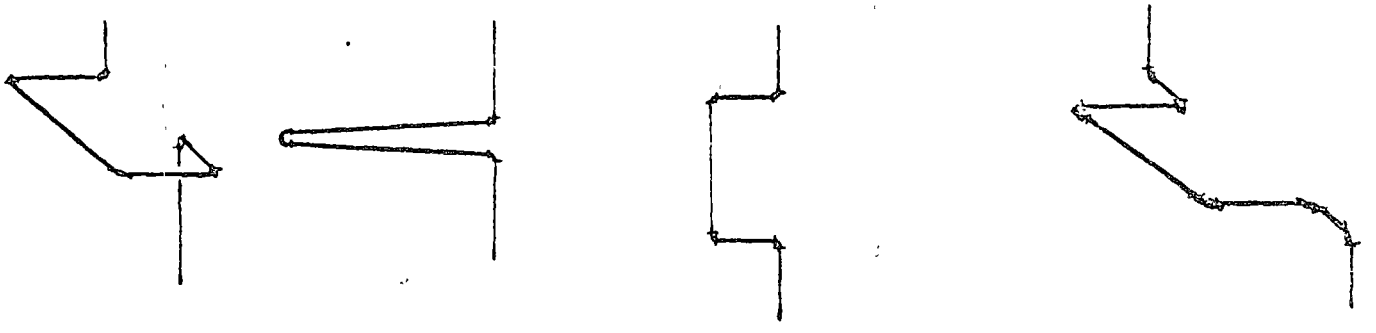


Fig. 32'
B.- CON CONEXIONES



JUNTAS DE DILATACION

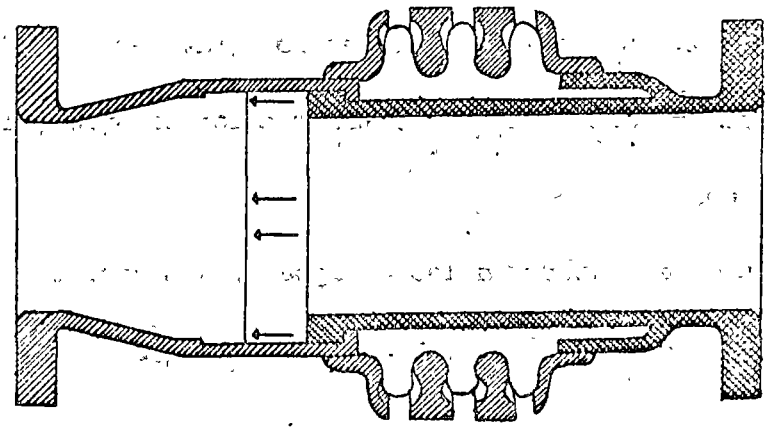
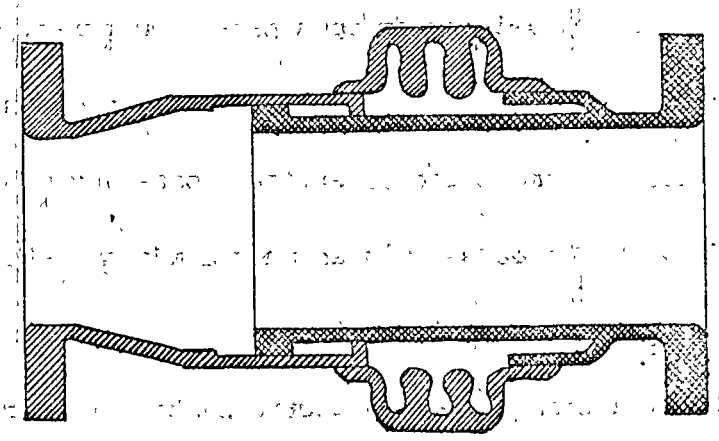


FIG. 31 C.- CORRUGADA



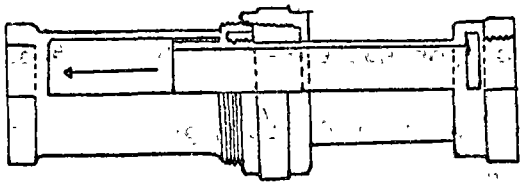


FIG. 31 D-D TELESCOPICA

J A R R O S D E A I R E

Como detalle especial, en casos de sistemas por gravedad, los jarros de aire para la red de agua caliente deben ser más altos que los de agua fría, dada la diferente densidad de la caliente.

En edificios altos deben exceder a las de agua fría 5 cms. por cada metro de altura de la construcción o 15 cms. por piso.

FORMULAS PRACTICAS PARA EL CALCULO DE EQUIPOS DE CALENTAMIENTO DE AGUA.

El cálculo de equipos de calentamiento de agua para industrias, edificios de departamentos, hoteles, albercas, etc., utilizando el método de calentamiento directo en calderas de gas o diesel, y cuyo uso se extiende cada vez más por sus grandes rendimientos, economía y ahorro de espacio es un trabajo que efectúan constantemente los diseñadores de instalaciones hidráulicas.

Aunque carece de dificultad técnica, hasta cierto punto, el cálculo si implica cierta laboriósidad y en algunos casos se especifican los equipos con capacidades inadecuadas, ya sea en exceso, en contra de la economía, o bién en escasez, en perjuicio del funcionamiento.

Para los diseños mecánicos de estos equipos, conviene recurrir al fabricante de los mismos, ya que cada marca, por sus características especiales de construcción varía en algunos aspectos, aunque el principio general se puede encontrar en los tratados sobre instalaciones hidráulicas y sanitarias.

./.

Generalmente, en este tipo de cálculo lo más importante es tener el criterio correcto para cálcular la "probable demanda máxima" en su valor más real posible para cada caso. Como es bien sabido, existen dos métodos usuales para su cálculo, que son a base de considerar el número de muebles "que consumen agua caliente en el edificio y el otro por el "numero de personas " que harán uso de los mismos.

Para concretar este artículo no nos detendremos en eso, pero si conviene hacer notar que el segundo método (por el número de personas) es el que más se acerca a la realidad, dando demandas menores que el primer método y se aconseja usarlo siempre que se pueda. Hay casos especiales y que ameritan cálculo diferente, aplicando con mayor razón el criterio del calculista, como el caso de trabajo continuo de regaderas para clubes deportivos, regaderas en industrias con determinado número de obreros por turno, etc.

La nomenclatura usada para estas fórmulas es la siguiente:

G = probable demanda máxima, en litros por hora.

T = Capacidad del tanque de almacenamiento de agua caliente, en litros

C = Capacidad de calentamiento de la caldera, en litros por hora.

h = Duración de la carga pico, en horas.

Tc = Temperatura del agua caliente en grados centigrados (°C).

Tf = Temperatura del agua fría en °C.

Las fórmulas (1), (2), (3) siguientes se basan en el hecho de que tan sólo pueden sacarse a plena temperatura (Tc) las tres cuartas partes del agua caliente almacenada en un tanque.

1.- CAPACIDAD DEL TANQUE DE AGUA CALIENTE:

$$T = \frac{h\,(G - C)}{}$$

2).- CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO DE LA CALDERA:

$$C = \frac{(h \times G) - 0.75 \times T}{H}$$

3).- PROBABLE DEMANDA MAXIMA:

$$G = \frac{(C \times h) + 0.75 \times T}{h}$$

4).- CAPACIDAD DE CALENTAMIENTO EN ALBERCAS

M3 de alberca por 555 = Kcal/hora, a la salida.

Las fórmulas que adelante aparecen, están cálculadas bajo las siguientes consideraciones, para el caso específico de las calderas a gas o diesel con número de modelo en millares Btu/h de entrada, al nivel del mar, como p. ej. las "Hydrotherm":

Combustible: Gas LP..

Rendimiento de la caldera: 80%

Altura: 2240 m S.N.M.

Presión barométrica: 585 mm Hg (al nivel del mar: 760 mm Hg).

Duración carga pico: 4 horas.

Dotación agua caliente: 100 L/hab-día.

Incremento de temperatura: 50°C.

Consumo horario: 1/7 del consumo diario.

Capacidad bruta de calentamiento para albercas:

0.555°C/h = 1° F/h.

5).- CALDERA NECESARIA PARA AGUA CALIENTE:

Modelo = 4.6 X hab. - 0.06 X T.

Modelo X 155 = Kcal./hora, de entrega.

6).- CALDERA NECESARIA PARA CALENTAMIENTO DE ALBERCAS:

Mod. lo = (m3) x 3.5

Haremos algunos ejemplos de aplicación de las fórmulas anteriores.

Primero, para las de uso general:

a).- Calcular la capacidad de caldera para agua caliente, con los siguientes datos:

G = 2850 L/h (casa departamento de 200 personas)

h = 4 horas.

T = 10,000 litros.

Tc - Tf - 60° - 15° = 45 C

$$C = \frac{(4 \times 2850) - 0.75 \times 10{,}000}{4} = 975 \text{ L/h.}$$

Entrega de calor = 975 x 45 = 43,900 Kcal./s.

b).- Capacidad del tanque de almacenamiento de agua caliente, para los datos siguientes:

h = 4 horas.

G = 430 L/h

C = 175 L/h (para Tc ó Tf = 45° C)

$$T = \frac{4\ (430 - 175)}{0.75} = 1{,}360 \text{ litros}$$

c).- Caldera para calentamiento de una alberca con 120 m3 de capacidad:

120 x 555 = 56,600 Kcal/hora, de salida.

Ejemplos utilizando calderas para agua caliente con número de modelo en millares de Btu/h de entrega al nivel del mar, y con las consideraciones anteriores para ellas.

d).- Caldera para calentamiento de una alberca de la misma capacidad anterior.

Modelo = 120 x 3.5 = 420

De acuerdo con el catálogo "Hydrotherm", por ejemplo, sería una caldera Modelo - MR-420-LP, con una entrega de calor de (420,000 Btu/h) X 0.6 = 336,000 Btu/h - al nivel del mar, o sea 336,000 x 0.252 = 84,672 Kcal/h a 2240 m. de altura sobre el nivel del mar (585 mm de mercurio de presión barométrica) , y con consumo de gas L.P. de 9.32 Kg/hora de servicio.

C).- Caldera para un hotel con 75 cuartos. Suponiendo un promedio de tres personas por cuatro:

.75 x 3 = 225 personas.

T = 5,000 litros

Modelo = 4.6 x 225 - 0.06 x 5.000 = 735

Consultando el catálogo se usaría una caldera modelo MR-750-LP, con una entrega de calor de:

Esta caldera tiene una entrega de calor de 750 X 0.8 X 252 X 585/760 = 116,375 Kcal/h.

Es decir utilizando la forma simplificada tenemos un error de menos del 1 %.

Al corregir la capacidad de una caldera en proporción a la - presión barométrica, aproximadamente hay que reducir el 1% por cada 100m. de altura sobre el nivel del mar, a menos que se conozca la presión barométrica (b) del lugar en que la caldera va a ser instalada, en cuyo caso habrá que multiplicar su capacidad al nivel del mar, por la presión barométrica local y dividir el producto entre 780mm Hg, que es la presión atmosférica normal al nivel del mar. En seguida anotamos las presiones barométricas de algunas poblaciones y su relación con la del nivel del mar, tomada como 100%

TABLA 13

LUGAR	ALTITUD M	PRESION BAROMETRICA MM Hg	RELACION %
Acapulco, Gro.	0	760	100.0
Celaya, Gto.	1754	621	81.7
Aguascalientes, Ags.	1879	612	80.5
Ciudad Juárez, Chih.	1137	667	87.8
Ciudad Victoria, Tams.	321	733	96.4
Colima, Col.	494	719	94.6
Cuernavaca, Mor.	1538	637	83.8
Chihuahua, Chih.	1423	645	84.9
Chilpancingo, Gro.	1250	658	86.6
Durango, Dgo.	1898	610	80.3
Guadalajara, Jal.	1589	633	83.3
Guanajuato, Gto.	2037	601	79.1
Jalapa, Ver.	1399	647	85.1
México, D. F.	2240	585	77.0
Monterrey, N.L.	534	715	94.1
Morelia, Mich.	1923	609	80.1
Nogales, Son.	1177	564	87.4
Oaxaca, Oax.	1563	635	83.6
Orizaba, Ver.	1248	659	86.7
Pachuca, Hgo.	2445	573	76.1
Puebla, Pue.	2150	593	78.0
Querétaro, Qro.	1842	614	80.8
Saltillo, Coah.	1609	632	83.2
San Cristobal de las Casas,	2128	594	78.2
San Luis Potosí, S.L.P.	1877	612	80.5
Taxco, Gro.	1755	521	81.7
Tepic, Nay.	918	684	90.0
Tlaxcala, Tlax.	2252	586	77.1
Toluca, Edo. de México	2675	557	73.3
Tuxtla, Gutiérrez, Chis.	536	715	94.1
Zacatecas, Zac.	2612	561	73.8

NOTA: Excepto Acapulco, no se incluyen puertos de mar y poblaciones importantes situadas a menos de 300m. de altitud.

Dado, por otra parte, que, como es bien sabido, BTU es la cantidad de calor necesario para elevar un grado Fahrenheit (5/9°C) la temperatura de una libra de agua- (0.4535 Kg), y como la Kilocaloría es la cantidad de calor requerida para que se

eleve un grado centígrado la temperatura de un Kilogramo de agua resulta que

$$1 \text{ Btu} = (5/9 \times 0.4536 = 0.252 \text{ Kcal.}$$

y entonces una caldera que tenga 80% de rendimiento y en la cual la combustión en el hogar produzca, por ejemplo, 100,000 Btu/h, al nivel del mar, tendrá una cantidad de calor de entrada de 25 200 Kcal/h y entregará 25,200 X) .8 = 20 160 Kcal/h al nivel del mar, como en Acapulco, y a cualquier otra altitud entregará (20 X 160) X (b/760) Kcal/h, de tal manera que en Aguascalientes, por ejemplo podrá entregar el 80.5% de 20 160 Kcal/h, o sean 16 230 Kilocalorías por hora, con las que podría calentar 10°C a 60°C unos 325 litros de agua por hora.

Tomado de un artículo del Ing. S. Zepeda, de la revista HIDROMECANICA.

PRODUCCION DE AGUA CALIENTE A VAPOR

CRITERIO CLIFFOR STROCK 4-204

1 - CALDERA
2 - TANQUE DE AGUA CALIENTE
3 - ELEMENTO DE CALEFACCION
4 - ENTRADA DE AGUA FRIA
5 - ALIMENTACION DE VAPOR
6. RETORNO DE CONDENSADO
7. SALIDA DE AGUA CALIENTE
8. VALVULA DE ALIVIO
9 PURGA O DREN.
10. VALVULA TERMOSTATICA

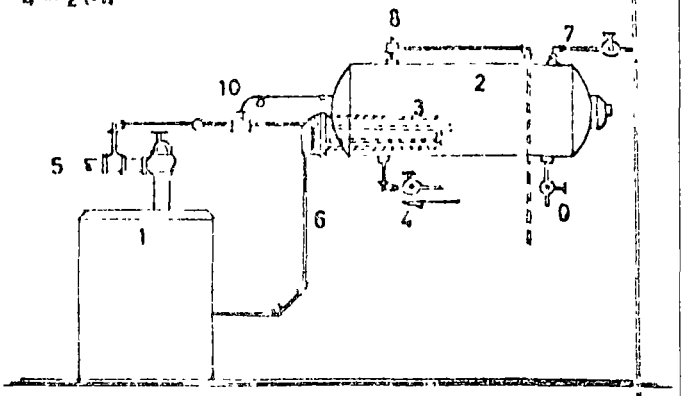


FIG. 33

COLUMNA 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TIPO DE EDIFICIO	CONSUMO MAXIMO HORARIO DE AGUA CALIENTE GALONES POR HORA												CONSUMO DIARIO MEDIO	DURACION DEL PEAK EN HORAS
	TINA	LAVAPLATOS	LAVA PIES	FREGADERO COCINA	LAVADERO	FREGADERO BARRA	LAVABO PRIVADO	LAVABO PUBLICO	LAVADERO	REGADERA	VERTEDERO	DEMANDA MAXIMA POR HORA		
APARTAMIENTOS	15	15	3	10	25	10	3	5	75	60	20	0.20	10	4
DORMITORIO	30	—	3	—	35	—	3	10	100	200	15	0.25	10	4
GIMNASIO	30	—	12	—	—	—	3	10	—	200	—	0.60	+	+
HOTEL	20	30	3	20	35	20	3	10	150	75	30	0.30	15	+
PLANTA IND.	30	30	12	20	—	—	3	15	—	200	20	0.70	+	+
EDIFICIO ALTO	—	—	—	—	—	—	3	10	—	150	20	0.20	75	3
OFICINAS	—	—	—	—	—	—	3	8	—	—	15	0.15	75	3
RESIDENCIA	15	15	3	10	25	10	3	—	75	50	15	0.30	10	4
Y.M.C.A.	30	30	12	20	30	20	3	10	100	200	20	0.30	+	+
RESTAURANT Dyn.	BARATO					2 GAL. POR COMIDA					1.6 GAL x C.		15	10
RESTAURANT 2 COMIDAS	MEDIANO			LAVADO MANUAL		1.5 GAL. " "			LAVADO A MAQ.		2.5 " "		10	4
RESTAURANT 1 COMIDA	CARO					1 GAL. " "					4.5 " "		5	3
HOSPITAL	80 a 100 GALONES POR CAMA													
GARAGE	50 GALONES (a 50°C) POR CARRO LAVADO													

+ DEBE CALCULARSE INDIVIDUALMENTE

C_m = CONSUMO MAXIMO HORARIO = Σ CONSUMOS TOTALES DE MUEBLES

D = DEMANDA MAXIMA HORARIA = $F_{13}\, C_m$

C_D = CONSUMO MEDIO DIARIO = $F_{14}\, D$

q = CAPACIDAD DEL CALENTADOR = $f\, C_D$

Q = CAPACIDAD DEL TANQUE = $4/3 \left[H_p\, (D - q) \right]$

H_p = DURACION DEL PEAK

		continuo sumergido	intermitente calentado directamente
f =	minima	5 %	10 %
	media	7 1/2 %	15 %
	generosa	10 %	20 %

Intercambiadores de calor

La transmisión de calor del vapor al agua, mediante un serpentín de tubos de cobre es aproximadamente de 1200 Kcal/°C h m², debiéndose tomar la diferencia media logarítmica entre la temperatura del agua y la del vapor.

Para un coeficiente de transmisión (U), una superficie de transmisión (S), una diferencia de temperaturas (Δt_g) entre el fluido más caliente y el más frío, (Δt_p) entre el fluido calefactor y el ya calentado, la cantidad de calor transmitida es:

$$C = US\frac{\Delta t_g - \Delta t_p}{\ln \Delta t_g - \ln \Delta t_p} \quad [\text{Kcal/h}]$$

estando U en Kcal/°C h m² y las diferencias de temperatura en grados centígrados.

Así, por ejemplo, si vamos a calentar 3000 litros de agua fría a 15°C hasta llegar a 60°C, en una hora, usando vapor de 105°C de temperatura (aprox. 0.2 Kp/cm² en Guayaquil y 0.5 Kp/cm² en Quito), tendremos:

$\Delta t_g = 105° - 15° = 90°C$; $\Delta t_p = 105° - 60° = 45°C$;

$U = 1200$ Kcal/°C h m²; $C = 3000(60° - 15°) = 135000 \frac{Kcal}{h}$

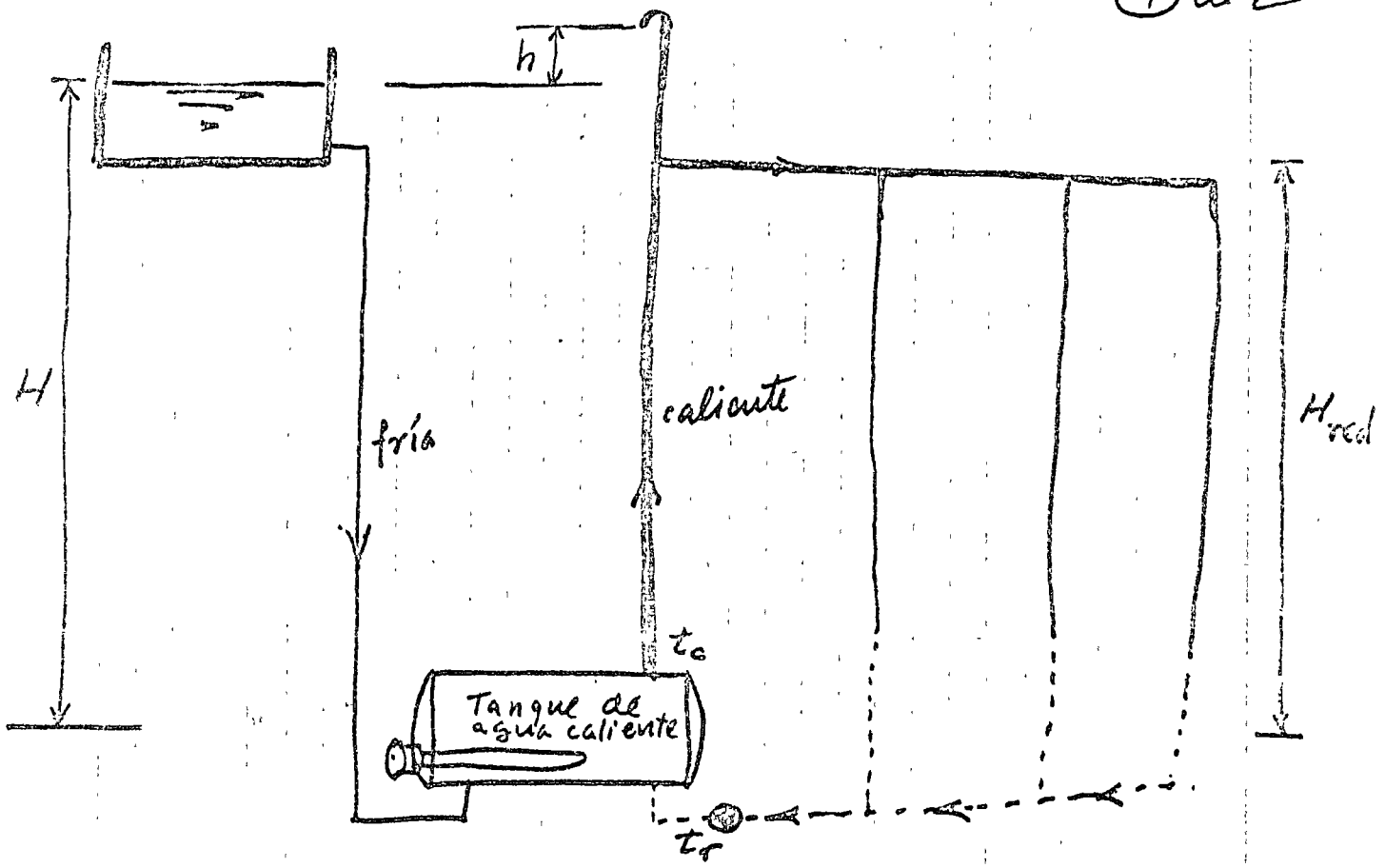
y entonces

$$S = \frac{C}{U} \times \frac{\ln \frac{\Delta t_g}{\Delta t_p}}{\Delta t_g - \Delta t_p} = \frac{135000}{1200} \times \frac{0.693147}{90 - 45} =$$

$$S = 1.73\ m^2 = 18.65\ ft^2$$

19/jul/76 2-23

Purgas de aire en redes de agua caliente con distribución por gravedad



Dado que la presión (p) producida por una columna líquida de (H) metros de altura y de (γ) kilopondios por metro cúbico de peso específico es: $p = H\gamma$

y si se considera, además, de $\gamma \approx 1000$ Kp/m³ para el agua fría, en tanto que $\gamma \approx 960$ Kp/m³ para el agua hirviente, a fin de que haya equilibrio de presiones en el tanque de agua caliente:

$$p = H \times 1000 = (H + h) \times 960$$

y entonces $h = \frac{1000 - 960}{960} H = 0.0417\, H$; pero es preferible tomar, como mínimo 5 cm por cada

Por lo que toca a la circulación del agua caliente por efecto de termosifón, cuando no hay ningún consumo, se cuenta con una carga aproximada de

$$H_{red} \times 0.5 (t_{mc} - t_{mr}), \text{ en } mm\ H_2O$$

en virtud de que el agua pierde aproximadamente 0.5 Kp/m³ por cada grado de elevación de temperatura, cuando está a unos 50° a 60°C, siendo (t_{mc}) la temperatura media del agua caliente en el tubo de subida y (t_{mr}) la temperatura media en la tubería de bajada. Así, por ejemplo, si el agua sale del tanque a 60°C y retorna a 40°C, la caída total de temperatura será de 20°C y la diferencia ($t_{mc} - t_{mr}$) será aproximadamente de la mitad (10°C), y entonces si (H_{red}) fuera de 40 m, la carga de termosifón sería $40\,m \times 0.5 \frac{Kp}{°C\,m^3} \times 10°C = 200 \frac{Kp}{m^2} = 200\ mm\ H_2O$ y esta carga hará circular el agua por la red, sin haber consumo, aunque por ser una carga tan pequeña (0.20 m) para una red relativamente grande, se prefiere instalar en el retorno troncal una bomba de circulación controlada por un acuastato regulado a unos 45°C.

[signature]

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS

PARA EDIFICIOS

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tels: 521-40-23 521-73-35 5123-123

INSTALACIONES SANITARIAS

Los elementos de una instalación sanitaria se inician en las descargas de los propios muebles sanitarios que requieren tuberías de desagüe con diámetros mínimos - recomendables y que pueden verse en la tabla anexa. Tabla No. 14.

En la misma tabla puede obtenerse las unidades mueble de descarga, con las cuales puede calcularse tanto los ramaleos horizontales como las bajadas de aguas negras.

Ninguna de las salidas sanitarias debe quedar abierta dentro de un local sanitario, por lo cual todos los muebles deben ser provistos de un sifón que impida la salida de los gases de albañal y los olores hacia el propio local. Las coladeras de aseo de los pisos igualmente deben ser protegidas con sifones y vale aclarar que si - - éstos son demasiado pequeños, perderán facilmente el sello al evaporarse su contenido, habiendo necesidad de reponerlo con frecuencia manualmente.

La capacidad de los ramaleos horizontales quedan mostrados en la tabla anexa (tabla No. 15) y la pendiente mínima, en la zona de sanitarios es 2% en diámetros menores de 100mm y 1% para diámetro de 100mm o mayores.

En este tipo de instalación, está prohibido el uso de quiebres a 90° en el plano horizontal, debiendo ser a 45°. En los cambios de vertical a horizontal si se permite el uso de piezas a 90°.

BAJADAS DE AGUAS NEGRAS:

El agua en las columnas de aguas negras, baja adherida a las paredes de la tubería, dejando un núcleo central vacío por donde circular el aire desalojado por el agua - al caer.

./.

Cabe hacer notar que no debe limitarse la altura de las columnas por temor al aumento de velocidad del agua. En los edificios altos, la máxima velocidad de caida es adquirida al llegar al tercer nivel, de acuerdo con la aceleración de 9.81 m/seg.2, pero posteriormente el razonamiento con las paredes de la tubería que es una fuerza opuesta impide que aumente. El poner un obstáculo o quiebre en la bajada, perjudica la instalación por provocar presiones y depresiones en el aire de la propia columna. (Ver pagina

Los diámetros de las bajadas de aguas negras están en función tanto de las unidades de descarga que reciben, como por el número de intervalos con que las reciben, siendo el punto crítico los edificios de tres niveles, por la razón expuesta anteriormente pero aumentando su capacidad receptora; si hay más niveles que descarguen en ella, ya que disminuye el factor de simultaneidad de descarga. (Ver tabla No. 17)

Así podemos ver que una bajada de 100mm de diámetro de tres niveles puede aceptar la descarga de 240 unidades y con más de tres niveles, hasta 500 unidades de descarga.

En el pié de la bajada debe aumentarse el diámetro del colector, para evitar que en este punto se acumule el agua que descarga, evitando la fluidez. (Ver tabla No. 16)

R E G I S T R O S:

Es conveniente diseñar en los ramaleos horizontales puntos por los cuales se puede sondear la línea y destapar en caso de obturaciones. En las bases de las columnas siempre debe haber un registro dado que es el punto más peligroso.

./.

COLECTORES DE CONCRETO:

Al construir los albañales de concreto, hay que tener cuidado de que en los registros no se haga la media caña sino una vez terminada la obra, dejando el tubo corrido durante su proceso para evitar que entren materias extrañas (arena, tabique, cascajo, palos, etc.), que posteriormente ocasionan serias obstrucciones. Terminada la obra, se romple la clave y se hace la media caña, teniendo cuidado de que la altura de ésta sea igual al diámetro del tubo. (ver fig. 37).

OBTURACION HIDRAULICA APROVECHANDO REGISTROS DE MAMPOSTERIA

Solamente se utilizan cuando hay descargas en planta baja, y nunca en el recorrido general del colector. No nos referimos a muebles sanitarios, los cuales ya tienen su propia obturación, sino por ejemplo a rejillas que recojen aguas pluviales y a otros casos especiales, por ejemplo, descarga de vertederos de mercados.

En este caso al registro se el adapta un codo invertido que forma un sello automático con el nivel del registro. (fig. 38).

VENTILACION DE LAS BAJADAS DE AGUAS NEGRAS:

Todo bajada de aguas negras debe prolongarse en su parte superior hasta salis de la construcción, con tubería del mismo diámetro que la bajada, nunca debe reducirse.

Esta ventilación tiene por objeto permitir la entrada de aire al sistema, facilitando la descarga del mismo, así como permitir la salida de los gases provocados por fermentación de materias orgánicas.

SISTEMA DE DOBLE VENTILACION

El sistema de doble ventilación es necesario para evitar el principio de sifonaje en los obturadores hidráulicos de sistema, que de presentarse rompería el sello hidráulico, permitiendo la salida de gases a los locales sanitarios.

Esta ruptura puede presentarse también por la expulsión al exterior del agua del obturador.

Por lo tanto, la doble ventilación evita los siguientes casos.

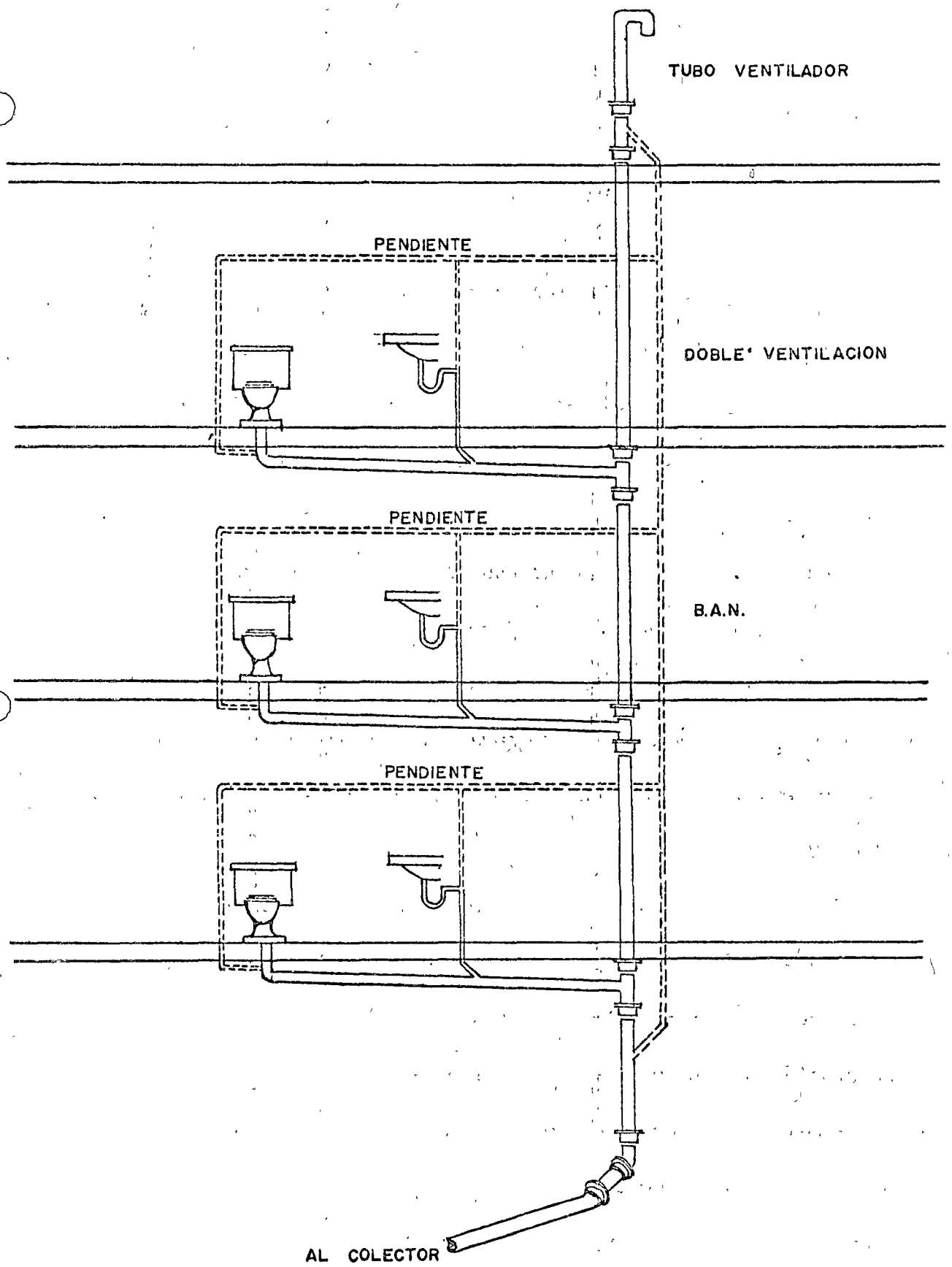
a).- Contrapresiones o presión interior superior a la atmosférica, tal como se presenta por la compresión producida por las descargas de agua a lo largo de la bajada por encima del obturador considerado. Aumenta por el volúmen de descarga y es máximo en la base de la bajada.

b).- De preción o descenso de presión del aire, con relación a la presión atmosférica, causada por la succión realizada por el movimiento del agua abajo del obturador considerado.

c).- Autosucción causada por el propio sifón del mueble sanitario.

Se requiere por lo tanto ventilar cada uno de los obturadores del sistema o sus líneas, de tal manera que las contrapresiones se alivien por dicha ventilación y las depresiones se satisfagan por el mismo conducto. Las longitudes y diámetros de los conductos de doble ventilación y se llama doble, dado que el sistema de bajadas y colector deben tener su propia ventilación, deben ser tales que permitan el paso del aire necesario para equilibrar las presiones interiores del sistema (Fig. 39).

El sistema de doble ventilación debe ser construído de tal manera que cualquier escurrimiento que haya dentro de él, concurra al albañal. Los diámetros recomen



SISTEMA DE DOBLE VENTILACION

FIGURA 39

dados están en función de la longitud de las tuberías y figuran en la tabla anexa. (ver tabla No. 22).

SISTEMA PLUVIAL

Dada la importancia de desaguar eficientemente un predio al presentarse precipitaciones pluviales que pueden ser de mucha consideración, es necesario normar el criterio para proyectar razonablemente los albañales de un edificio, que conducen el agua hacia los colectores del servicio público, evitando inundaciones dentro de las construcciones.

En primer lugar hay que conocer la intensidad máxima en los primeros cinco minutos de los aguaceros que se expresan en mm/hora.

En la tabla que se presenta, de la Ciudad de México, en un periódo de 49 años, la precipitación pluvial rebasó los 100mm/hora, en 45 años; la presión pluvial de 150mm/hora fué rebasada en 12 años y la de 200mm por hora en cinco años. (Ver tabla No. 18)

De la observación anterior, se desprende que en la Ciudad de México, D. F., debe proyectarse con un dato de precipitación no inferior a 150mm/hora, para tener un márgen de seguridad razonable.

Se hace la aclaración que no vale la pena sobrepasar este límite, si se tiene en cuenta que el cálculo de los conductos verticales, se hace para manejar un gasto equivalente a un cuarto de tubo y no a tubo lleno, consecuentemente se deduce que en una precipitación mayor, se capacidad no se ve afectada. (Ver tabla No. 20).

Las bajadas pluviales se diseñan por lo tanto, de acuerdo con el área que recibe y generalmente no deben quedar a más de 20mts. de separación, para evitar fuertes

./.

rellenos en las azoteas, ya que la pendiente recomendable en estas es del 2% con un mínimo de 1.5%.

Cuando existe un céspol en la parte inferior de una bajada pluvial, no debe conectarse otra descarga pluvial intermedia, ya que en caso de precipitación, ésta no podrá descargar al tratar de salir por ella el aire comprimido en la bajada.

Los albañales de aguas pluviales pueden trabajar a tubo lleno, pero hay que tener mucho cuidado que las pérdidas de fricción no sean tan fuertes que la pendiente hidráulica sea tal que pueda hacer subir el agua dentro de la columna y provoque un aumento de presión dentro del albañal, que en muchos casos pueda aflorar por los registros, levantando la tapa de éstos. La capacidad de los albañales con 1% de pendiente figuran en la tabla No. 21. Para otras pendientes expresadas en por ciento, la velocidad, el gasto y la superficie desaguada se obtiene multiplicando los valores de la tabla por la raíz cuadrada de la pendiente en %. Se hace notar que aunque los conductos verticales de aguas negras no deben combinarse con las aguas pluviales, los albañales si pueden conjuntar los dos servicios. (Ver hojas de desagües combinados). (Pag.)

Una observación de importancia es que en las superficies de terrazas de los grandes edificios, hay que tener en cuenta los escurrimientos ocasionados por la lluvia sobre las fachadas de la construcción, dado que en muchos casos la fuerza del viento hace que la lluvia caiga sobre ellas con ángulos de 30°, 45° y hasta 60°, por lo que las bajadas de las terrazas recibirán un incremento de mucha consideración, que de no ser previsto provocará serios transtornos.

Para 30° se toma como área de captación de lluvia el 50% de la superficie de la fachada correspondiente (seno 30° = 0.5), en tanto que para 45° y 60° respecto a la vertical, habrá que tomar 70.7% y 86.6% respectivamente.

CONDUCCION ADECUADA DE LAS AGUAS PLUVIALES

Los daños y molestias ocasionados por las aguas de lluvia, incorrectamente canalizadas, todavía se presentan con cierta frecuencia, aún en obras importantes.- Y ésto se debe, en gran parte, a que en muchos casos se siguen reglas tradicionales y para distribuir y dimensionar las bajadas pluviales sin tomar en cuenta la intensidad posible de los aguaceros en la localidad, o a que los albañales - tienen una capacidad de conducción insuficiente para esas precipitaciones.

Ha sido costumbre inveterada, de numerosos constructores, considerar una bajada pluvial de 100mm de diámetro por cada 100m2 de azotea. Examinamos la validez de esta regla tradicional, la que, entre paréntesis, no está fundada en la capacidad hidráulica de la bajada, sino en la conveniencia de evitar grandes rellenos en las azoteas, al dar a estas las pendientes necesarias para el escurrimiento del agua de lluvia hacia la bajada.

En un tubo vertical, parcialmente lleno, el agua desciende adheriéndose a la pared interior, de tal manera que el líquido forma un cilindro hueco de diámetro - exterior igual al interior del conducto. Así, por ejemplo, para un tubo vertical de 15 cms. de diámetro interior, por el que baja el agua, llenando la cuarta parte de la sección interior del tubo, el hueco de 13cm. de diámetro, por lo que el espesor del anillo de agua adherido a la pared interior del tubo es de apenas un centimetro, o sea de un 15% del diámetro. En general, si el agua llena la enésima parte del tubo, de diámetro interior (D) Fig. 1, el espesor (E) de la lamina de agua adherida a la pared interior es:

$$E = \frac{D}{2} \left(1 \quad \sqrt{\frac{N-1}{\quad}} \right)$$

De modo que si D= 150mm y N = 4 (tubo lleno a la cuarta parte),

$$E = \frac{150}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{4-1}{4}} \right) = 75\ (1-0.866)$$

$$= 75 \times 0.134 = 10\text{mm}$$

y en una bajada de 100mm, llena a la cuarta parte, la lámina de agua tiene un espesor:

$$E = 50 \times 0.134 = 5.7\text{mm}.$$

Conviene decir, de paso, según la experiencia, las bajadas pluviales no deben llenarse a más de una tercera parte, como se comprobará más adelante, y que en estas condiciones el espesor de la lámina de agua en la bajada es el 9.17% de diámetro o sea de poco más de 9mm en una bajada de 100mm. de diámetro.

Ahora bién, para determinar la capacidad de conducción de una bajada, parcialmente llena, comenzamos por hallar su radio hidráulico (R), que como es sabido, se obtiene dividiendo el área de paso del líquido entre el perímetro de contacto. Pero el área interior del tubo es 3.1416D2/4, y como el agua ocupa únicamente la enésima parte, el área de paso es 3.1416D2/4N, en tanto que el perímetro de contacto es el del interior del tubo, o sea D, por lo que el radio hidráulico es:

$$R = \frac{D}{4N} \qquad (2)$$

Hay que considerar, por otra parte, la pendiente hidráulica (S), la cual se obtiene dividiendo la diferencia de nivel entre la longitud del tubo, y como para un tubo vertical ambas son iguales la pendiente hidráulica es: S=1.00

Al aplicar la fórmula de Manning.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

que da la velocidad (v) del agua, en metros por segundo, en función del coeficiente de rugosidad (n) del tubo, del radio hidráulico (R) en metros, y la pendiente hidráulica (S), se tiene que, para el caso de bajadas pluviales, n = 0.010 y S= 1.0, por lo que:

$$V = 100\ R^{2/3}$$

Y si el radio hidráulico se pone en milímetros, entonces la velocidad, en metros por segundo, con que baja el agua pluvial por un tubo vertical es:

$$V = (\ R\ mm\ )^{2/3}$$

Para una bajada de 10 cms. de diámetro, llena a la cuarta parte, el radio hidráulico, según la ecuación es:

$$R\ mm = \frac{100mm}{4 \times 4} = 6.25mm$$ y por lo consiguiente:

$$V = 6.25^{2/3} = 3.393\ m/seg.$$

Con esta velocidad y el área de paso del agua, que es:

$$\frac{3.1416\ D2}{4 \times 4} = \frac{3.1416 \times 10^2}{16} = 19.635\ cm2$$

Obtenemos el gasto:

$$Q = 33.93\ \frac{dm}{seg.} \times 0.19636\ dm2 = 6.662\ Lts./seg.$$

Veamos, ahora, que superficie de azotea aportará 6.662 litros por segundo, para lo cual hay que considerar la intensidad de la presipitación pluvial en aguaceros de cinco minutos de duración, intensidad que, a falta de mejores datos, se estima en 100mm/h, o sea que la lluvia cae a razón de 100 litros por hora en cada metro cuadrado, por lo que en 36m2 caerá un litro por segundo, y entonces la bajada de 10cms, podría desaguar.

6.662 x 36 = 240m2 de azotea.

Sin embargo, hay lugares, como la Ciudad de México, en los que se presentan aguaceros mucho más intensos. En el Distrito Federal han llegado a registrarse hasta 20mm en 5 minutos, o sean 240mm/h, pero el período de los aguaceros máximos anuales es cercano a los 150mm/h. Tomando como base de cálculo esta última intensidad para el Distrito Federal, cada 24m2 de azotea aportan un litro por segundo y entonces la bajada de 10cm. puede desaguar, llena a la cuarta parte.

6.66 x 24 = 160 m2 de zotea.

En lo que se refiere a la intensidad de los aguaceros, es sabido que las lluvias de corta duración son las mas copiosas, y que los primeros minutos de una precipitación son los de mayor intensidad. Se da el caso, por ejemplo, de que un aguacero de una hora tenga la cuarta parte de la intensidad de uno de cinco minutos de duración, pero como el agua que corre por los albañales de un predio tarda menos de cinco minutos en recorrerlos, siempre hay que tomar como base el promedio de las intensidades máximas anuales de los aguaceros de cinco minutos en la localidad de que se trate.

Para el caso de edificios altos con exteriores de vidrio, de metal o de otros materiales impermeables, hay que tomar en cuenta el agua pluvial que escurre de una fachada considerando que la lluvia cae con una inclinación de 30° respecto de la vertical, por lo cual el agua captada es la mitad de la que captaría una azotea igual en superficie que la fachada, ya que el coseno de 30° vale 0.50.

El artículo 27 del Reglamento de Ingeniería Sanitaria relativo a Edificios prescribe que " Por cada 100m2 de azotea o de proyección horizontal en techos incli

tro o uno de ára equivalente al tubo circular ya especificado.

Para desaguar marquesinas, se permitirá instalar bajadas pluviales con diámetro mínimo de 5 cms. o de una área equivalente, para superficies hasta de 25m2 como máximo".

Según el reglamento, un tubo de bajada de 75mm de diámetro puede desaguar 100m2 de azotea, o sea que debe conducir un gasto de 4.167 litros por segundo en un aguacero de 150mm/h de intensidad, ya que el agua llovería en esa área a razón de 150 x 100= 15,000 litros en 3,600 segundos que tiene la hora.

De igual manera se ve que un tubo de 50mm para 25m2 de azotea deberá desaguar:

150 x 25/3,600= 1.042 L/seg. bajo una lluvia de 150mm/h.

Ahora bien, si se tiene en cuenta las ecuaciones (2) y(3), a la vez que el área del anillo de agua en la bajada, que es la enésima parte de la sección del tubo, o sea:

$$A = \frac{3.1416\ D2}{4N}$$

Puede deducirse que el gasto (Q) de una bajada, en litros por segundo, poniendo el diámetro en milímetros es:

$$Q = \frac{3.1416\ mm^{8/3}}{10^3\ (4N)^{5/3}} \qquad (5)$$

y de la (5) se puede encontrar qué fracción de la sección del tubo está ocupada por el agua, obteniéndose que:

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1/8}\ Q0.6}{3.1416^{0.6}\ Dmm\ 1.6} \qquad (6)$$

Al aplicar la ecuación (6) a las bajadas de 75mm y 50mm mencionadas en el reglamento, resulta que en aguaceros de 150mm/h, y desaguando 100 y 25m2 de azotea, respectivamente, labajada de 75mm estará ocupada en su fracción:

$$\frac{1}{N} \qquad \frac{4 \times 10^{1.8} \times 4.167^{0.6}}{3.1416^{0.6} \times 75^{1.6}} = 0.29891$$

O sea que el anillo de agua será el 29.9% de la sección del tubo o 75mm (poco menos de una tercera parte), y la bajada de 50mm tendrá ocupada una fracción.

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1.8} \times 1.042^{0.6}}{3.1416^{0.6} \times 50^{1.6}} = 0.2489$$

Es decir, el 24.9% o sea la cuarta parte, aproximadamente.

En igual forma se puede saber que durante el peor aguacero, de 24 m/h de intensidad, la bajada de 75mm con 100m2 de azotea se llenará en un 39.6% y la de 50% con 25m2 de área desaguada bajará al 33.0% .

Se ve que la bajada de 50mm para 25m2 de azotea tiene la capacidad adecuada, ya que con la precipitación media máxima anual en el Distrito Federal trabaja llena a la cuarta parte, y bajo el aguacero peor se llena a la tercera parte. En cambio, la de 75mm para 100m2 de azotea está sobrecargada proporcionalmente un 20%, puesto que en vez de l enarse el 25% con el aguacero medio máximo, se llena casi el 30%, y bajo la peor precipitación, en vez de llenarse al 25% se llena casi al 40%.

Por lo anterior se llega a la conclusión de que una bajada pluvial dimensionada para recibir el aguacero medio mpaximo de la localidad, llenándose a la cuarta parte, pourá recibir el peor aguacero, llenándose a la tercera parte si la peor precipitación es un 60% más intensa que la media máxima anual,como es el caso en el Distrito Federak, con 240mm/h del peor aguacero, que es un 60% más intenso en comparación con los 150mm/h de intensidad media.

Conviene aclarar, de paso, que una bajada pluvial llena a la cuarta parte, conectada a una punta de albañal del mismo diámetro y al 2% de pendiente hace que la punta del albañal se llene totalmente, como se comprobará al tratar acerca de albañales. A la luz de esta aclaración y de la conclusión que la precede, podemos darnos cuenta de como trabajan las bajadas pluviales señaladas en la norma ASA A40.8 (American Standard National Plumbing Code o Norma Nacional Reglamentaria para Plomeria en los E.E.U.U.) Expedida por la Asociación Norteamericana de Normas (American Standards Association) en 1956. En esta norma, todas las bajadas tienen asignadas superficies de azotea proporcionales a su capacidad respectiva e inversamente proporcionales u la intensidad de la lluvia. Así, por ejemplo, una bajada de 4" (101.6mm) puede desaguar, según la norma norteamericana, una superficie de 285 m2 (3.070 pies cuadrados) con una intensidad de lluvia de 152.4 milímetros por hora (6 pulgadas por hora), ó 427 m2 (4,600 pies cuadrados) con 101.6 mm/h (4 pulgadas por hora). En estas condiciones la bajada debe conducir un gasto de 12 litros por segundo y se llena al 3.5%; pero con el aguacero 60% más intenso, la bajada se llena al 46%, excediendo en mucho del 25% y el 33% recomendable. Igual ocurre con una bajada de 2" (50.8mm) la que, según el artículo 13.6.1 de la norma americana, puede desaguar 44.59 m2 (480 pies cuadrados) bajo una lluvia de 152.4 mm/h (6" por hora). En efecto, como 6" equivalen a medio pie, la bajada recibe un caudal de 480 x 0.5 = 420 pies cúbicos por hora, o sea 1/15 de pié cubico por segundo, y como el pié mide 3.048 decímetros, un pié cubico tiene 3.048^3 = 28.317 litros, por lo que el gasto de la bajada es de 28.317/15 = 1.888 litros por segundo, y el agua ocupará en la bajada según la ecuación (6) la fracción.

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1.8} \times 1.888^{0.6}}{3.1416^{0.6} \times 50.8^{1.6}} = 0.3457 = 35\%$$

y con aguaceros 1.6 veces mas intensos.

$$\frac{1}{N} = 0.3467 \times 1.6^{0.6} = 0.45966 = 45\%$$

Por lo que respecta al empleo de bajadas cuadradas o rectangulares, en sustitución de las redondas, hay discrepancia ente el Reglamento de Ingenieria Sanitaria Relativo a Edificios y la Norma Norteamericana para Plomería pués entanto que nuestro reglamento pide que las bajadas rectangulares tengan la misma área sección que la redonda, la norma americana indica que el diámetro del circulo inscrito en la rectangular es el de la bajada redonda equivalente. Ambas equivalencias son falsas, ya que un conductor rectangular de lados (a) y (b) y con área igual a la de un tubo redondo tiene un radio hidráulico menor que el redondo, puesto que el perímetro de contacto del rectangular es 2 (a + b), mayor que el perimetro (3.14160) del circular. Así por ejemplo una sección rectangular de 6 cms. x 13cms. es aproximadamente igual a la de un tubo de 10cms. La sección rectangular es 6 x 13 = 78cm2 y la del redondo 3.1416 x $10^2/4$ = 78.54 cm2, pero el radio hidráulico del primero es 78/2 (6 + 13) = 78/38 = 2.052cms. si va lleno, ó 20.52/4 = 5.13mm si el agua ocupa la cuarta parte, en tanto que el radio hidráulico del tubo lleno a la cuarta parte es 100mm/4x4= 6.25mm, y por lo consiguiente el agua correra más aprisa por el redondo que por el rectangular, dando mayor velocidad a la proporción de (6.25/5.13)2/3=1.14 y mayor gasto en la proporción 78.54 x 1.14/78 = 1.15 o sea un 15% más del caudal en la bajada redonda que en la rectangular de igual área aproximadamente.

En cuanto al criterio americano, consistente en tomar como equivalente el diámetro del circulo inscrito en un conducto rectangular, es absurdo, puesto que lo mismo se puede inscribir un circulo de 10 cms. en un conducto de 10cmx10cms, que

en uno de 10cms. x 20cms., o de 10cms. x 30cms.

El verdadero diámetro equivalente de un tubo a igualdad de capacidad que un conducto rectangular de lados (a) y (b) es

$$De = \frac{2(ab)^{0.625}}{3.1416^{0.375}\,(a+b)^{0.25}} = 1.3\,\frac{(ab)^{0.625}}{(a+b)^{0.25}}$$

y en esas condiciones una bajada de 4 cms. x 25 cms. conduce la misma cantidad de agua que un tubo de 10 cms. de diámetro, ya que

$$D = 1.3\,\frac{(4 \times 25)^{0.625}}{(4+25)^{0.25}} = 1.3\,\frac{100^{0.625}}{29^{0.25}} = 9.977 \text{ cms.}$$

o sean 10 cms., con diferencia de menos de $\frac{1}{4}$ de milímetro.

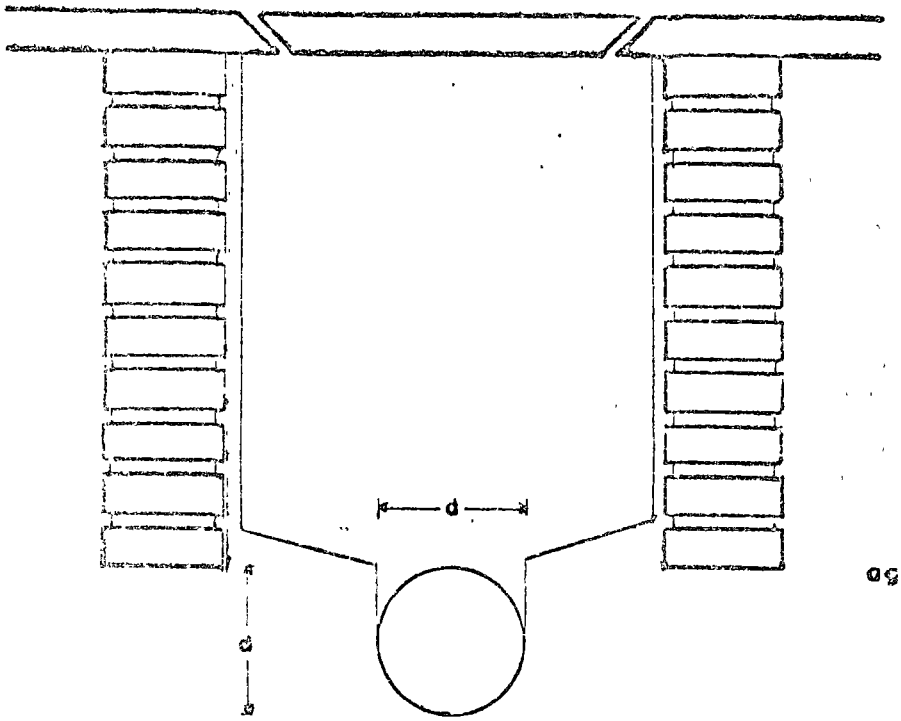
Lo práctico es sustituir una bajada redonda en la que el área de la sección (ab) sea igual a la de un cuadrado circunscrito al circulo, o sea que:

$$ab = D^2 \qquad (8)$$

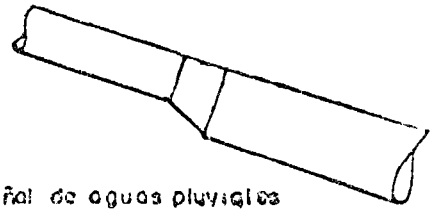
y entonces $b = D^2/a$

De modo que una bajada de 4 cms. x 14 cms. = 56 cm2 puede sustituir a una redonda de 7.5, pués 7.5 x 7.5 = 56.25 cm2, o una de 5cms. x 20cms. suple a una de 10cms. de diámetro, porque 5 x 20 = 10 x 10.

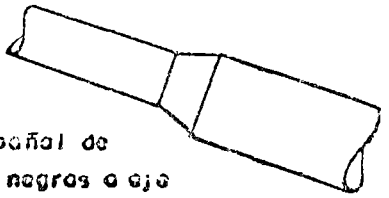
Diámetro de la bajada.	Intensidad media máxima anual del lugar, para aguaceros de 5 minutos, expresada en mm/h.				
	75mm/h	100mm/h	125mm/h	150mm/h	200mm/h
50mm	50m2	38m2	30m2	25m2	19m2
63mm	91	68	55	46	34
75mm	148	111	89	74	56
100mm	320	240	192	150	120
125mm	580	485	348	290	217
150mm	943	707	566	471	354
[illegible]	2030	1523	1218	1015	761



CAMBIO DE DIAMETRO EN ALBAÑALES



Albañal de aguas pluviales a clave superior.



Albañal de aguas negras a eje

Fig. 37.- REGISTRO DE ALBAÑAL

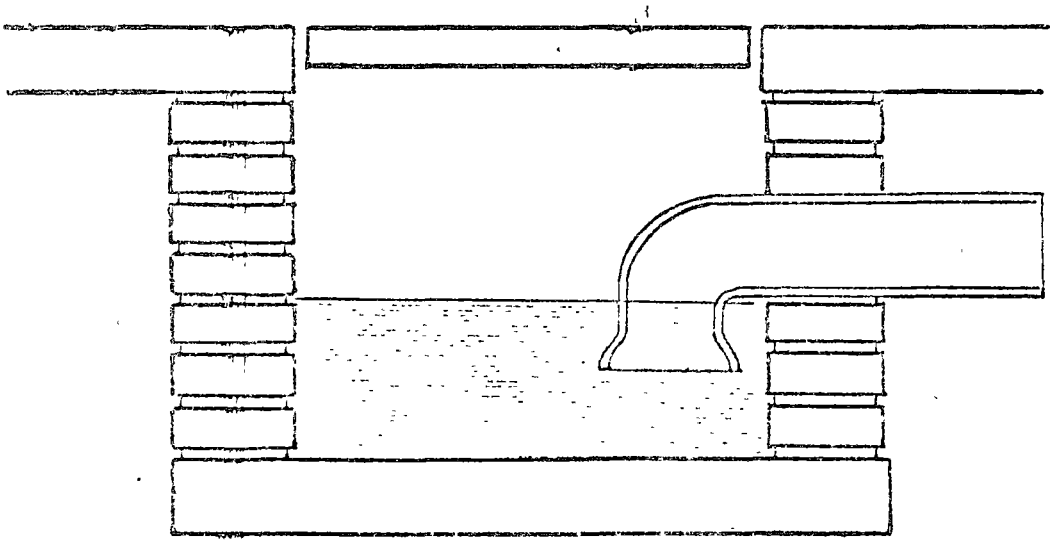


Fig. 38.- OBTURACION HIDRAULICA EN REGISTROS

DIAMETROS MINIMOS RECOMENDADOS EN LOS DESAGUES Y CARGAS DE DIFERENTES MUEBLES SANITARIOS.

Tipos de mueble sanitario	Desagüe mínimo	Unidad de desagüe
Baño con excusado de tanque, lavabo y tina o regadera	75 mm	6 Ud.
Baño con excusado de fluxómetro lavabo y tina o regadera.	75 mm	8 Ud.
Bebedero	25	0.5
Bidet (supuesto)	40 mm	3
Coladera de piso en baño o sanitario.	50	1
Excusado de tanque	75	4
Excusado de fluxómetro	75	8
Fregadero doméstico	40	2
Fregadero doméstico con triturador	40	3
Fregadero para ollas y trastos	40	4
Lavabo con tapón chico	32	1
Lavabo con tapón grande	40	2
Lavabos corridos múltiples, por cada juego de llaves. (supuesto)	40	2
Lavabo dental	32	1
Lavabo para cirujanos	40	2
Lavabo para peluquería o salón de belleza.	40	2
Lavadora de platos doméstica.	40	2
Lavadero con pileta	32	1
Lavadero o pileta	25	1
Regadera doméstica	50	2
Regadera múltiplos por cada uno	50	3
Sillón dental o escupidera	32	1
Tina con o sin regadera con desague de	40	2
" " "	50	3
Urinario de colgar	40	4
" de pedestal (sup.)	75	8
" de piso	50	4
" corrido por cada 60cm (sup.)	40	2
Vertedero con fluxómetro (hospital)	75	8
" de aseo	75	3
" de aseo con sifón "P"	50	2
" de cirugía.	40	3
Descarga contínua o intermitente de bombas reotoras, equipo de clima o similares con Q en L/S	25 2Q	32Q

TABLA 14

Tipos de mueble sanitario	Desagüe mínimo	Unidad de desagüe
Desagüe no clasificados de:	32	1
" " " " ":	40	2
" " " " ":	50	3
" " " " ":	60	4
" " " " ":	75	5
" " " " ":	100	6

Tabla No. 15 CAPACIDAD MAXIMA (en unidades de desagüe) PARA RAMALES HORIZONTALES DE DESAGUE DE MUEBLES SANITARIOS.

DIAMETRO DE RAMAL		MUEBLES EN UNA MISMA PLANTA	MUEBLES DIRECTOS AL ALBAÑAL.
1 $\frac{1}{4}$"	32mm	1 ud	1 ud
1 $\frac{1}{2}$"	40mm	2	3
2 "	50	6	6
2 $\frac{1}{2}$ "	60	9	12
3"	75	16	20
4"	100	90	160
5"	125	200	360
6"	150	350	620
8"	200	600	1400
10"	250	1000	2500
12"	300	1500	3900
15"	375	—	7000

Tabla No. 16 CAPACIDAD MAXIMA (Ud) PARA ALBAÑALES Y RAMALES DE ALBAÑAL PARA DIVERSAS PENDIENTES.

DIAMETRO	0.5%	1%	2%	4%
1 ¼ " 3. mm	—	—	1 Ud	1 Ud
1 ½ " 40	—	—	3	3
2" 50	—	—	21	26
2 ½" 60	—	—	24	31
3" 75	—	20 Ud	27	36
4" 100	—	180	216	250
5" 125	—	390	480	575
6" 150	—	700	840	1000
8" 200	1400 Ud	1600	1920	2300
10" 250	2500	2900	3500	4200
12" 300	3900	4600	5600	6700
15" 375	7000	8300	10000	12000

Tabla No. 17 CAPACIDAD TOTAL MAXIMA DE COLUMNAS DE DESAGUE (en Ud).

DIAMETRO	CON DESAGUE EN 3 NIVELES	CON DESAGUE + EN 3 NIVELES
32 mm 1¼"	2 Ud	2 Ud
40 mm 1½"	4	8
50 mm 2"	10	24
60 2½"	20	42
75 3"	30	60
100 4"	240	500
125 5"	540	1100
150 6"	960	1900
200 8"	2200	3600
250 10"	3800	5600
300 12"	6000	8400

Tabl. No. 22

TABLA DE CAPACIDADES DE LAS COLUMNAS
DE DOBLE VENTILACION .

COLUMNA DESAGUE Ø	Ud conect	C.D.V. Ø 32	C.D.V. Ø 40	C.D.V. Ø 50	C.D.V. Ø 60	C.D.V. Ø 75	C.D.V. Ø 100	C.D.V. Ø 125	CDV Ø 150	C.D.V. Ø 200
32 mm	2 Ud	3 pisos	—	—	—	—	—	—	—	—
40	8	5 "	15 p.	—	—	—	—	—	—	—
50	10	3 "	10 p.	—	—	—	—	—	—	—
[illegible]	12	3 "	7 "	20 p.	—	—	—	—	—	—
50	20	2 "	5 "	15 "	—	—	—	—	—	—
60	42	—	3 "	10 "	30 p.	—	—	—	—	—
75	10	—	3 "	10 "	20 "	60 p.	—	—	—	—
75	30	—	—	6 "	20 "	50 "	—	—	—	—
75	60	—	—	5 "	8 "	40 "	—	—	—	—
100	100	—	—	3 "	10 "	26 "	100 p.	—	—	—
100	200	—	—	3 "	9 "	25 "	90 "	—	—	—
100	500	—	—	2 "	7 "	18 "	70 "	—	—	—
125	1100	—	—	—	2 "	5 "	20 "	70 p.	—	—
150	350	—	—	—	2 "	5 "	20 "	40 "	130 p.	—
150	1900	—	—	—	—	2 "	7 "	20 "	70 "	—
200	600	—	—	—	—	—	5 "	15 "	50 "	130 p.
200	3600	—	—	—	—	—	2 "	6 "	25 "	80 "
2[illegible] v	1000	—	—	—	—	—	—	7 "	12 "	100 "
250	5600	—	—	—	—	—	—	2 "	6 "	25 "

Velocidad final de caída en desagües verticales

3-22

13

$Q[m^3/s]$; $v[\frac{m}{s}]$; $A[m^2]$; $R[m]$; $s[\frac{m}{m}]$

$$Q = v A \qquad A = \frac{Q}{v} \qquad R = \frac{A}{\pi D} = \frac{Q}{\pi D v}$$

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} s^{1/2} \qquad s = 1 \qquad n = 0.010$$

$$v = \frac{1}{0.010} \frac{Q^{2/3}}{\pi^{2/3} D^{2/3} v^{2/3}} = 100 \frac{Q^{2/3}}{\pi^{2/3} D^{2/3} v^{2/3}}$$

$$v^{5/3} = 100 \frac{Q^{2/3}}{\pi^{2/3} D^{2/3}}$$

$$v = 100^{3/5} \frac{Q^{2/5}}{\pi^{2/5} D^{2/5}} = 10 \left(\frac{Q}{D}\right)^{2/5}$$

$$\overset{m/seg}{v} = 10 \left(\frac{\overset{L/seg}{Q}}{\underset{mm}{D}}\right)^{0.4} \longleftarrow \text{Velocidad final de caída}$$

Por ejemplo: $D = 100$ mm

$Q = 6.662$ L/seg

$$v = 10 \left(\frac{6.662}{100}\right)^{0.4} = 3.393 \text{ m/seg}$$

Este caso corresponde a una bajada en la que el área ocupada por el flujo de agua descendente es 1/4 del área del círculo.

* [illegible]

Desagües combinados

Cuando un albañal conduce aguas negras y aguas pluviales, al gasto de las aguas de lluvia se suma el de aguas negras, estimando éste último para su máximo probable, en la forma que en seguida se indica.

Para una intensidad de precipitación (i) en mm/h y una superficie desaguada (S) en m², el gasto pluvial es

$$Q_p = \frac{S\,i}{3600} \quad [L/seg]$$

El gasto adicional de aguas negras <u>nunca</u> se toma menor de 2.5 L/seg (descarga de un excusado), al aplicar la fórmula empírica:

$$Q_{AN} = \frac{\Sigma u_d}{100} \quad [L/seg]$$

en la que Σu_d es la suma de las unidades de desagüe de los muebles sanitarios, según tablas, de modo que el albañal combinado debe ser capaz de conducir, a tubo lleno, un gasto total

$$Q_T = \frac{S\,i}{3600} + \frac{\Sigma u_d}{100} \quad [L/seg]$$

Por ejemplo, para 360 m² de azotea + 360 m² de fachada expuesta a la lluvia, $S = 360 + 180 = 540$ m² y $Q_p = 540 \times 150/3600 = 22.5$ L/seg; y con muebles sanitarios que sumen 500 unidades, $Q_{AN} = 500/100 = 5$ L/seg, de modo que el albañal combinado lleva 27.5 L/seg, por

ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES POR BOMBEO

Cuando los albañales de los edificios no pueden descargar a los colectores del servicio público por estar más abajo de éstos, hay necesidad de utilizar cárcamos con bombas especiales para aguas negras o sucias, para desalojarlas con rapidez.

Los cárcamos de aguas negras deben calcularse en tal forma que nunca mantengan por más de 24 horas el líquido con materia orgánica, ya que después de este tiempo se presenta la fermentación activada del producto.

Los cárcamos de aguas pluviales normalmente son de capacidad muy grande que resultan antieconómicos, ya que hay que almacenar no menos de 50 lts. por cada m2 de área de captación.

Las bombas pueden ser:

a).- De cárcamo humedo.-

Cuando los impulsores de la bomba se encuentran dentro del cárcamo, teniendo motores normales fuera de él.

b).- De cárcamo seco.-

Cuando las bombas se encuentran fuera del cárcamo.

c).- Bombas sumergibles.-

Cuando tanto la bomba como el motor se encuentran dentro del líquido.

d).- Eyectores por aire comprimido.

En todos los casos el paso de esfera de los impulsores debe ser mínimo de 75mm.

Siempre se ponen dos bombas por cárcamo, para evitar que la falta de una pueda suspender el funcionamiento del edificio.

./.

Las operaciones de automatizar el funcionamiento de las bombas se hace por medio de flotadores eléctricos a prueba de explosión, dado los gases que pueden formarse dentro del cárcamo (metano)

Los cárcamos por lo tanto, deben tener un tubo de ventilación que permita la salida de dichos gases, tubo que puede conectarse al sistema de doble ventilación del edificio (normalmente 100mm de diámetro).

ELIMINACION DE AGUAS NEGRAS POR FOSA SEPTICA

En los casos de que no hay servicio municipal de drenaje, hay que tratar las aguas negras por medio de fosas sépticas o por algún otro proceso de digestión.

La digestión tiene por objeto desdoblar las moléculas orgánicas complejas en moléculas sencillas como son nitritos, nitratos y otras, con desprendimientos de gases que pueden ser metano, anhidrido sulfuroso y otros. Es esta situación, no es posible combinar el agua pluvial con el agua negra y así mismo deberán separarse las aguas servidas que no deberán pasar por la fosa séptica.

Las fosas sépticas tienen tres camaras. La primera donde se recibe el producto en la sedimentación, la segunda la de fermentación, donde las bacterias anderobias destruyen el producto y por último la cámara de oxigenación en donde mueren las bacterias anderobias y actúan aerobias.

El agua que ha pasado por la fosa séptica debe descargarse a un pozo de absorción o a lechos de drenes, donde se filtrará la tierra. A estos pozos de absorción deben concurrir también las aguas servidas de otros muebles sanitarios. Figs. 35 y 36

Antes de proceder a iniciar una construcción en estas condiciones, hay que cerciorarse de la posibilidad de eliminar las aguas negras por este metódo simple, ya que de lo contrario habrá que recurrir a la instalación de verdaderas plantas de tratamiento de aguas negras, sumamente costosas y especializadas.

./.

ESPECIFICACION PARA CONSTRUCCION DE DRENES

Consistirán en canalizaciones realizadas con tubería de 100mm de diámetro, propia para dren, es decir, con perforaciones en su lecho interior. Los tubos se conectarán sin poner material en sus campanas, en zanjas a una profundidad de 45 cms. bajo el nivel de piso terminado.

Las juntas por la parte superior, se cubrirán con papel alquitranado de 15 cms. de ancho, dejandose abiertas por su parte inferior.

La pendiente será de 1:250 para conseguir que el agua se infiltre en la tierra.

Si la tierra es francamente absorbente, se harán zanjas más profundas, las cuales se rellenarán con material graduado, es decir al principio con grano grueso y a medida que va subiendo el material será de grano más fino hasta llegar a una mezcla de arena y arcilla suelta hasta llegar al nivel del terreno.

La capacidad de los drenes deberá calcularse teniendo en cuenta que para tubería de 100mm de diámetro el volumen en litros por metro lineal será de 8.10 y para 150mm de 18.20 lts. por metro líneal.

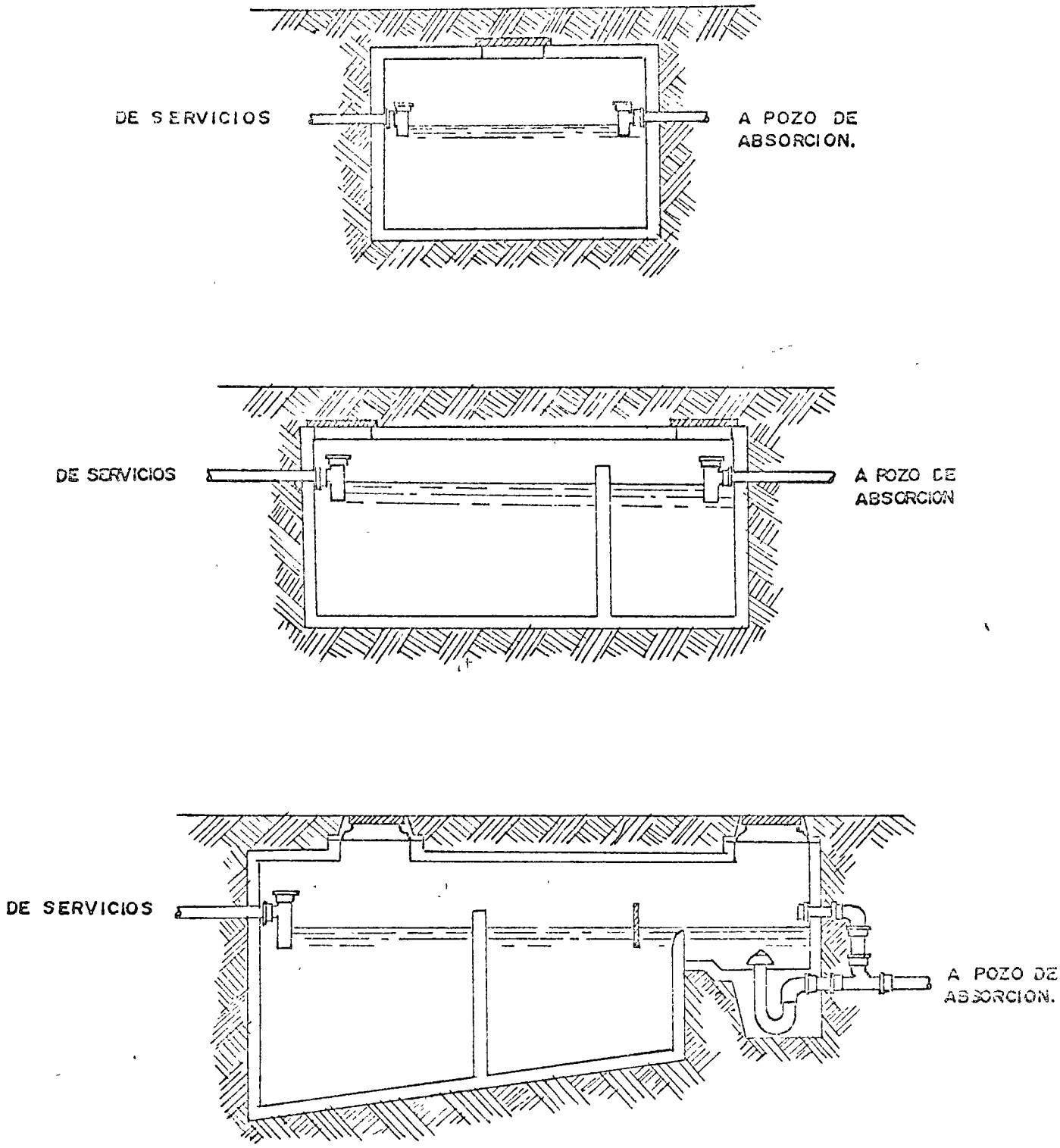
Los ensayos de filtración del terreno, se harán haciendo perforaciones de 30x30cms. a la profundidad de instalación de los drenes y para los pozos de absorción de la mitad de la profundidad calculada. Los hoyos se llenarán con agua con un tirante de 15 cms. y se anotará el tiempo que tardará el nivel en descender 2.5 cms. Los caudales admisibles y las longitudes calculadas en la siguiente forma son:

TABLA 14

TIEMPO QUE TARDA EL AGUA EN DESCENDER 2.5 cms. (en minutos)	CAUDAL EN ZANJAS DE DRENAJE (Lts. X mto. lineal)	CAUDAL EN POZOS DE ABSORCION (Lts. X M2)
1	50	215
2	40	175
10	20	95
50	10	45
60	8	30

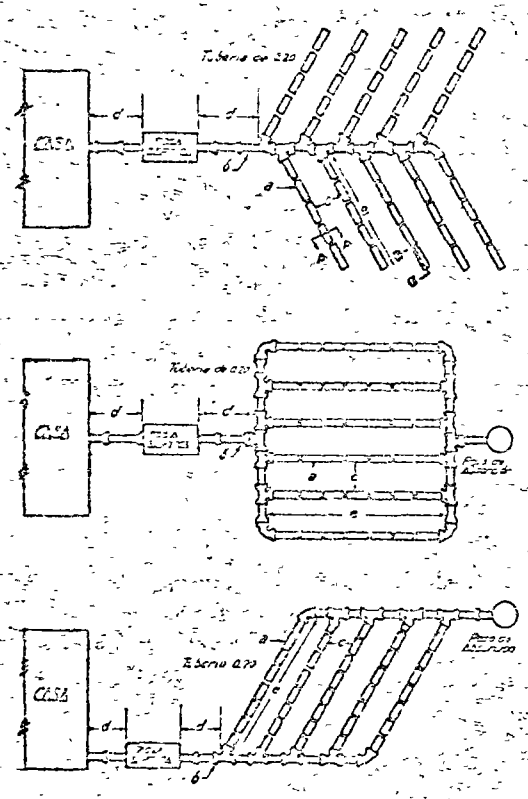
./.

ELECCION DE DRENES O POZO DE ABSORCION.- Si el suelo es poroso y la cantidad de líquidos es relativamente reducida, lo más indicado es el pozo absorbente.- Para terrenos no porosos, se empleará la red de renes en zanjas de 45 cms. de profundidad. Para los terrenos impermeables lo más acertado es formar la red de -- colectores en zanjas profundas con filtro de arena y distribuidores transversales encima de aquellos. La corriente de los ramales debe ser muy lenta para que la salida del agua pueda efectuarse adecuadamente. Por lo tanto el campo de drenaje debe tener poca pendiente y en caso de que esta pendiente sea excesiva, -- las filas de drenes se pondrán perpendicularmente a la pendiente.

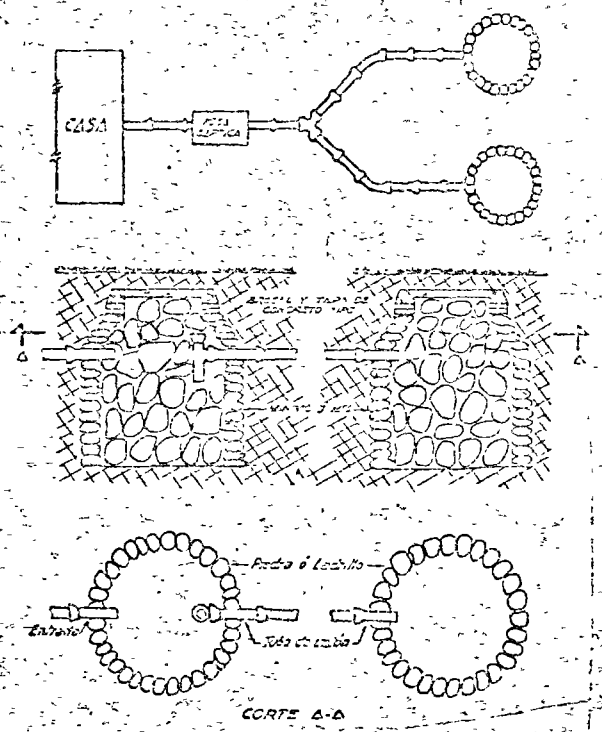


DIFERENTES TIPOS DE FOSAS SEPTICAS

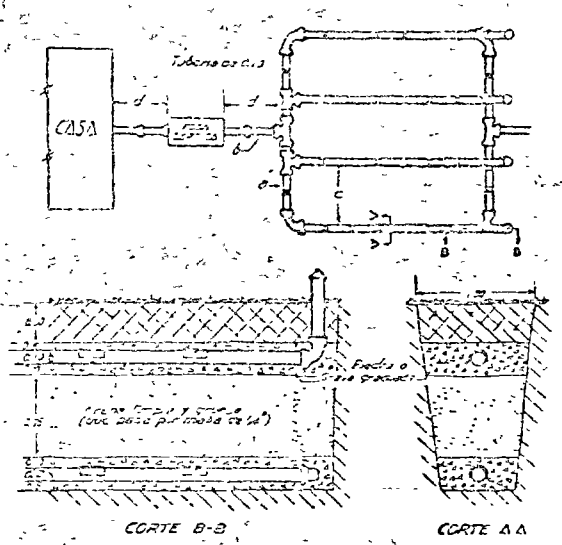
DETALLES DE UN CAMPO DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA DEL EFLUENTE DE FOSA SEPT



DISPOSICION DE LOS POZOS DE ABSORCION PARA FOSA SEPTICA.



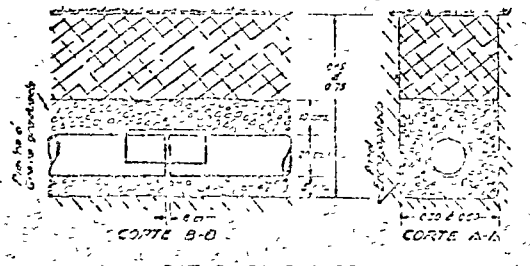
DISPOSICION DEL EFLUENTE DE FOSA SEPTICA POR DISTRIBUCION DE UN FILTRO SUBTERRANEO.



NOTA:

Longitud requerida para la tubería de un filtro subterraneo 4.50 a 6.00 ml lineales por persona.

FIGURA 35



DATOS GENERALES

a) Pendiente de 0.5%
b) Porcentaje de 1%
c) Distancia mayor de 2.50 m
d) Distancia mayor de 3.00 m
e) Distancia mayor de 18.00 m

Datos de Construcción para Campo de Distribución Subterranea y Pozo de Absorción		
Naturaleza del Terreno	Campo de Distribución	Pozo de Absorción
	Longitud aproximada de tubería de 0.10 m de diámetro en m.l. por persona	Area efectiva de absorción requerida por persona en m²
Arena gruesa o grava	3.50	1.00
Limo fino	4.50	1.25
Arcilla con barro	7.50	1.50
Barro con grava	18.00	—
Barro o mucho barro	—	3.00
Barro con poca arena	—	no generalmente sirve
Barro compacto	no sirve	no sirve

Prueba de Absorción para Pozo.	
Tiempo en que sube el agua para bajar 0.20 m (en minutos)	Area de absorción requerida del pozo en m²
2	1.00
5	1.25
10	1.50
30	3.00
Mayor de 30	No sirve

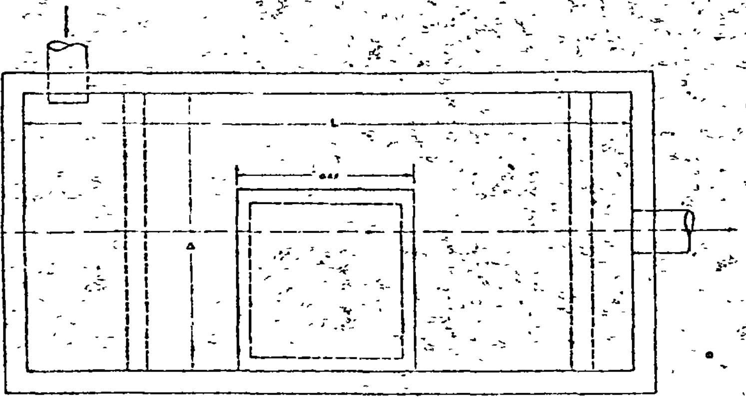
Datos de una colección de 150 personas

SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA
DIRECCION GRAL. DE INGENIERIA SANITARIA
DEPARTAMENTO DE SANEAMIENTO

DISPOSICIONES DEL EFLUENTE PARA FOSAS SEPTICAS TIPO.

Diseño: [illegible] | Revisó: [illegible] | Fecha: [illegible]
Dibujó: [illegible] | Aprobó: [illegible] | C.S.E.

Fecha de Junio de 1958

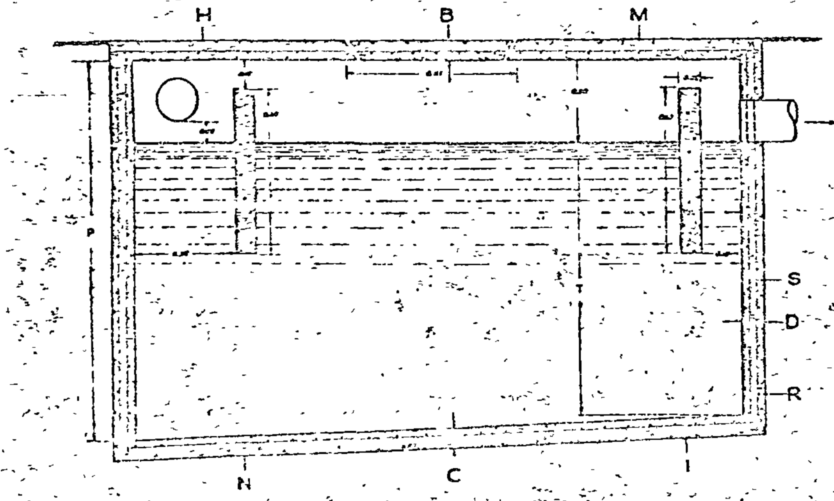


CUADRO ESTRUCTURAL

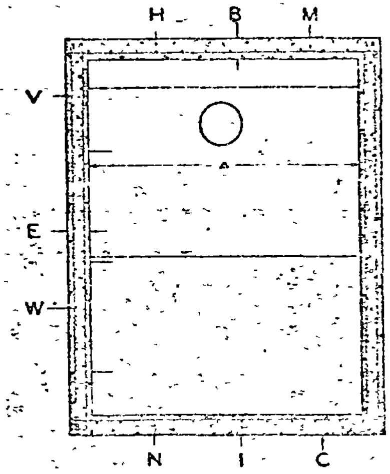
Nº TANQUE	ESPESOR B cm	ESPESOR C cm	ESPESOR D cm	ESPESOR E cm	CANTIDADES DE MATERIAL					
1	10	15	15	15	[illegible]	13	[illegible]	[illegible]	6	[illegible]
2	10	6	20	20	6	31	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3	10	20	20	25	15	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4	15	20	25	30	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5	15	25	30	35	30	[illegible]	[illegible]	[illegible]	107	[illegible]

Nº TANQUE	Nº	Tamaño	Longitud	Separación	Nº	Tamaño	Longitud	Separación	Nº	Tamaño	Longitud	Separación	Nº	Tamaño	Longitud	Separación
1	3	[illegible]	[illegible]	30	9	[illegible]	[illegible]	25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	3	[illegible]	2.44	30
2	5	[illegible]	[illegible]	30	14	[illegible]	[illegible]	25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	5	[illegible]	[illegible]	23
3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	23	[illegible]	[illegible]	25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	8	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4	3	[illegible]	[illegible]	30	31	[illegible]	[illegible]	23	[illegible]	[illegible]	2.46	9	14	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	40	45	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	25	20	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Nº TANQUE	Nº	Tamaño	Longitud	Separación	Nº	Tamaño	Longitud	Separación	Nº	Tamaño	Longitud	Separación	Nº	Tamaño	Longitud	Separación
1	6	[illegible]	[illegible]	25	4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
2	12	[illegible]	[illegible]	[illegible]	6	[illegible]	[illegible]	25	[illegible]	[illegible]	[illegible]	25	9	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3	21	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	19	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
4	45	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	72	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	14	[illegible]	[illegible]	[illegible]	69	[illegible]	[illegible]	9	[illegible]	[illegible]	[illegible]	4



CORTE LONGITUDINAL



CORTE TRANSVERSAL

CUADRO FUNCIONAL

TANQUE Nº	Nº DE PERSONAS	CAPACIDAD DE LA FOSA	DIMENSIONES A	DIMENSIONES L	DIMENSIONES T	DIMENSIONES P
1	10	1.842 M³	[illegible]	[illegible]	[illegible]	125
	15	2.520 "	[illegible]	[illegible]	[illegible]	137
	20	3.353 "	[illegible]	243	[illegible]	147
	25	[illegible] "	115	[illegible]	121	158
	30	5.400 "	125	[illegible]	125	164
	40	[illegible] "	135	[illegible]	135	175
2	50	[illegible] "	145	357	145	185
	60	[illegible] "	[illegible]	377	155	197
	80	[illegible] "	170	[illegible]	170	212
3	100	[illegible] "	180	[illegible]	185	[illegible]
	125	[illegible] "	195	[illegible]	200	244
	150	[illegible] "	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	175	[illegible] "	[illegible]	[illegible]	[illegible]	271
4	200	[illegible] "	[illegible]	[illegible]	[illegible]	277
	225	[illegible] "	[illegible]	[illegible]	[illegible]	287
	250	[illegible] "	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
5	300	[illegible] "	[illegible]	541	255	[illegible]

FIGURA 36

SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA
DIRECCION GRAL. DE INGENIERIA SANITARIA
DEPARTAMENTO DE SANEAMIENTO

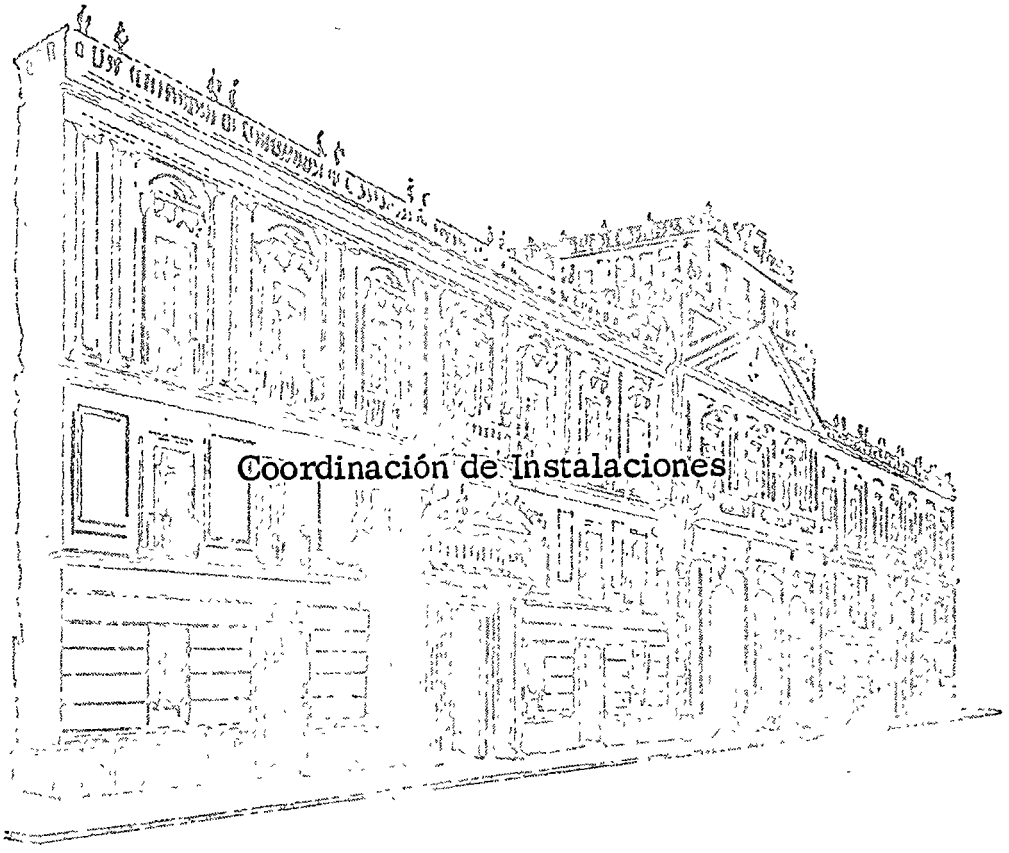
FOSA SEPTICA TIPO.
PARA DIFERENTES CAPACIDADES

HOJA 1 DE DOS.

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS

PARA EDIFICOS



Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tels: 521-40-23 521-73-35 5123-123

COORDINACION DE INSTALACIONES

TOMA DE AGUA

ALBAÑAL

CONEXION DE ENERGIA ELECTRICA

CONEXION DE TELEFONOS

INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA

Selección de muebles sanitarios y aparatos médicos u otros que requieren - agua y desagüe.
Cisterna
Equipo de bombeo
    A tanque elevado
    A la red.
Tratamiento de agua
Red de agua fría
Red de agua caliente y retorno
Equipo de calentamiento de agua y bomba (s) de circulación.
Bombeo de aguas negras
Red de desagües y doble ventilación
Bajadas pluviales
Equipo y tubería de alberca
Equipo y tuberías para espejos de agua
Instalación contra incendio
Bombeo contra incendio
Red de riego y su equipo de bombeo.

VAPOR:

Selección de aparatos y equipos que requieran vapor.
Calderas y equipos conexos.
Tanque (s) de combustible
Equipo suavizador del agua de repuesto
Red de tubería de vapor
Válvulas reductoras de presión
Trampas de vapor
Red de tuberías de retorno de condensados.

ELECTRICIDAD

Selección de lámparas, aparatos y equipos que requieran energía eléctrica.
Subestación
Planta de emergencia

./.

Tableros de control en baja tensión.
Líneas de alimentación.
Centros de carga.
Circuitos derivados para alumbrado, para contactos y para fuerza.
Sistemas de tierras
Pararrayos
Tuberías para telefonos.
Sonido
Intercomunicación
Señalización.
Localización de personas.
Sistemas de dictado.
Sistemas de signos verticales.
Radio y T.V.
Alimentación a Rayos X.
Relojes

ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

Selección del tipo de sistema aplicable en cada dependencia del hospital.
Sistema de ventilación por extracción.
Sistema de extracción e inyección.
Sistemas de ventilación con calefacción (y humidificación)
Sistemas de ventilación con enfriamiento evaporativo.
Sistemas de enfriamiento evaporativo y calefacción.
Sistemas de aire acondicionado con refrigeración y calefacción.
Microfiltrado y esterilización del aire.
Torres de enfriamiento.

REFRIGERACION

Cámaras frías
Congeladoras
Refrigeradores

GAS COMBUSTIBLE

Estación reductora con medición de PEMEX para gas natural.
Tanque (s) estacionario (s) para gas licuado (con evaporador)
Regulador de presión
Redes de distribución

GASES MEDICOS

Tanque de oxígeno líquido.
Cabezal para tanques portátiles de 6m3
Red de distribución de O2

./.

Sistema de óxido nitroso y su red.
Equipo para aire comprimido.
Red de aire comprimido.

CORREO NEUMATICO

Compresora de aire
Red de conductos
Estaciones receptoras y de envío
Estación de rechazo
Estación de control.

S O P O R T E R I A

En la ejecución de las instalaciones sanitarias, hidráulicas y de protección contra incendio es muy importante tomar en consideración los elementos de sujeción y sustentación que fijarán las instalaciones a las partes estructurales de la construcción.

Estos elementos (soportes, abrazaderas, guías, etc.) deben corresponder a un diseño adecuado de ingenieria y deben estudiarse en coordinación con los de las demás instalaciones a fín de conseguir criterios, distribuciones y materiales homogeneos. Habiendo ocasiones en las que un solo soporte puede ser parte de las lineas de instalación hidráulica, eléctricidad y de aire acondicionado.

Es recomendable consultar con la dirección de la obra y obtener su aprobación antes de iniciar estos trabajos, ya que existen varias limitaciones (de dimensión, sistema de anclaje, etc.), que deberán ser tomadas en cuenta. Tal es el caso por ejemplo del uso de dispositivos de explosión en muros ó losas aparentes ó de poca resistencia al impacto, debiendo ser usados preferentemente sistemas de expansión.

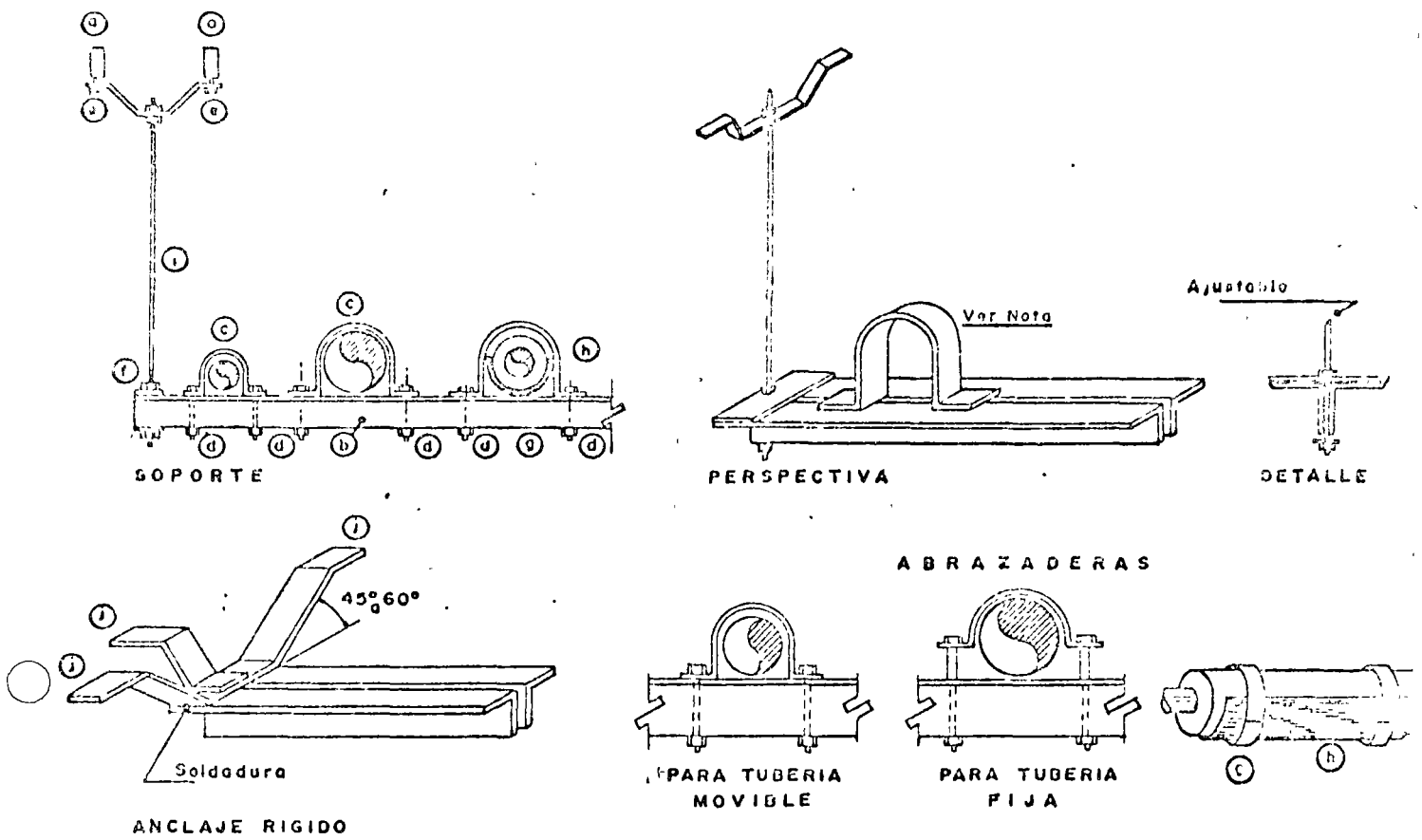
A continuación se presentan las normas que el Instituto Mexicano del Seguro Social impone en construcciones, mismas que se catalogan entre las más completas del país.

./.

I. M. S. S. OF. DE INSTALACIONES Y EQUIPO	SOPORTERIA I—TUBERIAS AGRUPADAS (VER TABLA DE ESPECIFICACIONES)	ESPECIFICACIONES

FIG. 40

a). Localizados sobre el Plafón.
Diseño Nº 1.



b). Localizados en ductos verticales.
Diseño Nº 2.

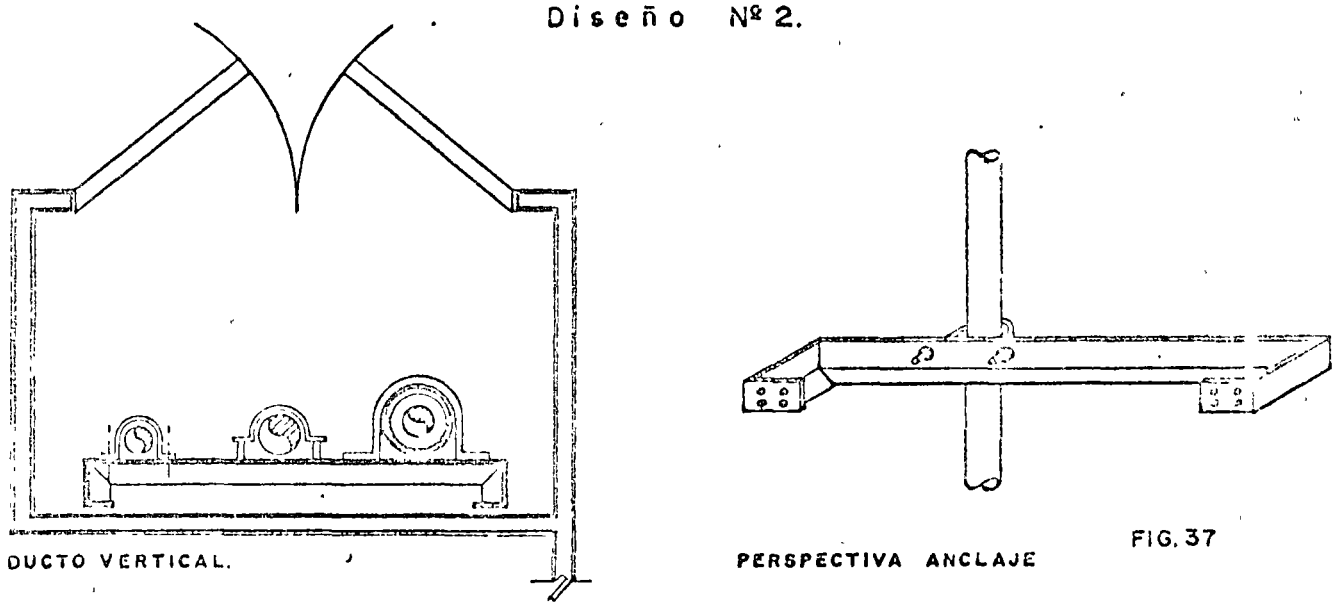


FIG. 37

a ANCLAJE.- Perno Rawlbolts	e TORNILLERIA	i TIRANTE.- Fierro Redondo
b LARGUERO.- Fierro Angulo Estrutural	f SOLERA.- Soldada a larguero	j SOPORTE FIJO.- Fierro Plano
c ABRAZADERA.- Fierro Plano	g FLEJE.	Nota. Para Tuberias Termicas, se instalaran uno si y uno no.
d TORNILLERIA	h CORAZA.- de lámina galv. Nº 22.	

I. M. S. S. OF. DE INSTALACIONES Y EQUIPO	S O P O R T E R I A I.- TUBERIAS AGRUPADAS HORIZONTALES Y VERTICALES	TABLA DE ESPECIFICACIONES

TABLA 23

(20)

	HASTA 3 TUBOS			HASTA 6 TUBOS		
	Gruesos	Delgados	Combinados	Gruesos	Delgados	Combinados
a	C-19	C-19	C-19	C-21	C-19	C-19
b	32.0x32.0x3.2mm (1 1/4"x 1 1/4"x 1/8") 2 piezas	25.0x25.0x3.2mm (1" x 1" x 1/8") 2 piezas	32.0x32.0x3.2mm (1 1/4"x 1 1/4"x 1/8") 2 piezas	38.0x38.0x4.8mm (1 1/2"x 1 1/2"x 3/16") 2 piezas	32.0x32.0x3.2mm. (1 1/4"x 1 1/4"x 1/8") 2 piezas	38.0x38.0x4.8mm (1 1/2"x 1 1/2"x 3/16") 2 piezas
c	32.0x3.2mm. (1 1/4"x 1/8")	25.0x3.2mm. (1" x 1/8")	32.0 x 3.2mm (1 1/4" x 1/8") o 25.0 x 3.2mm. (1" x 1/8")	32.0 x 3.2mm (1 1/4"x 1/8")	25.0 x 3.2mm. (1" x 1/8")	32.0 x 3.2mm (1 1/4" x 1/8") o 25.0 x 3.2mm (1" x 1/8")
d	64.0 x 6.3mm I ø (2 1/2" x 1/4")	51.0 x 6.3mm I ø (2" x 1/4")	64.0 x 6.3mm I ø (2 1/2" x 1/4")	64.0 x 6.3mm. I ø (2 1/2" x 1/4")	64.0 x 6.3mm. I ø (2 1/2" x 1/4")	64.0 x 6.3mm I ø (2 1/4" x 1/4")
e	67.15 x 6.3mm I ø (2 1/4" x 1/4")	51.0 x 4.8mm. I ø (2" x 3/16")	51.0 x 4.8mm I ø (2" x 3/16")	75.0 x 6.3mm. I ø (3" x 1/4")	57.15 x 6.3mm. I ø (2 1/4" x 1/4")	67.15 x 6.3mm I ø (2 1/4" x 1/4")
f	32.0x6.3x75.0mm a p I (1 1/4"x 1/4"x 3")	25.0x4.8x64.0mm. a p I (1"x 3/16"x 2 1/2")	32.0x6.3x75.0mm a p I (1 1/4"x 1/4"x 3")	38.0x6.3x88.9mm. a p I (1 1/2"x 1/4"x 3 1/2")	32.0x6.3x75.0mm a p I (1 1/4"x 1/4"x 3")	38.0x6.3x88.9mm a p I (1 1/2"x 1/4"x 3 1/2")
g	Fleje para sujetar Coraza.	Fleje para sujetar Coraza	Fleje para sujetar Coraza	Fleje para sujetar Coraza	Fleje para sujetar Coraza	Fleje para sujetar Coraza
h	Coraza de lámina galvanizada No 22	Coraza de lámina galvanizada No. 22	Coraza de lámina galvanizada No. 22	Coraza de lámina galvanizada No. 22	Coraza de lámina galvanizada No. 22	Coraza de lámina galvanizada No 22
i	Tirante de fierro redondo de 7.9mm (5/16") por el largo	Tirante de fierro redondo de 7.9mm (5/16") por el largo	Tirante de fierro redondo de 7.9mm (5/16") por el largo	Tirante de fierro redondo de 7.9mm (5/16") por el largo	Tirante de fierro redondo de 7.9mm (5/16") por el largo	Tirante de fierro redondo de 7.9mm (5/16") por el largo
j	32.0 x 4.8mm. (1 1/4" x 3/16")	25.0 x 3.2mm. (1" x 1/8")	32.0 x 4.8mm. (1 1/4" x 3/16")	38.0 x 4.8mm. (1 1/2" x 3/16")	32.0 x 4.8mm. (1 1/4" x 3/16")	38.0 x 4.8mm (1 1/2" x 3/16")

LOS TORNILLOS (d) SE CONSIDERAN CON TUERCA Y ROLDANA

I. M. S. S. OF. DE INSTALACIONES Y EQUIPO	S O P O R T E R I A I.-TUBERIAS AGRUPADAS HORIZONTALES Y VERTICALES	TABLA DE ESPECIFICACIONES

TABLA 24

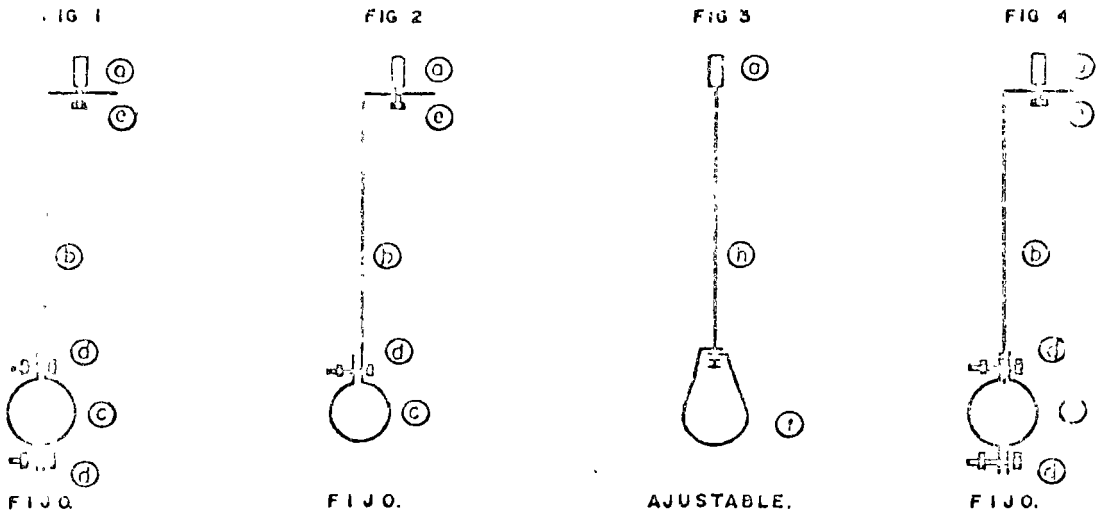
	HASTA 9 TUBOS			HASTA 12 TUBOS		
	Gruesos	Delgados	Combinados	Gruesos	Delgados	Combinados
a	E-19	D-21	D-21	E-22	E-23	E-2[illegible]
b	51.0x51.0x6.3mm (2"x2"x1/4") 2 piezas	38.0x38.0x4.8mm (1 1/2"x1 1/2"x3/16) 2 piezas	51.0x51.0x6.3mm (2"x2"x1/4") 2 piezas	64.0x64.0x6.3mm (2 1/2"x2 1/2"x1/4") 2 piezas	51.0x51.0x6.3mm (2"x2"x1/4") 2 piezas	64.0x64.0x6.3mm (2 1/2"x2 1/2"x1/4") 2 piezas
c	32.0x3.2mm. (1 1/4"x1/8")	25.0"x3.2mm. (1"x1/8")	32.0x3.2mm. (1 1/4"x1/8") 25.0x3.2mm. (1"x1/8")	32.0x3.2mm (1 1/4"x1/8")	25.0x3.2mm. (1"x1/8")	32.0x3.2mm. (1 1/4"x1/8") 25.0x3.2mm. (1"x1/8")
d	76.0x6.3mm 1 ø (3"x1/4")	64.0x6.3mm. 1 ø (2 1/2"x1/4")	75.0x6.3mm. 1 ø (3"x1/4")	100.0x6.3mm. 1 ø (4"x1/4")	75.0x6.3mm. 1 ø (3"x1/4")	100.0x6.3mm. 1 ø (4"x1/4")
e	750x9.5mm. 1 ø (3"x3/8")	75.0x7.9mm. 1 ø (3"x5/16")	75.0x9.5mm. 1 ø (3"x3/8")	127.0x9.5mm. 1 ø (5"x3/5")	100.0x9.5mm. 1 ø (4"x3/8")	100.0x9.5mm. 1 ø (4"x3/8")
f	51.0x6.3x114.3mm a p l (2"x1/4"x4 1/2")	38.0x6.3x88.9mm a p l (1 1/2"x1/4"x3 1/2")	51.0x6.3x114.3mm. a p l (2"x1/4"x4 1/2")	64.0x6.3x140.0mm. a p l (2 1/2"x1/4"x5 1/2)	51.0x6.3x114.3mm. a p l (2"x1/4"x4 1/2")	64.0x6.3x140.0mm a p l (2 1/2"x1/4"x4 1/2")
g	Fleje para sujetar Coraza	Fleje para sujetar Coraza	Fleje para sujetar Coraza	Fleje para sujetar Coraza	Fleje para sujetar Coraza	Fleje para sujetar Coraza
h	Coraza de lámina galvanizada No. 22	Coraza de lámina galvanizada No. 22	Coraza de lámina galvanizada No. 22	Coraza de lámina galvanizada No 22	Coraza de lámina galvanizada No. 22	Coraza de lámina galvanizada No. 22
i	Tirante de fierro redondo de 7.9mm. (5/16") por el largo necesario	Tirante de fierro redondo de 7.9mm (5/16") por el largo necesario	Tirante de fierro redondo de 7.9mm. (5/16") por el largo necesario	Tirante de fierro redondo de 7.9mm (5/16") por el largo necesario	Tirante de fierro redondo de 7.9mm. (5/16") por el largo necesario	Tirante de fierro redondo de 7.9mm. (5/16") por el largo necesario
j	51.0x6.3mm (2"x1/4")	38.0x6.3mm. (1 1/2"x1/4")	51.0x6.3mm. (2"x1/4")	64.0x6.3mm. (2 1/2"x1/4")	51.0x6.3mm. (2"x1/4")	64.0x6.3mm. (2 1/2"x1/4")

LOS TORNILLOS (d) SE CONSIDERAN CON TUERCA Y ROLDANA

I. N. S. S. OF DE INSTALACIONES Y EQUIPO	S O P O R T E R I A II-TUBERIAS SEPARADAS	ESPECIFICACIONES

FIG. 41

a)- LOCALIZADAS SOBRE EL PLAFON
DIAMETROS DE 10 a 25 mm.



a ANCLAJE.- Perno Rawlbolts	d TORNILLERIA	g APLICACIONES
b TIRANTE - Fierro Plano	e TORNILLERIA	h TIRANTE.- Fierro Redondo
c ABRAZADERA.- Fierro Plano	f ABRAZADERA.	

FIGURAS				
	1	2	3	4
a	C-19	C-19	C-19	C-19
b	19.0 x 3.2 mm (3/4" x 1/8")	19.0 x 3.2 mm (3/4" x 1/8")		19.0 x 3.2 mm (3/4" x 1/8")
c	19.0 x 3.2 mm (3/4" x 1/8")	19.0 x 3.2 mm (3/4" x 1/8")	25.0 x 4.8 mm (1" x 3/4")	19.0 x 3.2 mm (3/4" x 1/8")
d	1 ø 19.0 x 6.3 mm (3/4" x 1/4") cabeza de maquina	1 ø 19.0 x 6.3 mm (3/4" x 1/4") cabeza de maquina		1 ø 25.0 x 6.3 mm (1" x 1/4") cabeza de maquina
e	1 ø 64.0 x 6.3 mm (2 1/2" x 1/4") cabeza de maquina	1 ø 64.0 x 6.3 mm (2 1/2" x 1/4") cabeza de maquina		1 ø 64.0 x 6.3 mm (2 1/2" x 1/4") cabeza de maquina
f			GRINNELL — 269	
g	ALIMENTACIONES	ALIMENTACIONES.	DESAGÜES.	ALIMENTACIONES.
h			Tirante de fierro redondo de 7.9 mm (5/16") con cuerda en ambos lados de 10 cm, roldana y tuerca.	

LOS TORNILLOS (d) SE CONSIDERAN CON TUERCAS Y ROLDANAS

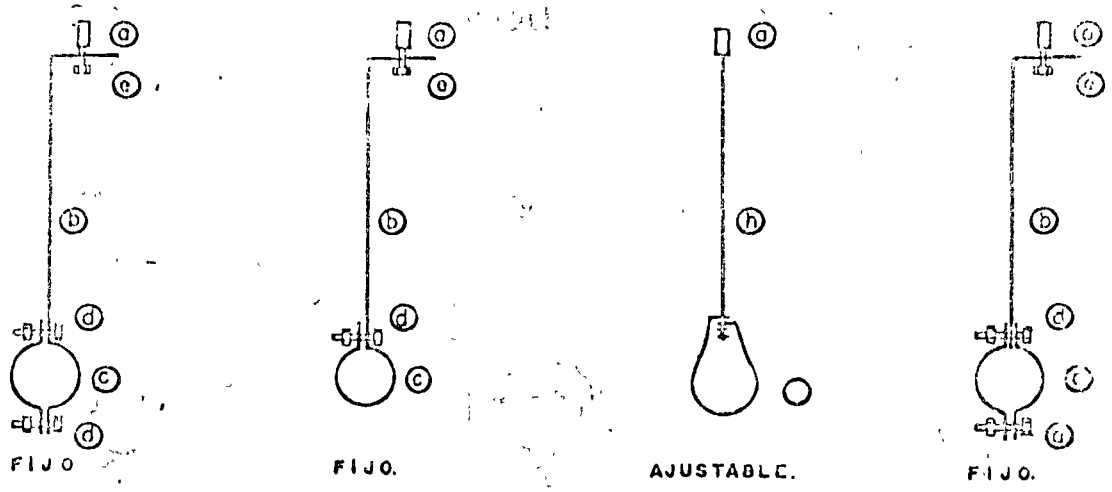
I. M. S. S. OF. DE INSTALACIONES Y EQUIPO	S O P O R T E R I A II-TUBERIAS SEPARADAS	ESPECIFICACIONES

4-9

FIG. 42

a).- LOCALIZADAS SOBRE EL PLAFON.
DIAMETROS DE 32 a 50 mm.

23



a ANCLAJE.- Perno Rawlbolts	d TORNILLERIA	g APLICACIONES.
b TIRANTE.- Fierro Plano	e TORNILLERIA	h TIRANTE.- Fierro Redondo
c ABRAZADERA.- Fierro Plano	f ABRAZADERA	

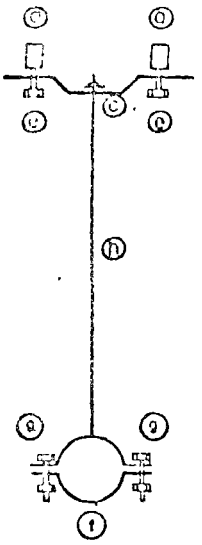
FIGURAS				
	5	6	7	8
a	E-19	E-19	E-19	E-19
b	25.0 x 3.2 mm (1" x 1/8")	25.0 x 3.2 mm (1" x 1/8")		25.0 x 3.2 mm (1" x 1/8")
c	25.0 x 3.2 mm (1" x 1/8")	25.0 x 3.2 mm (1" x 1/8")	25.0 x 3.2 mm (1" x 1/8")	25.0 x 3.2 mm (1" x 1/8")
d	1 ó 32.0 x 6.3 mm (1 1/4" x 1/4") cabeza de maquina	1 ó 32.0 x 6.3 mm (1 1/4" x 1/4") cabeza de maquina		1 ó 32.0 x 6.3 mm (1 1/4" x 1/4") cabeza de maquina
e	1 ó 75.0 x 9.5 mm (3" x 3/8")	1 ó 75.0 x 9.5 mm (3" x 3/8")		1 ó 75.0 x 9.5 mm (3" x 3/8")
f			GRINNELL- 260	
g	ALIMENTACIONES.	ALIMENTACIONES.	D E S A G Ü E S.	ALIMENTACIONES.
h			Tirante de fierro redondo de 7.9 mm (5/16") con cuerda en ambos lados de 10 cm.	

I. M. S. S. OF. DE INSTALACIONES Y EQUIPO	S O P O R T E R I A II-TUBERIAS SEPARADAS	ESPECIFICACIONES

a)-LOCALIZADAS SOBRE EL PLAFON

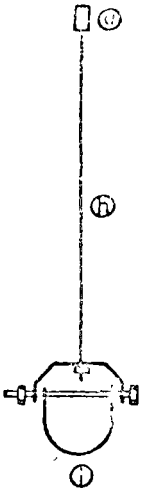
FIG. 43 DIAMETROS DE 64 mm en adelante

FIG. 9



FIJO.

FIG. 10



AJUSTABLE.

FIG. 11

AJUSTABLE.

a ANCLAJE.- Perno Rawlbolts	f ABRAZADERA: Fierro Plano.	i ABRAZADERA.- Grinnel
c ABRAZADERA - Fierro Plano	g TORNILLERIA.	J APLICACIONES.
e TORNILLERIA	h TIRANTE - Fierro Redondo	

FIGURAS			
	9	10	11.
a	C-10	G-10	G-10
c	32.0 x 4.8 mm (1 1/4" x 3/16")		
e	2 ø 64.0 x 6.3 mm (2 1/2" x 1/4") cabeza de maquina		
f	25.0 X 5.2 mm. (1" X 1/8").		
g	25.0 X 6.3 mm. (1" X 1/4") Cabeza de máquina.		
h	Tirante de fierro redondo de 7.9 mm (5/16") con cuerda en ambos lados de 10 cm, roldana y tuerca. (Tuberias forradas)	Tirante de fierro redondo de 7.9 mm (5/16") con cuerda en ambos lados de 10 cm, roldana y tuerca	Tirante de fierro redondo de 7.9 mm (5/16") con cuerda en ambos lados de 10 cm, roldana y tuerca.
I		GRINNELL — 260	GRINNELL — 260
J.	DESAGÜES o ALIMENTACIONES.	DESAGÜES o ALIMENTACIONES	DESAGÜES

FIG. 44

b) Localizadas en Ductos Verticales.

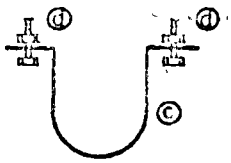


FIG. 12

PARA DIAMETROS DE 10 a 25 mm

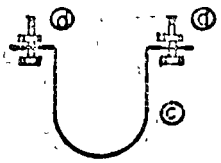


FIG. 13

PARA DIAMETROS DE 32 a 50 mm

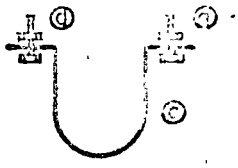


FIG. 14.

PARA DIAMETROS DE 64 mm ó MAYORES

NOTA: ESTAS ABRAZADERAS SON APLICABLES TAMBIEN A TUBERIAS HORIZONTALES ANCLADAS DIRECTAMENTE A LA ESTRUCTURA.

c ABRAZADERA.- Fierro Plano	d TORNILLERIA

	FIGURAS		
	12	13	14
c	19.0 x 3.2 mm (3/4" x 1/8") Equivalente a Grinnel Fig. 231	19.0 x 3.2 mm (3/4" x 1/8") Equivalente a Grinnel Fig. 231	32.0 x 4.8 mm (1 1/4" x 3/16") Equivalente a Grinnel Fig. 265
d	1 ø 25.0 x 6.3 mm (1" x 1/4") cabeza de máquina En casos de anclaje a losa, llevará además Pernos Rawlbolts.	1 ø 25.0 x 6.3 mm (1" x 1/4") cabeza de máquina En casos de anclaje a losa llevará además Pernos Rawlbolts.	1 ø 38.0 x 6.3 mm (1 1/2" x 1/4") cabeza de máquina En casos de anclaje a losa, llevará además Pernos Rawlbolts.

LOS TORNILLOS (d) SE CONSIDERAN CON TUERCAS Y ROLDANAS

SELECCION DE MATERIALES

TABLA 25

	Fierro fundido	Fierro galvanizado	Fierro negro	Cobre	P.V. C.	Asbesto o Cemento
Desagües	Excelente	Bueno	No	Excelente	Excelente	Bueno
Doble ventilación	Excelente	Excelente	No	Excelente	Excelente	No
Agua fría	No	Bueno	No	Excelente	Bueno	Bueno
Agua caliente	No	Bueno	No	Excelente	No	No
Vapor	No	No	Bueno	Bueno (Soldadura Plata).	No	No
Condensado	No	Bueno	Bueno	Excelente	No	No

J U N T A S

A).- Fierro fundido (Juntas de macho y campana)

A-1.- Estopa alquitranada y trenzada y plomo de lingote (excelente)

A-2.- Asbesto cemento (bueno)

A-3.- Compuestos a base de azufre y aditivos (regular) no debe usarse cuando en la campana se inserta tubería de cobre.

A-4.- Anillos planos de hule o neopreno (bueno)

A-5.- Cemento no debe usarse.

B).- Fierro galvanizado y Negro.

B-1.- Azarcón y aceite de linaza (Excelente)

B-2.- Litargirio y glicerina (excelente en agua caliente)

B-3.- Compuestos patentados (buenos)

C).- C o b r e.

C-1.- Soldadura de estaño y plomo 50 x 50 (excelente en agua fría)

C-2.- Soldadura de estaño y plomo 95 x 5 (propia para agua caliente)

C-3.- Soldadura de plata (excelente y propia para vapor)

D).- P. V. C.

D-1.- Cementos especiales (excelente)

D-2.- Enchufes patentados (excelente para desagües) requiere atraques en agua a presión.

E).- Asbesto cemento.-

E-1.- Anillos de hule o neopreno (excelente) requieren atraques en agua a presión.

E-2.- Juntas Gibault (excelente)requieren atraques en agua a presión.

VALVULAS

A).- Compuerta: Excelente para agua fría o caliente.

B).- Globo: Buenos para graduar flujo de agua fría y caliente (en general el vástago debe ir horizontalmente para evitar tapones de aire).
Excelente para vapor, con el vástago horizontal para permitir el paso del condensado.

C).- Retención: Check)

C-1).- Verticales: Buenas para flujo hacia arriba.

C-2).- Horizontales: Buenas para flujo horizontal.
(fuerte caida de presión)

C-3).- Columpio: Excelente en flujo horizontal y en flujo hacia arriba.

C-4).- Cierre amortiguado: Excelente en todos sentidos y protectora de golpe de ariete.

COLADERAS

A.- De cuerpo de fierro fundido: Excelentes.

B.- De cuerpo de plomo: Buenas dependiendo de la calidad de su conexión a la tubería.

ACTIVIDADES DE SUPERVISION

1.- Preliminares:

Analizar los planos y especificaciones, a fin de compenetrarse del trabajo a realizar y descubrir las omisiones o incongruencias que pudieran resultar del exámen de los documentos mencionados.

2.- Relaciones con la Dirección de la Obra:

2.1.).- Consultar con la Dirección de Obra acerca de las decisiones preferentes a las omisiones o incongruencias encontradas.

2.2.).- Coordinar el avance de la instalación con las demás especialidades que intervienen en la obra a través de la dirección de la misma.

2.3.).- Someter a la aprobación de la Dirección de Obra, los cambios de especificaciones de los materiales o equipos obligados por las condiciones del mercado.

2.4.).- Proponer a la Dirección de la Obra cambios en la solución de la instalación, obligados por las razones arquitectónicas o estructurales.

2.5.).- Pedir a la Dirección de Obra trazos y niveles de elementos aún no construídos.

2.6.).- Solicitar de la Dirección de Obra, perforaciones, ranuras, bases de equipos, resanes y elementos constructivos no comprendidos dentro del contrato de instalación.

2.7.).- Entrega a la Dirección de las pruebas, que de acuerdo con las especificaciones deba ser sometida la instalación, levantando las actas parciales correspondientes.

2.8.).- Presentación de las estimaciones para la aprobación de la Dirección de

2.9.).- Entrega de la instalación terminada a la Dirección de Obra, recibiendo el acta de recepción final.

3.- OBLIGACIONES INTERNAS:

Prever el suministro aportuno de materiales y equipos.

3.2.).- Comprobar que los materiales y equipo sean de las características y la calidad especificadas.

3.3.).- Prever y distribuir la fuerza de trabajo, según las fases de la obra.

3.4.).- Comprobar que todas y cada una de las partes de la instalación cumplen con los lineamientos previstos en planos y especificaciones.

3.5.).- Vigilar que se tomen oportunamente los datos necesarios , para la elaboración de los planos actualizados de la instalación realmente ejecutad .

3.6.).- Revisar que los planos actualizados correspondan a la realidad.

RECOMENDACIONES PARA LA ORGANIZACION DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

1.- Contratar al jefe del Departamento de Mantenimiento, por lo menos seis meses antes de la terminación de la obra, aunque no necesariamente por tiempo completo, para que prepare lo siguiente:

a.- Formación del archivo completo de los planos definitivos de las instalaciones, que entregarán los contratistas y proveedores de equipo, de acuerdo con su contrato.

b.- Formación del archivo completo de los instructivos de manejo y de mantenimiento, que entregarán también los Contratistas y proveedores de equipo.

c.- Adquisición y preparación del Control de Inventario de repuestos que recomiendan los Contratistas y proveedores de equipo.

d.- Adquisición y preparación del Control de Inventario de herramientas especiales que recomienden los Contratistas y fabricantes de equipo.

e.- Adquisición y preparación del Control de Inventario de herramientas comunes.

f.- Determinación del personal necesario en este Departamento, contratarlo y entrenarlo antes de la terminación de la obra.

g.- Preparación del directorio completo de proveedores de equipo y de Contratistas, con los nombres de las personas que atiendan el servicio.

h.- Preparación del programa de mantenimiento preventivo.

2.- Preparación de un duplicado de toda la documentación y literatura técnica, así como de los directorios y listas de refacciones y herramientas para que sea conservado en la Administración, encargándose el jefe de Mantenimiento de tenerlos al corriente, simultáneamente con el del Departamento de Mantenimiento.

3.- Presencia de todo el personal de Mantenimiento en las pruebas finales e instrucciones de operación de todas las instalaciones y equipo.

./

ENTRENAMIENTO Y DOCUMENTACION

Al entregar la obra terminada, el contratista proporcionará lo siguiente al -- personal indicado.

1.- Planos actualizados, definitivos, representativos de la instalación real-- mente ejecutada, aprobadas por las autoridades competentes, en su caso.

2.- Instructivo de manejo y entrenamiento del personal que se haga cargo de la instalación.

3.- Instructivos de mantenimiento, con indicación de los casos en que el perso nal de mantenimiento no debe intervenir, sino llamar al proveedor.

4.- Listas de repuestos que se recomienda tener en existencia, así como herra- mientas recomendadas.

5.- Garantías escritas de los equipos e instalaciones.

GARANTIAS Y SERVICIOS DE MANTENIMIENTO

El Contratista especificará en su presupuesto, detalladamente, las garantías -- que proporciona después de entregado el equipo y el servicio que pueda dar el - equipo posteriormente, así como el costo mensual de ese servicio.

P I N T U R A

La pintura de la instalación podrá ser por cuenta del Contratista, los colores- que indique la Dirección de Obra.

C O S T O S

MATERIALES

A).- Costo de adquisición através del distribuidor de materiales y equipos.

B).- Fletes y/o maniobras, en su caso.

C).- Mermas y desperdicios.

D).- Costo de artículos de consumo.

E).- Impuestos repercutidos por el proveedor en su caso.

MANO DE OBRA

A).- Costo directo calculado sobre salario real (tomando en cuenta el 7º día, descansos obligatorios y acostumbrados, vacaciones y aguinaldos.

B).- Factor por obra foránea en su caso.

C).- Obligaciones patronales por Prevensión Social, incluyendo en ésta el seguro por accidentes de trabajo, más el porcentaje destinado a educación. Se hace notar que el impuesto para la vivienda afecta el costo en forma indirecta, sin estar incluido en este inciso.

D).- Costo proporcional de uso y depreciación de herramienta y equipo de trabajo.

COSTOS INDIRECTOS

A).- Administración general.

B).- Administración de obra.

C).- Dirección técnica.

D).- Supervisión de obra.

E).- Control de materiales.

F).- Financiamiento (no debería existir)

G).- Seguros y fianzas.

H).- Prestaciones sociales al personal Administrativo.

I).- Utilidad supuesta.

J).- Impuestos.

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D F. Tels: 521-40-23 521-73-35 5123-123

Nota sobre unidades de medida

A partir del 12 de diciembre de 1977 se usará en Alemania Occidental y en otros países, el sistema métrico absoluto, de tal manera que las unidades fundamentales serán:

Longitud: el metro (m)
Tiempo: el segundo (s)
Masa: el kilogramo masa (Kg)

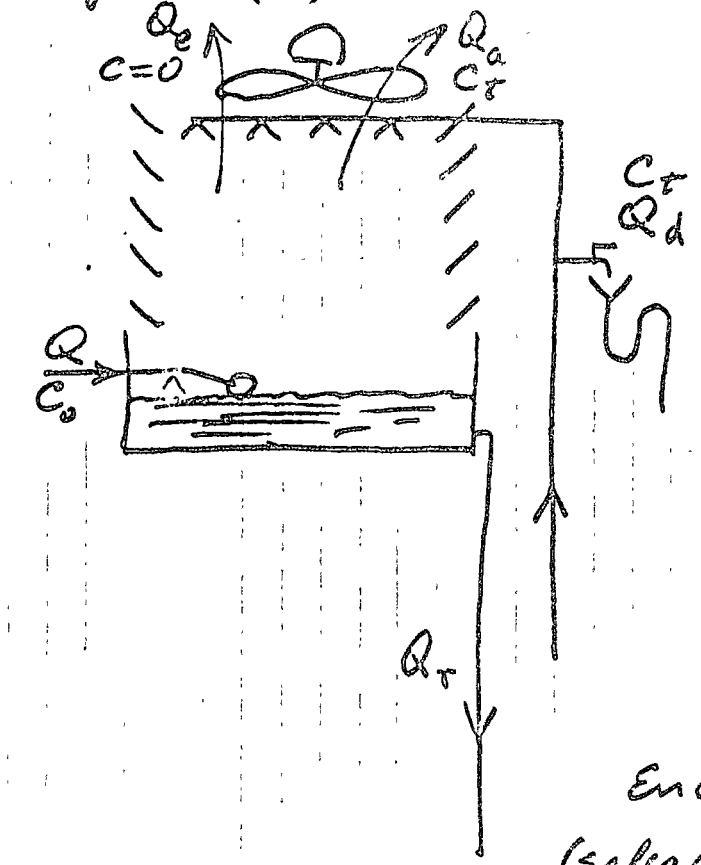
Estas unidades (sistema MKS) no contienen la unidad de fuerza como fundamental, sino que dicha unidad (newton) es la fuerza necesaria para comunicar una aceleración de 1 m/s^2 a una masa (cantidad de materia) de 1 Kg.

Según esto, un litro de agua a 4°C pesa en el polo 9.83 N, en tanto que en Ecuador pesa 9.78 newtons. Para Sèvres un kilogramo de peso o kilopondio (Kp) equivale a 9.80665 N y a 45° de latitud el peso de 1L de agua a 4°C (1 kilopondio) equivale a 9.80616 N. En números redondos puede tomarse 1Kp = 9.8 N.

La unidad de presión será 1 bario, equivalente a 10 N/cm^2 = 1.02 Kp/cm^2, en tanto que 1 Kp/cm^2 ó 10 m de columna

Torres de enfriamiento (consumo de agua)

Si se considera que a una torre de enfriamiento se le proporcionan (Q) litros de agua por segundo, para compensar la evaporación (Q_e), el agua (Q_a) de arrastre que se va en gotitas con el aire extraído por el ventilador, y el derrame (Q_d) necesario para limitar la concentración de sales en la torre a (c_t) miligramos/litro, recibiendo el gasto (Q) con una concentración (c_o)



La evaporación (Q_e) no se lleva sales; el arrastre (Q_a) se va con la concentración (c_t) que hay en la torre, al igual que el derrame (Q_d).

Para el equilibrio de gastos (agua que entra, igual a la que sale), tenemos:

$$Q = Q_e + Q_a + Q_d \quad \text{——} \quad (1)$$

En cuanto al equilibrio de sales, (sales que entran iguales a sales que se van) tenemos:

$$Q c_o = Q_e \times 0 + (Q_a + Q_d) c_t \quad \text{——} \quad (2)$$

Generalmente la evaporación (Q_e) es el 1% del gasto (Q_r) que va de la torre al equipo de refrigeración, y el arrastre (Q_a) puede ser de un 0.2% de (Q_r).

Ahora bien, de las ecuaciones (1) y (2), se

obtienen estos resultados:

$$Q_d = Q_e \frac{c_o}{c_t - c_o} - Q_a \qquad \text{(A)}$$

$$Q = Q_e \frac{c_t}{c_t - c_o} \qquad \text{(B)}$$

Supongamos una instalación con capacidad aproximada de 750 000 Kcal/h en la compresora de refrigeración (250 toneladas de refrigeración norteamericanas) y con un gasto de agua de enfriamiento $Q_r = 50$ L/seg. En este caso el agua evaporada será de 0.5 L/s (1% de Q_r) y el agua arrastrada en gotitas será 0.1 L/s (0.2% de Q_r). Si contamos con agua suavizada que contenga $c_o = 50$ mg de sales por cada litro y si en la torre se admite una concentración $c_t = 150$ mg/L, resultará, con la fórmula (A):

$$Q_d = 0.5 \frac{50}{150-50} - 0.1 = 0.15 \text{ L/s}$$

y el gasto total, con la fórmula (B) será:

$$Q = 0.5 \frac{150}{150-50} = 0.75 \text{ L/s} = 2700 \text{ L/hora.}$$

En caso de que el agua de alimentación tenga 100 mg/L resultará $Q_d = 0.5 \frac{100}{150-100} - 0.1 = 0.9$ L/seg

$$Q = 0.5 \frac{150}{150-100} = 1.5 \text{ L/s} = 5400 \text{ litros/hora}$$

M. de Pedro

Cálculo de probabilidad de uso simultáneo

Si se tiene un grupo de muebles sanitarios del mismo tipo, la frecuencia (f) en veces al día con que pueden funcionar a la vez (r) muebles de (n) instalados es:

$$f = \frac{B\,C_r^n}{A^{r-1}} \quad \text{(veces al día)}$$

siendo B el número de usos al día de cada mueble

C_r^n el número de combinaciones de (n) en (r) muebles, de entre los (n) instalados

A la relación entre el intervalo entre usos consecutivos y la duración de la descarga

Como $C_r^n = \dfrac{n(n-1)(n-2)\ldots\ldots(n-r+1)}{r!}$

$$f = \frac{B\,n(n-1)(n-2)\ldots\ldots(n-r+1)}{r!\,A^{r-1}}$$

Por ejemplo, si se tienen 6 fluxómetros funcionando cada 10 minutos, durante 10 segundos, A = 60 y B = 48 veces en 8 horas/día. La tubería troncal deberá ser capaz de alimentar el número de fluxómetros que puedan funcionar simultáneamente una vez al día.

Si funcionan de uno en uno, la frecuencia será $f_{1/6} = \dfrac{48 \times 6}{1 \times 60^0} = 48 \times 6 = 288$ veces al día

Con dos simultáneos:

$$f_{2/6} = \frac{48 \times 6 \times 5}{1 \times 2 \times 60^0} = 12 \text{ veces al día}$$

Probabilidad de uso simultáneo

Con 3 fluxómetros a la vez

$$f_{3/6} = \frac{48 \times 6 \times 5 \times 4}{1 \times 2 \times 3 \times 60^2} = \frac{4}{15}$$ (cuatro veces cada 15 días)

Por consiguiente la tubería troncal deberá ser suficiente para alimentar 3 fluxómetros a la vez, ya que para dos existe el riesgo de insuficiencia cuando lleguen a funcionar 3 a la vez.

MA de Anda

" TABLAS UTILES PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS "

DE ALIMENTACION DE AGUA.

Tabla Nº 9

CANTIDAD DE AGUA PROMEDIO USADA EN LOS SISTEMAS DE PLOMERIA DE LOS EDIFICIOS

Lavabo	Llenándolo para usarse	5.6 a 7.5 Lts.
Tina	Llenándolo para usarse	113 Lts.
W.C.	Para cada descarga	23 "
Regadera	(15 Lts./minuto)	75 a 115 Lts.
Llaves	De jardín de (chorro)	757 Lts./hora
Llaves	De jardín de (chiflón)	454 Lts./hora
Rociador	Para lavandería	747 Lts./hora

NUMERO DE TUBOS DE $\frac{1}{2}$" QUE PUEDEN SUSTITUIRSE POR UN TUBO SIMPLE EN UN EDIFICIO PROMEDIO, CONSIDERANDO SU USO SIMULTANEO.

Tabla Nº 10

Diámetro del tubo	1"	1-1$\frac{1}{4}$	1$\frac{1}{2}$"	2"	2-$\frac{1}{2}$"	3"
Número de tubos de $\frac{1}{2}$"	3 a 5	6 a 11	12 a 44	45 a 100	101 a 220	221 a 430
Diámetro del tubo	3-$\frac{1}{2}$"	4"	5"	6"	8"	
Número de tubos de $\frac{1}{2}$"	431 a 700	701 a 1200	1201 a 2400	2401 a 5000	5000 en Adelante	

EQUIVALENCIA DE GASTOS EN NUCLEOS CONCENTRADOS

Tabla Nº 11

1/8"	1/4"	3/8"	$\frac{1}{2}$"	3/4"	1"	1-$\frac{1}{4}$"
0.1103	0.244	0.543	1.000	2.100	3.95	8.13
1$\frac{1}{2}$"	2"	2-$\frac{1}{2}$"	3"	3-$\frac{1}{2}$"	4"	5"
12.20	23.50	37.60	66.50	97.50	135.90	246.00
6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"
399.00	822.00	1495.00	2870.00	3040.00	4320.00	5890.00
20"	24"					
7840.00	12730.00					

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS

PARA EDIFICIOS

OCTUBRE 1976.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tels: 521-40-23 521-73-35 5123-123

METODO EMPIRICO BRITANICO

GASTO MAXIMO PROBABLE

DESCARGA DE MUEBLES	
MUEBLE	LITROS/SEG.
BAÑO (PRIVADO)	0.32
BAÑO (PÚBLICO)	0.50
FREGADERO	0.25
LAVABO	0.13
REGADERA	0.13
REGADERA (10 CM.)	0.25
REGADERA (15 CM.)	0.50

DEMANDA MAXIMA PROBABLE

GASTO TOTAL SIMULTÁNEO	GASTO PROBABLE SIMULTÁNEO	GASTO TOTAL SIMULTÁNEO	GASTO PROBABLE SIMULTÁNEO
L.P.S.	L.P.S.		
0.06 A 0.70	100%	5.10	2.33
0.88	.82	5.29	2.46
1.01	.91	6.74	2.65
1.13	1.01	7.75	2.84
1.16	1.10	8.95	3.02
1.45	1.20	10.27	3.28
1.64	1.19	11.84	3.53
1.89	1.41	13.61	3.84
2.21	1.51	15.62	4.10
2.52	1.64	18.02	4.47
2.90	1.89	23.81	5.36
3.84	2.02	27.41	6.00
4.47	2.14	31.50	6.55
		32 Y MÁS	20%

ABASTECIMIENTO DIRECTO

DEMANDA MAXIMA INSTANTANEA

SISTEMA HIDRICO HIDRAULICO

E J E M P L O

MUEBLES	No.	VALOR EN L.P.S.	TOTAL
LAVABO	10	.13	1.30
REGADERA	10	.25	2.50
W.C. (PRIVADO)	10	.32	3.20
FREGADERO	10	.25	2.50
LAVADERO	10	.25	2.50

GASTO TOTAL SIMULTANEO: 12.00

GASTO PROBABLE SIMULTANEO: 3.60 L.P.S.

ABASTECIMIENTO DIRECTO

DEMANDA MAXIMA INSTANTANEA

METODO ALEMAN DE RAIZ CUADRADA

F O R M U L A

$$Q = Q_1 \sqrt{F_1 N_1 + F_2 N_2 + F_3 N_3 + F_4 N_4}$$

Q = GASTO MAXIMO PROBABLE EN L.P.S.

Q_1 = .25 L.P.S. GASTO MEDIDO. SALIDA DE 9.5 MM.

F_1 = CUADRADO DEL VALOR DE UNA SALIDA DE 9.5 MM.

N_1 = NUMERO DE SALIDAS DE 9.5 MM.

F_2 = CUADRADO DEL VALOR DE UNA SALIDA DE 13 MM.

N_2 = NUMERO DE SALIDAS DE 13 MM.

F_3 = CUADRADO DEL VALOR DE UNA SALIDA DE 19 MM.

N_3 = NUMERO DE SALIDAS DE 19 MM.

F_4 = CUADRADO DEL VALOR DE UNA SALIDA DE 25 MM.

N_4 = NUMERO DE SALIDAS DE 25 MM.

ABASTECIMIENTO DIRECTO

DEMANDA MAXIMA INSTANTANEA

METODO ALEMAN DE RAIZ CUADRADA

E J E M P L O

DETERMINAR EL GASTO MAXIMO PROBABLE DE UNA TOMA QUE SURTE LOS SIGUIENTES MUEBLES SANITARIOS:

M U E B L E S	No.	DIAMETRO	VALOR
LAVABOS	10	(9.5 MM.)	1
REGADERAS STANDARD	10	(13 MM.)	2.5
MINGITORIOS (FLUX.)	10	(19 MM.)	9
W. C. (FLUXOMETRO)	10	(25 MM.)	20

$$Q = .25 \sqrt{1 \times 10 + 2.5 \times 10 + 9 \times 10 + 20 \times 10}$$

Ó SEA

$$.25 \sqrt{325} = .25 \times 18$$

GASTO MAXIMO PROBABLE ; 4.5 L.P.S.

ABASTECIMIENTO DIRECTO

DEMANDA MAXIMA INSTANTANEA

METODO DE HUNTER

E J E M P L O

M U E B L E	No.		VALOR EN UNIDADES	TOTAL UNIDADES
LAVABO (PUBLICO)	10	x	2	20
REGADERA (PUPLICA)	10	x	2	20
MINGITORIO (PUBLICO)	10	x	5	50
W. C. FLUX.(PUBLICO)	10	x	10	100
			TOTAL UNIDADES MUEPLE:	190

GASTO MAXIMO PROBABLE 5.8 L.P.S.

N.P.S.H. REQUERIDO POR AGUA A

DIFERENTES TEMPERATURAS

TEMPERATURA (GRADOS CENTIGRADOS)	N.P.S.H. (METROS)
20°C	.240 M
25°C	.33 M
30°C	.43 M
35°C	.57 M
40°C	.75 M
45°C	.98 M
50°C	1.26 M
55°C	1.61 M
60°C	2.03 M
65°C	2.55 M
70°C	3.18 M
75°C	3.93 M
80°C	4.83 M
85°C	5.90 M
90°C	7.15 M
93°C	8.00 M
95°C	8.62 M
100°C	10.33 M

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

Instalaciones de Aprovechamiento para Gas L.P. y Natural en Edificios.

Ing. Fernando Blumenkron

Octubre, 1977.

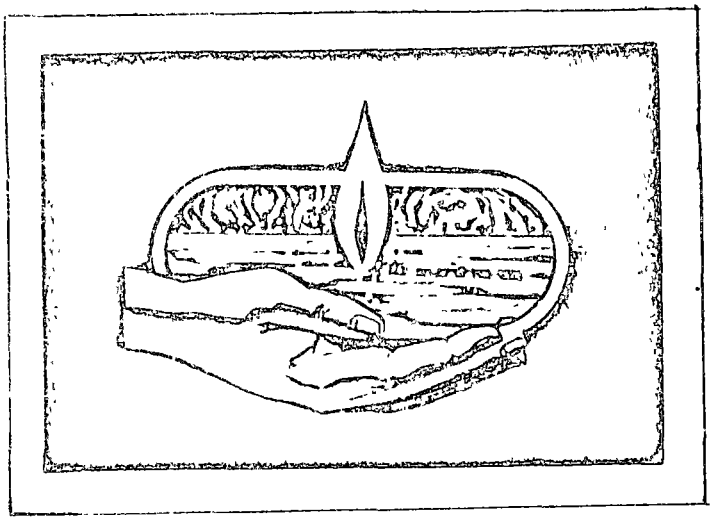
Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F.

INSTALACIONES DE APROVECHAMIENTO PARA GAS L. P. Y NATURAL EN EDIFICIOS.

CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y TERMICAS DE LOS HIDROCARBUROS CONTENIDOS EN EL GAS L. P. Y EN GAS NATURAL.

CONCEPTO.

El concepto Gas "L. P." ó Gas Licuado de Petróleo" denomina a los productos que están compuestos principalmente por cualquiera de los siguientes hidrocarburos o mezclas de ellos: Propano, Propileno, Butano (normal e isobutano) y Butilenos.



El Gas L. P. es único entre los combustibles comunmente usados, porque, bajo presiones moderadas y a la temperatura ordinaria, puede ser transportado y almacenado en una forma líquida, pero cuando se libera a la presión atmosférica y a temperatura relativamente baja, se evapora y puede ser manejado y usado como un gas. Por estar almacenado en forma líquida, recibe el nombre de "Gas Licuado de Petróleo" y Comercialmente "Gas L. P."

Gracias a que las mezclas propano-butano se pueden licuar a bajas presiones, es posible almacenar este producto en recipientes del orden de un millón de litros. En las plantas de almacenamiento y distribución se embotella el Gas L. P. en recipientes más pequeños de 4, 6, 10, 20, 30 y 45 kilogramos, con objeto de facilitar su transporte y distribución para su aprovechamiento como combustible en usos domésticos, comerciales e industriales.

Gas Natural.- Es un gas combustible, compuesto de hidrocarburos parafínicos, que se encuentran en el subsuelo. El gas natural consiste en su mayor proporción de los dos hidrocarburos más ligeros: Metano y Etano, (gases no licuables a la temperatura ordinaria y bajo presiones débiles).

PROPIEDADES DEL GAS L. P.

Las mezclas propano-butano licuadas por presión son líquidos transparentes como el agua pero más ligeros que ésta, la densidad de Gas L. P. en estado líquido es aproximadamente 0.530, esto quiere decir, que si un litro de agua pesa 1000 gramos, un litro de Gas L. P. pesa 530 gramos.

El Gas L. P. en estado líquido ejerce una presión dentro del recipiente que lo contiene, debido a que está en estado de ebullición, es decir, el líquido está tratando de alcanzar un punto de equilibrio en función de la temperatura y de la cantidad de calor que absorbe del medio ambiente que rodea al recipiente, en otras palabras, al elevarse la temperatura del líquido, la presión aumenta y al disminuir la temperatura, la presión baja.

En consecuencia, siendo la presión una función de la temperatura, se ha tomado como punto de referencia la temperatura de 15°C (60°F) para designar la presión interior de los vapores de gas licuado de petróleo.

El Gas L. P. es químicamente estable, no es tóxico, es generalmente inodoro.

su acción fisiológica sobre el organismo se traduce en náuseas y en una ligera acción anestésica. En concentraciones del 20% en la atmósfera no produce ningún trastorno después de estar expuesto durante 90 minutos. En una atmósfera de 30% de Gas L. P. se presentan trastornos respiratorios, sofocamiento y náuseas y una ligera acción narcótica después de 30 MINUTOS.

Otras experiencias han demostrado que en una atmósfera de 10% de Gas L. P. y durante un tiempo de 8 horas no se sufre ningún trastorno. Puede presentarse la asfixia sólo por ausencia completa de oxígeno, para cuyo caso se hace necesaria la respiración artificial.

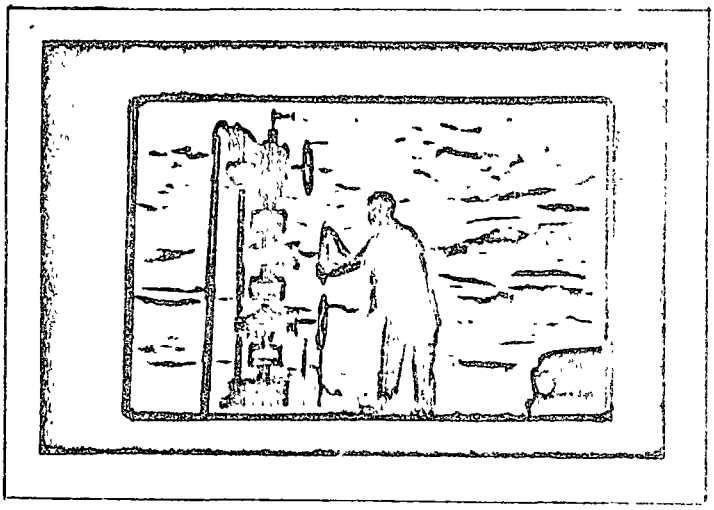
Como todos los combustibles, el Gas L. P. puede producir monóxido de carbono (CO), cuando la combustión es incompleta. El CO es un gas sumamente tóxico porque se combina con la hemoglobina de la sangre en un proceso irreversible.

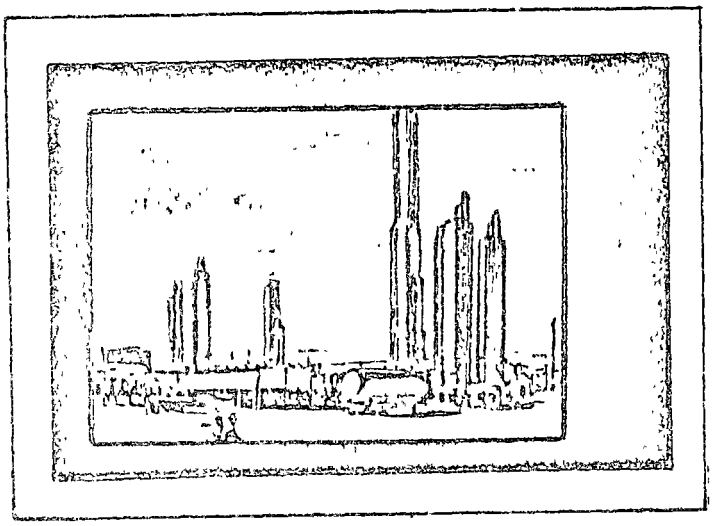
En una atmósfera que contenga 1% de CO se produce la muerte en casi todos los casos, en una concentración de 1 en 1,000 produce trastornos peligrosos, en concentraciones de 1 en 5,000 produce pequeñas intoxicaciones. En concentraciones de 4% produce la muerte necesariamente. Este conocimiento nos hace ver con claridad que una pequeña producción de CO en los aparatos de consumo instalados en recintos reducidos, como los cuartos de baño, es sumamente peligrosa, en los capítulos siguientes de esta obra se insistirá sobre este asunto y cómo la técnica para el uso del Gas L. P. evita éste y otros muchos peligros.

COMO SE OBTIENE EL GAS NATURAL Y EL GAS L. P.

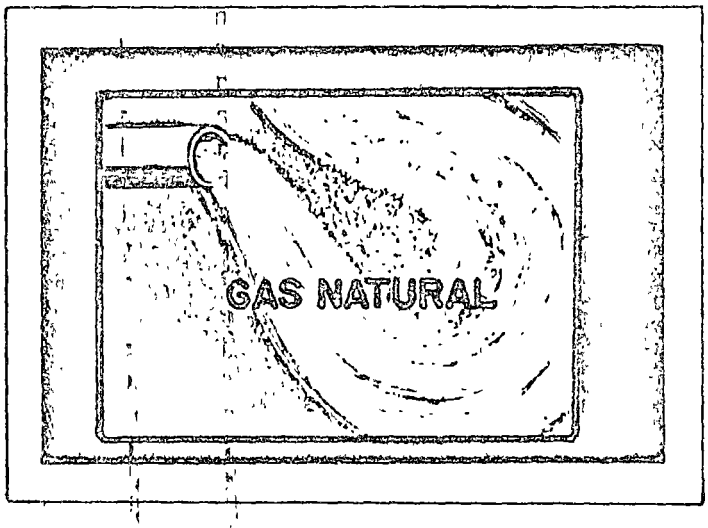
El Gas Natural se obtiene directamente tanto en campos de gas, denominado "Gas Seco", como en pozos petroleros "Gas Húmedo", en donde en estado de vapor se encuentran, en menor proporción, otros hidrocarburos gaseosos y líquidos denominados "Líquidos de Gas Natural", en cuya denominación se incluye usualmente al propano, butanos y gasolinas.

Una forma de obtener Gas L. P. y Natural, es en Plantas de Absorción de Gasolina Natural, utilizando como materia prima "Gas Húmedo" o "Gas Seco". La mezcla que se extrae de los pozos petroleros, compuesta de aceite y gases combinados, es conducida por la tubería de profundidad hasta un separador o trampa de gas, el aceite se deposita en la parte inferior y es llevado a depósitos de almacenamiento para otros procesos. El Gas Húmedo que sale por la parte superior del separador y el Gas Seco obtenido de los Campos de Gas se llevan por tuberías diferentes a la Planta de Absorción de Gasolina Natural. Estos gases son comprimidos y enfriados, introduciéndolos a la parte inferior de un absorbedor, dentro del cual forman una corriente hacia la





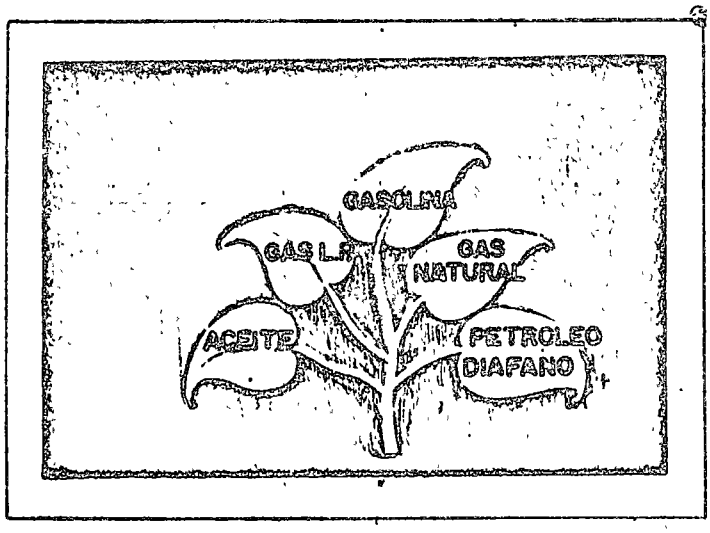
parte superior del mismo, através de aceite de absorción que pasa en sentido contrario. Este aceite se utiliza precisamente para retener tanto el propano como los butanos y la gasolina natural contenidos por el gas, al entrar en contacto con éste. El gas que sale por la parte superior del absorbedor es Gas Natural, ya privado de la casi totalidad de líquidos de gas natural y liberado de elementos corrosivos o indeseables para enviarlos por medio de tuberías a los puntos de consumo; o se reinyectan al pozo para mantener la alta presión existente en él, permitiendo la extracción máxima del petróleo que forma el yacimiento. El líquido de absorción se retira de la parte inferior del absorbedor, conteniendo ya los productos recuperados, y toma la denominación de "aceite rico", el cual se calienta y conduce por tuberías a una destilería, en la cual, por ebullición y usando vapor de agua, se le extrae el propano, los butanos y la gasolina natural, que junto con el vapor salen por la parte superior y se condensan. El líquido de absorción, privado ya de los líquidos de gas natural, se extrae del fondo de la destiladora. Se le enfría y retorna a la parte superior del absorbedor, para llevar a cabo otro ciclo, al iniciar el cual, vuelve a denominársele "aceite pobre".



Se separa el vapor condensado o agua de los hidrocarburos líquidos y estos son entregados a una torre estabilizadora en la cual la mayor parte del propano, de los butanos y de todas las fracciones ligeras de Gas L. P. se separan de la gasolina natural, siendo esta última extraida por la parte inferior, para tratarla y entregarla a la refinería y mezclarla con gasolinas de refinería. El Gas L. P. que sale por la parte superior de la torre estabilizadora, se envía a otras torres fraccionadoras y de etanizadoras, en las cuales se separa el propano, el butano y las fracciones más ligeras. Los butanos pueden fraccionarse adicionalmente para separar el isobutano y el butano normal.

También se obtiene en Plantas Cíclicas o Ciclotizadoras, del "Gas Condensado". En otros depósitos en el subsuelo, el gas se encuentra a presiones extremadamente elevadas, y por las altas presiones y temperaturas existentes-

en la formación, este gas contiene ciertas cantidades de líquidos más pesados, como la Kerosina y aceites, además de fracciones más ligeras como gasolina y gases licuados. Este gas de alta presión es extraido y enviado a una Planta Cíclica o Ciclotizadora para su proceso. La presión se reduce parcialmente en un separador, y la mayoría de los líquidos pesados se condensan y licúan. El gas, compuesto de los hidrocarburos más ligeros, se procesa a través de un sistema de absorción, por medio del cual se extraen el propano, los butanos y los líquidos más pesados. La recuperación de los líquidos recogidos por el aceite de absorción hasta la separación en productos finales, es semejante a los procesos que se siguen en las Plantas de Absorción de Gasolina Natural antes descritas. La mayor parte del gas natural tratado por el absorbedor, en lugar de entubarse a redes de distribución se reinyecta al yacimiento para mantener la presión existente en el propio yacimiento, ya que si se redujera tal presión los líquidos más pesados se condensarían en la formación y se perderían como líquidos en las arenas. Los ciclos de extracción y reinyección originan los términos "cíclica" y "ciclotizadora".



En las refinerías la obtención de gases licuados de petróleo, por destilación fraccionada, es incidental a la producción de gasolina; la recuperación y la separación de las fracciones de gases licuados de petróleo, de los gases de refinería, son esencialmente las mismas ya descritas. Se utilizan procedimientos físicos y químicos cada vez más eficaces para la obtención de cantidades mayores de gasolina y de Gas L. P. de cada barril de petróleo crudo, así como para obtener gasolinas de más alto octanaje.

Originalmente todo el Gas L. P. se obtenía en las plantas de absorción de gasolina natural; sin embargo, aunque todavía se obtienen grandes cantidades en esas condiciones, las refinerías de petróleo vienen produciendo cada vez mayores cantidades de Gas L.P., mediante la instalación de los equipos especiales requeridos.

El Gas licuado de petróleo obtenido en plantas de absorción de gasolina natural consiste en forma predominante de Propano, Iso-Butano y Butano Normal, el obtenido en proceso de separación en refinerías contiene propileno y butileno. Podrán estar presentes en ambos casos y en proporción muy reducida el etileno, el etano, el isopentano y el pentano normal.

Si se toleraran cantidades importantes de etileno y etano, el Gas L. P. resultante sería de muy alta presión. Por el contrario, la presión resultaría muy baja si el iso-pentano y el pentano normal estuvieran presentes en proporción considerable.

En México venimos manejando en forma predominante mezclas de propano y butano siendo en mayor proporción cantidades de propano puro o con mezclas bajas de butano. El butano se utiliza primordialmente en la Petroquímica.

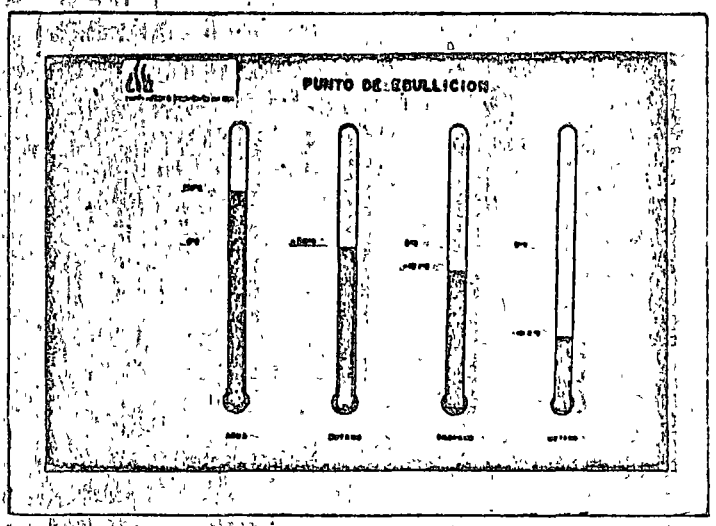
DENSIDAD RELATIVA DEL GAS

La densidad relativa del Gas L. P. es de 1.522 para el propano, y 2.006 para el butano; lo que indica que es más pesado que el aire. En Caso de una fuga dentro de un recinto sin ventilación, el gas tenderá a acumularse en la parte inferior formando una mezcla con el aire que, en determinadas ocasiones se constituye en una mezcla que es inflamable.

La densidad relativa del Gas Natural es de 0.554 para el metano, para el etano de 1.038, y para las mezclas más usadas es de 0.610.

PUNTO DE EBULLICION

El punto de ebullición de una substancia es la temperatura a la cual cambiará del estado líquido al gaseoso. (Agua: 100°C, 212°F) (1.033 kg/cm2).



Para obtener vapor del gas licuado de petróleo, es necesario mantener su temperatura arriba del punto de ebullición.

Metano:	- 161°C	- 258.7°F
Propano:	- 42.1°C	- 43.8°F
Butano:	- 0.5°C	31.1°F

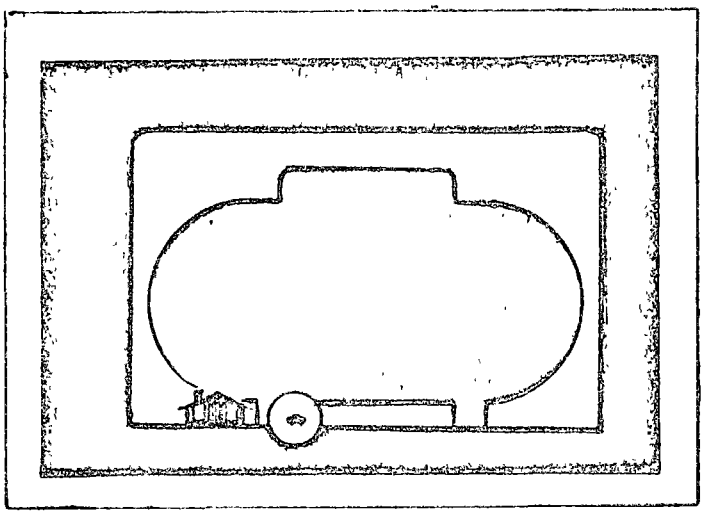
Para el Gas L. P. que se maneja en estado líquido la temperatura ambiente está arriba de un punto de ebullición, permitiendo aprovecharlo en estado gaseoso, ya que el intercambio de calor con el ambiente es suficiente para evaporarlos.

PUNTO DE FUSION

El punto de fusión de una substancia es la temperatura a la cual ésta cambiará del estado sólido al líquido o viceversa. El punto de fusión del agua es 0°C ó 32°F, a cuya temperatura puede ser sólida o líquida. (Condiciones de presión atmosférica, 760mm Hg, 10.33m de H_2O, 1.033 kg/cm2)

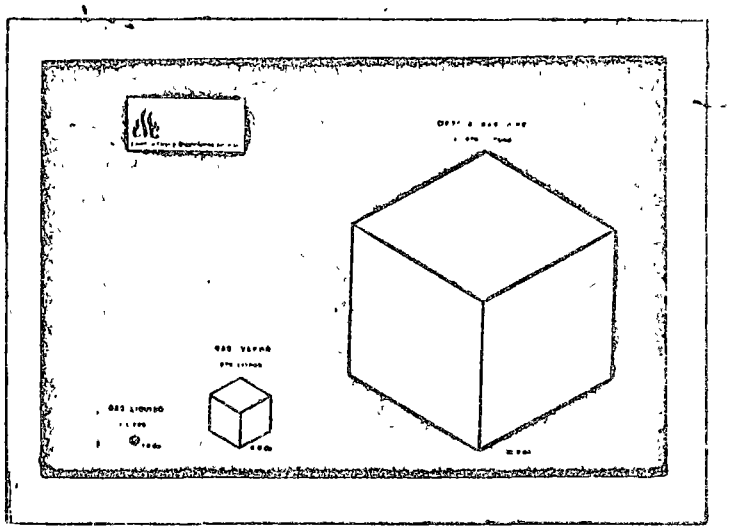
Metano:	- 182.5°C	- 296.5°F
Propano:	- 187.7°C	- 305.8°F
Butano:	- 138.3°C	- 217.0°F

RELACION DE EXPANSION DE LIQUIDO A VAPOR



La gasolina y otros líquidos inflamables similares permanecen líquidos cuando están a presión atmosférica, excepto por una pequeña vaporización que se va produciendo con el aire, pero el propano y el butano cuando se extraen del recipiente que los contiene, rápidamente se expanden transformándose de líquidos a gases a razón de 269 por uno en el propano y 234 por uno en el butano. Cuando las condiciones son: presión atmosférica y temperatura 15°C.

La relación de expansión debe ser recordada en todo momento. Cuando los gases L. P. son derramados al aire libre, fácilmente se expanden y se mezclan con el aire, llegando a formar mezclas inflamables.



Un litro de propano líquido en 2.9% y 97.1% de aire se convierte en 273 litros de vapor y estos forman 11,870 litros de mezcla inflamable. De ahí la importancia que tiene evitar cualquier fuga de gas en estado líquido.

TEMPERATURA CRITICA

La temperatura crítica es la temperatura sobre la cual es imposible licuar un gas mediante la aplicación de presión exclusivamente.

Metano:	- 82.5°C	- 116.5°F
Propano:	96.8°C	206.3°F
Butano:	152.0°C	305.5°F

PRESION CRITICA

La presión crítica es la necesaria para licuar un gas, a la temperatura crítica. Si la presión pasa de un valor crítico, el gas puede licuarse; pero si su temperatura excede de cierta "Temperatura Crítica", es imposible licuarlo pero sí solidificarlo.

Metano:	47.3 kg/cm2,	673 lbs/plg2	(absolutas)
Propano:	43.4 kg/cm2,	617 lbs/plg2	(absolutas)
Butano:	38.7 kg/cm2,	551 lbs/plg2	(absolutas)

CALOR ESPECIFICO

El calor específico es la cantidad de calor (Kilocaloría o BTU) necesario para elevar la temperatura de la unidad de masa de una substancia 1°C ó 1°F

		Propano	Butano
A presión	K Cal/litro	.0005	.00063
constante	K Cal/kilo	.24	.255
"	Btu/pie cúbico	.0561	.0712
"	Btu/libra	.432	.459

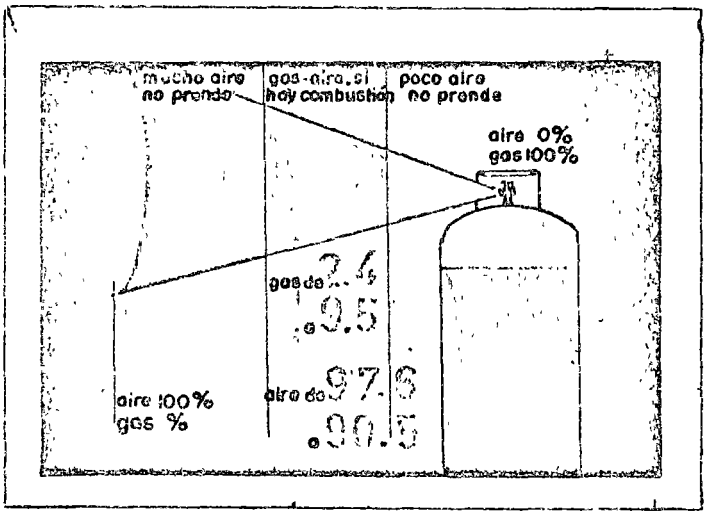
CALOR LATENTE DE EVAPORACION

Es la cantidad de calor (Kilocaloría o Btu) que debe proporcionarse a la unidad de masa de una substancia en estado líquido, en su punto normal de ebullición, para evaporarla completamente, a gas a la misma temperatura.

La misma cantidad de calor se desprenderá de la substancia, al cambiar del estado gaseoso al líquido.

Metano:	123 K Cal/kg;	221 Btu/libra
Propano:	103 K Cal/kg;	185 Btu/libra
Butano:	92 K Cal/kg;	165 Btu/libra

LIMITES DE INFLAMABILIDAD



Toda substancia inflamable requiere determinada cantidad de aire (u oxígeno) para que pueda llevarse a cabo su combustión. La mezcla no arderá si el aire es demasiado, o si es escaso. Las mezclas en que la substancia inflamable se encuentra en la proporción adecuada, no mayor que su "límite" máximo de inflamabilidad", ni menor que su "límite mínimo", se quemarán o explotarán.

Los límites de inflamabilidad (máximo y mínimo) de los gases licuados de petróleo, se encuentran considerablemente cercanos uno de otro, comparados con los de otros gases combustibles. Esta circunstancia se refleja en la seguridad de los gases licuados de petróleo al usarse como combustible, ya que en caso de fuga las probabilidades de que se forme una mezcla explosiva o inflamable, son considerablemente menores que tratándose de otros gases.

	Metano	Propano	Butano	Acetileno	Hidrógeno
Límite máximo de inflamabilidad: % de gas	15.0	9.5	8.4	80	74
Límite mínimo de inflamabilidad: % de gas	4.8	2.4	1.9	2	3

RAPIDEZ MAXIMA DE PROPAGACION DE LA FLAMA

	Propano	Butano
En tubo de 25.4mm Diám: metros/seg	.820	.826
Composición de la mezcla a esa máxima rapidez: porcentaje de gas	4.71	3.66

TEMPERATURA DE LA FLAMA

Propano:	2,043°C,	3,710°F
Butano:	2,057°C,	3,735°F

Estas temperaturas deben ser consideradas como teóricamente posibles de alcanzar bajo condiciones ideales de laboratorio; pero rara vez pueden obtenerse en la práctica ordinaria comercial. Las temperaturas reales de flama alcanzadas, serán probablemente más bajas, dependiendo de la eficiencia del quemador.

	Propano	Butano
Composición de la mezcla para la máxima temperatura; porcentaje de gas	4.4	3.5

TEMPERATURAS DE ENCENDIDO

La temperatura de encendido es aquella en la cual la flama se autopropaga debido a que el calor de combustión de la reacción es lo suficientemente grande para mantener la reacción en esas condiciones. Abajo de esta temperatura no es posible quemar contínuamente la mezcla a menos que se cuente con una fuente exterior de calor que mantenga la reacción y que compense las pérdidas de calor posibles.

En la temperatura de encendido intervienen un gran número de factores por lo que no es posible considerarla como una propiedad fija del gas. Sin embargo, ésta es una constante muy importante en el proceso de combustión que además considera, implícitamente, los límites de inflamabilidad.

La temperatura de encendido sirve como base para consideraciones técnicas de seguridad con respecto a los objetos en contacto con la mezcla gaseosa.

Metano	705°C	1,301°F
Propano	466°C	871°F
Butano	405°C	761°F

PRESION DE VAPOR

Se entiende por presión de vapor, la presión interna de un líquido formada por el choque de sus moléculas.

La presión de vapor está en función directa de la temperatura, en virtud de que al incrementarse la temperatura aumenta la presión de vapor.

Cuando se succiona vapor de un recipiente cerrado conteniendo vapor líquido (como sucede en los recipientes que almacenan Gas L. P.), el líquido hierve a menor temperatura y en menor tiempo, siempre y cuando la succión no ocasione una baja de temperatura tal que el gasto requerido no provoque un enfriamiento excesivo o congelación.

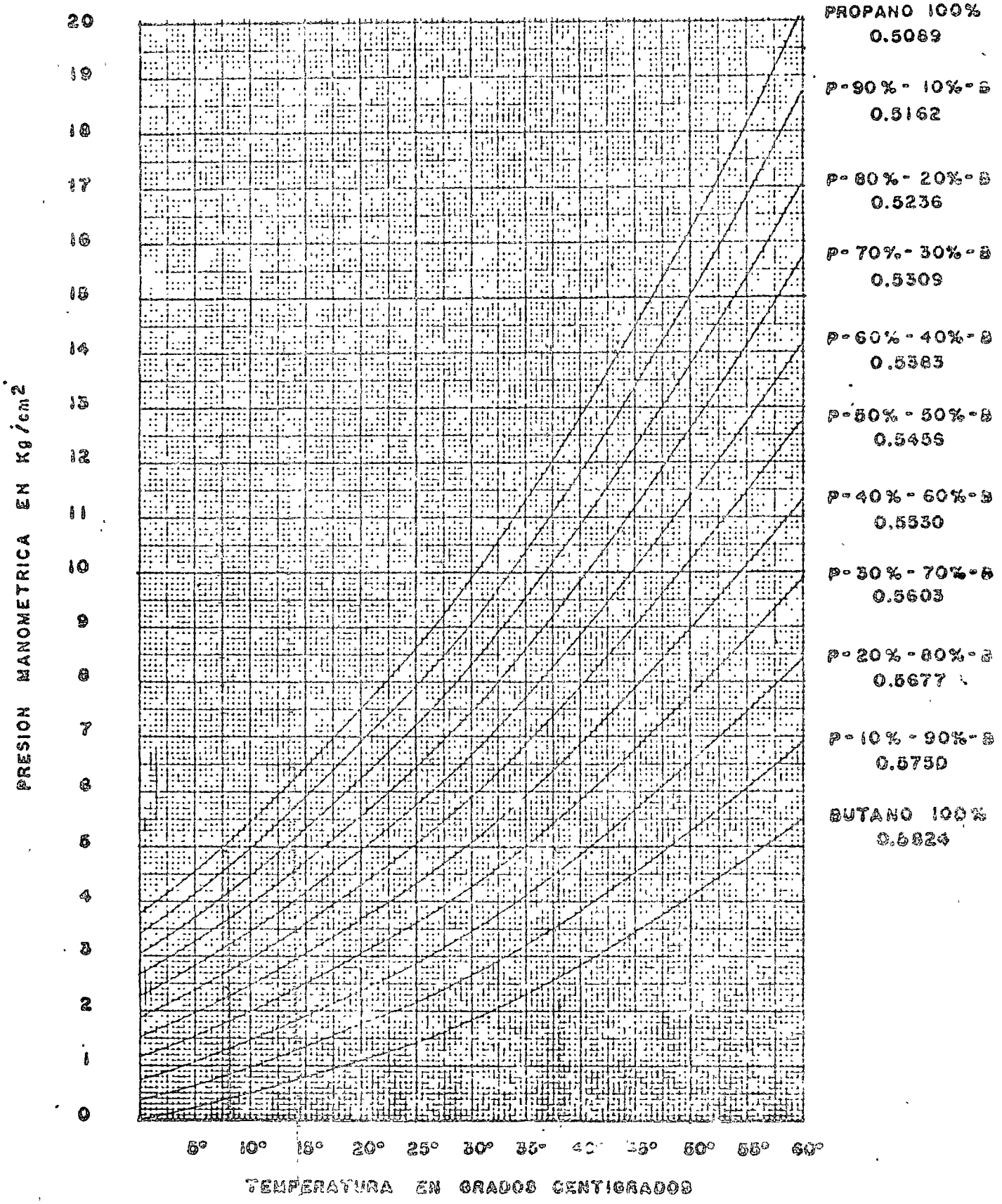
A medida que descendo el nivel del líquido en un recipiente, su capacidad de vaporización también se ve disminuída ya que la superficie del gas en estado líquido en contacto con las paredes del recipiente es menor y por lo tanto habrá menos transmisión de calor del medio ambiente.

El fenómeno anterior es necesario tenerlo en cuenta con el fin de seleccionar adecuadamente la capacidad de almacenamiento con el diseño de instalaciones.

A continuación se citan las presiones de vapor en kg/cm2 del propano y del butano a diferentes temperaturas.

TEMPERATURA	PROPANO	BUTANO
- 42°C	0	0
- 18°C	1.68	0
0°C	3.79	0
22°C	7.65	1.19
32°C	10.46	2.10
41°C	12.99	2.94
55°C	18.32	4.70

PROPIEDADES TERMODINAMICAS DEL PROPANO, BUTANO Y SUS MEZCLAS



ANALISIS DE LOS GASES L. P. Y NATURAL

Masa

Es la medida de la resistencia que ofrece un cuerpo al movimiento, o al cambio en movimiento. Es, por lo tanto, una medida de inercia y no debe confundirse con peso, ya que es independiente de la gravedad.

Peso

Resultante de la acción de la gravedad sobre un cuerpo.

Octanaje

El número de octanos de un combustible (u octanaje), se deriva de una escala arbitraria calculada midiendo la máxima relación de compresión que puede ser usada en un motor de combustión interna, sin detonación audible (knock) la standar usada es derivada del iso-octano puro (Octanaje = 100) y las propiedades relativas anti-knock de cualquier otro combustible pueden definirse mediante comparación de su octanaje con el del iso-octano.

Debido a sus relativamente altos octanajes, los gases licuados de petróleo están siendo usados en un grado creciente en motores de combustión interna.

Propano:	Octanaje	125
Butano:	Octanaje	91

BTU (British Thermal Unit)

Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una libra de agua pura, un grado Fahrenheit.

Caloría

Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un litro de agua pura, un grado Centígrado.

Atomo

Es la mínima porción de cada cuerpo simple que puede entrar en combinación con otros. Es indivisible por medios químicos.

Peso Atómico

Es el peso del átomo. Difiere en cada elemento. Su valor absoluto no ha sido hasta el presente bien establecido. En cambio se conoce perfectamente su valor relativo, es decir, comparado con el peso de un elemento tomado como unidad (Oxígeno 16). Antes se tomaba como unidad el hidrógeno por ser el más ligero.

Hidrógeno	1.0080
Carbono	12.0100

Átomo-Gramo

Es el peso atómico expresado en gramos. Así, el átomo-gramo de Carbono, cuyo peso atómico es 12.010, pesará 12.010 gramos; el átomo gramo de Hidrógeno pesa 1.0080 gramos.

Molécula

Es la porción mínima de una substancia que participa de la naturaleza del todo y que puede existir en estado de libertad. Es indivisible por medios físicos.

Fórmula Molecular

Los constituyentes elementales de una substancia, o sea la clase de átomos que integran su molécula y sus proporciones relativas.

Metano	CH_4
Propano	C_3H_8
Butano	C_4H_{10}

Peso Molecular

Propiedad física fundamental de una substancia; es el peso de la molécula, y equivale a la suma de los pesos atómicos de los diferentes elementos que la integran. Su valor es relativo, como el del peso atómico. Si se dice de un cuerpo que su peso molecular es 32, se intenta expresar que su molécula pesa 2 veces lo que el átomo de Oxígeno.

Metano	CH_4 &	Peso molecular	16.042
Propano	C_3H_8 &	Peso molecular	44.094
Butano	C_4H_{10} &	Peso molecular	58.120
Aire	&	Peso molecular	28.966

Mol-Gramo

Se entiende por un mol de cualquier substancia, la cantidad de esa substancia cuyo peso (en kilos, gramos, libras o cualquier otra unidad conveniente que se use) sea numéricamente igual a su peso molecular. Si se expresa en gramos, se denomina "mol-gramo", si en libras "mol-libra", etc.

En lenguaje corriente de química la molécula-gramo se llama también mol. Si el peso de la molécula se expresa en miligramos, entonces se llama "milimol"

Así una molécula de agua, que está formada por 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno, tendrá un peso molecular de 16.000 más 1.008 más 1.008, o sea 18.016 (la molécula de agua tiene 3 átomos: 2 de hidrógeno y 1 de oxígeno: HOH ó H_2O ó 2(H) + 1(O).

La molécula de hidrógeno está formada por 2 átomos de hidrógeno, por lo tanto su peso molecular será igual a 2.016.

La molécula de oxígeno tiene un peso molecular de 32, ya que consta de 2 átomos de oxígeno.

Una molécula de Propano (C_3H_8) tiene 3 carbonos con un peso cada uno de ellos de 12.01 y 8 átomos de hidrógeno con un peso cada uno de ellos de 1.008 por lo tanto el peso molecular es:

Carbono	12.010 x 3 =	36.030
Hidrógeno	1.008 x 8 =	8.064
		44.094

Un mol-gramo de Propano, será la cantidad suficiente de este gas que pese 44.094 gramos. En otras palabras, para tener un mol-gramo de Propano se pesan cuidadosamente 44.094 gramos de este gas.

Siguiendo el mismo procedimiento anterior, el Butano tiene un peso molecular de 58.120 unidades; entonces, si queremos tener un mol-gramo de Butano, pesaríamos 58.120 gramos de este gas.

Por estudios hechos por Avogadro se encontró que un mol de cualquier gas, estando a 0°C y a una presión de 760 milímetros de mercurio, ocupa siempre un volumen igual, y éste es de 22.4 litros. En otras palabras, 2.016 gramos de hidrógeno (un mol) estando a 0°C y a una presión de 760 milímetros de mercurio ocupan 22.4 litros.

32.0 gramos de oxígeno (un mol) a 0°C y a una presión de 760 milímetros de mercurio ocupan 22.4 litros.

44.094 gramos de propano (un mol) ó 58.120 gramos de butano (un mol) a 0°C y 760 milímetros de mercurio ocupan 22.4 litros.

Entonces vemos que existen ciertas relaciones fundamentales y encontramos que en un volumen de 22.4 litros y estando a 0°C y 760 milímetros de mercurio existe siempre un número constante de moléculas de cada gas.

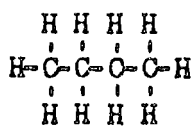
Ahora bien, los pesos de un volumen igual difieren, ya que un mol-gramo de hidrógeno necesita 2.016 gramos y un mol-gramo de butano 58.120 gramos y eso es debido a que cada molécula de hidrógeno es 26 veces más ligera que una molécula de butano. Es decir, todas las substancias (excepto los isómeros) tienen pesos moleculares diferentes.

Se entiende por isómero la substancia química que teniendo una fórmula bruta igual, tiene una estructura diferente al desarrollarla; el caso típico, en el Gas L. P., es el N. Butano (Butano Normal) y el isobutano (isómero del Butano Normal) como se ve en las siguientes fórmulas:

Nombre: N-Butano

Fórmula molecular C_4H_{10}

Fórmula Desarrollada

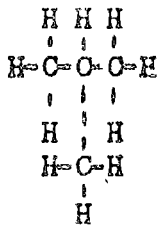


Peso molecular 58.120 gr
Punto de fusión -138.3°C
Punto de ebullición -0.5°C
Densidad (líquido) 0.584

Nombre: Iso-Butano

Fórmula Molecular C_4H_{10}

Fórmula Desarrollada

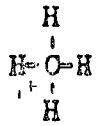


Peso molecular 58.120 gr
Punto de fusión -159.5°C
Punto de ebullición -11.7°C
Densidad (líquido) 0.563

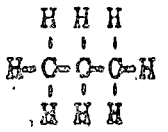
Por esta razón se encuentra que el butano y el iso-butano posando lo mismo pero configurados molecularmente en forma distinta, sus características físicas varían notablemente como se vió anteriormente.

Por medio de rayos equis y análisis de constitución de la materia se ha encontrado que el butano normal tiene de isómero el iso-butano.

Nombre: Metano
Fórmula Desarrollada



Nombre: Propano
Fórmula Desarrollada



LEYES GENERALES QUE RIGEN A LOS GASES

La Ley de Charles relaciona el volumen con la temperatura.

La relación conocida como "Ley de Charles" (así llamada en honor del científico francés que la descubrió, Jacques Alexandre César Charles, 1746-1823), dice que el volumen de un gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta, si la presión permanece constante. Es decir:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

si la presión permanece constante, T significa temperatura absoluta, V volumen.

La Ley de Boyle relaciona la presión y el volumen. (Robert Boyle, 1627-1691), dice que el volumen de un gas varía inversamente proporcional a la presión que le soporta, cuando la temperatura es constante.

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

si la presión es constante, P significa presión absoluta.

Las Leyes de Boyle y de Charles pueden ser combinadas proporcionando así una relación entre la presión, el volumen y la temperatura de una cantidad determinada de un gas. Esta relación, que se conoce como la "Ley General de los Gases", se expresa como sigue:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

También es conocida como ley de BOYLE y MARIOTTE por la relación que guardan sus factores entre sí. (Edmé Mariotte, 1620-1684).

Esta fórmula es casi, exactamente correcta para cualquier gas o mezcla de gases. Sin embargo, cuando un gas esta cerca de su temperatura de licuefacción, no se comporta de acuerdo con la ley general de los gases. Un pequeño incremento de la presión licuará el gas, reduciendo su volumen enormemente. Esta propiedad hace posible el uso de los gases licuados de petróleo, como el propano, el butano y sus mezclas, no así el gas natural (metano) que sería muy costoso licuarlo.

La Ley de Pascal se puede relacionar con los gases licuados de petróleo y se debe a Blaise Pascal (1623-1662). Ley fundamental de la hidrostática, según la cual la presión aplicada en un punto del seno de un líquido se trasmite en todas direcciones con el mismo valor.

Ley de Avogadro. Físico italiano, Amedeo Avogadro (1776-1856). Dice que volúmenes iguales de gases cualesquiera, en iguales condiciones de presión y temperatura, contienen el mismo número de moléculas.

Ley de Gay-Lussac. Joseph Lewis Gay-Lussac. (1778-1850).

A presión constante, un gas perfecto (y, en forma aproximada, los gases reales cuyo comportamiento se acerca al de los gases ideales) tienen un coeficiente de dilatación que no depende de la naturaleza, de la temperatura ni de la presión del gas, dicho coeficiente vale, a presión constante.

$$\alpha = \frac{1}{273}$$

Este coeficiente es igual al coeficiente de variación de presión del gas a volumen constante.

Es interesante conocer algunas leyes generales de los gases aún cuando para ser aplicables estrictamente, requieren de los datos prácticos que dan factores, que en ciertos casos son llamados parámetros cuando son aplicables a leyes.

Se entiende por presión de vapor la presión interna de un líquido, formada por el choque de sus moléculas.

La presión de vapor aumenta al aumentar la temperatura y el valor númerico de la presión de vapor de cada substancia, es la presión requerida en el líquido para que el íquido hierva.

Un líquido hierve cuando su presión de vapor alcanza a la que existe encima de su superficie libre, es decir, se igualan presiones de vapor y líquido. Ejemplos: el agua al nivel del mar a 45° de latitud y 100°C tiene una presión de vapor de 760 milímetros de mercurio, 10.33 metros de agua, ó 1.033 kilogramos por centímetro cuadrado, puesto que es la presión en la cual se mantiene el equilibrio entre la presión externa y la presión interna.

Para que un líquido se evapore intervienen tres funciones fundamentales: primero la temperatura, a mayor temperatura mayor grado de evaporación, segundo la presión, a menor presión externa (vacío) mayor grado de evaporación, tercero la superficie, a mayor superficie de líquido en contacto del vapor mayor velocidad de evaporación, ésto nos interesa por lo siguiente: para aumentar la evaporación se requieren elementos que calienten los cilindros o tanques.

Cuando se succiona el vapor en un recipiente cerrado, conteniendo vapor y líquido, el líquido hierve a menor temperatura y en menor tiempo, siempre y cuando la succión no ocasione una baja de temperatura tal, que el gasto requerido no sea proporcionado por enfriamiento excesivo o congelación del líquido.

La presión de vapor de un líquido en un recipiente abierto, se alcanza más lentamente que en uno cerrado y requiere más calor que aquel.

La superficie del líquido también llamada superficie de evaporación puede aumentarse cuando el consumo de vapor requiera mayor flujo, colocando más cilindros o tanques estacionarios y en el caso particular de los recipientes verticales interesa fundamentalmente su posición para una mayor superficie de evaporación.

Tomando un ejemplo cualquiera:

Un tanque de 45 kilos de Gas L. P. tiene una sección circular de 1077 centímetros cuadrados aproximadamente y en posición vertical, esta sección permanece constante, conforme el nivel del líquido va bajando en el interior del recipiente.

En cambio en un cilindro acostado y con un tubo de profundidad para la válvula, el área llega hasta un máximo proporcional a las dimensiones del cilindro.

FLUJO DE GAS EN LAS TUBERIAS

Teoría de flujo en tuberías

El método más comunmente usado para trasladar fluidos de un punto a otro es forzándolo a fluir a través de un sistema de tuberías. La tubería de sección circular es la más frecuentemente usada porque su forma no solamente ofrece fuerza estructural sino mayor área seccional por unidad de superficie en sus paredes que cualquier otra forma.

Sólo algunos problemas especiales en la mecánica de fluidos, flujo laminar en tuberías, por ejemplo, pueden resolverse matemáticamente; todos los demás problemas requieren métodos de solución con determinados coeficientes experimentales. Muchas fórmulas empíricas han sido propuestas para problemas de flujo en tuberías, pero éstas son extremadamente limitadas y pueden ser aplicadas solamente cuando las condiciones del problema se aproximan muy de cerca a las condiciones de los experimentos de cuyas fórmulas han sido derivadas.

Dada la gran variedad de fluidos que se manejan en los modernos procesos industriales, una simple ecuación, que puede usarse para el flujo de cualquier fluido en tuberías, ofrece grandes ventajas. Semejante a una ecuación es la fórmula de DARCY. Esta fórmula puede derivarse racionalmente del significado de los análisis dimensionales; sin embargo, una variable en la fórmula, el factor de fricción, debe ser determinada experimentalmente. Esta fórmula tiene gran aplicación en el campo de la mecánica de fluidos y su uso es muy extenso.

La solución de cualquier problema de flujo requiere el conocimiento de las propiedades físicas del fluido que se va a usar. Los valores exactos de estas propiedades afectan el flujo de los fluidos, y son la viscosidad y la densidad, que han sido establecidas por muchas autoridades que comunmente usan esos flúidos.

La viscosidad expresa la dificultad con que un fluido fluye cuando es movido por una fuerza exterior. El coeficiente de viscosidad absoluta o simplemente la viscosidad absoluta de un fluido en una medida de su resistencia a la deformación interna. Las mieles son flúidos de gran viscosidad; el agua comparativamente es menos viscosa y la viscosidad absoluta de los gases es pequeña comparada con la del agua.

Densidad, volumen específico y densidad relativa.

La densidad de una substancia es su masa por unidad de volumen. En el sistema C. G. S. se expresa en gramos masa por centímetro cúbico, y en M. K. S. en kilogramos masa por metro cúbico.

El volumen específico viene siendo la recíproca de la densidad y se expresa como la cantidad de centímetros cúbicos de espacio ocupado por un gramo de una substancia, aunque en ingeniería se mide en metros cúbicos ocupados por un kilogramo masa.

La densidad en gases y vapores se altera por el cambio de presiones.

La densidad relativa es la medida relativa de la densidad, tomando como referencia ya sea la densidad del agua, o bien la del aire.

La naturaleza del flujo en las tuberías es laminar o turbulento. Si la velocidad es pequeña el flujo es laminar; si el flujo se incrementa gradualmente se vuelve turbulento.

Fórmula general para el flujo de fluidos.

El flujo en una tubería va siempre acompañado por la fricción del fluido, al frotarse las moléculas unas con otras y con las paredes interiores de las tuberías y consecuentemente por la pérdida de energía que se efectúa en este trabajo; en otras palabras, debe haber una caída de presión en la dirección del flujo.

La fórmula racional para calcular la caída de presión en una tubería para flujo laminar o turbulento y en el sistema métrico gravitacional es la siguiente:

$$h = f \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \; y$$

h = Caída de presión en $kp/m^2 = \frac{n\%}{100} p$

n = Porcentaje de caída de presión

p = Presión de trabajo en mm H_2O = kp/m^2

f = Coeficiente de fricción, que depende del autor.

L = Longitud de la tubería en metros

D = Diámetro del tubo en metros

d = Diámetro del tubo en centímetros

v = Velocidad del flujo en m/seg

g = Aceleración de la gravedad = 9.8 m/seg^2

y = Peso específico del gas en kp/m^3

Kp = Kilopondio = kilogramo fuerza

$\frac{v^2}{2g}$ y = Energía cinética en $kp\text{-}m/m^3$ = presión dinámica en kp/m^2 = mm H_2O (milímetros de columna de agua)

El Dr. Pole consideró, para el coeficiente de fricción, un valor constante f = 0.0256, con el cual se obtiene la fórmula de POLE-MONNIER, que es:

$$Q = \sqrt{\frac{d^5 h}{2 s L}}$$

En la Secretaría de Industria y Comercio la fórmula de Pole se usa con la caída de presión (H) en kp/cm^2, de manera que H = 10000h, y entonces, llamando C al gasto Q en m^3/h medido a 15°C y al nivel del mar:

$$C = \sqrt{\frac{10000\, d^5 H}{2 s L}} = \sqrt{\frac{5000\, d^5 H}{s L}} = 70.7 \sqrt{\frac{d^5 H}{s L}}$$

El porcentaje de caída de presión, siempre que no sea mayor de 5%, será entonces, para una presión de trabajo p = 279.4mm H_2O (o sean 0.028 Kp/cm^2) y una presión de gas en las tuberías de distribución

para los aparatos de consumo de 26.36 gr/cm^2. (263.6mm H_2O) (Artículo 79 del Reglamento de la Distribución de Gas, publicado en el "Diario Oficial" de 29 de marzo de 1960)

$$n\% = \frac{100\ h}{p} = \frac{100\ h}{263.6} = \frac{h}{2.636} = \frac{2\ s\ L\ C^2}{2.636\ d^5} = \frac{s\ L\ C^2}{1.318\ d^5}$$

Cuando se trata de tuberías para la conducción de gas a presiones superiores a la estipulada para baja presión, las caídas de presión no están limitadas al 5% de la presión inicial, sino que pueden ser de cualquier magnitud, siempre que la presión final no sea menor que la requerida a la entrada del regulador secundario, en instalaciones de dos etapas. En estos casos la caída de presión es

$$P_1 - P_2 = f\ \frac{L}{D}\ \frac{v^2}{2g}\ y\ (kp/m^2 = mm\ H_2O)$$

siendo:

P_1 = Presión absoluta inicial, en Kp/m^2

P_2 = Presión absoluta final, en Kp/m^2

D = Diámetro interior del tubo, en metros

v = La velocidad promedia, en m/seg, del gas, dentro del tubo, a la presión media interior.

g = Aceleración de gravedad = 9.8 m/seg^2

y = Peso específico promedio del gas dentro del tubo, medido en Kp/m^3, para la presión media interior.

COX adoptó un valor constante (f = 0.0226) para tubos de menos de 8 cm de diámetro interior y si ponemos (p) en Kp/cm^2, introduciendo en la ecuación (10 p = P) y (d) en cm, ($\frac{d}{100}$ = D), nos queda como resultado final

$$C = 52.335 \sqrt{\frac{(p_1^2 - p_2^2)\ d^5}{S\ L}}$$

en donde:

C = Consumo total en m^3/h (15°C y 760 mm Hg)

d = Diámetro interior de la tubería en cm

p_1 = presión inicial absoluta en Kp/cm^2

p_2 = Presión final absoluta en Kp/cm^2

s = Densidad relativa del gas (propano 1.5, gas natural 0.6)

L = Longitud en metros.

DESCRIPCION DEL EQUIPO

RECIPIENTES ALMACENADORES

Recipientes portátiles o intercambiables.

Definiciones

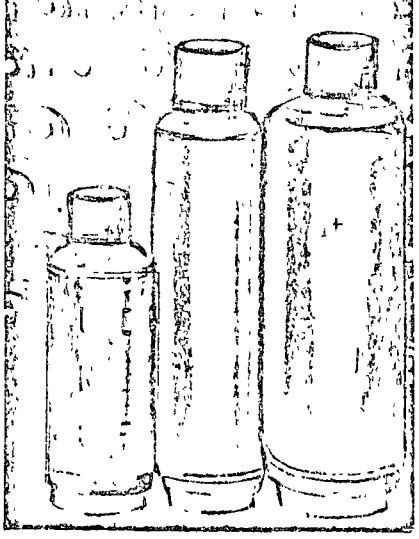
Se entiende por recipiente portátil o intercambiable el envase metálico que por su peso y dimensiones se puede mover a mano, facilitando tanto su llenado, con gas licuado de petróleo, como su transporte e instalación.

El llenado de estos recipientes se efectúa en Plantas de Almacenamiento y su contenido se mide en kilos.

Se utilizan en instalaciones permanentes: Domésticas, comerciales e industriales; y en artefactos portátiles para almacenamiento y transporte de Gas L. P.

Clasificación.

Su fabricación obedece a la NORMA DGN-X-5-1973 y se clasifican en tres tipos:



TIPO I .- Cilindro recto, formado por un cuerpo cilíndrico y dos casquetes semielipsoidales con relación de ejes igual a 2, brida, cuello protector y base de sustentación.

TIPO II.- Cilindro recto, formado por dos partes semicápsulas, soldadas circunferencialmente. Los extremos de las semicápsulas deben ser de forma semielipsoidal con relación de ejes igual a 2, brida, cuello protector y base de sustentación.

Sus capacidades en kg. de Gas L. P., son las siguientes:

Tipo I:	45, 30, 20 y 10
Tipo II:	45, 30, 20, 10, 6 y 4

TIPO III.- Este tipo corresponde a todos los recipientes que no quedan comprendidos en los tipos I y II, siempre y cuando cumplan con las especificaciones de la NORMA. Sus capacidades quedan sujetas a la Autorización de la Dirección General de Gas y su construcción a la Dirección General de Normas de la Sría. de Industria y Comercio.

Especificaciones

Construcción

TIPO I

El cuerpo cilíndrico de estos recipientes se construye con lámina rolada, soldada longitudinalmente con bayoneta, con traslape de 10mm, como mínimo; empleando el proceso de soldadura automática de arco eléctrico sumergido. A la sección cilíndrica se le ensambla en ambos extremos la cabeza y el fondo, respectivamente, que deben ser de forma semielipsoidal con faldón recto de 20mm, de altura.

El cuerpo debe tener un dobles de bayoneta circunferencial de 10mm, en cada uno de los extremos. A la cabeza del recipiente se le suelda la brida por el procedimiento automático de arco eléctrico sumergido.

El cuello protector debe estar fijo, unido a la cabeza mediante cuatro cordones de soldadura de 2cm de longitud como mínimo repartidos simétricamente.

La sección cilíndrica del cuello protector lleva dos orificios elípticos encontrados, diametralmente opuestos, de 10.5cm como máximo en su eje vertical y 15cm como máximo en su eje horizontal. En caso de un mayor número de orificios, la suma de sus dimensiones en su eje horizontal no debe exceder del 50% del perímetro total del cuello y además debe llevar cuatro orificios semicirculares de 2 cm de diámetro, con centro localizado en la circunferencia de contacto con la cabeza, que sirvan para drenaje del cuello.

Los 4 orificios de la base de sustentación deben tener 2cm de diámetro y ser equidistantes, estando situados sus centros en la circunferencia de contacto con el fondo del recipiente, al cual debe soldarse la base por medio de cuatro cordones de soldadura de 3cm de longitud, como mínimo.

TIPO II

Los recipientes de este tipo se deben construir mediante la unión de dos partes de una sola pieza cada una de ellas. La unión de estas partes se hace circunferencialmente con bayoneta, con traslape de 10mm.

El procedimiento de soldadura empleado debe ser el de arco eléctrico sumergido automático. La brida, el cuello protector y el anillo de la base de sustentación se construyen de acuerdo a las condiciones señaladas para el Tipo I.

TIPO III

La construcción de estos recipientes queda sujeta a autorización espec...

Soldadura.

La soldadura usada debe cumplir con la Norma Oficial DGN-X-58, en vigor "Electrodos Empleados en la Soldadura de Recipientes para Gas L.P."

El procedimiento de soldadura señalado en esta Norma, a excepción de... que se ponga en práctica para soldar el cuello y la base, debe ser automático, de arco eléctrico sumergido. En ningún caso debe utilizarse fundente regenerado.

Tratamiento Térmico

Los recipientes deben someterse a un tratamiento térmico para eliminar esfuerzos residuales. Este tratamiento debe efectuarse después de que todas las partes del recipiente que lo requieren han sido soldadas. Este tratamiento se lleva a cabo en un horno adecuado, en el que se colocan los recipientes elevándose la temperatura de éstos a 600°C, la cual debe mantenerse 7 minutos como mínimo.

La operación de relevación de esfuerzos residuales a los tipos mencionados en esta Norma queda sujeta a verificación o prueba por la Dirección General de Normas, cuando ésta así lo estime necesario para comprobar si han sido eliminados los esfuerzos internos; y si el resultado es negativo, se deben rechazar los recipientes hasta que hayan cumplido con este requisito.

Prueba Hidrostática.

Después del tratamiento térmico que señala el párrafo anterior, todos los recipientes deben ser probados sin presentar fuga alguna. Los recipientes, una vez que han sido armados con todas sus partes sujetas a presión, y después del tratamiento térmico que señala el párrafo anterior, se someten a una presión hidrostática de 21 kg/cm2; manteniendo esta presión, se golpean todas las juntas hechas con soldadura, con un martillo cuyo peso debe ser de 250 gramos por cada milímetro de espesor de la lámina, y cuya cabeza debe ser roma para evitar que se lesione la superficie golpeada.

Los golpes serán alternados a una distancia de aproximadamente 15cm uno de otro, y en ambos lados de la junta.

Los golpes no llevarán más impulso que el impacto resultante de la caída libre del martillo, sobre la superficie golpeada, a una altura de 10 cm.

Una vez que se termina de golpear el recipiente, en la forma señalada, la presión hidrostática se eleva a 28 kg/cm2 y esta presión se mantiene sin variaciones durante el tiempo suficiente para inspeccionar minuciosamente la presencia de fugas provenientes de las juntas hechas por soldadura u otros defectos del material.

Hermeticidad.

Como prueba final, todos los recipientes con su válvula instalada deben ser probados a una presión de 7 kg/cm2 y no deben presentar alguna fuga, siguiendo el procedimiento de la Norma Oficial DGN-X-14 en vigor.

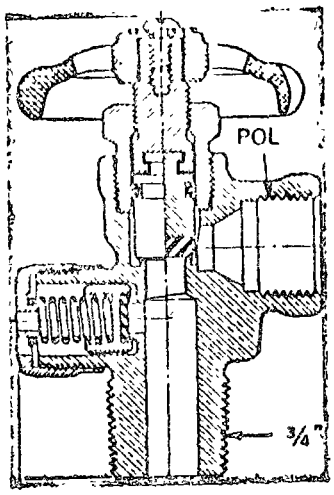
Acabado

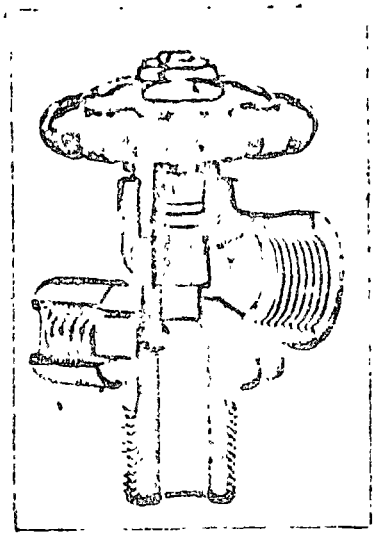
Los recipientes terminados deben tener una superficie uniforme exenta de abolladuras, pliegues, grietas y rebabas.

Pintura

Los recipientes terminados deben ser pintados en toda su superficie, con pintura de aluminio. El cuello protector debe ser pintado de color rojo bermellón.

Válvulas para recipientes portátiles para Gas L. P.





s la válvula de paso que abre o cierra, mediante operación manual, utilizada para llenar o vaciar el recipiente.

Se entiende por válvula para recipientes portátiles para Gas L. P. el dispositivo mecánico empleado para graduar o interrumpir el flujo de gas manejado en dichos recipientes y que, en cuanto a servicio de seguridad, cumple con las especificaciones señaladas por la Norma respectiva. La válvula consta de todas las partes que se ilustran en el esquema.

Estas válvulas están diseñadas para trabajar e instalarse exclusivamente en la zona de vapor del recipiente.

Están diseñadas de manera que sean suficientemente resistentes, para no presentar fugas cuando el recipiente se sujete a vibraciones o manipulaciones bruscas.

En su trabajo mecánico, las válvulas no deberán presentar irregularidades o fallas.

Sus materiales deben reunir características físicas y químicas al servicio a que están destinadas las válvulas, cumpliendo con las especificaciones de las Normas de calidad correspondientes.

El roscado para la introducción en la brida del recipiente; es el correspondiente a la tubería de 19.05mm con una conicidad de 6.25% y 5.5 hilos por hilos por centímetro.

El cuerpo o carcasa de la válvula tiene dos superficies planas diametralmente opuestas que sirven de apoyo a la herramienta utilizada para introducirla en la conexión roscada de la brida del recipiente, sus dimensiones son de 12 x 25mm, y tienen 2mm de relieve mínimo sobre el cuerpo de la válvula de seguridad, la dimensión correspondiente a la separación entre las dos superficies planas tiene una tolerancia de 1.5mm en relación a la entrada de la herramienta.

El roscado para la conexión de salida es interno izquierdo paralelo con ajuste de asiento cónico sin empaques. La Rosca de 5.5 hilos por centímetro, tiene no menos de 7 ni más de 9 hilos.

Para alojar o recibir el tapón, la parte superior del cuerpo o carcasa de la válvula tiene una rosca interior o exterior respectivamente.

VALVULA DE SEGURIDAD.

Es el dispositivo que insertado en el cuerpo de la válvula, sirve para proteger el cilindro en caso de una sobre carga de presión.

Es-encialmente consta de asiento, obturador y tapón. El asiento contiene al orificio de descarga, el obturador es accionado por un resorte, y el tapón es retén calibrador y escape.

El obturador y el resorte están construídos de modo que su posición y movimiento dentro del cuerpo de la válvula, no se adhieran con las partes en contacto, (asiento, guía, etc.). La posición correcta del obturador se asegura por medios mecánicos adecuados.

Las espiras extremas del resorte son planas, paralelas entre sí y perpendiculares al eje del resorte.

Para su calibración, ajuste del resorte a la presión debida, la válvula de seguridad incluye el tapón mismo que desempeña las funciones del retén del resorte, instrumento de calibración y escape. Esto último se consigue por medio de perforaciones practicadas en el asiento. Estas perforaciones están colocadas de tal manera que el escape se produzca alejándose del recipiente.

La calibración de la válvula, se obtiene mediante la rosca practicada en el tapón, que además de servir simplemente para fijar en su lugar y retener el resorte, permite mediante su avance o retroceso la compresión o aflojamiento del resorte. Puesto el tapón en la posición adecuada, de acuerdo con la calibración que deba darse a la válvula, tal posición se fija mediante una operación de sellado mecánico que garantice la posición del tapón en su ajuste correcto.

El orificio de descarga, está localizado en la parte central del asiento y tiene una sección mínima de 3.4mm 2 por cada 10 litros de capacidad de agua del recipiente.

Las válvulas están dotadas de un mecanismo de seguridad que impide el movimiento solidario del tapón con espiga en el momento de abrir o cerrar la válvula.

Para su manipulación las válvulas están provistas de un volante, de aproximadamente 55mm de diámetro que insertado en la parte superior del vástago, -- permite abrir o cerrar el paso del gas.

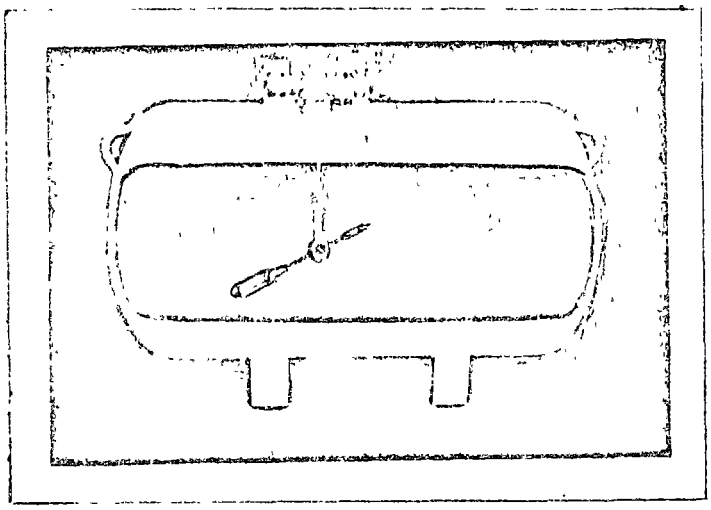
El arillo O'Ring, es un anillo de hule Neoprene, que insertado en el vástago, se desliza sobre la guía del cuerpo e impide el escape de gas por la -- parte superior de la válvula.

El vástago es la pieza que lleva insertado el arillo O'Ring y el asiento -- obturador de nylon. Tiene además una ranura o muesca dentro de la cual gira libremente el elevador de la espiga.

La espiga es la pieza que roscada en el bonete sobresale de la válvula y se porta el maneral, el cual, al hacerlo girar en sentido positivo abre el paso del gas.

Recipientes fijos o estacionarios

Definiciones



Se entiende por recipiente fijo o estacionario, el envase de acero fabricado por soldadura (proceso de fusión por arco eléctrico), destinados a contener gas licuado de petróleo cuya densidad a 15.5°C esté comprendida entre 0.504 y 0.584 y que por su diseño y construcción satisfaga las especificaciones que se establezcan.

Clasificación

Su fabricación obedece a la Norma Oficial de Calidad para Recipientes para Gas L. P. Tipo no Portátil DGN-X-12-1969 y su clasificación queda comprendida en el Tipo I, Subtipo 2, en donde la presión de diseño deberá ser de 14.00 kg/cm2 y se destinan a contener Gas L. P. de alta presión, cuya presión de vapor no exceda de 12.3 kg/cm2 a 37.8°C.

Especificaciones

Diseño y Construcción

En el diseño de los recipientes especificados en esta Norma deben utilizarse las unidades del sistema métrico decimal, utilizando siempre que sea posible cantidades expresadas en números enteros y evitando fracciones. La capacidad máxima de estos recipientes deberán ser de 5,000 litros de agua.

Forma.

Los recipientes serán construidos exclusivamente en las formas siguientes: esféricos, cilíndricos con cabezas semiesféricas, cilíndricos con cabezas toriesféricas (capsuladas), cilíndricos con cabezas semielipsoidales o la combinación de dos cabezas sin sección cilíndrica. Se admitirán reducciones de diámetro mediante secciones cónicas, rectas y oblícuas así como, combinaciones de dos tipos diferentes de cabezas.

El espesor del cuerpo o las cabezas, no debe ser menor del que resulte de las fórmulas de diseño.

Cabezas

Los recipientes de forma cilíndrica podrán tener cabeza de cualquiera de las formas siguientes: Semiesféricas, semielipsoidales, toriesféricas (capsuladas). Estas cabezas podrán ser de una sola pieza o en secciones, en cuyo cálculo se utilizará la eficiencia de juntas que corresponda.

Las cabezas semielipsoidales y toriesféricas deberán tener un faldón con una longitud mínima de tres veces el espesor nominal de la placa de las cabezas ó 25mm (lo que resulte mayor). El espesor de este faldón deberá ser en todo caso igual o superior que el requerido para un cilíndro sin costura

Las cabezas semiesféricas no necesitan tener faldón integral; pero cuando lo llevan, ésto deberá tener un espesor igual o mayor al necesario para un cilindro sin costura del mismo diámetro.

Soldaduras

Todas las juntas por soldadura, en estos recipientes deberán ser por el proceso de fusión de arco eléctrico.

Orificios en los recipientes

Los orificios para los coples en los recipientes podrán ser de forma circular ó elíptica.

El diámetro máximo permisible para una abertura sin refuerzo en un recipiente será el que resulte necesario para soldar un cople de 80 milímetros de diámetro nominal.

Acabado

Todo recipiente deberá presentar un acabado limpio, libre de golpes; soldaduras perfectas y protegidas contra corrosión externa.

Accesorios de control y de seguridad.

El número de accesorios que como mínimo deberán tener los recipientes de este subtipo, serán los siguientes:

Conexión de llenado.

Esta conexión deberá estar dotada de una válvula de exceso de gasto en combinación con una válvula de doble no retroceso.

Válvula de retorno de vapores.

La conexión para vapores deberá estar dotada de una válvula de no retroceso y de exceso de gasto, obligatorio para recipientes mayores de 340 litros de agua.

Conexión de servicio.

Deberá llevar una válvula de paso de control manual directamente atornillada a la conexión del recipiente, indicando con caracteres indelebles cuando esté conectada a la zona de líquido, en este caso, deberá llevar válvula de exceso de gasto. La ausencia de esta indicación significará que está conectada a la zona de vapor.

Válvula de seguridad.

En el número que satisfaga la capacidad de descarga de aire en metros cúbicos por minuto, propia para el área del recipiente.

Medidores de nivel de líquido.

El medidor flotador magnético será obligatorio para tanques cuya capacidad

sea superior a 340 litros de agua. Además deberá de contar con un nivel de máximo llenado en todos los casos. Para recipientes de 1000 litros de agua o más, podrá llevar alternativamente el medidor de nivel rotatorio o flotador magnético.

NOTA: Los medidores de nivel de llenado máximo permisible deberán estar calibrados para que en ningún caso dicho nivel exceda al 85% de la capacidad de agua en los recipientes para instalaciones a la intemperie.

Drenaje.

Obligatorio para recipientes mayores de 340 litros comprendidos en este grupo, y deberán contar con una válvula de descarga de flujo y no retroceso colocada solamente en la parte superior del tanque, con vena hasta el fondo para poder vaciar el recipiente sin interrumpir el servicio.

Métodos de prueba.

Prueba hidrostática.

Todos y cada uno de los recipientes una vez que han sido armados y soldados en sus partes sujetas a presión, deberán ser sometidos a una prueba hidrostática obligatoria, de acuerdo con el siguiente método.

Una vez que el recipiente ha sido llenado completamente de agua deberá elevarse la presión hidrostática a una y media veces la presión de diseño, (propia del recipiente). Deberá ser sometida a golpes con martillo en todas sus juntas por soldadura, en su longitud total los golpes serán alternados a una distancia uno de otro, 15 cms. aproximadamente a ambos lados de la junta, debiendo ser estos golpes únicamente con la fuerza originada por el peso propio del marro.

El peso del marro deberá ser de 1 kilogramo, por cada 4 milímetros de espesor de la placa de acero, debiendo además tener este marro cabeza roma para evitar que se lesione la superficie del material que se golpee.

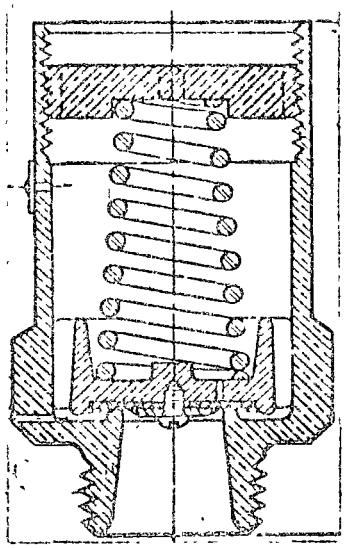
Prueba neumática.

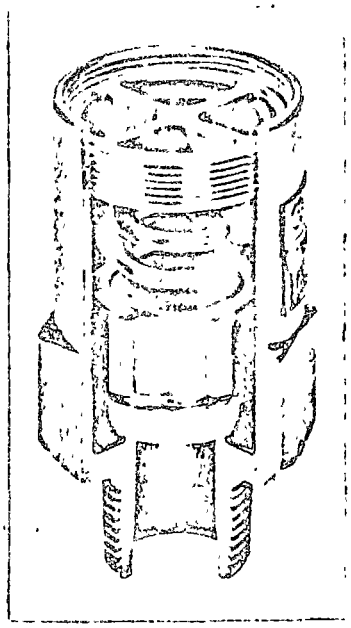
Esta prueba se llevará a efecto después de la prueba anterior, y de la siguiente forma:

Se instalan todos los accesorios de control en el recipiente y se aplica una presión de aire de 7 kg/cm2. Una vez elevada la presión a este valor, se aplicará jabonadura en todas las conexiones y juntas para observar si se presentan fugas, mismas que deberán ser corregidas. Si las dimensiones del recipiente lo permiten, esta prueba podrá realizarse sumergiéndose en agua totalmente.

Descripción de los Accesorios de Control y Seguridad

A.- Válvulas de seguridad.





Cada recipiente fijo o estacionario debe estar protegido instalándose una válvula de seguridad, esta válvula opera bajo las siguientes condiciones anormales:

1.- Aumento en la presión interior del recipiente debido a un sobrellenado.

2.- Como resultado de un sobre calentamiento externo que aumente la presión en el recipiente.

3.- Cuando se utiliza diferente tipo de Gas L. P. al indicado para el tipo de recipiente de que se trata.

4.- Cuando en la primer operación de llenado no se ha protegido convenientemente el recipiente, el aire que contiene le hace aumentar en exceso la presión en el interior. La norma de fabricación del recipiente señala la capacidad mínima de descarga que debe de tener la válvula de seguridad, expresada en metros cúbicos por minuto, relacionada con el área total del recipiente, estas válvulas son escogidas por el fabricante, el que calcula cual debe ser la adecuada.

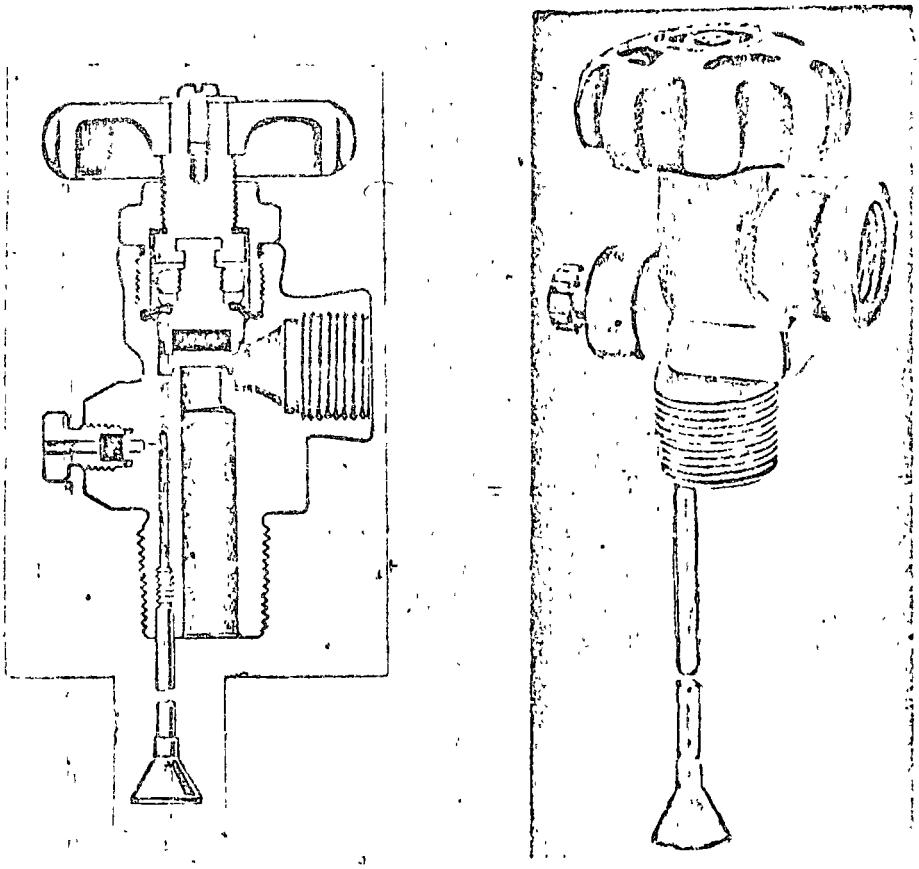
No es recomendable reparar las válvulas de seguridad; cuando se note alguna fuga en ella o que tenga una operación impropia, debe regresarse a la fábrica para que se haga una correcta reparación, por lo regular nunca se venden partes para reparar válvulas de seguridad.

Si hay necesidad de cambiar una válvula de seguridad en un recipiente determinado, es preciso conseguir otra con idénticas características que la primera. Dentro de una misma dimensión en la cuerda donde se

acopla al recipiente encontramos diferentes capacidades de descarga.

Las válvulas de seguridad deben ser probadas cuando menos cada cinco años, para ver si sus condiciones de servicio son seguras, esta prueba se efectúa hidráulicamente con una bomba pequeña de mano, inyectando presión para comprobar que el aditamento de seguridad abre a la presión hidráulica entre los límites para lo cual fué construida y que se indica en la placa que contiene cada válvula. Si no abre a la presión correcta, esta válvula debe mandarse a reparar con el fabricante o substituirla con otra de iguales características.

B.- Válvula de servicio de vapor.

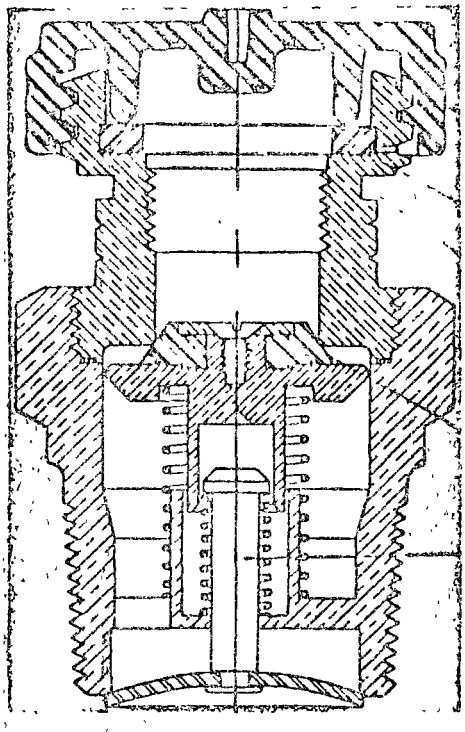


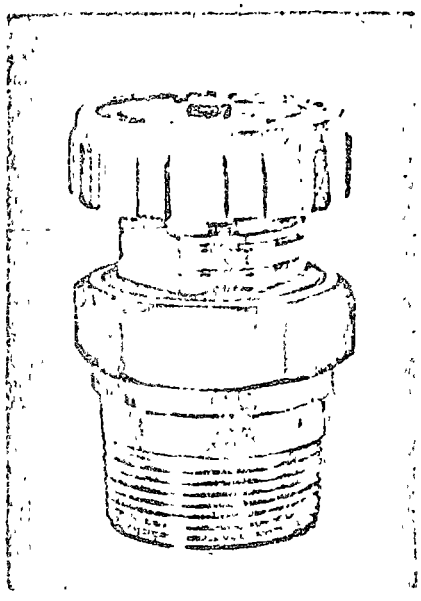
La válvula de servicio de vapor tiene las mismas características que una válvula de servicio para tanques intercambiables con la excepción de que no contiene el aditamento de seguridad. Esta válvula de paso común y corriente semejante a la usada en intercambiables, en lugar del aditamento de seguridad, normalmente tiene en el cuerpo el aditamento de llenado máximo permisible lateral, con un tubo de profundidad que nos marca la altura del líquido en el interior del recipiente a 85% más o menos, según el gas de que se trata. La válvula de servicio se localiza en la parte superior del tanque con objeto de que cuando se abra salga exclusivamente vapor del interior.

C.- Indicador de Llenado Máximo permisible.

Este indicador por lo regular viene adaptado a la válvula de servicio como lo indicamos en el punto anterior, pero puede venir separado y su función es la misma que describimos.

D.- Válvula de llenado o de entrada para líquidos





Esta válvula por lo regular viene combinada con dos aditamentos de seguridad, de no retroceso, o sea que una vez que deja de entrar líquido tiene dos aditamentos que evitan el regreso del mismo al exterior.

También la válvula de llenado puede constituir la combinación de una válvula de no retroceso y otra de exceso de gasto, esta combinación es más usual en la de vapores.

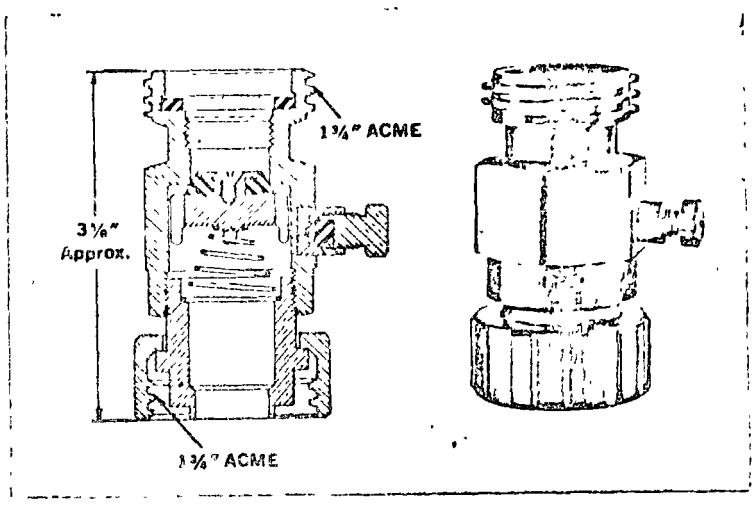
El objeto de la combinación de las dos válvulas es el de obtener más seguridad en el llenado de un recipiente estacionario, previendo que alguno de los dos aditamentos de no retroceso no cierre quedando el otro con la función total de la válvula.

En muchas ocasiones puede romperse el aditamento exterior o simplemente quedar abierto por alguna impureza que contenga el gas, lo que ocasionaría al líquido salir provocando fugas de consideración.

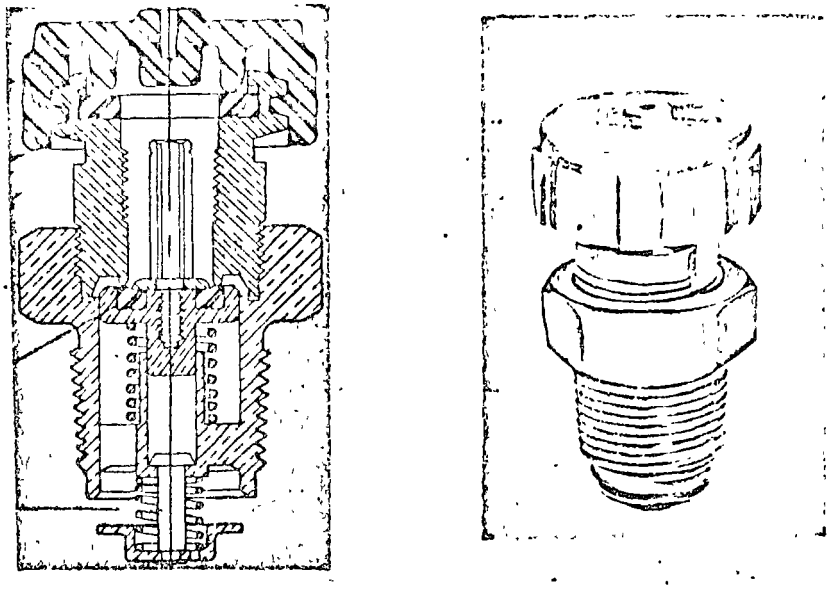
Se han dado casos en que los dos aditamentos de no retroceso no cierren, previendo ese peligro la mayoría de las mangueras de los autotanques que efectúan el llenado cuentan con una válvula check que se adapta al extremo de la misma, esta válvula opera de la siguiente manera.

Cuando se termina la operación de llenado se abre una pequeña válvulita que deja escapar el gas contenido entre esta válvula check y la de llenado, si ésto líquido no deja de salir en un tiempo determinado se supone que no han operado las dos válvulas de no retroceso de la válvula de llenado, por lo que es necesario dejar la válvula check adaptada a la válvula de llenado, hasta el vaciado completo del recipiente que permita la substitución de la misma.

Válvula Check para adaptarla a la válvula de llenado.



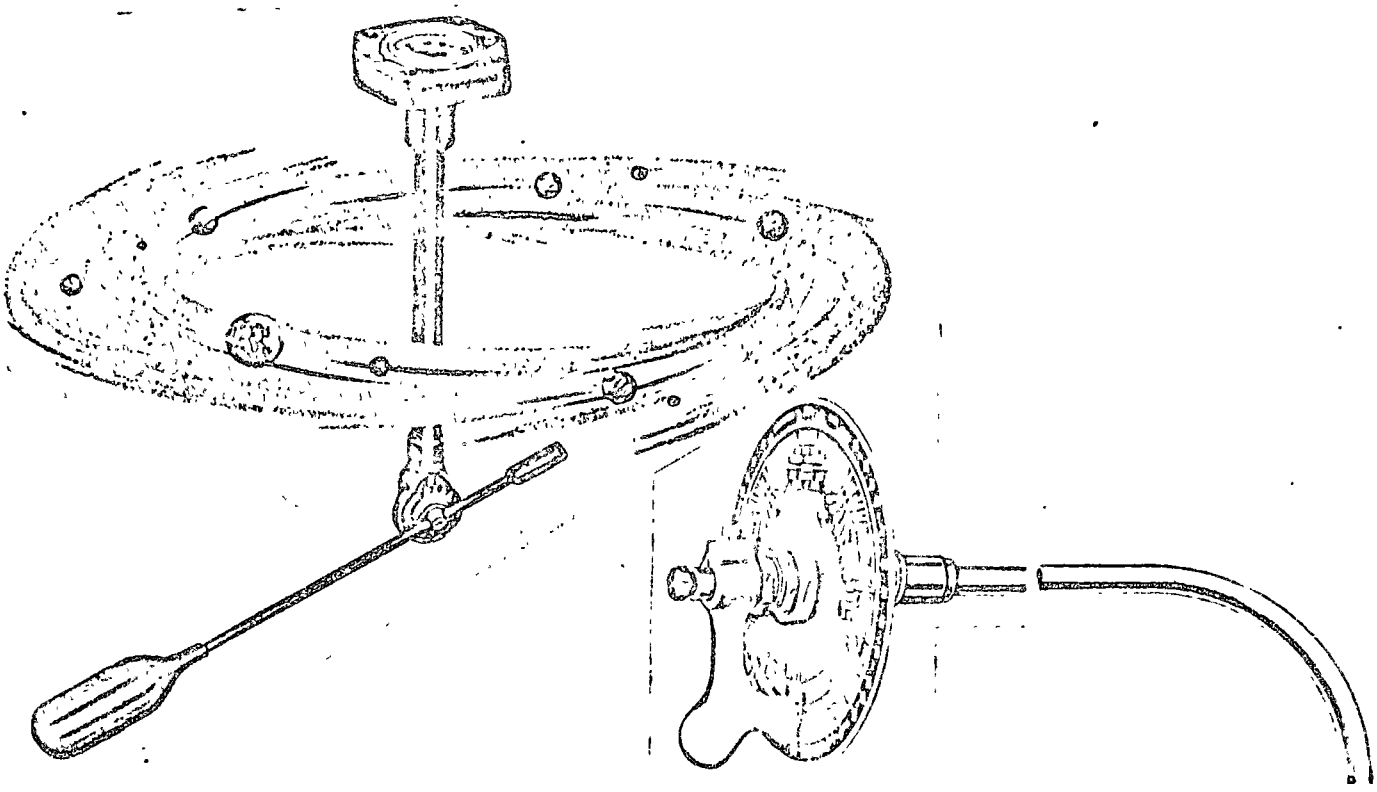
E.- Válvula de Retorno de Vapores.



Esta válvula consta de dos aditamentos de seguridad, el de no retroceso, y el de exceso de gasto, cuya función es similar al de la válvula de llenado, o sea tener un aditamento de seguridad extra por si uno de los dos falla.

La falla más común se ocasiona con el desprendimiento de la parte superior de la válvula provocado por un jalón de manguera o golpe producido a la parte superior de la válvula que ocasiona la rotura, cuando esto sucede, automáticamente la válvula de exceso de gasto que se encuentra en el interior del recipiente actúa impidiendo la fuga peligrosa.

F.- Indicador de Nivel Magnético o Rotatorio.



El objeto de estos medidores como su nombre lo indica, es el de proporcionarnos una lectura constante del nivel de líquido de un recipiente. El indicador magnético nos lo indica constantemente y el rotatorio necesita operación manual cada vez que se desee conocer el nivel del líquido.

El medidor de nivel magnético o de flotador, consta de una barra que se encuentra en el interior del recipiente, en cuyo extremo tiene un flotador, este flotador se mantiene en la superficie del líquido del gas. Por medio de un pequeño engrane trasmite el movimiento en otra barra vertical que gira y que registra ese giro a un indicador magnético que se encuentra visible en la parte superior del recipiente con un registro en círculo que marca los diferentes porcentajes de líquido según la posición del flotador.

El medidor de nivel rotatorio, consta de un tubo de profundidad curvo, una carátula y una manija indicadora; el tubo en el interior del recipiente continúa hasta la parte exterior del mismo en un pequeño tapón indicador de salida de líquido, en este extremo también ya adaptada la manija cuyo extremo debe coincidir exactamente con la posición del tubo interior, en el extremo del tubo se encuentra un tapón que obtura el orificio restringido del tubo de profundidad, para tomar lectura se coloca la manija indicadora en la parte superior o sea al 100% que indique la carátula; se abre el tapón con lo cual empieza a salir vapor de gas, y se gira lentamente hasta que el extremo del tubo de profundidad en el interior del tanque toque o llegue al líquido, permitiendo una salida de líquido al exterior por el orificio, como la posición de la manija ha variado en su movimiento, al detenerla cuando empieza a salir líquido, nos indica exacto el porcentaje de líquido que hay en el recipiente.

G.- Salida de Líquidos con Aditamentos de No Retroceso y Cierre.

Esta salida es indispensable en los recipientes fijos, por lo regular-se encuentra en la parte inferior del recipiente, aunque últimamente se encuentra localizada en la parte superior con vena interior hasta el fondo del tanque.

El aditamento de no retroceso y cierre es una combinación de válvula de no retroceso y de exceso de gasto con tapón adicional de cierre hermético. Este aditamento se abre mediante un adaptador especial y con una válvula manual de globo. Se utiliza principalmente para descarga de residuos o para utilizar servicios de líquidos donde se requieren grandes consumos de gas.

Primer llenado.

Para efectuar el primer llenado en un recipiente estacionario fijo, es necesario "purgar" el aire que contiene en su interior, a fin de evitar una presión en el interior del QUE pueda abrir la válvula de seguridad.

Por lo regular todos los recipientes, cuando salen de la fábrica contienen aire a presión, el cual ha sido utilizado para verificar que los aditamentos de control han sido insertados correctamente libres de fugas. Este aire sirve a su vez para efectuar pruebas de hermeticidad en la instalación, antes de ser llenado con Gas L. P.

Una vez hechas esas pruebas, es necesario abrir la válvula de servicio para dejar escapar la presión hasta que se iguale con la atmosférica.

Cuando se va llenando el recipiente de gas licuado, este aire se va comprimiendo y su presión se incrementa, ya que si se llena al 85% del volúmen, el aire se habrá comprimido a un octavo del volúmen original, por lo que es necesario purgarlo.

Para efectuar esta purga en el lugar donde se encuentra el recipiente, es preciso cerciorarse de que no hay riesgos inmediatos como llamas, lumbres, etc., y que haya corrientes de aire que aunque sean leves dispersen la mezcla de gas-aire inflamable.

Esta purga que se efectúa abriendo la válvula de servicio, debe ser breve para evitar acumulaciones de gas aire que formen mezclas explosivas. El olór del mismo gas nos ayuda a determinar la cantidad que se debe dejar escapar.

Se hace la observación que la purga debe descargarse a la atmósfera precisamente y no regresarla a través del retorno de vapor al auto-tanque, por la misma razón de que se saca del recipiente estacionario. Evitar presiones elevadas dentro del auto-tanque.

Llenado Máximo

En términos generales un recipiente fijo o estacionario, debe llenarse como máximo al 85% cuando el gas está constituído de propano y al 90% de nivel máximo cuando el gas está constituído con mezcla en su mayoría de butano y menor de propano.

Para determinar esos porcentajes contamos como ya describimos, con la válvula de llenado máximo, o con los medidores de nivel magnético o rotatorio.

Sobre Llenado

Al llenar un recipiente es indispensable que el ayudante del repartidor esté pendiente de no sobre-pasar los límites máximos permisibles, pero si por error se sobre llena un tanque fijo, tendremos el problema inminente de que al aumentar la temperatura ambiente, se abra la válvula de seguridad y se produzca un escape de gas que alarme al usuario.

Si el sobre llenado se ha hecho, naturalmente es necesario retirar líquido del recipiente pudiéndose hacer en varias formas con cuidado extremoso para evitar peligro de que se produzca una explosión o incendio.

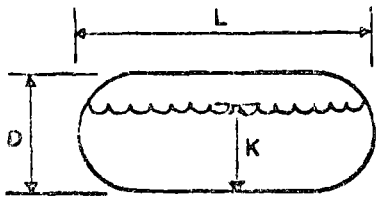
Se puede retirar líquido del recipiente si se pone a funcionar todos los aparatos de consumo del usuario, previendo que no exista un rápido sobre calentamiento en el recipiente, esta maniobra es efectiva cuando los aparatos de consumo son suficientes para bajar rapidamente la presión del recipiente y siempre que se encuentre en azotea o muy alejado de los aparatos de consumo. Estando en un sitio que no represente peligro, se puede purgar por la manguera de retorno de vapor hacia un sitio adecuado y en forma intermitente evitando acumulaciones de gas vapor. Esta purga también se puede hacer lentamente, cuando las condiciones lo permiten, todo a través de alguno de los artefacto del recipiente.

En cualquier caso todas estas maniobras deben ser efectuadas por personas responsables y es preferible evitarlas adiestrando a los operadores de auto-tanque, señalándoles el peligro que representan.

Capacidad del recipiente estacionario fijo.

La capacidad de un recipiente se determina de acuerdo al total de aparatos de consumo en una instalación, en relación con la capacidad de vaporización del mismo recipiente. Si tenemos un recipiente pequeño y un gran consumo, lo más fácil es que el recipiente no nos produzca la suficiente vaporización del líquido que contiene y el servicio a los aparatos será deficiente, hasta el grado de interrumpirse la llegada del gas a los mismos.

REGLA COMUN Y GUIA PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE VAPORIZACION DEL PROPANO EN TANQUES FIJOS O ESTACIONARIOS PARA ALMACENAMIENTO DE GAS L. P.



Cuando:

"D" = Diámetro exterior en metros.
"L" = Longitud total en metros.
"K" = Constante para el porcentaje del volúmen del líquido en el envase
"Z" = Constante de conversión al sistema métrico 0.01756

PORCENTAJE DEL CONTENIDO EN EL DEPOSITO	"K" es igual a	+ CAPACIDAD DE VAPORIZACION DEL PROPANO A-17.8°C (en m^3/hr)
60	100	D x L x 100 x Z
50	90	D x L x 90 x Z
40	80	D x L x 80 x Z
30	70	D x L x 70 x Z
20	60	D x L x 60 x Z
10	45	D x L x 45 x Z

En esta fórmula se ha considerado para la transmisión del calor, la superficie en contacto con el líquido, como temperatura mínima para el líquido -28.9°C y una diferencia de temperatura con el medio ambiente de 6.7°C. La zona de fase gaseosa en el depósito, no ha sido tomada en cuenta, pues su efecto es insignificante.

CAPACIDADES DE VAPORIZACION PARA OTRAS TEMPERATURAS DEL AIRE.

(Multiplique los resultados obtenidos de la fórmula anterior por uno de los siguientes factores de las temperaturas consideradas del aire)

TEMPERATURAS DEL AIRE	MULTIPLIQUE POR
- 23.3°C	0.50
- 20.6°C	0.75
- 17.8°C	1.00
- 15.0°C	1.25
- 12.2°C	1.50
- 9.4°C	1.75
- 6.7°C	2.00
- 4.0°C	2.25
- 1.2°C	2.50
+ 1.5°C	2.75
+ 4.4°C	3.00
+ 7.1°C	3.25
+ 9.9°C	3.50

REGULADOR

Descripción

Se entiende por regulador, el dispositivo mecánico que recibiendo una presión variable y elevada, automáticamente entrega una presión constante y predeterminada.

Todos los reguladores de presión constituyen una adaptación de principios mecánicos conocidos, utilizando la fuerza desarrollada por la presión que actúa sobre un diafragma flexible para accionar varios tipos de palancas y estructuras valvulares, y controlar así la presión. Un regulador de presión puede compararse muy bien con una balanza o columpio en su principio fundamental de funcionamiento. En la balanza tenemos fuerzas equilibradas a ambos lados del fulcro. En un regulador de presión encontramos que lo que se hace es equilibrar fuerzas contrarias.

Un regulador esta compuesto de tres partes principales, el diafragma o medios medidores, la palanca y peso o resorte o carga a presión como fuerza antagonista del diafragma y tercera, el cuerpo de válvula con su válvula interior, o medios reguladores, o válvula de admisión.

El material de que esta compuesto el diafragma es neoprene pero el material que gana terreno cada día es la Buna N con alma de nylon. Estos productos sintéticos son resistentes a la acción de los hidrocarburos.

Funcionamiento.

Antes de admitir gas a la cámara del regulador formada por el diafragma y la tapa inferior, el diafragma está siendo forzado hacia abajo por la acción del resorte que se encuentra en la parte superior, y que sirve para ajustar la presión de salida, en estas condiciones la válvula de admisión se encuentra abierta. Si abrimos el recipiente que abastece de gas al regulador, éste fluye a través de la válvula de admisión de la cámara. Tan pronto como ésto sucede, existe presión dentro del cuerpo del regulador y se ejerce contra la cara inferior del diafragma.

Esta presión continúa aumentando hasta llegar a vencer la presión o fuerza del resorte mencionado, mismo que ha sido comprimido a la presión de salida requerida, consiguiendo que el diafragma se desplace hacia arriba, forzando este movimiento a que el disco de cierre que tiene en su extremo el brazo de la palanca, cierre la válvula de admisión, la cual se mantendrá cerrada durante todo el tiempo que esten cerradas las válvulas que abastezcan aparatos de consumo en las tuberías de servicio.

El gas contenido en estas tuberías se encontrará a la presión predeterminada.

Al abrir cualquier válvula de estos aparatos, el gas fluirá desde el cuerpo del regulador hacia la tubería y ésto hará que disminuya la presión que se esta ejerciendo contra la cara inferior del diafragma.

Al llegar a ser menor esa presión que la fuerza del resorte, éste empujará el diafragma hacia abajo. El diafragma al bajar, accionará el brazo de la palanca que a su vez abrirá la válvula de admisión, permitiendo nuevamente el paso del gas del recipiente hacia el interior de la cámara del regulador.

En las condiciones descritas, en la salida del regulador se contará con la presión reducida, predeterminada por el resorte y su compresión, practicamente constante y sólo se tendrán pequeñas variaciones correspondientes a las fluctuaciones que se presenten en la presión de entrada.

Si llega a tenerse un flujo parejo a través del regulador, el diafragma se mantendrá en una posición más o menos estacionaria, con la válvula de admisión abierta ligeramente, solo para dejar pasar el volumen que se está utilizando y manteniendo así la presión deseada.

En cambio, si existen intermitencias en el flujo, el diafragma estará moviéndose hacia arriba y hacia abajo según se requiera, para mantener una presión constante de salida.

Para modificar la presión predeterminada de salida de un regulador, se aumenta o disminuye la tensión del resorte al tornillo de ajuste. Apretando el tornillo contra el resorte, se aumenta la presión de salida, por el contrario aflojando el mismo tornillo, se disminuirá. Este tornillo se localiza en la tapa contraria a la cámara.

En la mayoría de los reguladores, en la tapa contraria a la cámara existe una abertura cerca de la salida que permite el movimiento libre del diafragma, al hacer posible que el aire se desalojo desde la parte superior del diafragma hacia afuera y no ejerzan presiones contrarias al movimiento del mismo.

Así mismo, en algunos reguladores existe una válvula de relevo de presión, que consiste en un resorte colocado en el espacio interior del resorte regulador de presión, que al desplazarse hacia arriba por el movimiento del diafragma, deja abierto un conducto entre la cámara y la parte superior, consistente en una perforación en el propio diafragma.

Clasificación.

Los reguladores se clasifican en dos tipos: PRIMARIOS Y SECUNDARIOS.

REGULADORES PRIMARIOS

Estos reguladores generalmente estan constituídos por piezas y diafragmas resistentes y con orificios de entrada mayores. Estan diseñados para trabajar a mayores presiones de salida que las de los reguladores comunes secundarios, cuya presión de salida normalmente es de 27.94 gr/cm2 (11" col. AGUA).

Se utilizan principalmente cuando los quemadores deben operar a alta presión regulada o en otras palabras cuando es necesario mayor número de calorias para ser proporcionadas por un quemador, que por su diseño puede tolerar variaciones en la presión de salida.

Cuando los quemadores deben recibir una alta presión determinada y sensiblemente constante, se usan dos reguladores de alta presión, el primero de ellos recibe la presión directa del tanque, con las fluctuaciones inherentes a los cambios de temperatura, y entrega al segundo una alta presión que no sufre las variaciones considerables que se pueden esperar a la salida del tanque. La salida del segundo regulador, se ajusta para la alta presión

de operaciones de los quemadores y no presentará variaciones sensibles.

Otro uso de este tipo de reguladores es en las instalaciones en donde se requiere utilizar quemadores que trabajen en alta y baja presión. En este caso el regulador de baja presión o secundario se instala exclusivamente para aquellos quemadores o aparatos de consumo que trabajan en baja presión.

También se utilizan en lugares donde la fuente de abastecimiento y los aparatos de consumo es muy distante. El regulador primario se coloca directamente a la fuente de abastecimiento que generalmente es un recipiente fijo o estacionario y el regulador secundario se coloca lo más cercano posible de los aparatos de consumo. De esta manera se evitan diámetros excesivos. El sistema se denomina de primera y segunda etapa.

Este tipo de instalación es típico en edificios con gran cantidad de aparatos o en aquellas instalaciones que utilizan una red de abastecimiento en alta presión y los aparatos de consumo estan muy distantes entre sí, como en el caso de una red de distribución para diferentes casas.

Se considera regulador primario también, el regulador de una sola etapa, de baja presión en su salida y que abastece directamente a uno o varios quemadores o aparatos de consumo.

REGULADORES SECUNDARIOS

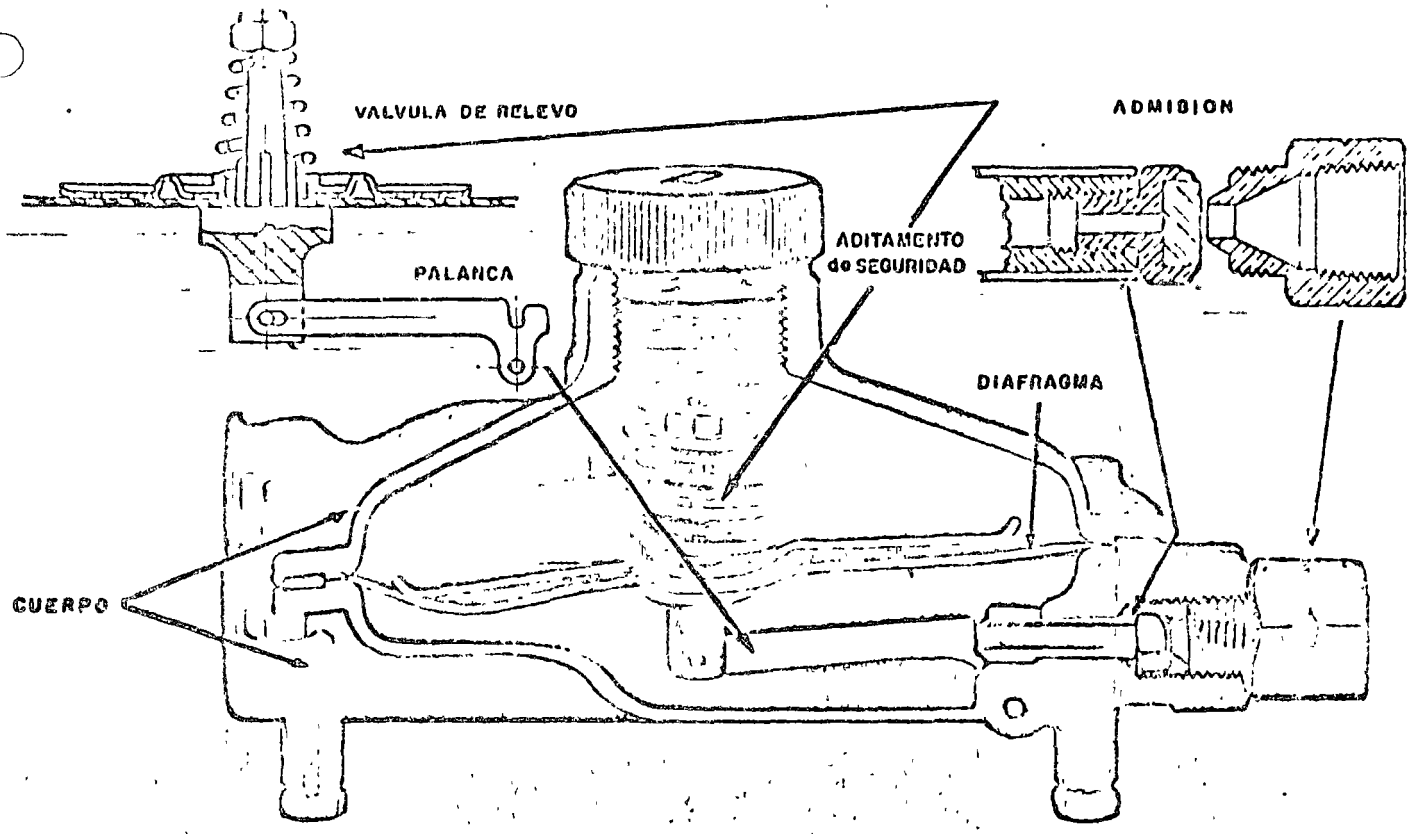
El regulador secundario o regulador de baja presión, recibe en su entrada el gas a una alta presión menor que aquella que se obtenga de un regulador primario. Este regulador se considera de baja presión y esta determinada en su salida, calibrado de fábrica a 27.94 gr/cm2 (11" col. AGUA). Este regulador invariablemente va precedido de una válvula de cierre o corte.

Selección de reguladores.

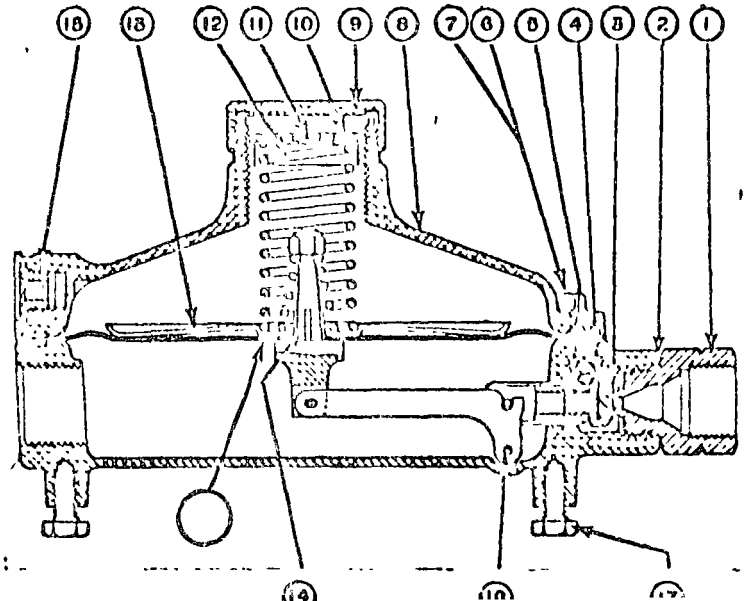
Para seleccionar el regulador adecuado para un servicio determinado debe precisarse la presión de diseño del o los quemadores que han de usarse y cual es el gasto o consumo de los mismos, proviendo además la posibilidad de que posteriormente se agregue uno o mas quemadores al sistema original, así mismo debe tomarse en consideración el tipo de gas que vaya a utilizarse y los sistemas de reducción de presión de una o dos etapas.

Los fabricantes de reguladores proporcionan catálogos, en donde describen las caracteristicas de diseño, describiendo presiones de entrada y la correspondiente de salida y su variación de acuerdo al ajuste del resorte. Así también la capacidad o volumen de salida de acuerdo al tamaño de la espreade entrada y tamaño del regulador.

REGULADOR PRIMARIO O SECUNDARIO DE BAJA PRESION



1	Válvula de admisión	9	Rondana de la tapa del tornillo
2	Rondana de la válvula	10	Tornillo de ajuste
3	Tapón de entrada	11	Rondana deslizable
4	Ensamble del roton del tapón	12	Resorte
5	Ensamble del tapón	13	Ensamble del diafragma
6	Tornillo de ensamble del cuerpo	14	Ensamble de la palanca
7	Tuerca de ensamble del cuerpo	15	Salida de venteo
8	Tapa del tornillo de ajuste	18	Perno de la palanca



Medidores volumétricos para gas, en estado de vapor.

La función de un medidor para gas de desplazamiento positivo, tipo diafragma, es medir el gas volumetricamente.

El tipo de medidor para gas usado en aparatos de consumo comunes y corrientes es el de tipo seco, formados por dos diafragmas envolventes y válvulas deslizadoras para medición.

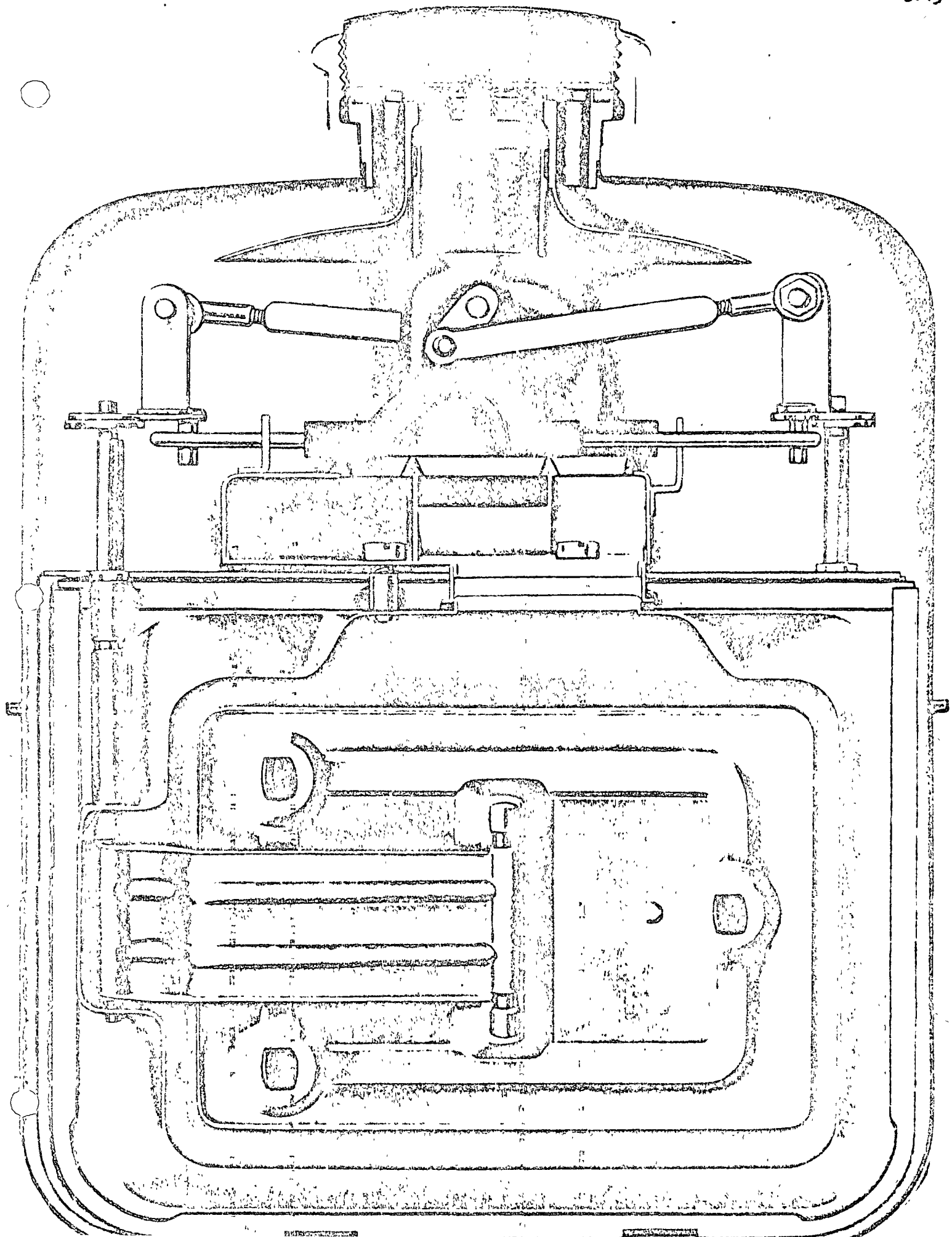
El principio de medición de este tipo de medidores se compara con la medición de un líquido de un tonel a través de una llave hacia una medida de volumen determinada. Cada vez que este volumen se llena, la válvula se cierra y otra se abre para dejar escapar el volumen mencionado, cuando éste se vacía se cierra la segunda válvula y la primera se abre nuevamente, repitiendo el proceso y contando las veces que se ha efectuado, tendremos como resultado la cantidad de líquido que se encontraba en el tonel.

En los medidores para gas se tienen varias cámaras de medición que operan simultaneamente, algunas se llenan mientras otras se vacian, formando un proceso uniforme de entrega de gas. Cada una de estas cámaras tiene una medida determinada que al llenarse y vaciarse totalmente produce un movimiento transmitido a un registrador que al repetirse nos da el volumen total en litros y metros cúbicos de gas que pasa a través del propio medidor.

Comunmente los medidores son colocados en su sitio y pasan años sin atención, solo son visitados mensualmente por la persona que toma su lectura y se supone que cualquier otra pieza de algún mecanismo recibe mayor atención; por lo tanto es importante instalar medidores de gran calidad que mantengan registrado adecuadamente las cantidades de gas que pasan a través del mismo y su costo de mantenimiento se reduzca al mínimo.

En una instalación para gas con medidor volumétrico en uso, el gas entra por el canal del tubo de entrada, llenando totalmente el interior del medidor pasando a través de las aberturas no cerradas momentaneamente por las válvulas deslizadoras y los correspondientes canales a las cámaras medidoras, presionando los diafragmas. Por este proceso, el gas de las cámaras medidoras del lado opuesto es presionado en sentido contrario hacia el canal de salida, através de la abertura de la válvula deslizadora y continuando al tubo de salida hasta la tubería de consumo.

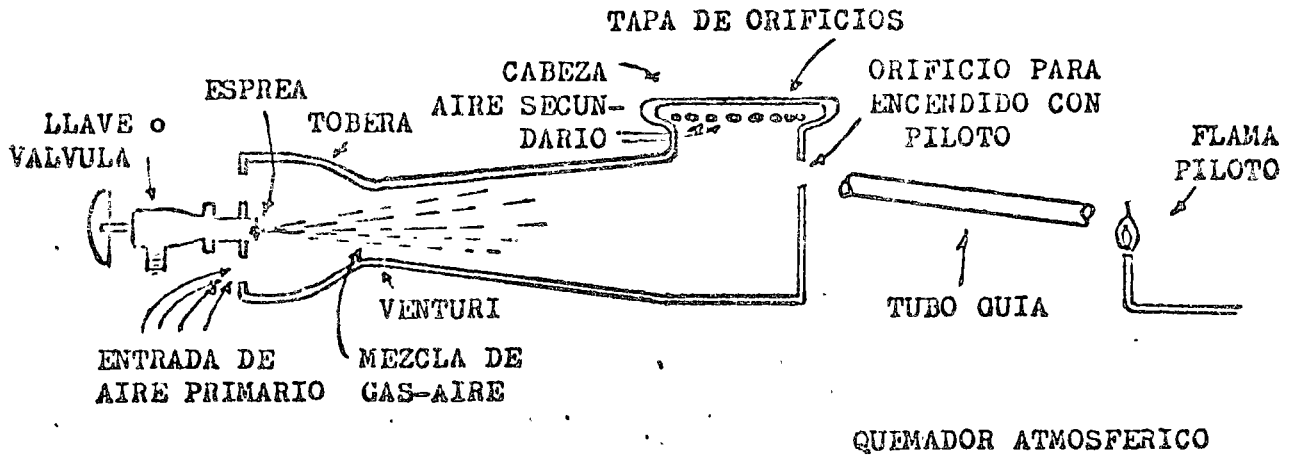
Su funcionamiento se inicia cuando se abre el paso de gas en los aparatos de consumo. La presión del gas, después del medidor sufre una caida, sin embargo la presión a la entrada se mantiene alta, lo que causa una presión descomponsada en el medidor, que empuja en un diafragma movil "A", que se expansiona como un acordeón. El gas fluye dentro y fuera de las cámaras medidoras, controlado por las válvulas deslizadoras "B" en tal forma que la salida del gas es suave y continua. Cada una de las cámaras se llena cada vez con el mismo volumen de gas y mientras unas se llenan las otras se vacian, formando un proceso uniforme, el cual produce un movimiento que es trasmitido a un registrador "C" que al repetir los ciclos de operación nos da el volumen total en metros cúbicos de gas que pasa a través del propio medidor.



Calefas, sus quemadores.

El dibujo que aparece a continuación muestra un "corte" de un quemador atmosférico común.

En él se puede apreciar la forma en que funciona.



QUEMADOR ATMOSFERICO

1) Al girar la perilla se abre la válvula. El gas pasa por la espresa (pequeño orificio que regula el flujo del gas, aún con toda la llave abierta) y con la presión que lleva se introduce al interior del vénturi al hacer ésto, absorbe (arrastra) una cantidad de aire a través de los agujeros de la parte anterior de la tobera; a esa cantidad de aire se le denomina "aire-primario" porque es la primera cantidad de aire del que se necesita para la combustión.

2) Ya mezclado el gas con una determinada cantidad de aire, el flujo sigue penetrando al vénturi, por la forma de ésto, la mezcla adquiere cierta velocidad que obligará a que ella busque una salida, que será a través de los orificios de la parte superior de la cabeza del quemador. Si previamente se ha acercado una flama de cerillo frente a los orificios, la mezcla de aire-gas se incendiará, y al hacerlo utilizará una segunda cantidad de aire del que se encuentra en el ambiente cerca de esos orificios; a esta cantidad de aire se le denomina "aire secundario".

3) Al igual que la mezcla sale por los orificios de la cabeza del quemador, también saldrá por otro orificio lateral de la misma cabeza. Al salir por este orificio, el gas, que es más pesado que el aire, penetrará por el "tubo-guía" cuya "Boca" esta precisamente al frente de ese orificio, y por su propio peso, por gravedad, "escurrirá o resbalará" por el interior del tubo-guía que debe encontrarse ligeramente inclinado hacia la flama del piloto. Al hacer contacto el gas con esta flama se originará un pequeño flamazo o explosión, al explotar esa pequeña cantidad de aire-gas, el flamazo de retroceso hará que se incendie el gas que ya se encuentra saliendo por los orificios superiores, completando así el encendido del quemador.

Ajusto

La carburación de la mezcla airo-gas depende de un equilibrio adecuado de esa mezcla, lo que se logra dejando pasar la cantidad precisa de airo en relación con la cantidad de gas que la espreea permite pasar. Para ello debe ajustarse la "tapa" de la tobera que tiene unos agujeros coincidentes con la base de la misma tobera; al hacer coincidir exactamente los agujeros se permitirá un paso de mayor cantidad de airo. Si esta cantidad de airo fuera excesiva, se observará que al salir por los orificios las flamas tienden a "volarse" o despegarse de los orificios; deberá entonces irse cerrando la tapa de la tobera obstruyendo los agujeros de la entrada de airo hasta lograr que las flamas se estabilicen. Si la entrada de airo se reduce en exceso, las puntas de las flamas presentarán un color amarillo claro, muestra evidente de falta de airo para la combustión.

En perfecto equilibrio de esa entrada de airo permitirá una flama estable y de color azul claro en el bordo de cada flama que sale por su correspondiente orificio. Cuando hay polvo o impurezas en el ambiente cercano al quemador, o cuando se enciende por primera vez un quemador, las flamas, aún siendo estables y estando correctamente calibradas, desprenderán un color rojizo (no amarillo) en forma de pequeñas chispas.

El dibujo muestra una forma de tobera de las más comunes. Existen otras de diferentes formas, con la entrada de airo por la parte superior o inferior, dotadas de una tapa de tobera en forma de abanico.

Su funcionamiento, en cuanto al principio de permitir el paso de airo primario, es idéntico a la antes detallada y el cierre en más o menos de la tapa de la tobera permitirá mayor o menor paso de airo para la combustión.

La flama del piloto también requiere un ajuste, que se logra mediante un tornillo que se encuentra en la conexión de latón que sale del tubo múltiple de alimentación de la misma estufa. El ajuste debe hacerse a modo de que la flama (que sí es casi totalmente de color amarillo claro), tenga un largo aproximado de 1.5 centímetros. En todo caso debe cuidarse que la punta de esta flama alcance a llegar perfectamente a la mitad de la boca del tubo guía, pues de lo contrario el flamazo de retroceso para el encendido provocaría una explosión mayor de lo previsto, con los riesgos correspondientes.

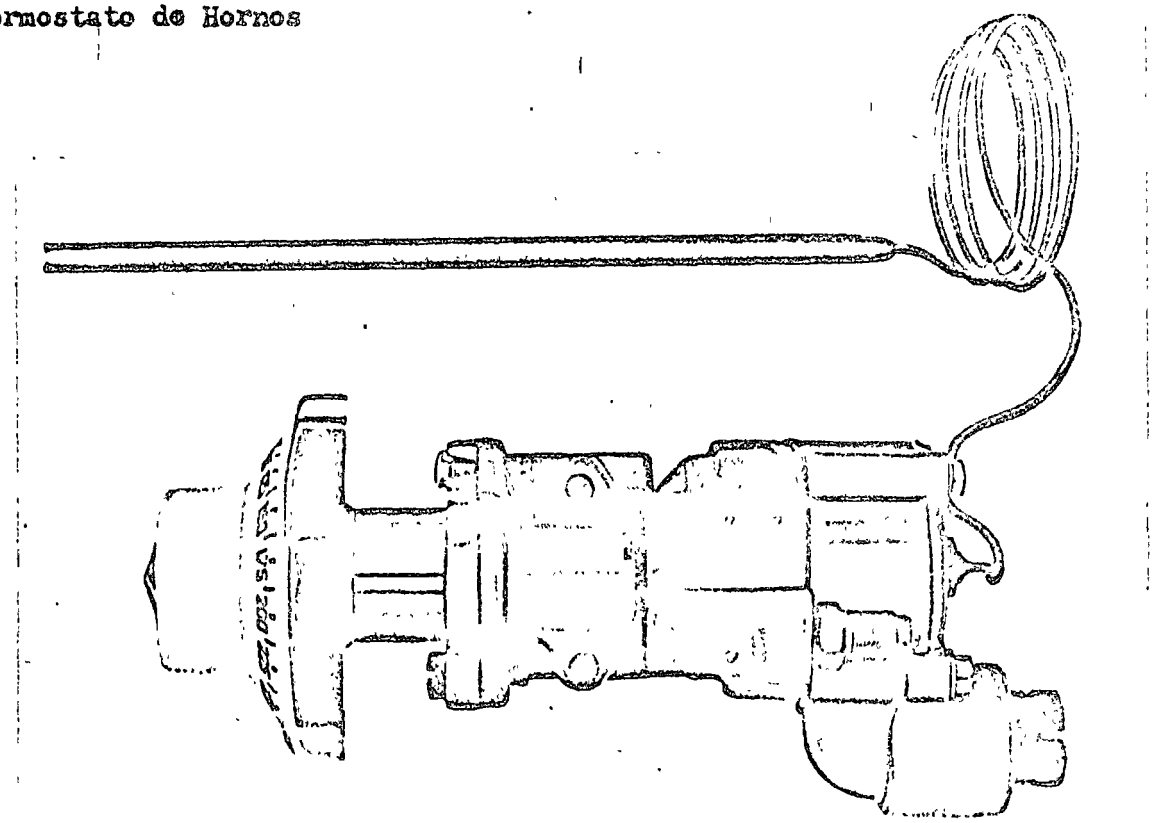
Quemadores de Hornos.

Los quemadores de los hornos, aunque de forma diferente, son también del tipo atmosférico, y por lo tanto su funcionamiento es idéntico. Si bien el encendido difiere un poco de los quemadores superiores.

En las estufas que no tienen termostato el encendido se hace directamente por flama de cerillo que debe acercarse a la boca de un agujero que se encuentra al frente, sobre el piso del horno y que corresponde a un tubo-guía que forma parte del mismo cuerpo del quemador, al acercamiento de la flama del cerillo (debe acercarse antes de abrir la llave) y abrir la llave del horno, se producirá el mismo efecto de flamazo de retroceso hacia el quemador y encenderá el gas que ha estado saliendo por los orificios.

En las estufas que tienen termostato el encendido se hace en igual forma, solamente que para encender el quemador, deberá encenderse la flama del piloto del horno que debe estar colocada frente a los orificios de salida del quemador.

Termostato de Hornos



El "Termostato", es una combinación de termostato y válvula de gas para el horno. Mediante un sólo movimiento de la carátula reguladora, se conecta el gas para el horno, a la vez que se hace el ajuste para determinar la temperatura. Esta válvula se cierra automáticamente en la posición 0. Para usar el horno oprimase la carátula hacia adentro, gírese un cuarto de vuelta o más a la izquierda, en el sentido contrario al de las manecillas del reloj, y enciéndase el quemador del horno con un cerillo; para apagarlo gírese en el sentido de las manecillas del reloj, hasta la posición 0.

El termostato es un instrumento de precisión. La carátula está propiamente ajustada para regular exactamente las temperaturas del horno. Por tanto deberá mantener correctamente la temperatura en el horno para el cocinado perfecto de los alimentos, sin necesidad de reajustarlo. Por ningún motivo deberá cambiarse el ajuste de el termostato hasta tanto que se obtenga una considerable experiencia en su manejo y se hubiere comprobado definitivamente que el termostato no sostiene la temperatura correcta.

Los ajustes I y II deberán hacerse hasta que este instalada la estufa.

I.- Ajuste del piloto independiente del horno.

El piloto independiente es una flamita amarilla que arde cerca del quemador del horno. Se enciende con el quemador, y se apaga cuando se desconecta el gas. Ajústese como sigue:

1.- Empújese hacia adentro la carátula haciéndola girar a la izquierda en el sentido contrario al de las manecillas del reloj, hasta que señale 150°C (300°F) aproximadamente y enciéndase el quemador del horno.

2.- Quítese la carátula y retírese el bisel. Este bisel no está instalado en algunos modelos de estufas.
La carátula de este termostato está simplemente colocada en su lugar y puede ser removida sujetándola del borde exterior, jalándola sin hacerla girar o tratar de torcerla. También puede tirarse del borde del bisel.

3.- Con un desarmador gírese lentamente el tornillo ajustador del piloto en una y otra dirección, hasta obtener una flama del piloto de 18 milímetros de longitud aproximadamente al final de un tubo delgado colocado cerca del quemador del horno. Hecho lo anterior se obtiene un piloto constante que permanecerá encendido hasta que el termostato se cierre.

4.- Vuelva a colocar el bisel, el resorte y la carátula en sus respectivos sitios, haciendo girar esta última en el sentido de las manecillas del reloj hasta que enchufe en su posición original.

II.- Ajuste de la válvula de desviación o "Flama Mínima" del quemador del horno.

La flama mínima es la que deberá permanecer encendida en el quemador cuando el horno haya alcanzado la temperatura fijada en la carátula del termostato. Suficiente gas deberá dejarse pasar por la válvula de desviación para conservar encendido todo el quemador con una flama de tres milímetros aproximadamente. El termostato gradúa la flama disminuyéndola según lo requiera la temperatura del horno, y cuando ya se obtenga la temperatura fijada en la carátula, automáticamente el gas será desviado para sostenerse en la "Flama Mínima". La Válvula de desviación está dotada de un orificio calibrado por lo que no necesita ajustarse la "Flama Mínima".

III.- Para limpiar el termostato.

1.- Cerciórese de que la válvula del horno esté cerrada.
2.- Quítese la conexión de salida y la tubería, así como la otra pequeña conexión del tubo en la parte posterior del termostato.
3.- Quítese los cuatro tornillos de sujeción.
4.- Sepárese la parte posterior del termostato, de metal fundido.
5.- Con un trapo suave límpiese el frente del disco y la parte levantada o asiento de la válvula. Al ser limpiado el disco, téngase cuidado de no hacer girar el eje.- Las partes de la válvula termostática están unidas entre sí y no podrán volver a ser colocadas en su lugar impropiamente.

6.- Colóquense de nuevo las partes que han sido removidas, apretando bien los cuatro tornillos que sujetan la parte posterior.
7.- Vuélvase a conectar el tubo que va al quemador y los otros pequeños tubos de la parte posterior del termostato.

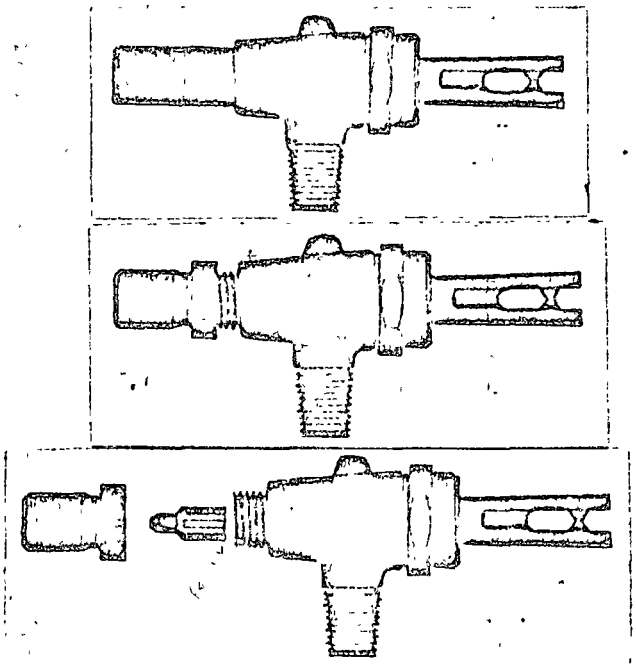
IV.- Para engrasar la válvula de paso de gas.

Esta es una operación que rara vez es requerida. Deberá ser efectuada únicamente cuando se vuelva difícil dar vuelta a la carátula ya sea para abrir el gas o para fijar la temperatura deseada.- Un operario experto en el servicio de estufas de gas deberá ser siempre utilizado para efectuar esta operación.

V.- Para el cuidado y ajuste del termostato.

1.- Desconéctese totalmente el gas de la estufa. Esto se hace operando la válvula de cierre que debe tener entre la estufa y el equipo de gas, o desconéctese el tanque.
2.- Remuévase la carátula y también el bisel cromado.
3.- Aflójense los tornillos y retírese la válvula.
4.- Sáquese el cono macho de la válvula. Este deberá salir como una sola unidad, sin partes sueltas.- Puede ahora ser limpiado y engrasado, usando grasa especial para conos de válvula de gas.- Límpiese también el interior de la válvula, asegurándose de no dejar pelusa o materia extraña en su superficie.
5.- Vuélvase a colocar el cono de la válvula. Este no puede ser colocado incorrectamente porque ha sido adaptado al termostato. Por tanto, sólo se hará necesario hacerlo girar un poco hasta que se deslise suavemente a su posición correcta.
6.- Vuélvase a colocar el bisel y la carátula, haciendo girar esta última, en el sentido de las manecillas del reloj, hasta que enchufe correctamente en su posición original.
7.- Conéctese de nuevo el gas a la estufa.

Llaves de estufa

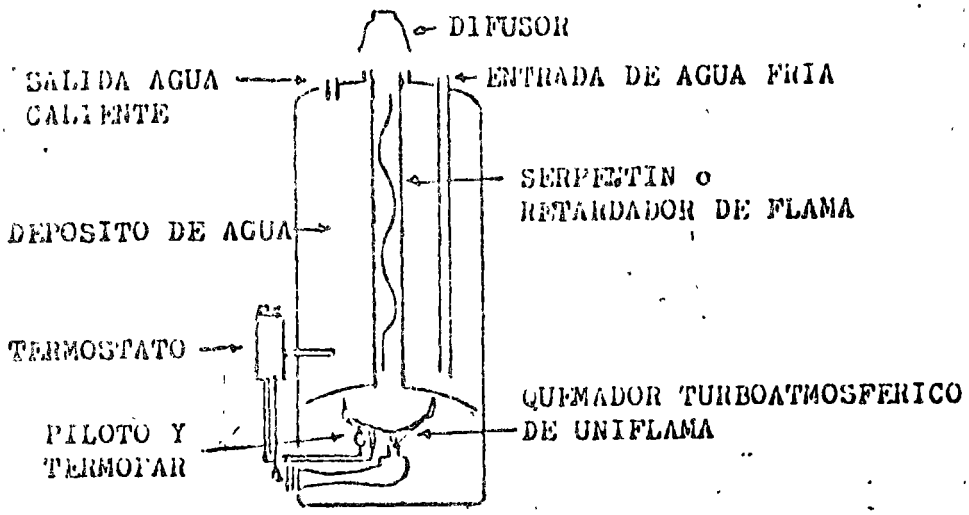


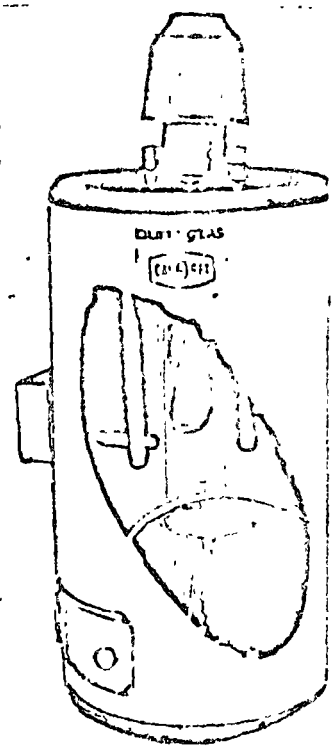
Todas las llaves de estufa son del tipo "de paso" a base de cono.

Transcurrido el tiempo, las llaves suelen endurecer su operación, verdaderamente llegan a requerir un esfuerzo para operarlas, al grado de que las "perillas" o manijas de plástico no resisten y se rompen.

Casi siempre esto se debe a que la grasa grafitada que lubrica su interior se ha secado y ha perdido viscosidad o bien se ha sometido a la válvula a trabajos o presiones anormales, esto origina que el "cono" interior se deteriore por el rozamiento y hasta se lleguen a formar unas rayas en forma de anillos. Esto significa un riesgo pues por falta de ajuste perfecto aún estando la llave en posición de "cerrada" seguirá pasando el gas hacia la estufa, si bien en pequeñas cantidades.

Este tipo de calentadores es el de diseño más sencillo. Es el modelo más popular tanto por su costo inicial como por la simplicidad de su instalación. Como su nombre lo indica, consta de un tanque vertical, cilíndrico, que admite la entrada de agua por una conexión en la parte superior y otra conexión en la misma parte superior permite la salida del agua una vez calentada solamente que presenta determinadas características que conviene mencionar. El dibujo "en corte" que aparece a continuación indica claramente su funcionamiento.





Nótese que la conexión de entrada (de agua fría) está provista de un tramo de tubo que penetra en el tanque hasta un nivel bastante bajo, cerca de la superficie que está recibiendo el calor del quemador. El objeto de este tubo de profundidad es de impedir que el agua fría que entra se mezcle de inmediato con la caliente que, como es sabido se mantiene en la parte alta del recipiente, logrando así que al abrir la llave para utilizar agua caliente se reciba el agua que está a la mayor temperatura, y en cambio, la fría que está entrando a recuperar la que sale, recibe rapidamente el calor del quemador.

En el interior del ducto que dá salida a los productos de combustión se encuentra un dispositivo en forma de "tirabuzón" cuyo objeto es retardar la salida de los gases calientes, lo que permite un mayor aprovechamiento del calor producido por el quemador.

El llamado sombrero o difusor, también tiene asignados papeles de importancia, además de imprimir cierta presentación al aparato también retarda un poco más la salida de gases quemados al chocar éstos contra un pequeño "plato" al centro del difusor, el mismo plato impide que la lluvia o corrientes de aire penetren al interior del calentador, su forma hace que si hay un exceso de "tiro" impida que éste se ejerza en los gases calientes sino que la corriente succionaría aire del que se encuentra alrededor del difusor. En cualquier forma en que se haga la instalación debe procurarse que éste dispositivo siempre permanezca formando parte del mismo calentador.

ción de un calentador, nunca debe olvidarse el dotarlo del lla "jarro de aire" que permita el escape de vapor de agua producido por un calentamiento excesivo. La punta de descarga de este tubo debe sobrepasar la altura del tinaco que abastezca al calentador. En caso de no ser posible la colocación de ese "jarro de aire" el calentador debe quedar protegido con una válvula de seguridad en la línea del agua caliente, procurando que la boca de descarga esté dirigida a un punto donde no haya personas en el momento de que llegara a operar.

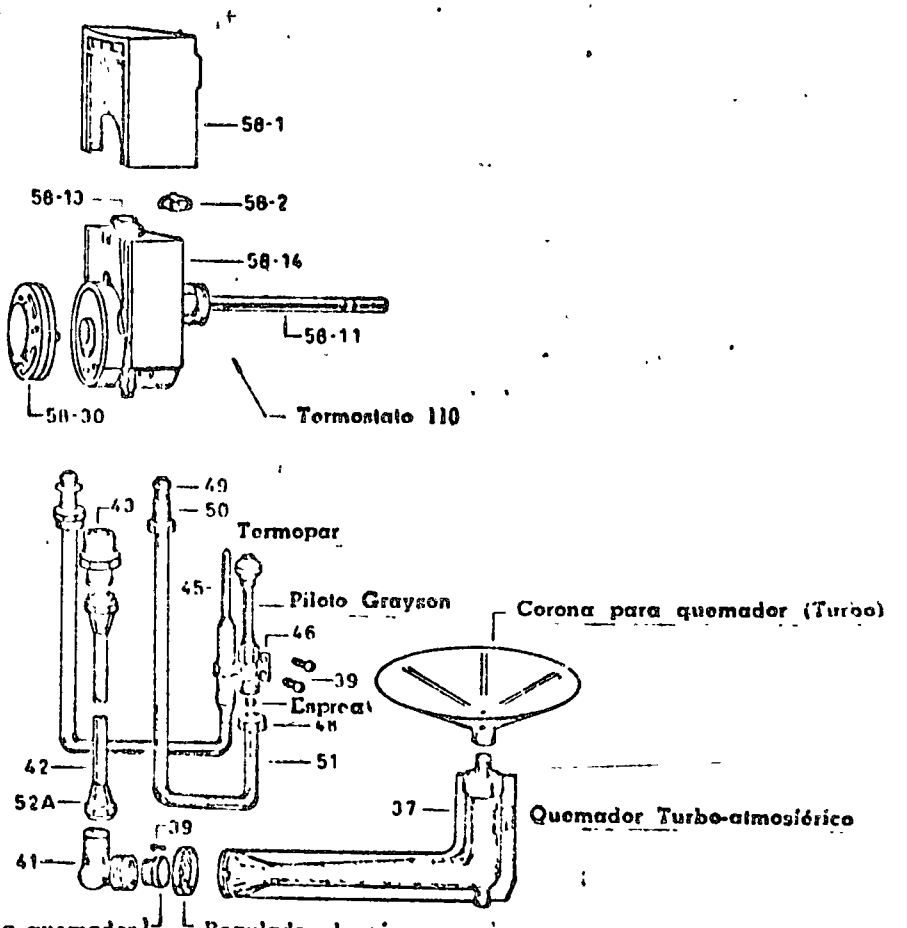
Quemadores

El tipo más común y eficiente en la actualidad, es el denominado turboatmosférico, uniflama, siendo el más eficiente por su perfecta combustión.

Este quemador está provisto de un piloto, a base de una simple flama colocada inmediatamente junto a la salida del quemador, el gas al salir del quemador, entrará en contacto directo con esa flama, completando el encendido. Es por tanto sumamente importante que la citada flama se encuentre colocada precisamente en forma tal que el encendido se produzca de inmediato, una mala colocación del piloto provoca peligrosos flamazos, ya que, si la flama no "presenta" la punta directamente frente a una de las salidad del quemador, el gas que sale por éste tardará demasiado tiempo en comunicarse con la flama, a mayor tiempo se establezca la comunicación del gas del quemador con la flama del piloto, mayor será la cantidad de gas sin quemarse y por lo tanto más brusca la explosión de encendido.

Los calentadores provistos de termostatos, cuya función se explicará más adelante, también están dotados, como parte integral del termostato, de un piloto que presenta en la salida de encendido 2 ó 3 flamas, una de ellas debe estar enfocada a la salida del quemador para la explosión de encendido.

Termostato



Calentador tipo "Instantaneo"

El calentador marca "HESA" tipo instantaneo es un calentador de paso totalmente automático con control termostático de temperatura, consta de un exterior de lámina acabado con porcelanizado vitreo de magnífica presentación.- Interior fabricado con placa de acero galvanizado por inmersión después de fabricado. Quemador de acero inoxidable tipo multicelular para alta temperatura. Control termostático con seguro en el piloto y control de temperatura. Este calentador opera al paso del agua a través de un intercambiador de calor y encendiendo cuando demanda alguno de los servicios de agua caliente.

Este calentador no requiere de presión hidráulica adicional para su funcionamiento, lo que elimina la necesidad de subir los tinacos de agua.

Como consecuencia de su diseño, este aparato es el único en el mercado que se produce en una amplia gama de capacidad, para satisfacer los consumos de acuerdo a sus necesidades.

Instrucciones para el manejo de los calentadores de agua "HESA" a base de gas.

El calentador "HESA" a base de gas funciona con un termostato o control de temperatura Unitrol cuyo funcionamiento, características e instrucciones para encendido describimos ampliamente en páginas anteriores.

Instalación.

El calentador "HESA" está construído para funcionar automáticamente y tener agua caliente al instante.

Se recomienda instalar el calentador con válvula de seguridad o jarro de aire en un lugar ventilado. Está prohibido instalarlo en baños, o lugares que sirvan de habitación a personas, recámaras o dormitorios. Si se instalan en cocinas o patios cerrados instale tiros que manden los gases quemados al exterior, ya que como sabemos los productos de la combustión son tóxicos.

Ajustes y servicios.

Para ajustar adecuadamente el calentador y dar servicio al termostato siga las instrucciones dadas anteriormente, valiéndose de las figuras "A" y "B" de los diagramas correspondientes que incluyen limpieza del termostato, reemplazo del - magnete , lubricación del - vástago de paso del gas y su calibración del propio termostato.

El calentador HESAMATIC fabricado por "HESA" es un calentador instantaneo a base de gas de encendido eléctrico a control remoto, el cual puede encenderse automáticamente desde el lugar más comodo que se desee para tener agua caliente en abundancia y tan fácil su operación como prender o apagar un foco.

Dada esta característica no es necesario acercarse al aparato para su encendido.

Calentador tipo "De Paso"

Funcionamiento

El calentador de paso funciona al establecerse una diferencia de presiones en una cámara al paso del agua por un tubo Venturi, provocando un impulso a una válvula que permite el paso de gas al quemador, encargado de calentar el agua. Está provisto con una válvula que le asegura el cierre total del paso del gas al aparato, en caso de apagarse la flama del piloto.

La válvula de seguridad funciona por medio de una fuerza electromagnética producida por el calentamiento del piloto a un termocoplo.

Instalación del aparato.

La instalación del calentador deberá hacerse preferentemente en lugar descubierto; de no ser posible instálese en un lugar cuyo volumen de aire no sea menor de 6 mts^3 recuperables por ventilación, no debe instalarse en el baño por ser un lugar cerrado.

Aconsejamos poner el calentador lo más próximo posible a las llaves de salida del agua caliente con el objeto de evitar pérdidas de calor en la tubería y obtener una salida más rápida.

Si el aparato se instala en un lugar cerrado, a excepción del baño, se hará necesaria una chimenea para la salida de gases quemados al exterior la cual deberá tener un diámetro de 13 cm (5"). Partiendo de la parte superior del capuchón, es conveniente instalar una sección vertical de por lo menos 25 cm. Si se tuviera que poner una sección horizontal de chimenea, procúrese no sea mayor de 60 cm y tenga una inclinación hacia arriba mínima de 5°. (ver diagrama de instalación).

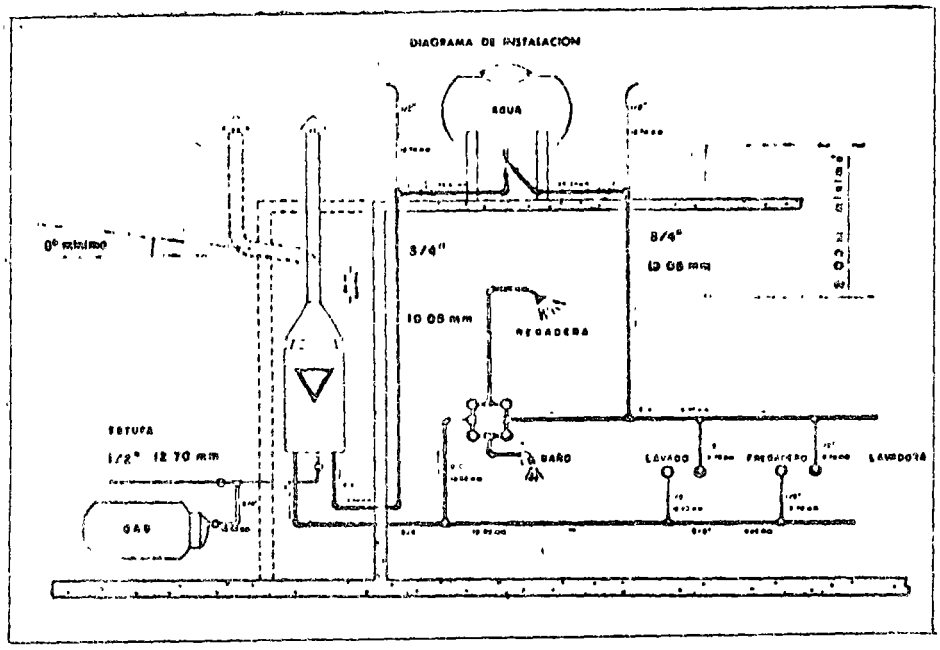
Instalación para agua.

El calentador de paso, puede operar indistintamente con agua directa de la toma principal de la casa o con agua proveniente de los tinacos de almacenamiento de la misma; si se usa con agua directa, cerciórese que la presión del agua sea cuando menos de 0.21 kg/cm^2 (3 lb/pulg^2) equivalente a un paso de agua en el calentador de 4 litros por minuto. Si la presión de agua es superior a ésta, no se afectará el funcionamiento del aparato.

Cuando la instalación se hace de los tanques de almacenamiento, es requisito indispensable que haya una altura mínima de 2m, medidos verticalmente desde la base del tinaco hasta la regadera o salida más alta. Una altura superior a ésta no afectará el funcionamiento del aparato (ver diagrama de instalación).

Para alimentar el calentador, se recomienda una bajada directa del tinaco con tubería de diámetro mayor o igual que la tubería del agua fría, provista de una llave de retención antes del aparato con el fin de cortar el suministro en caso de servicio o mantenimiento del mismo o alguna de las llaves por él alimentadas. No se requiere jarro de aire en la tubería del agua caliente, si lo hay elimínese.

Evítense partes estrechas y obstrucciones de paso así como filtros o redes en llaves y tuberías y límpiense los orificios de salida del agua de la regadera, para dar un paso de agua mínimo de 4 a 5 litros por minuto, que permita trabajar al calentador con eficiencia.



La instalación de agua para entrada y salida, deberá hacerse con tubería de 19.5mm (3/4") siendo la entrada del agua fría por la parte inferior derecha y la salida de la calentada por la izquierda, observando el calentador de frente. Para mayor facilidad existen dos calcomanías junto a los respectivos tubos.

Encendido del calentador.

1.- Cierre todas las llaves del agua caliente que surte el aparato.

2.- Abra todas las llaves de paso del gas que alimenten al calentador.

3.- Ponga la perilla de mando en posición piloto girándola a la izquierda.

4.- Encienda un cerillo y acercándolo al piloto, oprima la perilla hasta que encienda éste; si en un principio no enciende, es porque el aire acumulado en la tubería está saliendo, espere unos segundos. Una vez encendido el piloto, retire el cerillo y mantenga oprimida la perilla de 20 á 30 segundos; después suéltela, el piloto seguirá encendido.

Oprima hacia adentro la perilla de mando girándola a la izquierda a la posición de "ENCENDIDO"; su calentador estará listo para trabajar con sólo abrir cualquier llave del agua caliente.

Apagado del calentador.

Para apagar el aparato totalmente gire la perilla de mando a la derecha a la posición de "APAGADO".

Cierre la llave del paso del gas al calentador, que se recomienda sea instalada en la tubería de gas.

Si desea utilizar agua fría en las llaves de caliente (evitando uso innecesario del aparato); gire la perilla de mando a la derecha hasta piloto; quedará suspendida toda admisión de gas al quemador, permaneciendo encendido el piloto.

Calofactores

El quemador común de los calofactores es del Tipo Atmosférico, su funcionamiento es comparado con el quemador de estufas y con los de calentadores, por lo que son igualmente aplicables las reglas de control, carburación, limpieza, etc. Prácticamente la única variación que tienen se encuentra en la forma y tamaño.

Controles

Muy semejantes a los controles de calentadores, hay calofactores con control "manual" o sea que cada vez que se desea produzcan calor, es necesario accionar una válvula que permita el paso de gas al piloto y mediante mayor giro permita el paso de gas al quemador.

Otros calofactores están dotados de Termostato, que también funciona con el mismo principio que el de calentador de agua, es decir, una vez alcanzada la temperatura ambiente el quemador vuelva a abrirse automáticamente al bajar la temperatura de la habitación, al ser registrada ésta por un elemento (similar a la "barra" del termostato de calentador), que en este caso se encuentra en contacto con el aire ambiente (detrás del aparato).

Al igual que el del Calentador, el termostato del Calofactor está dotado de una perilla de control que permite que el quemador permanezca encendido mayor tiempo con lo que alcanzará mayor temperatura en el ambiente. Una vez logrado el grado de temperatura que el usuario desea tener permanentemente, necesitará solamente accionar esta perilla de control y automáticamente abrirá y cerrará intermitentemente el quemador conforme lo requieran las condiciones del tiempo reinante.

Instalación.

Como la estufa, el calofactor debe quedar conectado mediante un "rizo" de 1.20 á 1.50 metros de largo, que permita retirarlo algunos centímetros para asear el piso de la habitación.

Aunque puede conectarse mediante manguera especial para gas, en largos no mayores de 1.50 metros, debe impedirse este tipo de instalación. Dado que los calofactores se fabrican en diversas capacidades, al escogerse la adecuada debe calcularse que el aparato (o varios de ellos si es necesario), proporcionen el poder calorífico suficiente para calentar el ambiente de la habitación en que se encuentra y de las habitaciones contíguas que estén en comunicación con la primera.

No es aconsejable instalar un calofactor dentro de un dormitorio a menos que se trate de un aparato "Tipo Ventilado" que está diseñado en forma tal que los productos de la combustión, una vez que calentaron las "cámaras" interiores, desahogen al aire libre.

Calefacción Central.

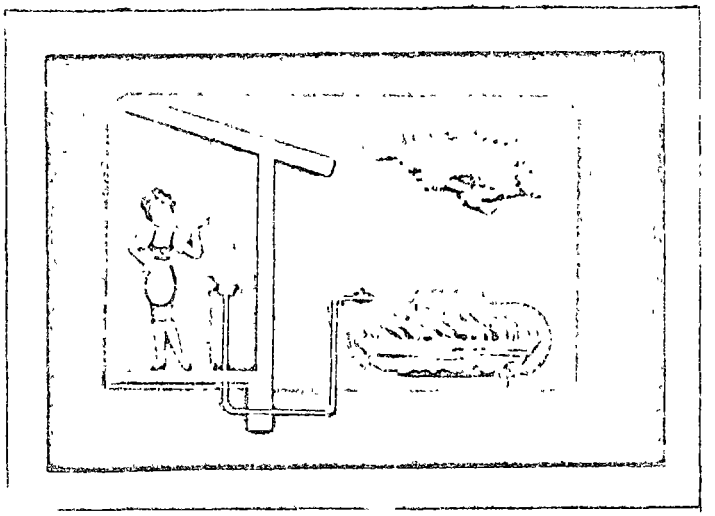
Su diseño, en general, corresponde al mismo que un calofactor de "Tipo Ventilador", desde luego de gran capacidad, y dotado además de un impulsor de aire, que obliga al aire calentado a circular por el interior de "ductos" con salidas estratégicamente distribuidas en las habitaciones.

Si el aparato se encuentra en lugar cerrado, debe tenerse especial cuidado en que el diámetro del Difusor o Sombrero sea mucho mayor que los descritos, dada su capacidad, por lo que deberá dotársele de la chimenea de ese diáme-

QUEMADOR - PROBLEMAS DE PILOTO AUTOMATICO

CONDICIONES													CAUSAS POSIBLES	REMEDIOS POSIBLES
Flama del Quemador Amarilla	Flama del Quemador - Ruidosa	Flama del Quemador muy Alta	Quemador Explota Apagándose	Flama en el Tubo de Mezcla	Piloto no se Mantiene encendido	No hay suficiente Calor	Calienta muy Despacio	Quemador no se Enciende	Quemador no se Apaga	Flama del Quemador Roja	Olores de Mala Combustión	Sobrecalentamiento		
	X		X		X						X		Demasiado aire primario	Ajuste regulador de aire
X											X		Insuficiente aire primario o secundario	Ajuste entrada de aire y suministro
			X	X		X	X				X		Sucio el orificio	Quite y limpie orificio
X						X	X				X		Venturi del quemador tapado	Limpie Venturi
X		X				X	X			X	X		Orificio muy grande	Vuelva a su tamaño el orificio con las especif. del Fabric
	X				X		X						Demasiado tiro	Reduzca el tiro
X					X		X			X	X		Tubo chimenea tapado	Limpie tubo chimenea - quite obstrucciones.
					X			X					Válvula magnética defectuosa	Reemplazca válvula magnética
					X			X					Termocoplo defectuoso	Reemplazca termocoplo
					X			X					Mal contacto de termocoplo	Limpie y vuela apretar
					X			X					Línea de piloto tapada	Remueva y limpie la línea
					X			X					Orificio de piloto tapado	Remueva y limpie orificio
					X			X					Flama del piloto no está sobre el termóstato	Ajuste el piloto y el termocoplo
X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		Presión de gas incorrecta	Ajuste regulador de presión
									X			X	Tierra sobre el asiento válvula	Limpie la válvula
					X			X					No hay gas	Verifique suministro
	X					X	X						Orificio defectuoso	Corrija tamaño del orificio - del quemador
								X				X	Termóstato defectuoso	Verifique accion y calibre. Reemplace termóstato

PROYECTO, DISEÑO, EJECUCION Y MODIFICACIONES DE INSTALACIONES



Generalidades

Se entiende por instalación de aprovechamiento para Gas L. P. o Natural, la que consta de recipientes para almacenar gas licuado de petróleo portátiles o fijos, artefactos de control y seguridad y redes de tuberías apropiados para conducir gas a los aparatos de consumo. En el caso de Gas Natural, los recipientes se substituyen por una caseta de control y abastecimiento, proporcionada por PEMEX.

En edificios se denominan Instalación de Aprovechamiento Doméstico Múltiple, para Gas L. P. o Natural.

Todos los conceptos descritos en este capítulo tienen como base el Reglamento de la Distribución de Gas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de marzo de 1960, con ingerencia de la Sria. de Industria y Comercio y la Sria. de Salubridad y Asistencia.

Así mismo lo descrito se apoya al Instructivo y Diseño y Ejecución de Instalaciones de Aprovechamiento de Gas Licuado de Petróleo, publicado por la Sria. de Industria y Comercio en el Diario Oficial de la Federación el 30 de julio de 1970.

En la ejecución de instalaciones de aprovechamiento de Gas L. P., sólo se utilizarán recipientes, tuberías, conexiones y artefactos de control y seguridad que cumplan los requisitos señalados por la Norma de Calidad que corresponda; tratándose de equipo extranjero, se requerirá que sus especificaciones y características de construcción hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría. Si el equipo o artefacto es de fabricación nacional y no ha sido expedida la Norma correspondiente, la Dirección General de Gas autorizará su uso, si a su juicio guarda condiciones de seguridad aceptables.

Para proyectar o diseñar una instalación con recipientes portátiles, es necesario tomar en cuenta el riesgo que representa el movimiento de los recipientes en su maniobra de colocación, ya que de preferencia al localizarlos en azoteas, éstas no deben estar con más de dos niveles; si se encuentran en planta baja deben estar localizados en áreas suficientemente amplias con ventilación al exterior.

La mayoría de los Edificios, se proyectan con recipientes fijos y mó

De conformidad con los artículos 41, 42 y 53 del Reglamento de la Distribución de Gas, toda instalación de aprovechamiento deberá ser diseñada por Técnicos Responsables que hayan sido autorizados por la Sría. de Industria y Comercio en los términos de los artículos mencionados.

La ejecución material, substitución o modificaciones de las instalaciones de aprovechamiento (así como el retiro y conexión de los aparatos de consumo) podrán efectuarlas instaladores registrados, bajo la supervisión del Técnico Responsable.

Se prohíbe a los usuarios y personas que no cuenten con Autorización como Técnico Responsable, ejecutar, sustituir o modificar instalaciones de Gas L. P. o Natural.

Clasificación de las instalaciones de aprovechamiento

Atendiendo al uso a que se destinen y al tipo de recipiente, las instalaciones de aprovechamiento se clasifican en los siguientes grupos:

GRUPO No. 1 Domésticas con recipiente portátil
GRUPO No. 2 Domésticas con recipiente fijo.
GRUPO No. 3 Comerciales con recipiente portátil
GRUPO No. 4 Comerciales con recipiente fijo
GRUPO No. 5 Industriales, con cualquier tipo de recipientes.

A.- Reglas generales para la localización de recipientes

1.- Los recipientes deberán estar a salvo de golpes, mal trato por el movimiento de vehículos, paso de animales, utilizándose para el caso medios de protección adecuados, tales como topes o defensas firmes.

2.- Los recipientes se colocarán a la intemperie, a salvo de riesgos que se puedan provocar por concentración de basura, combustibles u otros materiales inflamables.

3.- El sitio de ubicación tendrá ventilación conveniente. Queda prohibido colocarlos en el interior de cuartos, recámaras, descansos de escaleras, construcciones o áreas que carezcan de ventilación natural

4.- Ningún recipiente se instalará a menos de 20 cm. de distancia de paredes o divisiones construidas con materiales combustibles (madera, cartón, etc.), y la pared o división estará cubierta en el doble de la altura y longitud que ocupe el recipiente o recipientes, con materiales no combustibles, tales como láminas metálicas o de asbesto

5.- Los recipientes se colocarán sobre piso firme y nivelado.

6.- El sitio para localizar los recipientes será tal que haya espacio suficiente que permita el movimiento fácil de los operarios para que efectúen las reparaciones que sean necesarias.

7.- Cuando existan dos o más equipos portátiles para gas L. P. en sitios tales como azoteas o patios, la distancia mínima entre un equipo y otro será de 50 cm, para permitir el cambio de los recipientes

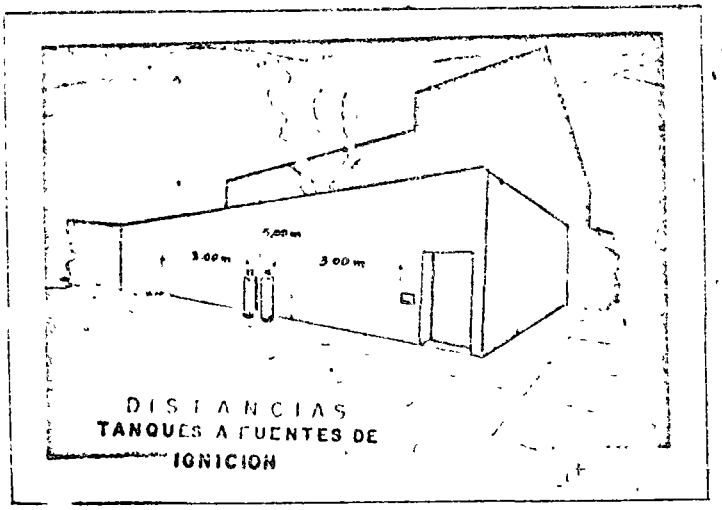
vacios (por llenos) y el libre acceso a cualesquiera de los equipos para su reparación.

La distancia entre un recipiente portátil y uno fijo será como mínimo de 5 metros; si existe muro de por medio, de altura mayor a la de la válvula del recipiente portátil, esa distancia podrá reducirse a un metro.

8.- La localización de recipientes deberá permitir su cambio con la mayor seguridad y evitar maniobras peligrosas.

9.- Se prohíbe instalar recipientes sobre ménsulas o repisas, en fachadas, exteriores o interiores de los edificios.

10.- Distancia. Los recipientes se colocarán a una distancia mínima de tres metros: a) de flama; b) de salida de chimeneas de combustibles diferentes a Gas L.P.; c) de motores eléctricos y conductores eléctricos; y g) de puertas o ventilas d; e) de ventanas, de sótanos; f) de interruptores o de combustión interna; d) de anuncios luminosos y casetas de elevador.



En caso de que existan puertas o divisiones de por medio, la distancia se medirá a través de la abertura, ventila, ventana o puerta por la cual el gas pudiera llegar a la fuente de combustión.

En el caso de viviendas de personas de escasos recursos económicos, cuyas dimensiones o tipo no permitan el cumplimiento estricto de estas disposiciones, el Técnico Responsable propondrá la solución conveniente a la Sría. de Industria y Comercio y ésta resolverá sobre la manera de ejecutar las instalaciones.

11.- La capacidad de cada recipiente portátil localizado a un nivel superior de la planta baja, no excederá de 30 kilogramos o de su equivalente en litros.

La capacidad del tanque fijo debe estar relacionada al consumo que abastezca. Para usos industriales, comerciales y domésticos debe calcularse esa capacidad para llenarse con la menor frecuencia posible en función del consumo del usuario por una parte y de la capacidad de vaporización del tanque en las condiciones más desfavorables previsibles.

12.- Se podrán colocar recipientes portátiles en recintos cerrados, bajo la responsabilidad del usuario, en los siguientes casos:

a) Cuando estén destinados a uso temporal para fines de demostración y siempre que la capacidad del recipiente no sea mayor de 5 Kg. por aparato.

b) Se podrán usar para estufas económicas, siempre y cuando se cumplan los siguientes requisitos:

1o.- Que la capacidad máxima de los recipientes sea de 10 Kg.

2o.- Que los recipientes queden instalados dentro de un gabinete adecuado.

3o.- Que se use el Regulador de Baja Presión con válvula de acoplamiento integral, para uso de Gas L. P., según Norma ---- X-26-1967.

c) Cuando la capacidad del recipiente no sea mayor de 10 kilogramos y constituya con el aparato de consumo (lámpara, soplete, radiador, o artefacto similar), un sistema unitario y siempre que la estabilidad de los recipientes quede debidamente asegurada, colocando los recipientes adosados a los muros y abrazados con flejes fijos en el mismo muro.

13.- Se podrán ubicar recipientes portátiles dentro de recintos cerrados para realizar trabajos industriales temporales, bajo la responsabilidad y vigilancia del Jefe de los operarios que los realicen, si se cumplen los siguientes requisitos:

a) Que dentro del recinto cerrado estén protegidos, alejados de temperaturas elevadas y de sitios en que puedan sufrir golpes, maltrato o estén expuestos a otros riesgos probables.

b) Que cuando no estén en uso se coloquen a la intemperie, con válvula cerrada y protegidos conforme al criterio establecido en este Instructivo.

14.- Cuando los recipientes fijos se instalen en azotea, ésta deberá ser plana y previamente se determinará su resistencia, reforzándola en caso necesario.

B.- Reglas para la localización de recipientes de las instalaciones correspondientes al GRUPO No. 1. (Domésticas con recipiente portátil)

Se tomarán en cuenta las reglas generales de localización de recipientes y además las siguientes:

1.- En edificios de departamentos los recipientes deberán instalarse en azoteas, junto a muros o bien, junto a pretiles de una altura no menor de 60 centímetros.

2.- En casas habitación se instalarán en el sitio que ofrezca las mejores condiciones de ventilación y se escogerá ese sitio precisamente en el siguiente orden de preferencia.

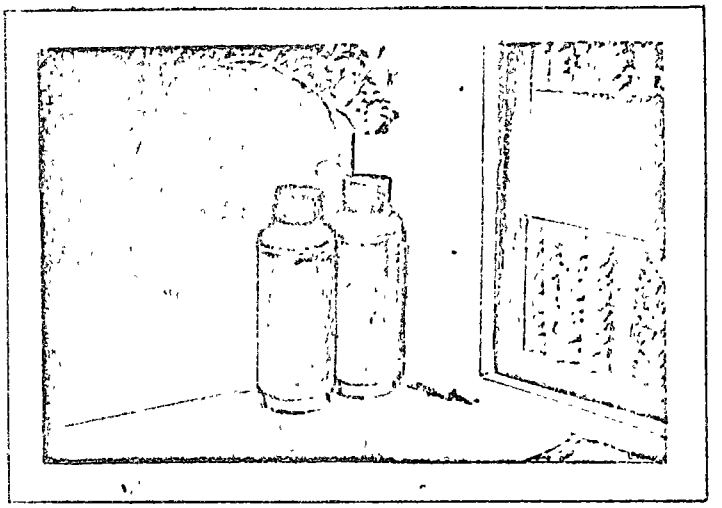
a) Azoteas planas que tengan acceso cómodo y seguro mediante escalera inclinada permanente (no de caracol ni marina)

b) Patios o jardines que den a la calle.

c) Otros patios o jardines

d) Terrazas y otros sitios similares.

3.- Se prohíbe colocar recipientes en cubos de luz y azotehuelas cuya área esté o pueda quedar circundada por construcciones de altura mayor de 5 metros y/o con superficie menor de 9.0m2, y sitios similares en que puedan acumularse escapes de gas.



4.- Cuando estén localizados en patios, jardines o sitios similares, se requerirá un área de 9.0m2 como mínimo para cada equipo.

5.- El sitio escogido contará con ventilación permanente, que permita la mayor rapidez en la dilución del escape de gas.

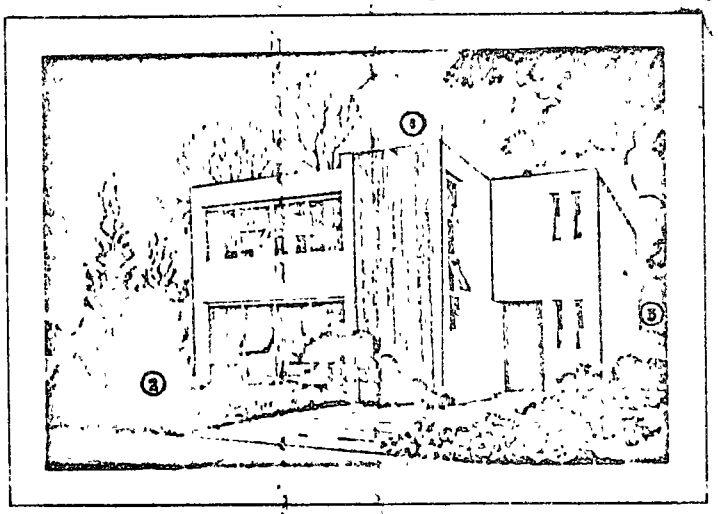
6.- Los recipientes portátiles se podrán instalar debajo de escaleras cuando éstas sean exteriores.

C.- Reglas para la localización de recipientes de las instalaciones del GRUPO No. 2 (Domésticas con recipiente fijo).

Se tomará en cuenta lo indicado en las reglas generales, puntos números 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10 y además las siguientes:

1.- En los edificios de departamentos se colocarán en las azoteas.

2.- En las casas habitación se instalarán en el sitio que ofrezca las mejores condiciones de ventilación y se escogerá ese sitio precisamente en el siguiente orden de preferencia.



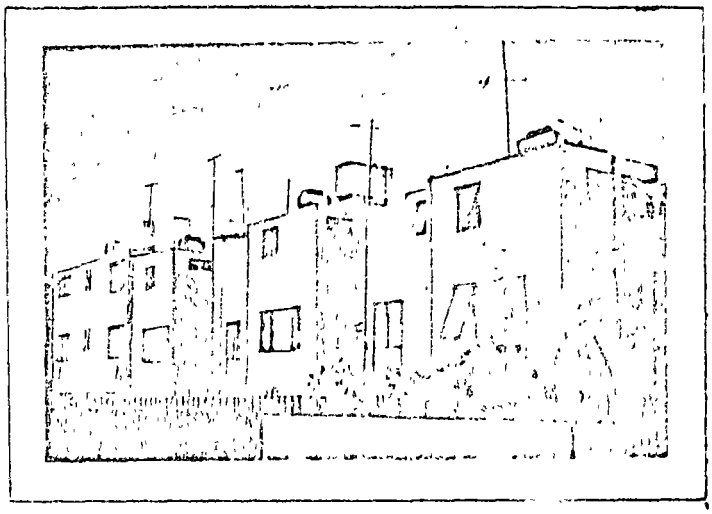
a) Azoteas planas con una inclinación no mayor de cinco grados, que tengan escalera permanente.

b) Patios o jardines que den a la calle.

c) Otros patios o jardines.

d) Terrazas y otros sitios similares.

3.- Si se instalan en jardines o patios que den a la calle, deberá contarse con puertas o ventilas que permitan la ventilación permanentemente y con protección contra vehículos que se muevan en áreas próximas al tanque.



4.- Se prohíbe colocar recipientes en cubos de luz y azotehuelas, cuya área esté o pueda quedar circundada por construcciones de altura mayor de 5 metros y/o con superficie menor de 25m2 y sitios similares en que puedan acumularse escapes de gas.

Si todas las construcciones que circundan el área son de altura menor de 5 metros y/o si su superficie es mayor de 25m2, se podrá instalar un recipiente cuya capacidad no exceda de 340 litros.

5.- No se permitirá la colocación de tanques fijos en marquesinas.

6.- La localización de los tanques fijos de tipo intemperie colocados en azoteas deberá permitir el acceso libre y permanente entre ellos, sin que impliquen maniobras arriesgadas para llegar al sitio de su emplazamiento.

7.- Los tanques tipo intemperie se podrán colocar sobre estructuras o plataformas ex-profeso, debidamente sustentados y sujetos.

8.- Los tanques tipo intemperie no podrán instalarse en forma subterránea.

9.- La instalación que consta de varios tanques fijos deberá tener espacios libres y seguros para su operación; una distancia mínima de un metro entre tanques con capacidad hasta de 5,000 litros y 1.5m, entre los de capacidades mayores.

D.- Reglas para la localización e instalación de recipientes subterráneos.

1.- Será necesaria la aprobación previa por parte de la Sría. de Industria y Comercio, del proyecto de una instalación con tanque subterráneo. Sólo se autorizará el proyecto, si como resultado de una inspección se determina que no existe un lugar adecuado para instalar tanque tipo intemperie.

2.- La colocación de tanques subterráneos en casas particulares, se limitará a jardines o patios con amplia ventilación hacia el exterior de la construcción.

3.- En conjuntos habitacionales se instalarán fuera de las construcciones

nos, en espacios ventilados o áreas verdes, en sitio que represente la mayor accesibilidad desde la vía pública.

4.- Para la localización de la fosa se escogerá terreno firme y no de relleno.

5.- El sitio que se elija para la fosa deberá estar fuera del paso de vehículos; para evitar el tránsito de éstos desde caminos colindantes, se colocarán defensas adecuadas tales como postes, topes o bordes.

6.- La profundidad de la excavación deberá ser la necesaria para que la tapa de la cubierta protectora de los artefactos quede situada a 5 cm sobre el nivel del suelo.

7.- El fondo de la fosa deberá apisonarse, nivelarse y cubrirse con una capa de arena de espesor mínimo de 15 cm.

8.- El relleno de la fosa se hará con arena libre de sales corrosivas (arena de río, arena para construcción) hasta 15 cm arriba del cuerpo cilíndrico y con grava desde ahí hasta 20 cm abajo del nivel del suelo.

9.- El tanque se fijará sobre un anclaje del tipo denominado "de dos muertos", a los cuales se sujetará mediante cinchos adecuados, para evitar movimientos de flotación. El sitio en que cada cincho abrace al tanque será protegido adecuadamente mediante una placa metálica acojinada en cartón enchapopotado, hule o asbesto, para evitar que se perjudique o daño en alguna forma el recubrimiento protector del tanque.

10.- Las cuatro caras laterales de la fosa se cubrirán con muros que se desplantarán desde un nivel inferior de la capa de arena del fondo de la fosa y terminarán a un nivel de 20 centímetros abajo del nivel del suelo. Habrá una distancia mínima de 30 centímetros entre el muro y el tanque.

11.- En un área alrededor de la fosa, de 1.5m de ancho medidos desde los muros, no existirán drenajes o ductos ajenos al sistema de gas, cualquiera que sea la profundidad a que se encuentren.

12.- Cuando exista probabilidad de que la cubierta protectora de artefactos se inunde con agua, se proveerá a la ventila del regulador con un tubo de descarguo arriba del más alto nivel probable de agua.

13.- El cierre de la tapa será a base de perno fácilmente removible, de modo que siempre haya rápido acceso a los artefactos del tanque.

14.- Se instalará conexión flexible (no manguera), para que la tubería que parta del recipiente tenga protección contra asentamientos; esta protección podrá proveerse conectando, mediante pictel, el regulador de presión y la válvula de servicio.

15.- Antes de cubrir la fosa y la ranura que recibe la tubería, deben llevarse a cabo pruebas de hermeticidad de tanque, tubería y conexiones.

16.- Para evitar daños a la protección anticorrosiva del recipiente, ésto se manejará cuidadosamente durante la maniobra de su colocación, y si se causara daño a dicha protección, deberá reconstruirse antes de cubrir el tanque.

17.- Deberá existir aislamiento eléctrico mediante coples aislantes entre recipiente y tubería, en la unión de ésta con el regulador de presión y además en el sitio en que la tubería aflore.

18.- Se protegerá catódicamente al recipiente con uno o más ánodos de magnesio, según se requiera, debiéndo quedar marcada su localización.

19.- Al término de cinco años de instalado un tanque subterráneo, será materia de inspección su localización; como resultado se determinará si cumple aún las reglas que anteceden, o si se debe cambiar su localización.

La inspección mencionada tendrá como propósito, además, determinar el estado de conservación del recipiente. Se practicará prueba de hermeticidad y, si lo amerita, se le reacondicionará mediante cambio de accesorios y nueva capa protectora.

Si así corresponde por especificación de la Norma a que se sujetó su fabricación, se le practicará prueba hidrostática.

La reinstalación del propio tanque se sujetará a las reglas que contiene este Capítulo.

20.- Toda autorización que expida la Sría. de Industria y Comercio para instalación de tanque subterráneo, tendrá validez por cinco años. Transcurrido este plazo podrá ser revalidada después de cumplirse el contenido de la regla que antecede.

E.- Reglas para la localización de recipientes de las instalaciones del GRUPO No. 3 (Comerciales con tanque portátil).

Se tomarán en cuenta las reglas generales, así como las aplicables del Grupo 1 y además las siguientes:

1.- No se colocarán recipientes en lugares de tránsito de personas, que sean el único acceso o desalojo del local comercial.

2.- El sitio de localización estará libre de objetos que impidan el acceso directo, fácil y permanente hasta los recipientes.

3.- Para el cambio de recipientes no deberá pasarse con ellos por lugares destinados al público o por aquellos en que se encuentren instalados aparatos de consumo de Gas L. P.

F.- Reglas para la localización de recipientes de las instalaciones del GRUPOR No. 4 (Comerciales con tanque fijo)

Se tendrán en cuenta las reglas generales aplicables, las específicas del grupo 2 y además las siguientes:

1.- Cuando la capacidad total de los recipientes fijos concentrados en un sitio, exceda de 5,000 lts y ese sitio esté localizado en un área densamente poblada o concurrida, la Sria. de Industria y Comercio, tomando en consideración la opinión del Técnico Responsable, señalará las medidas adicionales de protección que deban adoptarse, tales como hidrantes, extinguidores, equipos de rocío o alambrado circundante, etc.

2.- Cuando por la localización del recipiente se manifiesto un riesgo probable en determinada dirección, se construirán bardas u otros medios efectivos para encauzar la ventilación hacia zonas no peligrosas.

G.- Reglas para la localización de recipientes en las instalaciones del GRUPO No. 5 (Industriales)

Se tomarán en cuenta las reglas generales aplicables, las especificaciones de los grupos 1, 2, 3 y 4, y además las siguientes:

1.- Las distancias horizontales entre los recipientes serán por lo menos de un metro, para capacidades hasta de 5,000 lts y de 1.5m como mínimo para capacidades mayores. Las distancias con relación a construcciones y linderos del terreno, se determinarán tomando en cuenta los riesgos probables de vecindad y sirviendo sólo como base el criterio que se expresa en la siguiente tabla.

Hasta	500 litros de agua	0.10m
de 501 a	2,000 litros de agua	3.00m
de 2,001 a	5,000 litros de agua	7.00m
de 5,001 en adelante	de agua	15.00m

Se podrán reducir las distancias señaladas, cuando las condiciones de seguridad sean satisfactorias por la localización, colindancias, ausencia de riesgos o facilidad de acceso, previa autorización de la Secretaría.

2.- Cuando los recipientes o la estructura que los soporte se encuentren en lugares de tránsito de vehículos o de personas, deberán contar con zona circundada por defensas firmes, tales como topes, postes, bordes, etc.

Dichas defensas deberán ser resistentes, adecuadas al tipo de vehículos que puedan circular cerca de los recipientes y con alambrado o rejillas similares que circunden la zona de protección dejando paso libre y permanente para personas, cuando menos en dos lados cerca de los accesorios de control. Se instalarán letreros alusivos que señalen los riesgos. Es obligatoria la existencia de un sistema de extinción de fuego, localizado fuera de la zona de protección de los recipientes.

De las Tuberías

A.- Reglas generales para la instalación de tuberías de servicio.

1.- Solamente se utilizarán tuberías y conexiones fabricadas con materiales autorizados por la Dirección General de Normas para el uso de Gas L. P. Tratándose de tuberías de cobre se utilizarán exclusivamente las del tipo "L" y "K".

2.- Para la conexión de aparatos de consumo, se podrán usar mangueras que se utilizarán exclusivamente cuando el tipo especial del servicio lo requiera (planchas, aparatos y quemadores móviles, criaderas, mecheros, aparatos sujetos a vibración, etc.), su longitud no excederá de 1.5m por aparato, ni pasarán a través de paredes, divisiones, puertas, ventanas o pisos, ni quedarán ocultas o expuestas a deterioro de cualquier naturaleza. Estas mangueras obedecerán a la Norma Oficial de Calidad correspondiente que permita su uso para conducir Gas L. P.

3.- En los sitios donde sean previsibles esfuerzos o vibraciones por asentamientos o movimientos desiguales, se dotará de flexibilidad a la tubería, mediante rizos, curvas omega, conexiones o tramos de materiales adecuados.

4.- Las tuberías adosadas a la construcción, se deberán sujetar con abrazaderas, soportes o grapas adecuadas, que impidan movimientos accidentales.

5.- Las tuberías que atraviesen claros o queden separadas de la construcción por condiciones especiales de ésta, deberán estar sujetas con soportes adecuados.

6.- Deberán quedar a salvo de daños mecánicos, cuando crucen azoteas, pasillos o lugares de tránsito de personas y se deberán proteger de manera que se impida su uso como apoyo al transitar.

7.- Queda prohibida la instalación de tuberías que atraviesen sótanos, huecos formados por plafones, cajas de cimentación, cisternas, entresuelos, por abajo de cimientos o cimentaciones y de pisos de madera o losas; en cubos o casetas de elevadores, tiros de chimeneas, ductos de ventilación o detrás de zoclos, lambrines de madera y derecubrimientos aparentes decorativos.

8.- Se permitirá la instalación de tuberías en sótanos, exclusivamente para abastecer los aparatos de consumo que en ellos se encuentren. Será obligatorio instalar en la tubería una válvula de cierre a mano en un punto de fácil acceso fuera del sótano y otra antes de cada aparato, así como un manómetro permanente entre ellas. Estas tuberías deberán ser visibles. El sótano deberá contar con ventilación natural o forzada.

9.- Cuando recorran ductos, éstos deberán ser adecuados para el propósito y quedar ventilados permanentemente al exterior cuando menos en ambos extremos.

10.- Salvo que se los aíslo apropiadamente, quedarán separadas 20 cm como mínimo, de conductores eléctricos cuyo voltaje sea de 110 voltios o superior y de tuberías para usos industriales que conduzcan fluidos corrosivos o de alta temperatura y no cruzarán ambientes corrosivos.

En las industrias que utilicen tuberías para conducir fluidos que combinados con el Gas L. P. pudieran representar un riesgo previsible, el Técnico Responsable adoptará las medidas apropiadas de seguridad que a su juicio estime pertinentes.

11.- Se dejará taponado todo extremo de tubería destinada a conectar aparatos, si éstos no quedan conectados, aun cuando antes de tal extremo se cuente con llave de cierre de cualquier tipo. Los tapones serán los adecuados para el propósito y no se admitirán tapones improvisados.

12.- En tubos rígidos no se permitirán dobleces que tengan como propósito el evitar el uso de las conexiones correspondientes. Sólo se permitirán curvas suaves que no debiliten las paredes del tubo, por lo que estas curvas deberán ser hechas con herramienta especial, sin calentamiento previo y con la curvatura adecuada al diámetro del tubo.

13.- Toda tubería, exceptuando la de cobre flexible que conduzca Gas L. P. en estado de vapor para servicio industrial, comercial y para uso doméstico en edificios de departamentos, deberá pintarse con pintura amarilla. Tratándose de instalaciones industriales se permitirá el uso de pintura de otro color si el Código interno de la industria lo hace necesario. Por razones de estética, se permitirán otros colores para las tuberías instaladas en fachadas; pero en este caso se identificarán con los colores reglamentarios en el lugar más visible, en longitud mínima de 10 cm. Tratándose de instalaciones para uso doméstico individual, en las cuales la tubería que parte de él o los recipientes sólo abastezca una vivienda, podrá omitirse el requisito de pintarlas, si por ser fácil y claramente distinguible dicha tubería de las que conduzcan otros fluidos se hace innecesario tal requisito a juicio del Técnico Responsable.

14.- La unión de tuberías de fierro se hará por medio de roscas, bridas, juntas deslizables o soldadura de fusión de arco eléctrico. Todas las conexiones soldadas deberán ser de Norma. Si la unión o conexión de tuberías es por medio de rosca, se deberá emplear un material sellante adecuado que permita su hermeticidad, tal como litargirio con glicerina o sellantes a base de suspensión de plomo. Las tuberías de cobre rígido se unirán mediante conexiones adecuadas de Norma soldadas con soldadura de estaño. Las de cobre flexible mediante conexiones roscadas y avellanadas.

15.- Todas las tuberías que se localizan enterradas en patios o jardines deberán estar a una profundidad de 60 cm como mínimo. Las de fierro negro o galvanizado se protegerán contra corrosión con el medio adecuado, tomando en cuenta la naturaleza química del subsuelo, la longitud de dichas tuberías y la importancia de la instalación según su clasificación. Podrán utilizarse materiales bituminosos, fibra

do vidrio, folpa, cinta plástica, protocción catódica, etc., sogún corrosponda a juicio del Técnico Rosponsablo. Si so utiliza protocción catódica la tuboría doborá contar con coplos aislantos on los puntos dondo afloro. La ontrada do la tuboría a la construcción doborá sor visiblo.

B.- Tuborías ocultas on baja prosión (0.026 kg/cm2)

1.- Unicamonto las tuborías do fiorro galvanizado o cobro rígido tipo "L" o suporioros, podrán instalarso ocultas. So prohíbo ol uso do tuborías floxiblos.

2.- So prohíbo ol uso do unionos intormodias on tramos roctos monoros do 6 motros quo no tongan dorivacionos.

3.- No so consideraráoculto ol tramo quo so utilico para atravosar muros macizos siompro que su ontrada y salida soan visiblos.

4.- So consideraráoncorrectas las quo rocorran muros on cualquior dirocción y las instaladas on ranuras hochas on tabiquo macizo o tondidas on tabiquo hueco sin ranurar, poro ahogadas on concroto. Cuando la trayoctoria soa horizontal on muro, la ranura doborá hacorso, como mínimo, a 10 cm sobro ol nivol dol piso torminado.

5.- Cuando so localicon sobro losas, so pormitirá la instalación do tuborías on ol firmo, o bion, ahogadas on la parto suporior do la losa, siompro quo no soa planta baja do odificios do dopartamontos. En casas particularos, cuando los aparatos do consumo so oncuontron alojados do los muros so pormitirán si ol piso do la planta baja os firmo, sin coldas, cajas de cimontación o sótanos.

6.- Cuando soa imprescindiblo instalarlas on muros do rocámaras, doborán quodar onfundadas y sus oxtromos darán al oxtorior do la rocámara.

C.- Tuborías do sorvicio on alta prosión rogulada.

1.- So prohíbo la instalación on ol intorior do rocintos, do tuborías do alta prosión rogulada, para usos comorcialos o domésticos, si no ostán dostinadas a abastocor aparato do consumo quo trabajo a dicha prosión.

2.- Tratándoso do instalacionos dostinadas a uso industrial, so autorizará ol uso do alta prosión rogulada, on ol intorior do rocintos, si ol usuario cuonta con porsonal oncargado do la vigilancia y mantonimionto pormanonto do talos instalacionos quo garantico su buona consorvación.

3.- Las tuborías do alta prosión rogulada, on intorioros o on oxtorioros, ostarán localizadas on forma tal quo so roduzcan al mínimo los riosgos siguiondo las roglas gonoralos aplicablos. So los protogorá adocuadamonto contra daños mocánicos y tratándoso do las tondidas al oxtorior, so oscogorán los sitios quo ofrozcan las mojoros condicionos do vontilación.

4.- Las tuberías visibles que conduzcan el gas a alta presión regulada deberán ser de cobre rígido "L", o de fierro galvanizado cédula 40, o superiores. En las ocultas o subterráneas podrá utilizarse, también las de fierro negro cédula 40 o superior. Para la protección de estas tuberías se aplicará la Regla A-15.

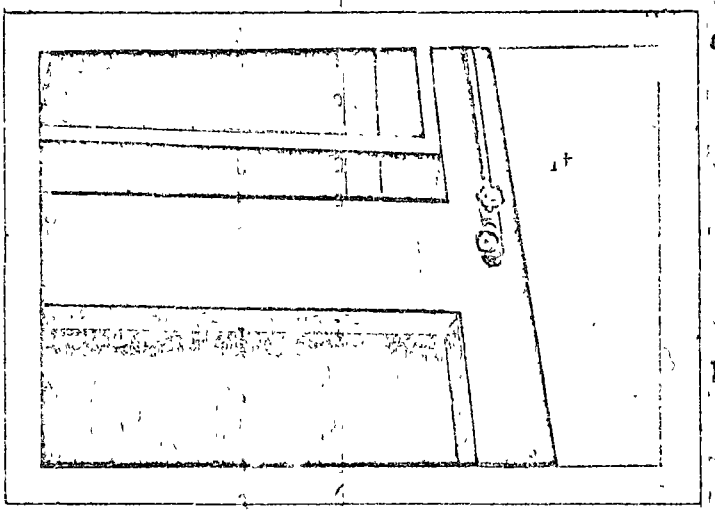
5.- Toda tubería que conduzca el gas a alta presión regulada, deberá estar alojada a la distancia apropiada, que no deberá ser menor de 20 cm, de las de otros servicios tales como: ductos de líneas de corriente eléctrica o de teléfonos, tuberías que conduzcan fluidos corrosivos o a alta temperatura, etc.

6.- Tratándose de instalaciones domésticas, incluyendo edificios y de instalaciones comerciales, estas tuberías podrán ser subterráneas en patios y jardines; pero serán visibles al exterior en todo su recorrido por la construcción.

D.- Tuberías de llenado y de retorno de vapores.

Las tuberías de llenado y de retorno de vapores para recipientes fijos, deberán ser de fierro negro, cédula 40, soldada, o superior, roscada, o de cobre rígido de Norma para las presiones de trabajo correspondientes, cuando no estén expuestas a daños mecánicos.

1.- Tendido y localización:



a) Deberán instalarse por el exterior de las construcciones y ser visibles en todo su recorrido. No se considera oculto el tramo que sólo atraviese muro macizo. Si es hueco deberá ahogarse con concreto la tubería de la parte que se aloje en el muro o enfundarse.

b) Salvo que se les aísle apropiadamente, quedarán separadas 20 cm como mínimo de conductores eléctricos y de tuberías para usos industriales que conduzcan fluidos corrosivos o de alta temperatura y no cruzarán ambientes corrosivos.

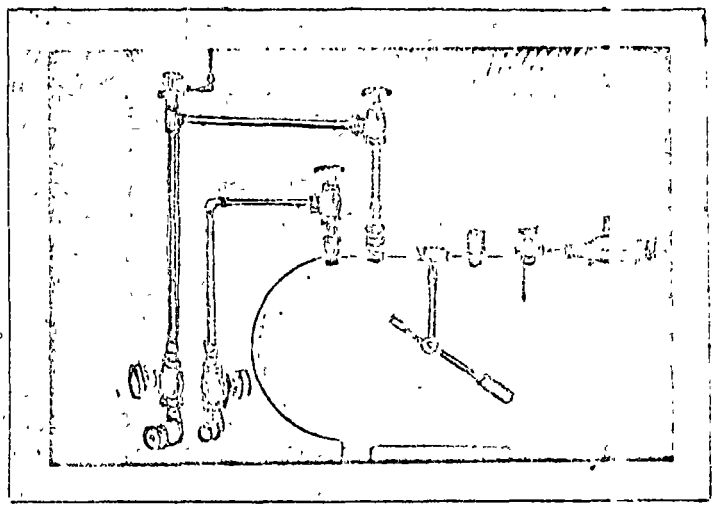
c) Las bocas de toma se situarán al exterior de las construcciones a una altura no menor de 2.50m o a una altura menor si se les aloja en caja adecuada para evitar su manejo por personas extrañas al servicio. Se prohíbe localizarlas al nivel de la banqueta o a uno inferior. La distancia mínima de la boca de toma a flama deberá ser de 3 m.

d) Siempre se preferirá, para el tendido de la tubería de llenado en su bajada desde las azoteas, las fachadas de la construcción o las paredes laterales que no sean colindantes con otra propiedad. En los casos especiales que esto no sea practicable, el Téc

IV.- Que el tendido de la manguera desde el auto-tanque hasta el paño de la construcción se haga sobre el piso.

3.- Las tuberías de llenado de líquido deberán contar con los siguientes accesorios:

a) Válvula de control manual para una presión de trabajo de 28 Kg/cm2, inmediatamente después del acoplador con cuerda ACME al recipiente.



b) En la boca de toma una válvula de acción manual para una presión de trabajo de 28 kg/cm2 y una válvula automática de no retroceso, sencilla o doble, con cuerda ACME para recibir acoplador.

c) Válvula de seguridad localizada entre las dos válvulas de cierre manual, en la zona más alta de esta tubería, cuyo ajuste de apertura deberá ser de 17.58 kg/cm2.

d) Tubería de purga, controlada con válvula de control manual, que terminará hasta sobresalir en lugar bien ventilado y orientada en forma tal que sean mínimos los riesgos por el gas purgado.

4.- Las tuberías de llenado deberán ostentar el color rojo cuando estén destinadas a conducir gas L.P. en estado líquido y amarillo las que se utilicen para el retorno de vapores. La Dirección General de Gas podrá autorizar el uso de otros colores, si lo justifican razones de estética y no hay posibilidad de confusiones.

5.- Las tuberías de retorno de vapor deberán estar dotadas de los siguientes accesorios:

a) Inmediatamente después del acoplador, dotado de apresor con cuerda ACME al recipiente, una válvula de cierre a mano de presión de trabajo de 28 kg/cm2.

b) En la boca de la toma una válvula de cierre a mano para una presión de trabajo de 28 kg/cm2 y una válvula automática combinada de exceso de flujo y de no retroceso.

E.- Pruebas de hermeticidad.

1.- Toda tubería que conduzca gas deberá ser objeto de prueba de hermeticidad antes de ponerla en servicio.

2.- Las tuberías ocultas o subterráneas deberán probarse antes de cubrirlas.

..co Responsable proyectará la solución y pedirá la aprobaciá.. - do la Sria. de Industria y Comercio.

Si la solución implica el tender la bajada por cubos de luz y/o- el recorrido por pasillos, se cumplirán los siguientes requisi-- tos:

I.- Se utilizará tubo de fierro cédula 80 en toda su longitud- desde el tanque, con conexiones para alta presión o bien - cédula 40 soldada. Podrá usarse tubo de cobre rígido de -- Norma para las presiones de trabajo correspondientes.

II.- La boca de toma se situará al exterior de las construccio- nes en las condiciones del punto c). También podrá localizarse en cubo de luz si ésto tiene comunicación permanente a la calle y siguiendo el criterio expresado en el inciso- b) de la regla 2 de este capítulo.

III.- Se prohíbe el recorrido por pasillos destinados exclusiva- mente al tránsito de personas, si no están suficientemente ventilados en forma permanente por ambos extremos.

c) La instalación de tubería de retorno de vapor será optativa a jui cio del Técnico Responsable.

2.- Se omitirán las tuberías de llenado, siempre que la manguera, en to da su extensión, quede a la vista de las dos personas que llevan a- cabo la maniobra de llenado, en los siguientes casos.

a) Cuando el recipiente a llenar está localizado en sitio de acceso directo para el vehículo suministrador.

b) Cuando el recipiente no está en sitio de acceso directo para el- vehículo suministrador, pero se pueda llegar a ésto con la man-- guera sin añadirle tramos adicionales, siempre que todo el tendi do de la manguera se haga a la intemperie o cruzando en longitud no mayor de 12 metros, lugares tales como garajes no subterrá--- neos, o abajo de cobertizo, o por pasillos o lugares similares y que en cualquiera de estos casos se encuentre la intemperie en ambos extremos. No se permitirá recorrer con manguera pasillos - cubiertos que estén destinados exclusivamente a tránsito de per- sonas.

c) Que estando el recipiente localizado en azotea se cumplan las si guientes condiciones:

I.- Que la azotea tenga una altura no mayor de 7 metros sobre- el nivel del piso.

II.- Que el sitio de ubicación del tanque sea accesible y ale- do del paño frontal de la construcción no más de 10 metros.

III.- Que el lugar de paso de la manguera esté libre de obstáculos y que de existir cables de alta tensión, anuncios eléc- tricos o flamas de cualquier naturaleza, la distancia a -- que se encuentren elimine la posibilidad de riesgo anormal.

3.- Para efectuar las pruebas a baja presión, se utilizarán exclusivamente Gas L.P., aire o gas inerte. Para las pruebas a mayores presiones se usarán sólo aire o gas inerte, tales como anhídrido carbónico y nitrógeno. No se permitirá ningún otro fluido; jamás se utilizará oxígeno en cualquiera de estas pruebas.

4.- Las tuberías que conduzcan gas a baja presión se probarán como sigue:

a) Antes de conectar los aparatos de consumo, las tuberías deberán soportar una presión manométrica de 500 g/cm2, registrada por manómetro adecuado, durante un período no menor de 10 minutos, sin que el manómetro registre caída de presión alguna.

b) Se efectuará una segunda prueba, con los aparatos de consumo conectados a las tuberías, en la que tuberías y accesorios de control de los aparatos de consumo, deberán soportar una presión manométrica de 26.36 g/cm2, durante un período no menor de 10 minutos, sin registrarse caída de presión alguna.

5.- Las tuberías que conduzcan gas en alta presión regulada, en la prueba deberán soportar una presión manométrica no menor de dos veces la presión de trabajo, durante un período mínimo de 24 horas, sin mostrar caída de presión alguna. Se utilizará manómetro adecuado.

6.- Pruebas de hermeticidad en tuberías de llenado (líquido y vapor) y de vaporizadores (alta presión no regulada):

a) Esta prueba se efectuará en la tubería con todos sus accesorios instalados, con excepción de la válvula de seguridad de la tubería de llenado, en cuyo lugar se pondrá el manómetro adecuado, debiendo soportar una presión de 21 kg/cm2, durante un período no menor de 24 horas, sin acusar caída de presión alguna.

b) La válvula de seguridad para la tubería de líquido tendrá un ajuste de 17.58 kg/cm2.

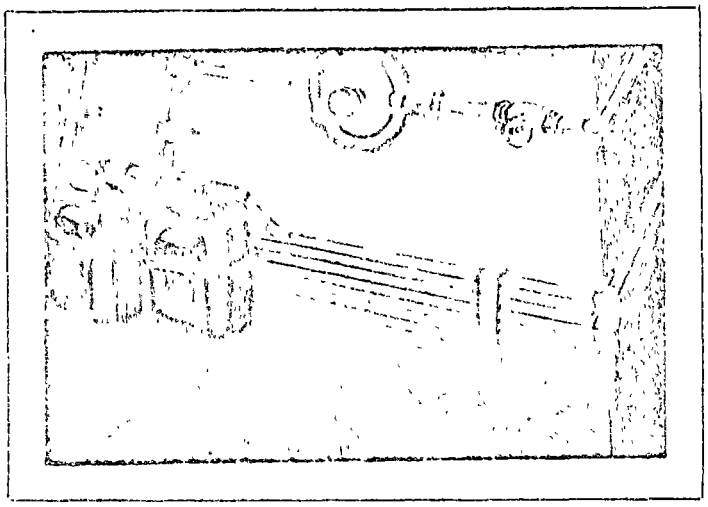
7.- En todos los casos, una vez que el manómetro registre la presión requerida, la fuente de presión deberá desconectarse del sistema, antes de llevar a cabo las pruebas.

8.- Después de haber efectuado las pruebas de hermeticidad, cuando se haya utilizado aire o gas inerte, se purgarán adecuadamente las tuberías antes de ponerlas en servicio. Una vez hecho lo anterior se hará el encendido de pilotos y quemadores, asegurándose de que éstos y sus motores funcionen correctamente y se verificará mediante jabonadura que no haya fugas en parte alguna de los aparatos estando en funcionamiento, es decir, encendidos.

9.- El Técnico Responsable informará a la Sría. de Industria y Comercio sobre la ejecución de la prueba de hermeticidad, en escrito que contenga la firma del constructor, dueño o usuario con las especificaciones completas de presión, tiempo y resultado, adjuntando por triplicado el documento a la solicitud de autorización de uso y funcionamiento.

De los medidores volumétricos de vapor.

1 .- Se instalarán en lugares bien ventilados, de manera que los trabajos de mantenimiento se puedan hacer con facilidad.



2.- Se instalarán precedidos por una válvula de control con orejas para candado. Se instalará una tuerca unión tanto en la entrada como a la salida, o una sola si la entrada y salida están combinadas.

3.- Se instalarán fuera de los departamentos, agrupados en sitios de libre acceso (azoteas, patios bien ventilados o lugares similares), y deberá marcarse cada uno con el número del departamento correspondiente.

4 .- Para compensar la pérdida de presión que sufre el gas a su paso por medidores, cuando se utilicen tales artefactos se autoriza elevar la presión de ajuste del regulador de baja presión en 1.3 gr/cm2.

5 .- Se observarán las Reglas A1 y A2 de las Reglas Generales relativas a localización de recipientes.

De los Reguladores.

1 .- Toda instalación de aprovechamiento deberá contar con regulador de presión.

2 .- Cuando se utilice vaporizador, el regulador de presión deberá estar instalado tan cerca de éste como lo permita la colocación de accesorios adicionales de control.

3 .- Cuando se use regulador de una sola entrada, en instalaciones de aprovechamiento que desde el tanque sean abastecidas con vapor, dicho regulador podrá conectarse a la válvula de servicio mediante punta pel o pictail.

4 .- En tanque estacionario el tubo de cobre flexible a que se refiere el inciso anterior, deberá ser tipo "L", con longitud no mayor de 50 cm; en los tanques portátiles sus características se ajustarán a la Norma vigente (pigtel)

5 .- Si se utilizan dos recipientes portátiles, la conexión de sus respectivas válvulas a regulador doble deberá hacerse mediante conexión flexible (pigtel), con las características que señale la Norma vigente.

Si se utiliza sólo un recipiente portátil conectado a regulador doble, la abertura no utilizada de éste deberá obturarse con tapón roscado apropiado.

6 .- Si se utiliza más de un recipiente portátil a cada lado del regulador de presión, la conexión deberá hacerse mediante múltiple de fierro negro o galvanizado que será cédula 80 si las conexiones son roscadas o soldadas y cédula 40 si son soldadas o cobre rígido K, firmemente sujeto a la pared o con el soporte que garantice su estabilidad; dicho múltiple recibirá en válvulas de servicio las conexiones flexibles (pigtel de doble punta pol) de Norma que partan de las válvulas de los tanques. A su vez el extremo del múltiple estará dotado de válvulas de servicio para conectar al regulador, mediante conexión flexible (pigtel) de Norma o punta pol.

7 .- Los reguladores de presión de segunda etapa o secundarios en instalaciones industriales y comerciales se localizarán de manera preferente a la intemperie; pero cuando sea indispensable instalarlos en recintos cerrados, deberán estar dotados de un tubo que conecte el escape de seguridad con el exterior ventilado. En todos los casos el regulador se instalará precedido de una válvula de cierre de acción manual.

8.- La capacidad y ajuste de los reguladores serán los apropiados al servicio que vayan a suministrar.

9 .- La presión máxima de salida de los reguladores de primera etapa o primarios, será de 1.5 kg/cm2, para instalaciones domésticas y comerciales. Deberán estar provistos de manómetro adecuado conectado al propio regulador o en la tubería inmediata a ésta. En caso de que las necesidades del aprovechamiento requieran una presión mayor en las tuberías de servicio, el Técnico Responsable lo justificará en la solicitud de autorización de uso y funcionamiento correspondiente.

10.- Se entenderá por alta presión regulada, cualquier presión controlada por regulador, que sea superior a 26.36 g/cm2. En instalaciones destinadas a usos domésticos podrán utilizarse tuberías que conduzcan el gas a alta presión regulada, siempre y cuando el regulador de segunda etapa o secundario se localice a la intemperie, siguiendo el criterio establecido para la localización de recipientes portátiles en cuanto a riesgos previsibles.

De los aparatos de consumo.

1 .- La presión de gas en los orificios de salida de las espreas de aparatos domésticos será de 26.36 g/cm2, con una tolerancia máxima de 5%. Esta presión se denominará Baja Presión Regulada. Los cálculo de caída de presión para las instalaciones de las Clases A, B y D, se regirán por la fórmula del Dr. Polo; en las instalaciones de las Clases C y F podrán utilizarse otras que deberán especificarse en el reporte.

2 .- La presión del gas en los orificios de salida de las espreas de los aparatos comerciales o industriales será la adecuada, según las especificaciones de diseño y la fabricación de los quemadores, autorizados por la Sría. de Industria y Comercio.

3 .- El gasto por aparato se determinará, siempre que sea posible, directamente por las especificaciones señaladas por el fabricante o bien basándose en el calibre de la espreas.

4 .- Además de las válvulas de control que se instalen para comodidad de los usuarios, serán obligatorias las siguientes:

a) Una llave de corte con manoral de cierre a mano, antes de cada aparato de consumo, instalada en la tubería rígida. Cuando la totalidad de la instalación sea de cobre flexible, se podrá instalar la llave de paso en la tubería flexible, debiendo quedar firmemente sujeta al muro con abrazaderas o grapas a ambos lados de la llave.

Tratándose de aparatos de consumo permanentemente fijos (tales como hornos empotrados, calentadores de agua, cocinas integrales, etc.), también se podrá instalar la llave de corte en tubería flexible sin engrapar si el tramo de ésta tiene una longitud no mayor de 50 cm.

Cuando las condiciones de instalación y aparatos no permitan la colocación de una llave de corte accesible para cada aparato, se instalarán una o más llaves de corte mediante la cual o las cuales se cuenten con el medio para controlar la totalidad de los aparatos.

b) En locales comerciales o industriales, una válvula de cierre general, de acción manual, localizada bien visible, en el interior, en sitio libre y de fácil acceso.

Cuando no sea posible cumplir estos requisitos de localización en el interior, se colocará al exterior en las condiciones señaladas.- Pero en este caso se proveerá el medio adecuado para evitar que manejen esta válvula personas ajenas al servicio del usuario.

c) Cuando los aparatos de consumo sean de uso colectivo (escuelas, laboratorios, sanatorios, etc.), se instalará una válvula general de cierre a mano en lugar adecuado, bien visible y de fácil acceso, para que sea operada exclusivamente por personal docente o administrativo.

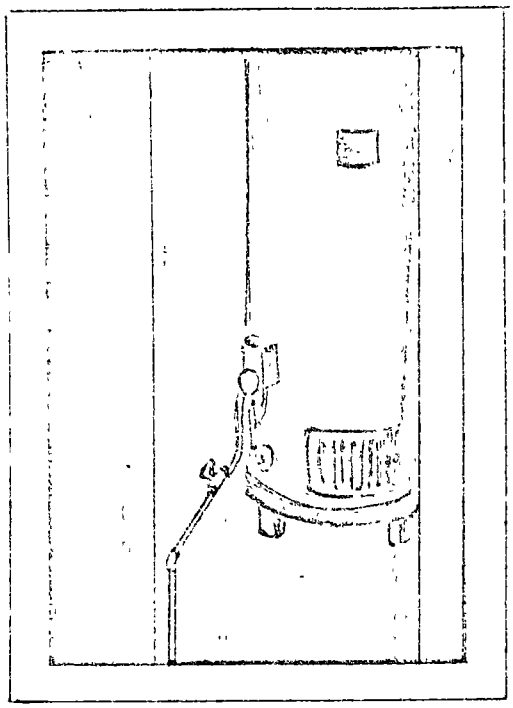
d) En las instalaciones domésticas múltiples abastecidas por tanque fijo en que no se usen medidores deberá instalarse una válvula de cierre manual en lugar accesible en un punto antes de la entrada individual de la tubería a cada departamento o casa.

5 .- Todo aparato de consumo se localizará en forma tal que se tenga fácil acceso al mismo y a sus llaves de control.

6 .- Cuando los aparatos sean instalados en el interior de construcciones, el sitio elegido para localizarlos deberá permitir una ventilación satisfactoria, que impida que el ambiente se vicie con los gases de combustión y sin corrientes de aire excesivas que puedan apagar los pilotos o quemadores.

7 .- Cuando los aparatos de consumo se instalen en recintos cerrados (closets, nichos, cuarto de máquinas, etc.), será obligatorio instalar chimenea o tiro directo hasta el exterior para desalojar los gases de la combustión, así como proveer el medio adecuado para permitir la entrada permanente de aire del exterior en cantidad suficiente para que el funcionamiento del quemador sea eficiente.

8 .- Se prohíbe instalar calentadores de agua en cuartos de baño, recámaras y dormitorios; la localización de estos aparatos deberá llenar los siguientes requisitos:



a) Preferiblemente se instalarán a la intemperie o en sitios al aire libre, permanentemente ventilados, con soportes adecuados que impidan esfuerzo a las tuberías de agua y de gas, debiendo observarse para su instalación, las recomendaciones del fabricante que no se opongan a este instructivo.

b) Si se instalan en lugares cerrados (cocinas, closets, nichos interiores o cuartos de lavado o planchado, etc.), será obligatorio instalar tiro o chimenea que desalojo libremente al exterior los gases de combustión. Estos tiros deberán tener un diámetro no menor al de la salida del difusor (el cual deberá no ser removido del propio aparato), y deberán tener pendiente ascendente en toda su trayectoria hacia la salida. En caso de que varios calentadores desalojen a una sola chimenea, ésta deberá tener el diámetro adecuado para su funcionamiento satisfactorio.

c) Cuando la instalación de agua esté alimentada por tinacos elevados, los calentadores de almacenamiento deberán estar provistos de jarro de aire cuyo extremo final rebase el borde superior del tinaco; o bien de válvula de relevo de presión si se trata de un sistema cerrado de tubería de agua.

En este último caso, si el calentador queda localizado a la intemperie, debe vigilarse que el escape de la válvula quede orientado hacia donde no represente peligro; si el calentador queda instalado en el interior de la construcción, debe vigilarse que la válvula de presión esté dotada de tubería que desalojo agua y vapor a la intemperie.

9 .- La localización de los calefactores deberá reunir los siguientes requisitos:

Los que se instalen en recámaras y dormitorios, deberán ser de "tipo ventilado", cuyo diseño permita desalojar al exterior los gases de combustión.

Los muebles se conectarán a la tubería fija con rizo de cobre flexible de 1.20 a 1.50m de longitud. Podrán conectarse con manguera adecuada para conducir Gas L. P. en estado de vapor, cuya longitud no será mayor de 1.5m.

10.- Tratándose de estufas domésticas no fijas, será obligatoria la instalación de un rizo de tubo de cobre flexible cuya longitud mínima será de 1.5m.

11.- Si las condiciones de la habitación de tipo popular hacen indispensable que la estufa tipo doméstico se instale en recámara, será obligatorio proveer ventilas permanentes abiertas hacia el exterior, a nivel de piso y a nivel superior al de la cubierta de la estufa.

12.- En la instalación de aparatos de consumo se atenderán las instrucciones del fabricante que no se opongan a este instructivo y en defecto de ellas, se adoptarán las medidas de seguridad que aconseje la técnica aceptada como buena para estos trabajos, a juicio del Técnico Responsable.

De los vaporizadores.

1 .- Los vaporizadores se instalarán sobre base firme de concreto o metálica, adecuadamente sustentados, debiendo observarse las recomendaciones del fabricante que no se opongan a este instructivo y a las distancias mínimas siguientes:

a) A 3.0m, del tanque cuando la capacidad del vaporizador sea hasta de 115 lts/hora (30 gal/hora), y a 6.0m, cuando la capacidad del vaporizador sea mayor. Podrán reducirse estas distancias si se adoptan otras medidas de seguridad equivalentes.

b) A 6.0m, de la boca de toma de la línea de llenado.

c) Las distancia mencionadas en los incisos anteriores se medirán, alejándose del tanque desde el extremo de éste opuesto a aquel en que estén instaladas sus válvulas de control; si éstas están instaladas en la parte media del tanque, las distancias se medirán desde cualquiera de los extremos del mismo alejándose de sus válvula de control.

2 .- Las tuberías que se usen para conectar las zonas de líquido y de vapor del tanque fijo, a las correspondientes del vaporizador, deberán ser de fierro negro, Cédula 80 a Cédula 40 soldada y sus conexiones para una presión de 140 kg/cm2.

.- En la tubería de líquido que parte del tanque fijo, en sitio inmediato a la válvula de exceso de flujo del tanque, se instalará una válvula de cierre para 28 kg/cm2, como mínimo y otra de igual tipo en un punto inmediato antes del vaporizador. En el tramo de esta tubería en que el líquido pueda quedar atrapado por las válvulas mencionadas, deberá instalarse un colador y una válvula de seguridad calibrada a 17.58 kg/cm2. La localización y orientación de la válvula deberá ser tal que al producirse relevo de presión por la misma, la descarga se haga al ambiente libre, sin bañar directamente al recipiente o al vaporizador.

.- Los diámetros de las tuberías deberán ser apropiados a la capacidad del vaporizador.

5 .- En la tubería de vapor se instalarán válvulas de cierre para 28 kg/cm2, una en sitio inmediato a la válvula de exceso de flujo y otra en un -- punto inmediato antes del vaporizador o bien en un punto inmediato a - la entrada del regulador, según corresponda por las especificaciones - del aparato.

6 .- Después del vaporizador y tan cercanos a éste como sea práctico, se -- instalarán los siguientes accesorios: En primer término una válvula de cierre para 28 kg/cm2, seguida por un regulador de presión apropiado - para el servicio de abastecimiento y un manómetro que registre las presiones en el rango adecuado.

7 .- Será obligatorio contar con equipo contra incendio (extinguidores), en número, tipo y capacidad adecuados, como medida de protección destinada exclusivamente al sistema tanque-vaporizador.

Si se utilizan extinguidores se localizarán en lugar bien visible, en sitio de fácil acceso que se elegirá tomando en cuenta el trayecto que habrá de seguir el personal que deba atender una emergencia y a una -- distancia del sistema mencionado en que razonablemente se estime pueda efectuarse el acercamiento sin riesgo excesivo.

3.- Cálculo de tuberías para Gas L. P. y Natural en baja presión.

Quedó señalado que todo quemador de tipo doméstico destinado a operar con gas licuado de petróleo se diseña para alcanzar una eficiencia óptima cuando la presión del gas a través del mezclador de aire es de ----- 27.94 gr/cm2.

Si la presión de entrada del gas al quemador es mayor que el valor señalado o no alcanza tal valor, el quemador consumirá deficientemente el gas que se le inyecta, y por lo tanto el usuario estará gastando en exceso o bien sufrirá de lentitud indeseable o, lo que es peligroso, la flama se apagará por exceso o escasez de presión y el gas continuará fluyendo y acumulándose en el ambiente en espera sólo de una fuente de combustión.

El sistema seguido antiguamente de modificar la presión en el regulador para contrarrestar los efectos de una tubería de diámetro insuficiente, es irreprochable técnicamente tratándose de instalaciones que dan servicio exclusivamente a un quemador y que ese quemador no es encendido por piloto, pues basta calcular la pérdida de presión a sufrirse, y en el mismo valor cambiar el ajuste al regulador.

En la práctica todos los aparatos tienen cuando menos un quemador y piloto. En muchas ocasiones se tienen varios quemadores con uno ó más pilotos, y en los casos en que están conectados a una misma línea dos o más aparatos, el número de quemadores crece proporcionalmente, así como el de los pilotos.

Si se trata de una estufa de 4 quemadores y horno con piloto independiente para ambos utilizando para su alimentación de gas una tubería de diámetro insuficiente y se desea vencer ese defecto elevando la presión del regulador, da por consecuencia que cuando se prueba el aparato con todos los quemadores encendidos y se ajusta la presión del regulador, todos los quemadores están bien encendidos y trabajando con una eficiencia satisfactoria, pero tan pronto como se apaga el primer quemador de la serie de que consta el aparato, las flamas de los demás se ven influidas por exceso de presión en el múltiplo de quemadores, y esa diferencia es apreciable a simple vista.

Conforme se van apagando uno a uno los demás quemadores, es más notable esa diferencia en la operación de los que quedan encendidos, separándose la flama de los orificios de los quemadores hasta apagarse por exceso de presión; esta situación es más notable tratándose de los pilotos.

Siendo muy graves los riesgos que esta situación origina, el Reglamento de la Distribución de Gas trató de evitarlos señalando un valor para la presión al manejarse el gas en tuberías de servicio de baja presión y un máximo de tolerancia que es del 5% en exceso o en defecto. Ese valor se determinó en 26.36 cm. de columna de agua, por lo que la máxima sería 27.678 cm. y la mínima 25.04.

La selección del material y diámetros de la tubería está en función de la correcta solución del problema de mecánica de fluidos del sistema.

Para instalaciones de baja presión la fórmula ha sido simplificada e integrada al sistema métrico decimal, quedando:

$$\%P = C^2 \; L \; F$$

%P = Caída de presión expresada en porcentaje de la original que señala el Reglamento de la Distribución de Gas.
C = Consumo o gasto en metros cúbicos/hora.
L = Longitud en metros.
F = Factor para el tubo de que se trata. (Se anexan una lista de factores para las tuberías más comunes así como una tabla que contiene el consumo en metros cúbicos por hora de los aparatos con uso más generalizado y del consumo en espreas).

Utilizando adecuadamente los datos precedentes es sencillo calcular la caída de presión de una tubería tendida o los diámetros y materiales que deberán utilizarse en la ejecución de una instalación.

Con objeto de ejemplificar lo anterior, se desarrollará un cálculo para seleccionar el material y diámetro más adecuado de una de las instalaciones más simples (PROYECTO 1), que consta de un calentador de agua y una estufa.

Se construye el diágrama isométrico de la instalación y a partir del regulador de baja presión se identifican con letras los tramos de tubería, considerándose como cada uno de ellos hasta el punto donde la tubería cambia de material o exista una bifurcación. A cada tramo se le asigna la longitud de que consta.

Para el tramo AB

Aplicando la fórmula simplificada de "Polo"

$$\%P = C^2 \; L \; F$$

En donde por razones propias de diseño quedan determinados:

$C = 0.239 \; m^3/h + 0.418 \; m^3/h = 0.657 \; m^3/h$

$L = 4.50m.$

P y F son desconocidos. Sin embargo, con el fin de resolver esta ecuación se supone el valor de P. Si se tienen tres tramos y la caída de presión en ellos no debe ser mayor del 5%, a cada tramo se le asigna una caída del 1%, quedando 2% para efectuar ajustes posteriores.

$$F = \frac{1}{(0.657)^2 4.5} = 0.514$$

Con este valor se entra a la tabla de factores.

Las tuberías que se pueden utilizar son: cobre flexible de 12.7mm de diámetro o de cobre rígido. Considerando las ventajas que proporcionan estas dos tuberías tanto en costo como en acabado, se

oligo la tubería de cobre rígido, cuyo factor es de 0.297, con el cual se calcula la caída de presión real en el tramo.

$$P = (0.657\ m^3/h)^2 \times 4.50 \times 0.297 = 0.577$$

$$P_{AB} = 0.577$$

Tramo BC

En forma análoga al tramo AB se determinan el diámetro y material de la tubería.

$$C = 0.418\ m^3/h$$

$$L = 3.50m$$

$$F = \frac{1}{(.418\ m^3/h)^2\ 3.50m} = 1.635$$

Con este factor las tuberías posibles de usar siguen siendo las mismas: cobre flexible de 12.7mm y cobre rígido, como ya se escogió en el tramo anterior cobre rígido y a fin de uniformar hasta donde sea posible el uso de una misma tubería, queda seleccionada la tubería de cobre rígido de 12.7mm de diámetro.

La caída de presión real en el tramo BC será:

$$P = (0.418\ m^3/h)^2 \times 3.50m \times 0.297 = 0.182$$

$$P_{BC} = 0.182$$

Tramo CD

Por disposición de la Sría. de Industria y Comercio, los aparatos de consumo móviles deberán ser conectados con un tramo de cobre flexible de 1.5m como mínimo. Por lo que el material por emplear, sería de 9.5mm, el cual tiene un factor de 4.6

$$P = (0.418\ m^3/h)^2 \times 1.50 \times 4.6 = 1.206$$

$$P_{CD} = 1.206$$

La tubería del tramo B al calentador de agua queda determinada con la selección de las tuberías seleccionadas, por este tramo muy corto y su consumo es menor al de la estufa.

La máxima caída de presión que se registra en la instalación es la suma de la calculada para cada tramo hasta llegar a la estufa, lo que indica que el quemador del calentador de agua sufrirá menor fluctuación en su presión que la estufa.

$$\text{Máxima caída de presión} = P_{AB} + P_{BC} + P_{CD} =$$

$$= 0.577 + 0.182 + 1.206 = 1.965$$

Se concluye que la instalación de gas así resuelta está dentro de los márgenes de seguridad que señala el Reglamento de la Distribución de Gas y los Instructivos correspondientes, ya que $1.965 < 5\%$

CONSUMOS COMUNES PARA EL CALCULO DE TUBERIAS PARA FLUJO DE GAS L.P. Y NATURAL

FORMULA DEL DR. POIE ABREVIADA: $\Delta P = C^2 \times L \times F$

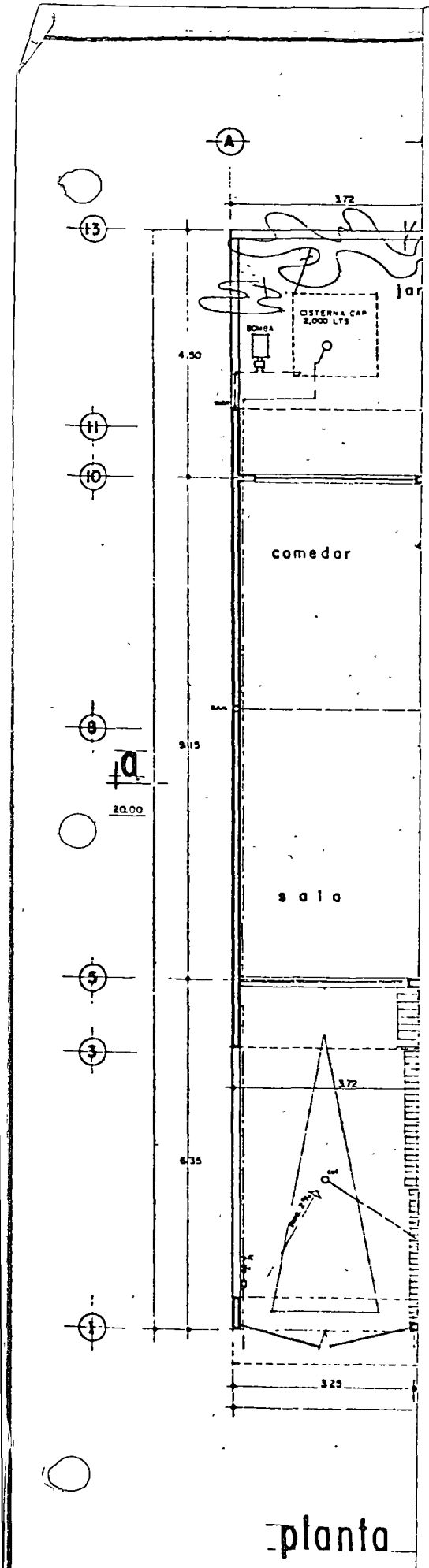
S = GRAVEDAD ESPECIFICA DEL PROPANO = 1.53; DEL GAS NATURAL = 0.6; AIRE = 1.0; P = 27.94 gr/cm^2 (11" COL. AGUA) GAS L. P.; P = 17.78 gr/cm^2 (7" COL. AGUA) GAS NATURAL.

APARATOS	ESPREA GAS LP	K.CAL/h	BTU'S/h	GAS L.P. m3/h	NATURAL m3/h
ESTUFA DOMESTICA					
Comal o Quemador	70	1,379	5,473	0.062	0.163
Horno, asador o rosticero	56	3,782	15,006	0.170	0.447
4QH		9,298	36,896	0.418	1.099
4QHC		10,677	42,369	0.480	1.262
4QHCA ó 4QHCR		14,458	57,374	0.650	1.709
ESTUFA RESTAURANTE					
Quemador	66	1,913	7,591	0.086	0.226
Plancha o asador	56	3,782	15,006	0.170	0.447
Horno	50	8,630	34,248	0.388	1.020
PARRILLA o CAFETERA	70	1,379	5,473	0.062	0.163
CONSERVADOR ALIMENTOS CALIENTES/Q	74	890	3,531	0.040	0.105
CALEFACTOR para					
120 m3	64	2,269	9,003	0.102	0.269
240 m3	56	3,782	15,006	0.170	0.447
360 m3	52	7,073	28,069	0.318	0.836
CALENTADOR AGUA, ALMACENAMIENTO					
Hasta 110 lts	54	5,316	21,096	0.239	0.628
Hasta 240 lts	47	10,655	42,280	0.479	1.259
INFRAROJO POR QUEMADOR	59	3,003	11,916	0.133	0.355
REFRIGERADOR DOMESTICO	79	369	1,465	0.0166	0.044
INCINERADOR	56	3,782	15,006	0.170	0.447
CALENTADOR AGUA, AL PASO					
Sencillo		20,686	82,089	0.930	2.445
Doble		33,365	132,402	1.500	3.944
Triplo		46,711	185,363	2.100	5.521
MECHERO BUNSEN		512	2,030	0.023	0.060
MAQUINA TORTILLADORA		48,936	194,190	2.200	5.784

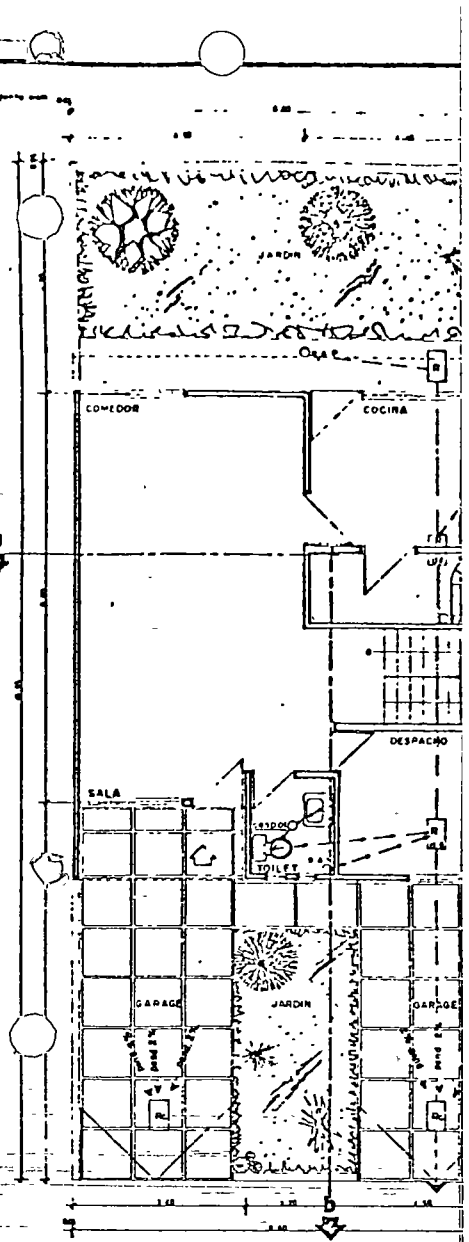
BTU'S x 0.252 Kcal, 1 m^3 PROPANO 88,268 BTU'S = 22,244 Kcal
Kcal x 3.968 BTU'S, 1 m^3 GAS NATURAL 33,571 BTU'S = 8,460 Kcal

NOMINAL. DIAMETROS EXTERIORES Y FACTORES (F) P = 26.54 gr/cm^2 on ESPREA GAS L.P.
16.89 gr/cm^2 " " G.NATURAL

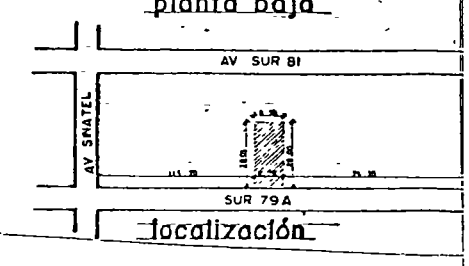
PLG.	mm	GALV.	F-L.P.	F-NAT.	CR.L.	F-L.P.	F-NAT.	FLEX	F-L.P.	F-NAT
3/8	9.5	17.1	.493	.231	12.7	.98	.46	9.5	4.6	2.17
1/2	12.7	21.3	.154	.072	15.9	.297	.140	12.7	.97	.46
5/8	15.9				19.1	.109	.051	15.9	.30	.14
3/4	19.1	26.7	.042	.018	22.2	.048	.023			
1	25.4	33.4	.012	.0053	28.6	.0127	.0059			
1 1/4	32.0	42.2	.00283	.00134	34.9	.0044	.0021			
1 1/2	38.0	48.3	.00131	.00062	41.3	.0018	.00087			
2	50.8	60.3	.00038	.00018	54.0	.00046	.00022			
2 1/2	63.5	73.0	.000156	.000073	66.7	.000158	.000074			
3	76.2	88.9	.000053	.000025	79.4	.000065	.000030			


A
13
11
10
8
5
3
1
3.72
4.50
CISTERNA CAP 2,000 LTS
BOMBA
comedor
5.15
20.00
sala
3.72
6.35
3.25

planta



planta baja

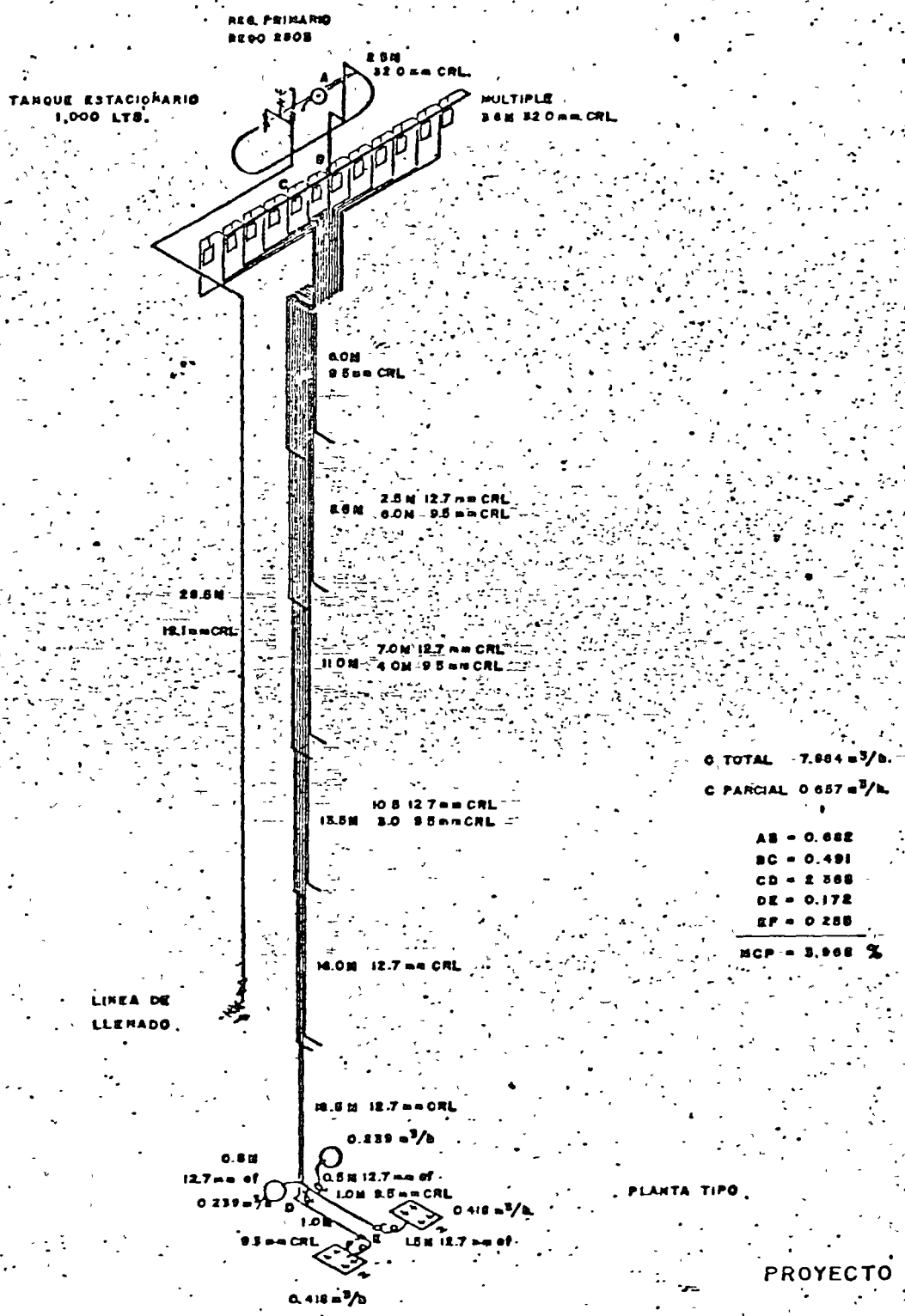


localización

DIAGRAMA ISOMETRICO

INSTALACION DE APROVECHAMIENTO MULTIPLE PARA GAS L.P.

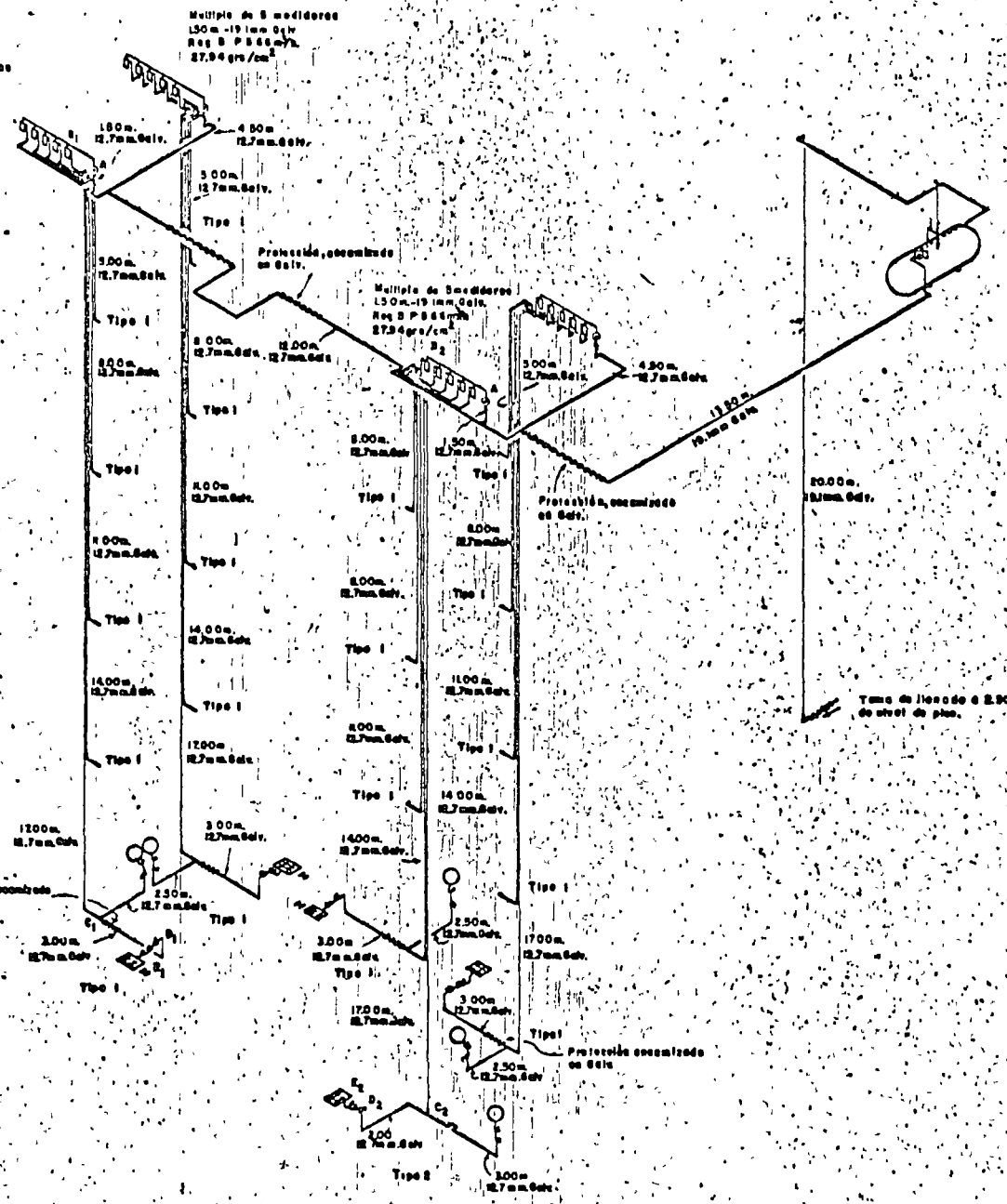
CLASE "B" y "D"



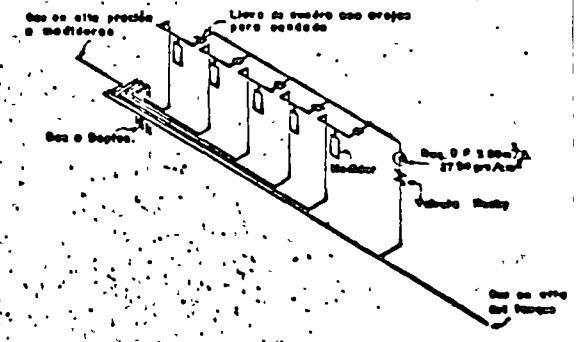
PROYECTO N°3

DIAGRAMA ISOMETRICO

instalación clase "C" y "D"



DETALLE DE MULTIPLE DE MEDIDOR



CALCULOS		
TIPO	I	II
C. TOTAL =	3.285 m/s	3.285 m/s
C. PARCIAL =	0.657 m/s	0.657 m/s
AB =	0.679	0.679

PROYECTO N° 4

centro de educación continua
facultad de ingeniería, unam

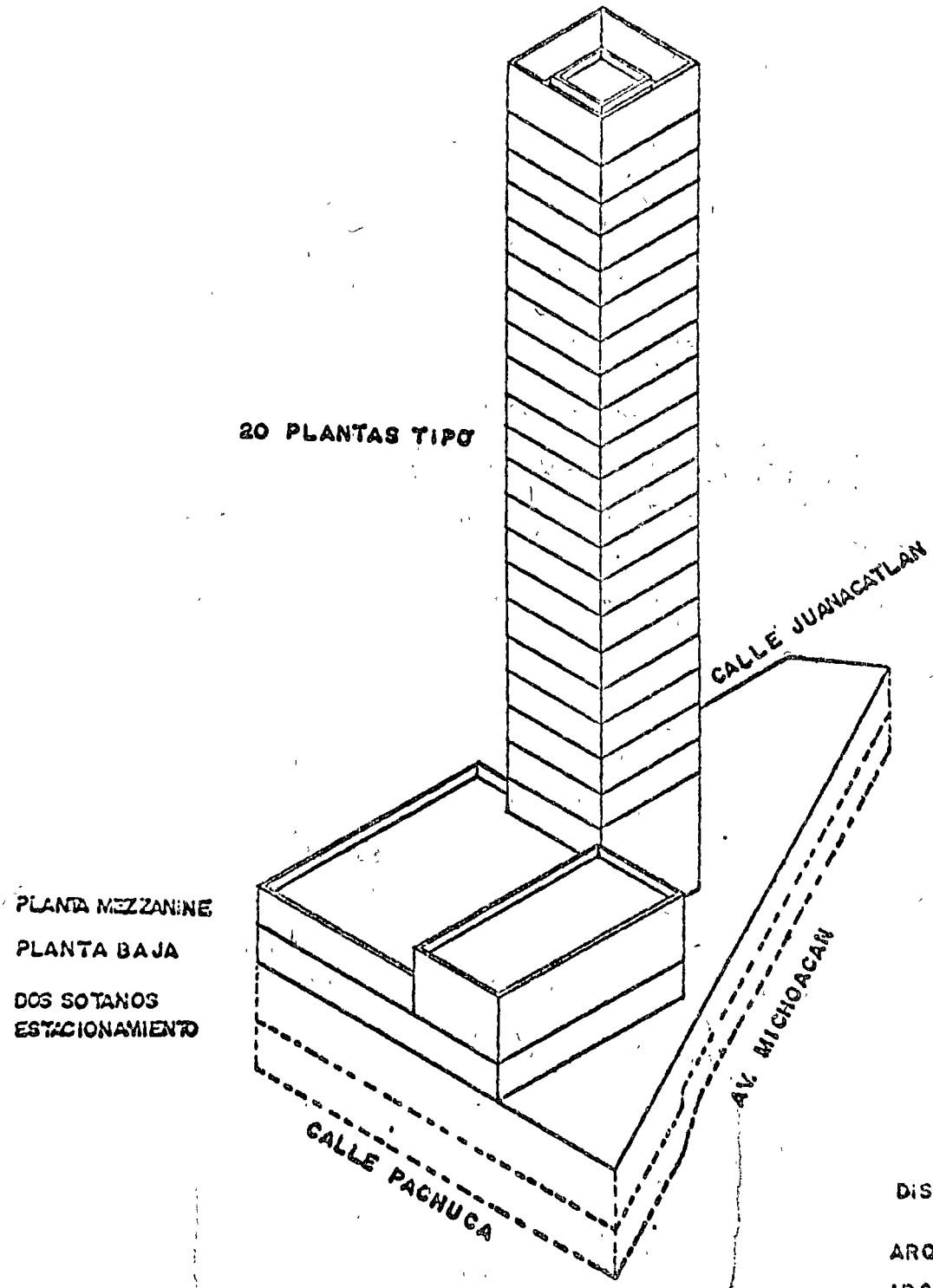
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

Ing. Manuel Gutiérrez Tello
Ing. Manuel de Anda

Tacuba 5, primer piso. México 1, D.F.
Teléfonos: 521-30-95 y 513-27-96

INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR

NUEVO EDIFICIO ADMINISTRATIVO



DISEÑO ARQUITECTONICO:

ARQ. RAUL HENRIQUEZ INCLAN.

ARQ. LUIS GRANDA GARCIA.

MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CALCULO DEL EDIFICIO ADMINISTRATIVO PARA EL INSTITUTO MEXICANO DEL COMERCIO EXTERIOR, QUE SE CONSTRUIRA EN LAS CALLES DE PACHUCA, DE ESTA CIUDAD.

El Instituto Mexicano del Comercio Exterior proyecta construir un edificio para alojar sus oficinas Administrativas en el predio ubicado entre la Av. Michoacán, Av. Juán Acatlán y Calle de Pachuca, Col. Condesa de esta ciudad.

Para dicho efecto, el Centro de Diseño del Instituto, bajo la Dirección del Sr. Arq. Raúl Enriquez Inclán y la colaboración del Sr. Arq. Luis Granda, diseñó un edificio que cuenta con los siguientes elementos.

Dos sótanos bajo el nivel de banqueta en los que se localizarán los estacionamientos de automóviles y bodegas, así como la cisterna y los cuartos de máquinas, para la instalación hidráulica, sistema de extracción y la instalación eléctrica.

En planta baja se han dejado áreas de una gran amplitud a fin de destinarlas a exposiciones de los productos que el Instituto promueve para su venta al extranjero.

En la planta mezanine se localizan las casetas de computación, el conmutador telefónico, seis salas de juntas y un auditorio con capacidad de 300 personas.

A partir de este nivel, se proyectó una torre de 20 pisos de altura, con una superficie por nivel de aproximadamente 600 mts^2. En esta torre se localiza el núcleo central de servicios en el que se instalarán siete elevadores, las escaleras de servicio y un núcleo de sanitario, alternándose en cada nivel para damas y caballeros.

Además en la planta baja se encuentra un estacionamiento descubierto con capacidad para noventa y ocho automóviles y unas zonas de jardinería para ornato auxiliar en la zona de exposiciones.

El primer paso a dar en el diseño de instalación hidráulica y sanitaria fué calcular las dimensiones y capacidad de la cisterna, así como el diámetro de la toma domiciliaria que debería ser pedida al Departamento del Distrito Federal. Las consi-

deraciones y el cálculo mencionado son los siguientes:

CALCULO No. 1

MEMORIA DE CALCULO DE LA TOMA DOMICILIARIA.

Area Oficinas.....	10,000 M^2
Dotación por M^2.	10 Lts..
Dotación oficinas	100,000 Lts.
Auditorio No. expectadores	300
Dotación por espectador	5 Lts.
Dotación espectadores	1,500 Lts.
No. de autos	214
Dotación por auto	10 Lts.
Dotación autos	2140 Lts.
Area exposiciones	2,274 M^2.
Dotación por M^2. Exp.	5 Lts.
Dotación exposiciones	11,370 Lts.
Area jardines.	1,000 M^2
Dotación por M^2 jardines	5 Lts.
Dotación riego jardines	5,000 Lts.
Futura demanda aire acondicionado	15,000 Lts.
Dotación diaria total	135,010 Lts.

LONG. EQUIV. CONEX.

Codos 90°	11x 1.85 =	20.35
Tee paso	1x0.50 =	0. 90
V. Globo	1x24.40=	24.40
V. Flot.	1x12.20=	12.20
Medidor	1x24.40=	24.40
		82.25

Reserva c/incendio (63 l.p.s. x 30 min.) 113,400 lt
Capacidad cisterna 250 M^3
Tiempo de servicio 8 Hs

Gasto requerido = Qr. $= \frac{135,010}{28,800} = 4.69$ l.p.s.

CALCULO DE TOMA CON ø 75mm = 0.075 M.

$Hf = 3.55 \times 1.48 = 5.25$

$H + H_c - hf = 10 + 3.15 - 5.48 = 7.67$ m.

H = 10 mts. Col. de agua

L = 75mts. long. de toma

* Le = 82.25

Lt = 82.25 + 75 = 157.25

Hc = Prof. cist. = 3.15 m.

Datos:

$R^{0.63} = 0.083$

$S = \frac{Hl}{Lt} = \frac{3.55}{157.25} = 0.026$

$S^{0.54} = 0.135$

a = 0.004769

$V = 0.85 \times 110 \times R^{0.63} \times S^{0,54} = 0.85 \times 110 \times 0.083 \times 0.135$

V = 1.04 m/seg.

Qi = v.a. Qi = 1.04 x 0.004769 = 0.0049 M^3/seg. = 4.9 Lts/seg.

COMO Qi > Qr LA TOMA CON ø 75mm ES CORRECTA.

Para seleccionar los equipos de bombeo del sistema de abastecimiento de agua a presión, se requirió hacer el siguiente cálculo:

CALCULO No. 2

MEMORIA DE CALCULO Y DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO PARA ABASTECIMIENTO DE LOS NUCLEOS SANITARIOS DEL NUEVO EDIFICIO ADMINISTRATIVO DEL INSTITUTO MEXICANO DEL COMERCIO EXTERIOR QUE SE CONSTRUYE EN LAS CALLES DE PACHUCA, EN LA COL. CONDESA EN ESTA CIUDAD.

A) CONSIDERACIONES.

Por la altura del edificio, se decidió utilizar dos sistemas de abastecimiento, alta y baja presión. A su vez, se dividirá cada una de ellos en otras dos, mediante válvulas reductoreas de presión. Con esta solución se podrá obtener una presión más uniforme en el abastecimiento a los diferentes servicios sanitarios.

El sistema de alta presión alimentará a los 14 niveles superiores (desde el nivel + 35.95, hasta el niv. + 81.45 de sanitarios), contando con válvula reductora de presión para los primeros 10 niveles (del 35.95 al 67.45).

El sistema de baja presión alimentará a los 12 niveles inferiores (desde el nivel - 4.62, hasta el niv. + 32.45 de sanitarios), contando con válvulas reductora de presión para los primeros 5 niveles (del - 4.62 al + 7.95)

Se ha diseñado un sistema de "CASCADA", es decir, el equipo de bombeo a alta presión, succionará de la descarga del de baja presión succionando este de la cisterna localizada en el sótano 2.

./.

De ésta manera el equipo de baja presión tendrá la capacidad total de gasto del edificio, con una carga suficiente para el niv. + 32.45 y el equipo de alta presión tendrá la capacidad de los 14 últimos niveles adicionando solamente la carga necesaria del niv. + 32.45 para abastecer al nivel + 81.45.

E) CALCULO.

1.- SISTEMA DE ALTA PRESION.

Estando el último servicio en el nivel + 81.45 y el tanque de presión en el niv. - 4.70, se obtiene una carga de: H = 81.45 + 4.7 = 86.15 m.

Suponiendo Δ Pfr = 13.85 m (perdida por fricción)

Se requiere una presión mínima por min. = 86.15 + 13.85 + 10 = 110 m.
(siendo 10 = presión operación de fluxómetros).

Con un rango diferencia de operación de 7.5 m. en cada uno de los equipos de bombeo (por los controles de presión), este ranto se duplica para obtener:

P. Máx. = 110 + 15 = 125m (presión paro al nivel del equipo)

Por lo que en e niv. + 81.45, tendremos una carga máxima de: 126 - 86.15 = 38.85 m.

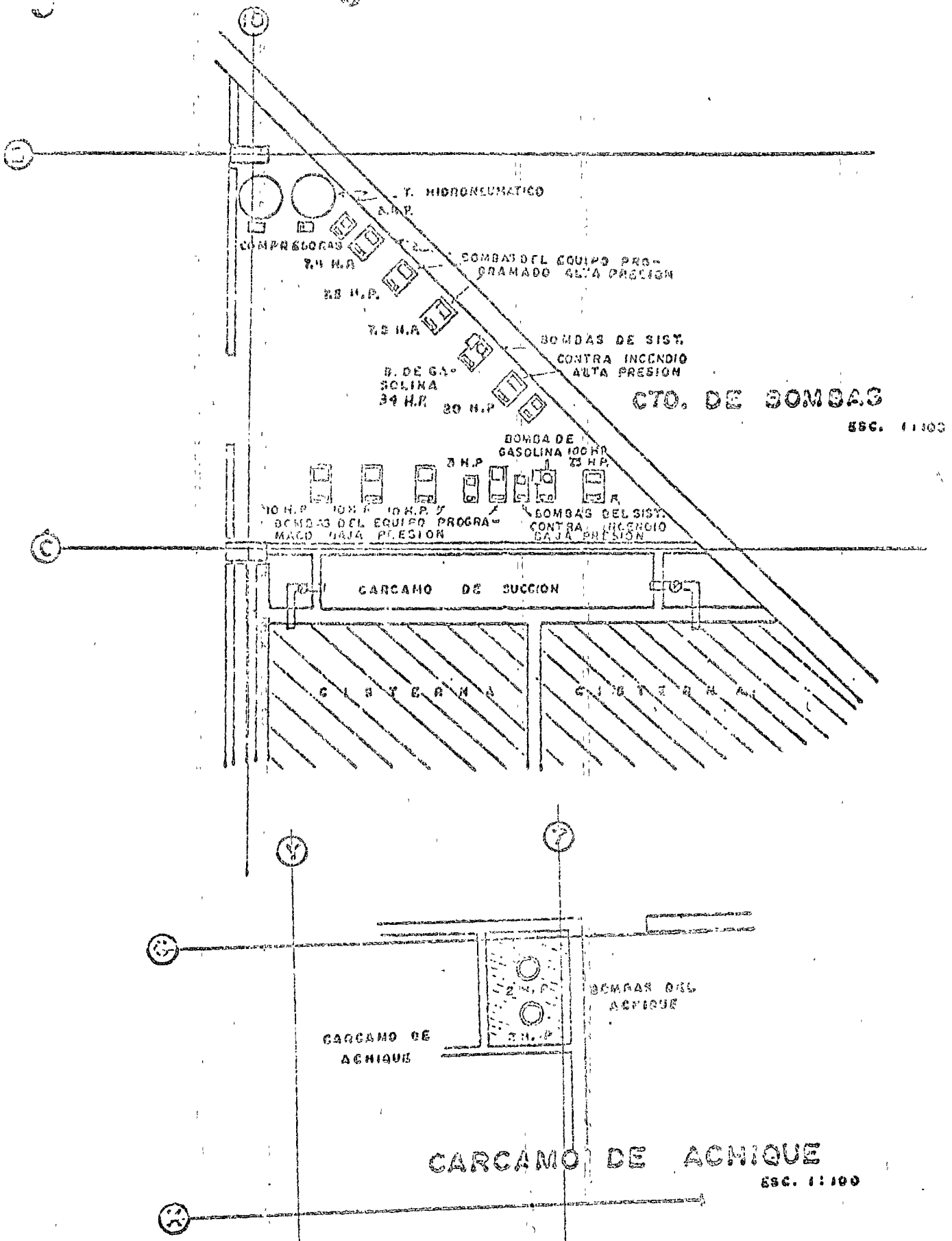
Limitando, para proteger los accesorios de los muebles sanitarios, la presión del suministro de agua a 5 Kg/cm^2 y tomando en cuenta que la altura de los entrepisos de 3.5m, deberá alimentarse de ésta columna exclusivamente a los cuatro sanitarios superiores (del niv. + 70.95 al nivel + 81.45) ya que en el niv. + 70.95, habrá una presión máxima de:

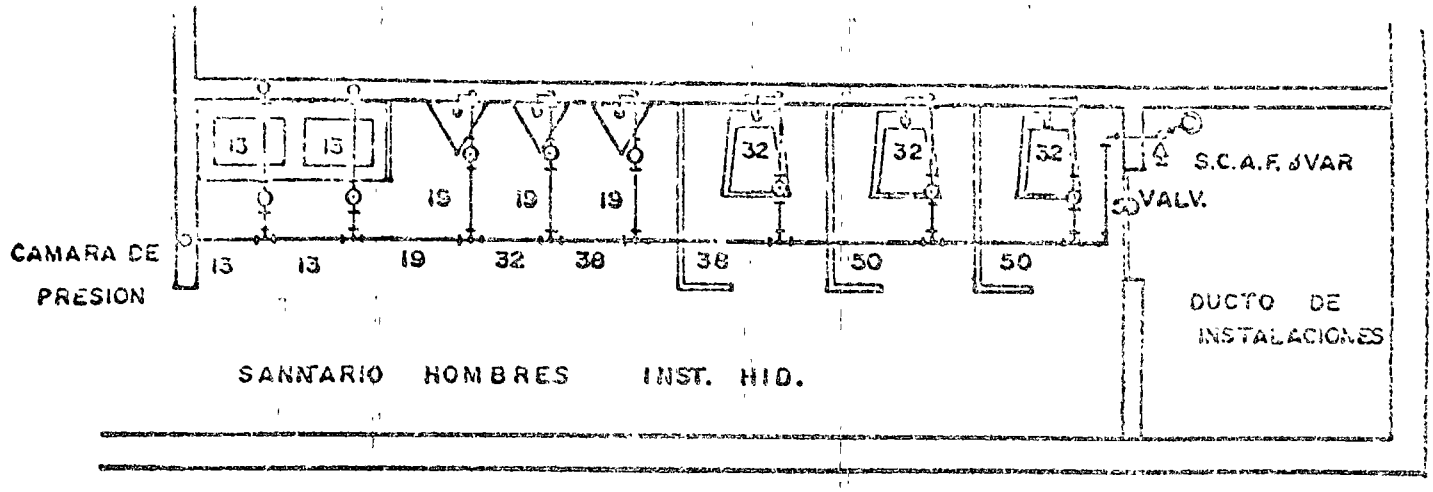
38.85 + 10.50 = 49.35 m. (equivalente a 4.936 Kg/cm^2)

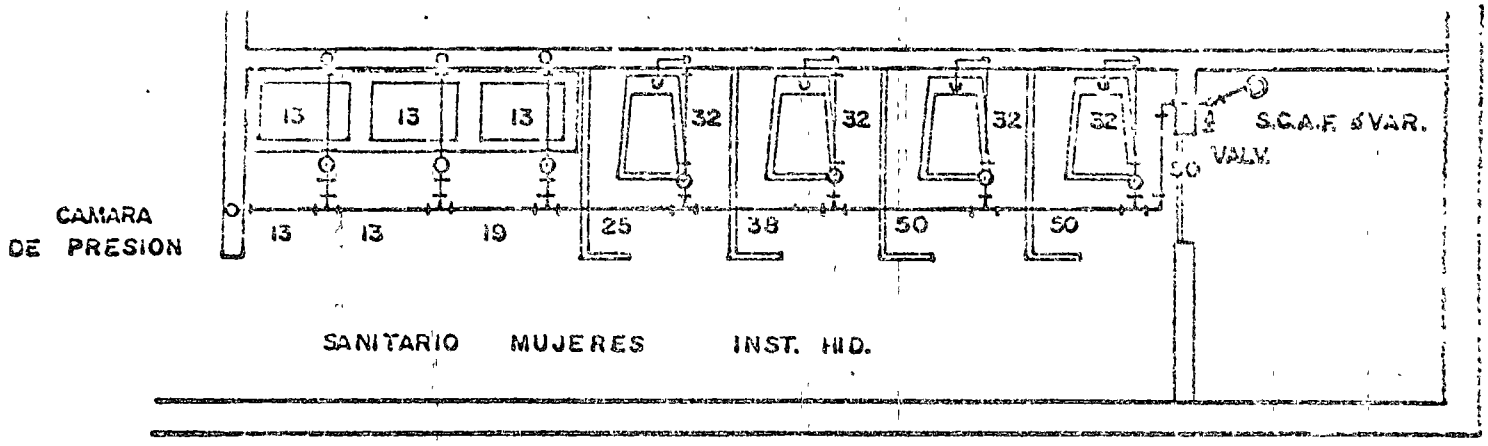
Continuando hacia los niveles inferiores, se debe considerar un ramal de

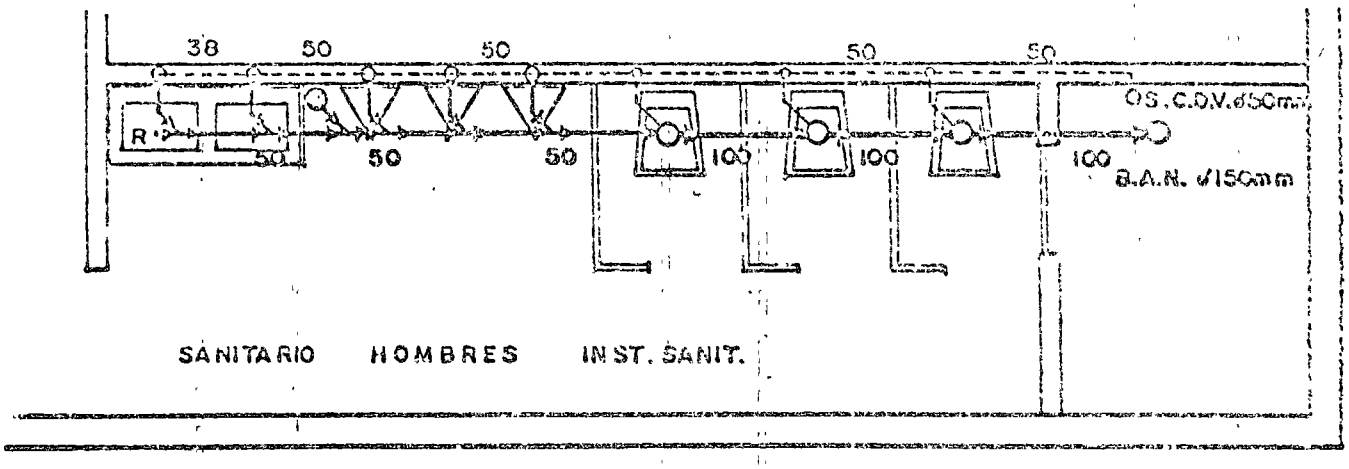
./.

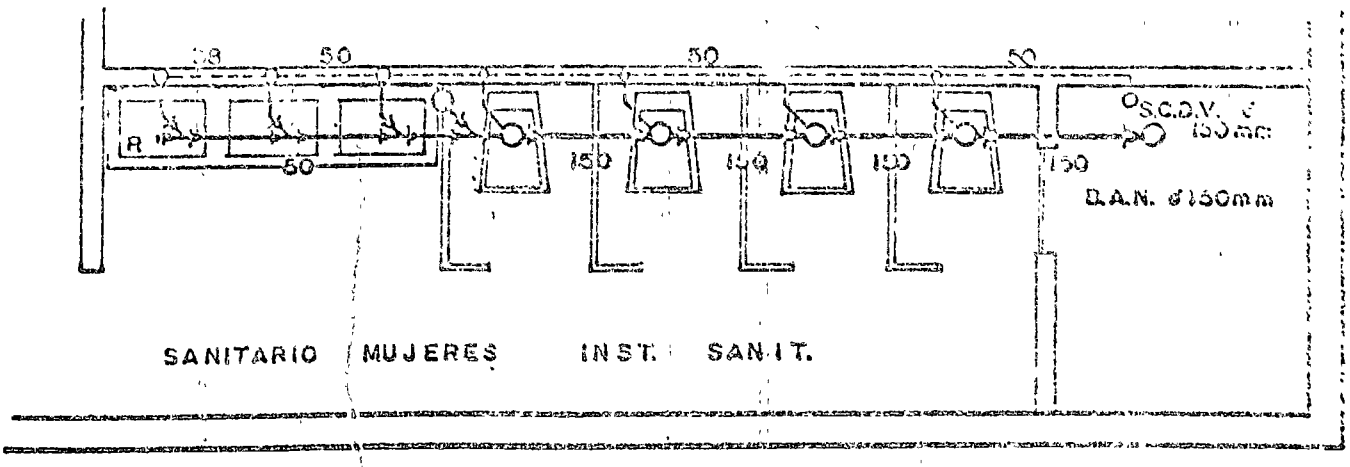
gutiérrez tello y cía, s. a.




13
13
19
19
19
32
32
32
S.C.A.F. ØVAR
VALV.
CAMARA DE PRESION
13
13
19
32
38
38
50
50
DUCTO DE INSTALACIONES
SANITARIO HOMBRES INST. HID.


13
13
13
32
32
32
32
S.C.A.F. ØVAR.
VALV.
CAMARA DE PRESION
13
13
19
25
38
50
50
SANITARIO MUJERES INST. HID.


38
50
50
50
50
R
50
50
50
100
100
100
S.C.D.V. Ø50mm
B.A.N. Ø150mm
SANITARIO HOMBRES INST. SANIT.


38
50
50
50
R
50
150
150
150
150
S.C.D.V. Ø 150mm
B.A.N. Ø150mm
SANITARIO MUJERES INST. SANIT.

la columna de este sistema en la que se instalará una estación reductora de presión, en el sanitario del niv. + 67.45, se requiere también una carga de 10 m. para la operación de los fluxómetros, en este nivel se estima una pérdida por fricción de 7 m, por que la carga total deberá ser de:

$$H = 10 + 7 = 17 \text{ m.}$$

Recordando la limitación de la presión del suministro a 5 Kg/cm^2, se obtiene una columna disponible para:

$$50 - 17 = 33m$$

Con la modulación de la altura de los entrepisos a 3.50 m. el máximo número de estos es de nueve, por lo que se decidió establecer el sanitario en el niv. + 35.95 como el más bajo de este sistema.

De esta manera la carga máxima en la columna en ese nivel es de:

Carga en niv. + 35.95 = carga en niv. + 81.45 + dif. niv. 35.95)

o sea : H = 38.85 + (81.45-35.95)
= 38.85 + 45.50 + 45.50 = 84.35

Por lo que deberán instalarse válvulas reductoras de presión con un rango de operación de 8.5 a 5 Kg/cm^2.

2.- DISTEMA DE BAJA PRESION

El sanitario inmediato inferior, corresponde al niv. + 32.45 que con relación al nivel del equipo (-4.70), está a 37.15 m. arriba, con una carga de operación de los mismos 10 m. de las consideraciones anteriores, más pérdida por fricción estimada en 7.85 m. y un diferencial de operación de 7.5 m. (de un solo equipo), se obtiene la carga máxima de operación del sistema:

$$H = 32.45 + 4.70 + 10.0 + 7.85 + 7.50 = 62.5 \text{ m.}$$

Por lo que en el nivel + 32.45 se dispondrá de una carga de:

$$62.5 - 32.45 - 4.70 \simeq 25.35 \text{ m.}$$

De los doce sanitarios inferiores del edificio, los siete superiores se encuentran dentro de las zonas de planta tipo y los cinco restantes a los niveles de planta mezanine, baja y sótanos 1 y 2, por lo que se decidió cortar la columna de alimentación de este sistema en esta división, es decir en forma directa a los siete superiores y con válvulas reductoras de presión a los cinco inferiores.

De esta manera la carga sobre el niv. + 11.45 será de.

$$26.35 + (32.45 - 11.45) \simeq 46.35 \text{ m.}$$

O sea se encuentra dentro de nuestras limitaciones de presión.

Previendo que en las exposiciones de planta baja algunas ocasiones se requiera un suministro para equipos especiales (de cocina, laboratorios, etc) con una presión mayor de la normal se ha decidido dejar una carga de 32mm en este nivel (equivalente a 3.2 Kg/cm^2), por lo que la carga en el niv. + 7.85 será de: 25 m.

En estas circunstancias, la estación reductora de presión deberá tener el siguiente rango:

Carga en nivel + 7.45 ——— 25 m.

Carga en nivel - 4.62 ——— 25 m. + 7.45 + 4.62 + 2.63 (nf)

Cómo en el niv. - 4.70, se dispone de una carga máxima de 62.5 m, las válvulas reductoras de presión deberán operar:

de 6.25 a 4.0 Kg/cm^2.

./.

3.- GASTO

Los cuatro sanitarios de los niveles superiores (dos de damas y dos de caballeros) tienen un total de:

Inodoros	14 x 10	140
Mingitorios	6 x 5	30
Lavabos	10 x 2	20
(+ reserva p/ futuros 1 toilet por nivel)		32
		222 U.M.

22 U.M. Equivalente a un gasto de 6.l.p.s.

Los siguientes diez sanitarios, (cinco de damas y cinco de caballeros) en los que se ha considerado también una presión para futuras instalaciones de 8 U.M. por nivel, tienen:

Inodoros	24 x 10 =	240
Mingitorios	12 x 5 =	60
Lavabos	25x 2=	50
Preparaciones	10x 8=	80
		555 U.M.

555 U.M. equivalente a un gasto de 9.5 l.p.s.

Lo que indica que el sistema de alta presión tendrá un gasto de:

222 + 555 = 777 U.M.

777 U.M., equivalente a un gasto de 11.2 l.p.s.

Los siete niveles superiores del sistema de baja presión (tres de damas y cuatro de caballeros), en los que hay la misma consideración de ampliaciones futuras, tienen:

Inodoros	24 x 10 =	240
Mingitorios	12 x 5 =	60
Lavabos	17 x 2 =	34
Preparaciones	7 x 8 =	56
		390 U.M.

390 U.M., equivalente a un gasto de 8 l.p.s../.

Los cinco niveles inferiores de sanitarios del edificio, adicionando los núcleos sanitarios y otras demandas de planta mezzanine, planta baja y sótano, tienen:

Inodoros	26x 10 =	260
Mingitorios	17x 5 =	85
Lavabos	24x 2 =	48
Regaderas	5x 4 =	20
Tarjas	1x 4 =	4
Salidas	11x3 =	33
		450 U.M.

450 U.M. equivalente a 8.5 l.p.s.

Con los datos anteriores se obtienen el gasto de la columna de baja presión:

390 + 450 = 840 U.M.
840 U.M. equivalen a un gasto de 12 l.p.s.

Además se obtiene el gasto total del edificio, que es como se estableció en un principio, el gasto del sistema de baja presión.

Alta presión	777 U.M.
Baja presión	840 U.M.
E =	1,617 U.M.

1,617 U.M, equivalen a un gasto de Q total = 17.5 l.p.s.

Los gastos (ó capacidades) de las válvulas reductoras de presión deberán ser:

I.- El sistema de alta presión--------9.5 l.p.s.

II.- El sistema de baja presión--------8.5 lp.s

C.- OPERACION DE LOS EQUIPOS

Los equipos trabajan en forma automática, programados por controles de presión.

El sistema de baja presión contará con bomba piloto, compresora con tanque de presión de aire y cuatro bombas de servicio.

La bomba piloto mantendrá la presión en el tanque cuando las demandas sean pequeñas; al incrementarse éstas, en forma automática se conectará sucesivamente las bombas de servicio hasta satisfacer las demandas desconectándose sucesivamente conforme ésta vaya decreciendo, hasta quedar disponible únicamente la bomba piloto.

El funcionamiento de las bombas de trabajo se alternará en forma automática en cada uno de los ciclos de operación.

El equipo de alta presión estará constituído por una bomba piloto, una compresora con tanque de presión de aire y tres bombas de servicio debiendo tener una operación similar a la del sistema de baja presión.

D).- DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS.

Los equipos seleccionados tienen las siguientes características:

1.- Bomba tipo centrífuga horizontal, acoplada directamente a motor eléctrico horizontal a prueba de goteo de 3 H.P, 220/440 volts, 3 fases, 2 polos, 2900/3450 R.P.M. 50/60 ciclos, con capacidad de 2.75 l.p.s. en la presión de arranque de 5.65 Kg/cm^2 y 2.08 l.p.s. en la presión de paro de 6.40 Kg/cm^2.

CUATRO.- Bombas tipo centrífugas horizontales con succiones de 51mm y descarga de 38mm, acopladas directamente a motores eléctricos horizontales a prueba de goteo de 10.H.P, 220/440 volts, 3 fases, 50/ 60 ciclos, 2900 r.p.m., 2 polos, teniendo cada una, la capacidad de 3.7 l.p.s., en la presión de arranque de 5.65 Kg/cm^2 y de 6.93 l.p.s. en la presión de paro de 6.40 Kg/cm^2.

UN.- Tanque de presión cilíndrico horizontal con capacidad nominal de 2500 lts.

./.

(1.16 x 2.44), fabricado con lámina 5/16" para una presión de trabajo de 9 Kg/cm^2.

UN.- Control de operación electrónica marca Sidus, construído a base de dos módulos de circuito impreso, modelo TPO-SBA-1x30 - 4 x 100-LBS Alar con instalación eléctrica totalmente hecha de fábrica que contendrá en su interior lo siguiente:

a) Alternador simultaneador para cuatro bombas y operación de un piloto

b) Protección por bajo nivel de succión.

c) Control de operación por presión en el tanque.

d) Control de compresor.

e) Arrancadores magnéticos a tensión completa con protección térmica para las bombas y el compresor.

f).- Interruptores termomagnéticos para las bombas, control y compresor

g).- Seis luces piloto.

j).- Alarma visual y auditiva.

UNA.- Compresora acoplada por medio de banda a motor eléctrico de 3/4 H.P, 220 volts, 3 fases, 4 polos, 1750 r.p.m.

UNA.- Válvula solenoide de tres vías con bobina de 220 volts (6mm)

UN.- Manómetro de carátula de 115 mm, con escala de 0 a 7 Kg/cm^2

UN.- Tubo de nivel con llaves de prueba.

UNA.- Válvula de seguridad de 19mm, marca Magna.

2.- SISTEMA DE ALTA PRESION.

UNA.- Bomba tipo centrífuga horizontal, acoplada directamente a motor eléctrico horizontal, a prueba de goteo de 3 H.P, 220/440 volts, 3 fases, 2 polos, 2900 /3450, e.p.m. 50/60 ciclos, con capacidad de 2.33 l.p.s. en la presión de arranque de 6.25 Kg/cm^2 y de 1.58 l.p.s. en la presión de paro de 7.0 Kg/cm^2.

./.

TRES.- Bombas tipo centrífuga horizontales, con succión de 51mm y descarga de 38mm con sello mecánico, acoplado directamente a motores eléctricos a prueba de goteo de 7.5 H.P, 220/440 volts, 3 fases, 2 polos, 50/60 ciclos, 2900 /3450 r.p.m.

UN.- Tanque de presión cilíndrico horizontal con capacidad nominal de 2.500 lts., 1.16x 2.44 m., fabricado con lámina 7/16" para una presión de trabajo de 14 Kg/cm.

UN.- Control de operación electrónica marca Sidus construído a base de módulos de circuito impreso, modelo TPO-BA-Ix30-3 x 7.50 -LBS- Alar con instalación eléctrica totalmente hecha en fábrica que contendrá en su interior lo siguiente:

a) Alternador simultaneador para cuatro bombas,

b).- Protección por bajo nivel de succión.

c).- Control de operación por presión en el tanque.

d).- Control de compresor.

e).- Arrancadores magnéticos a tensión completa con protección térmica para las bombas y el compresor.

f).- Interruptores termomagnéticos para las bombas, control y compresor,

g).- Cinco luces piloto.

h) .- Cinco selectores de tres posiciones.

i).- Alarma visual y auditiva.

UNA.- Compresora acoplada por medio de banda a un motor eléctrico de 1 H.P, 220 volts, 3 fases, 4 polos, 1450/1750 r.p.m.

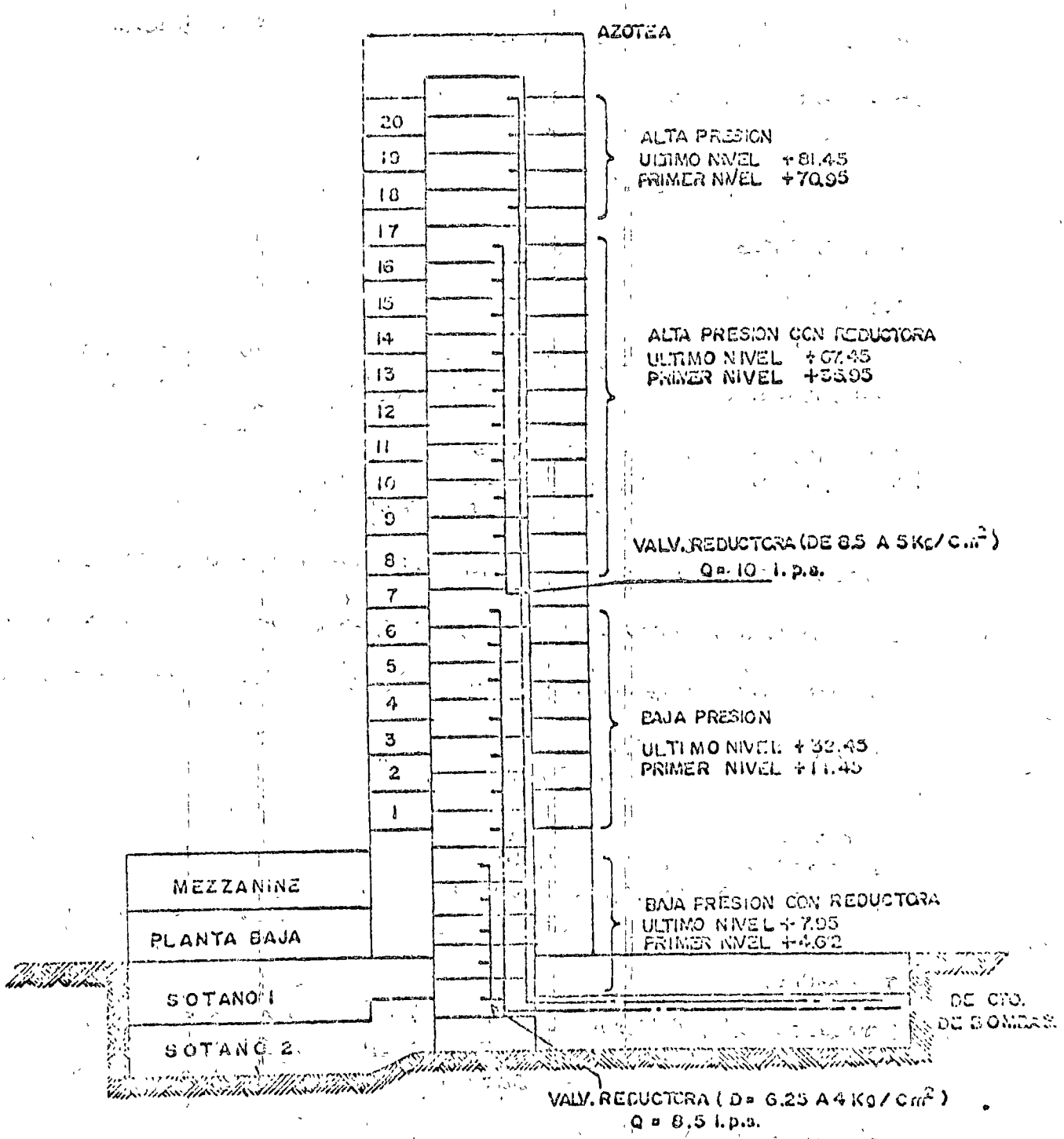
UN.- Manómetro de carátula de 118mm, con escala de 6 a 14 Kg/cm^2.

UN.- Tubo de nivel con llaves de prueba.

UNA.- Válvula de seguridad de 19mm marca Magna.

INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR

NUEVO EDIFICIO ADMINISTRATIVO



CORTE DE COLUMNAS DE AGUA FRIA ALTA Y BAJA PRESION

A continuación, se diseñó el sistema de abastecimiento en el interior de los núcleos sanitarios, pero en diferentes plantas del edificio, así como el cálculo correspondiente de las redes de alimentación en las diferentes presiones, obteniéndose el siguiente:

CALCULO No. 3

SANITARIOS DAMAS.

TRAMO "A"

Lavabos 3 x 2 =	6 U.M. de llave	Consultamos la tabla de equivalación de U.M. a gasto (fig. 5, Hoja 2-22)
Lavabos 4 x10=	40 U. M. de válvula	

6 U. M. de llave ≃ 0.4 l.p.s.
40 U. M. de válvula ≃ 2.8 l.p.s.
3.2 l.p.s. Gasto total

Calculamos el diámetro necesario en tubo de cobre en tabla 6, hoja 2-24

Localizamos el gasto (3.2 l.p.s.), consideramos la pérdida por fricción (Hf) entre 5 y 10% y en la interconexión de las líneas, tomamos el diámetro inmediato superior

Ø 50mm Hf = 7%

Tramo "B"

Lavabos 3 x 2 =	6 U.M. de llave ≃	0.4 l.p.s.
Inodoros3 x10 =	30 U.M. de válvula ≃	2.6 l.p.s.
	Gasto total	3.0 l.p.s. Ø 50mm Hf=5.5%

TRAMO "C"

Lavabos 3 x 2 =	6 U.M. de llave ≃	0.4 l.p.s.
2 x10=	20 U.M. de válvula ≃	2.2 l.p.s.
	Gasto total.	2.6 l.p.s. Ø 50mm Hf=4.5%

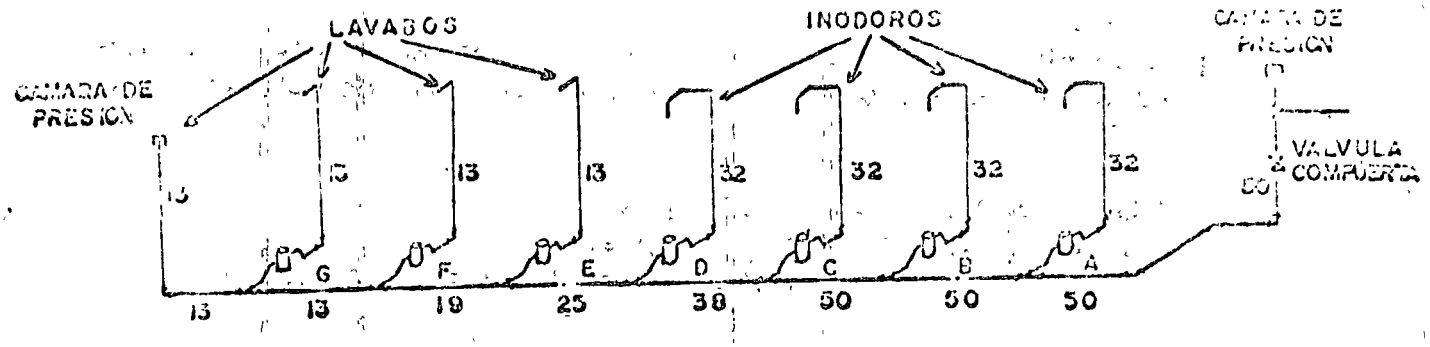
TRAMO "D"

Lavabos 3x 2 =	6 U.M.	de llave ≃	0.4 l.p.s.
1x10 =	10 U.M.	de válvula ≃	1.7 l.p.s.
			2.1 l.p.s. Ø 38mm Hf=12%

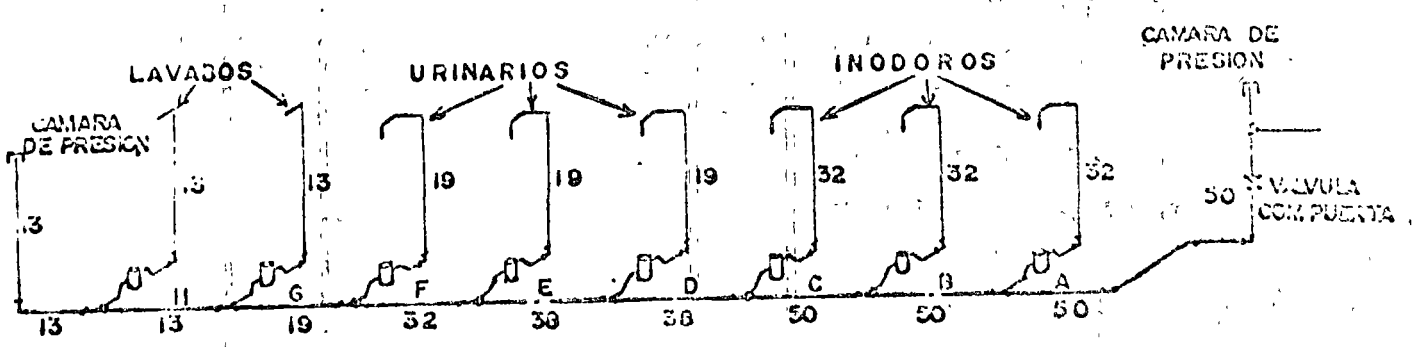
Tramo "F"

Lavabos 2 x 2 = 4 U.M. de llave ≃ 03 l.p.s.

etc., etc.



SANITARIO MUJERES



SANITARIO HOMBRES

SANITARIOS DE CABALLEROS

TRAMO "A"

Lavabos 2 x 2 = 4 U.M. de llave
Urinarios 3x5 = 15 U.M. de válvula } Sumamos unidades iguales
Inodoros 3x10 = 30 U.M. de válvula } 45 U. M. de válvula

4 U.M. de llave ≅ 0.3 l.p.s.
45 U.M. de válvula ≅ 3.1 l.p.s.
3.4 l.p.s. Hf=7.5% ø 50 mm.

Tramo "B"
Lavabos 2 x 2 = 4 U.M. de llave ≅ 0.3 l.p.s.
Urinarios 3 x 5 = 15 U.M. de válv. } 35 U.M. ≅ 2.7 l.p.s.
Inodoros 2 x 10 = 20 U.M. de válv. } 3.0 l.p.s. ø 50mm Hf=6%

TRAMO "C"

Lavabos 2 x 2 = 4 U.M. de llave ≅ 0.3 l.p.s.
Urinarios 3x5 = 15 U.M. de válv. } 25 U.M. ≅ 2.4 l.p.s.
Inodoros 1x10 = 10 U.M. de válv. } 2.7 l.p.s. ø 50mm Hf=4.5%

TRAMO "D"

Lavabos 2 x 2 = 4 U.M. de llave ≅ 0.3 l.p.s.
3 x 5 = 15 U.M. de válv. ≅ 2.0 l.p.s.
2.3 l.p.s. ø 38mm Hf=13%

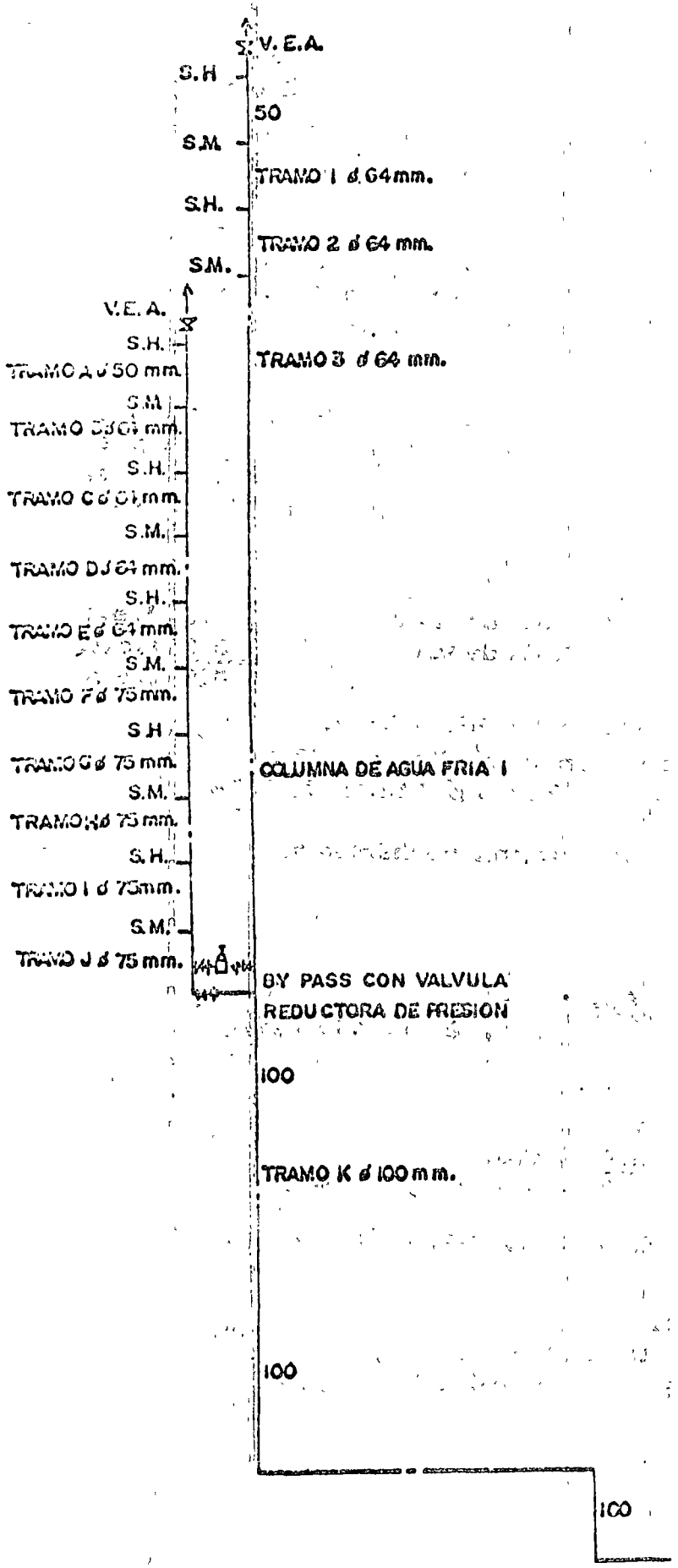
TRAMO "E"

Lavabos 2 x 2 = 4 U.M. de llave ≅ 0.3 l.p.s.
Urinarios 2x 5 = 10 U.M. de válv. ≅ 1.7 l.p.s.
2.0 l.p.s. ø 38mm Hf=11%

TRAMO "F"
Lavabos 2 x 2 = 4 U.M. do llave ≅ 0.3 l.p.s.
1x 5 = 5 U.M. de llave ≅ 1.2 l. p.s.
1.5 l.p.s. ø 32mm Hf=15%

TRAMO "G" ø 19mm

TRAMO "H" ø 19mm



DEL EQUIPO HIDRONEUMATICO
DE ALTA PRESION

COLUMNA DE ALTA PRESION - 1

Sanitarios Damas — 6 U.M. de llave
40 U.M. de válvula.

Sanitarios hombres — 4 U.M. de llave
45 U.M. de válvula

TRAMO 1

6 + 4 = 10 U. M. de llave ≃ 0.5 l.p.s.
40 +45 = 85 U.M. de válvula ≃ 3.9 l.p.s.
Gasto total 4.4 l.p.s.
Ø 64mm, Hf = 3.6%

TRAMO 2

U.M. acumulada 10 + 6 = 16 U.M. de llave ≃ 0.7 l.p.s.
De 1 85 +40 = 125 U.M. de válv. ≃ 4.7 l.p.s.
5.4 l.p.s.
Ø 64mm Hf .5.4%

TRAMO 3.

U. M. acum. 16 + 4 = 20 U.M. de llave ≃ 0.9 l.p.s.
De 2 125 + 25 = 170 U.M. de válvula ≃ 5.3 l.p.s.
6.2 l.p.s.

COLUMNA DE ALTA PRESION -2

TRAMO A Igual a la alimentación del sanitario Ø 50mm
TRAMO B Igual al tramo 1 de A.P. - 1 Ø 64mm Hf. 3.6%

Por tanteos calculamos donde cambia de diámetro.

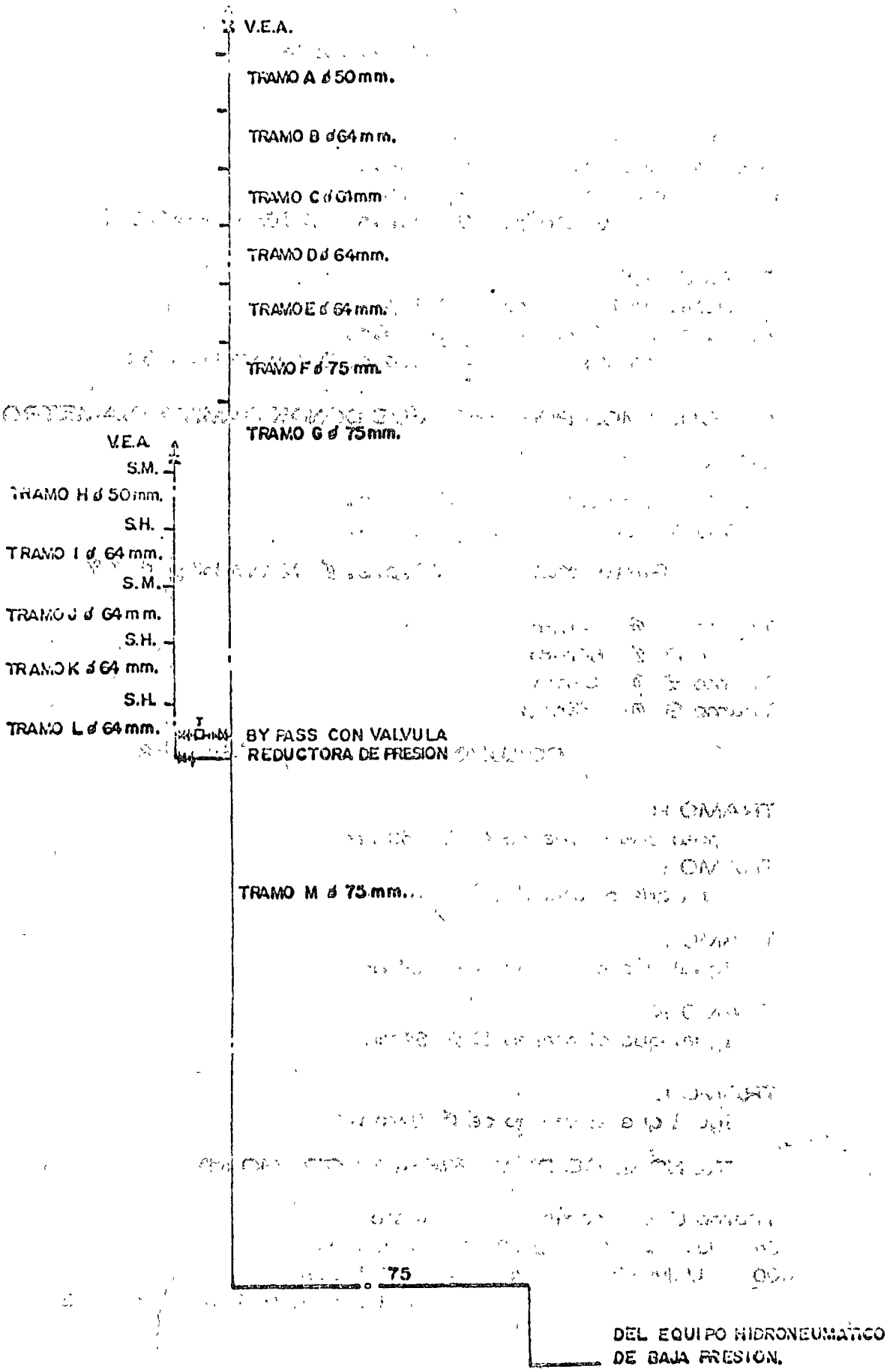
TRAMO "F"
No. total de U.M.
30 U.M. de llave ≃ 1.3 l.p.s.
255 U.M. de válv. ≃ 6.4 l.p.s.
Gasto total: 7.7 l.p.s. Ø 75mm Hf 4.7%

TRAMO "J"
No. total de U.M.
50 U.M. de llave ≃ 1.8 l.p.s.
425 U.M. de válv. ≃ 8.4 l.p.s.
10.2 l.p.s. Ø 75mm Hf 8%

TRONCAL DE ALTA PRESION TRAMO "K"

Unidades muebles.

Tramo 3 + Tramo J.
20 U.M. + 50 U.M. = 70 U.M. de llave 2.2 l.p.s.
170 U.M. +425 U.M. = 595 U.M. de válv. 10.0 l.p.s.
12.2 l.p.s. Ø 100mm Hf 2.5%


V.E.A.
TRAMO A ø 50 mm.
TRAMO B ø 64 mm.
TRAMO C ø 64 mm.
TRAMO D ø 64 mm.
TRAMO E ø 64 mm.
TRAMO F ø 75 mm.
TRAMO G ø 75 mm.
V.E.A.
S.M.
TRAMO H ø 50 mm.
S.H.
TRAMO I ø 64 mm.
S.M.
TRAMO J ø 64 mm.
S.H.
TRAMO K ø 64 mm.
S.H.
TRAMO L ø 64 mm.
BY PASS CON VALVULA
REDUCTORA DE PRESION
TRAMO M ø 75 mm.
75
DEL EQUIPO HIDRONEUMATICO
DE BAJA PRESION.

COLUMNA DE BAJA PRESION -1 -

Tramo "A"		Gasto	
4 U.M. de llave	≃	0.3 l.p.s.	
45 U.M. de válv.	≃	3.1 l.p.s.	
Gasto T.		3.4 l.p.s.	Ø 50mm Hf=7.5 %

TRAMO "B"			
10 U.M. de llave	≃	0.5 l.p.s.	
85 U.M. de válv.	≃	3.9 l.p.s.	
Gasto total		4.4 l.p.s.	Ø 64mm Hf=3.6%

CALCULAMOS POR TANTEOS DONDE CAMBIA DIAMETRO.

TRAMO "F"

30 U.M. de llave	≃	1.3 l.p.s.	
255 U.M. de válv.	≃	6.4 l.p.s.	
Gasto total		7.7 l.p.s.	Ø 75mm Hf = 4.7 %

Tramo C Ø 64mm
Tramo D Ø 64mm
Tramo E Ø 64mm
Tramo G Ø 75mm

COLUMNA DE BAJA PRESION -2

TRAMO H
Igual que el tramo A Ø 50mm

TRAMO I
Igual que el tramo B Ø 64mm

TRAMO J
Igual que el tramo C Ø 64mm

TRAMO K
Igual que el tramo D Ø 64mm

TRAMO L
Igual que el tramo de Ø 64mm

TRONCAL DE BAJA PRESION (TRAMO M)

Tramo G + Tramo L				Gasto	
34	U.M.+	24	= 58	≃	2.0 l.p.s.
300	U.M+	215	= 515	≃	9.1 l.p.s.
					11.1 l.p.s. Ø 75mm Hf. 9.5 %

El siguiente paso corresponde al diseño y cálculo de las líneas de desagüe para el sistema de aguas negras y jabonosas en los núcleos sanitarios, habiéndose llegado a las siguientes conclusiones.

CALCULO No. 4

SANITARIOS HOMBRES

Lavabos	2	x	2	= 4
Urinarios	3	x	4	= 12
Inodoros	3	x	8	= 24
				40 U.D.

Localizamos este dato en la tabla No. 12, Hoja 4-22 y nos da 100mm (Admite un máximo de 90 U.D.

SANITARIO MUJERES.

Lavabos	3	x	2	=	6 U.D.
Inodoros	4	x	8	=	32 U.D.
					38 U.D. Ø 100mm

Bajadas de aguas negras.

Como la carga máxima es la que rige, el diámetro de la bajada de aguas negras, únicamente calculamos el punto más bajo de la B.A.N.

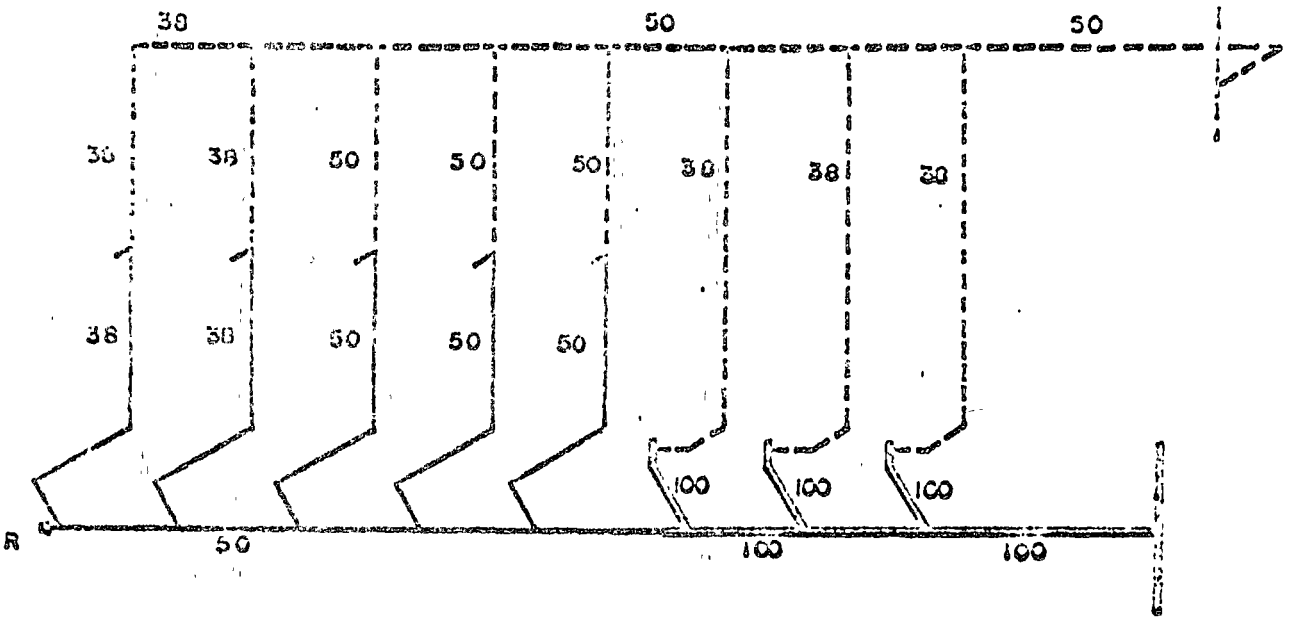
COLUMNA DE DESAGUE (B.A.N.)

Lavabos	60x2	=	120 U.D.
Urinarios	36x4	=	144 U.D.
Inodoros	84 x8	=	672 U.D.
			936 U.D.

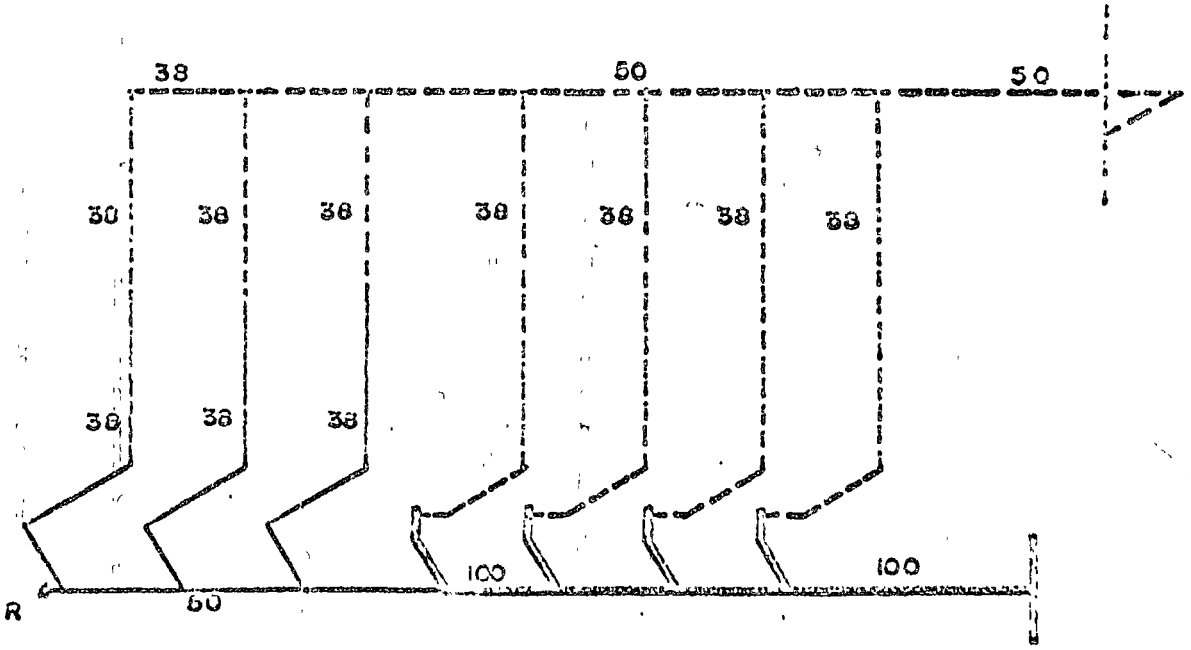
+ 8.00 U.D. por piso (preparaciones) 160 Ud.

Total = 1096 U.D.

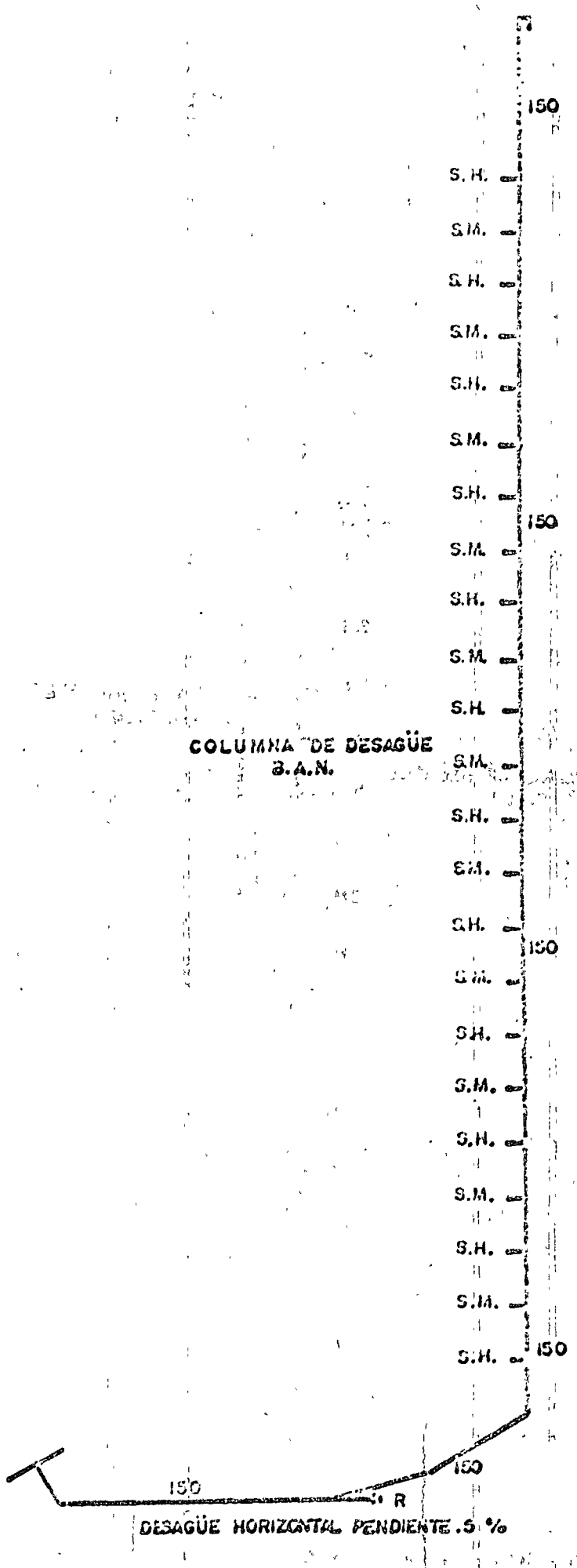
Consultamos la Tabla No. 14, Hoja 4-23

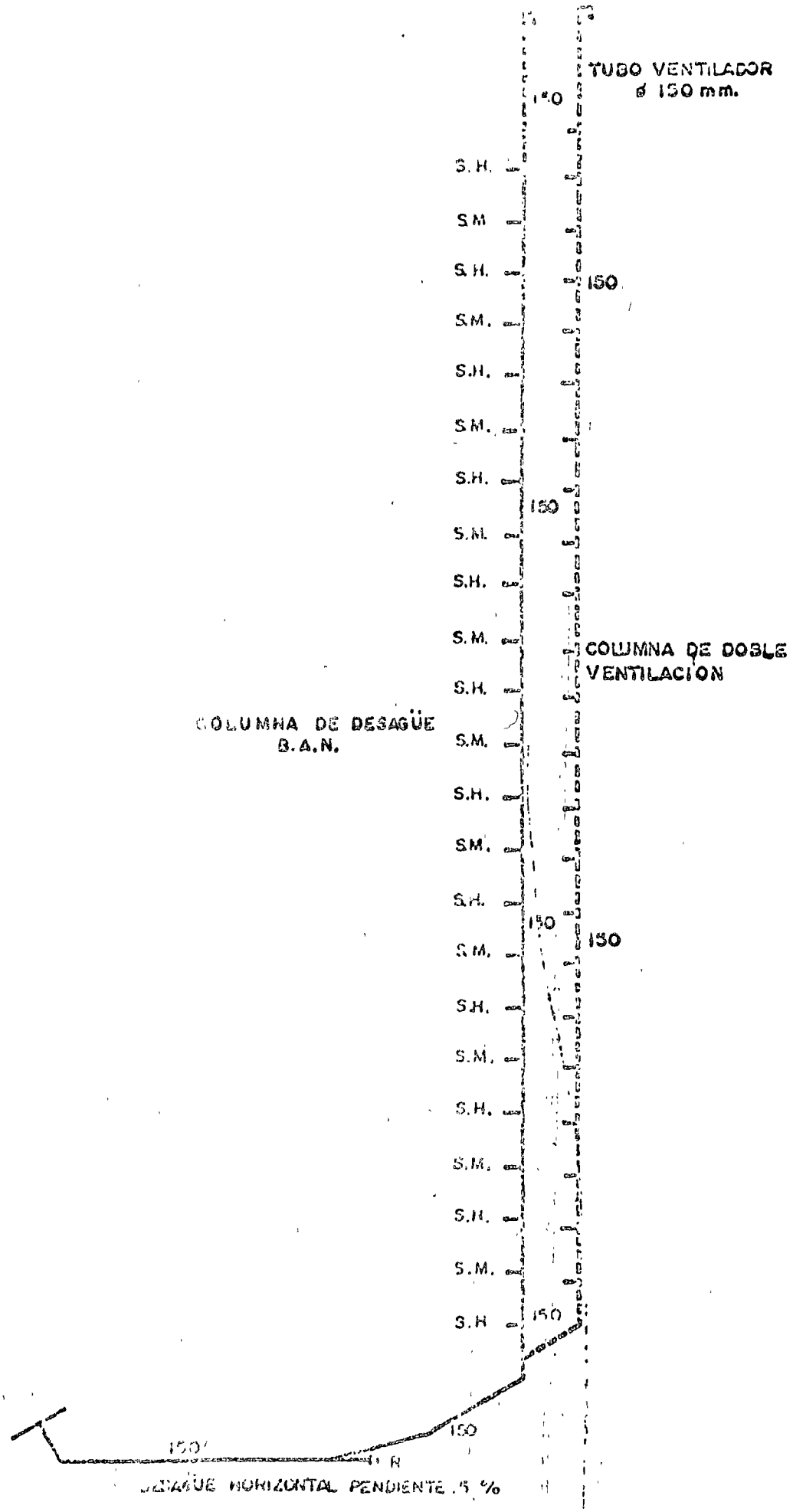


DESAGÜE SANITARIO HOMBRES



DESAGÜE SANITARIO MUJERES


150
S.H.
S.M.
S.H.
S.M.
S.H.
S.M.
S.H.
150
S.M.
S.H.
S.M.
S.H.
COLUMNA DE DESAGÜE
B.A.N.
S.M.
S.H.
S.M.
S.H.
150
S.M.
S.H.
S.M.
S.H.
S.M.
S.H.
S.M.
S.H.
150
150
150
R
DESAGÜE HORIZONTAL PENDIENTE .5 %


TUBO VENTILADOR
ø 150 mm.
1°0
S.H.
S.M
S.H.
150
S.M.
S.H.
S.M.
S.H.
150
S.M.
S.H.
S.M.
COLUMNA DE DOBLE
VENTILACION
S.H.
COLUMNA DE DESAGÜE
B.A.N.
S.M.
S.H.
S.M.
S.H.
150
S.M.
150
S.H.
S.M.
S.H.
S.M.
S.H.
S.M.
S.H
150
150
150
DESAGÜE HORIZONTAL PENDIENTE .5 %

Buscamos en el renglón de bajada con desagües en más de tres niveles y localizamos 1100 U.D. que corresponde a 125 mm, como la bajada la proyectamos en fo. fo. y en este material, existen 100 y 150mm, elegimos 150mm.

DESAGUE HORIZONTAL

Por razones constructivas hubo necesidad de darle una pendiente máxima de 0.5%.

Consultando la tabla No. 13 hoja 4-23.

Localizamos en 0.5% las U.D. y nos dá un diámetro de 200mm 8".

O O O

Se diseñó un sistema de doble ventilación unitaria para los diferentes muebles sanitarios del conjunto, con interconexiones a una columna general de doble ventilación alojada en el ducto de instalaciones del núcleo central, con las siguientes dimensiones:

CALCULO No. 5

Datos : No. de pisos 20
U.D. de la B.A.N. 1096 UD.
diámetro de la B.A.N. 150mm

De la tabla No. 15 Hoja 4-24, nos da un diámetro de columna de doble ventilación de 125mm, como la proyectamos en fierro fundido y no hay este diámetro, quedará 150mm.

O O O

Para recibir las precipitaciones pluviales en las azoteas de los diferentes niveles del edificio se tomó en cuenta una precipitación de 150mm/hora con las siguientes consideraciones:

./.

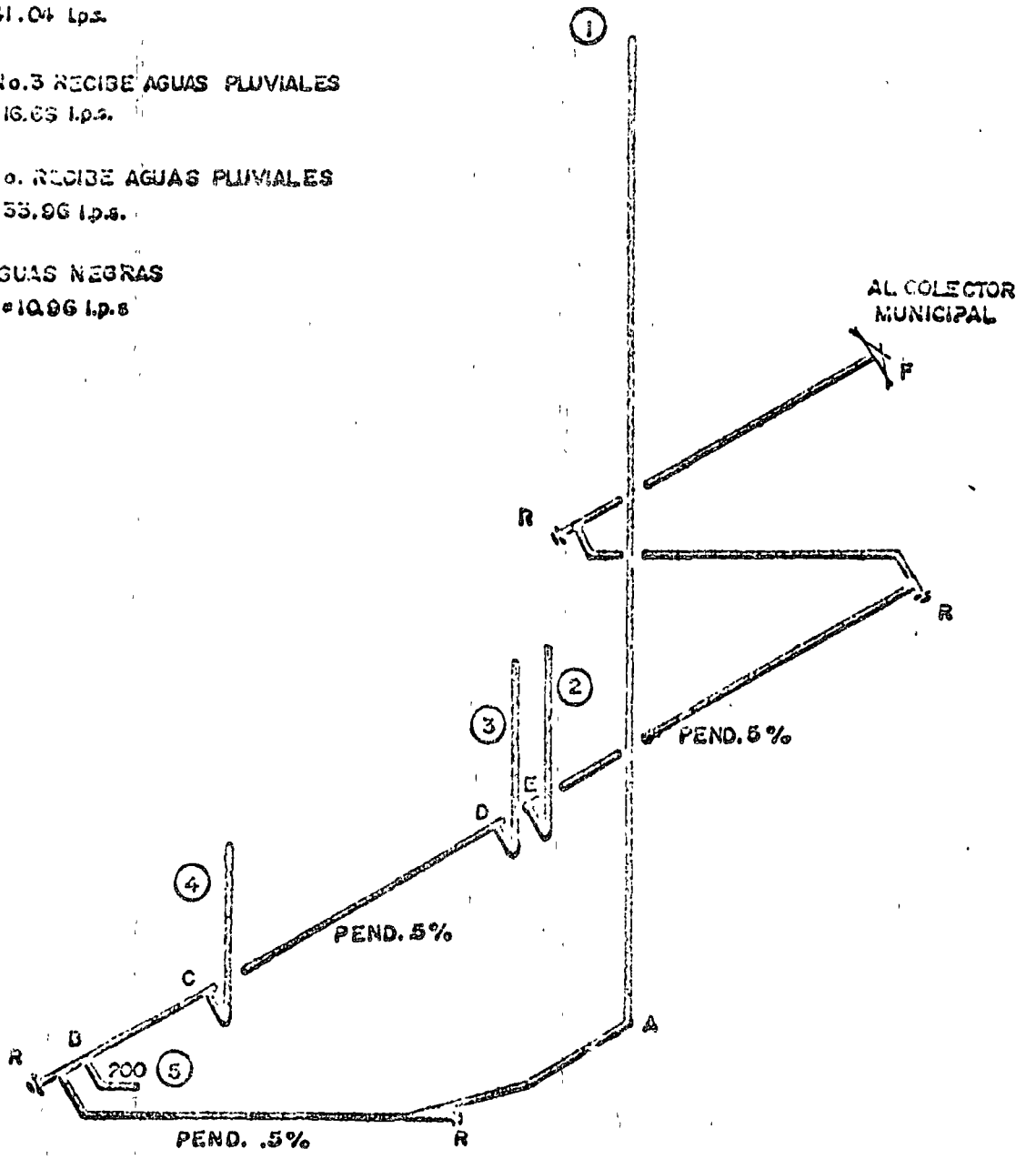
1- BAJADA No. 1 RECIBE AGUAS PLUVIALES (TORRE)
625 m^2 = 26 lps.

2- BAJADA No. 2 RECIBE AGUAS PLUVIALES
985 m^2 = 41.04 lps.

3- BAJADA No. 3 RECIBE AGUAS PLUVIALES
400 m^2 = 16.66 l.p.s.

4- BAJADA No. RECIBE AGUAS PLUVIALES
815 m^2 = 33.96 l.p.s.

5- RECIBE AGUAS NEGRAS
1096 u.d. = 10.96 l.p.s



CALCULO No. 6 DE SISTEMA DE AGUAS PLUVIALES

A).- Cálculo de bajadas.

1.- B.A.P. No. 1 Para el cálculo de esta bajada consultamos la tabla No. 9, la cual se refiere a bajadas pluviales llenas a la cuarta parte y en la columna de 150mm/h., que corresponde a la precipitación pluvial en el D.F. En dicha columna, vemos que para 625 M^2 (ver diagrama) necesitamos un diámetro de 200mm, con capacidad máxima de 1015 M^2.

2.- B.A.P. No. 2. Para esta bajada procederemos de la misma manera, es decir que 985 M^2, corresponde un diámetro de 200mm, con capacidad máxima de 1015 M^2.

3.- B.A.P. No. 3 y 4. Para estos casos se sigue el mismo procedimiento que los números 1 y 2 y tenemos que para dichas áreas (400 M^2 y 815 M^2), corresponde el diámetro de 150mm y 200mm respectivamente.

NOTA: En el cálculo del área de las bajadas anteriores se consideró en un 50% el área de las fachadas, tomando en cuenta el ángulo de incidencia de la lluvia (30°)

B).- CALCULO DE DESAGUES HORIZONTALES.

1.- Tramo A-B. Este tramo recibe la bajada de aguas pluviales No. 1, con 625 M^2 y una pendiente de 0.6%

Con estos datos podemos conocer el diámetro de dicho tramo, usando la tabla No. 10, Hoja 4-20, la cual se refiere a desagües a tubo lleno, con pendiente del 1%. Como la pendiente en este caso es del

0.5%, debemos tomar en cuenta la nota de la misma tabla.

Haciendo operaciones tenemos que 1237 M^2, multiplicado por la raiz de 0.5 = (0.7) nos da 866 M^2 (Area más aproximada a 625 M^2), que corresponde a un diámetro de 250mm.

2- TRAMO B-C.

De la bajada No. 1, recibimos 625 M^2 = 26 l.p.s.más la descarga de la B.A.N. 1096 U.D. = 10.96 l.p.s. de modo que el tramo BC , lleva: 26 + 10.96 = 36.96 l.p.s. y se requiere un tubo de 300mm de diámetro, al 0.5% de pendiente.

3.- TRAMO C-D.

Gasto acumulado = 36.96 l.p.s. + B.A.P - 4 = 33.96 l.p.s.

36.96 + 33.96 = 70.92 l.p.s., se requiere un tubo de 380mm de diámetro al 0.5% de pendiente.

4.- TRAMO D-E.

Gasto acumulado = 70.92 l.p.s. + B.A.P. -3 = 16.66 l.p.s.

70.92 + 16.66 = 87.58 l.p.s., se requiere un tubo de 380 mm de diámetro, al 0.5% de pendiente.

5.- TRAMO E-F.

Gasto acumulado = 87.58 l.p.s. + B.A.P.-2 = 41.04 l.p.s.

87.58 + 41.04 = 128.62 l.p.s., se necesita un tubo de 450mm de diámetro al 0.5% de pendiente.

———————— O O O ————————

Paara recibir los desagües de los núcleos sanitarios y de los escurrimientos de aguas sucias en las rampas de acceso y losas del sótano se diseñó un cárcamo de aguas negras alojado en la parte inferior del ducto vertical de instalaciones en el nivel - 4.70, correspondiente al sótano No. 2, en el que se instalará un equipo duplex de bombeo para desalojo de estas aguas hacia el

albañal suspendido de la losa de planta baja que saldrá por gravedad hacia su conexión del drenaje municipal en las calles adyacentes del predio. Como se ve en la figura correspondiente, las bombas seleccionadas son del tipo sumergible y el cárcamo deberá estar cerrado herméticamente a fin de evitar la fuga de malos olores hacia los sótanos.

Las bombas seleccionadas tienen una capacidad de 200 lts, por minuto contra una carga dinámica total de 10 mts, debiendo tener un paso de cera de 75mm (3") y una descarga mínima de 100mm (4") hacia su conexión al albañal de planta baja.

Con los demás equipos de bombeo seleccionados su operación deberá ser automática y el equipo que se ha seleccionado es el siguiente:

DOS.- Bombas tipo sumergible para aguas negras de 100mm, sello mecánico, acopladas directamente a motores eléctricos verticales de 2 H.P, 220 volts, 3 fases, 2 polos, 2850 r.p.m.

UN.- Control de operación electrónico marca Sidus, construído a base de módulos de circuito impreso modelo TNB-2BA-CLBS-Alar, con instalación eléctrica totalmente hecha en fábrica que contendrá en su interior lo siguiente:

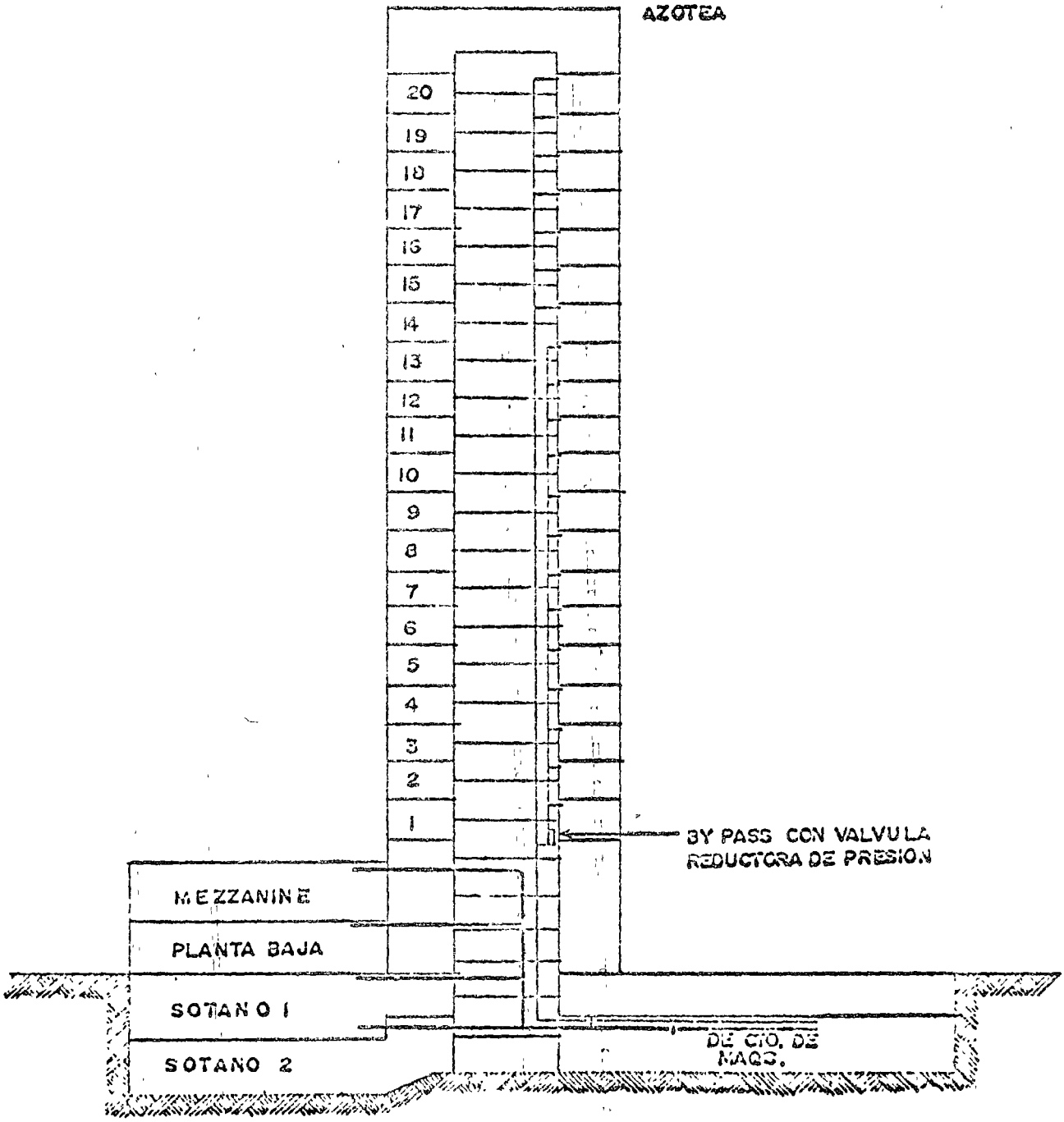
a).- Alternador Simultaneador para dos bombas.
b).- Protección por bajo nivel de succión.
c).- Control de operación por bajo nivel.
d).- Arrancadores magnéticos a tensión completa con protección térmica para las bombas.
e).- Interruptores termomagnéticos para las bombas y el control.
f).- Luces piloto.
g).- Selectores de tres posiciones.
h).- Alarma visual y auditiva por bajo nivel en la succión.

./.

000

INSTITUTO MEXICANO DE COMERCIO EXTERIOR

NUEVO EDIFICIO ADMINISTRATIVO



CORTE DE COLUMNAS DE AGUA CONTRA INCENDIO

El edificio contará con un sistema de protección contra incendio mediante hidrantes, conteniendo mangueras en todos sus niveles, a fin de cubrir el área en un 100% y cuenta además con un sistema de rociadores (Sprinklers) en la zona de exposiciones y bodegas, que es aquella en la que se ha considerado un mayor riesgo por lo diverso de los productos y materiales expuestos o almacenados.

El sistema de hidrantes con manguera, reune las características que la Asociación Mexicana de Compañías de Seguro pide para este tipo de riesgos, es decir, se cuenta con una reserva constante en la cisterna de sistema contra incendio que nunca es tocada por las bombas de sistema de abastecimiento doméstico, se cuenta con bombas a las diferentes presiones operadas por motores con dos fuentes de energía, decir electricidad y combustion interna, se cuenta con hidrantes con manguera de 38mm de diámetro que cubren el 100% de su área, contará además con alarmas audiovisuales de incendio y los sistemas rociadores funcionarán mediante controles totalmente automáticos de detección de temperatura y humo y los diseños hidráulicos de las redes de abastecimiento a los dos sistemas para combatir los riesgos (ver las figuras correspondientes), tienen las capacidades requeridas por los Reglamentos.

En forma similar el cálculo de los equipos de bombeo de abastecimiento para el sistema doméstico, el equipo de bombeo para sistema de protección contra incendio se ha dividido en dos presiones de operación, la primera de ellas cubrirá los dos niveles de estacionamiento, la planta baja y la planta mezanine. El sistema de alta presión cubrirá los 20 pisos de la torre de plantas tipo.

./.

También en esta ocasión, el sistema de bombeo es de "Cascada" , ya que el sistema de alta presión tiene su succión en la descarga del sistema de baja presión.

En estas condiciones, el sistema de baja presión abastecerá en su totalidad a las redes de rociadores localizados en la planta sótano 1 y planta baja, además de los gabinetes con manguera en los niveles que cubren. Según el Reglamento de la Asociación Mexicana de Cía. de Seguros y de la M.F.P.A. (National Fire Protection Asociation), se deberá tomar en cuenta para efectos de cálculo el funcionamiento simultáneo máximo de dos hidrantes en el riesgo, por lo que no nos obligó a duplicar los gastos en los diferentes sistemas.

De esta manera, el sistema de abastecimiento a baja presión requerirá una capacidad mínima de los 63 Lts. por segundo, requeridos para el funcionamiento del sistema de rociadores contra la carga dinámica total suficiente, para operar los chorros de manguera en el nivel de mezanine, que el fabricante pide con una presión mínima de 3.5 Kg/ y el sistema de alta presión cubrirá el riesgo con un gasto mínimo de 300 lts, por minuto y la presión de 3.5 Kg/cm^2 en el último nivel del edificio.

En estas condicones el equipo seleccionado fué el siguiente:

SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO, BAJA PRESION.

Características de operación:

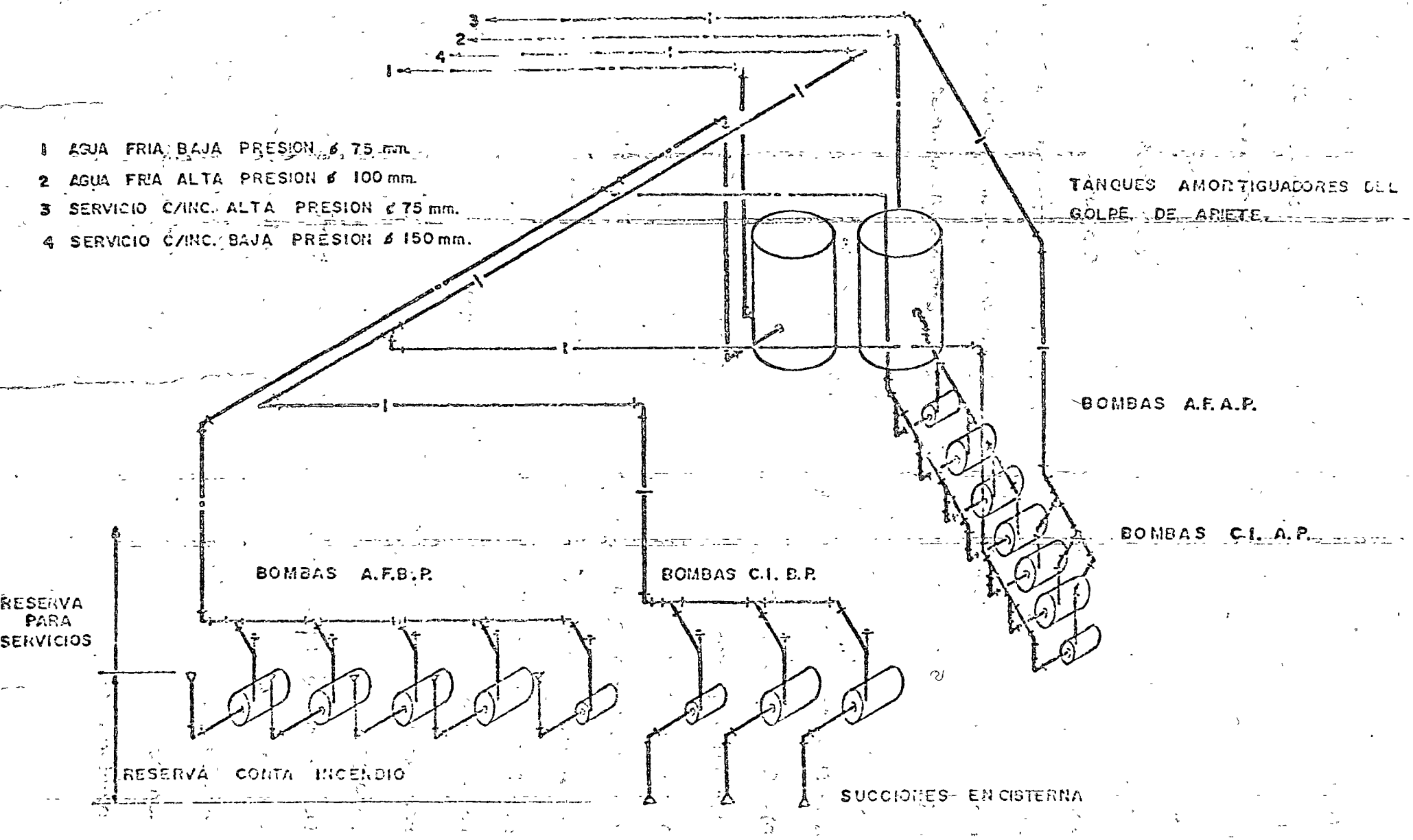
Gasto total.....63 lps.

Presión de operación.....4.55 Kg/cm^2

Equipo seleccionado:

UNA Bomba marca Fairbanks Morse, centrífuga horizontal, modelo 5460-6 con succión de 203mm y descarga de 152 mm, sello mecánico, acoplados

./.



ESQUEMA ISOMETRICO CTO. DE BOMBAS.

por medio de copla flexible marca Falk a motor eléctrico horizontal a prueba de goteo de 7.5 H.P, 220/440 volts, 3 fases, 4 polos, 1450 r.p.m.

UNA.- Bomba Jockey marca Jacuzzi, tipo centrífuga horizontal, modelo C3HDL1, con succión de 38mm, y descarga de 25mm, sello mecánico, acoplada a motor eléctrico horizontal a prueba de goteo de 3 H.P., 220/440 volts, 3 fases, 50/60 ciclos, 2900 /3450 r.p.m., 2 polos.

UN.- Control de operación electrónica marca Sidus, construído a base de módulos de circuito impreso, modelo CCI-1BA-LBS-Alar, con instalación eléctrica totalmente hecha en fábrica que contendrá en su interior lo siguiente:

a).- Protección por bajo nivel de succión.

b).- Control de operación por presión.

c).- Interruptores termomagnéticos para la bomba y el control.

d).- Luces piloto.

e).- Selectores de tres posiciones.

f).- Alarma visual y auditiva por bajo nivel en la succión.

g).- Retardador de tiempo.

UN.- Arrancador magnético a tensión reducida en combinación con interruptor termomagnético con bobina de 220 volts y 2 elementos térmicos para protección.

DOS.- Manómetros de carátula de 115mm, con escala de 0 a 7 Kg/cm^2.

UN.- Tablero de control electrónico, marca Sidus (bomba Jockey, construído a base de módulos de circuito impreso, modelo TCI-1BA-3C-LBS, con instalación eléctrica totalmente hecha en fábrica que contendrá en su interior lo siguiente:

./.

a) Protección por bajo nivel de succión.

b) Control de operación por presión en la línea.

c) Interruptores termomagnéticos para la bomba y el control.

d) Arrancadores magnéticos a tensión completa con protección térmica.

e) Selector de tres posiciones.

f) Retardador de tiempo.

g) Luz piloto.

UNA.- Bomba marca Fairbanks Morse, modelo 5460-6, con succión de 203mm y descarga de 152mm, acoplada por medio de cople flexible, marca Falk a motor de conbustión interna, marca Rolls Royce, Módelo C4N, con potencia nominal continua de 100 H.P. (efectiva en la ciudad de -- México de 71.25 H.P), incluye tanque de combustible, tablero de instrumentos y arranque eléctrico.

D).- SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO, ALTA PRESION.

Características de operación:

Gasto No. 1..... 5 lps.
Gasto No. 2..... 7.5 lps.
Presión No. 1..... 11.4 Kg/cm^2.
Presión No. 2..... 7.3 Kg/cm^2.

Equipo seleccionado:

UNA.- Bomba marca Fairbanks Morse, tipo centrífuga horizontal, modelo 5892-1-½, con succión de 51mm y descarga de 38mm, sello mecánico, acoplada directamente a motor eléctrico horizontal a prueba de goteo de 20 H.P, 220/440 volts, 3 fases, 2 polos, 2900/3450 r.p.m. 50/60 ciclos.

./.

UNA.- Bomba Jockey marca Jacuzzi, tipo centrífuga horizontal, modelo C5H6A11, con succión de 51mm, y descarga de 38mm, sello mecánico, acoplada directamente a motor eléctrico de 5 H.P, 220/440 volts, 3 fases, 50/60 ciclos, 2900/3450 R.P.M. 2 polos.

UN.- Control de operación electrónica marca Sidus, construído a base de módulos de circuito impreso modelo CCI-1BA-LBS-Alar con instalación eléctrica totalmente hecha en fábrica que contendrá en su interior lo siguiente:

a) Protección por bajo nivel de succión.

b).- Control de operación por presión en la línea (12 Kg/cm^2).

c).- Interruptores termomagnéticos para la bomba y el control.

d).- Luces piloto.

e) Selectores de tres posiciones.

f) Alarma visual y auditiva por bajo nivel en la succión.

g) Retardador de tiempo.

UN.- Arrancador magnético a tensión reducida con combinación, con interruptor termomagnético para 20 H.P, con bobina de 220 volts.

UN.- Control de operación electrónica marca Sidus, construído a base de módulos de circuito impreso, modelo TCI-1BA-5C-LBS-Alar, con instalación eléctrica totalmente hecha en fábrica que contendrá en su interior lo siguiente:

a) Protección por bajo nivel de succión.
b) Control de operación por presión en la línea. (12 Kg/cm^2.
c) Arrancador magnético a tensió n completa, con protección térmica.
d) Interruptores termomagnéticos para la bomba y el control.
e) Luces piloto.

./.

f) Selector de tres posiciones

g) Alarma vidual y auditiva por bajo nivel de succión.

h) Retardador de tiempo.

Dos Manómetros de carátula de 115mm, con escala de 0 a 14 Kg/cm^2.

UNA.- Bomba marca Fairbanks Morse, centrífuga horizontal, modelo 5592 1-½, con succión de 51mm, y descarga de 38mm, sello mecánico, acopladas por medio de cople flexible marfa Falk a un motor de combustión interna, marca Volkswagen con potencia nominal de 34 H.P, (efectiva de 24.2 H.P, incluye tanque de combustión, tablero de instrumentos y arranque eléctrico.

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS
PARA EDIFICIOS

SISTEMAS CONTRA INCENDIO
CALCULO HIDRAULICO PARA ROCIADORES AUTOMATICOS

LIC. OSCAR MARTINEZ FARIAS

OCTUBRE 1977.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F.

EXPLANATION OF TABLES

EQUIVALENT PIPE LENGTH CHART

Losses for fittings and gate valves were taken from NFPA #13 and #15. Losses for valves pertain to Viking devices only. Values were obtained from U.L. and F.M. reports where available. If no data available friction loss tests were conducted in Viking Hydraulics Laboratory.

TABLE 1

Friction loss through pipe is based on Hazen & Williams formula which is:

$$p = \frac{4.52 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times d^{4.87}}$$

where
p = friction loss (psi/ft)
Q = flow in gpm
d = internal diameter of pipe in inches
C = constant

The **fourth column** of Table 1 gives the constant of $\frac{4.52}{C^{1.85} \times d^{4.87}}$

for ½" through 12" pipe. Therefore, to obtain the friction loss in one foot of pipe you multiply this constant by $Q^{1.85}$ — Example: Find the friction loss (p - psi/ft) with a flow (Q) of 10,000 gpm.

$p = 8.13 \times 10^{-9} \times Q^{1.85}$
$p = 8.13 \times 10^{-9} \times 25{,}119{,}000$
$p = 0.204$ psi/ft

Note: $Q^{1.85}$ from K Table F-6

Velocity of water in pipe may be found by formula

$$V = \frac{Q}{A}$$

V = Velocity in feet per second
Q = Flow in cubic feet/sec.
A = Area of pipe in sq. ft.

Conversion factors have been applied to arrive at the constants in **Column 5**, of the Table, so velocity (FPS) may be found by multiplying the constant by flow (Q in gpm)

Example: Find velocity (V-FPS) in 10" pipe with a flow (Q) of 10,000 gpm.

$V = 0.004 \times Q$
$V = 0.004 \times 10{,}000 = 40.0$ fps

Velocity pressure is found by the following formula:

$$V.P. = \frac{V^2}{2g}$$

where
VP = Velocity pressure in psi
V = Velocity in fps
g = Force of gravity

By substituting flow for velocity and applying constants and conversion factors the constant contained in **Column 6**, of the table is obtained. Velocity pressure may be found by multiplying flow (Q in gpm) by this constant.

Example: Find velocity pressure in 10" pipe with a flow of 10,000 gpm
$V.P. = 1.065 \times 10^{-7} \times Q^2$
$V.P. = 1.065 \times 10^{-7} \times 10{,}000^2 = 10.65$ psi

TABLE 2

This table contains conversion factors for finding friction loss in various types of pipe when loss in standard weight steel pipe is known.

Example: Find friction loss (p - psi/ft) in 12' unlined Class 150 cast iron pipe with 10,000 gpm flowing

$p = p\ (C\ 100) \times 0.96$ Note: p (C 100) from K Table E-26

$p = .1240 \times 0.96 = .119$ psi ft.

TABLE 3

Contains factors for finding friction loss (p - psi/ft) and velocity (V - fps) in large size pipe of various types.

K-Table A1-4, B1-3, C1-3, D1-10

Discharge in gallons per minute at various pressures in pounds per square inch for Viking sprinklers and spray nozzles. These tables are based on formula:

$Q = K\sqrt{P}$ where Q = Discharge (flow) in gpm
p = Pressure in psi
K = Discharge constant — given in heading for various sizes of sprinklers & nozzles

K-Table E-1 — 26

Contains friction loss for C = 100, 120 and 140, velocity (V) and velocity pressure (V.P.) in various sizes of standard weight steel pipe from ½" to 12".

Based on same formula as Table 1

K-Table F-1 — 6

Contains values of numbers raised to the 1.85 power. Use in Hazen & Williams formula.

EQUIVALENT PIPE LENGTH CHART

(Fittings and Valves expressed in equivalent feet of pipe)

Pipe Size	¾	1	1¼	1½	2	2½	3	3½	4	5	6	8	10	12
Standard Elbow	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
Medium Turn Elbow	2	2	3	3	4	5	6	6	8	10	12	16	19	22
Long Turn Elbow	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16	18
45° Elbow	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
Tee – 90° Flow	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
Gate Valve					1	1	1	1	2	2	3	4	5	6
Cross	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
Alarm Valve						10			20		18	35		
Dry Pipe Valve							10		10		19	27		
Deluge Valve					18		29		35		33			
Swing Check Valve									10		11	14		
Detector Check Valve									14		36	95	31	
*Flow Control					18		29		35		33			

NOTE: Use above values with C-120. For other valves of "C" multiply the above figures by the following factors:

Value of C	100	120	140
Factor	0.713	1.0	1.32

*If Pressure Regulator is not used

TABLE 1

Steel Pipe (Black or Galv.) ½-6 Sch. 40-8-12 Sch. 30			Factors to use when Flow (Q) is Higher or Lower than shown in E1-E26		
Pipe Size	I.D. d (in.)	$d^{4.87}$	*P (PSI/FT) Multiply $Q^{1.85}$ by	†V. (FPS) Multiply Q by	VP (PSI) Multiply Q^2 by
½	0.622	0.0995	6.47×10^{-3}	1.06	7.5×10^{-3}
¾	0.824	0.390	1.65×10^{-3}	0.60	2.44×10^{-3}
1	1.049	1.2624	5.10×10^{-4}	0.37	9.26×10^{-4}
1¼	1.380	4.8098	1.34×10^{-4}	0.215	3.41×10^{-4}
1½	1.610	10.169	6.31×10^{-5}	0.160	1.67×10^{-4}
2	2.068	34.44	1.87×10^{-5}	0.096	6.18×10^{-5}
2½	2.469	81.58	7.90×10^{-6}	0.067	3.06×10^{-5}
3	3.068	234.96	2.73×10^{-6}	0.0435	1.27×10^{-5}
3½	3.548	476.87	1.35×10^{-6}	0.0325	7.10×10^{-6}
4	4.026	882.52	7.30×10^{-7}	0.0252	4.27×10^{-6}
5	5.047	2653	2.43×10^{-7}	0.0160	1.73×10^{-6}
6	6.065	6492	9.91×10^{-8}	0.0111	8.30×10^{-7}
8	8.071	26,106	2.46×10^{-8}	0.0064	2.65×10^{-7}
10	10.136	79,175	8.13×10^{-9}	0.0040	1.065×10^{-7}
12	12.090	186,800	3.45×10^{-9}	0.0278	5.26×10^{-8}

* C = 120 only † Good only for I.D. (d) shown

TABLE 2

Pipe Size	I.D d (in.)	$d^{4.87}$	P (PSI/FT) Factor
Copper Tubing Type L – Interior Service			Use C = 140
1	1.025	1.1277	C140 x 1.12
1¼	1.265	3.1428	1.53
1½	1.505	7.322	1.39
2	1.985	28.19	1.22
2½	2.465	80.94	1.01
3	2.945	192.51	1.25
3½	3.425	401.60	1.19
4	3.905	760 66	1.16
5	4.875	2240.8	1.17
6	5.845	5422.7	1.20
8	7.725	21,090	1.24
10	9.625	61,540	1.29
12	11.565	126,790	1.47

Pipe Size	I.D. d (in.)	$d^{4.87}$	P (PSI/FT) Factor
Cast Iron Pipe Unlined – Class 150			Use C = 100
4	4.10	964.36	C100 x 0.85
6	6.14	6892.7	0.94
8	8.23	28,707	0.91
10	10.22	82,420	0.96
12	12.24	198,380	0.94
Cast Iron Pipe Enameline – Class 150			Use C = 140
4	3.98	834.47	C140 x 1.06
6	6.02	6,261	1.04
8	8.11	26,726	0.98
10	10.10	82,420	1.02
12	12.12	198,380	0.99
Cement Asbestos Class 150			Use C = 140
4	3.95	804.34	C140 x 1.10
6	5.85	5,446	1.19
8	7.85	22,804	1.15
10	10.00	74,132	1.07
12	12.00	180,140	1.04

TABLE 3

Size	I.D. (d in.)	$d^{4.87}$	P (PSI/FT) Factor	V (FPS) Factor
Cast Iron Pipe – Unlined Class 150				Use C = 100
14	14.28	420,270	$Q^{1.85} \times 2.15 \times 10^{-9}$	Q x 0.0020
16	16.32	805,300	" 1.12×10^{-9}	0.0015
18	18.34	1,421,500	" 6.33×10^{-10}	0.0012
20	20.36	2,364,600	" 3.81×10^{-10}	0.00099
24	24.34	5,641,300	" 1.60×10^{-10}	0.00069
Cast Iron Pipe – Enameline Class 150				Use C = 140
14	14.09	393,720	$Q^{1.85} \times 1.23 \times 10^{-9}$	Q x 0.00206
16	16.13	760,600	" 6.38×10^{-10}	0.00157
18	18.15	1,351,300	" 3.59×10^{-10}	0.00124
20	20.17	2,259,200	" 2.15×10^{-10}	0.00100
24	24.15	5,430,200	" 8.93×10^{-11}	0.00070
Cement Asbestos – Class 150				Use C = 140
14	14.00	381,640	$Q^{1.85} \times 1.27 \times 10^{-9}$	Q x 0.0022
16	16.00	731,230	" 6.63×10^{-10}	0.0016

Discharge Tables for Regular and Large Orifice Spray Sprinklers—Upright & Pendent

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q=K\sqrt{P}$

Q GPM	P ½	Q GPM	P (psi) ½	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) ½	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) ½	P (psi) 17/32
	K=5.65	17.8	9.9	K=8.2	23.1	16.8	7.9	28.4	25.3	12.0
12.6	5.0	17.9	10.0		23.2	16.9	8.0	28.5	25.5	12.1
12.7	5.1	18.0	10.2		23.3	17.0	8.1	28.6	25.7	12.2
12.8	5.1	18.1	10.3		23.4	17.2	8.2	28.7	25.9	12.3
12.9	5.2	18.2	10.4		23.5	17.3	8.2	28.8	26.0	12.4
13.0	5.3	18.3	10.5	5.0	23.6	17.4	8.3	28.9	26.2	12.4
13.1	5.4	18.4	10.6		23.7	17.6	8.4	29.0	26.4	12.5
13.2	5.5	18.5	10.7	5.1	23.8	17.8	8.4	29.1	26.6	12.6
13.3	5.5	18.6	10.8		23.9	18.0	8.5	29.2	26.7	12.7
13.4	5.6	18.7	11.0	5.2	24.0	18.1	8.6	29.3	26.9	12.8
13.5	5.7	18.8	11.1		24.1	18.2	8.7	29.4	27.1	12.9
13.6	5.8	18.9	11.2	5.3	24.2	18.4	8.7	29.5	27.3	13.0
13.7	5.9	19.0	11.3	5.4	24.3	18.5	8.8	29.6	27.5	13.1
13.8	6.0	19.1	11.4	5.4	24.4	18.7	8.9	29.7	27.7	13.2
13.9	6.1	19.2	11.6	5.5	24.5	18.8	9.0	29.8	27.8	13.2
14.0	6.1	19.3	11.7	5.5	24.6	19.0	9.0	29.9	28.0	13.3
14.1	6.2	19.4	11.8	5.6	24.7	19.2	9.1	30.0	28.2	13.4
14.2	6.3	19.5	12.0	5.7	24.8	19.3	9.2	30.1	28.4	13.5
14.3	6.4	19.6	12.1	5.7	24.9	19.4	9.2	30.2	28.6	13.6
14.4	6.5	19.7	12.2	5.8	25.0	19.6	9.3	30.3	28.8	13.7
14.5	6.6	19.8	12.3	5.8	25.1	19.8	9.4	30.4	29.0	13.8
14.6	6.7	19.9	12.4	5.9	25.2	19.9	9.5	30.5	29.2	13.9
14.7	6.8	20.0	12.6	6.0	25.3	20.1	9.5	30.6	29.4	14.0
14.8	6.9	20.1	12.7	6.0	25.4	20.2	9.6	30.7	29.5	14.1
14.9	7.0	20.2	12.8	6.1	25.5	20.4	9.7	30.8	29.7	14.1
15.0	7.1	20.3	12.9	6.1	25.6	20.5	9.8	30.9	29.9	14.2
15.1	7.2	20.4	13.0	6.2	25.7	20.7	9.8	31.0	30.1	14.3
15.2	7.2	20.5	13.2	6.3	25.8	20.9	9.9	31.1	30.3	14.4
15.3	7.3	20.6	13.3	6.3	25.9	21.0	10.0	31.2	30.5	14.5
15.4	7.4	20.7	13.4	6.4	26.0	21.2	10.1	31.3	30.7	14.6
15.5	7.5	20.8	13.6	6.4	26.1	21.4	10.2	31.4	30.9	14.7
15.6	7.6	20.9	13.7	6.5	26.2	21.5	10.2	31.5	31.1	14.8
15.7	7.7	21.0	13.8	6.6	26.3	21.7	10.3	31.6	31.3	14.9
15.8	7.8	21.1	14.0	6.6	26.4	21.8	10.4	31.7	31.5	15.0
15.9	7.9	21.2	14.1	6.7	26.5	22.0	10.5	31.8	31.7	15.1
16.0	8.0	21.3	14.2	6.8	26.6	22.2	10.6	31.9	31.9	15.2
16.1	8.1	21.4	14.4	6.8	26.7	22.4	10.6	32.0	32.1	15.3
16.2	8.2	21.5	14.5	6.9	26.8	22.5	10.7	32.1	32.3	15.4
16.3	8.3	21.6	14.6	6.9	26.9	22.7	10.8	32.2	32.5	15.4
16.4	8.4	21.7	14.8	7.0	27.0	22.8	10.8	32.3	32.7	15.5
16.5	8.5	21.8	14.9	7.1	27.1	23.0	10.9	32.4	32.8	15.6
16.6	8.6	21.9	15.0	7.1	27.2	23.2	11.0	32.5	33.1	15.7
16.7	8.7	22.0	15.2	7.2	27.3	23.4	11.1	32.6	33.3	15.8
16.8	8.9	22.1	15.3	7.3	27.4	23.5	11.2	32.7	33.5	15.9
16.9	9.0	22.2	15.4	7.3	27.5	23.7	11.3	32.8	33.7	16.0
17.0	9.1	22.3	15.6	7.4	27.6	23.9	11.4	32.9	34.0	16.1
17.1	9.2	22.4	15.8	7.5	27.7	24.0	11.4	33.0	34.2	16.2
17.2	9.3	22.5	15.9	7.5	27.8	24.2	11.5	33.1	34.4	16.3
17.3	9.4	22.6	16.0	7.6	27.9	24.4	11.6	33.2	34.6	16.4
17.4	9.5	22.7	16.2	7.7	28.0	24.6	11.7	33.3	34.8	16.5
17.5	9.6	22.8	16.3	7.7	28.1	24.8	11.8	33.4	35.0	16.6
17.6	9.7	22.9	16.4	7.8	28.2	24.9	11.9	33.5	35.2	16.7
17.7	9.8	23.0	16.6	7.9	28.3	25.1	12.0	33.6	35.4	16.8

Discharge Tables for Regular and Large Orifice Spray Sprinklers—Upright & Pendent

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi) 1/2	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 1/2	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 1/2	P (psi) 17/32
33.7	35.6	16.9	39.0	47.7	22.7	44.3	61.5	29.1
33.8	35.8	17.0	39.1	47.9	22.8	44.4	61.8	29.3
33.9	36.0	17.1	39.2	48.2	22.9	44.5	62.1	29.5
34.0	36.2	17.2	39.3	48.4	23.0	44.6	62.3	29.6
34.1	36.5	17.3	39.4	48.6	23.1	44.7	62.6	29.7
34.2	36.7	17.4	39.5	48.9	23.2	44.8	62.9	29.8
34.3	36.9	17.5	39.6	49.2	23.3	44.9	63.2	29.9
34.4	37.1	17.6	39.7	49.4	23.5	45.0	63.5	30.1
34.5	37.4	17.7	39.8	49.7	23.6	45.1	63.8	30.2
34.6	37.6	17.8	39.9	50.0	23.7	45.2	64.1	30.3
34.7	37.8	18.0	40.0	50.2	23.8	45.3	64.4	30.4
34.8	38.0	18.1	40.1	50.4	23.9	45.4	64.7	30.6
34.9	38.2	18.2	40.2	50.6	24.0	45.5	65.0	30.8
35.0	38.5	18.3	40.3	50.8	24.1	45.6	65.2	30.9
35.1	38.7	18.4	40.4	51.0	24.2	45.7	65.4	31.0
35.2	38.9	18.5	40.5	51.3	24.4	45.8	65.7	31.1
35.3	39.1	18.6	40.6	51.6	24.5	45.9	66.0	31.3
35.4	39.3	18.7	40.7	51.9	24.6	46.0	66.3	31.5
35.5	39.5	18.8	40.8	52.2	24.7	46.1	66.6	31.6
35.6	39.7	18.9	40.9	52.5	24.8	46.2	66.9	31.7
35.7	40.0	19.0	41.0	52.8	25.0	46.3	67.2	31.8
35.8	40.2	19.1	41.1	53.0	25.1	46.4	67.5	32.0
35.9	40.5	19.2	41.2	53.2	25.2	46.5	67.9	32.2
36.0	40.7	19.3	41.3	53.4	25.4	46.6	68.1	32.3
36.1	40.9	19.4	41.4	53.7	25.6	46.7	68.3	32.4
36.2	41.1	19.5	41.5	54.0	25.7	46.8	68.6	32.5
36.3	41.3	19.6	41.6	54.2	25.8	46.9	68.9	32.7
36.4	41.5	19.8	41.7	54.4	25.9	47.0	69.1	32.9
36.5	41.8	19.9	41.8	54.7	26.0	47.1	69.4	33.0
36.6	42.0	20.0	41.9	55.0	26.1	47.2	69.7	33.1
36.7	42.3	20.1	42.0	55.3	26.3	47.3	70.0	33.2
36.8	42.5	20.2	42.1	55.5	26.4	47.4	70.4	33.4
36.9	42.7	20.3	42.2	55.8	26.5	47.5	70.8	33.6
37.0	42.9	20.4	42.3	56.1	26.6	47.6	71.0	33.7
37.1	43.1	20.5	42.4	56.4	26.7	47.7	71.3	33.8
37.2	43.4	20.6	42.5	56.7	26.9	47.8	71.6	33.9
37.3	43.6	20.7	42.6	56.9	27.0	47.9	71.9	34.1
37.4	43.8	20.8	42.7	57.1	27.1	48.0	72.2	34.3
37.5	44.1	21.0	42.8	57.4	27.2	48.1	72.5	34.4
37.6	44.3	21.1	42.9	57.7	27.3	48.2	72.8	34.5
37.7	44.6	21.2	43.0	58.0	27.5	48.3	73.1	34.6
37.8	44.8	21.3	43.1	58.2	27.6	48.4	73.4	34.8
37.9	45.0	21.4	43.2	58.4	27.7	48.5	73.8	35.0
38.0	45.3	21.5	43.3	58.6	27.8	48.6	74.0	35.1
38.1	45.5	21.6	43.4	58.9	28.0	48.7	74.2	35.2
38.2	45.8	21.7	43.5	59.2	28.2	48.8	74.5	35.3
38.3	46.0	21.8	43.6	59.5	28.3	48.9	74.8	35.5
38.4	46.2	22.0	43.7	59.8	28.4	49.0	75.1	35.7
38.5	46.5	22.1	43.8	60.2	28.5	49.1	75.4	35.8
38.6	46.7	22.2	43.9	60.4	28.6	49.2	75.7	35.9
38.7	47.0	22.3	44.0	60.8	28.8	49.3	76.1	36.0
38.8	47.2	22.4	44.1	61.0	28.9	49.4	76.5	36.2
38.9	47.5	22.6	44.2	61.2	29.0	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Discharge Tables for Regular and Large Orifice Spray Sprinklers—Upright & Pendent

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula Q= K √P

Q GPM	P (psi) 1/2	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 1/2	P (psi) 17/32	Q	P 17/32	Q	P 17/32
49.6	77.1	36.5	54.9	94.5	44.8	60.2	53.9	65.5	64.0
49.7	77.4	36.6	55.0	94.9	45.0	60.3	54.1	65.6	64.1
49.8	77.7	36.8	55.1	95.2	45.1	60.4	54.3	65.7	64.3
49.9	78.0	37.0	55.2	95.5	45.2	60.5	54.5	65.8	64.5
50.0	78.3	37.2	55.3	95.8	45.4	60.6	54.6	65.9	64.7
50.1	78.6	37.3	55.4	96.1	45.6	60.7	54.8	66.0	64.9
50.2	78.9	37.4	55.5	96.5	45.8	60.8	55.0	66.1	65.1
50.3	79.2	37.6	55.6	96.8	45.9	60.9	55.2	66.2	65.3
50.4	79.6	37.8	55.7	97.1	46.0	61.0	55.4	66.3	65.5
50.5	80.0	38.0	55.8	97.4	46.2	61.1	55.5	66.4	65.7
50.6	80.3	38.1	55.9	97.7	46.4	61.2	55.6	66.5	65.9
50.7	80.6	38.2	56.0	98.1	46.6	61.3	55.8	66.6	66.1
50.8	80.9	38.3	56.1	98.4	46.7	61.4	56.0	66.7	66.3
50.9	81.2	38.5	56.2	98.8	46.9	61.5	56.2	66.8	66.5
51.0	81.5	38.7	56.3	99.2	47.1	61.6	56.3	66.9	66.7
51.1	81.8	38.8	56.4	99.6	47.3	61.7	56.5	67.0	66.9
51.2	82.1	38.9	56.5	100.0	47.5	61.8	56.7	67.1	67.1
51.3	82.4	39.1	56.6		47.7	61.9	56.9	67.2	67.3
51.4	82.7	39.3	56.7		47.9	62.0	57.1	67.3	67.5
51.5	83.1	39.5	56.8		48.1	62.1	57.3	67.4	67.7
51.6	83.4	39.6	56.9		48.2	62.2	57.5	67.5	67.9
51.7	83.7	39.7	57.0		48.3	62.3	57.7	67.6	68.1
51.8	84.1	39.8	57.1		48.5	62.4	57.9	67.7	68.3
51.9	84.5	40.0	57.2		48.7	62.5	58.1	67.8	68.5
52.0	84.9	40.2	57.3		48.9	62.6	58.3	67.9	68.7
52.1	85.1	40.3	57.4		49.1	62.7	58.5	68.0	68.9
52.2	85.4	40.4	57.5		49.3	62.8	58.7	68.1	69.1
52.3	85.7	40.6	57.6		49.4	62.9	58.9	68.2	69.3
52.4	86.0	40.8	57.7		49.5	63.0	59.1	68.3	69.5
52.5	86.3	41.0	57.8		49.7	63.1	59.2	68.4	69.7
52.6	86.6	41.1	57.9		49.9	63.2	59.4	68.5	69.9
52.7	86.9	41.2	58.0		50.1	63.3	59.6	68.6	70.1
52.8	87.2	41.4	58.1		50.2	63.4	59.8	68.7	70.3
52.9	87.6	41.6	58.2		50.4	63.5	60.0	68.8	70.5
53.0	88.0	41.8	58.3		50.6	63.6	60.2	68.9	70.7
53.1	88.3	41.9	58.4		50.8	63.7	60.4	69.0	70.9
53.2	88.7	42.0	58.5		51.0	63.8	60.6	69.1	71.0
53.3	89.1	42.2	58.6		51.1	63.9	60.8	69.2	71.2
53.4	89.5	42.4	58.7		51.3	64.0	61.0	69.3	71.4
53.5	89.9	42.6	58.8		51.5	64.1	61.2	69.4	71.6
53.6	90.1	42.7	58.9		51.7	64.2	61.4	69.5	72.0
53.7	90.4	42.8	59.0		51.9	64.3	61.6	69.6	72.2
53.8	90.7	43.0	59.1		52.0	64.4	61.8	69.7	72.4
53.9	91.0	43.2	59.2		52.2	64.5	62.0	69.8	72.6
54.0	91.3	43.4	59.3		52.4	64.6	62.2	69.9	72.8
54.1	91.6	43.5	59.4		52.6	64.7	62.4	70.0	73.0
54.2	91.9	43.6	59.5		52.8	64.8	62.6	70.1	73.2
54.3	92.2	43.8	59.6		52.9	64.9	62.8	70.2	73.4
54.4	92.6	44.0	59.7		53.1	65.0	63.0	70.3	73.6
54.5	93.0	44.2	59.8		53.3	65.1	63.2	70.4	73.8
54.6	93.3	44.3	59.9		53.5	65.2	63.4	70.5	74.0
54.7	93.7	44.4	60.0		53.7	65.3	63.6	70.6	74.2
54.8	94.1	44.6	60.1		53.8	65.4	63.8	70.7	74.4

Discharge Tables for Regular and Large Orifice Spray Sprinklers—Upright & Pendent

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q=K\sqrt{P}$

Q	P 17/32	Q	P 17/32	Q	P 17/32	Q	P 17/32	Q	17/32 P
70.8	74.6	72.9	79.0	75.0	83.9	77.1	88.4	79.2	93.4
70.9	74.8	73.0	79.3	75.1	84.1	77.2	88.6	79.3	93.6
71.0	75.0	73.1	79.5	75.2	84.3	77.3	88.8	79.4	93.8
71.1	75.2	73.2	79.7	75.3	84.5	77.4	89.1	79.5	94.0
71.2	75.4	73.3	79.9	75.4	84.7	77.5	89.4	79.6	94.2
71.3	75.6	73.4	80.1	75.5	85.0	77.6	89.6	79.7	94.4
71.4	75.8	73.5	80.4	75.6	85.2	77.7	89.8	79.8	94.6
71.5	76.1	73.6	80.6	75.7	85.4	77.8	90.0	79.9	94.8
71.6	76.3	73.7	80.8	75.8	85.6	77.9	90.3	80.0	95.1
71.7	76.5	73.8	81.0	75.9	85.8	78.0	90.6	80.1	95.3
71.8	76.7	73.9	81.2	76.0	86.0	78.1	90.8	80.2	95.5
71.9	76.9	74.0	81.5	76.1	86.2	78.2	91.0	80.3	95.8
72.0	77.2	74.1	81.7	76.2	86.4	78.3	91.2	80.4	96.1
72.1	77.4	74.2	81.9	76.3	86.6	78.4	91.5	80.5	96.4
72.2	77.6	74.3	82.2	76.4	86.8	78.5	91.8	80.6	96.6
72.3	77.8	74.4	82.5	76.5	87.0	78.6	92.0	80.7	96.9
72.4	78.0	74.5	82.8	76.6	87.2	78.7	92.2	80.8	97.2
72.5	78.2	74.6	83.0	76.7	87.4	78.8	92.4	80.9	97.5
72.6	78.4	74.7	83.2	76.8	87.6	78.9	92.7	81.0	97.8
72.7	78.6	74.8	83.4	76.9	87.9	79.0	93.0		
72.8	78.8	74.9	83.6	77.0	88.2	79.1	93.2		

Discharge Table for Large Orifice Spray Sprinklers with ½" Male Threads—Upright & Pendent

Pressure in PSI for Given Discharge in GPM—Formula $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 17/32
	K 7.9	24.4	9.6	29.8	14.3	34.7	19.3	39.3	24.8
17.6	5.0	24.6	9.7	29.9	14.4	34.8	19.5	39.4	24.9
17.8	5.1	24.7	9.8	30.0	14.5	34.9	19.6	39.5	25.0
18.0	5.2	24.8	9.9	30.1	14.6	35.0	19.7	39.6	25.2
18.1	5.3	24.9	10.0	30.2	14.7	35.1	19.8	39.7	25.3
18.3	5.4	25.1	10.1	30.3	14.8	35.2	19.9	39.8	25.4
18.5	5.5	25.2	10.2	30.4	14.9	35.3	20.0	39.9	25.6
18.6	5.6	25.3	10.3	30.5	15.0	35.4	20.1	40.0	25.7
18.8	5.7	25.4	10.4	30.6	15.1	35.5	20.2	40.1	25.8
19.0	5.8	25.5	10.5	30.8	15.2	35.6	20.4	40.2	25.9
19.1	5.9	25.7	10.6	30.9	15.3	35.7	20.5	40.3	26.1
19.3	6.0	25.8	10.7	31.0	15.4	35.8	20.6	40.4	26.2
19.5	6.1	25.9	10.8	31.1	15.5	35.9	20.7	40.5	26.3
19.6	6.2	26.0	10.9	31.2	15.6	36.0	20.8	40.6	26.5
19.8	6.3	26.2	11.0	31.3	15.7	36.1	20.9	40.7	26.6
19.9	6.4	26.3	11.1	31.4	15.8	36.2	21.0	40.8	26.7
20.1	6.5	26.4	11.2	31.5	15.9	36.3	21.2	40.8	26.8
20.2	6.6	26.5	11.3	31.6	16.0	36.4	21.3	40.9	26.9
20.4	6.7	26.6	11.4	31.7	16.1	36.5	21.4	41.0	27.0
20.6	6.8	26.7	11.5	31.8	16.3	36.6	21.5	41.1	27.1
20.7	6.9	26.9	11.6	31.9	16.4	36.7	21.6	41.2	27.3
20.9	7.0	27.0	11.7	32.1	16.6	36.8	21.8	41.3	27.4
21.0	7.1	27.1	11.8	32.2	16.7	36.9	21.9	41.4	27.5
21.1	7.2	27.2	11.9	32.3	16.8	37.0	22.0	41.5	27.6
21.3	7.3	27.3	12.0	32.4	16.9	37.1	22.1	41.6	27.8
21.4	7.4	27.4	12.1	32.5	17.0	37.2	22.2	41.7	27.9
21.6	7.5	27.5	12.2	32.6	17.1	37.3	22.3	41.8	28.0
21.7	7.6	27.7	12.3	32.7	17.2	37.4	22.5	41.9	28.2
21.9	7.7	27.8	12.4	32.8	17.3	37.5	22.6	42.0	28.3
22.0	7.8	27.9	12.5	32.9	17.4	37.6	22.7	42.1	28.5
22.2	7.9	28.0	12.6	33.0	17.5	37.7	22.8	42.2	28.6
22.3	8.0	28.1	12.7	33.1	17.6	37.8	22.9	42.3	28.8
22.4	8.1	28.2	12.8	33.2	17.7	37.8	23.0	42.4	28.9
22.6	8.2	28.3	12.9	33.3	17.8	37.9	23.1	42.5	29.0
22.7	8.3	28.4	13.0	33.4	17.9	38.0	23.2	42.6	29.1
22.8	8.4	28.5	13.1	33.5	18.0	38.1	23.3	42.7	29.3
23.0	8.5	28.7	13.2	33.6	18.1	38.2	23.4	42.8	29.4
23.1	8.6	28.8	13.3	33.7	18.2	38.3	23.6	42.9	29.5
23.3	8.7	28.9	13.4	33.8	18.4	38.4	23.7	43.0	29.7
23.4	8.8	29.0	13.5	33.9	18.5	38.5	23.8	43.1	29.8
23.5	8.9	29.1	13.6	34.0	18.6	38.6	23.9	43.2	30.0
23.7	9.0	29.2	13.7	34.1	18.7	38.7	24.0	43.3	30.1
23.8	9.1	29.3	13.8	34.2	18.8	38.8	24.2	43.4	30.2
23.9	9.2	29.4	13.9	34.3	18.9	38.9	24.3	43.5	30.4
24.0	9.3	29.5	14.0	34.4	19.0	39.0	24.4	43.6	30.5
24.2	9.4	29.6	14.1	34.5	19.1	39.1	24.5	43.7	30.6
24.3	9.5	29.7	14.2	34.6	19.2	39.2	24.7	43.8	30.8

Discharge Table for Large Orifice Spray Sprinklers with ½" Male Threads—Upright & Pendent

Pressure in PSI for Given Discharge in GPM—Formula $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 17/32
	K 7.9	48.5	37.7	53.2	45.4	57.9	53.8	62.6	62.8
43.9	30.9	48.6	37.9	53.3	45.6	58.0	53.9	62.7	63.0
44.0	31.1	48.7	38.1	53.4	45.7	58.1	54.1	62.8	63.2
44.1	31.2	48.8	38.2	53.5	45.9	58.2	54.3	62.9	63.4
44.2	31.3	48.9	38.4	53.6	46.1	58.3	54.5	63.0	63.6
44.3	31.5	49.0	38.5	53.7	46.3	58.4	54.7	63.1	63.8
44.4	31.6	49.1	38.7	53.8	46.4	58.5	54.9	63.2	64.0
44.5	31.8	49.2	38.8	53.9	46.6	58.6	55.1	63.3	64.2
44.6	31.9	49.3	39.0	54.0	46.8	58.7	55.3	63.4	64.5
44.7	32.1	49.4	39.2	54.1	47.0	58.8	55.5	63.5	64.7
44.8	32.2	49.5	39.3	54.2	47.1	58.9	55.6	63.6	64.9
44.9	32.3	49.6	39.5	54.3	47.3	59.0	55.8	63.6	65.0
45.0	32.5	49.7	39.6	54.4	47.5	59.1	56.0	63.7	65.1
45.1	32.6	49.8	39.8	54.5	47.6	59.2	56.2	63.8	65.3
45.2	32.8	49.9	39.9	54.6	47.8	59.3	56.4	63.9	65.5
45.3	32.9	50.0	40.1	54.7	48.0	59.4	56.6	64.0	65.7
45.4	33.1	50.1	40.3	54.8	48.2	59.5	56.8	64.1	65.9
45.5	33.2	50.2	40.4	54.9	48.3	59.6	57.0	64.2	66.1
45.6	33.4	50.3	40.6	55.0	48.5	59.7	57.2	64.3	66.3
45.7	33.5	50.4	40.7	55.1	48.7	59.8	57.3	64.4	66.5
45.8	33.7	50.5	40.9	55.2	48.9	59.9	57.5	64.5	66.7
45.9	33.8	50.6	41.2	55.3	49.0	60.0	57.7	64.6	66.9
46.0	34.0	50.7	41.3	55.4	49.2	60.1	57.9	64.7	67.1
46.1	34.1	50.8	41.4	55.5	49.4	60.2	58.1	64.8	67.3
46.2	34.3	50.9	41.6	55.6	49.6	60.3	58.3	64.9	67.5
46.3	34.4	51.0	41.7	55.7	49.8	60.4	58.5	65.0	67.7
46.4	34.5	51.1	41.9	55.8	49.9	60.5	58.7	65.1	68.0
46.5	34.7	51.2	42.1	55.9	50.1	60.6	58.9	65.2	68.2
46.6	34.8	51.3	42.2	56.0	50.3	60.7	59.1	65.3	68.4
46.7	35.0	51.4	42.4	56.1	50.5	60.8	59.3	65.4	68.6
46.8	35.1	51.5	42.5	56.2	50.7	60.9	59.5	65.5	68.8
46.9	35.3	51.6	42.7	56.3	50.8	61.0	59.7	65.6	69.0
47.0	35.4	51.7	42.9	56.4	51.0	61.1	59.9	65.7	69.2
47.1	35.6	51.8	43.0	56.5	51.2	61.2	60.1	65.8	69.4
47.2	35.7	51.9	43.2	56.6	51.4	61.3	60.3	65.9	69.6
47.3	35.9	52.0	43.4	56.7	51.6	61.4	60.5	66.0	69.8
47.4	36.0	52.1	43.5	56.8	51.7	61.5	60.6	66.1	70.1
47.5	36.2	52.2	43.7	56.9	51.9	61.6	60.9	66.2	70.3
47.6	36.4	52.3	43.9	57.0	52.1	61.7	61.1	66.3	70.5
47.7	36.5	52.4	44.0	57.1	52.3	61.8	61.2	66.4	70.7
47.8	36.7	52.5	44.2	57.2	52.5	61.9	61.4	66.5	70.9
47.9	36.8	52.6	44.4	57.3	52.7	62.0	61.6	66.6	71.1
48.0	37.0	52.7	44.5	57.4	52.8	62.1	61.8	66.7	71.3
48.1	37.1	52.8	44.7	57.5	53.0	62.2	62.0	66.8	71.5
48.2	37.3	52.9	44.9	57.6	53.2	62.3	62.2	66.9	71.8
48.3	37.4	53.0	45.1	57.7	53.4	62.4	62.4	67.0	72.0

VIKING

Discharge Table for Large Orifice Spray Sprinklers with ½" Male Threads—Upright & Pendent

Pressure in PSI for Given Discharge in GPM—Formula $Q=K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 17/32	Q GPM	P (psi) 17/32
	K=7.9	69.6	77.7	72.1	83.3	74.5	89.0	77.0	95.0
67.2	72.4	69.7	77.9	72.1	83.5	74.6	89.2	77.1	95.3
67.3	72.6	69.8	78.1	72.2	83.6	74.7	89.5	77.2	95.6
67.4	72.8	69.9	78.3	72.3	83.8	74.8	89.7	77.3	95.9
67.5	73.1	70.0	78.6	72.4	84.0	74.9	89.9	77.4	96.0
67.6	73.3	70.1	78.8	72.5	84.3	75.0	90.2	77.5	96.3
67.7	73.5	70.2	79.1	72.6	84.5	75.1	90.4	77.6	96.5
67.8	73.7	70.3	79.3	72.7	84.7	75.2	90.7	77.7	96.8
67.9	73.9	70.4	79.5	72.8	85.0	75.3	90.9	77.8	97.0
68.0	74.1	70.5	79.7	72.9	85.2	75.4	91.1	77.9	97.3
68.1	74.4	70.6	79.9	73.0	85.4	75.5	91.4	78.0	97.5
68.2	74.6	70.7	80.1	73.1	85.7	75.6	91.6	78.1	97.8
68.3	74.8	70.8	80.4	73.2	86.0	75.7	91.9	78.2	98.0
68.4	75.0	70.9	80.6	73.3	86.1	75.8	92.1	78.3	98.3
68.5	75.2	71.0	80.8	73.4	86.4	75.9	92.4	78.4	98.5
68.6	75.5	71.1	81.0	73.5	86.6	76.0	92.6	78.5	98.8
68.7	75.7	71.2	81.3	73.6	86.8	76.1	92.8	78.6	99.0
68.8	75.9	71.3	81.5	73.7	87.1	76.2	93.1	78.7	99.3
68.9	76.1	71.4	81.7	73.8	87.3	76.3	93.3	78.8	99.5
69.0	76.3	71.5	82.0	73.9	87.6	76.4	93.6	78.9	99.8
69.1	76.6	71.6	82.2	74.0	87.8	76.5	93.8	79.0	100.0
69.2	76.8	71.7	82.4	74.1	88.0	76.6	94.1		
69.3	77.0	71.8	82.7	74.2	88.3	76.7	94.3		
69.4	77.2	71.9	82.9	74.3	88.5	76.8	94.6		
69.5	77.4	72.0	83.1	74.4	88.7	76.9	94.8		

Litho in U.S.A.

Discharge Tables for Small Orifice Sprinklers—Pendent & Upright

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula: $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi) 1/4	5/16	3/8	7/16	Q GPM	P (psi) 1/4	5/16	3/8	7/16
	K=1.55	K=2.16	K=2.97		8.8	32.0	16.4	8.8	K=4.54
3.6	5.3				8.9	32.7	16.8	9.0	
3.7	5.6				9.0	33.4	17.2	9.2	
3.8	5.9				9.1	34.1	17.6	9.4	
3.9	6.2				9.2	35.0	18.1	9.6	
4.0	6.6				9.3	35.8	18.5	9.8	
4.1	6.9				9.4	36.5	18.9	10.0	
4.2	7.2				9.5	37.3	19.3	10.2	
4.3	7.6				9.6	38.1	19.8	10.4	
4.4	7.9				9.7	38.6	20.2	10.7	
4.5	8.3				9.8	39.7	20.6	10.9	
4.6	8.7				9.9	40.5	21.0	11.2	
4.7	9.1				10.0	41.4	21.4	11.4	
4.8	9.5	5.0			10.1	42.1	21.8	11.6	
4.9	9.9	5.1			10.2	43.0	22.3	11.8	5.0
5.0	10.2	5.3			10.3	43.7	22.7	12.0	5.1
5.1	10.6	5.5			10.4	44.5	23.2	12.2	5.2
5.2	11.1	5.7			10.5	45.5	23.6	12.6	5.3
5.3	11.6	6.0			10.6	46.3	24.0	12.8	5.4
5.4	12.0	6.2			10.7	47.2	24.6	13.0	5.5
5.5	12.4	6.4			10.8	48.0	25.0	13.2	5.6
5.6	12.9	6.6			10.9	48.9	25.5	13.5	5.8
5.7	13.3	6.9			11.0	49.9	26.0	13.7	5.9
5.8	13.8	7.1			11.1	50.9	26.4	14.0	6.0
5.9	14.3	7.4			11.2	51.8	27.0	14.3	6.1
6.0	14.8	7.6			11.3	52.7	27.3	14.6	6.2
6.1	15.4	7.9			11.4	53.6	27.8	14.8	6.3
6.2	15.8	8.2			11.5	54.6	28.4	15.0	6.4
6.3	16.4	8.4			11.6	55.3	28.8	15.3	6.5
6.4	16.9	8.7			11.7	56.3	29.4	15.6	6.6
6.5	17.4	8.9	4.8		11.8	57.2	29.9	15.8	6.7
6.6	18.0	9.2			11.9	58.2	30.4	16.0	6.9
6.7	18.5	9.5			12.0	59.2	30.9	16.4	7.0
6.8	19.1	9.8			12.1	60.2	31.3	16.7	7.1
6.9	19.6	10.1			12.2	61.4	31.9	16.9	7.2
7.0	20.2	10.4	5.6		12.3	62.3	32.5	17.2	7.3
7.1	20.8	10.7			12.4	63.2	33.0	17.5	7.5
7.2	21.4	11.0			12.5	64.4	33.5	17.8	7.6
7.3	22.0	11.3			12.6	65.4	34.0	18.1	7.7
7.4	22.5	11.6			12.7	66.4	34.5	18.4	7.8
7.5	23.2	12.0	6.4		12.8	67.4	35.1	18.6	7.9
7.6	23.8	12.3			12.9	68.7	35.7	19.0	8.1
7.7	24.4	12.6			13.0	69.9	36.2	19.2	8.2
7.8	25.1	12.9			13.1	70.9	36.7	19.5	8.3
7.9	25.7	13.2			13.2	71.9	37.3	19.8	8.5
8.0	26.5	13.6	7.2		13.3	73.0	37.9	20.1	8.6
8.1	27.1	14.0	7.4		13.4	74.1	38.5	20.4	8.7
8.2	27.7	14.3	7.6		13.5	75.1	39.0	20.7	8.8
8.3	28.5	14.6	7.8		13.6	76.2	39.6	21.0	9.0
8.4	29.1	15.0	8.0		13.7	77.3	40.3	21.3	9.1
8.5	29.9	15.4	8.2		13.8	78.5	40.9	21.6	9.2
8.6	30.6	15.7	8.4		13.9	79.8	41.5	[illegible]	[illegible]

Discharge Tables for Small Orifice Sprinklers—Pendent & Upright

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi) 1/4	5/16	3/8	7/16	Q GPM	P (psi) 5/16	3/8	7/16
14.1	82.0	42.6	22.6	9.6	19.4	80.6	42.7	18.2
14.2	83.0	43.2	23.0	9.8	19.5	81.4	43.2	18.4
14.3	84.3	43.8	23.3	9.9	19.6	82.1	43.6	18.6
14.4	85.8	44.4	23.5	10.0	19.7	83.0	44.0	18.8
14.5	87.0	45.1	24.0	10.2	19.8	84.0	44.5	19.0
14.6	88.0	45.7	24.2	10.3	19.9	84.8	45.0	19.2
14.7	89.1	46.4	24.5	10.4	20.0	85.5	45.5	19.4
14.8	90.3	46.9	25.0	10.6	20.1	86.2	45.9	19.6
14.9		47.5	25.2	10.8	20.2	87.1	46.3	19.7
15.0		48.2	25.5	10.9	20.3	88.1	46.7	19.9
15.1		49.0	26.0	11.1	20.4	89.0	47.2	20.1
15.2		49.5	26.3	11.2	20.5	90.0	47.6	20.3
15.3		50.1	26.6	11.4	20.6	90.9	48.1	20.5
15.4		50.9	27.0	11.5	20.7	91.8	48.6	20.7
15.5		51.4	27.3	11.6	20.8	92.7	49.0	20.9
15.6		52.0	27.6	11.8	20.9	93.8	49.5	21.1
15.7		52.8	28.0	12.0	21.0	94.5	50.0	21.3
15.8		53.5	28.3	12.1	21.1	95.2	50.5	21.5
15.9		54.1	28.8	12.3	21.2	96.2	51.0	21.8
16.0		54.9	29.1	12.4	21.3	97.0	51.4	22.0
16.1		55.4	29.4	12.6	21.4	98.0	51.9	22.2
16.2		56.1	29.9	12.7	21.5	99.0	52.3	22.4
16.3		57.0	30.2	12.9	21.6		52.9	22.6
16.4		57.8	30.5	13.0	21.7		53.3	22.8
16.5		58.4	31.0	13.2	21.8		53.9	23.0
16.6		59.0	31.4	13.4	21.9		54.3	23.2
16.7		59.7	31.7	13.5	22.0		54.9	23.4
16.8		60.6	32.0	13.6	22.1		55.4	23.6
16.9		61.2	32.4	13.8	22.2		54.9	23.8
17.0		61.9	32.9	14.0	22.3		56.3	24.0
17.1		62.5	33.2	14.1	22.4		56.9	24.2
17.2		63.1	33.7	14.3	22.5		57.4	24.3
17.3		64.0	34.0	14.5	22.6		57.9	24.7
17.4		64.9	34.4	14.6	22.7		58.4	24.9
17.5		65.5	34.8	14.8	22.8		59.0	25.1
17.6		66.2	35.2	15.0	22.9		59.5	25.3
17.7		67.0	35.6	15.2	23.0		60.0	25.6
17.8		68.0	36.0	15.4	23.1		60.5	25.8
17.9		68.7	36.4	15.5	23.2		61.0	26.0
18.0		69.2	36.8	15.6	23.3		61.5	26.3
18.1		70.0	37.2	15.8	23.4		62.0	26.5
18.2		70.9	37.6	16.0	23.5		62.5	26.7
18.3		71.8	38.1	16.2	23.6		63.1	26.9
18.4		72.5	38.5	16.4	23.7		63.7	27.2
18.5		73.2	38.9	16.6	23.8		64.2	27.4
18.6		74.0	39.2	16.7	23.9		64.8	27.6
18.7		74.9	39.7	16.9	24.0		65.1	27.9
18.8		75.6	40.1	17.1	24.1		65.8	28.1
18.9		76.4	40.6	17.3	24.2		66.3	28.3
19.0		77.2	41.0	17.5	24.3		66.9	28.6
19.1		78.0	41.5	17.7	24.4		67.4	28.5
19.2		79.0	41.9	17.8	24.5		68.0	29.0
19.3		79.9	42.3	18.0	24.6		68.6	29.3

Discharge Tables for Small Orifice Sprinklers—Pendent & Upright

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM Formula $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi) 3/8	P (psi) 7/16	Q	P 7/16	Q	P 7/16	Q	P 7/16
24.7	69.1	29.5	30.0	43.6	35.3	60.4	40.6	79.9
24.8	69.8	29.8	30.1	43.9	35.4	60.8	40.7	80.3
24.9	70.1	30.0	30.2	44.1	35.5	61.1	40.8	80.7
25.0	70.8	30.2	30.3	44.5	35.6	61.4	40.9	81.1
25.1	71.3	30.5	30.4	44.8	35.7	61.9	41.0	81.5
25.2	72.0	30.7	30.5	45.0	35.8	62.1	41.1	81.8
25.3	72.6	31.0	30.6	45.4	35.9	62.5	41.2	82.2
25.4	73.0	31.2	30.7	45.7	36.0	62.9	41.3	82.6
25.5	73.7	31.4	30.8	46.0	36.1	63.1	41.4	83.0
25.6	74.2	31.6	30.9	46.3	36.2	63.6	41.5	83.4
25.7	74.9	31.9	31.0	46.6	36.3	64.0	41.6	83.8
25.8	75.5	32.1	31.1	46.9	36.4	64.2	41.7	84.2
25.9	76.0	32.4	31.2	47.1	36.5	64.6	41.8	84.6
26.0	76.7	32.6	31.3	47.4	36.6	65.0	41.9	85.0
26.1	77.1	32.8	31.4	47.7	36.7	65.3	42.0	85.5
26.2	77.9	33.1	31.5	48.0	36.8	65.7	42.1	85.9
26.3	78.5	33.4	31.6	48.4	36.9	66.0	42.2	86.3
26.4	79.0	33.7	31.7	48.6	37.0	66.3	42.3	86.7
26.5	79.6	33.9	31.8	48.9	37.1	66.8	42.4	87.1
26.6	80.1	34.2	31.9	49.2	37.2	67.1	42.5	87.5
26.7	80.8	34.5	32.0	49.5	37.3	67.4	42.6	87.9
26.8	81.4	34.7	32.1	49.8	37.4	67.8	42.7	88.4
26.9	82.0	35.0	32.2	50.2	37.5	68.1	42.8	88.5
27.0	82.7	35.2	32.3	50.5	37.6	68.5	42.9	89.1
27.1	83.3	35.5	32.4	50.8	37.7	68.9	43.0	89.7
27.2	83.9	35.7	32.5	51.1	37.8	69.2	43.1	90.1
27.3	84.5	36.0	32.6	51.4	37.9	69.7	43.2	90.5
27.4	85.0	36.3	32.7	51.8	38.0	70.0	43.3	90.9
27.5	85.6	36.5	32.8	52.1	38.1	70.4	43.4	91.4
27.6	86.3	36.8	32.9	52.3	38.2	70.8	43.5	91.8
27.7	86.9	37.1	33.0	52.8	38.3	71.1	43.6	92.2
27.8	87.4	37.4	33.1	53.0	38.4	71.5	43.7	92.6
27.9	88.1	37.6	33.2	53.3	38.5	71.9	43.8	93.0
28.0	88.9	37.9	33.3	53.8	38.6	72.2	43.9	93.4
28.1	89.5	38.1	33.4	54.1	38.7	72.7	44.0	93.8
28.2	90.0	38.4	33.5	54.3	38.8	73.0	44.1	94.2
28.3	90.6	38.7	33.6	54.7	38.9	73.3	44.2	94.7
28.4	91.2	39.0	33.7	55.0	39.0	73.8	44.3	95.1
28.5	91.8	39.3	33.8	55.3	39.1	74.0	44.4	95.5
28.6	92.7	39.5	33.9	55.6	39.2	74.5	44.5	96.0
28.7	93.3	39.8	34.0	55.9	39.3	74.9	44.6	96.4
28.8	94.0	40.1	34.1	56.2	39.4	75.2	44.7	96.8
28.9	94.6	40.4	34.2	56.6	39.5	75.6	44.8	97.2
29.0	95.2	40.6	34.3	57.0	39.6	76.0	44.9	97.6
29.1	95.8	40.9	34.4	57.3	39.7	76.4	45.0	98.1
29.2	96.5	41.2	34.5	57.7	39.8	76.8	45.1	98.6
29.3	97.3	41.5	34.6	58.0	39.9	77.1	45.2	99.1
29.4	98.0	41.8	34.7	58.3	40.0	77.6		
29.5	98.5	42.0	34.8	58.8	40.1	78.0		
29.6	99.0	42.4	34.9	59.0	40.2	78.4		
29.7	100.0	42.6	35.0	59.3	40.3	78.8		
29.8		42.9	35.1	59.8	40.4	79.2		
29.9		43.2	35.2	60.0	40.5	79.6		

Discharge Tables for Small Orifice Window (Open) Sprinklers

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi) 1/4	5/16	3/8	Q GPM	P (psi) 1/4	5/16	3/8	7/16
	K=1.48	K=2.09	K=3.02	8.4	32.5	16.2	7.8	K=4.26
3.2	4.7			8.5	33.0	16.6	7.9	
3.3	5.0			8.6	33.8	17.0	8.1	
3.4	5.3			8.7	34.6	17.4	8.3	
3.5	5.6			8.8	35.4	17.8	8.5	
3.6	5.9			8.9	36.2	18.2	8.7	
3.7	6.3			9.0	37.0	18.6	8.9	
3.8	6.6			9.1	37.8	19.0	9.1	
3.9	7.0			9.2	38.7	19.4	9.3	
4.0	7.3			9.3	39.5	19.8	9.5	
4.1	7.7			9.4	40.4	20.3	9.7	
4.2	8.1			9.5	41.2	20.7	9.9	5.0
4.3	8.5			9.6	42.1	21.1	10.1	5.1
4.4	8.9			9.7	43.0	21.6	10.4	5.2
4.5	9.3			9.8	43.9	22.0	10.6	5.3
4.6	9.7			9.9	44.8	22.5	10.8	5.4
4.7	10.1	5.1		10.0	45.7	22.9	11.0	5.5
4.8	10.6	5.3		10.1	46.6	23.4	11.2	5.6
4.9	11.0	5.5		10.2	47.5	23.8	11.4	5.7
5.0	11.4	5.7		10.3	48.4	24.3	11.6	5.9
5.1	11.9	6.0		10.4	49.3	24.8	11.9	6.0
5.2	12.4	6.2		10.5	50.2	25.3	12.1	6.1
5.3	12.8	6.4		10.6	51.2	25.7	12.3	6.2
5.4	13.4	6.7		10.7	52.1	26.2	12.6	6.3
5.5	13.8	6.9		10.8	53.1	26.7	12.8	6.4
5.6	14.4	7.2		10.9	54.1	27.2	13.0	6.6
5.7	14.9	7.5		11.0	55.1	27.7	13.3	6.7
5.8	15.4	7.7		11.1	56.1	28.2	13.5	6.8
5.9	15.9	8.0		11.2	57.1	28.7	13.8	6.9
6.0	16.4	8.3		11.3	58.2	29.3	14.0	7.1
6.1	17.0	8.5		11.4	59.2	29.8	14.3	7.2
6.2	17.6	8.8		11.5	60.2	30.3	14.5	7.3
6.3	18.2	9.1		11.6	61.4	30.8	14.8	7.4
6.4	18.7	9.4		11.7	62.5	31.3	15.0	7.6
6.5	19.3	9.7		11.8	63.6	31.9	15.3	7.7
6.6	19.9	10.0		11.9	64.7	32.4	15.6	7.8
6.7	20.5	10.3	4.9	12.0	65.8	33.0	15.8	8.0
6.8	21.1	10.6	5.1	12.1	66.9	33.6	16.0	8.1
6.9	21.8	10.9	5.2	12.2	68.0	34.1	16.3	8.2
7.0	22.4	11.2	5.4	12.3	69.0	34.7	16.6	8.4
7.1	23.0	11.6	5.5	12.4	70.1	35.2	16.9	8.5
7.2	23.7	11.9	5.7	12.5	71.2	35.8	17.2	8.6
7.3	24.4	12.2	5.9	12.6	72.3	36.4	17.4	8.8
7.4	25.0	12.6	6.0	12.7	73.7	37.0	17.7	8.9
7.5	25.7	12.9	6.2	12.8	74.9	37.6	18.0	9.1
7.6	26.4	13.2	6.3	12.9	76.0	38.1	18.3	9.2
7.7	27.1	13.6	6.5	13.0	77.1	38.7	18.6	9.4
7.8	27.8	14.0	6.7	13.1	78.3	39.3	18.8	9.5
7.9	28.5	14.3	6.9	13.2	79.6	39.9	19.1	9.6
8.0	29.3	14.7	7.0	13.3	80.8	40.5	19.4	9.8
8.1	30.0	15.0	7.2	13.4	82.0	41.1	19.7	9.9
8.2	30.7	15.4	7.4	13.5	83.1	41.7	20.0	10.1
8.3	31.5	15.6	7.5	13.6	84.4	42.3	20.3	10.2

Discharge Tables for Small Orifice Window (Open) Sprinklers

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi) 1/4	5/16	3/8	7/16	Q GPM	P (psi) 5/16	3/8	7/16
13.7	85.7	43.0	20.6	10.4	19.0	82.7	39.6	20.0
13.8	87.0	43.6	20.9	10.6	19.1	83.5	40.0	20.2
13.9	88.2	44.3	21.2	10.7	19.2	84.3	40.4	20.4
14.0	89.4	45.0	21.5	10.8	19.3	85.2	40.9	20.6
14.1	91.0	45.6	21.8	11.0	19.4	86.1	41.3	20.8
14.2	92.3	46.2	22.1	11.2	19.5	87.0	41.7	21.0
14.3	93.7	46.8	22.4	11.3	19.6	88.0	42.1	21.2
14.4	95.0	47.5	22.7	11.5	19.7	88.9	42.5	21.4
14.5		48.1	23.1	11.6	19.8	89.9	43.0	21.7
14.6		48.8	23.4	11.8	19.9	90.8	43.4	21.9
14.7		49.5	23.7	12.0	20.0	91.6	43.8	22.1
14.8		50.1	24.0	12.1	20.1	92.5	44.3	22.3
14.9		50.9	24.3	12.3	20.2	93.4	44.8	22.6
15.0		51.6	24.7	12.4	20.3	94.3	45.2	22.8
15.1		52.1	25.0	12.6	20.4	95.1	45.6	23.0
15.2		52.9	25.3	12.8	20.5	96.1	46.1	23.2
15.3		53.6	25.7	13.0	20.6	97.1	46.5	23.4
15.4		54.3	26.0	13.1	20.7	98.0	47.0	23.7
15.5		55.0	26.3	13.3	20.8	99.0	47.5	23.9
15.6		55.8	26.7	13.4	20.9	100.0	48.0	24.1
15.7		56.4	27.0	13.6	21.0		48.4	24.3
15.8		57.1	27.4	13.8	21.1		48.8	24.6
15.9		57.9	27.7	14.0	21.2		49.3	24.8
16.0		58.5	28.1	14.2	21.3		49.8	25.1
16.1		59.1	28.4	14.3	21.4		50.1	25.3
16.2		60.0	28.8	14.5	21.5		50.8	25.5
16.3		60.7	29.1	14.7	21.6		51.2	25.8
16.4		61.3	29.5	14.9	21.7		51.7	26.0
16.5		62.1	29.9	15.0	21.8		52.1	26.2
16.6		62.9	30.2	15.2	21.9		52.6	26.5
16.7		63.7	30.6	15.4	22.0		53.1	26.7
16.8		64.4	31.0	15.6	22.1		53.3	27.0
16.9		65.1	31.3	15.8	22.2		54.0	27.2
17.0		66.0	31.7	16.0	22.3		54.4	27.5
17.1		66.8	32.1	16.2	22.4		55.0	27.7
17.2		67.8	32.5	16.4	22.5		55.5	28.8
17.3		68.5	32.8	16.6	22.6		56.0	28.2
17.4		69.2	33.2	16.8	22.7		56.5	28.5
17.5		70.0	33.6	17.0	22.8		57.0	28.7
17.6		70.9	34.0	17.1	22.9		57.4	29.0
17.7		71.8	34.3	17.3	23.0		58.0	29.2
17.8		72.5	34.8	17.5	23.1		58.5	29.5
17.9		73.2	35.1	17.7	23.2		59.0	29.7
18.0		74.1	35.5	17.9	23.3		59.5	30.0
18.1		75.0	36.0	18.1	23.4		60.0	30.3
18.2		75.9	36.3	18.3	23.5		60.6	30.5
18.3		76.8	36.7	18.5	23.6		61.1	30.8
18.4		77.5	37.1	18.7	23.7		61.7	31.1
18.5		78.3	37.5	18.9	23.8		62.1	31.3
18.6		79.1	38.0	19.1	23.9		62.7	31.6
18.7		80.0	38.3	19.3	24.0		63.1	31.8
18.8		81.0	38.7	19.6	24.1		63.8	32.1
18.9		81.9	39.1	19.8	24.2		[illegible]	[illegible]

Discharge Tables for Small Orifice Window (Open) Sprinklers

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi) 1/4	5/16	3/8	7/16	Q GPM	P (psi) 5/16	3/8	7/16
13.7	85.7	43.0	20.6	10.4	19.0	82.7	39.6	20.0
13.8	87.0	43.6	20.9	10.6	19.1	83.5	40.0	20.2
13.9	88.2	44.3	21.2	10.7	19.2	84.3	40.4	20.4
14.0	89.4	45.0	21.5	10.8	19.3	85.2	40.9	20.6
14.1	91.0	45.6	21.8	11.0	19.4	86.1	41.3	20.8
14.2	92.3	46.2	22.1	11.2	19.5	87.0	41.7	21.0
14.3	93.7	46.8	22.4	11.3	19.6	88.0	42.1	21.2
14.4	95.0	47.5	22.7	11.5	19.7	88.9	42.5	21.4
14.5		48.1	23.1	11.6	19.8	89.9	43.0	21.7
14.6		48.8	23.4	11.8	19.9	90.8	43.4	21.9
14.7		49.5	23.7	12.0	20.0	91.6	43.8	22.1
14.8		50.1	24.0	12.1	20.1	92.5	44.3	22.3
14.9		50.9	24.3	12.3	20.2	93.4	44.8	22.6
15.0		51.6	24.7	12.4	20.3	94.3	45.2	22.8
15.1		52.1	25.0	12.6	20.4	95.1	45.6	23.0
15.2		52.9	25.3	12.8	20.5	96.1	46.1	23.2
15.3		53.6	25.7	13.0	20.6	97.1	46.5	23.4
15.4		54.3	26.0	13.1	20.7	98.0	47.0	23.7
15.5		55.0	26.3	13.3	20.8	99.0	47.5	23.9
15.6		55.8	26.7	13.4	20.9	100.0	48.0	24.1
15.7		56.4	27.0	13.6	21.0		48.4	24.3
15.8		57.1	27.4	13.8	21.1		48.8	24.6
15.9		57.9	27.7	14.0	21.2		49.3	24.8
16.0		58.5	28.1	14.2	21.3		49.8	25.1
16.1		59.1	28.4	14.3	21.4		50.1	25.3
16.2		60.0	28.8	14.5	21.5		50.8	25.5
16.3		60.7	29.1	14.7	21.6		51.2	25.8
16.4		61.3	29.5	14.9	21.7		51.7	26.0
16.5		62.1	29.9	15.0	21.8		52.1	26.2
16.6		62.9	30.2	15.2	21.9		52.6	26.5
16.7		63.7	30.6	15.4	22.0		53.1	26.7
16.8		64.4	31.0	15.6	22.1		53.3	27.0
16.9		65.1	31.3	15.8	22.2		54.0	27.2
17.0		66.0	31.7	16.0	22.3		54.4	27.5
17.1		66.8	32.1	16.2	22.4		55.0	27.7
17.2		67.8	32.5	16.4	22.5		55.5	28.8
17.3		68.5	32.8	16.6	22.6		56.0	28.2
17.4		69.2	33.2	16.8	22.7		56.5	28.5
17.5		70.0	33.6	17.0	22.8		57.0	28.7
17.6		70.9	34.0	17.1	22.9		57.4	29.0
17.7		71.8	34.3	17.3	23.0		58.0	29.2
17.8		72.5	34.8	17.5	23.1		58.5	29.5
17.9		73.2	35.1	17.7	23.2		59.0	29.7
18.0		74.1	35.5	17.9	23.3		59.5	30.0
18.1		75.0	36.0	18.1	23.4		60.0	30.3
18.2		75.9	36.3	18.3	23.5		60.6	30.5
18.3		76.8	36.7	18.5	23.6		61.1	30.8
18.4		77.5	37.1	18.7	23.7		61.7	31.1
18.5		78.3	37.5	18.9	23.8		62.1	31.3
18.6		79.1	38.0	19.1	23.9		62.7	31.6
18.7		80.0	38.3	19.3	24.0		63.1	31.8
18.8		81.0	38.7	19.6	24.1		63.8	32.1
18.9		81.9	39.1	19.8	24.2		64.1	32.4

Discharge Tables for Small Orifice Window (Open) Sprinklers

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q=K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi) 3/8	P (psi) 7/16	Q GPM	P (psi) 3/8	P (psi) 7/16	Q GPM	P 7/16	Q GPM	P 7/16
24.3	64.8	32.7	29.6	95.9	48.4	34.9	67.4	40.2	89.2
24.4	65.2	32.9	29.7		48.7	35.0	67.8	40.3	89.7
24.5	65.8	33.1	29.8		49.0	35.1	68.0	40.4	90.2
24.6	66.3	33.4	29.9		49.4	35.2	68.3	40.5	90.7
24.7	67.0	33.7	30.0		49.7	35.3	68.7	40.6	91.1
24.8	67.3	34.0	30.1		50.0	35.4	69.1	40.7	91.5
24.9	68.0	34.3	30.2		50.3	35.5	69.5	40.8	91.9
25.0	68.5	34.5	30.3		50.7	35.6	70.0	40.9	92.4
25.1	69.0	34.8	30.4		51.0	35.7	70.4	41.0	92.9
25.2	69.7	35.1	30.5		51.3	35.8	70.8	41.1	93.4
25.3	70.2	35.4	30.6		51.7	35.9	71.2	41.2	93.8
25.4	70.8	35.7	30.7		52.0	36.0	71.6	41.3	94.2
25.5	71.3	35.9	30.8		52.3	36.1	71.9	41.4	94.6
25.6	71.9	36.2	30.9		52.8	36.2	72.3	41.5	95.0
25.7	72.4	36.5	31.0		53.0	36.3	72.7	41.6	95.4
25.8	72.9	36.8	31.1		53.4	36.4	73.1	41.7	95.9
25.9	73.4	37.1	31.2		53.8	36.5	73.5	41.8	96.4
26.0	74.0	37.4	31.3		54.1	36.6	74.0	41.9	96.9
26.1	74.7	37.7	31.4		54.4	36.7	74.4	42.0	97.4
26.2	75.2	38.0	31.5		54.8	36.8	74.9	42.1	97.8
26.3	75.9	38.3	31.6		55.1	36.9	75.3	42.2	98.2
26.4	76.3	38.5	31.7		55.5	37.0	75.6	42.3	98.7
26.5	77.0	38.8	31.8		55.9	37.1	75.9	42.4	99.1
26.6	77.5	39.1	31.9		56.3	37.2	76.3	42.5	99.6
26.7	78.1	39.4	32.0		56.6	37.3	76.7	42.6	100.0
26.8	78.7	39.7	32.1		56.8	37.4	77.1		
26.9	79.2	40.0	32.2		57.1	37.5	77.5		
27.0	79.9	40.3	32.3		57.5	37.6	78.0		
27.1	80.5	40.6	32.4		58.0	37.7	78.4		
27.2	81.0	40.8	32.5		58.4	37.8	78.9		
27.3	81.7	41.1	32.6		58.8	37.9	79.4		
27.4	82.2	41.5	32.7		59.0	38.0	79.8		
27.5	83.0	41.8	32.8		59.3	38.1	80.2		
27.6	83.5	42.1	32.9		59.7	38.2	80.6		
27.7	84.1	42.4	33.0		60.1	38.3	80.9		
27.8	84.8	42.7	33.1		60.5	38.4	81.3		
27.9	85.2	43.0	33.2		60.9	38.5	81.7		
28.0	85.9	43.3	33.3		61.3	38.6	82.2		
28.1	86.5	43.6	33.4		61.7	38.7	82.6		
28.2	87.1	43.9	33.5		62.0	38.8	83.1		
28.3	87.8	44.3	33.6		62.3	38.9	83.5		
28.4	88.3	44.6	33.7		62.7	39.0	84.0		
28.5	89.0	44.9	33.8		63.1	39.1	84.4		
28.6	89.7	45.2	33.9		63.5	39.2	84.9		
28.7	90.2	45.5	34.0		63.9	39.3	85.3		
28.8	91.0	45.8	34.1		64.2	39.4	85.8		
28.9	91.5	46.1	34.2		64.6	39.5	86.2		
29.0	92.1	46.5	34.3		64.9	39.6	86.6		
29.1	92.8	46.8	34.4		65.2	39.7	87.0		
29.2	93.3	47.1	34.5		65.6	39.8	87.3		
29.3	94.0	47.4	34.6		66.1	39.9	87.7		
29.4	94.7	47.7	34.7		66.5	40.0	88.2		
29.5	95.3	48.0	34.8		66.9	40.1	88.7		

Discharge Tables for Spray Nozzles—By Model & Discharge Angle

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi) Mod A2 30°-60°-90° K=1.23	P (psi) Mod A2 120°-140° K=1.59	Q GPM	P (psi) Mod A2 30°-60°-90° K=1.23	P (psi) Mod A2 120°-140° K=1.59	P (psi) Mod B2 30°-60°-90° K=2.83	P (psi) Mod B2 120°-140° K=3.26	P (psi) Mod C2 30°-60° K=3.43	P (psi) Mod C2 90° K=3.80	P (psi) Mod C2 120°-140° K=3.91
2.7	4.8		6.6	28.8	17.2	5.4				
2.8	5.2		6.7	29.6	17.8	5.6				
2.9	5.6		6.8	30.5	18.3	5.8				
3.0	5.9		6.9	31.5	18.8	5.9				
3.1	6.3		7.0	32.3	19.4	6.1				
3.2	6.8		7.1	33.3	20.0	6.3				
3.3	7.2		7.2	34.2	20.5	6.5				
3.4	7.6		7.3	35.2	21.1	6.7	5.0			
3.5	8.1	4.8	7.4	36.1	21.7	6.8	5.2			
3.6	8.6	5.1	7.5	37.1	22.3	7.0	5.3			
3.7	9.0	5.4	7.6	38.1	22.8	7.2	5.4	4.9		
3.8	9.5	5.7	7.7	39.2	23.5	7.4	5.6	5.0		
3.9	10.0	6.0	7.8	40.2	24.0	7.6	5.7	5.2		
4.0	10.6	6.3	7.9	41.2	24.7	7.8	5.9	5.3		
4.1	11.1	6.7	8.0	42.3	25.3	8.0	6.0	5.4		
4.2	11.6	7.0	8.1	43.3	26.0	8.2	6.2	5.6		
4.3	12.2	7.3	8.2	44.4	26.6	8.4	6.3	5.7		
4.4	12.8	7.7	8.3	45.5	27.2	8.6	6.5	5.9		
4.5	13.4	8.0	8.4	46.5	27.9	8.8	6.6	6.0		
4.6	14.0	8.4	8.5	47.6	28.6	9.0	6.8	6.1	5.0	
4.7	14.6	8.7	8.6	48.8	29.2	9.2	7.0	6.3	5.1	
4.8	15.2	9.1	8.7	50.0	30.0	9.4	7.1	6.4	5.2	5.0
4.9	15.8	9.5	8.8	51.1	30.6	9.7	7.3	6.6	5.4	5.1
5.0	16.5	9.9	8.9	52.2	31.3	9.9	7.5	6.7	5.5	5.2
5.1	17.2	10.3	9.0	53.5	32.0	10.1	7.6	6.9	5.6	5.3
5.2	17.9	10.7	9.1	54.8	32.7	10.4	7.8	7.0	5.7	5.4
5.3	18.6	11.1	9.2	55.9	33.5	10.6	8.0	7.2	5.9	5.5
5.4	19.2	11.6	9.3	57.0	34.2	10.8	8.1	7.3	6.0	5.7
5.5	20.0	12.0	9.4	58.2	35.0	11.0	8.3	7.5	6.1	5.8
5.6	20.7	12.4	9.5	59.6	35.6	11.3	8.5	7.7	6.3	5.9
5.7	21.5	12.8	9.6	60.9	36.5	11.5	8.7	7.8	6.4	6.0
5.8	22.2	13.3	9.7	62.1	37.2	11.8	8.9	8.0	6.5	6.2
5.9	23.0	13.8	9.8	63.3	38.0	12.0	9.0	8.2	6.6	6.3
6.0	23.8	14.2	9.9	64.7	38.7	12.4	9.2	8.3	6.8	6.4
6.1	24.6	14.7	10.0	66.0	39.5	12.5	9.4	8.5	6.9	6.5
6.2	25.4	15.2	10.1	67.3	40.4	12.7	9.6	8.7	7.1	6.7
6.3	26.2	15.7	10.2	68.7	41.2	13.0	9.8	8.8	7.2	6.8
6.4	27.0	16.2	10.3	70.0	42.0	13.3	10.0	9.0	7.3	6.9
6.5	27.8	16.7	10.4	71.5	42.8	13.5	10.2	9.2	7.5	7.1

Litho in U.S.A.

VIKING

Discharge Tables for Spray Nozzles—By Model & Discharge Angle

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q=K\sqrt{P}$

Q	P (psi)									
	Mod A2		Mod B2		Mod C2			Mod D2		
GPM	30°-60°-90°	120°-140°	30°-60°-90°	120°-140°	30°-60°	90°	120°-140°	30°-60°	90°	120°-140°
10.5	72.9	43.6	13.8	10.4	9.4	7.6	7.2			
10.6	74.2	44.5	14.0	10.6	9.6	7.8	7.4			
10.7	75.8	45.3	14.3	10.8	9.7	7.9	7.5			
10.8	77.0	46.1	14.6	11.0	9.9	8.1	7.7			
10.9	78.5	47.0	14.8	11.2	10.1	8.2	7.8			
11.0	80.0	47.8	15.1	11.4	10.3	8.4	7.9			
11.1	81.4	48.7	15.4	11.6	10.5	8.5	8.1			
11.2	83.0	49.6	15.6	11.8	10.7	8.7	8.2			
11.3	84.4	50.6	15.9	12.0	10.9	8.8	8.4			
11.4	85.9	51.4	16.2	12.2	11.0	9.0	8.5			
11.5	87.3	52.2	16.5	12.5	11.2	9.2	8.7			
11.6	89.0	53.1	16.8	12.6	11.4	9.3	8.8			
11.7	90.5	54.1	17.1	12.9	11.6	9.5	9.0			
11.8	92.0	55.1	17.4	13.1	11.8	9.6	9.1			
11.9	93.5	56.1	17.7	13.3	12.0	9.8	9.3			
12.0	95.0	56.9	18.0	13.6	12.2	10.0	9.4			
12.1	96.7	57.9	18.3	13.8	12.4	10.2	9.6			
12.2	98.3	58.8	18.6	14.0	12.6	10.3	9.7			
12.3	100.0	59.7	18.9	14.2	12.8	10.5	9.9			
12.4		60.8	19.2	14.5	13.1	10.6	10.1			
12.5		61.9	19.5	14.7	13.3	10.8	10.2			
12.6		62.7	19.8	14.9	13.5	11.0	10.4			
12.7		63.6	20.2	15.2	13.7	11.2	10.6			
12.8		64.9	20.5	15.4	13.9	11.4	10.7			
12.9		65.8	20.8	15.6	14.2	11.6	10.9			
13.0		66.7	21.2	15.9	14.4	11.7	11.0			
13.1		67.8	21.4	16.2	14.6	11.9	11.2			
13.2		68.9	21.8	16.4	14.8	12.1	11.4			
13.3		69.9	22.1	16.7	15.0	12.3	11.6			
13.4		71.0	22.4	16.9	15.3	12.4	11.7			
13.5		72.0	22.8	17.2	15.5	12.6	11.9			
13.6		73.1	23.1	17.4	15.7	12.8	12.1			
13.7		74.2	23.4	17.7	16.0	13.0	12.3			
13.8		75.3	23.8	17.9	16.2	13.2	12.4			
13.9		76.3	24.2	18.2	16.4	13.4	12.6			
14.0		77.5	24.5	18.5	16.6	13.6	12.8			
14.1		78.6	24.9	18.7	16.9	13.8	13.0			
14.2		79.8	25.2	19.0	17.2	14.0	13.2			
14.3		80.8	25.5	19.3	17.4	14.2	13.4			

Discharge Tables for Spray Nozzles—By Model & Discharge Angle

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q=K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi)								
	Mod A2	Mod B2		Mod C2			Mod D2		
	120°-140°	30°-60°-90°	120°-140°	30°-60°	90°	120°-140°	30°-60°	90°	120°-140°
14.4	81.9	25.9	19.5	17.6	14.4	13.6	K=4.68	K=4.97	K=5.24
14.5	83.0	26.3	19.8	17.9	14.6	13.8	9.6	8.5	7.7
14.6	84.3	26.7	20.1	18.1	14.8	13.9	9.8	8.6	7.8
14.7	85.2	27.0	20.4	18.4	15.0	14.1	9.9	8.7	7.9
14.8	86.5	27.4	20.6	18.6	15.2	14.3	10.0	8.8	8.0
14.9	87.8	27.7	20.9	18.9	15.4	14.5	10.2	9.0	8.1
15.0	89.0	28.1	21.2	19.1	15.6	14.7	10.3	9.1	8.2
15.1	90.0	28.5	21.5	19.4	15.8	14.9	10.4	9.2	8.3
15.2	91.2	28.9	21.7	19.6	16.0	15.1	10.6	9.3	8.4
15.3	92.3	29.3	22.1	19.9	16.2	15.3	10.7	9.4	8.5
15.4	93.6	29.6	22.4	20.2	16.4	15.5	10.8	9.6	8.6
15.5	94.9	30.0	22.6	20.4	16.7	15.7	11.0	9.7	8.8
15.6	96.0	30.4	22.9	20.7	16.9	15.9	11.1	9.8	8.9
15.7	97.2	30.8	23.2	20.9	17.1	16.1	11.3	10.0	9.0
15.8	98.8	31.3	23.5	21.2	17.3	16.3	11.4	10.1	9.1
15.9	100.0	31.6	23.8	21.5	17.5	16.5	11.6	10.2	9.2
16.0		32.0	24.1	21.8	17.7	16.7	11.7	10.4	9.3
16.1		32.4	24.4	22.0	18.0	17.0	11.9	10.5	9.4
16.2		32.8	24.7	22.3	18.2	17.2	12.0	10.6	9.6
16.3		33.2	25.0	22.6	18.4	17.4	12.2	10.8	9.7
16.4		33.6	25.3	22.9	18.6	17.6	12.3	10.9	9.8
16.5		34.0	25.6	23.1	18.9	17.8	12.4	11.0	9.9
16.6		34.5	25.9	23.4	19.1	18.0	12.6	11.2	10.0
16.7		34.8	26.3	23.7	19.3	18.2	12.8	11.3	10.2
16.8		35.4	26.6	24.0	19.6	18.4	12.9	11.4	10.3
16.9		35.8	26.9	24.3	19.8	18.7	13.0	11.6	10.4
17.0		36.2	27.2	24.5	20.0	18.9	13.2	11.7	10.5
17.1		36.6	27.5	24.9	20.3	19.1	13.4	11.8	10.6
17.2		37.0	27.9	25.1	20.5	19.4	13.5	12.0	10.8
17.3		37.5	28.1	25.4	20.7	19.6	13.7	12.1	10.9
17.4		37.9	28.5	25.7	21.0	19.8	13.8	12.2	11.0
17.5		38.3	28.8	26.0	21.2	20.0	14.0	12.4	11.2
17.6		38.7	29.1	26.4	21.4	20.3	14.2	12.5	11.3
17.7		39.2	29.5	26.6	21.7	20.5	14.3	12.7	11.4
17.8		39.6	29.9	26.9	22.0	20.8	14.5	12.8	11.6
17.9		40.1	30.1	27.2	22.2	20.9	14.6	13.0	11.7
18.0		40.6	30.5	27.5	22.5	21.2	14.8	13.1	11.8
18.1		41.0	30.9	27.9	22.7	21.4	15.0	13.3	12.0
18.2		41.4	31.2	28.1	22.9	21.7	15.1	13.4	12.1

Litho in U.S.A.

Discharge Tables for Spray Nozzles—By Model & Discharge Angle

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula Q=K V P

Q GPM	P (psi)							
	Mod B2		Mod C2			Mod D2		
	30°-60°-90°	120°-140°	30°-60°	90°	120°-140°	30°-60°	90°	120°-140°
18.3	41.9	31.5	28.5	23.2	21.9	15.3	13.6	12.2
18.4	42.4	31.9	28.7	23.4	22.2	15.5	13.7	12.3
18.5	42.8	32.1	29.1	23.7	22.4	15.6	13.8	12.4
18.6	43.4	32.5	29.4	24.0	22.7	15.8	14.0	12.6
18.7	43.7	32.9	29.7	24.2	22.9	16.0	14.2	12.7
18.8	44.2	33.3	30.0	24.5	23.1	16.2	14.3	12.8
18.9	44.7	33.6	30.4	24.7	23.4	16.4	14.5	13.0
19.0	45.2	33.9	30.6	25.0	23.6	16.5	14.6	13.2
19.1	45.6	34.3	31.0	25.3	23.9	16.7	14.8	13.3
19.2	46.1	34.6	31.3	25.5	24.1	16.8	14.9	13.4
19.3	46.6	35.0	31.6	25.8	24.4	17.0	15.1	13.6
19.4	47.0	35.4	32.0	26.1	24.6	17.2	15.2	13.7
19.5	47.6	35.7	32.4	26.4	24.9	17.4	15.4	13.8
19.6	48.0	36.1	32.6	26.6	25.1	17.6	15.5	14.0
19.7	48.5	36.5	33.0	26.9	25.4	17.7	15.7	14.1
19.8	49.0	36.9	33.4	27.2	25.6	17.9	15.8	14.3
19.9	49.5	37.3	33.6	27.4	25.8	18.1	16.0	14.4
20.0	50.0	37.6	34.0	27.7	26.2	18.3	16.2	14.6
20.1	50.5	38.0	34.4	28.0	26.4	18.4	16.4	14.7
20.2	51.0	38.4	34.6	28.3	26.7	18.6	16.5	14.9
20.3	51.5	38.8	35.0	28.5	26.9	18.8	16.7	15.0
20.4	52.0	39.1	35.4	28.9	27.2	19.0	16.8	15.2
20.5	52.5	39.5	35.6	29.1	27.5	19.2	17.0	15.3
20.6	53.0	39.9	36.0	29.4	27.8	19.4	17.2	15.4
20.7	53.5	40.4	36.4	29.7	28.0	19.6	17.4	15.6
20.8	54.0	40.7	36.8	30.0	28.3	19.8	17.5	15.8
20.9	54.5	41.2	37.1	30.3	28.6	20.0	17.7	15.9
21.0	55.0	41.5	37.5	30.5	28.8	20.2	17.8	16.0
21.1	55.5	42.0	37.9	30.9	29.1	20.4	18.0	16.2
21.2	56.1	42.2	38.2	31.2	29.4	20.5	18.2	16.4
21.3	56.5	42.6	38.5	31.5	29.7	20.7	18.4	16.5
21.4	57.1	43.0	38.9	31.7	30.0	20.9	18.5	16.7
21.5	57.8	43.5	39.3	32.0	30.3	21.2	18.7	16.8
21.6	58.4	43.9	39.7	32.3	30.5	21.3	18.9	17.0
21.7	58.8	44.3	40.0	32.6	30.8	21.5	19.0	17.2
21.8	59.3	44.8	40.4	32.9	31.1	21.7	19.2	17.3
21.9	59.9	45.1	40.7	33.2	31.4	22.0	19.4	17.5
22.0	60.4	45.5	41.1	33.5	31.7	22.2	19.6	17.6
22.1	61.0	46.0	41.5	33.9	32.0	22.4	19.8	17.8

VIKING

Discharge Tables for Spray Nozzles—By Model & Discharge Angle

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi)							
	Mod B2		Mod C2			Mod D2		
	30°-60°-90°	120°-140°	30°-60°	90°	120°-140°	30°-60°	90°	120°-140°
22.2	61.4	46.4	41.9	34.1	32.2	22.5	19.9	18.0
22.3	62.0	46.7	42.2	34.4	32.5	22.7	20.1	18.1
22.4	62.8	47.2	42.6	34.8	32.8	22.9	20.3	18.3
22.5	63.2	47.6	43.0	35.1	33.1	23.2	20.5	18.5
22.6	63.8	48.0	43.4	35.4	33.4	23.4	20.7	18.6
22.7	64.3	48.5	43.8	35.7	33.7	23.6	20.9	18.8
22.8	64.9	48.9	44.2	36.0	34.0	23.8	21.0	18.9
22.9	65.4	49.4	44.5	36.4	34.4	24.0	21.2	19.1
23.0	66.1	49.8	45.0	36.6	34.6	24.2	21.4	19.3
23.1	66.7	50.2	45.4	37.0	34.9	24.4	21.6	19.5
23.2	67.1	50.7	45.7	37.3	35.1	24.6	21.8	19.6
23.3	67.8	51.0	46.1	37.6	35.5	24.8	22.0	19.8
23.4	68.3	51.4	46.5	37.9	35.8	25.0	22.2	19.9
23.5	68.9	52.0	47.0	38.3	36.1	25.2	22.4	20.2
23.6	69.4	52.4	47.3	38.5	36.4	25.4	22.5	20.3
23.7	70.1	52.9	47.7	38.9	36.8	25.7	22.7	20.5
23.8	70.8	53.3	48.1	39.3	37.0	25.9	22.9	20.7
23.9	71.2	53.8	48.6	39.5	37.4	26.1	23.1	20.9
24.0	71.9	54.2	49.0	39.9	37.7	26.4	23.3	21.0
24.1	72.5	54.5	49.4	40.2	38.0	26.5	23.5	21.2
24.2	73.1	55.2	49.8	40.5	38.4	26.8	23.7	21.3
24.3	73.8	55.5	50.2	40.9	38.6	27.0	23.9	21.5
24.4	74.3	56.0	50.6	41.2	38.9	27.2	24.1	21.7
24.5	74.9	56.4	51.0	41.4	39.3	27.4	24.3	21.9
24.6	75.5	56.9	51.4	42.0	39.6	27.6	24.5	22.0
24.7	76.1	57.3	51.8	42.3	39.9	27.9	24.7	22.2
24.8	76.8	57.8	52.2	42.6	40.3	28.1	24.9	22.4
24.9	77.3	58.2	52.8	42.9	40.5	28.3	25.0	22.6
25.0	78.1	58.8	53.0	43.3	40.9	28.6	25.3	22.7
25.1	78.8	59.2	53.5	43.6	41.2	28.8	25.5	23.0
25.2	79.2	59.8	53.9	44.0	41.5	29.0	25.7	23.2
25.3	79.8	60.1	54.4	44.4	41.8	29.3	25.9	23.4
25.4	80.5	60.7	54.8	44.7	42.2	29.5	26.1	23.5
25.5	81.1	61.2	55.2	45.0	42.5	29.7	26.3	23.7
25.6	81.9	61.8	55.8	45.4	42.9	29.9	26.5	23.9
25.7	82.4	62.1	56.1	45.8	43.1	30.2	26.7	24.1
25.8	83.0	62.7	56.5	46.0	43.5	30.4	26.9	24.3
25.9	83.9	63.0	57.0	46.5	43.8	30.6	27.1	24.4
26.0	84.4	63.6	57.4	46.8	44.3	30.8	27.4	24.6

Litho in U.S.A.

Discharge Tables for Spray Nozzles—By Model & Discharge Angle

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi)							
	Mod B2		Mod C2			Mod D2		
	30°-60°-90°	120°-140°	30°-60°	90°	120°-140°	30°-60°	90°	120°-140°
26.1	85.0	64.1	57.9	47.2	44.5	31.1	27.5	24.8
26.2	85.8	64.5	58.3	47.4	44.9	31.4	27.8	25.0
26.3	86.3	65.1	58.8	47.9	45.3	31.6	28.0	25.2
26.4	87.0	65.5	59.1	48.3	45.6	31.9	28.2	25.4
26.5	87.8	66.1	59.7	48.6	45.9	32.1	28.4	25.6
26.6	88.2	66.6	60.1	49.0	46.3	32.3	28.6	25.8
26.7	89.0	67.0	60.5	49.4	46.6	32.6	28.9	26.0
26.8	89.8	67.5	61.0	49.7	46.9	32.9	29.1	26.2
26.9	90.4	68.0	61.4	50.1	47.3	33.0	29.3	26.4
27.0	91.0	68.5	62.0	50.5	47.6	33.3	29.5	26.6
27.1	91.8	69.0	62.3	50.9	48.0	33.5	29.7	26.7
27.2	92.3	69.6	62.8	51.2	48.4	33.8	29.9	26.9
27.3	93.0	70.0	63.2	51.5	48.7	34.0	30.2	27.2
27.4	93.8	70.6	63.8	52.0	49.1	34.3	30.4	27.4
27.5	94.5	71.1	64.2	52.3	49.5	34.5	30.6	27.6
27.6	95.1	71.8	64.8	52.8	49.9	34.8	30.8	27.8
27.7	95.9	72.1	65.1	53.1	50.1	35.0	31.0	27.9
27.8	96.5	72.8	65.8	53.4	50.5	35.4	31.3	28.2
27.9	97.2	73.1	66.1	53.9	50.9	35.6	31.5	28.4
28.0	97.9	73.7	66.6	54.3	51.3	35.8	31.7	28.6
28.1	98.6	74.3	67.0	54.8	51.6	36.1	31.9	28.8
28.2	99.3	74.8	67.4	55.0	52.0	36.4	32.2	29.0
28.3	100.0	75.3	68.0	55.3	52.3	36.5	32.4	29.2
28.4		75.9	68.4	55.8	52.8	36.8	32.6	29.4
28.5		76.3	69.0	56.1	53.0	37.1	32.8	29.6
28.6		76.9	69.4	56.7	53.4	37.4	33.1	29.8
28.7		77.4	70.0	57.0	53.9	37.6	33.3	30.0
28.8		78.0	70.4	57.3	54.2	37.9	33.5	30.2
28.9		78.8	71.0	57.9	54.8	38.2	33.8	30.4
29.0		79.1	71.3	58.2	55.0	38.4	34.0	30.6
29.1		79.7	72.0	58.8	55.3	38.7	34.3	30.9
29.2		80.1	72.3	59.0	55.8	38.9	34.5	31.0
29.3		80.8	72.9	59.4	56.0	39.2	34.7	31.3
29.4		81.2	73.3	59.9	56.4	39.5	34.9	31.5
29.5		81.9	74.0	60.2	56.8	39.7	35.2	31.7
29.6		82.3	74.3	60.7	57.1	40.0	35.4	31.9
29.7		83.0	75.0	61.0	57.8	40.4	35.6	32.1
29.8		83.5	75.4	61.5	58.1	40.6	35.9	32.4
29.9		84.0	76.0	62.0	58.4	40.8	36.1	32.6

Discharge Tables for Spray Nozzles—By Model & Discharge Angle

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula Q = K VP

Q GPM	P (psi)						
	Mod B2	Mod C2			Mod D2		
	120°-140°	30°-60°	90°	120°-140°	30°-60°	90°	120°-140°
30.0	84.6	74.6	62.3	58.9	41.1	36.4	32.8
30.1	85.1	77.0	62.8	59.2	41.4	36.6	33.0
30.2	85.8	77.5	63.1	59.7	41.6	36.9	33.3
30.3	86.2	78.0	63.5	60.0	42.0	37.1	33.4
30.4	86.9	78.5	64.0	60.4	42.3	37.4	33.6
30.5	87.4	78.9	64.3	60.9	42.5	37.6	33.9
30.6	88.1	79.7	64.9	61.1	42.8	37.9	34.1
30.7	88.7	80.0	65.2	61.6	43.0	38.1	34.3
30.8	89.1	80.7	65.8	62.0	43.3	38.4	34.5
30.9	89.9	81.0	66.1	62.3	43.5	38.6	34.8
31.0	90.3	81.8	66.5	62.8	43.9	38.8	35.0
31.1	90.9	82.1	67.0	63.1	44.1	39.1	35.2
31.2	91.5	82.8	67.2	63.6	44.4	39.4	35.4
31.3	92.1	83.2	67.9	64.0	44.7	39.6	35.6
31.4	92.8	83.8	68.2	64.3	45.0	39.9	35.9
31.5	93.3	84.1	68.8	64.9	45.4	40.2	36.2
31.6	93.9	84.9	69.0	65.3	45.6	40.4	36.4
31.7	94.4	85.3	69.6	65.7	45.9	40.6	36.6
31.8	95.0	85.9	70.0	66.0	46.1	40.9	36.8
31.9	95.8	86.4	70.4	66.4	46.5	41.1	37.1
32.0	96.2	86.9	70.9	67.0	46.8	41.4	37.3
32.1	96.9	87.5	71.4	67.3	47.0	41.6	37.5
32.2	97.3	88.0	71.9	67.8	47.3	42.0	37.8
32.3	98.1	88.6	72.3	68.2	47.6	42.2	38.0
32.4	98.8	89.1	72.8	68.8	47.9	42.4	38.3
32.5	99.3	89.8	73.0	69.0	48.3	42.7	38.5
32.6	100.0	90.2	73.8	69.5	48.5	42.9	38.7
32.7		90.8	74.0	69.9	48.9	43.3	38.9
32.8		91.3	74.5	70.2	49.1	43.5	39.2
32.9		91.9	75.0	70.8	49.4	43.7	39.4
33.0		92.5	75.3	71.1	49.7	44.0	[illegible]
33.1		93.0	75.9	71.5	50.0	44.3	39.9
33.2		93.5	76.2	72.0	50.4	44.5	40.1
33.3		94.1	76.9	72.5	50.8	44.8	40.4
33.4		94.8	77.3	73.0	51.0	45.1	40.6
33.5		95.2	77.8	73.4	51.2	45.4	40.9
33.6		95.9	78.3	73.9	51.6	45.7	41.1
33.7		96.3	78.8	74.2	51.9	45.9	41.4
33.8		97.0	79.1	74.8	52.2	46.1	41.6

Litho in U.S.A.

Discharge Tables for Spray Nozzles—By Model & Discharge Angle

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi)					
	Mod C2			Mod D2		
	30°-60°	90°	120°-140°	30°-60°	90°	120°-140°
33.9	97.5	79.5	75.1	52.4	46.5	41.9
34.0	98.0	80.0	75.7	52.8	46.8	42.1
34.1	98.8	80.5	76.0	53.0	47.0	42.4
34.2	99.3	81.0	76.3	53.4	47.3	42.6
34.3	100.0	81.4	76.9	53.8	47.5	42.8
34.4		82.0	77.3	54.0	47.9	43.0
34.5		82.4	77.8	54.3	48.1	43.3
34.6		83.0	78.2	54.7	48.4	43.6
34.7		83.4	78.6	55.0	48.7	43.9
34.8		83.9	79.1	55.2	49.0	44.0
34.9		84.3	79.6	55.7	49.3	44.3
35.0		84.9	80.1	56.0	49.5	44.6
35.1		85.2	80.5	56.2	49.8	44.9
35.2		85.8	81.0	56.5	50.1	45.1
35.3		86.2	81.4	56.9	50.4	45.4
35.4		86.8	81.9	57.1	50.8	45.6
35.5		87.2	82.2	57.5	51.0	45.9
35.6		87.8	82.9	57.9	51.2	46.1
35.7		88.1	83.2	58.1	51.5	46.4
35.8		88.9	83.6	58.5	51.9	46.7
35.9		89.2	84.1	58.9	52.1	46.9
36.0		89.9	84.8	59.1	52.4	47.2
36.1		90.2	85.1	59.5	52.8	47.5
36.2		90.8	85.8	59.9	53.0	47.7
36.3		91.1	86.0	60.1	53.2	48.0
36.4		91.8	86.6	60.5	53.6	48.3
36.5		92.1	87.1	60.9	53.9	48.5
36.6		92.9	87.6	61.1	54.1	48.8
36.7		93.1	88.0	61.5	54.4	49.1
36.8		93.9	88.5	61.9	54.8	49.3
36.9		94.1	89.0	62.1	55.0	49.5
37.0		94.8	89.4	62.4	55.3	49.9
37.1		95.1	90.0	62.9	55.7	50.1
37.2		95.9	90.4	63.1	56.0	50.4
37.3		96.2	91.0	63.4	56.2	50.7
37.4		96.9	91.3	63.9	56.5	50.9
37.5		97.1	91.9	64.1	56.9	51.2
37.6		98.0	92.2	64.5	57.1	51.5
37.7		98.3	92.9	64.9	57.4	51.8

Discharge Tables for Spray Nozzles—By Model & Discharge Angle

Pressures in PSI for Given Discharges in CPM—Formula $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi) Mod C2 90°	P (psi) Mod C2 120°-140°	P (psi) Mod D2 30°-60°	P (psi) Mod D2 90°	P (psi) Mod D2 120°-140°	Q GPM	P (psi) Mod D2 30°-60°	P (psi) Mod D2 90°	P (psi) Mod D2 120°-140°
37.8	98.9	93.1	65.2	57.8	52.0	41.7	79.5	70.4	63.3
37.9	99.4	93.9	65.7	58.0	52.3	41.8	79.9	70.8	63.8
38.0	100.0	94.4	66.0	58.4	52.6	41.9	80.0	71.0	64.0
38.1		94.9	66.2	58.8	52.8	42.0	80.5	71.4	64.2
38.2		95.1	66.6	59.0	53.0	42.1	81.0	71.7	64.5
38.3		95.8	67.0	59.2	53.3	42.2	81.2	72.0	64.9
38.4		96.1	67.3	59.6	53.7	42.3	81.6	72.3	65.0
38.5		96.9	67.8	60.0	53.9	42.4	82.0	72.6	65.3
38.6		97.4	68.0	60.3	54.3	42.5	82.5	73.0	65.8
38.7		97.9	68.3	60.7	54.6	42.6	82.9	73.4	66.0
38.8		98.3	68.8	60.9	54.8	42.7	83.1	73.8	66.2
38.9		98.9	69.1	61.1	55.0	42.8	83.7	74.0	66.7
39.0		99.4	69.4	61.5	55.3	42.9	83.9	74.4	66.9
39.1		100.0	69.9	61.9	[illegible]	43.0	84.4	74.9	67.3
39.2			70.1	62.1	55.9	43.1	84.9	75.2	67.5
39.3			70.4	62.4	56.2	43.2	85.2	75.5	67.9
39.4			70.9	62.8	56.5	43.3	85.5	75.8	68.0
39.5			71.1	63.0	56.8	43.4	85.9	76.1	68.5
39.6			71.8	63.3	57.0	43.5	86.3	76.5	68.9
39.7			72.0	63.7	57.3	43.6	86.9	76.9	69.2
39.8			72.2	64.0	57.8	43.7	87.1	77.1	69.5
39.9			72.8	64.3	58.0	43.8	87.6	77.6	69.9
40.0			73.0	64.8	58.3	43.9	88.0	77.9	70.1
40.1			73.4	65.0	58.5	44.0	88.3	78.3	70.4
40.2			73.8	65.2	58.8	44.1	88.9	78.6	70.8
40.3			74.2	65.5	59.0	44.2	89.0	78.9	71.0
40.4			74.6	66.0	59.3	44.3	89.5	79.3	71.3
40.5			74.9	66.3	59.8	44.4	89.9	79.8	71.8
40.6			75.3	66.8	60.0	44.5	90.3	80.0	72.0
40.7			75.8	67.0	60.3	44.6	90.9	80.6	[illegible]
40.8			76.0	67.4	60.6	44.7	91.1	80.9	72.7
40.9			76.4	67.8	60.9	44.8	91.6	81.3	73.0
41.0			76.9	68.0	61.2	44.9	92.0	81.7	73.5
41.1			77.2	68.3	61.5	45.0	92.5	82.0	73.8
41.2			77.6	68.8	61.8	45.1	93.0	82.3	74.0
41.3			77.9	69.1	62.0	45.2	93.4	82.5	74.4
41.4			78.1	69.4	62.4	45.3	93.8	82.9	74.8
41.5			78.5	69.7	62.8	45.4	94.0	83.4	75.0
41.6			79.0	70.1	63.0	45.5	94.5	83.9	75.5

Litho in U.S.A.

Discharge Tables for Spray Nozzles—By Model & Discharge Angle

Pressures in PSI for Given Discharges in GPM—Formula $Q = K\sqrt{P}$

Q GPM	P (psi) Mod D2			Q GPM	P (psi) Mod D2	
	30°-60°	90°	120°-140°		90°	120°-140°
45.6	94.9	84.2	75.8	49.5	99.0	89.2
45.7	95.1	84.5	76.0	49.6	99.5	89.6
45.8	95.8	84.9	76.4	49.7	100.0	89.9
45.9	96.0	85.1	76.8	49.8		90.3
46.0	96.6	85.6	77.1	49.9		90.8
46.1	97.0	85.9	77.4	50.0		91.0
46.2	97.2	86.0	77.8	50.1		91.3
46.3	97.8	86.4	78.0	50.2		91.6
46.4	98.1	86.9	78.3	50.3		92.0
46.5	98.9	87.4	78.6	50.4		92.3
46.6	99.2	87.9	79.0	50.5		92.9
46.7	99.6	88.1	79.4	50.6		93.0
46.8	100.0	88.4	79.7	50.7		93.5
46.9		88.9	79.9	50.8		93.9
47.0		89.3	80.4	50.9		94.1
47.1		89.8	80.8	51.0		94.7
47.2		90.0	81.1	51.1		95.1
47.3		90.2	81.5	51.2		95.5
47.4		90.8	81.8	51.3		95.8
47.5		91.2	82.0	51.4		96.0
47.6		91.8	82.5	51.5		96.4
47.7		92.1	82.9	51.6		96.9
47.8		92.5	83.1	51.7		97.1
47.9		92.9	83.5	51.8		97.5
48.0		93.3	83.9	51.9		97.9
48.1		93.5	84.2	52.0		98.4
48.2		93.9	84.8	52.1		98.8
48.3		94.3	85.0	52.2		99.3
48.4		94.8	85.3	52.3		99.8
48.5		95.0	85.8	52.4		100.0
48.6		95.5	86.0			
48.7		95.9	86.3			
48.8		96.1	86.9			
48.9		96.5	87.0			
49.0		97.1	87.4			
49.1		97.5	87.9			
49.2		97.9	88.0			
49.3		98.1	88.4			
49.4		98.5	88.8			

	CLASIFICACION POR CONTENIDO	PRESION RESIDUAL	FLUJO ACEPTABLE	DURACION EN MINUTOS
-	Al utilizarse los diámetros de tuberías standard, según el número de rociadores -			
I.-	LIGERO	1.05 kg/cm2	1900-2850 lpm	30-60
II.-	ORDINARIO-I	1.05 kg/cm2 ó mayor	2650-3850 lpm	60-90
III.-	ORDINARIO-II	1.05 kg/cm2 ó mayor	3220-5680 lpm	60-90
IV.-	ORDINARIO-III	*	*	60-120
V.-	ESPECIAL	*	*	*
VI.-	EDIF. MUY ALTOS	*	*	*
VII.-	BODEGAS	*	*	*

* En los riesgos comprendidos en los incisos IV - V - VI - VII de la tabla que antecede, será la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros la que precise los datos faltantes.

DIAMETROS STD. DE TUBERIA SEGUN EL NUMERO DE ROCIADORES.

DIAM.	RIESGO LIGERO		RIESGO ORDINARIO		RIESGO ESPECIAL	
	CED. 40	COBRE	CED. 40	COBRE	CED. 40	COBRE
1"	2 Roc.	2	2 Roc.	2	1 Roc.	1
1 1/4"	3 Roc.	3	3 Roc.	3	2 Roc.	2
1 1/2"	5 Roc.	5	5 Roc.	5	5 Roc.	5
2"	10 Roc.	12	10 Roc.	12	8 Roc.	8
2 1/2"	30 Roc.	40	20 Roc.	25	15 Roc.	20
3"	60 Roc.	65	40 Roc.	45	27 Roc.	30
4"	*		100 Roc.	115	55 Roc.	65
6"	No se aplica		275 Roc.	300	150 Roc.	170
8"	No se aplica		*		*	*

* Para superficies que no excedan de 5.000 mts.2

** Para superficies que no excedan de 2.450 mts.2.

CUANDO SE EFECTUE CALCULO HIDRAULICO SE REQUIERE

CLASIF. RIESGO	GASTO P/ ROCIADORES	GASTO P/ HIDRANTES	DURACION EN MINUTOS	DENSIDAD
LIGERO	570 lpm	380 lpm	30	0.10-1500 0.07-3000
ORD.- I	1515 lpm	950 lpm	* 60-90	0.145-2000 0.125-3000
ORD.- II	2275 lpm	950 lpm	* 60-90	0.19-2000 0.14-4000
ORD.- III	2850 lpm	1900 lpm	* 60-120	0.18-3000 0.15-5000

* Se acepta la duración más corta cuando se instala un sistema de flujo supervisado con alarma remota o su equivalente.

Friction Loss Table for Water Flowing In Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

½" PIPE I.D.=0.622"						¾" PIPE I.D.=0.824"					
Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
1.0	.010	.007	.005	1.1	0.01	3.0	014	.01	.008	1.8	0.02
1.5	.020	.014	.011	1.6	0.02	4.0	028	.02	01	2.4	0.04
2.0	.034	.024	.018	2.1	0.03	5.0	042	.03	.02	3.0	0.06
2.5	050	.036	027	2.6	0.05	6.0	070	.05	.04	3.6	0.09
3.0	070	.050	038	3.2	0.07	7.0	084	.06	05	4.2	0.12
3.5	.094	.067	050	3.7	0.09	8.0	.112	.08	06	4.8	0.15
4.0	.121	.086	065	4.2	0.12	9.0	140	.10	.08	5.4	0.20
4.5	.154	.11	083	4.8	0.15	10.0	.17	.12	.09	6.0	0.24
5.0	.182	.13	.097	5.3	0.19	11.0	.20	.14	.11	6.6	0.29
5.5	210	.15	11	5.8	0.23	12.0	24	.17	.13	7.2	0.35
6.0	252	.18	.14	6.3	0.27	13.0	27	.19	.14	7.8	0.41
6.5	294	.21	.16	6.9	0.32	14.0	31	.22	17	8.4	0.47
7.0	336	.24	.18	7.4	0.36	15.0	.35	.25	.19	9.0	0.55
7.5	.378	.27	.20	7.9	0.42	16.0	.39	.28	.21	9.6	0.62
8.0	.434	.31	.23	8.5	0.48	17.0	.43	.31	.23	10.2	0.70
8.5	.462	.33	.25	9.0	0.54	18.0	49	.35	.26	10.8	0.78
9.0	.532	.38	.29	9.5	0.60	19.0	.53	.38	.29	11.4	0.87
9.5	588	.42	.32	10.0	0.67	20.0	.59	.42	.32	12.0	0.96
10.0	658	.47	.35	10.6	0.74	21.0	64	.46	.35	12.6	1.06
11.0	.785	.56	.42	11.6	0.90	22.0	.70	.50	.38	13.2	1.17
12.0	.910	.65	.49	12.7	1.07	23.0	.77	.55	.41	13.8	1.28
13.0	1.07	.76	.57	13.7	1.26	24.0	84	.60	.45	14.4	1.39
14.0	1.22	.87	.65	14.8	1.46	25.0	.91	.65	.49	15.0	1.51
15.0	1.38	.98	.74	15.8	1.68	26.0	.97	.69	52	15.6	1.63
16.0	1.56	1.11	.84	16.9	1.91	27.0	1.10	.75	.56	16.2	1.76
17.0	1.75	1.25	.94	18.0	2.16	28.0	1.12	.80	60	16.8	1.90
18.0	1.93	1.38	1.04	19.0	2.41	29.0	1.19	.85	64	17.4	2.04
19.0	2.14	1.53	1.15	20.1	2.70	30.0	1.26	.90	.68	18.1	2.18
20.0	2.36	1.68	1.27	21.2	3.00	31.0	1.35	.96	.72	18.7	2.34
						32.0	1.43	1.02	.77	19.3	2.48
						33.0	1.52	1.08	.81	19.9	2.64
						34.0	1.60	1.14	86	20.5	2.81
						35.0	1.69	1.20	.90	21.1	3.00

Litho in U.S.A.

Friction Loss Table for Water Flowing In 1" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=1.049"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C 100	C 120	C 140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
5	.014	.010	007	1.9	0 02	43	.760	.543	408	16 0	1 71
6	.020	.014	.011	2 2	0 03	44	.794	.567	426	16 3	1 78
7	.027	.019	014	2 6	0 05	45	826	.590	443	16 7	1 87
8	.034	.024	018	3.0	0 06	46	867	.619	.465	17.1	1 95
9	.042	.030	023	3 3	0 07	47	896	.640	481	17 5	2 04
10	.050	.036	027	3.7	0 09	48	930	.664	499	17.8	2 12
11	.060	.043	.032	4 1	0 11	49	966	.690	519	18 2	2 21
12	.070	.050	038	4.5	0 13	50	1 00	.714	536	18 6	2 30
13	.083	.059	.044	4 8	0 16	51	1 04	.743	558	19 0	2 40
14	095	.068	051	5 2	0 18	52	1 08	.770	579	19 3	2 50
15	.107	.076	057	5 6	0 21	53	1.13	.804	604	19 7	2 60
16	.122	.087	065	5 9	0 24	54	1 16	.827	622	20 0	2 70
17	136	.097	073	6 3	0 27	55	1 19	.845	635	20 4	2 79
18	.151	.108	081	6 7	0 30	56	1 24	.884	664	20 8	2 90
19	.167	.119	.089	7 1	0 33	57	1 27	.915	688	21 2	3 00
20	.182	.130	098	7 4	0 37	58	1 33	.948	712	21 5	3 10
21	.202	.144	108	7 8	0 41	59	1 37	.973	731	21.9	3 21
22	.218	.156	117	8 2	0 45	60	1 40	1.00	752	22.3	3 32
23	.238	.170	128	8.5	0 49	61	1 46	1.04	782	22 6	3 43
24	255	.182	.137	8 9	0 53	62	1 50	1.07	805	23 0	3 54
25	.279	.199	.150	9 3	0 58	63	1 54	1.10	827	23 4	3 66
26	.298	.213	.160	9 7	0 62	64	1 59	1.13	850	23.7	3 78
27	.321	.229	.172	10 0	0 67	65	1 63	1.16	871	24 1	3 90
28	342	.244	183	10 4	0 72	66	1 68	1.20	902	24 4	4 02
29	.367	.262	.197	10 7	0 77	67	1 73	1.23	925	24 8	4 14
30	.386	.276	208	11.1	0 83	68	1 78	1.27	955	25 2	4 26
31	.415	.296	.222	11 5	0 89	69	1 82	1.30	977	25 6	4 38
32	.440	.314	234	11 9	0 94	70	1 87	1.33	1 00	26 0	4 50
33	.465	.332	250	12 2	1 00	75	2 14	1.52	1 14	27 8	5 20
34	493	.352	264	12 6	1 06	80	2 40	1.71	1 29	29 7	6 00
35	.518	.370	278	13 0	1 13	85	2 68	1.91	1 44	31.6	6 80
36	.545	.389	292	13 4	1 20	90	2 98	2.12	1 59	33 4	7 60
37	.575	.410	308	13 8	1 27	95	3 29	2.35	1 77	35 3	8 40
38	.602	.430	.324	14 1	1 33	100	3 61	2.58	1 94	37.1	9 20
39	.633	.452	.340	14 5	1.40						
40	.661	.472	.355	14 8	1.47						
41	.696	.497	.374	15 2	1.55						
42	.722	.516	388	15 6	1 63						

VIKING Friction Loss Table for Water Flowing In 1¼" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=1.380"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
10	014	.010	008	2 2	0 03	60	.370	.264	198	12 9	1.10
15	.028	.020	.015	3 2	0 07	61	381	.272	.204	13.1	1.14
20	049	.035	026	4 3	0 12	62	.394	.281	.211	13 3	1.18
25	073	.052	039	5 4	0 19	63	.405	.289	.218	13.5	1.21
26	078	.056	.042	5 6	0 21	64	.418	.298	224	13.7	1.25
27	.084	.060	.045	5 8	0 22	65	.432	.308	.232	13 9	1 30
28	091	.065	049	6 0	0 24	66	446	.318	.239	14 2	1 35
29	097	.069	052	6 2	0 26	67	.458	.327	.246	14 4	1 39
[illegible]	.104	.074	056	6 4	0 28	68	.471	.336	252	14.6	1 42
31	.109	.078	.059	6 6	0 30	69	482	.344	258	14 8	1 46
32	116	.083	062	6 9	0 32	70	.494	.352	264	15 0	1 5[illegible]
33	123	.088	066	7 1	0 33	72	.520	.371	.279	15 4	1 58
34	.130	.093	070	7 3	0 36	74	547	.390	.293	15 9	1 69
35	.137	.098	074	7 5	0 38	76	575	.410	.308	16 3	1 77
36	.144	.103	077	7 7	0 40	78	604	.431	.324	16 8	1 88
37	151	.108	081	7 9	0 42	80	632	.451	339	17 2	1 97
38	.160	.114	086	8 2	0 44	82	661	.472	.354	17 6	2 06
39	167	.119	090	8 4	0 47	84	693	.494	.371	18 0	2 16
40	.175	.125	094	8 6	0 49	86	.721	.515	.387	18 5	2 28
41	.183	.131	.099	8 8	0 52	88	.754	.537	.404	18 9	2 38
42	.192	.137	.103	9 0	0 54	90	.785	.560	.420	19 3	2 49
43	.200	.143	.107	9 2	0 57	92	.817	.583	.438	19 7	2 59
44	.209	.149	.112	9 4	0 59	94	853	.608	.457	20 2	2 72
45	.217	.155	.116	9 6	0 62	96	885	.631	.474	20 6	2 83
46	227	.162	.122	9 9	0 65	98	920	.656	.493	21 1	2 97
47	.235	.168	.126	10 1	0 68	100	954	.681	.512	21 5	3 08
48	.245	.175	.132	10 3	0 71	105	1 04	.745	560	22.5	3 38
49	.255	.182	137	10 5	0 73	110	1 14	.813	610	23 6	3 72
50	265	.189	142	10 7	0 77	115	1 24	.881	.662	24 6	4 04
51	.274	.196	147	10 9	0 80	120	1 34	.954	.717	25 7	4 42
52	284	.203	.153	11 1	0 82	125	1 44	1.03	.770	26 8	4 80
53	294	.210	.158	11 3	0 86	130	1 56	1.11	.834	27.9	5 20
54	.306	.218	.164	11 6	0 90	135	1 67	1.19	895	29 0	5 61
55	.316	.225	.169	11 9	0 93	140	1 78	1.27	.960	30 0	6 07
56	.327	.233	175	12 0	0 96	145	1 89	1.35	1 010	31 1	6 50
57	.338	.241	181	12 2	1 00	150	2 02	1.44	1 076	32 2	6 98
58	.350	.250	.188	12 5	1 04	155	2 14	1.53	1 142	33 2	7 41
59	.360	.257	.193	12 7	1 07	160	2 28	1.63	1.220	34.2	7 88

Friction Loss Table for Water Flowing In 1½" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=1.610"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
10	.007	.005	.004	1.6	.02	69	.224	.160	.120	10.9	.78
15	.014	.010	.008	2.4	.04	70	.231	.165	.124	11.0	.81
20	.022	.016	.012	3.2	.07	71	.236	.169	.127	11.1	.83
25	.035	.025	.019	4.0	.11	72	.244	.174	.131	11.3	.86
30	.048	.034	.026	4.7	.15	73	.249	.178	.134	11.5	.88
32	.055	.039	.029	5.0	.17	74	.256	.183	.138	11.7	.91
34	.062	.044	.033	5.4	.20	75	.262	.187	.141	11.8	.93
36	.067	.048	.036	5.7	.22	76	.269	.192	.144	12.0	.96
38	.074	.053	.040	6.0	.25	77	.276	.197	.148	12.1	.98
40	.081	.058	.044	6.3	.27	78	.282	.201	.151	12.3	1.01
41	.087	.062	.047	6.5	.28	79	.288	.206	.155	12.4	1.03
42	.090	.064	.048	6.6	.29	80	.296	.211	.159	12.6	1.06
43	.094	.067	.050	6.8	.31	82	.301	.221	.166	12.9	1.10
44	.098	.070	.052	6.9	.32	84	.324	.231	.174	13.2	1.15
45	.101	.072	.054	7.1	.34	86	.338	.241	.181	13.6	1.20
46	.107	.076	.057	7.3	.35	88	.352	.251	.189	13.9	1.25
47	.111	.079	.059	7.4	.37	90	.367	.262	.197	14.2	1.35
48	.115	.082	.062	7.6	.38	92	.382	.273	.205	14.5	1.41
49	.121	.086	.065	7.7	.40	94	.398	.284	.214	14.8	1.47
50	.125	.088	.066	7.9	.42	96	.413	.295	.222	15.2	1.53
51	.128	.091	.068	8.0	.43	98	.429	.306	.230	15.5	1.59
52	.133	.095	.071	8.2	.45	100	.445	.318	.239	15.8	1.66
53	.137	.098	.074	8.4	.47	105	.492	.351	.264	16.4	1.83
54	.143	.102	.077	8.5	.49	110	.535	.382	.287	17.3	2.01
55	.149	.106	.080	8.7	.50	115	.581	.415	.312	18.1	2.20
56	.154	.110	.083	8.8	.52	120	.629	.449	.337	18.9	2.39
57	.158	.113	.085	9.0	.54	125	.678	.484	.363	19.7	2.59
58	.164	.117	.088	9.1	.56	130	.728	.520	.390	20.5	2.80
59	.168	.120	.090	9.3	.58	135	.782	.558	.427	21.3	3.02
60	.174	.124	.093	9.5	.60	140	.836	.597	.448	22.1	3.25
61	.179	.128	.096	9.6	.62	145	.894	.638	.479	22.8	3.50
62	.185	.132	.099	9.8	.64	150	.951	.679	.510	23.6	3.74
63	.191	.136	.102	9.9	.66	155	1.003	.716	.538	24.4	4.00
64	.196	.140	.105	10.1	.68	160	1.071	.765	.575	25.2	4.25
65	.201	.144	.108	10.2	.70	165	1.135	.810	.610	26.0	4.52
66	.207	.148	.111	10.4	.72	170	1.199	.855	.642	26.8	4.80
67	.213	.152	.114	10.6	.74	175	1.263	.902	.678	27.6	5.08
68	.218	.156	.117	10.7	.76	180	1.610	1.179	.885	28.4	5.41

Friction Loss Table for Water Flowing In 2" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=2.068"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
30	.014	.010	007	2.9	.055	85	.100	.072	.054	8.2	.456
35	.019	.013	010	3.4	.075	87	.102	.073	055	8.3	467
40	.024	.017	013	3.8	093	88	.105	.075	056	8.4	.479
42	026	.019	014	4.0	.108	89	.108	.077	057	8.5	.490
44	.029	.021	.015	4.3	.127	90	.109	.078	059	8.6	501
46	031	.023	0.17	4.5	.136	91	.112	.080	060	8.7	513
48	.034	024	.018	4.6	.143	92	.113	.081	.061	8.8	524
50	036	.026	019	4.8	.156	93	.116	.083	063	8.9	536
52	039	.028	021	5.0	.169	94	.119	.085	064	9.0	547
54	042	.030	022	5.2	.182	95	.120	.086	.065	9.1	558
56	.045	.032	024	5.4	.197	96	.123	.088	066	9.2	570
58	049	.035	026	5.6	206	97	126	.090	.068	9.3	581
60	.051	.037	028	5.7	215	98	128	.092	069	9.4	592
61	.053	.038	029	5.8	.224	99	131	.094	070	9.5	604
62	.054	.039	029	5.9	233	100	133	.095	.071	9.6	.615
63	056	.040	.030	6.0	.243	101	136	.097	073	9.7	626
64	057	.041	.031	6.1	252	102	139	.099	074	9.8	638
65	.060	.043	.032	6.2	.262	103	.140	.100	075	9.9	.650
66	.061	.044	.033	6.3	.271	104	.143	.102	.077	10.0	.662
67	.063	.045	.034	6.4	281	105	.145	.104	078	10.0	.677
68	065	.047	.035	6.5	290	106	148	.106	.080	10.1	692
69	067	.048	.036	6.6	.300	107	.151	.108	.081	10.2	.706
70	.068	.049	.037	6.7	309	108	.154	.110	.083	10.3	.721
71	.070	.050	038	6.8	.319	109	155	.111	084	10.4	.735
72	071	.051	039	6.9	328	110	.158	.113	.085	10.5	.749
73	074	.053	.040	7.0	338	111	161	.115	087	10.6	763
74	.075	.054	041	7.1	.347	112	.164	.117	.088	10.7	775
75	078	.056	042	7.2	.355	113	.167	.119	090	10.8	789
76	.080	.057	.043	7.3	.364	114	169	.121	091	10.9	803
77	081	.058	044	7.4	.373	115	.172	.123	093	11.0	820
78	.084	.060	.045	7.5	.381	116	175	.125	094	11.0	836
79	.085	.061	046	7.6	.390	117	178	.127	096	11.1	851
80	.088	.063	.047	7.7	.398	118	.181	.129	097	11.2	867
81	.090	.064	.048	7.7	.403	119	.183	.131	099	11.3	883
82	.092	.066	050	7.8	.416	120	186	.133	.100	11.5	.899
83	.094	.067	.051	7.9	.424	121	.189	.135	.101	11.6	.905
84	.096	.069	.052	8.0	.433	122	.192	.137	.103	11.7	.920
85	.098	.070	.053	8.1	445	123	.195	.139	105	11.8	935

Litho in U.S.A.

Friction Loss Table for Water Flowing In 2" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=2.067"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C = 100	C - 120	C - 140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=-120	C=-140	FPS	PSI
124	.197	.141	.106	11.9	.955	190	.437	.312	234	18 2	2 27
125	.200	.143	.108	12.0	.965	195	458	.327	.246	18 7	2 37
126	.204	.146	.110	12 0	.979	200	480	.343	258	19 1	2 47
127	.207	.148	.111	12.1	.992	205	.502	.359	270	19 6	2 60
128	.210	.150	.113	12.2	1.01	210	.526	.376	283	20.1	2 71
129	.213	.152	.114	12 3	1 02	215	.549	.392	.295	20 6	2.86
130	.215	.154	.116	12.4	1.04	220	.573	.409	308	21 0	3 01
131	220	.157	.118	12.5	1 05	225	598	.427	322	21.5	3.16
132	223	.159	120	12 6	1.06	230	622	.444	334	22 0	3 31
133	.226	.161	121	12.7	1 08	235	648	.463	348	22 5	3 46
134	.228	.163	123	12 8	1.09	240	673	.481	362	22 9	3 61
135	231	.165	124	12 9	1 10	245	699	.499	37[illegible]	23 5	3.76
136	235	.168	126	13 0	1.14	250	726	.518	390	24 3	4 00
137	.238	.170	.128	13.1	1.16	260	780	.557	419	24 9	4 35
138	.242	.173	130	13.2	1 18	270	857	.598	.450	25 8	4 6[illegible]
139	.245	.175	.132	13.3	1 21	280	896	.640	481	26 8	4 93
140	.247	.177	.133	13 4	1.24	290	957	.683	514	27.7	5 22
142	.255	.182	.137	13 6	1 26	300	1 018	.727	.546	28 7	5 51
144	.262	.187	.141	13.8	1 29	310	1 081	.772	581	29 6	5 80
146	.269	.192	.145	14.0	1.32	320	1.147	.819	.615	30 6	6 24
148	.276	.197	.148	14 2	1 36	330	1.214	.867	.652	31 5	6 68
150	.281	.201	.151	14 4	1 40	340	1 283	.916	689	32 5	7 12
152	.288	.206	.155	14 6	1.44	350	1 354	.967	.726	33.4	7 55
154	.295	.211	.159	14 8	1 48						
156	.304	.217	.163	15 0	1 52						
158	.311	.222	.167	15 2	1.56						
160	.318	.227	.171	15 3	1 60						
162	.325	.232	.174	15 5	1 64						
164	.333	.238	.179	15 7	1 68						
166	.340	.243	.183	15 9	1.71						
168	.349	.249	.187	16 1	1.75						
170	355	.254	.191	16 3	1.79						
172	.364	.260	.196	16 5	1 83						
174	.371	.265	.199	16 7	1.87						
176	.378	.270	.203	16 9	1.91						
178	.386	.276	.208	17 0	1.95						
180	.395	.282	212	17 2	2 06						
185	.416	.297	.223	17.7	2.18						

Friction Loss Table for Water Flowing In 2½" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=2.469"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
40	0102	.0073	.0057	2.7	.049	141	.1056	.0754	0566	9 4	606
50	.0154	.0110	.0082	3.4	.080	142	.1076	.0764	.0574	9 5	618
60	.0217	.0155	.0116	4 0	.111	143	1084	.0774	.0582	9.5	.618
70	.0288	.0206	.0155	4.7	.142	144	.1098	.0784	0589	9 6	630
75	0328	.0234	.0176	5 0	.176	145	.1113	.0795	0597	9.7	642
80	.0369	.0264	0198	5 4	197	146	.1126	.0804	0604	9 7	642
85	.0413	.0295	.0222	5.7	.218	147	.1141	.0815	0613	9 8	654
90	0459	.0328	.0246	6 0	243	148	.1155	.0825	0620	9 9	666
92	.0479	.0342	.0251	6.2	,255	149	1169	.0835	.0628	10 0	677
94	0498	.0356	0267	6 4	.268	150	.1186	.0847	.0634	10 1	690
96	0518	.0370	.0278	6 5	280	151	1200	.0857	0645	10 1	690
98	.0537	.0384	0288	6 6	.293	152	.1214	.0867	0652	10 2	703
100	0558	.0399	.0300	6.7	.305	153	1229	.0877	0660	10 2	.703
102	0580	.0414	.0312	6.8	.318	154	.1244	.0888	.0667	10 3	716
104	0601	.0429	.0322	6 9	.331	155	1260	.0900	0676	10 3	.716
106	.0623	.0445	.0334	7.1	.344	156	1273	.0909	0684	10 4	730
108	0644	.0460	.0346	7.2	.357	157	.1288	.0920	0691	10 5	744
110	.0666	.0476	.0351	7 4	.370	158	.1304	.0931	.0700	10 6	.759
112	.0691	.0493	.0370	7 6	.382	159	1320	.0942	.0708	10 6	759
114	.0713	.0509	.0382	7.7	.395	160	.1336	.0954	0717	10 7	.773
116	.0737	.0526	.0398	7 8	.408	161	.1351	.0964	.0725	10 7	.773
118	0759	.0542	.0407	7.9	.421	162	.1366	.0975	0733	10 8	787
120	.0783	.0559	.0420	8 0	.433	163	.1381	.0986	.0742	10 8	787
122	.0808	.0577	.0434	8 2	.449	164	.1396	.0997	0750	10 9	801
124	.0833	.0595	.0447	8 3	465	165	.1413	.1009	0758	10 9	.801
126	.0857	.0612	.0460	8.4	.481	166	1429	.1020	0768	11 0	816
128	0884	.0631	.0475	8 5	.497	167	.1444	.1031	0776	11 1	.833
130	.0909	.0649	.0488	8 7	.512	168	.1461	.1043	0785	11 2	850
131	.0922	.0658	.0494	8.7	.512	169	.1478	.1055	.0795	11 3	867
132	0934	.0667	.0502	8 8	.523	170	.1493	.1066	0803	11 4	884
133	.0948	.0677	.0510	8 8	.523	171	.1510	.1078	.0810	11 4	884
134	0961	.0686	.0516	8 9	.535	172	.1525	.1089	0819	11 5	901
135	.0975	.0696	.0523	9 0	.546	173	.1542	.1101	.0829	11 6	919
136	.0987	.0705	.0530	9.1	.558	174	.1557	.1112	0836	11.6	919
137	.1001	.0715	.0537	9.2	.570	175	.1573	.1123	.0846	11 7	937
138	.1015	.0725	.0545	9.2	.570	176	.1592	.1137	0855	11 8	954
139	.1028	.0734	.0551	9 3	.582	177	.1609	.1149	.0864	11.9	.971
140	.1049	.0749	.0597	9 4	.594	178	.1625	.1160	.0872	11.9	971

Litho in U S A.

Friction Loss Table for Water Flowing In 2½" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Linear Foot of Pipe

I.D.= 2.469"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
178	.1[illegible]13	.1173	.0884	12.0	.975	290	[illegible]	.2864	.2154	19.4	2.04
180	[illegible]	.1185	.0892	12.1	.993	295	[illegible]	.2955	.2222	19.8	2.30
182	.1693	.1209	.0909	12.2	1.01	300	[illegible]	.3048	.2292	20.1	2.56
184	.1729	.1234	.0929	12.3	1.03	310	.4539	.3240	.2436	20.7	2.82
186	.1764	.1259	.0946	12.4	1.05	320	.4812	.3435	.2583	21.4	3.08
188	.1799	.1284	.0966	12.6	1.07	330	.5095	.3637	.2735	22.1	3.34
190	.1835	.1310	.0985	12.7	1.08	340	.5384	.3843	.2890	22.8	3.55
192	.1870	.1335	.1003	12.9	1.10	350	.5681	.4055	.3049	23.5	3.76
194	.1907	.1361	.1024	13.0	1.14	360	.5985	.4272	.3212	24.1	3.96
196	.1943	.1387	.1040	13.2	1.16	370	.6296	.4498	.3379	24.7	4.16
198	.1979	.1413	.1062	13.3	1.19	380	.6614	.4721	.3550	25.4	4.36
200	.2017	.1440	.1081	13.4	1.21	390	.6939	.4953	.3725	26.0	4.78
202	.2055	.1467	.1100	13.5	1.23	400	.7272	.5191	.3903	26.8	5.21
204	.2093	.1494	.1122	13.6	1.26	420	.7959	.5681	.4272	28.3	5.64
206	.2131	.1521	.1144	13.7	1.28	440	.8674	.6192	.4656	29.8	6.07
208	.2169	.1548	.1161	13.8	1.30	460	.9419	.6723	.5056	31.0	6.50
210	.2208	.1576	.1183	13.9	1.32	480	1.0189	.7273	.5469	32.2	7.70
212	.2247	.1604	.1202	14.1	1.34	500	1.0989	.7844	.5899	33.5	8.90
214	.2286	.1632	.1227	14.2	1.36	550	1.3077	.9356	.7036	36.9	10.10
216	.2326	.1660	.1249	14.4	1.40	600	1.5396	1.0990	.825	40.2	11.30
218	.2366	.1689	.1269	14.6	1.44						
220	.2407	.1718	.1290	14.7	1.48						
222	.2447	.1747	.1312	14.9	1.52						
224	.2488	.1776	.1332	15.1	1.56						
226	.2529	.1805	.1358	15.3	1.60						
228	.2571	.1835	.1380	15.6	1.63						
230	.2613	.1865	.1401	15.8	1.67						
235	.2719	.1941	.1460	16.0	1.71						
240	.2827	.2018	.1515	16.1	1.75						
245	.2936	.2096	.1562	16.4	1.78						
250	.3048	.2176	.1636	16.9	1.80						
255	.3162	.2257	.1697	17.1	1.83						
260	.3278	.2340	.1802	17.4	1.86						
265	.3396	.2424	.1840	17.7	1.89						
270	.3515	.2509	.1890	18.1	1.92						
275	.3637	.2596	.1950	18.5	1.95						
280	.3759	.2683	.2003	18.8	1.98						
285	.3885	.2773	.2083	19.0	2.01						

Friction Loss Table for Water Flowing In 3" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=3.068"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
100	.0194	.0139	.0104	4.3	.125	290	.1393	.0995	.0748	12.6	1.074
105	.0212	.0152	.0114	4.6	.140	295	.1439	.1027	.0772	12.8	1.107
110	.0231	.0165	.0124	4.8	.155	300	.1484	.1059	.0796	13.0	1.140
115	.0250	.0179	.0134	5.0	.169	305	.1530	.1092	.0821	13.2	1.18
120	.0271	.0194	.0145	5.2	.185	310	.1577	.1126	.0847	13.4	1.22
125	.0292	.0209	.0157	5.4	.201	315	.1625	.1160	.0872	13.6	1.26
130	.0315	.0225	.0169	5.6	.218	320	.1672	.1194	.0898	13.9	1.30
135	.0339	.0242	.0182	5.9	.235	325	.1720	.1228	.0923	14.1	1.34
140	.0361	.0258	.0194	6.1	.252	330	.1771	.1264	.0951	14.4	1.39
145	.0386	.0276	.0207	6.3	.272	335	.1820	.1299	.0977	14.6	1.43
150	.0410	.0293	.0220	6.5	.292	340	.1870	.1335	.1004	14.8	1.48
155	.0437	.0312	.0234	6.7	.312	345	.1922	.1372	.1032	15.0	1.52
160	.0464	.0331	.0249	6.9	.332	350	.1974	.1409	.1060	15.2	1.56
165	.0491	.0351	.0264	7.2	.352	355	.2027	.1447	.1088	15.2	1.60
170	.0518	.0370	.0278	7.4	.372	360	.2079	.1484	.1116	15.6	1.64
175	.0547	.0391	.0294	7.6	.392	365	.2134	.1523	.1145	15.8	1.68
180	.0577	.0412	.0310	7.8	.412	370	.2188	.1562	.1175	16.0	1.72
185	.0608	.0434	.0326	8.0	.433	375	.2243	.1601	.1204	16.2	1.77
190	.0637	.0455	.0342	8.3	.460	380	.2299	.1641	.1234	16.5	1.83
195	.0668	.0477	.0359	8.5	.487	385	.2367	.1681	.1264	16.8	1.89
200	.0700	.0500	.0376	8.7	.514	390	.2412	.1722	.1295	17.0	1.95
205	.0734	.0524	.0394	8.9	.541	395	.2470	.1763	.1326	17.2	2.00
210	.0768	.0548	.0412	9.2	.568	400	.2527	.1804	.1357	17.4	2.05
215	.0801	.0572	.0430	9.4	.595	405	.2586	.1846	.1383	17.6	2.10
220	.0836	.0597	.0449	9.6	.622	410	.2645	.1888	.1420	17.8	2.15
225	.0871	.0622	.0468	9.8	.649	415	.2705	.1931	.1452	18.0	2.20
230	.0908	.0648	.0487	10.0	.675	420	.2765	.1974	.1484	18.2	2.26
235	.0944	.0674	.0507	10.2	.703	425	.2827	.2018	.1516	18.4	2.32
240	.0982	.0701	.0527	10.4	.731	430	.2889	.2062	.1550	18.6	2.37
245	.1019	.0728	.0547	10.6	.759	435	.2951	.2107	.1584	18.8	2.42
250	.1059	.0756	.0568	10.8	.787	440	.3014	.2152	.1618	19.1	2.47
255	.1098	.0784	.0589	11.0	.817	445	.3078	.2197	.1652	19.3	2.52
260	.1139	.0813	.0611	11.3	.856	450	.3142	.2243	.1687	19.5	2.57
265	.1179	.0842	.0633	11.5	.895	455	.3206	.2289	.1721	19.7	2.63
270	.1221	.0872	.0656	11.7	.935	460	.3272	.2336	.1757	20.0	2.70
275	.1263	.0902	.0678	12.0	.975	465	.3338	.2383	.1792	20.2	2.76
280	.1307	.0933	.0702	12.2	1.008	470	.3406	.2431	.1828	20.4	2.83
285	.1349	.0963	.0724	12.4	1.041	475	.3473	.2479	.1864	20.6	2.90

Friction Loss Table for Water Flowing In 3" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=3.068"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
480	.353	.252	189	20.8	2.97	675	665	.475	357	29.2	5.81
485	.361	.258	194	21.1	3.04	680	675	.482	362	29.4	5.90
490	.368	.263	197	21.4	3.11	685	683	.488	.367	29.6	5.99
500	382	.273	.205	21.7	3.18	690	.693	.495	372	29.9	6.08
505	.389	.278	209	21.9	3.27	695	.701	.501	377	30.2	6.17
510	396	.283	213	22.1	3.33	700	711	.508	382	30.4	6.25
515	403	.288	217	22.3	3.36	710	731	.522	392	30.8	6.43
520	[illegible]	.293	220	22.5	3.43	720	749	.535	402	31.2	6.61
525	.417	.298	224	22.7	3.50	730	769	.549	413	31.6	6.89
530	.426	.304	228	22.9	3.57	740	789	.563	423	32.0	7.07
535	433	.309	.232	23.1	3.64	750	808	.577	433	32.5	7.15
540	440	.314	236	23.4	3.71	760	829	.592	445	32.9	7.34
545	448	.320	240	23.6	3.78	770	849	.606	456	33.4	[illegible]
550	.455	.325	.244	23.9	3.85	780	870	.621	467	[illegible]	7.72
555	464	.331	249	24.1	3.92	790	889	.635	487	34.2	7.91
560	.470	.336	253	24.3	3.99	800	910	.650	489	34.7	8.10
565	.479	.342	257	24.5	4.05	810	933	.666	500	35.2	8.32
570	.486	.347	.261	24.7	4.12	820	954	.681	512	35.7	8.54
575	494	.353	265	24.9	4.19	830	975	.696	.523	36.1	8.76
580	502	.359	.270	25.1	4.26	840	996	.711	534	36.5	8.98
585	.511	.365	.274	25.3	4.33	850	1.019	.728	547	36.9	9.20
590	.518	.370	278	25.5	4.40	860	1.039	.742	558	37.4	9.58
595	526	.376	.282	25.7	4.47	870	1.063	.759	571	37.9	9.96
600	535	.382	.287	26.0	4.56	880	1.087	.776	583	38.3	10.34
605	544	.388	292	26.2	4.64	890	1.109	.792	595	38.7	10.72
610	552	.394	.296	26.4	4.72	900	1.133	.809	608	39.1	11.10
615	559	.399	300	26.6	4.80	950	1.252	.894	672	41.2	11.46
620	569	.406	.305	26.8	4.88						
625	.577	.412	.310	27.0	4.96						
630	585	.418	.314	27.2	5.04						
635	594	.424	.318	27.4	5.12						
640	602	.430	.323	27.7	5.20						
645	612	.437	.328	78.0	5.28						
650	621	.443	.333	28.2	5.37						
655	.629	.449	.337	28.4	5.45						
660	.639	.456	.343	28.6	5.54						
665	.647	.462	.347	28.8	5.63						
670	656	.468	.352	29.0	5.72						

Friction Loss Table for Water Flowing In 3½" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=3.548"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
100	0095	.0068	.0051	3.3	.074	290	0688	.0491	0369	9 4	.595
105	.0105	.0075	0056	3.5	080	295	.0710	.0507	0381	9 5	621
110	.0115	.0082	.0061	3.6	.086	300	0732	.0523	0393	9.7	.648
115	.0125	.0089	0067	3.8	093	305	.0756	.0540	0406	9 9	670
120	.0134	.0096	0072	3.9	.102	310	0779	.0556	0418	10 0	675
125	.0146	.0104	.0078	4.1	.111	315	0803	.0573	.0431	10 2	.705
130	.0156	.0111	0083	4 2	119	320	0827	.0590	0444	10 4	.722
135	.0167	.0119	.0089	4 4	127	325	0850	.0607	0456	10 5	738
140	0179	.0128	0096	4 5	.136	330	0874	.0624	0469	10 7	.771
145	.0190	.0136	0102	4 7	.149	335	0899	0642	0482	10 9	.804
150	.0203	.0145	0109	4 9	.162	340	0924	.0660	0496	11 0	817
155	0216	.0154	.0115	5.1	.176	345	0950	.0678	0509	11 1	837
160	0229	.0164	.0123	5 2	.182	350	.0975	.0696	0523	11 3	870
165	.0242	.0173	.0130	5 4	201	355	1001	.0715	0537	11 5	903
170	.0256	.0183	.0138	5.5	.210	360	1027	.0733	0551	11 7	936
175	.0269	.0192	.0144	5 6	218	365	1053	.0752	0566	11 9	.969
180	0284	.0203	.0153	5 8	231	370	.1080	0770	0579	12 0	985
185	0299	.0214	.0161	6 0	244	375	1101	.0791	0595	12 1	1 001
190	.0315	.0225	0169	6 2	.260	380	1134	.0810	0609	12 3	1 018
195	.0330	.0236	.0177	6 4	276	385	1163	.0830	0624	12 4	1 035
200	.0346	.0247	0186	6 5	.292	390	.1191	.0850	0639	12 6	1.068
205	.0363	.0259	.0194	6.7	.305	395	1220	.0871	0655	12 8	1 101
210	0379	.0271	.0203	6 8	318	400	.1248	.0891	0670	13 0	1.14
215	0396	.0283	.0213	7.0	.331	405	1278	.0912	0686	13 1	1 16
220	0413	.0295	0221	7.1	.346	410	.1307	.0933	0702	13 3	1 16
225	0430	.0307	0231	7 3	361	415	1336	.0954	0717	13 4	1 20
230	0448	.0320	0240	7 5	.376	420	1366	.0975	0733	13 6	1 23
235	0467	.0333	0250	7 6	392	425	.1395	.0996	0749	13 7	1 26
240	0485	.0346	0260	7 8	.412	430	1426	.1018	0765	13 9	1 30
245	0504	.0360	0271	8 0	.433	435	.1458	.1041	0783	14 1	1 35
250	0523	.0373	0280	8 1	460	440	1489	.1063	0799	14 3	1 37
255	.0542	.0387	0291	8 2	474	445	1520	.1085	0816	14 4	1 40
260	.0562	.0401	.0302	8 4	.487	450	1552	.1106	0833	14 6	1 44
265	.0583	.0416	.0313	8 6	.507	455	.1585	.1131	0850	14 8	1.48
270	0603	.0431	.0324	8 8	527	460	1617	.1154	0868	14 9	1 50
275	0625	.0446	.0335	9 0	.548	465	1649	.1177	0885	15 0	1 52
280	.0644	.0460	.0346	9.1	567	470	1683	.1201	0903	15 2	1.55
285	.0666	.0476	.0358	9 3	.594	475	1715	.1224	0920	15 4	1 58

Friction Loss Table for Water Flowing In 3½" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=3.548"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
480	.1748	.1248	.0938	15.6	1.62	670	.3241	.2313	.1739	21.8	3.24
485	.1782	.1292	.0956	15.7	1.65	675	.3287	.2346	.1764	21.9	3.27
490	.1817	.1297	.0975	15.9	1.70	680	.3331	.2378	.1788	22.1	3.32
495	.1852	.1322	.0994	16.0	1.73	685	.3376	.2410	.1812	22.2	3.33
500	.1885	.1346	.1012	16.2	1.75	690	.3422	.2443	.1837	22.3	3.36
505	.1920	.1371	.1030	16.3	1.77	695	.3471	.2476	.1863	22.5	3.43
510	.1957	.1397	.1050	16.4	1.80	700	.3515	.2509	.1887	22.7	3.50
515	.1992	.1422	.1069	16.6	1.83	710	.3609	.2576	.1937	23.0	3.56
520	.2028	.1448	.1089	16.7	1.85	720	.3703	.2643	.1988	23.3	3.62
525	.2064	.1473	.1108	16.8	1.90	730	.3800	.2712	.2039	23.6	3.78
530	.2102	.1500	.1128	17.0	1.95	740	.3896	.2781	.2091	23.9	3.85
535	.2138	.1526	.1148	17.2	1.99	750	.3994	.2851	.2144	24.3	3.99
540	.2174	.1552	.1167	17.4	2.04	760	.4092	.2921	.2197	24.7	4.12
545	.2212	.1579	.1187	17.6	2.09	770	.4193	.2993	.2251	25.1	4.26
550	.2250	.1606	.1208	17.8	2.13	780	.4297	.3065	.2305	25.4	4.35
555	.2288	.1633	.1228	17.9	2.17	790	.4396	.3138	.2360	25.7	4.44
560	.2327	.1661	.1249	18.1	2.20	800	.4500	.3212	.2415	26.0	4.56
565	.2365	.1688	.1269	18.2	2.24	810	.4605	.3287	.2472	26.4	4.72
570	.2404	.1716	.1290	18.3	2.28	820	.4710	.3362	.2528	26.7	4.82
575	.2443	.1744	.1311	18.5	2.32	830	.4818	.3439	.2586	27.1	4.91
580	.2483	.1772	.1333	18.7	2.35	840	.4926	.3516	.2694	27.4	5.01
585	.2522	.1800	.1354	19.0	2.40	850	.5034	.3593	.2702	27.6	5.08
590	.2562	.1829	.1375	19.1	2.45	860	.5144	.3672	.2761	27.9	5.18
595	.2603	.1858	.1397	19.3	2.51	870	.5255	.3751	.2821	28.2	5.33
600	.2642	.1886	.1418	19.5	2.57	880	.5367	.3831	.2881	28.5	5.46
605	.2684	.1916	.1441	19.6	2.57	890	.5481	.3912	.2942	28.8	5.63
610	.2725	.1945	.1463	19.7	2.63	900	.5595	.3994	.3003	29.2	5.81
615	.2767	.1975	.1485	20.0	2.70	950					
620	.2807	.2004	.1507	20.1	2.74	1000					
625	.2849	.2034	.1529	20.3	2.78	1050					
630	.2893	.2065	.1553	20.4	2.82	1100					
635	.2935	.2095	.1575	20.5	2.86	1150					
640	.2978	.2126	.1599	20.7	2.91	1200					
645	.3022	.2157	.1622	20.9	2.96						
650	.3064	.2187	.1645	21.1	3.01						
655	.3109	.2219	.1669	21.2	3.07						
660	.3152	.2250	.1692	21.6	3.13						
665	.3197	.7282	.1716	21.7	3.21						

Friction Loss Table for Water Flowing In 4" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=4.026"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
200	.0186	.0133	.0100	5.0	.169	440	.0804	.0574	.0432	11.1	.836
210	.0209	.0146	.0109	5.3	.190	445	.0821	.0586	.0440	11.2	.856
220	.0223	.0159	.0120	5.5	.211	450	.0839	.0599	.0450	11.4	.875
230	.0242	.0173	.0130	5.8	.232	455	.0856	.0611	.0459	11.5	.895
240	.0262	.0187	.0141	6.1	.252	460	.0873	.0623	.0468	11.6	.915
250	.0283	.0202	.0152	6.4	.276	465	.0891	.0636	.0478	11.7	.935
260	.0304	.0217	.0163	6.6	.300	470	.0909	.0649	.0488	11.9	.955
270	.0326	.0233	.0175	6.8	.324	475	.0926	.0661	.0497	12.0	.975
280	.0349	.0249	.0187	7.1	.349	480	.0944	.0674	.0507	12.1	.991
290	.0373	.0266	.0200	7.4	.372	485	.0962	.0687	.0516	12.2	1.008
300	.0396	.0283	.0213	7.6	.392	490	.0982	.0701	.0527	12.4	1.041
305	.0408	.0291	.0219	7.7	.406	495	.1000	.0714	.0537	12.5	1.067
310	.0420	.0300	.0226	7.9	.420	500	.1018	.0727	.0547	12.6	1.074
315	.0433	.0309	.0232	8.0	.433	505	.1038	.0741	.0557	12.7	1.090
320	.0447	.0319	.0240	8.1	.446	510	.1058	.0755	.0568	12.8	1.107
325	.0460	.0328	.0247	8.2	.460	515	.1076	.0768	.0577	12.9	1.123
330	.0472	.0337	.0253	8.4	.473	520	.1095	.0782	.0588	13.0	1.140
335	.0486	.0347	.0261	8.5	.487	525	.1115	.0796	.0599	13.2	1.16
340	.0499	.0356	.0268	8.6	.501	530	.1135	.0810	.0609	13.4	1.22
345	.0512	.0366	.0275	8.7	.514	535	.1154	.0824	.0619	13.5	1.24
350	.0527	.0376	.0283	8.9	.541	540	.1174	.0838	.0630	13.6	1.26
355	.0540	.0386	.0290	9.0	.550	545	.1195	.0853	.0641	13.7	1.28
360	.0555	.0396	.0298	9.1	.559	550	.1216	.0868	.0652	13.9	1.30
365	.0569	.0406	.0305	9.2	.568	555	.1235	.0882	.0663	14.0	1.32
370	.0583	.0416	.0313	9.4	.595	560	.1257	.0897	.0674	14.1	1.34
375	.0598	.0427	.0321	9.5	.609	565	.1278	.0912	.0686	14.3	1.36
380	.0616	.0438	.0329	9.6	.622	570	.1299	.0927	.0697	14.4	1.39
385	.0628	.0448	.0337	9.7	.640	575	.1319	.0942	.0708	14.5	1.41
390	.0643	.0459	.0345	9.9	.658	580	.1340	.0957	.0720	14.7	1.45
395	.0658	.0470	.0353	10.0	.675	585	.1363	.0973	.0731	14.8	1.48
400	.0674	.0481	.0362	10.1	.689	590	.1384	.0988	.0743	14.9	1.50
405	.0690	.0493	.0371	10.2	.703	595	.1405	.1003	.0754	15.0	1.52
410	.0706	.0504	.0379	10.4	.731	600	.1427	.1019	.0766	15.1	1.54
415	.0721	.0515	.0387	10.5	.745	605	.1450	.1035	.0778	15.2	1.56
420	.0738	.0527	.0396	10.6	.759	610	.1472	.1051	.0790	15.4	1.60
425	.0754	.0538	.0404	10.7	.778	615	.1494	.1067	.0802	15.6	1.64
430	.0770	.0550	.0414	10.9	.797	620	.1517	.1083	.0814	15.7	1.67
435	.0787	.0562	.0423	11.0	.817	625	.1539	.1099	.0826	15.9	1.70

Litho in U.S.A.

Friction Loss Table for Water Flowing In 4" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=4.026"

Q	P psi ft			V	V.P.	Q	P psi ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
630	.1562	.1115	.0838	16.0	1.72	820	2544	.1816	.1365	20.8	2.97
635	.1585	.1131	.0850	16.1	1.74	825	2573	.1837	.1377	20.9	2.99
640	.1608	.1148	.0863	16.2	1.77	830	2603	.1858	.1387	21.0	3.01
645	.1632	.1165	.0875	16.3	1.79	835	2631	.1878	.1412	21.1	3.04
650	.1656	.1182	.0881	16.4	1.81	840	.2660	.1897	.1428	21.2	3.07
655	.1678	.1198	.0900	16.5	1.83	845	2689	.1920	.1443	21.3	3.09
660	.1703	.1216	.0914	16.7	1.86	850	2719	.1941	.1459	21.4	3.11
665	.1727	.1233	.0927	16.8	1.89	855	2749	.1962	.1474	21.5	3.15
670	.1751	.1250	.0940	16.9	1.92	860	2778	.1983	.1491	21.7	3.18
675	.1775	.1267	.0952	17.1	1.96	865	2809	.2005	.1507	21.8	3.23
680	.1800	.1285	.0966	17.2	2.00	870	2840	.2027	.1527	21.9	3.27
685	.1824	.1302	.0979	17.3	2.03	875	2870	.2048	.1540	22.1	3.33
690	.1838	.1319	.0992	17.4	2.05	880	2898	.2069	.1556	22.2	3.36
695	.1875	.1338	.1005	17.5	2.08	885	2930	.2092	.1573	22.4	3.39
700	.1898	.1355	.1019	17.6	2.10	890	2962	.2113	.1589	22.5	3.43
705	.1924	.1373	.1030	17.7	2.13	895	2991	.2135	.1605	22.6	3.46
710	.1950	.1392	.1046	17.9	2.17	900	3023	.2157	.1622	22.7	3.50
715	.1974	.1409	.1057	18.0	2.20	920	3148	.2247	.1690	23.3	3.68
720	2000	.1428	.1074	18.2	2.26	940	3275	.2338	.1758	23.9	3.85
725	.2015	.1446	.1087	18.3	2.29	960	3391	.2431	.1828	24.3	3.99
730	.2052	.1465	.1101	18.5	2.33	980	3538	.2526	.1900	24.7	4.12
735	2079	.1484	.1115	18.6	2.37	1000	3673	.2622	.1971	25.2	4.30
740	.2104	.1502	.1124	18.7	2.40	1020	3811	.2719	2038	25.7	4.47
745	.2113	.1521	.1143	18.8	2.42	1040	.3949	.2819	2113	26.2	4.64
750	.2157	.1540	.1158	18.9	2.44	1060	4092	.2920	2195	26.7	4.81
755	2184	.1559	.1172	19.0	2.46	1080	4235	.3023	.2273	27.2	5.04
760	2210	.1578	.1186	19.2	2.49	1100	4382	.3128	.2348	27.7	5.04
765	2237	.1597	.1200	19.3	2.52	1120	.4530	.3234	2432	28.1	5.40
770	2264	.1616	.1215	19.4	2.56	1140	4681	.3341	2512	28.5	5.60
775	2292	.1636	.1230	19.6	2.60	1160	4835	.3450	2594	29.1	5.80
780	.2320	.1656	.1245	19.7	2.63	1180	4989	.3561	2758	29.6	5.99
785	.2348	.1676	.1250	19.8	2.67	1200	5146	.3679	2763	30.2	6.17
790	.2374	.1695	.1275	20.0	2.70	1220	5307	.3788	2848	30.7	6.39
795	.2403	.1715	.1289	20.1	2.73	1240	5472	.3903	2935	31.2	6.61
800	.2430	.1735	.1304	20.2	2.76	1260	5633	.4021	.3023	31.7	6.83
805	.2459	.1755	.1318	20.4	2.83	1280	5800	.4140	3113	32.2	7.13
810	.2488	.1776	.1335	20.5	2.87	1300	5968	.4260	.3203	32.8	7.41
815	.2516	.1796	.1350	20.6	2.90						

Friction Loss Table for Water Flowing In 5" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=5.047"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
300	.0131	.0094	0070	4 8	.155	680	0598	.0427	0317	10 9	.804
310	0140	.0100	.0075	4 9	.165	690	.0615	.0439	.0330	11.1	.837
320	.0147	.0106	.0080	5 1	.175	700	.0631	.0451	0339	11 2	859
330	.0157	.0112	0084	5 3	.184	710	.0648	.0463	0348	11 4	.881
340	.0167	.0119	0089	5 5	193	720	0665	.0475	0357	11.5	903
350	.0175	.0125	0094	5 7	204	730	0683	.0488	0367	11 6	928
360	0189	.0132	.0099	5 8	.212	740	0701	.0500	0376	11 8	953
370	.0194	.0139	.0105	6 0	243	750	0717	.0512	0385	12 0	978
380	.0204	.0146	.0110	6 1	257	760	0736	.0525	.0387	2 2	1 002
390	.0213	.0159	.0114	6 3	271	770	0754	.0538	0404	12 3	1 019
400	.0224	.0160	0120	6 4	285	780	0772	.0551	0414	12 4	1 035
410	0233	.0167	.0125	6 5	295	790	0790	.0564	0424	12 6	1 068
420	0245	.0175	0132	6 7	306	800	0810	.0578	0435	.2 8	1 101
430	0256	.0183	.0138	6 9	.327	810	0828	.0591	0444	12 9	1 13
440	.0268	.0191	.0144	7.1	341	820	0847	.0605	0455	13 1	1 15
450	0279	.0199	0149	7.3	355	830	.0866	.0618	0465	13 2	1 18
460	.0290	.0207	.0155	7 4	.369	840	0885	.0632	0475	13 4	1 20
470	.0302	.0216	.0162	7.5	385	850	0905	.0646	0485	13 6	1 23
480	.0314	.0224	0168	7.7	.401	860	0924	.0660	.0496	13.7	1.26
490	.0326	.0233	.0175	7 9	.417	870	0944	.0674	0507	13 9	1 30
500	0339	.0242	.0182	8 0	.433	880	0965	.0689	0518	14 1	1.35
510	.0351	.0251	.0189	8 2	.460	890	0986	.0704	0529	14 2	1.38
520	.0364	.0260	.0195	8 4	487	900	.1005	.0718	.0539	14 4	1.40
530	.0378	.0270	.0203	8 5	.500	910	.1026	.0733	0551	14 6	1 44
540	.0391	.0279	0209	8 6	.513	920	.1047	.0748	0562	14 7	1 46
550	.0403	.0289	.0215	8 8	526	930	.1069	.0763	0574	14 8	1 48
560	.0418	.0299	0224	8 9	.541	940	.1089	.0778	0589	15 0	1 52
570	.0432	.0309	.0232	9.1	.567	950	.1111	.0793	.0593	15 2	1 53
580	.0447	.0319	0240	9 2	587	960	.1133	.0809	0608	15 3	1 55
590	.0460	.0329	.0247	9 4	607	970	1155	.0825	0620	15 4	1 59
600	0474	.0339	.0254	9 6	.627	980	1176	.0840	0629	15 6	1 63
610	.0490	.0350	.0262	9 7	648	990	.1201	.0857	.0644	15 8	1 67
620	.0504	.0360	.0270	9 9	.675	1000	.1221	.0878	.0655	16 0	1.71
630	.0520	.0371	.0280	10 1	.691	1010	.1245	.0884	.0668	16 2	1.75
640	.0534	.0382	.0287	10 3	.715	1020	.1260	.0905	0680	16 4	1 80
650	0550	.0393	.0296	10 4	.726	1030	.1291	.0921	0693	16 5	1 82
660	.0567	.0405	.0304	10 5	.738	1040	.1314	.0938	0705	16 6	1.83
670	.0582	.0416	.0313	10 7	.771	1050	.1337	.0955	0717	16.7	1 85

Litho in U S A.

Friction Loss Table for Water Flowing In 5" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=5.047"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
1050	.1361	.0972	.0731	16.8	1.90	1580	.2849	.2034	1529	25.4	4.34
1070	.1385	.0989	.0744	17.0	1.95	1600	.2927	.2084	1571	25.7	4.44
1080	.1401	.1000	.0752	17.2	2.00	1620	.2984	.2130	1602	26.0	4.54
1090	.1435	.1029	.0770	17.4	2.01	1640	.3052	.2179	1638	26.3	4.65
1100	.1458	.1041	.0782	17.6	2.08	1660	.3122	.2229	.1676	26.7	4.79
1110	.1483	.1059	.0796	17.8	2.13	1680	.3192	.2279	.1714	27.0	4.83
1120	.1507	.1076	.0801	18.0	2.18	1700	.3264	.2330	.1752	27.3	4.93
1130	.1532	.1094	.0823	18.1	2.21	1720	.3334	.2380	.1789	27.6	5.03
1140	.1557	.1112	.0837	18.2	2.24	1740	.3407	.2432	.1829	27.9	5.18
1150	.1583	.1130	.0850	18.3	2.27	1760	.3449	.2462	.1851	28.2	5.33
1160	.1608	.1148	.0862	18.4	2.30	1780	.3554	.2537	.1908	28.5	5.46
1170	.1634	.1167	.0878	18.6	2.33	1800	.3677	.2589	.1947	28.8	5.59
1180	.1660	.1185	.0895	18.8	2.35	1820	.3703	.2643	.1988	29.1	5.73
1190	.1686	.1204	.0905	19.0	2.40	1840	.3779	.2698	.2029	29.4	5.88
1200	.1713	.1223	.0919	19.2	2.45	1860	.3654	.2751	.2069	29.7	6.03
1210	.1740	.1242	.0932	19.4	2.49	1880	.3931	.2806	.2110	30.1	6.10
1220	.1767	.1261	.0948	19.5	2.53	1900	.4009	.2862	.2152	30.5	6.26
1230	.1793	.1280	.0962	19.6	2.57	1920	.4086	.2917	.2193	30.9	6.42
1240	.1819	.1299	.0977	19.8	2.60	1940	.4167	.2974	.2236	31.4	6.58
1250	.1847	.1319	.0992	19.9	2.63	1960	.4246	.3031	.2279	31.6	6.74
1260	.1874	.1338	.1006	20.0	2.70	1980	.4327	.3089	.2323	31.9	6.89
1270	.1882	.1358	.1021	20.2	2.76	2000	.4409	.3147	.2366	32.1	6.96
1280	.1931	.1378	.1036	20.4	2.82						
1290	.1958	.1398	.1047	20.6	2.88						
1300	.1966	.1418	.1066	20.8	2.94						
1320	.2044	.1459	.1087	21.1	3.01						
1340	.2081	.1500	.1123	21.4	3.11						
1360	.2134	.1541	.1154	21.7	3.21						
1380	.2219	.1584	.1181	22.1	3.31						
1400	.2278	.1626	.1216	22.5	3.40						
1420	.2339	.1670	.1255	22.8	3.50						
1440	.2401	.1714	.1271	23.1	3.56						
1460	.2462	.1758	.1322	23.4	3.60						
1480	.2524	.1802	.1355	23.7	3.74						
1500	.2589	.1848	.1389	24.1	3.80						
1520	.2653	.1894	.1424	24.4	3.96						
1540	.2717	.1940	.1466	24.7	4.10						
1560	.2783	.1987	.1493	25.0	4.23						

Friction Loss Table for Water Flowing In 6" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=6.065"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
500	.0139	.0099	.0074	5.6	.212	1260	.0765	.0546	.0410	13.9	1.30
520	.0148	.0106	.0080	5.8	.227	1280	.0789	.0563	.0423	14.1	1.35
540	.0160	.0114	.0086	6.0	.243	1300	.0811	.0579	.0435	14.4	1.40
560	.0170	.0121	.0091	6.2	.264	1320	.0834	.0596	.0444	14.6	1.44
580	.0182	.0130	.0096	6.4	.285	1340	.0859	.0613	.0459	14.8	1.48
600	.0195	.0139	.0104	6.7	.306	1360	.0882	.0630	.0473	15.0	1.52
620	.0206	.0197	.0111	6.9	.327	1380	.0906	.0647	.0486	15.3	1.55
640	.0219	.0156	.0117	7.2	.348	1400	.0931	.0665	.0500	15.5	1.60
660	.0231	.0165	.0124	7.4	.369	1420	.0955	.0682	.0510	15.7	1.65
680	.0245	.0175	.0131	7.6	.390	1440	.0981	.0700	.0526	15.9	1.70
700	.0258	.0184	.0138	7.8	.411	1460	.1005	.0718	.0531	16.1	1.75
720	.0272	.0194	.0146	8.0	.433	1480	.1031	.0736	.0553	16.4	1.80
740	.0286	.0204	.0153	8.1	.460	1500	.1057	.0755	.0567	16.7	1.85
760	.0301	.0215	.0161	8.4	.487	1520	.1084	.0774	.0582	16.9	1.90
780	.0315	.0225	.0169	8.7	.514	1540	.1111	.0793	.0596	17.1	1.95
800	.0329	.0235	.0177	8.9	.541	1560	.1137	.0812	.0611	17.3	2.01
820	.0346	.0247	.0186	9.1	.567	1580	.1164	.0831	.0625	17.5	2.07
840	.0361	.0258	.0194	9.3	.594	1600	.1192	.0851	.0640	17.8	2.13
860	.0378	.0269	.0202	9.5	.621	1620	.1220	.0871	.0654	18.0	2.18
880	.0392	.0281	.0210	9.7	.648	1640	.1247	.0890	.0669	18.2	2.24
900	.0410	.0293	.0220	9.9	.675	1660	.1276	.0911	.0685	18.4	2.30
920	.0429	.0306	.0230	10.2	.705	1680	.1304	.0931	.0700	18.6	2.35
940	.0445	.0318	.0239	10.5	.738	1700	.1333	.0952	.0716	18.9	2.40
960	.0464	.0331	.0249	10.7	.771	1720	.1363	.0973	.0731	19.1	2.45
980	.0482	.0344	.0259	10.9	.804	1740	.1381	.0994	.0747	19.3	2.51
1000	.0500	.0357	.0268	11.1	.837	1760	.1409	.1006	.0756	19.6	2.57
1020	.0517	.0369	.0277	11.3	.870	1780	.1451	.1036	.0779	19.9	2.63
1040	.0537	.0383	.0288	11.5	.903	1800	.1482	.1058	.0795	20.0	2.70
1060	.0554	.0397	.0298	11.7	.936	1820	.1513	.1080	.0812	20.2	2.76
1080	.0576	.0411	.0309	11.9	.969	1840	.1543	.1102	.0829	20.4	2.82
1100	.0595	.0425	.0319	12.2	1.002	1860	.1573	.1123	.0844	20.6	2.88
1120	.0615	.0439	.0330	12.4	1.035	1880	.1605	.1146	.0862	20.8	2.94
1140	.0636	.0454	.0341	12.6	1.068	1900	.1637	.1169	.0879	21.1	3.01
1160	.0657	.0469	.0352	12.8	1.101	1920	.1668	.1191	.0896	21.3	3.08
11[illegible]	.0678	.0484	.0364	13.0	1.140	1940	.1702	.1215	.0913	21.5	3.15
1200	.0698	.0499	.0375	13.3	1.18	1960	.1734	.1238	.0931	21.7	3.21
1220	.0721	.0515	.0387	13.5	1.22	1980	.1768	.1262	.0949	21.9	3.27
1240	.0744	.0531	.0399	13.7	1.26	2000	.1800	.1285	.0965	22.2	3.33

Litho in U.S.A.

Friction Loss Table for Water Flowing In 6" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=6.065"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
2020	.1833	.1309	.0984	22.4	3.39	2780	.3311	.2364	.1778	30.8	6.45
2040	.1867	.1333	.1002	22.6	3.44	2800	.3357	.2396	.1802	31.1	6.53
2060	.1901	.1357	.1020	22.8	3.50	2820	.3400	.2427	.1825	31.3	6.62
2080	.1936	.1382	.1039	23.1	3.56	2840	.3445	.2459	.1849	31.5	6.70
2100	.1969	.1406	.1057	23.3	3.62	2860	.3490	.2491	.1873	31.7	6.79
2120	.2006	.1432	.1076	23.5	3.68	2880	.3527	.2518	.1893	31.9	6.89
2140	.2041	.1457	.1095	23.7	3.74	2900	.3580	.2556	.1922	32.2	6.98
2160	.2076	.1482	.1114	24.0	3.80	2920	.3627	.2589	.1946	32.4	7.07
2180	.2112	.1508	.1134	24.2	3.88	2940	.3673	.2622	.1971	32.6	7.16
2200	.2148	.1533	.1152	24.4	3.96	2960	.3720	.2655	.1996	32.8	7.25
2220	.2184	.1559	.1172	24.6	4.05	2980	.3766	.2688	.2021	33.0	7.35
2240	.2234	.1595	.1189	24.8	4.15	3000	.3813	.2722	.2046	33.2	7.46
2260	.2257	.1611	.1211	25.0	4.23	3020	.3860	.2755	.2071	33.5	7.57
2280	.2295	.1638	.1232	25.2	4.30	3040	.3907	.2789	.2097	33.7	7.68
2300	.2332	.1665	.1252	25.5	4.37	3060	.3955	.2823	.2123	33.9	7.79
2320	.2369	.1691	.1271	25.7	4.44	3080	.4004	.2858	.2149	33.[illegible]	7.90
2340	.2407	.1718	.1291	25.9	4.51	3100	.4051	.2892	.2174	34.4	8.00
2360	.2446	.1746	.1311	26.1	4.58	3120	.4099	.2926	.2200	34.6	8.10
2380	.2483	.1773	.1333	26.3	4.65	3140	.4148	.2961	.2226	34.8	8.20
2400	.2523	.1801	.1354	26.6	4.72	3160	.4197	.2996	.2252	35.0	8.30
2420	.2552	.1829	.1375	26.8	4.79	3180	.4247	.3032	.2280	35.2	8.41
2440	.2601	.1857	.1396	27.0	4.83	3200	.4295	.3066	.2306	35.5	8.52
2460	.2626	.1875	.1410	27.3	4.93	3220	.4345	.3102	.2333	35.7	8.63
2480	.2681	.1914	.1439	27.6	5.03	3240	.4396	.3138	.2360	35.9	8.74
2500	.2720	.1942	.1460	27.8	5.13	3260	.4447	.3174	.2386	36.1	8.85
2520	.2761	.1971	.1482	28.0	5.23	3280	.4497	.3210	.2413	36.3	8.95
2540	.2802	.2000	.1504	28.2	5.33	3300	.4547	.3246	.2441	36.6	9.05
2560	.2844	.2030	.1526	28.4	5.43	3320	.4599	.3283	.2469	36.8	9.15
2580	.2884	.2059	.1548	28.6	5.53	3340	.4651	.3320	.2496	37.0	9.25
2600	.2925	.2088	.1570	28.9	5.63	3360	.4701	.3356	.2524	37.2	9.38
2620	.2967	.2118	.1593	29.1	5.73	3380	.4755	.3394	.2552	37.5	9.51
2640	.3009	.2148	.1615	29.3	5.83	3400	.4806	.3431	.2580	37.8	9.64
2660	.3052	.2179	.1638	29.5	5.93	3420	.4858	.3468	.2608	38.0	9.76
2680	.3094	.2209	.1661	29.7	6.03	3440	.4911	.3506	.2636	38.2	9.88
2700	.3138	.2240	.1684	30.0	6.10	3460	.4965	.3544	.2665	38.4	10.00
2720	.3180	.2270	.1704	30.2	6.19	3480	.5016	.3581	.2692	38.7	10.12
2740	.3223	.2301	.1730	30.4	6.28	3500	.5072	.3620	.2722	38.9	10.25
2760	.3267	.2332	.1754	30.6	6.37						

Friction Loss Table for Water Flowing In 8" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=8.071"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
CPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	CPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
600	.0047	.0034	.0026	3.9	.102	1360	0218	.0156	0117	8 7	.523
620	.0050	.0036	.0027	4.1	.111	1380	0224	.0160	0120	8.9	.539
640	.0053	.0038	.0029	4 2	.119	1400	.0231	.0165	0124	9 0	.548
660	.0057	.0041	0031	4.3	.123	1420	0237	.0169	.0127	9 2	.566
680	.0060	.0043	.0032	4.4	.127	1440	.0244	.0174	0131	9 3	.584
700	0064	.0046	.0035	4 5	.136	1460	.0251	.0179	.0135	9 4	602
720	.0067	.0048	0036	4 6	.144	1480	.0256	.0183	0138	9 5	.620
740	.0071	.0051	.0038	4 8	.153	1500	0263	.0188	0141	9 6	.634
760	.0074	.0053	.0040	4 9	.162	1520	0269	.0192	0144	9 7	648
780	0078	.0056	0042	5 0	.169	1540	0276	.0197	0148	9 9	.670
800	.0083	.0059	0044	5 1	.176	1560	0283	.0202	0152	10 0	.675
820	0085	.0061	0046	5 3	.193	1580	0289	.0206	0155	10 2	.705
840	0089	.0064	0048	5 5	.210	1600	0297	.0211	0159	10 3	721
860	0094	.0067	0050	5 6	.218	1620	0303	.0216	0162	10 5	738
880	0098	.0070	0053	5 7	.224	1640	0309	.0221	.0166	10 6	754
900	0102	.0073	0055	5.8	.231	1660	0317	.0226	0170	10 7	.771
920	0106	.0076	0057	5 9	.241	1680	0324	.0231	0174	10 8	.787
940	.0110	.0079	0059	6 1	.251	1700	0331	.0236	0177	10 9	.804
960	.0115	.0082	0062	6.2	.260	1720	0339	.0242	.0182	11.0	617
980	0119	.0085	0064	6 3	.268	1740	0346	.0247	0186	11 1	.837
1000	.0125	.0089	.0067	6.4	.276	1760	0350	.0250	0188	11.3	.670
1020	0129	.0092	0069	6.5	.292	1780	.0360	.0257	0193	11 4	.881
1040	.0133	.0095	.0071	6.7	.305	1800	.0368	.0263	0198	11 5	903
1060	0138	.0098	.0074	6 8	.318	1820	0375	.0268	0201	11 6	925
1080	.0143	.0102	0077	6 9	.332	1840	.0384	.0274	0206	11 8	947
1100	.0149	.0106	0080	7 1	.346	1860	.0391	.0279	.0210	11 9	969
1120	0154	.0110	0082	7 3	.361	1880	.0399	.0285	.0214	12 1	1 001
1140	0158	.0113	.0086	7 4	368	1900	0406	.0290	0218	12.2	1 010
1160	.0164	.0117	0088	7 5	.376	1920	.0415	.0296	0223	12 3	1 018
1180	0168	.0120	0090	7.6	392	1940	0423	.0302	0227	12 4	1 035
1200	0174	.0124	0093	7.7	.402	1960	0431	.0308	0232	12 5	1 051
1220	.0179	.0128	0096	7 8	.412	1980	0440	.0314	.0236	12 6	1 068
1240	0184	.0132	0099	7.9	.436	2000	0447	.0319	0240	12 8	1 101
1260	0190	0136	.0102	8 1	460	2020	.0457	.0326	0245	12 9	1 12
1280	0195	.0140	0105	8 2	474	2040	0464	.0331	0248	13 0	1 14
1300	0201	.0144	0108	8 3	485	2060	0472	.0337	0253	13 2	1 16
1320	0207	.0148	0111	8 5	496	2080	0480	.0343	0258	13 3	1 18
1340	0212	.0152	0114	8 6	.507	2100	0490	.0350	0263	13 4	1 20

Litho in U.S.A.

Friction Loss Table for Water Flowing In 8" Standard Weight Steel Pipe

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

I.D.=8.071"

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
2120	.0499	.0356	.0268	13.6	1.23	2880	.0877	.0626	.0471	18.5	2.32
2140	.0507	.0362	.0272	13.7	1.26	2900	.0891	.0636	0478	18 6	2.33
2160	.0517	.0369	.0277	13.8	1.29	2920	0902	.0644	.0484	18 7	2 35
2180	.0525	.0375	.0282	14 0	1.32	2940	.0913	.0652	.0490	18 8	2 37
2200	.0534	.0381	.0286	14.1	1.35	2960	.0925	.0660	.0496	18.9	2 38
2220	.0543	.0388	.0291	14 2	1.38	2980	.0937	.0669	0503	19 0	2 40
2240	.0556	.0397	.0299	14.4	1.40	3000	0948	.0677	.0509	19 2	2 45
2260	.0560	.0400	.0301	14 5	1 42	3020	0960	.0685	.0515	19 4	2 50
2280	0570	.0407	0306	14 6	1 44	3040	0972	.0694	0522	19 5	2.57
2300	0580	.0414	.0311	14 8	1 48	3060	0984	.0702	0528	19 6	2 58
2320	0590	.0421	.0317	14 9	1 50	3080	0996	.0711	.0535	19 8	2 62
2340	.0600	.0428	0322	15 1	1 53	3100	1007	.0719	0541	19 9	2 65
2360	0608	.0434	.0326	15 2	1 55	3120	.1019	.0728	.0547	20 0	2 70
2380	0618	.0441	0331	15 3	1 56	3140	.1031	.0736	.0553	20 1	2 74
2400	0628	.0448	.0337	15 4	1.58	3160	.1043	.0745	0560	20 2	2 76
2420	.0637	.0455	.0342	15 5	1.62	3180	.1056	.0754	.0567	20 3	2.78
2440	.0647	.0462	.0347	15.7	1.65	3200	1067	.0762	0573	20 5	2 86
2460	0653	.0466	.0350	15.8	1 68	3220	.1081	.0772	0580	20 6	2 90
2480	.0667	.0476	.0358	15 9	1.70	3240	.1092	.0780	0586	20 8	2 94
2500	.0677	.0483	.0363	16.1	1.73	3260	1106	.0790	.0594	21.0	2 98
2520	.0686	.0490	0368	16.2	1.75	3280	.1119	.0799	0601	21 1	3 01
2540	0698	.0498	.0374	16 4	1.80	3300	1132	.0808	0607	21 2	3 07
2560	.0708	.0505	0380	16.5	1 81	3320	.1143	.0816	.0614	21 3	3 09
2580	.0717	.0512	.0385	16 6	1 83	3340	.1157	.0826	0621	21 4	3 11
2600	.0727	.0519	.0390	16 7	1.85	3360	1169	.0835	.0628	21 6	3.13
2620	.0738	.0527	.0396	16 8	1.90	3380	.1182	.0844	.0635	21 7	3 21
2640	0748	.0534	.0402	16 9	1.93	3400	.1195	.0853	.0641	21 8	3.24
2660	.0759	.0542	.0408	17 1	1.96	3420	1209	.0863	0649	22 0	3.28
2680	0771	.0550	0414	17 2	1.99	3440	1221	.0872	0656	22 1	3 32
2700	.0780	.0557	.0419	17 3	2 02	3460	.1236	.0882	.0663	22 3	3 36
2720	.0790	.0564	.0424	17 5	2 06	3480	.1248	.0891	0670	22 4	3 40
2740	.0801	.0572	0430	17 6	2 09	3500	.1261	.0900	.0678	22 5	3 43
2760	.0813	.0580	.0436	17.7	2 11	3520	.1275	.0910	0684	22 6	3 47
2780	.0824	.0588	.0442	17 8	2 13	3540	.1289	.0920	0691	22 7	3 50
2800	.0835	.0596	.0448	18 0	2.17	3560	.1301	.0929	.0698	22 8	3 55
2820	.0846	.0604	.0454	18 1	2.20	3580	.1315	.0939	.0706	22 9	3.60
2840	.0851	.0612	.0460	18.3	2.28	3600	1330	.0949	0714	23.1	3 65
2860	.0868	.0620	.0466	18.4	2 30	3620	.1342	.0958	0720	23.2	3.70

Friction Loss Table for Water Flowing In 8" Standard Weight Steel Pipe

I.D.=8.071

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
3640	.1356	.0968	.0728	23.4	3.74	4400	.1926	.1375	.1034	28.2	5.33
3660	.1370	.0978	.0735	23.6	3.78	4420	.1942	.1386	.1042	28.4	5.43
3680	.1384	.0988	.0743	23.7	3.80	4440	.1959	.1398	.1051	28.6	5.53
3700	.1397	.0997	.0750	23.8	3.82	4460	.1975	.1410	.1060	28.7	5.56
3720	.1410	.1007	.0757	23.9	3.85	4480	.1991	.1421	.1069	28.8	5.59
3740	.1426	.1018	.0765	24.0	3.90	4500	.2007	.1433	.1077	28.9	5.63
3760	.1440	.1028	.0773	24.2	3.95	4520	.2024	.1445	.1086	29.0	5.72
3780	.1454	.1038	.0781	24.3	3.99	4540	.2041	.1457	.1096	29.2	5.81
3800	.1468	.1048	.0788	24.4	4.03	4560	.2058	.1469	.1105	29.3	5.83
3820	.1482	.1058	.0796	24.6	4.08	4580	.2074	.1481	.1114	29.4	5.88
3840	.1498	.1069	.0803	24.7	4.12	4600	.2092	.1493	.1123	29.5	5.93
3860	.1512	.1079	.0811	24.8	4.17	4620	.2108	.1505	.1132	29.7	6.03
3880	.1526	.1089	.0819	24.9	4.22	4640	.2125	.1517	.1141	29.8	6.09
3900	.1541	.1100	.0827	25.1	4.26	4660	.2142	.1529	.1150	30.0	6.10
3920	.1557	.1111	.0835	25.2	4.30	4680	.2159	.1541	.1159	30.2	6.19
3940	.1560	.1118	.0841	25.4	4.35	4700	.2177	.1554	.1169	30.4	6.28
3960	.1584	.1131	.0850	25.5	4.38	4720	.2194	.1566	.1177	30.5	6.32
3980	.1600	.1142	.0859	25.6	4.41	4740	.2211	.1578	.1187	30.6	6.37
4000	.1615	.1153	.0867	25.7	4.44	4760	.2226	.1590	.1196	30.7	6.41
4020	.1629	.1163	.0875	25.8	4.48	4780	.2246	.1603	.1205	30.8	6.45
4040	.1644	.1174	.0883	25.9	4.52	4800	.2262	.1615	.1214	30.9	6.48
4060	.1660	.1185	.0891	26.0	4.56	4820	.2281	.1628	.1224	31.0	6.51
4080	.1676	.1196	.0894	26.2	4.64	4840	.2298	.1640	.1233	31.1	6.53
4100	.1691	.1207	.0908	26.4	4.72	4860	.2316	.1653	.1243	31.2	6.57
4120	.1705	.1217	.0915	26.5	4.75	4880	.2333	.1665	.1252	31.3	6.62
4140	.1721	.1229	.0924	26.6	4.79	4900	.2351	.1678	.1262	31.4	6.68
4160	.1736	.1239	.0932	26.7	4.82	4920	.2368	.1690	.1271	31.6	6.74
4180	.1751	.1250	.0940	26.8	4.84	4940	.2386	.1703	.1281	31.7	6.79
4200	.1771	.1264	.0950	26.9	4.86	4960	.2404	.1716	.1290	31.8	6.84
4220	.1782	.1272	.0957	27.0	4.89	4980	.2422	.1729	.1300	31.9	6.89
4240	.1799	.1284	.0966	27.1	4.91	5000	.2439	.1741	.1309	32.1	6.94
4260	.1814	.1295	.0973	27.3	4.96						
4280	.1829	.1306	.0982	27.4	5.01						
4300	.1847	.1318	.0991	27.5	5.06						
4320	.1862	.1324	.0999	27.7	5.11						
4340	.1879	.1341	.1008	27.8	5.16						
4360	.1894	.1352	.1017	28.0	5.21						
4380	.1909	.1363	.1025	28.1	5.26						

Litho In U.S.A.

Friction Loss Table for Water Flowing In 10" Standard Weight Steel Pipe

I.D.=10.136"

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
500	.0011	.0008	.00063	2.0	.030	2650	.0250	.0175	.01376	10.5	.749
600	.0016	.0011	.00086	2.4	.040	2700	.0259	.0181	.01423	10.7	.775
700	.0021	.0015	.00118	2.8	.050	2750	.0267	.0187	.01470	10.9	.803
800	.0027	.0019	.00149	3.2	.070	2800	.0277	.0194	.01525	11.1	.851
900	.0034	.0024	.00189	3.6	.086	2850	.0286	.0200	.01572	11.3	.883
1000	.0040	.0029	.00228	4.0	.108	2900	.0296	.0207	.01627	11.5	.899
1050	.0046	.0032	.00252	4.2	.120	2950	.0305	.0213	.01674	11.7	.920
1100	.0050	.0034	.00267	4.4	.130	3000	.0315	.0220	.01729	11.9	.955
1150	.0053	.0037	.00290	4.6	.143	3050	.0325	.0227	.01784	12.1	.992
1200	.0058	.0040	.00314	4.8	.156	3100	.0335	.0234	.01839	12.3	1.02
1250	.0063	.0044	.00346	5.0	.169	3150	.0345	.0241	.01894	12.5	1.05
1300	.0067	.0047	.00369	5.2	.182	3200	.0355	.0248	.01949	12.7	1.08
1350	.0072	.0050	.00393	5.4	.197	3250	.0365	.0255	.02004	12.9	1.10
1400	.0077	.0054	.00424	5.6	.206	3300	.0376	.0263	.02067	13.1	1.15
1450	.0082	.0057	.00448	5.8	.224	3350	.0386	.0270	.02122	13.3	1.21
1500	.0087	.0061	.00479	6.0	.243	3400	.0398	.0278	.02185	13.5	1.23
1550	.0093	.0065	.00511	6.2	.262	3450	.0408	.0285	.02240	13.7	1.28
1600	.0099	.0069	.00542	6.4	.281	3500	.0419	.0293	.02303	13.9	1.32
1650	.0104	.0073	.00574	6.6	.300	3550	.0430	.0301	.02366	14.1	1.34
1700	.0110	.0077	.00605	6.8	.319	3600	.0441	.0308	.02421	14.3	1.36
1750	.0116	.0081	.00637	7.0	.338	3650	.0452	.0316	.02484	14.5	1.41
1800	.0123	.0086	.00676	7.2	.355	3700	.0464	.0325	.02555	14.7	1.48
1850	.0129	.0090	.00707	7.4	.373	3750	.0476	.0333	.02617	14.9	1.52
1900	.0136	.0095	.00747	7.6	.390	3800	.0488	.0341	.02680	15.1	1.56
1950	.0142	.0099	.00778	7.8	.416	3850	.0499	.0349	.02743	15.3	1.60
2000	.0149	.0104	.00817	8.0	.433	3900	.0512	.0358	.02814	15.5	1.64
2050	.0156	.0109	.00857	8.2	.456	3950	.0525	.0367	.02885	15.7	1.68
2100	.0163	.0114	.00896	8.4	.479	4000	.0536	.0375	.02948	15.9	1.71
2150	.0170	.0119	.00935	8.6	.501	4050	.0549	.0384	.03018	16.1	1.75
2200	.0177	.0124	.00975	8.8	.524	4100	.0564	.0392	.03081	16.3	1.79
2250	.0184	.0129	.01014	9.0	.547	4150	.0573	.0401	.03152	16.5	1.83
2300	.0192	.0135	.01061	9.2	.570	4200	.0588	.0411	.03230	16.7	1.87
2350	.0200	.0140	.01100	9.3	.581	4250	.0599	.0419	.03293	16.9	1.91
2400	.0208	.0146	.01148	9.5	.604	4300	.0613	.0429	.03372	17.1	1.96
2450	.0216	.0151	.01187	9.7	.626	4350	.0626	.0438	.03443	17.3	2.03
2500	.0225	.0157	.01234	9.9	.650	4400	.0639	.0447	.03513	17.5	2.08
2550	.0233	.0163	.01281	10.1	.692	4450	.0654	.0457	.03592	17.7	2.13
2600	.0242	.0169	.01328	10.3	.721	4500	.0666	.0466	.03663	17.9	2.17

Friction Loss Table for Water Flowing In 10" Standard Weight Steel Pipe

I.D.=10.136"

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

Q GPM	P psi ft C=100	P psi ft C=120	P psi ft C=140	V FPS	V.P. PSI	Q GPM	P psi ft C=100	P psi ft C=120	P psi ft C=140	V FPS	V.P. PSI
4550	0681	.0476	.03741	18.1	2 20	6450	.1297	.0907	.07129	25 7	4.47
4600	.0694	.0485	.03812	18.3	2.29	6500	.1316	.0920	07231	25 9	4.51
4650	.0708	.0495	.03891	18.5	2.33	6550	.1334	.0933	07333	26.1	4 58
4700	0722	.0505	.03969	18.7	2 37	6600	.1353	.0946	.07436	26 3	4 65
4750	.0736	.0515	.04048	18.9	2 44	6650	.1371	.0959	.07538	26 5	4 75
4800	.0751	.0525	.04127	19 1	2.47	6700	.1391	.0973	07648	26 7	4 84
4850	.0765	.0535	.04205	19 3	2 52	6750	1411	.0987	07758	26 9	4 86
4900	.0781	.0546	.04292	19 5	2.53	6800	1431	.1001	07868	27 1	4 91
4950	0795	.0556	.04370	19 7	2 63	6850	.1450	.1014	.07970	27.3	4'93
5000	0809	.0566	.04449	19 9	2 63	6900	1470	.1028	08080	27 5	5 06
5050	0825	.0577	.04535	20 1	2 71	6950	1490	.1042	08190	27 7	5.11
5100	.0841	.0588	04622	20 3	2 78	7000	.1510	.1056	.08300	27 8	5 13
5150	.0855	.0598	.04700	20 5	2 87	7050	1530	.1070	08410	28 0	5 23
5200	0871	.0609	.04787	20 7	2 88	7100	1550	.1084	.08520	28 2	5 33
5250	0887	.0620	.04873	20.9	2 99	7150	.1570	.1098	08630	28 4	5 43
5300	0902	.0631	.04960	21 1	3.04	7200	.1590	.1112	08740	28 6	5 53
5350	0918	.0642	05046	21 3	3 09	7250	.1610	.1126	08850	28 8	5 59
5400	.0934	.0653	.05133	21 5	3 16	7300	.1630	.1141	.08968	29.0	5 72
5450	.0950	.0664	.05219	21.7	3.18	7350	.1650	.1154	.09070	29.2	5.80
5500	.0967	.0676	05313	21.9	3 27	7400	.1669	.1167	09173	29 4	5 81
5550	.0982	.0687	.05400	22 1	3 33	7450	1692	.1183	.09298	29 6	5 88
5600	.1000	.0699	.05494	22 3	3.36	7500	1715	.1199	09424	29.8	6 09
5650	.1015	.0710	.05581	22 5	3 46	7550	1736	.1214	.09542	30 0	6 10
5700	.1032	.0722	.05675	22 7	3 50	7600	.1757	.1229	.09660	30.2	6 19
5750	.1048	.0733	.05761	22.9	3 56	7650	1779	.1244	09778	30 4	6 28
5800	.1065	.0745	.05856	23 1	3 61	7700	1800	.1259	.09896	30.6	6 37
5850	.1083	.0757	05950	23 3	3 68	7750	.1822	.1274	.1001	30 8	6 45
5900	.1100	.0769	.06044	23 5	3.68	7800	1845	.1290	.1014	31 0	6 51
5950	1117	.0781	.06139	23 7	3 74	7850	1866	.1305	1026	31.2	6 57
6000	.1135	.0794	.06241	23 9	3 80	7900	1888	.1320	1038	31.4	6 58
6050	.1153	.0806	06335	24 1	3 85	7950	.1909	.1335	.1049	31 6	6 74
6100	.1170	.0818	06429	24 3	4 06	8000	1932	.1351	.1062	31.8	6 84
6150	.1187	.0830	.06524	24 5	4 08	8050	1955	.1367	.1074	32 0	6 90
6200	.1205	.0843	.06626	24.7	4 12	8100	.1978	.1383	.1087	32 2	6.98
6250	.1224	.0856	06728	24.9	4 35	8150	2001	.1399	.1099	32.4	7.07
6300	.1243	.0869	06830	25.1	4 35	8200	.2023	.1415	.1112	32 6	7 16
6350	.1260	.0881	.06925	25.3	4 36	8250	.2046	.1431	.1125	32.8	7.25
6400	.1278	.0894	.07027	25.5	4.37	8300	.2069	.1447	.1137	33 0	7.35

Friction Loss Table for Water Flowing In 12" Standard Weight Steel Pipe

I.D.=12.090"

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

Q GPM	P psi/ft C=100	P psi/ft C=120	P psi/ft C=140	V FPS	V.P. PSI	Q GPM	P psi/ft C=100	P psi/ft C=120	P psi/ft C=140	V FPS	V.P. PSI
1000	.0017	.0012	.0009	2.8	.053	2900	.0126	.0088	.0069	8.1	.445
1050	.0020	.0014	.0011	2.9	.055	2950	.0130	.0091	.0071	8.3	.467
1100	.0022	.0015	.0012	3.1	.060	3000	.0133	.0093	.0073	8.4	.479
1150	.0023	.0016	.0013	3.2	.070	3050	.0137	.0096	.0075	8.5	.490
1200	.0025	.0017	.0013	3.4	.075	3100	.0141	.0099	.0078	8.7	.513
1250	.0027	.0019	.0015	3.5	.080	3150	.0146	.0102	.0080	8.8	.524
1300	.0029	.0020	.0016	3.6	.086	3200	.0150	.0105	.0082	9.0	.547
1350	.0031	[illegible]	.0017	3.8	.093	3250	.0154	.0108	.0085	9.1	.558
1400	.0033	.0023	.0018	3.9	.102	3300	.0159	.0112	.0088	9.2	.570
1450	.0036	.0025	.0019	4.1	.111	3350	.0164	.0115	.0090	9.4	.592
1500	.0038	.0026	.0020	4.2	.119	3400	.0168	.0118	.0093	9.5	.604
1550	.0040	.0028	.0022	4.3	.127	3450	.0173	.0121	.0095	9.7	.626
1600	.0042	.0029	.0023	4.5	.136	3500	.0177	.0124	.0097	9.8	.638
1650	.0044	.0031	.0024	4.6	.143	3550	.0182	.0127	.0100	9.9	.650
1700	.0047	.0033	.0026	4.8	.156	3600	.0187	.0130	.0102	10.1	.692
1750	.0050	.0035	.0028	4.9	.162	3650	.0192	.0134	.0105	10.2	.706
1800	.0053	.0037	.0029	5.0	.169	3700	.0197	.0137	.0108	10.4	.735
1850	.0056	.0039	.0031	5.2	.182	3750	.0202	.0141	.0111	10.5	.749
1900	.0058	.0041	.0032	5.3	.190	3800	.0207	.0144	.0113	10.6	.763
1950	.0060	.0042	.0033	5.5	.206	3850	.0212	.0148	.0116	10.8	.789
2000	.0063	.0044	.0035	5.6	.210	3900	.0217	.0151	.0119	10.9	.803
2050	.0066	.0046	.0036	5.7	.215	3950	.0222	.0155	.0122	11.1	.831
2100	.0069	.0048	.0038	5.9	.233	4000	.0227	.0159	.0125	11.2	.867
2150	.0072	.0050	.0039	6.0	.243	4050	.0233	.0163	.0128	11.3	.883
2200	.0074	.0052	.0041	6.2	.262	4100	.0238	.0166	.0130	11.5	.899
2250	.0077	.0054	.0043	6.3	.271	4150	.0243	.0170	.0134	11.6	.905
2300	.0080	.0057	.0045	6.4	.281	4200	.0249	.0174	.0137	11.8	.935
2350	.0084	.0059	.0046	6.6	.300	4250	.0256	.0179	.0140	11.9	.955
2400	.0088	.0061	.0048	6.7	.309	4300	.0261	.0182	.0143	12.0	.965
2450	.0092	.0064	.0050	6.9	.328	4350	.0266	.0186	.0146	12.2	1.01
2500	.0095	.0066	.0052	7.0	.338	4400	.0271	.0190	.0149	12.3	1.02
2550	.0099	.0069	.0054	7.1	.347	4450	.0277	.0194	.0152	12.5	1.05
2600	.0102	.0071	.0056	7.3	.364	4500	.0282	.0198	.0156	12.6	1.06
2650	.0106	.0074	.0058	7.4	.373	4550	.0287	.0201	.0159	12.7	1.08
2700	.0109	.0077	.0061	7.6	.390	4600	.0293	.0205	.0162	12.8	1.09
2750	.0113	.0079	.0062	7.7	.398	4650	.0300	.0210	.0165	13.0	1.14
2800	.0117	.0082	.0064	7.8	.416	4700	.0306	.0214	.0168	13.1	1.16
2850	.0122	.0085	.0067	8.0	.433	4750	.0312	.0218	.0171	13.3	1.21

VIKING

Friction Loss Table for Water Flowing In 12" Standard Weight Steel Pipe

I.D.=12.090"

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

Q GPM	P psi ft C=100	C=120	C=140	V FPS	V.P. PSI	Q GPM	P psi ft C=100	C=120	C=140	V FPS	V.P. PSI
4800	0317	.0222	.0174	13 4	1 21	6700	0591	.0413	0325	18 8	2 38
4850	0323	.0227	0178	13.6	1 26	6750	0598	.0419	0329	18 9	2 40
4900	0330	.0231	0182	13 7	1 28	6800	0606	.0424	0333	19 0	2 41
4950	0336	.0236	0185	13 9	1 32	6850	0614	.0430	0338	19 2	2 48
5000	.0343	.0240	0189	14 0	1 33	6900	0623	.0436	0343	19 3	2 51
5050	0349	.0245	0193	14 1	1 34	6950	0632	.0442	.0347	19 5	2 56
5100	0356	.0249	0196	14 3	1 37	7000	0641	.0448	0352	19 6	2 59
5150	0362	.0254	0200	14 4	1 40	7050	0648	.0454	.0357	19 7	2 61
5200	0369	.0258	0203	14 6	1 44	7100	0656	.0459	0361	19 9	2 65
5250	.0376	.0263	0207	14 7	1 48	7150	0665	.0465	0365	20 0	2 69
5300	.0383	.0268	0211	14 8	1 48	7200	0674	.0471	0370	20 2	2 73
5350	0389	.0273	0215	15 0	1 52	7250	0682	.0477	0375	20 3	2 77
5400	0396	.0277	0218	15 1	1.56	7300	0691	.0483	0380	20 4	2 82
5450	0403	.0282	0222	15 3	1 58	7350	.0700	.0489	0385	20 6	2 86
5500	.0410	.0287	0226	15 4	1 60	7400	0709	.0496	0390	20 7	2 88
5550	0416	.0292	0230	15.5	1 62	7450	0717	.0502	.0395	20 8	2 92
5600	.0423	.0296	0233	15 7	1 65	7500	0726	.0508	0399	21 0	2 97
5650	0430	.0301	0237	15 8	1.67	7550	0735	.0514	0404	21 1	3 01
5700	.0438	.0306	0241	16 0	1.71	7600	0745	.0521	0410	21.3	3 05
5750	.0445	.0311	.0244	16 1	1.75	7650	0754	.0527	0415	21.4	3.08
5800	0452	.0316	0248	16 2	1.75	7700	.0764	.0534	0420	21 6	3 14
5850	0459	.0321	0252	16 4	1.78	7750	0772	.0540	0424	21 7	3 17
5900	0466	.0326	0256	16 5	1.83	7800	0781	.0546	.0429	21.8	3 20
5950	0474	.0332	0261	16 7	1 85	7850	0790	.0552	0434	22 0	3 27
6000	0482	.0337	0265	16 8	1 90	7900	0799	.0559	0440	22 1	3 34
6050	.0489	.0342	0269	16 9	1 92	7950	0809	.0566	0445	22 2	3 36
6100	0496	.0347	0273	17 1	1 97	8000	0819	.0573	0450	22 4	3 38
6150	0504	.0353	0277	17 2	1 99	8050	0828	.0579	0455	22 5	3 42
6200	0512	.0358	0281	17 3	2 01	8100	0838	.0586	.0461	22 7	3 47
6250	0520	.0364	0286	17 5	2 06	8150	0848	.0593	0466	22 8	3 55
6300	0528	.0369	0290	17 6	2 09	8200	0858	.0600	0472	23 0	3 57
6350	.0535	.0374	0294	17 8	2 13	8250	0868	.0607	.0477	23.1	3.59
6400	0542	.0379	0298	17 9	2 17	8300	0878	.0614	0483	23 2	3 64
6450	0550	.0385	0303	18 1	2 20	8350	0887	.0620	.0488	23 4	3 69
6500	0558	.0390	0307	18 2	2 24	8400	0897	.0627	0493	23 5	3 76
6550	0565	.0396	.0311	18 3	2 28	8450	0907	.0634	0498	23 6	3 77
6600	0573	.0401	0315	18 5	2 32	8500	0917	.0641	0503	23 8	3 81
6650	0582	.0407	0320	18 6	2 33	8550	0927	.0648	0509	23 9	3 84

Friction Loss Table for Water Flowing In 12" Standard Weight Steel Pipe

I.D.=12.090"

Expressed in PSI Per Lineal Foot of Pipe

Q	P psi/ft			V	V.P.	Q	P psi/ft			V	V.P.
GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI	GPM	C=100	C=120	C=140	FPS	PSI
8600	.0937	.0655	.0515	24.0	3.88	10500	.1356	.0943	.0745	29.4	5.82
8650	.0947	.0662	.0520	24.2	3.94	10550	.1368	.0957	.0752	29.5	5.88
8700	.0957	.0669	.0526	24.4	4.01	10600	.1381	.0966	.0759	29.7	5.94
8750	.0967	.0676	.0532	24.5	4.04	10650	.1392	.0977	.0766	29.8	5.97
8800	.0978	.0684	.0538	24.6	4.07	10700	.1404	.0982	.0772	30.0	6.04
8850	.0988	.0691	.0543	24.8	4.12	10750	.1416	.0990	.0778	30.1	6.10
8900	.0998	.0693	.0549	24.9	4.17	10800	.1429	.0999	.0785	30.2	6.16
8950	.1008	.0712	.0560	25.0	4.22	10850	.1441	.1007	.0792	30.4	6.22
9000	.1018	.0715	.0562	25.2	4.27	10900	.1453	.1016	.0799	30.5	6.26
9050	.1029	.0720	.0567	25.3	4.32	10950	.1466	.1025	.0806	30.6	6.30
9100	.1041	.0728	.0572	25.5	4.38	11000	.1479	.1034	.0813	30.8	6.36
9150	.1051	.0735	.0578	25.6	4.43	11050	.1491	.1042	.0819	30.9	6.43
9200	.1062	.0743	.0584	25.8	4.48	11100	.1503	.1051	.0826	31.0	6.46
9250	.1073	.0750	.0590	25.9	4.51	11150	.1516	.1060	.0833	31.2	6.55
9300	.1084	.0758	.0596	26.0	4.55	11200	.1529	.1069	.0840	31.4	6.64
9350	.1094	.0764	.0602	26.2	4.60	11250	.1541	.1077	.0847	31.5	6.68
9400	.1105	.0773	.0608	26.3	4.66	11300	.1553	.1086	.0853	31.6	6.74
9450	.1116	.0779	.0614	26.4	4.71	11350	.1566	.1095	.0861	31.8	6.81
9500	.1127	.0788	.0620	26.6	4.76	11400	.1579	.1104	.0868	31.9	6.85
9550	.1138	.0796	.0626	26.7	4.81	11450	.1591	.1113	.0875	32.0	6.89
9600	.1150	.0804	.0632	26.9	4.87	11500	.1604	.1122	.0882	32.2	6.98
9650	.1160	.0811	.0638	27.0	4.92	11550	.1617	.1131	.0889	32.4	7.04
9700	.1171	.0819	.0644	27.2	4.98	11600	.1630	.1140	.0896	32.5	7.11
9750	.1182	.0827	.0650	27.3	5.02	11650	.1643	.1149	.0903	32.6	7.16
9800	.1194	.0835	.0656	27.4	5.05	11700	.1657	.1159	.0911	32.8	7.23
9850	.1205	.0843	.0662	27.6	5.10	11750	.1670	.1168	.0918	32.9	7.28
9900	.1217	.0851	.0669	27.7	5.16	11800	.1683	.1177	.0925	33.0	7.33
9950	.1228	.0859	.0675	27.8	5.22	11850	.1696	.1186	.0932	33.2	7.40
10000	.1240	.0867	.0681	28.0	5.28	11900	.1710	.1196	.0940	33.3	7.47
10050	.1251	.0875	.0687	28.1	5.31	11950	.1723	.1205	.0947	33.4	7.55
10100	.1263	.0883	.0694	28.2	5.35	12000	.1736	.1214	.0954	33.6	7.60
10150	.1274	.0891	.0700	28.4	5.42						
10200	.1286	.0899	.0707	28.6	5.50						
10250	.1297	.0907	.0713	28.7	5.54						
10300	.1308	.0915	.0719	28.8	5.58						
10350	.1320	.0923	.0726	29.0	5.64						
10400	.1333	.0932	.0733	29.1	5.70						
10450	.1344	.0940	.0739	29.2	5.76						

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

SISTEMAS CONTRA INCENDIO

LIC. OSCAR MARTINEZ FARIAS

OCTUBRE, 1977.

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F.

I .- SISTEMAS CONTRA INCENDIO

TEORIA MOTOR:

Definición de fuego; Triangulo del fuego; Balance Positivo de calor; Formas en que el calor se transfiere; Retro alimentación.

Como prevenir a un fuego incipiente de crecer tanto en sentido vertical como horizontal. Separación de areas, aislamiento de areas peligrosas; paredes y puertas resistentes al fuego; paredes enlazadas y autosoportadas; diversos tipos de puertas contra incendio; su instalación en estructuras de un solo piso y en cubos de escaleras en edificios de varios pisos.

II .- SISTEMAS DE DETECCION ALARMA E INFORMACION DE INCENDIOS.

MANUALES - AUTOMATICOS - DIVERSOS TIPOS DE DETECTORES QUE PUEDEN INSTALARSE:

Circuitos de alarma contra incendio: Abiertos, sin supervisión; Abiertos con supervisión; Cerrados con supervisión; De un solo conductor y de dos conductores; De alarma general; De proseñal; Con clave; Con preferencia; Con alarma general automática; Alarma local; Alarma remota en central; Discador automático; Anunciadores remotos.

FUENTES DE ENERGIA: Corriente municipal; Planta de Emergencia; Baterías con cargador.

OTRAS FUNCIONES DE LOS SISTEMAS DE ALARMA: Cierre automático de puertas contra incendio; interrupción de circuitos como abanicos; extractores, etc., Iniciación de sistemas automáticos de extinción.

SUPERVISION DE FUNCIONES AUXILIARES: Corriente para la bomba de contra incendio; Presión o flujo en la red de incendio; nivel en tanques elevados ó en cisternas, Posición de válvulas (abiertas ó cerradas) en las redes contra incendio.

III.- EXTINTORES PORTATILES CONTRA INCENDIO

Importancia de que los mismos estén adecuadamente seleccionados para su localización, tanto en tipo como en tamaño; mantenimiento preventivo y pruebas de resistencia de materiales.

FORMAS EN QUE LOS DIVERSOS EXTINTORES CUMPLEN SU MISION:

Enfriamiento; inhibición del oxígeno disponible; aumentar o disminuir la proporción entre el oxígeno y el gas que se quema.

* CLASIFICACION DE LOS FUEGOS: *

A: Materiales con base celulosica: Madera Cartón, Papel, Telas.

B: Líquidos inflamables.

C: Incendios eléctricos.

D: Materiales combustibles: Magnecio, aluminio en polvo, zinc, sodio y potasio.

* PRINCIPIOS DE OPERACION:

Agua - con bomba - a presión - de cartucho; soda acido - anticongelantes espuma - tetracloruro de carbono - polvo químico seco clases "BC" - "ABC" y "D" - tipos presurizados y con cartucho.

Extintores de la familia de los halogenados (Bromotrifluoro metano - Bromoclorodifluro metano) Bióxido de carbono.

IV.- SISTEMAS ESTACIONARIOS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO.

A) Hidrantes exteriores e interiores:

Tipos de gabinete: Empotrar - sobreponer - de mirille - con patas - doble vista.

Tipos de soporte : Soporte propiamente dicho - cuna - cuna para manguera y extintor - carrete standard y automático.

Clases de mangueras: Lino - hule y lona - dos capas - neopreno y polyester - recubrimientos al polyester - dos capas - ventajas y desventajas - perdidas por fricción.

Válvulas: Porque globo y no compuerta.

Chiflones: De neblina tres y cuatro posiciones de chorro sólido.

HIDRANTES ESPECIALES: Espaciamiento y localización de hidrantes exteriores e interiores. Presiones requeridas para diversos tipos de chiflones.

ENTRENAMIENTO DE PERSONAL: Diámetros mayores pruebas de compañías de seguros - tubo pitot - doble manómetro - presión residual - medidores de flujo.

Tomas siamesas.

Hidrantes de banqueta - carros portatiles con varias mangueras.

Monitores estacionarios.

V.- SISTEMAS ESTACIONARIOS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO

-) Sistemas que no utilicen el agua como medio extintor donde se utilizan: En tanques de proceso, cuartos de prueba de máquinas computadores electrónicos, tanques de almacenamiento de líquidos inflamables, cajas de seguridad para abrigos de piel, subestaciones con aceite en sus transformadores, equipo eléctrico rotativo, equipos de proceso en la industria química y en general en todos aquellos riesgos en que el uso del agua no es recomendable y sin embargo existe un grave riesgo de fuego.

Sistemas estacionarios - Portatiles y sistemas que usan líneas de manguera para su conduccion.

Entrega de planos y especificaciones.

Sistemas con bioxido de carbono - bromotrifluoromotano - polvo químico seco y espuma.

VI.- SISTEMAS ESTACIONARIOS DE PROTECCION CONTRA INCENDIO

C) Sistemas a base de rociadores automáticos.

Historia de los rociadores - porcentaje de fallas - gráfica de uso (número de rociadores requeridos para extinguir que porcentaje del total de los fuegos en edificios protegidos).

DIVERSOS TIPOS DE INSTALACIONES:- Con rociadores cerrados y tubería llena de agua - Idem pero con tubería llena de aire - Con rociadores abiertos.

A) Tipo diluvio standard

B) Tipo protección vertical como muros y ventanas.

C) Tipo diluvio de mayor gasto.

D) Tipo diluvio de cono completo.

E) Sistemas que permiten que los rociadores se cierren automáticamente y vuelvan a abrirse en caso de reiniciación del fuego.

DIVERSOS TIPOS DE ROCIADORES:

Sobresalientes hacia arriba y hacia abajo, cromados o sin cromar, de empotrar; de esquina; de ventana, de cono completo, con protección mecánica - con recubrimientos.

DIVERSAS GRADUACIONES Y DIVERSOS TIPOS DE FUSIBLE:

ELEMENTOS AUXILIARES: Válvulas de alarma - Motores hidráulicos - y campanas mecanicas - Detectores de flujo Interruptores de presión - Detectores de temperatura tipo aumento brusco- Espaciamiento de los rociadores - Clasificación de riesgos - Ligeros - Ordinarios (tres se

5-4 (37)

Abastecimiento de agua en sistemas standards, en sistemas hidráulicamente calculados.

Estudio de diámetros permisibles según el número de rociadores y según el riesgo.

Disposición de la tubería: - Tubería principal de alimentación (Feed Main) hasta la base del tubo vertical de alimentación. (Riser) Troncal primaria (Cross Main) Troncal secundaria (Branch Line) Válvulas de control y de alarma.

Temas diversos - soportería - métodos para evitar el balanceo lateral - precauciones en caso de que el área de instalación esté en zona de terremoto. Válvulas de prueba para inspección; drenaje adecuado y válvulas para el mismo.

ABASTECIMIENTO DE AGUA

HIDRANTES INTERIORES:

	30 MIN.	120 MIN.	PRESION *
RIESGOS CHICOS	8,400 lts.	33,600 lts.	2.45 kg/cm2 (35 psi)
RIESGOS MEDIANOS	14,400. lts.	57,600 lts.	2.8 kg/cm2 (40 psi)
RIESGOS GRANDES	39,000 lts.	156,000 lts.	2.8 kg/cm2 (40 psi)

* PRESION REQUERIDA ULTIMO HIDRANTE CON CHIFLON CHORRO SOLIDO.

CON CHIFLON NEBLINA LA PRESION REQUERIDA
EN TODOS LOS RIESGOS ES DE:..... 3.5 kg/cm2 (50 psi)

HIDRANTES EXTERIORES E INTERIORES:

	30 MIN.	120 MIN.	PRESION *
RIESGOS CHICOS	10,500 lts.	42,000 lts.	2.45 kg/cm2 (35 psi)
RIESGOS MEDIANOS	20,400 lts.	81,600 lts.	2.8 kg/cm2 (40 psi)
RIESGOS GRANDES	57,000 lts.	228.00 lts.	2.8 kg/cm2 (40 psi)

* PRESION REQUERIDA ULTIMO HIDRANTE CON CHIFLON CHORRO SOLIDO.

CON CHIFLON DE NEBLINA LA PRESION REQUERIDA EN TODOS LOS RIESGOS ES DE:.. 3.5 kg/cm2 (50 psi)

LONGITUD DE MANGUERAS EN ULTIMO HIDRANTE:

RIESGOS CHICOS Y MEDIANOS 70 MTS.

RIESGOS GRANDES..... 100 MTS.

Hidrante Exterior
1 valvula
Tipo Siamesa
Tramo ... 15 m.
15 m — 1 Kg/cm
3 Hidrante — Siamesa

	CHICOS	MEDIANOS	GRANDES
VALVULA, colocada a altura no mayor de 1.60 mts. sobre el nivel del piso, de un diámetro de:.....	50.8 mm (2")	50.8 mm (2")	60.3 mm (2½")
BOQUERELES:			
Para Incendios Clase "A"			
Con chiflón de chorro que tenga en su punto de descarga un diámetro interior de:.....	11.1125 mm (7/16") a 12.7 mm (½")	14.275 mm (9/16") a 17.5625 mm (11/16")	25.4 mm (1") a 28.65 mm (1 1/8")
Con chiflón tipo regadera ajustable, de:.....	38.1 mm (1½")	50.8 mm (2")	63.3 mm (2½")
Los boquereles de chorro son los adecuados para lugares cuyos contenidos no se esparcen ni se dañan por la fuerza del agua, y los de regadera para usarse en substancias a granel o fáciles de disgregarse o dañarse por la fuerza del agua.			
Para Incendios Clase "B" y "C". Chiflón tipo neblina o automatizador, de:.....	38.1 mm (½")	50.8 mm (2")	63.3 mm (2½")
MANGUERAS, de lino, o de algodón forradas interiormente de hule, con diámetro y longitud:			
Diámetro de:.....	38.1 mm (1½")	50.8 mm (2")	63.3 mm (2½")
y longitud no mayor de:...	25 Mts. (75')	30 Mts. (100')	30 Mts. (100')

	CHICOS	MEDIANOS	GRANDES
UBERIAS, los diámetros apropiados pa- a los tres tipos de hidrantes son.			
Para tuberías matrices que alimen- tan a dos o más hidrantes, diáme-- tro de:.....	63.3 mm (2½")	76.2 mm (3")	101 mm (4")
Para tuberías de ramales que alimen ten a un solo hidrante, diámetro - de:.....	50.8 mm (2")	63.3 mm (2½")	76.2 mm (3")
RESION DEL AGUA.- Esta deberá ser, -- como mínimo, por pulgada cuadrada:			
Para Incendios Clase "A", de:.....	25 Lbs.	30 Lbs.	30 Lbs.
Para Incendios Clase "B" o "C" de:.	50 Lbs.	50 Lbs.	50 Lbs.
OLUMENES DE AGUA.- El volúmen de agua deberá ser suficiente para que dos hidrantes puedan simultáneamente -- descargar agua a la presión, en el volúmen por el tiempo que exige es- te Reglamento; es decir, por minuto y por hidrante una descarga de:....	140 Lts. (35 Gls.)	240 Lts. (60 Gls.)	650 Lts. (160 Gls.)

N O T A : Cuando la longitud de las tuberías matrices y ramales excede de 100 metros, los diámetros deberán ser mayores de los aquí señalados y serán motivo de - estudio especial.

- COLOCACION DE LAS MANGUERAS

Las mangueras deberán estar permanentemente acopladas a los hidrantes (en número de una para cada hidrante), salvo las que correspondan a hidrantes instalados en la vía pública que estarán colocadas en sitio próximo al hidrante y adecuado, dentro del predio -- protegido.

Además, las que pertenezcan a hidrantes exteriores deberán estar acomodadas en casetas a prueba de intemperie, dotadas de un soporte para las mangueras y su válvula; y las mangueras de hidrantes interiores será suficiente con que se encuentren acomodadas en un soporte. En ningún caso el soporte debe quedar a altura mayor de 1.60 metros.

Las casetas de que se habla pueden estar cerradas con llave por medio de una chapa que se abra por dentro sin necesidad de la llave, introduciendo una mano por amplia ventana con que contarán protegida con vidrio, al romper éste.

- PRUEBA DE PRESION DEL AGUA -

La presión del agua de la red de hidrantes deberá probarse en el chiflón de los dos hidrantes más altos al mismo tiempo y en el chiflón de los dos hidrantes más lejanos -- siempre al mismo tiempo por separado teniendo los hidrantes sus válvulas completamente - abiertas.

- FUENTES DE AGUA

El agua que se use en las redes de hidrantes deberá ser de calidad apropiada, es de

cir, no deberá contener en solución substancias que dañen o entorpezcan el equipo de protección contra incendio ni que constituyan un peligro al mezclarse con las materias que están siendo presas del incendio.

Las fuentes de agua se dividen en dos clases: Primarias y Directas.

Las FUENTES PRIMARIAS de agua son aquellas que alimentan originalmente con agua al riego protegido y pueden ser de cualquier clase siempre y cuando proporcionen agua en la calidad y volúmen necesario para llenar su cometido. Estas fuentes pueden ser ríos, lagos, fuentes, cisternas, pozos, servicios municipales, etc.

No se exigirá que el riesgo protegido cuente con más de una fuente primaria de agua aun cuando cuente con dos o más fuentes directas de la misma, si esta fuente primaria es suficiente para alimentar simultáneamente a las fuentes directas con que cuente el riesgo.

Las FUENTES DIRECTAS de agua son aquellas que proveen de agua permanentemente en la calidad, volúmen y presión exigida por este Reglamento a la red de hidrantes del riesgo protegido y son: depósitos por gravedad, depósitos a presión (es decir de tanques de presión y su equipo) y equipos de bombeo.

Cuando en este Reglamento se exijan dos fuentes directas de aprovisionamiento agua se recomienda que de preferencia una de estas dos fuentes opere por gravedad. Cuando las dos fuentes directas sean depósitos a presión o por equipo de bombeo, entonces cada fuente directa deberá consistir en un equipo distinto y completo que comience desde la fuente o fuentes primarias que proporcionen el agua a las fuentes directas y que termine con la parte que descargue el agua dentro de la red de hidrantes. En este caso también será necesario que las fuentes de energía que proporcionen fuerza a los equipos que constituyen las fuentes directas sean distintas entre sí, debiendo ser de preferencia una de combustión interna, pero si las dos fuerzas son eléctricas se aceptarán si una de ellas se origina en un sistema bajo el control y responsabilidad direc

del Asegurado y siempre que las instal[illegible] sistema.

Ya sea que el riesgo cuente con una o más fuentes directas de abastecimiento de agua, cuando menos una de éstas debe ser automática

El agua que fluye de depósitos por gravedad, se considera fuente directa a[illegible]tica. El agua que fluye de depósitos a presión o por equipo de bombeo será considerada fuente directa automática cuando su equipo cuente con controles que haga que sus bombas empiecen a funcionar tan pronto como se abra la válvula de un hidrante.

NOTA: Se aceptará el que la fuente de energía que proporcione fuerza a los equipos de tanques a presión o de bombeo en los casos en que hubiese una sola fuente directa sea fuerza eléctrica suministrada por empresas de servicio público o que no estén bajo el control del Asegurado, pero en este caso el descuento a que tuviere derecho el riesgo protegido será disminuído en un 25% es decir que si el riesgo tuviese, por ejemplo, derecho a un descuento de 20%, éste se reducirá a quedar 15%.

- B O M B A S

Las bombas que forman parte del equipo de las fuentes directas de agua deberán tener las siguientes características.

Ser siempre del tipo cebadas o autocebantes.

Poder rendir 150% de su capacidad normal con 65% de su presión normal.

De preferencia ser del tipo de alimentación por presión; en caso de que sea de alimentación por succión la altura de esta succión no deberá exceder de 4.50 mts. y además deberá estar provista de una válvula de pie, su pichancha y manera de cebar la bomba automáticamente.

Tener como rendimiento por lo menos el mínimo exigido por este Reglamento tanto para la sección de protecciones como en el de Rociadores.

Toda bomba deberá ser probada cada 30 días como mínimo bajo el gasto y presión normales por un mínimo de tres minutos.

- H I D R A N T E S -

	CHICOS	MEDIANOS	GRANDES
VALVULA, colocada a una altura no mayor de 1.60 metros sobre el nivel del piso, de un diámetro de:.....	50.8 mm (2")	50.8 mm (2")	63.5 mm (2½")
BOQUERELES:			
Para Incendio Clase "A"			
Con chiflón de chorro que tenga en su punto de descarga un diámetro interior de:.....	12.7 mm (½")	15.875 mm (5/8") a 17.4625mm (11/16")	38.575 mm (1 1/8")
Con chiflón de regadera, ajustable, de:.....	38.1 mm (1½")	50.8 mm (2")	63.5 mm (2½")
Los boqueroles de chorro son los adecuados para lugares cuyos contenidos no se esparcen ni se dañan por la fuerza del agua, y los de regadera para usarse con substancias a granel y fáciles de disgregarse o sañarse por la fuerza del agua.			
Para Incendios Clase "B" o "C" Chiflón tipo neblina o atomizador, de:.....	38.1 mm (1½")	50.8 mm (2")	63.5 mm (2½")

	CHICOS	MEDIANOS	GRANDES
Si para Incendios Clase "B" se usaran otros tipos de chiflón distintos del tipo neblina, deberán tener tubos de succión de líquido productor de espuma a no ser que la red de hidrantes tenga su aparato apropiado para inyectar este líquido productor de espuma a las tuberías. En ambos casos la provisión de este líquido productor de espuma debe ser la suficiente para abastecer los hidrantes de acuerdo con sus necesidades.			
MANGUERAS, de lino, o de algodón forradas interiormente de hule, con diámetro y longitud:			
Diámetro de:.....	38.1 mm (1½")	50.8 mm (2")	63.5 mm (2½")
Longitud máxima de un sólo tramo de manguera:.....	35 Mts. (105')	35 Mts. (105')	50 Mts. (150')
Longitud máxima de dos tramos de manguera acoplados:.....	70 Mts. (210')	70 Mts. (210')	100 Mts. (300')
TUBERIAS.- Los diámetros apropiados para los diferentes tamaños de hidrantes son:			
Para tuberías matrices que alimenten a dos o más hidrantes y con no más de 100 mts. (300') de longitud o estando la alimentación de circuito cerrado, diámetro de:.....	63.5 mm (2½")	76.2 mm (3")	101 mm (4")

	CHICOS	MEDIANOS	GRANDES
Con más de 100 mts. (300') de longitud o no estando la alimentación en circuito cerrado, diámetro de:.....	76.2 mm (3")	101 mm (4")	127 mm (5")
Para tuberías de ramales que alimenten a una solo hidrante y no excediendo la longitud de cada ramal de 60 mts. (180'), diámetro de:.....	50.8 mm (2")	63.5 mm (2½")	76.2 mm (3")
Excediendo de 60 mts. (180') la longitud de cada ramal, diámetro de:...	63.5 mm (2½")	76.2 mm (3")	101.0 mm (4")

N O T A : Cuando la longitud de las tuberías matrices y ramales exceda del doble de las cifras indicadas, los diámetros deberán ser mayores de los aquí señalados y se deberá solicitar a la Asociación la determinación de los diámetros aplicables.

PRESION DEL AGUA.- La presión dinámica deberá ser, como mínimo, por pulgada cuadrada:

Para Incendios Clase "A" de:.....	35 Lbs.	40 Lbs.	40 Lbs.
Para Incendios Clase "B" y "C" de:..	50 Lbs.	50 Lbs.	50 Lbs.
Estas presiones deben obtenerse a través de dos mangueras acopladas con longitud máxima, según sea el tamaño del hidrante, de:.....	70 Mts. (210')	70 Mts. (210')	100 Mts. (300')

	CHICOS	MEDIANOS	GRANDES
VOLUMENES DE AGUA.- El volumen de agua deberá ser suficiente para que dos hidrantes puedan simultáneamente -- descargar agua a la presión, en el volumen y por el tiempo que exige - este Reglamento; es decir, por minuto y por hidrante una descarga de:.	175 Lts. (43 Gls.)	340 Lts. (85 Gls.)	950 Lts. (237 Gls.)

- COLOCACION DE LAS MANGUERAS -

Para cada hidrante debe existir un tramo de manguera de longitud apropiada al tamaño del hidrante (con su chiflón adecuado), cuyo tramo de manguera tiene que estar permanentemente acoplado al hidrante. Además debe haber otro tramo de manguera del mismo largo, dotado de sus coples respectivos para que se pueda acoplar al primer tramo, en caso necesario.

Ambos tramos de mangueras deben también estar acomodados en una caseta a prueba de - intemperie dotada de un soporte para las mangueras y su válvula instalada a altura no mayor de 1.60 mts.

Las casetas, al igual que en los riesgos a cubierto de la intemperie, pueden estar - cerradas con llave por medio de una chapa que se abra por dentro sin necesidad de la llave, introduciendo una mano por la amplia ventana con que contarán protegida con vidrio, - al romper éste.

- DISTRIBUCION DE LOS HIDRANTES

Los hidrantes deben estar colocados en forma tal que al presentarse un incendio, éste pueda ser combatido desde el hidrante más próximo, teniendo acoplada su manguera de 35 mts. (105') o de 50 mts. (150') de largo, según el tamaño de los hidrantes. En caso necesario se puede usar simultáneamente otro hidrante con sus dos tramos de manguera acoplados, formándose así una sola manguera de 70 mts. (210') o de 100 mts. (300') de largo, según sea también el tamaño de los hidrantes.

En ambos casos el chiflón debe llegar a una distancia de hasta 6 mts. (18') del incendio, cuando los chiflones sean de chorro o de tipo regadera ajustable, y hasta una distancia de 3 mts. (9') del incendio de ser los chiflones del tipo neblina.

Cuando se disponga de camiones tanques, deberá haber conectada al sistema de hidrantes una toma siamesa del tamaño y con la cuerda de este equipo de camiones, debiendo así mismo esta toma estar al alcance de estos camiones.

REQUISITOS QUE DEBEN LLENAR LOS RIESGOS PARA GOZAR DE DESCUENTO

Para cualquier clase de riesgos a cubierto de la intemperie que cuenten con protección a base de sistemas hidráulicos y sus hidrantes, así como con unidades móviles de extinción.

GRUPO "A".

1.- Un sistema de instalación eléctrica adecuado y que éste ajustado a las disposiciones del Control eléctrico de la Secretaría de Economía.

2.- Haber renovado la carga de sus extinguidores dentro del período y con los materiales recomendados por el fabricante de los mismos. Al efecto deberán presentar el comprobante de la empresa que efectuó este trabajo de cambio, debiendo aparecer claramente en el comprobante la fecha del trabajo.

3.- Vigilantes de día y de noche, controlados por relojes de velador o por sobre vigilantes, en la inteligencia de que las rondas nocturnas serán efectuadas cada 20 minutos. - Para la protección nocturna sólo se podrán usar, como alumbrado, lámparas eléctricas y/o -- linternas protegidas.

4.- Una unidad móvil de extinción por cada área interna de superficie o fracción tal como se determina abajo.

RIESGOS CLASE 1.- (Con cuota de incendio aplicable de hasta 2% o excluyendo el recargo por situación).- Las unidades móviles deberán estar colocadas de tal forma, que una persona no tenga que caminar más de 30 mts. para llegar a la más cercana; pero hay que tener - por lo menos una unidad por cada 500 mts. cuadrados o fracción de superficie. Esta área estará protegida por el chorro de un hidrante interior.

RIESGO CLASE II.- (Con cuota de incendio aplicable de hasta 7.50% o, excluyendo el recargo por situación). Las unidades móviles deben de estar colocadas en tal forma que una persona no tenga que caminar más de 15 mts. para llegar a la más cercana; pero hay que tener por lo menos una unidad por cada 300 mts. cuadrados de superficie o fracción. Esta área estará protegida por el chorro de un hidrante interior.

RIESGOS CLASE III.- (Con cuota de incendio aplicable superior a 7.50% o sin exceder de 25% o excluyendo el recargo por situación). Las unidades móviles deben estar colocadas en tal forma que una persona no tenga que caminar más de 15 mts. para llegar a la más cercana; pero hay que tener por lo menos una unidad por cada 200 mts. cuadrados de superficie o fracción. Esta área estará protegida por el chorro de un hidrante interior.

RIESGO CLASE IV.- (Con cuota de incendio aplicable superior a 25% o excluyendo el recargo por situación). Las unidades móviles deben de estar colocadas en tal forma que una persona no tenga que caminar más de 12½ mts. para llegar a la más cercana, pero hay que tener por lo menos una unidad por cada 150 mts. cuadrados de superficie. Está área estará protegida por el chorro de un hidrante interior.

Hasta la mitad de las unidades móviles de extinción podrán ser substituidas por sus equivalencias sobre ruedas, pero estos extinguidores sobre ruedas sólo se podrán considerar como protegiendo a dos departamentos contiguos del riesgo cuando mucho y limitándose su capacidad a lo estipulado en este Reglamento.

5.- Hidrantes exteriores e interiores en número suficiente y colocados de manera que su servicio de agua pueda dominar cualquier punto del área que protejan de acuerdo con las definiciones correspondientes (Página 40-5). Toda la superficie interior del riesgo tanto en la planta baja, como en los pisos superiores deberá estar protegida por hidrantes.

En las poblaciones que cuenten con servicio municipal de bomberos, todos los predios protegidos deberán tener en los linderos que den a la vía pública por lo menos una toma de agua de bocas siamesas del diámetro y con la cuerda usada por los carros de bomberos.

6.- Mangueras con sus respectivos boquereles de acuerdo con lo que sobre el particular exigen las definiciones de este Reglamento (Página 40-4).

7.- Suficiente provisión de agua proveniente de una fuente directa para que dos hidrantes, si el riesgo cuenta con más de uno, puedan descargar agua a la presión y en las cantidades que señales las definiciones de este Reglamento.

Dicha provisión deberá ser suficiente para alimentar por lo menos durante media hora a esta dos hidrantes simultáneamente.

- Todo el personal convenientemente adiestrado, y siempre disponible durante el tiempo en que el riesgo esté en operación para hacerse cargo del funcionamiento de los hidrantes y el manejo de los extinguidores. Cuando el riesgo no esté en operación bastará con que los veladores habituales estén adiestrados en el funcionamiento y manejo de los hidrantes y extinguidores.

GRUPO "B".

Además de las protecciones exigidas para el Grupo "A", son necesarias las siguientes:

1.- Dotación de agua por una fuente directa que aumente hasta dos horas el tiempo de descarga de cada hidrante bajo las condiciones del inciso 7 del citado Grupo "A".

GRUPO "C".

Además de las protecciones exigidas para los Grupos "A" y "B", son necesarias las siguientes:

1.- Un cuerpo de hombres adiestrados y equipados para servir de bomberos durante el tiempo en que el riesgo esté en operación. Estos bomberos podrán ser del personal que presta habitualmente sus servicios en el riesgo. Cuando los hidrantes que protejan el riesgo sean Chicos el número de bomberos será cuando menos de cuatro, cuando los hidrantes sean Medianos este número será de seis, y cuando sean los hidrantes Grandes, -- entonces el número mínimo de bomberos será de ocho.

Cuando el riesgo no esté en operación bastará que haya constantemente cuando menos tres veladores adiestrados y equipados para hacer este servicio de bomberos.

El riesgo deberá contar con una caseta de bomberos situada en lugar apropiado dentro del predio protegido y que cuente con el equipo necesario para los bomberos. Este equipo consistirá en una pala, pico, hacha, impermeable y casco, para cada bombero. Si las circunstancias así lo exigen contarán también con máscara de humo o gas.

La caseta de bomberos estará marcada en los planos del riesgo.

2.- Timbres de alarma u otros sistemas de señales interiores.

Para cualquier clase de riesgos a cubierto de la intemperie que no cuenten con protecciones a base de sistemas hidráulicos y sus hidrantes , pero sí con unidades móviles de extinción.

GRUPO "D".

1.- Un sistema de instalación eléctrica adecuado y que esté ajustado a las disposiciones del control eléctrico de la Secretaría de Economía.

2.- Haber renovado la carga de sus extinguidores dentro del período y con los materiales recomendados por el fabricante de los mismos. Al efecto deberá presentar el comprobante de la empresa que efectuó este trabajo de cambio, debiendo aparecer claramente en el comprobante la fecha del trabajo.

3.- Vigilantes de día y de noche, controlados por relojes de velador o por sobrevigilantes, en la inteligencia de que las rondas nocturnas serán efectuadas cada 20 minutos. Para la protección nocturna sólo se podrán usar, como alumbrado lámparas eléctricas y/o linternas protegidas.

4.- Una unidad móvil de extinción por cada área interna de superficie o fracción tal como se determina abajo.

RIESGOS CLASE I.- (Con cuota de incendio aplicable de hasta 2% o, excluyendo el recargo por situación). Las unidades móviles de extinción deberán estar colocadas de tal forma que una persona no tenga que caminar más de 30 metros para llegar al extinguidor más cercano. Pero hay que tener por lo menos una unidad por cada 300 metros cuadrados o fracción de superficie.

RIESGOS CLASE II.- (Con cuota de Incendio aplicable de hasta 7.50% o, excluyendo el recargo por situación). Las unidades móviles de extinción deben de estar colocadas en tal forma, que una persona no tenga que caminar más de 15mts. para llegar al extinguidor más cercano, pero hay que tener por lo menos una unidad por cada 200 mts. o fracción de superficie.

RIESGOS CLASE III.- (Con cuota de incendio aplicable superior de 7.50% o, sin exceder a 25% o, excluyendo el recargo por situación). Las unidades móviles deben de estar colocadas en tal forma que una persona no tenga que caminar más de 15 metros para llegar a la más cercana; pero hay que tener por lo menos una unidad por cada 150 mts. cuadrados de superficie o fracción.

RIESGO CLASE IV.- (Con cuota aplicable superior a 25% excluyendo el recargo por situación). Las unidades móviles deben de estar colocadas en tal forma, que una persona no tenga que caminar más de 12½ mts. para llegar a la más cercana, pero hay que tener por lo menos una unidad por cada 150 metros cuadrados de superficie o fracción.

Hasta la mitad de las unidades móviles de extinción podrán ser substituídas por sus equivalencias sobre ruedas, pero estos extinguidores sobre ruedas sólo se podrán considerar como protegiendo a dos departamentos contiguos del riesgo cuando mucho, y limitándose su capacidad a lo establecido en este Reglamento.

5.- Todo el personal convenientemente adiestrado y siempre disponible durante el tiempo en que el riesgo esté en operación para hacerse cargo del funcionamiento y manejo del los extinguidores. Cuando el riesgo no esté en operación bastará con que los veladores habituales estén adiestrados en el funcionamiento y manejo de los extinguidores.

Para almacenamiento en departamentos industriales de cualquier clase al aire libre, que cuenten con protecciones a base de sistemas hidráulicos y sus hidrantes, así como con unidades móviles de extinción.

GRUPO "E".

1.- Un sistema de instalación eléctrica adecuado y qeu esté ajustado a las disposiciones del Control Eléctrico de la Secretaría de Economía.

2.- Haber renovado la carga de sus extinguidores dentro del período y con los materiales recomendados por el fabricante de los mismos. Al efecto deberá presentar el comprobante de la empresa que efectuó este trabajo de cambio, debiendo aparecer claramente en el comprobante la fecha del trabajo.

3.- Vigilantes de día y de noche, controlados por relojes de velador o por sobrevigilantes, en la inteligencia de que las rondas nocturnas serán efectuadas cada 20 minutos. Para la protección nocturna sólo se podrán usar, como alumbrado, lámparas eléctricas y/o linternas protegidas.

4.- Unidades móviles de extinción colocadas de tal manera que una persona no tenga que caminar más de 15 mts. para llegar al extinguidor más cercano, pero hay que tener por lo menos una unidad por cada 250 mts. cuadrados o fracción de superficie debiendo esta área estar protegida también por el chorro de un hidrante.

Las unidades de extinción deben de ser de las indicadas en este Reglamento, según la clase de riesgo que se haya de proteger.

Hasta la mitad de las unidades móviles de extinción podrán ser substituídas por sus equivalencias sobre ruedas, pero estos extinguidores sobre ruedas sólo se podrán considerar como protegiendo a dos departamentos contiguos del riesgo cuando mucho, y limitándose su capacidad a lo establecido en este Reglamento.

5.- Hidrantes exteriores en número suficiente y colocados de manera que el servicio de agua pueda dominar cualquier punto del área que protejan de acuerdo con las definiciones corespondientes.

En las poblaciones que cuenten con servicio municipal de bomberos, todos los predios protegidos deberán tener en los linderos que den a la vía pública por lo menos una toma de agua de bocas siamesas del diámetro y con la cuerda usadas por los carros de bomberos.

6.- Mangueras con sus respectivos boquereles, de acuerdo con lo que sobre el particular disponen las definiciones de esta sección del Reglamento.

7.- Suficiente provisión de agua proveniente de una fuente directa para que dos hidrantes, si el riesgo cuenta con más de uno, puedan descargar agua a la presión y en las cantidades que señalen las definiciones de este Reglamento. Dicha provisión deberá ser suficiente para alimentar por lo menos durante media hora a estos dos hidrantes, simultáneamente.

8.- Todo el personal convenientemente adiestrado, y siempre disponible durante el tiempo en que el riesgo esté en operación para hacerse cargo del funcionamiento de los hidrantes y el manejo de los extinguidores. Cuando el riesgo no esté en operación bastará con que los veladores habituales estén adiestrados en el funcionamiento y manejo de los hidrantes y extinguidores.

GRUPO "F".

Además de las protecciones exigidas para el Grupo "E", son necesarias las siguientes:

1.- Dotación de agua por una fuente directa que aumente hasta dos horas el tiempo de descarga de cada hidrante bajo las condiciones del Inciso 7 del citado grupo "E".

GRUPO "G"

Además de las protecciones exigidas para los Grupos "E" y "F", son necesarias las siguientes:

1.- Un cuerpo de hombres adiestrados y equipados para servir de bomberos durante el tiempo en que el riesgo esté en operación. Estos (hombres) bomberos podrán ser del personal que presta habitualmente sus servicios en el riesgo. Cuando los hidrantes que protejan el riesgo sean chicos el número de bomberos será cuando menos de cuatro; cuando los hidrantes sean Medianos, este número será de seis, y cuando sean los hidrantes Grandes, entonces el número mínimo de bomberos será de ocho.

Cuando el riesgo no esté en operación bastará que haya constantemente cuando menos tres trabajadores adiestrados y equipados para hacer este servicio de bomberos.

El riesgo deberá contar con una caseta de bomberos situada en lugar apropiado, dentro del predio protegido y que cuente con el equipo necesario para los bomberos. Este equipo consistirá de una pala, hacha, impermeable y casco para cada bombero. Si las circunstancias así lo exigieren contará con máscaras de humo o gas.

la caseta de bomberos estará marcada en los planos del riesgo.

2.- Timbres de alarma u otros sistemas de señales interiores.

D E S C U E N T O S

Siendo los hidrantes:	CHICOS	MEDIANOS	GRANDES
Grupo "A", descuento de.....	12.50 %	15.00 %	17.50 %
Grupo "B", descuento de.....	15.00 %	17.50 %	20.00 %
Grupo "C", descuento de.....	20.00 %	22.50 %	25.00 %

Doble fuente: Se considera que cuentan con doble fuente de abastecimiento de agua, para poder gozar de los descuentos que figuran a continuación, todos aquellos riesgos en que la dotación de agua esté alimentada por dos distintas fuentes directas que cumplan con la parte relativa de las definiciones, y el abastecimiento dado por cada una de ellas sea suficiente para que dos hidrantes puedan descargar agua a la presión y en las cantidades que señalan dichas definiciones, así como por el tiempo que señalan en el Grupo bajo el cual se clasifique el riesgo protegido conforme a las protecciones con que cuente.

Cumpliendo con Grupo "A" descuento de.....	22.50 %	25.00 %	27.50 %
Cumpliendo con Grupo "B" descuento de.....	25.00 %	27.50 %	30.00 %
Cumpliendo con Grupo "C" descuento de.....	30.00 %	32.50 %	35.00 %

A riesgos cuyos contenidos estén dispuestos de modo que no se pueda maniobrar en su interior con extinguidores e hidrantes, pero que cumplan con las protecciones exteriores exigidas por este Reglamento, se les aplicará el 50% de los descuentos a que tuvieren de

dicho si contaren con dichos medios internos de protección.

A los riesgos situados en pisos completos (separados, de acuerdo con las prescripciones de la Tarifa, de los demás pisos) en edificios que no cuenten con protección contra -- Incendio, pero en los cuales el edificio hubiere sido provisto de hidrantes interiores alimentados por una o varias fuentes directas de agua bajo el control de los Asegurados y que cumplan con las demás prescripciones del Reglamento, se les concederá un descuento equivalente al 50% del que gozaren si el riesgo del seguro estuviere situado en un edificio que contare con protecciones contra incendio.

En la Sección de rociadoresse incluyen todas las instalaciones que cuenten con medios automáticos de extinción a base de espuma, bióxido de carbono, nitrógeno, gas inerte, etc.

GRUPO "D".

Descuento de 5% el cual podrá aumentarse en un 10% o sea a 5.50%, cuando siendo adecuado para el riesgo de que se trate, los extinguidors o unidades móviles de extinción - cuenten con suficiente cantidad de un agente humectante para formar una solución apropiada.

Siendo los Hidrantes:	CHICOS	MEDIANOS	GRANDES
Grupo "E" descuento de.....	15.00 %	17.50 %	20.00 %
Grupo "F" descuento de.....	17.50 %	20.00 %	22.50 %
Grupo "G" descuento de.....	22.50 %	25.00 %	27.50 %
Doble Fuente: (como se explica en la página -16-)			
Cumpliendo con Grupo "E" descuento de.....	25.00 %	27.50 %	30.00 %
Cumpliendo con Grupo "F" descuento de.....	27.50 %	30.00 %	32.50 %
Cumpliendo con Grupo "G" descuento de.....	32.50 %	35.00 %	37.50 %

N O T A : Cuando algún riesgo cuente con hidrantes de distintas dimensiones, gozará de los descuentos corespondientes a los hidrantes de tamaño menor.

Todos los descuentos arriba citados se aumentarán en un 10% cuando siendo adecuados para el riesgo de que se trate, la red de hidrantes esté provista de un dispositivo especial para la mezcla de agua con algún agente humectante. Si el riesgo cuenta con unidades móviles de extinción a base de agua, éstas se les deberá añadir suficiente cantidad del agente humectante para formar la solución.

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

GASTO Y PRESION DEL SISTEMA EN LOS DIFERENTES GRADOS DE RIESGO PARA INSTALACIONES DE ROCIADORES

LIC. OSCAR MARTINEZ FARIAS

OCTUBRE DE 1977

GASTO Y PRESION DEL SISTEMA EN LOS DIFERENTES GRADOS DE RIESGO PARA INSTALACIONES DE ROCIADORES.

I.- RIESGOS LIGEROS Incluyen:

Iglesias
Clubs Sociales
Escuelas
Hospitales
Librerías excepto cuando tengan gran altura los estantes
Teatros y Cines excluyendo escenario y proscenio.
Museos
Asilos
Casas de Convalescencia
Oficinas incluyendo computadoras.
Casas Habitación
Area de Restaurant excluyendo cocinas y bodegas

II.- RIESGOS ORDINARIOS - I, pueden ser:

Estacionamientos;
Pastelerías y Panaderías;
Fábricas de Refrescos;
Enlatadoras;
Plantas de Productos Electrónicos;
Manufactura de Vidrio y derivados;
Lavanderías;
Envasadoras de Prod. Lácteos;

III.- RIESGOS ORDINARIOS - II, Generalmente se refieren a:

Envasado y Molino de Cereales;
Plantas de Productos Químicos Ordinarios;
Bodegas de Cuartos Fríos;
Industrias del Vestido y Similares
Tenerías y Fábricas de Productos de Cuero;
Tiendas de Departamentos
Imprentas y Editoriales;
Editoriales;
Hilados y Tejidos;
Cigarreras;
Fábricas de Muebles de Madera;
Destilerías;
Librerías (Estantes de gran altura);
Industrias Metalmecánicas;

IV. RIESGOS ORDINARIOS - III, se consideran:

Lugares de Exhibición
Molinos Alimentadores;
Fábricas y Molinos de Papel;
Aserraderos;
Muelles y Atracaderos;
Talleres Mecánicos;
Fabricación de Llantas;
Bodegas (con productos no excesivamente combustibles como papel, muebles, pintura, licores)

.- RIESGOS ESPECIALES:

Incluye todos aquellos que por la gran combustibilidad de contenidos, ameritan entrar en esta clasificación por tener: líquidos inflamables, polvo, polvo de cereales que permitirían fuegos que se propagarían muy rapidamente y generarían enormes cantidades de calor:

Hangares;
Plantas de Productos Químicos (Riesgo Extra);
Plantas de Cardado de Algodón;
Explosivos y Pirotécnicos;
Manufacturas de Madera con Acabados Flamables;

Al hacer un análisis de los factores que encierran riesgos de incendio es necesario considerar tanto los elementos que producen el fuego como los que pueden confinarlo y los que pueden extinguirlo

TABLA I — PROGRAMA DE INSPECCION Y MANTENIMIENTO

Inspeccion Todo el equipo para combatir y contener incendios debe inspeccionarse anualmente. La inspeccion debe incluir los puntos siguientes:

1. Los extintores deben limpiarse y si es necesario pintarse de nuevo.
2. Los extintores que no funcionan perfectamente deben enviarse al supervisor para determinar si deben cambiarse o repararse.
3. Los extintores no adecuados para las condiciones de la zona donde están colocados deben reemplazarse con los adecuados.
4. Cada extintor debe estar provisto de una etiqueta donde se indique la fecha en que se hizo la inspeccion anual.
5. Debe señalarse con un número el sitio donde se monta el extintor y el número de éste debe corresponder al del sitio.

Servicio rutinario. Reemplace los extintores que estén usados. Los que tengan el sello roto deben ser enviados al supervisor inmediatamente.

Registros. Cada extintor debe tener su tarjeta correspondiente, donde se anota el tipo, tamaño, numero, sitio donde está instalado, reparaciones y fechas de revisión.

Conservación. Estas instrucciones son aplicables a las inspecciones anuales y cuando se atiende el equipo durante el año.

Extintores con bomba de agua. Este tipo de extintor no se vacía para inspeccionarlo. Sólo es necesario accionar la bomba varias veces para cerciorarse que circula el agua, la que se vuelve a descargar en el mismo aparato. Se examina todo el mecanismo y se aplican unas gotas de aceite en el vástago. Se examina la manguera para cerciorarse que está en buenas condiciones. Cerciórese que el nivel del agua está hasta el punto indicado en el recipiente.

Bióxido de carbono. Todo extintor se coloca en la báscula para determinar si pesa lo debido. Si ha bajado de peso debe cargarse según el plan siguiente.
Equipo de 5 libras: si baja 2 libras del peso inscrito en el cabezal.
Equipo de 10 y 15 libras: igual que el anterior.
Equipo de 50 y 100 libras: no menos del peso inscrito en la placa del fabricante.
Cerciórese que el sello está en buenas condiciones. La manguera y la agarradera deben estar en buenas condiciones y deben estar colocadas correctamente en el soporte del extintor.

Tipo seco y el Met L-X. Este tipo de extintor puede inspeccionarse sin necesidad de descargarlo. Durante la inspección se extrae el cartucho y se pesa. El peso está indicado en cada cartucho y debe corresponder con el que acusa la báscula. Examine la condición de la manguera y de la boquilla. Terminada la inspección reponga el sello.

Extintores antiguos. Los extintores actuales de tetracloruro, espuma, soda ácida y los de presion de agua deben mantenerse mientras estén en buenas condiciones, pero una vez que se deterioran deben reemplazarse con los de CO_2 polvo quimico seco o bombas de agua.

TABLA II — SELECCION ADECUADA DE EXTINTORES

	Ventajas	Limitaciones
Extintores tipo de bomba de agua para fuegos clase A	1. Buen enfriamiento 2. Operacion sencilla 3. Puede usarse intermitentemente 4. Conservación económica 5. Puede llenarse inmediatamente para servicio continuo	1. Alcance efectivo de 9 a 12 m 2. En sitios muy fríos es necesario usar anticongelante
Extintores de CO_2 para fuegos Clase A B y C (pueden usarse con Clase A si se sigue aplicando agua)	1. No se requiere limpieza despues de usarlo 2. No daña los productos. Los interruptores etc., no sufren el daño que producen otros extintores 3. Se presta para operacion intermitente 4. Operación sencilla 5. Atóxicos 6. Inspección sencilla	1. Su alcance efectivo es limitado Los de 5 lbs hasta 1,8 m. Los de 10 lbs hasta 2,5 m Los de 15 lbs hasta 3,0 m. Los de 50 a 100 hasta 6 m 2. Conservacion relativamente costosa. Tienen que pesarse cada año y recargarse 3. Menos efectivos en fuegos Clase A por no enfriar lo suficiente 4. El fuego puede volver a activarse 5. Agotan oxígeno en sitios cerrados
Polvo químico seco para fuegos Clase B y C (puede usarse con Clase A, pero seguido de agua)	1. Efectivo para fuego Clase B. El único para fuego por gas 2. Se presta para operación intermitente 3. Operación sencilla 4. Atóxicos 5. Aisla al operario del calor 6. Bajo costo de conservación. Se atiende en la planta 7. Puede usarse junto con los de agua, niebla o rocío	1. Su alcance efectivo es limitado Los de 4 lbs hasta 2,4 m Los de 10 lbs hasta 3,6 m Los de 20 lbs hasta 4,5 m Los de 30 lbs hasta 5,4 m De 50 a 100 lbs hasta 12 m 2. No deben usarse en mecanismos complicados. Requieren limpieza 3. No producen enfriamiento, poco efectivos en los de clase A 4. El fuego puede volver a activarse 5. Agotan oxígeno en sitios cerrados 6. El polvo seco limita la visibilidad en sitios cerrados
Mangueras de 1" de corrosto para flujo continuo	1. Abastecimiento continuo de agua 2. Muy efectivos en los de Clase A, por tener buen enfriamiento 3. Bajo costo de operacion 4. Operacion sencilla 5. Bajo costo de conservación	1. Alcance efectivo depende de la presion. 15 m con 70 lbs presión cuadrada 2. Movilidad limitada al largo de la manguera 3. Peligro de daño con el agua se requiere limpieza

Tipo de boquilla:
Chorro directo ..... Fuegos Clase A
Neblina para doble fin..... Fuegos Clase A y B
Neblina alta presión..... Fuegos Clase A, B y C

Mangueras de 1½" forradas con caucho	Condiciones iguales a las de la manguera de 1"	Condiciones iguales a las de la manguera de 1" pero tiene que quitarse del carrete antes de cargarla
Metal L-X para fuegos Clase D	1. Control efectivo de fuego de magnesio, etc. 2. Operacion sencilla 3. Atóxico 4. Puede usarse intermitentemente 5. Poca conservación Puede atenderse en la planta 6. Fácil de inspeccionar	1. Alcance efectivo limitado a 1.2 m (4 pies) 2. Limitado para los fuegos de la Clase D

centro de educación continua
división de estudios superiores
facultad de ingeniería, unam

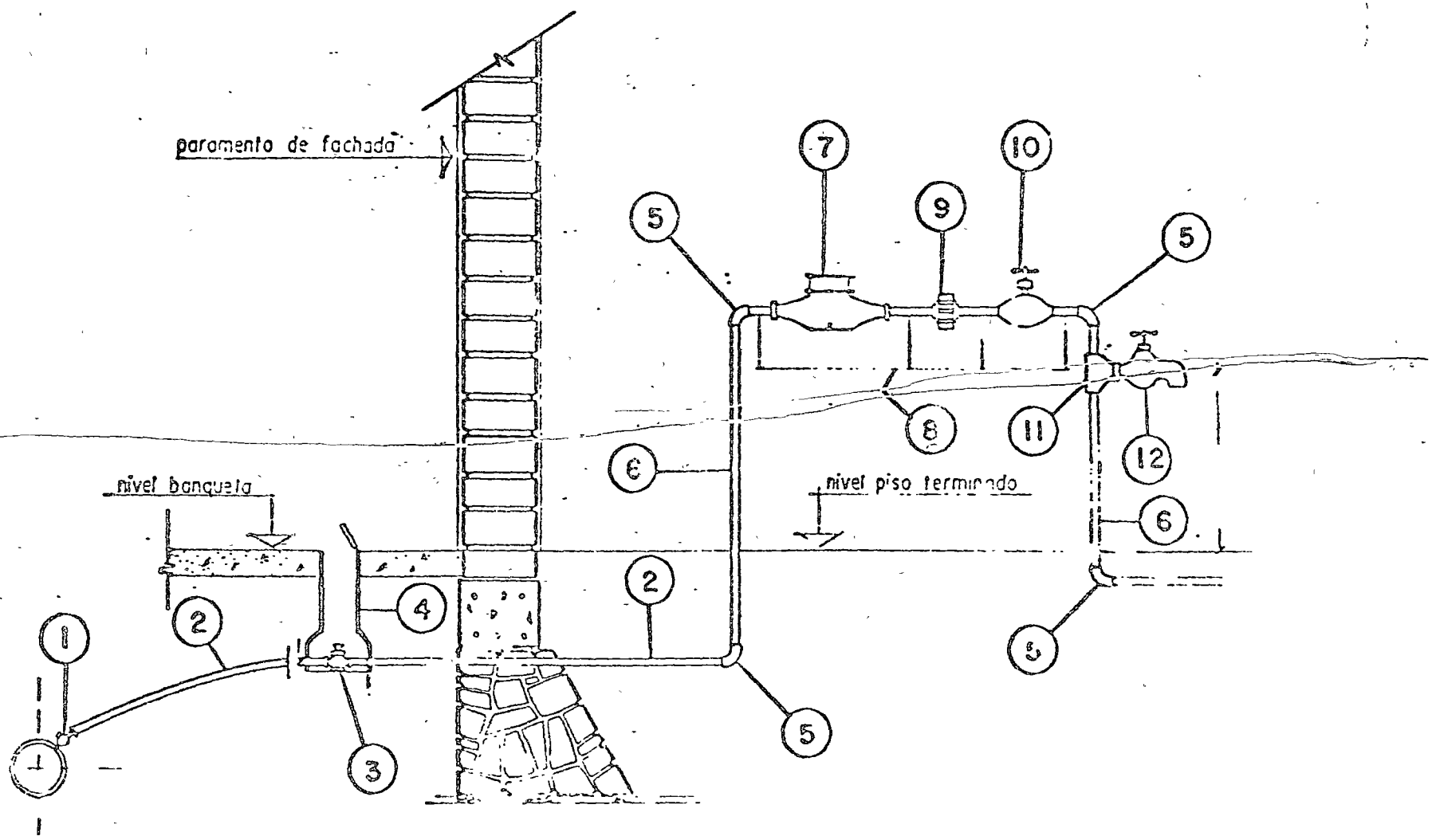
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

BOMBAS Y SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

DR. CARLOS FARIAS DE LA GARZA

octubre 1976

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5, primer piso. México 1, D. F. Tels: 521-40-23 521-73-35 5123-123


paramento de fachada
nivel banqueta
nivel piso terminado
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

LA CARGA NETA POSITIVA DE SUCCION

(N. P. S. H.)

La Carga Neta Positiva de Succión es resultado de un estudio hecho por el Instituto de Normas Hidráulicas (Hydraulic Standard Institute) en los E.U.A. y de ahí el nombre adoptado de N.P.S.H. - (NET POSITIVE SUCTION HEAD)

El N. P. S. H. se clasifica en dos formas:

A) N.P.S.H. DISPONIBLE.

Corresponde, ya sea, a la Presión Barométrica medida en milímetros de mercurio, o a la presión en metros de columna de agua sobre el nivel del mar en que se instale la bomba ó bombas.

B) N. P. S. H. REQUERIDO

Corresponde a la suma en metros de columna de agua de lo siguiente:

1° Altura en metros del centro de la bomba al punto más bajo de succión. (En caso de cisternas elevadas, esta carga puede ser negativa).

2° Pérdidas por fricción en metros en la tubería de succión de la bomba, válvula de pié y coladera.

3° Pérdida en metros correspondiente a la presión de vapor en el caso de líquidos volátiles o de alta temperatura. (el agua a temperatura ambiente tiene un valor de 0).

4° N. P. S. H. requerido por la bomba en el gasto máximo seleccionado (ver curvas originales de fábrica).

5° Margen de protección para impedir la evaporación del líquido (0.60 M) .

El N. P. S. H. DISPONIBLE debe de ser mayor que el N. P. S. H. REQUERIDO para la correcta operación de la bomba.

CARGA NETA POSITIVA DE SUCCION

(N.P.S.H.)

Para Succión de Bombas
en diferentes Poblaciones de México

P O B L A C I O N	Altura sobre nivel de mar. Metros	Presión Barométrica. mm. de Hg	N.P.S.H. disponible. Metros
Aguascalientes, Ags.	1861	607.85	8.26
Campeche, Camp.	0	760.00	10.33
Celaya, Gto.	1808	611.22	8.31
Cd. Juárez, Chih.	407	725.16	9.85
Cd. Victoria, Tamps.	449	720.68	9.79
Colima, Col.	480	720.00	9.78
Córdoba, Ver.	820	689.27	9.37
Cuernavaca, Mor.	1542	632.53	8.60
Culiacán, Sin.	40	757.00	10.29
Chihuahua, Chih.	1405	643.74	8.75
Chilpancingo, Gro.	1193	656.08	8.92
Durango, Dgo.	2100	589.91	8.02
Guadalajara, Jal.	1566	634.77	8.63
Guanajuato, Gto.	2012	601.12	8.17

POBLACION	Altura sobre nivel de mar.	Presión Barométrica. mm. de Hg	N.P.S.H. disponible. Metros
Guaymas, Son.	0	760.00	10.33
Hermosillo, Son.	206	676.00	10.13
Irapuato, Gto.	1730	615.70	8.37
Jalapa, Ver.	1405	643.74	8.75
La Paz, B.C.	0	760.00	10.33
Mérida, Yuc.	8	758.10	10.30
México, D. F.	2242	579.82	7.88
Monterrey, N.L.	945	679.63	9.24
Morelia, Mich.	1950	601.12	8.17
Oaxaca, Oax.	1146	666.17	9.05
Pachuca, Hgo.	2450	565.24	7.68
Puebla, Pue.	2162	585.43	7.66
Querétaro, Qro.	1490	634.77	8.63
Saltillo, Coah.	1580	630.28	8.56
Sn. Juan del Río, Qro.	2083	592.15	8.05
Sn. Luis Potosí, S.L.P.	1890	605.61	8.23
Tepic, Nay.	953	679.63	9.24
Tlaxcala, Tlax.	2252	645.98	7.86
Toluca, Méx.	2625	551.78	7.50
Tulancingo, Hgo.	2125	587.67	7.99
Veracruz, Ver.	1	760.00	10.33
Zacatecas, Zac.	2503	560.75	7.62

CAPACIDAD MAXIMA DE SUCCION
DE BOMBAS Y VALVULAS DE PIE VERTICALES
BASADA EN LA SUMERGENCIA Y EL DIAMETRO

SUMER-GENCIA METROS	UNIDADES	32 mm. 1 1/4"	38 mm. 1 1/2"	51 mm. 2"	64 mm. 2 1/2"	76 mm. 3"	102 mm. 4"	127 mm. 5"	152 mm. 6"	204 mm. 8"	250 mm. 10"	300 mm. 12"
.30	LPS GPM	0.75 12	1.07 17	1.58 25	2.52 40	3.78 60	6.3 100	7.56 120	10.08 160	17.64 280	25.2 400	34.65 500
.40	LPS GPM	1.45 23	1.95 31	3.15 50	5.04 80	7.25 115	12.6 200	15.75 250	22.05 350	37.8 600	56.7 900	78.75 1250
.50	LPS GPM	2.65 42	3.59 57	5.99 95	8.50 135	12.92 205	23.31 370	29.93 475	40.95 650	69.3 1100	107.1 1700	151.2 2400
.60	LPS GPM	3.4 53	4.47 71	7.56 120	10.71 170	16.38 260	28.67 455	37.8 600	50.4 800	85.05 1350	132.3 2100	182.7 2900
.75	LPS GPM	[illegible]	5.67 90	9.45 150	13.23 210	20.48 325	35.91 570	46.62 740	61.74 980	100.8 1600	157.5 2500	220.5 3500
.90	LPS GPM	4.73 75	6.3 100	10.71 170	15.44 245	23.31 370	40.95 650	53.55 850	69.93 1110	119.7 1900	189. 3000	264.6 4250
1.20	LPS GPM			12.6 200	18.9 300	28.35 450	50.4 800	66.15 1050	88.20 1400	151.2 2400	233.1 3700	330.75 5250
1.50	LPS GPM					500	900	75.6 1200	100.8 1600	170.1 2700	252. 4000	346.5 5500

ABASTECIMIENTO DIRECTO

CONVERSION DE MUEBLES SANITARIOS
A UNIDADES MUEBLE

PARA CALCULAR TOMAS Y TUBERIAS
(SÓLO EDIFICIOS PEQUEÑOS)

T A B L A D E C O N V E R S I O N

MUEBLE	UNIDADES
W. C. TANQUE	3
LAVABO	1
TINA	2
REGADERA	2
FREGADERO	2
LAVADERO	3
LAVADORA	3
MANGUERA	4

PARA UTILIZAR ESTAS TABLAS SE REQUIERE DISPONER DE UNA PRESIÓN EN LA TOMA, IGUAL A LA ALTURA DEL MUEBLE MÁS ALTO, MÁS 7 METROS PARA PRESIÓN, MÁS EL 15% DE LA LONGITUD DE TUBERÍA, POR PÉRDIDAS. ESTA PRESIÓN NO DEBE DE EXCEDER DE 45 M.

A B A S T E C I M I E N T O D I R E C T O

T A B L A D E C A L C U L O

LINEA	UNIDADES MUEBLE	DIAMETRO TOMA	DIAMETRO TUBERIA	LONGITUD MAXIMA
1	25	19 mm	19 mm	15 m
2	16	19 mm	19 mm	30 m
3	15	19 mm	19 mm	45 m
4	40	19 mm	25 mm	15 m
5	33	19 mm	25 mm	30 m
6	28	19 mm	25 mm	45 m
7	50	25 mm	25 mm	15 m
8	40	25 mm	25 mm	30 m
9	30	25 mm	25 mm	45 m
10	96	25 mm	32 mm	15 m
11	65	25 mm	32 mm	30 m
12	55	25 mm	32 mm	45 m
13	150	32 mm	32 mm	15 m
14	100	32 mm	32 mm	30 m
15	65	32 mm	32 mm	45 m
16	250	32 mm	38 mm	15 m
17	160	32 mm	38 mm	30 m
18	130	32 mm	38 mm	45 m

METODO EMPIRICO BRITANICO

GASTO MAXIMO PROBABLE

DESCARGA DE MUEBLES	
MUEBLE	LITROS/SEG.
BAÑO (PRIVADO)	0.32
BAÑO (PÚBLICO)	0.50
FREGADERO	0.25
LAVABO	0.13
REGADERA	0.13
REGADERA (10 CM.)	0.25
REGADERA (15 CM.)	0.50

DEMANDA MAXIMA PROBABLE

GASTO TOTAL SIMULTÁNEO	GASTO PROBABLE SIMULTÁNEO	GASTO TOTAL SIMULTÁNEO	GASTO PROBABLE SIMULTÁNEO
L.P.S.	L.P.S.		
0.06 A 0.70	100%	5.10	2.33
0.88	.82	5.29	2.46
1.01	.91	6.74	2.65
1.13	1.01	7.75	2.84
1.16	1.10	8.95	3.02
1.45	1.20	10.27	3.28
1.64	1.19	11.84	3.53
1.89	1.41	13.61	3.84
2.21	1.51	15.62	4.10
2.52	1.64	18.02	4.47
2.90	1.89	23.81	5.36
3.84	2.02	27.41	6.00
4.47	2.14	31.50	6.55
		32 Y MÁS	20%

ABASTECIMIENTO DIRECTO

DEMANDA MAXIMA INSTANTANEA

SISTEMA EMPIRICO BRITANICO

E J E M P L O

MUEBLES	No.	VALOR EN L.P.S.	TOTAL
LAVABO	10	.13	1.30
REGADERA	10	.25	2.50
W.C. (PRIVADO)	10	.32	3.20
FREGADERO	10	.25	2.50
LAVADERO	10	.25	2.50
GASTO TOTAL SIMULTANEO:			12.00

GASTO PROBABLE SIMULTANEO: 3.60 L.P.S.

APASTECIMIENTO DIRECTO

DEMANDA MAXIMA INSTANTANEA

METODO ALEMAN DE RAIZ CUADRADA

F O R M U L A

$$Q = q_1 \sqrt{F_1 N_1 + F_2 N_2 + F_3 N_3 + F_4 N_4}$$

Q = GASTO MAXIMO PROBABLE EN L.P.S.

q_1 = .25 L.P.S. GASTO MEDIDO. SALIDA DE 9.5 MM.

F_1 = CUADRADO DEL VALOR DE UNA SALIDA DE 9.5 MM.

N_1 = NUMERO DE SALIDAS DE 9.5 MM.

F_2 = CUADRADO DEL VALOR DE UNA SALIDA DE 13 MM.

N_2 = NUMERO DE SALIDAS DE 13 MM.

F_3 = CUADRADO DEL VALOR DE UNA SALIDA DE 19 MM.

N_3 = NUMERO DE SALIDAS DE 19 MM.

F_4 = CUADRADO DEL VALOR DE UNA SALIDA DE 25 MM.

N_4 = NUMERO DE SALIDAS DE 25 MM.

ABASTECIMIENTO DIRECTO

DEMANDA MAXIMA INSTANTANEA

METODO ALEMAN DE RAIZ CUADRADA

E J E M P L O

DETERMINAR EL GASTO MAXIMO PROBABLE DE UNA TOMA QUE SURTE LOS SIGUIENTES MUEBLES SANITARIOS:

M U E B L E S	No.	DIAMETRO	VALOR
LAVABOS	10	(9.5 MM.)	1
REGADERAS STANDARD	10	(13 MM.)	2.5
MINGITORIOS (FLUX.)	10	(19 MM.)	9
W. C. (FLUXOMETRO)	10	(25 MM.)	20

$$Q = .25 \sqrt{1 \times 10 + 2.5 \times 10 + 9 \times 10 + 20 \times 10}$$

ó SEA

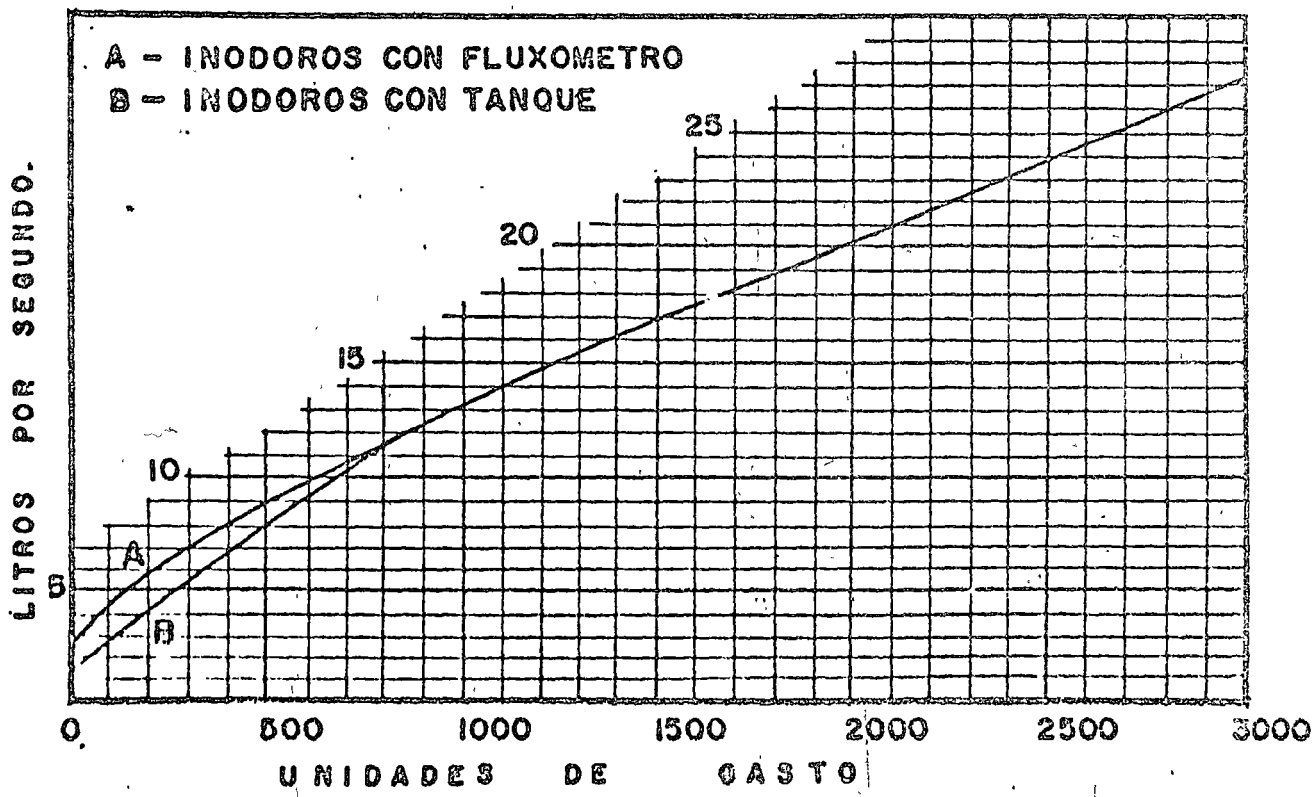
$$.25 \sqrt{325} = .25 \times 18$$

GASTO MAXIMO PROBABLE : 4.5 L.P.S.

METODO DE HUNTER

GASTO MAXIMO PROBABLE

EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO			
MUEBLE	SERVICIO	CONTROL	U.M.
EXCUSADO	PUBLICO	VALVULA	10
EXCUSADO	PUBLICO	TANQUE	5
FREGADERO	HOTEL RES	LLAVE	4
LAVABO	PUBLICO	LLAVE	2
MINGITORIO pedest.	PUBLICO	VALVULA	10
MINGITORIO parad	PUBLICO	VALVULA	5
MINGITORIO parad	PUBLICO	TANQUE	3
REGADERA	PUBLICO	MEZCLADORA	4
TINA	PUBLICO	LLAVE	4
VERTEDERO	OFICINA, etc	LLAVE	3
EXCUSADO	PRIVADO	VALVULA	6
EXCUSADO	PRIVADO	TANQUE	3
FREGADERO	PRIVADO	LLAVE	2
GRUPO BAÑO	PRIVADO	EXC. VALVULA	8
GRUPO BAÑO	PRIVADO	EXC. TANQUE	6
LAVABO	PRIVADO	LLAVE	1
LAVADERO	PRIVADO	LLAVE	3
REGADERA	PRIVADO	MEZCLADORA	2
TINA	PRIVADO	MEZCLADORA	2



Tomado de un artículo del Ing. J. Díaz Barriga

APASTECIMIENTO DIRECTO

DEMANDA MAXIMA INSTANTANEA

METODO DE HUNTER

E J E M P L O

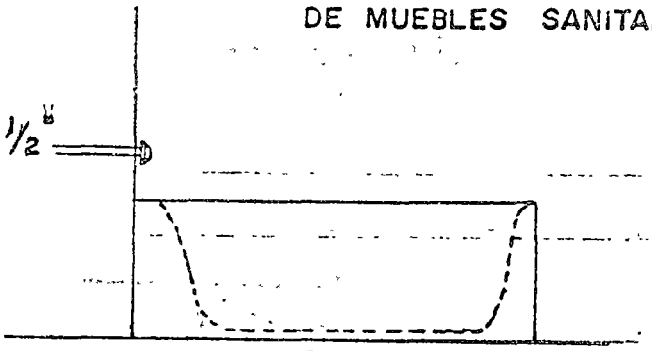
M U E B L E	No.		VALOR EN UNIDADES	TOTAL UNIDADES
LAVABO (PUBLICO)	10	x	2	20
REGADERA (PUBLICA)	10	x	2	20
MINGITORIO (PUBLICO)	10	x	5	50
W. C. FLUX.(PUBLICO)	10	x	10	100
			TOTAL UNIDADES MUEBLE:	190

GASTO MAXIMO PROBABLE 5.8 L.P.S.

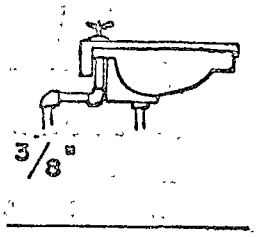
CODIGO NACIONAL DE PLOMERIA

E. U. A.

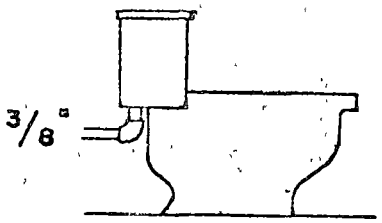
DIAMETROS DE TUBERIA RECOMENDADA PARA DIVERSOS TIPOS DE MUEBLES SANITARIOS (DOMESTICOS)



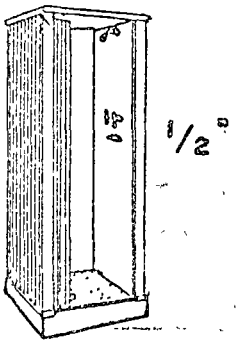
TINA DE BAÑO



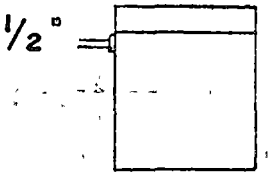
LAVABO



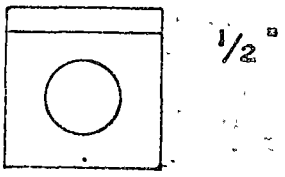
W.C.



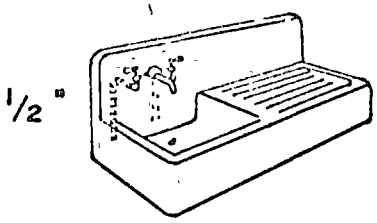
REGADERA



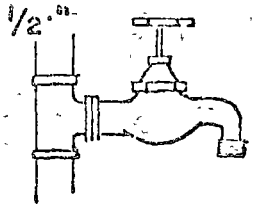
LAVAPLATOS



LAVADORA



FREGADERO



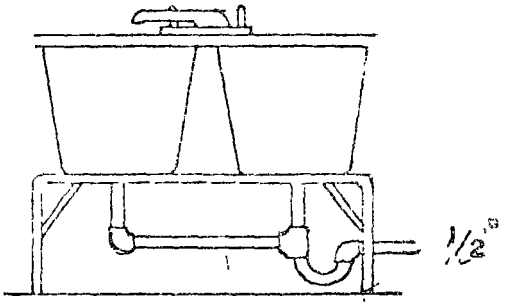
LLAVE DE MANGUERA

CODIGO NACIONAL DE PLOMERIA

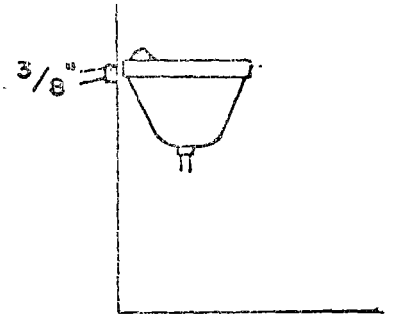
E. U. A.

DIAMETROS DE TUBERIA RECOMENDADA PARA DIVERSOS TIPOS

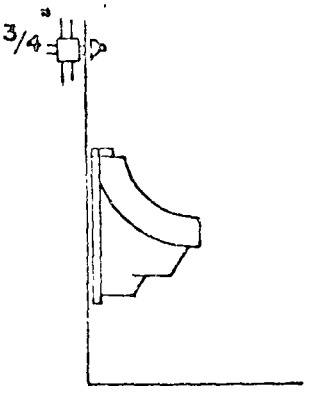
DE MUEBLE SANITARIOS (COMERCIALES)



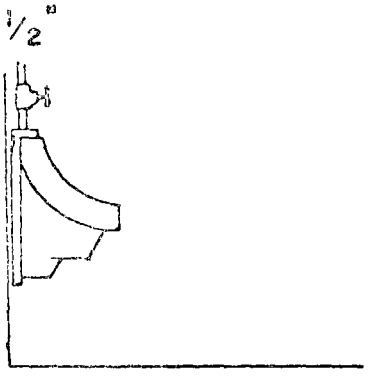
LAVADERO DE TARJA



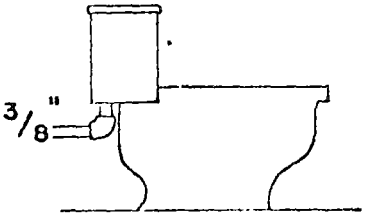
BEBEDERO



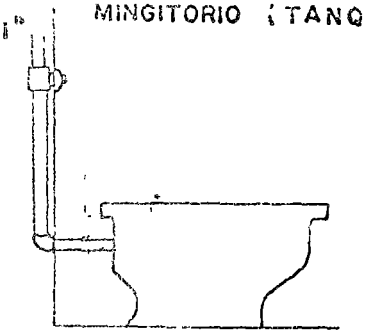
MINGITORIO (FLUXOMETRO)



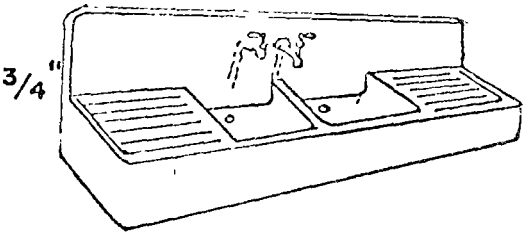
MINGITORIO (TANQUE)



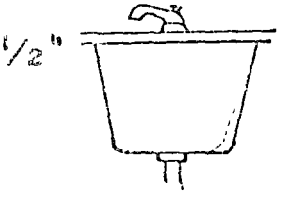
W.C. (TANQUE)



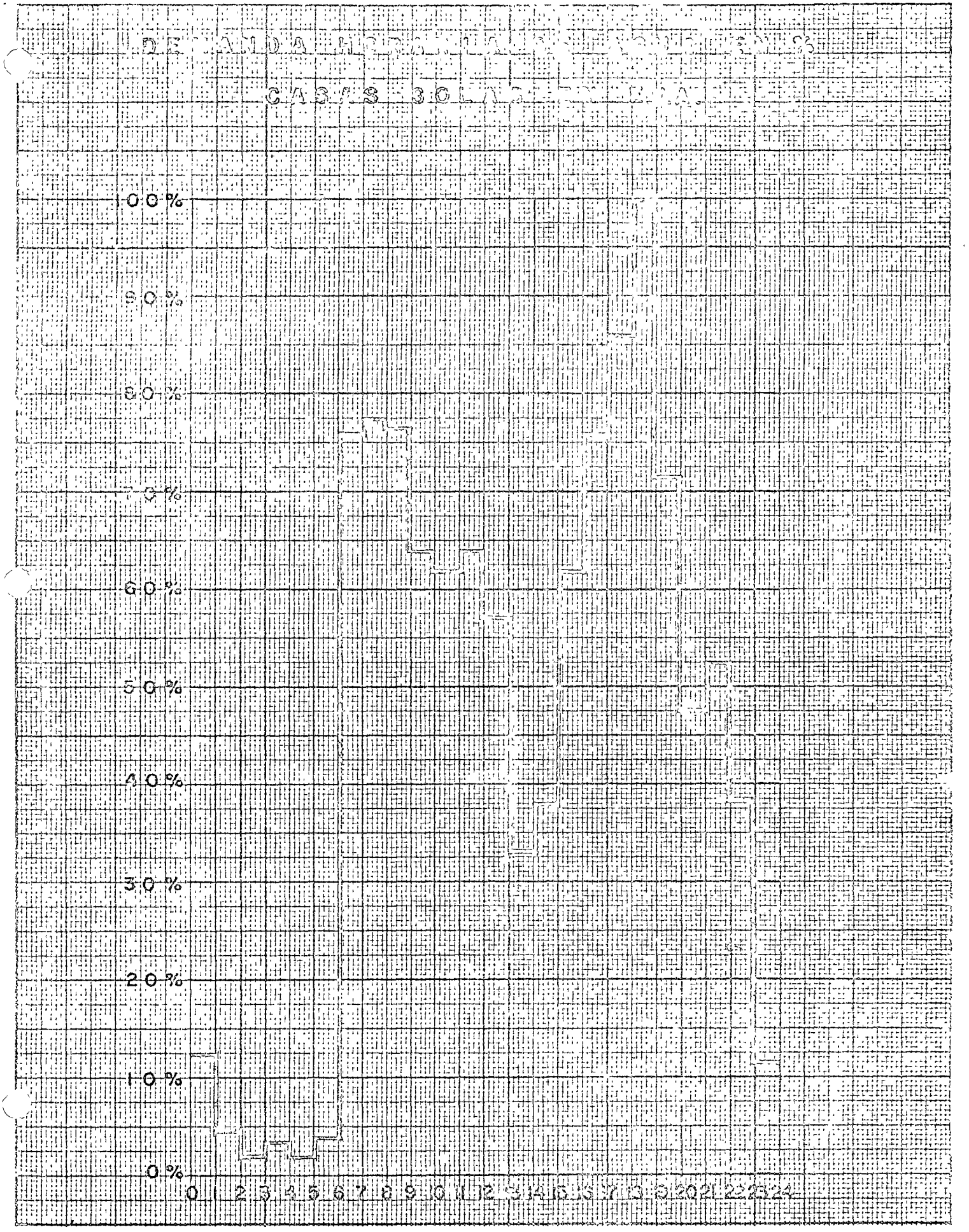
W.C. (FLUXOMETRO)

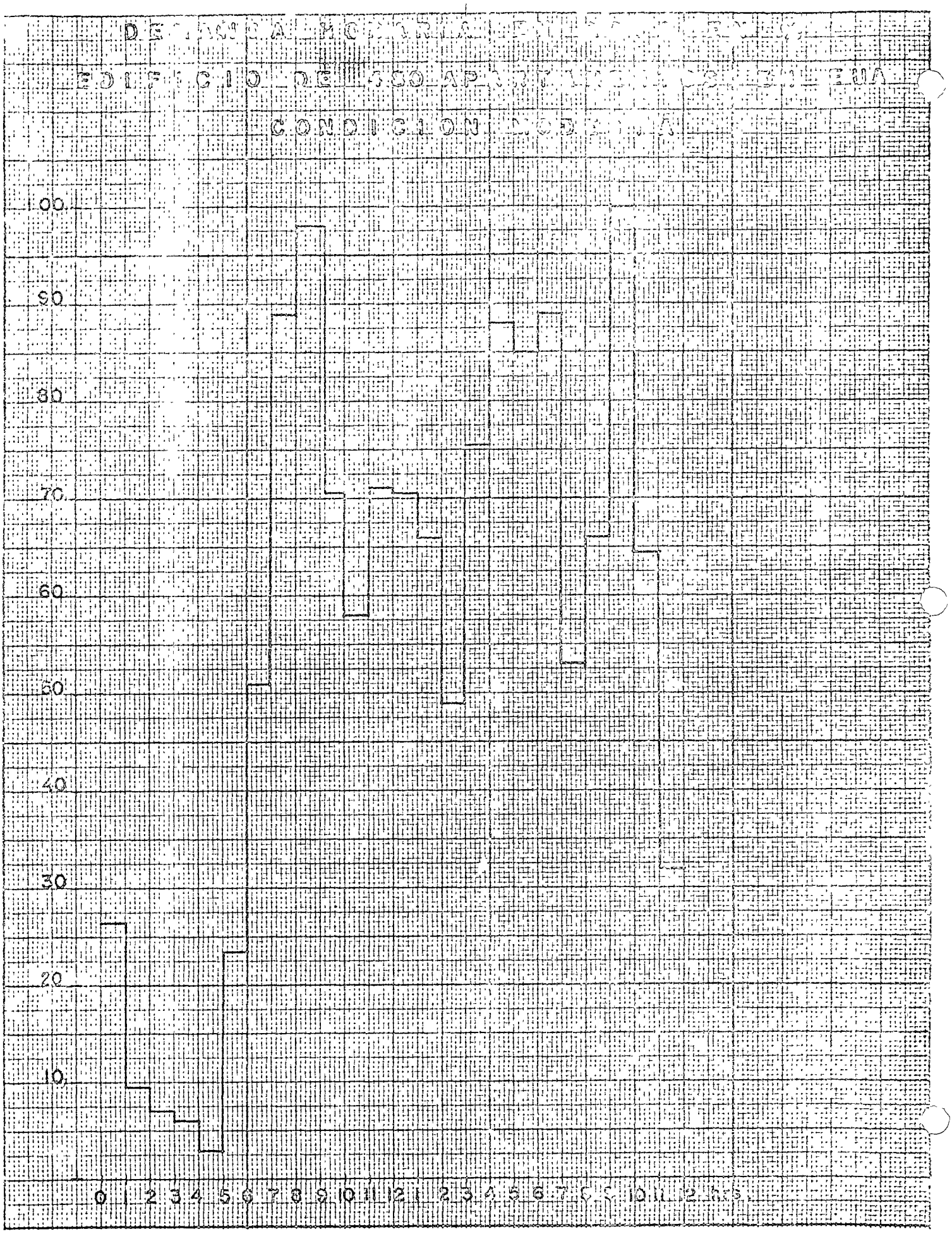


FREGADERO



VERTEDERO DE SERVICIO


100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

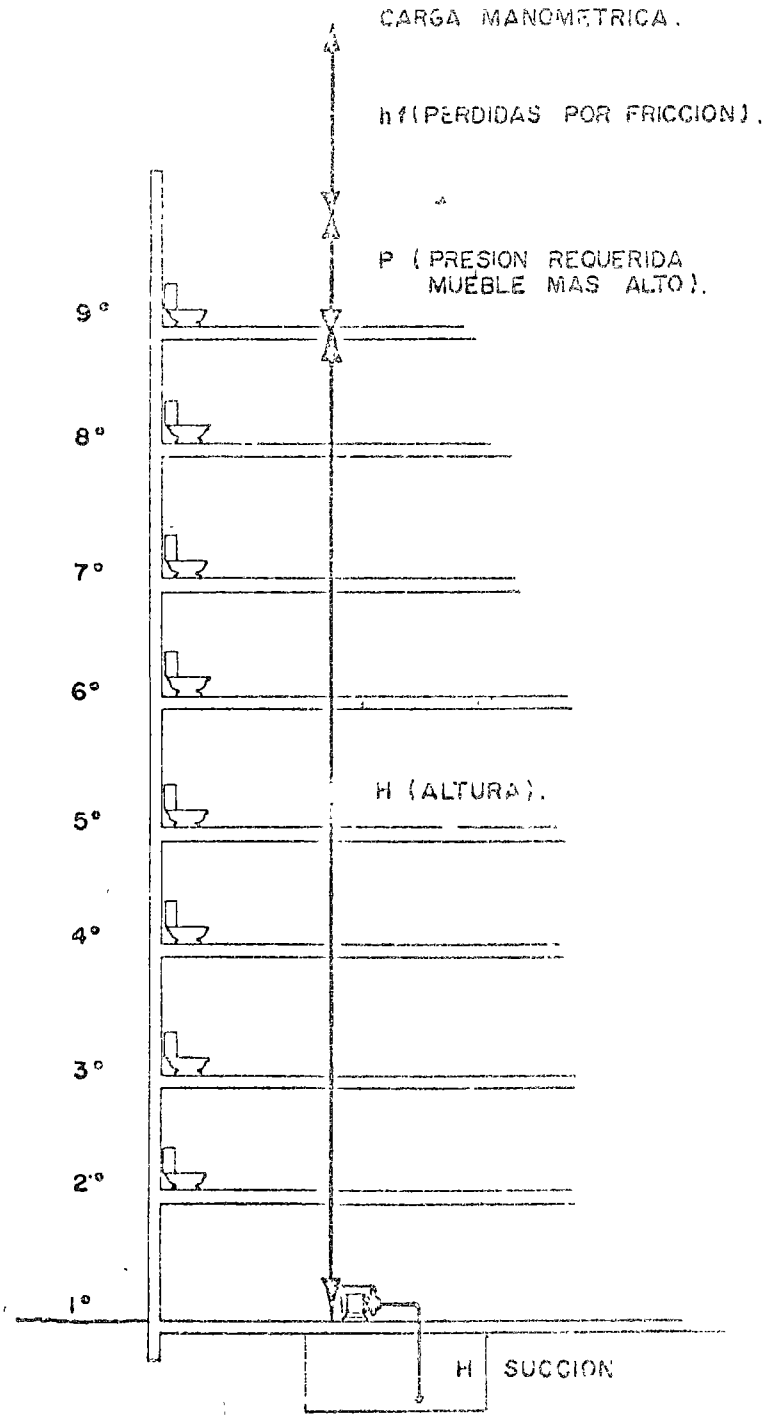

DE
EDIFICIO DE
CONDICION
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 hrs.

DIFERENCIALES RECOMENDADOS

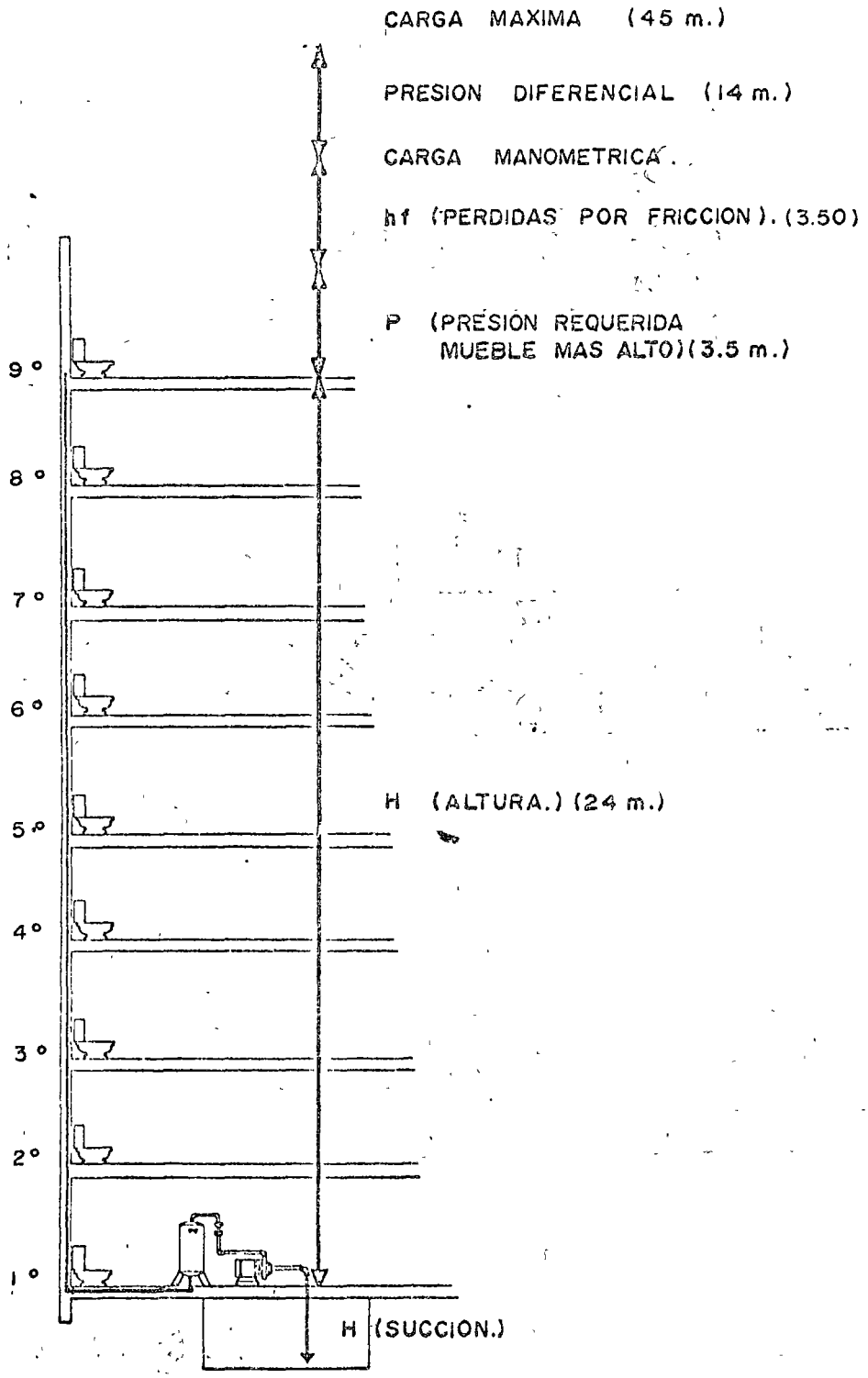
PARA SISTEMAS DE PRESION VARIABLE

CARGA MANOMETRICA	DIFERENCIAL
HASTA 4.2 Kg/cm2 (60 Psi.)	1.4 Kg/cm2 (20 Psi.)
HASTA 7.0 Kg/cm2 (100 Psi.)	2.1 Kg/cm2 (30 Psi.)
HASTA 10.5 Kg/cm2 (150 Psi.)	2.8 Kg/cm2 (40 Psi.)

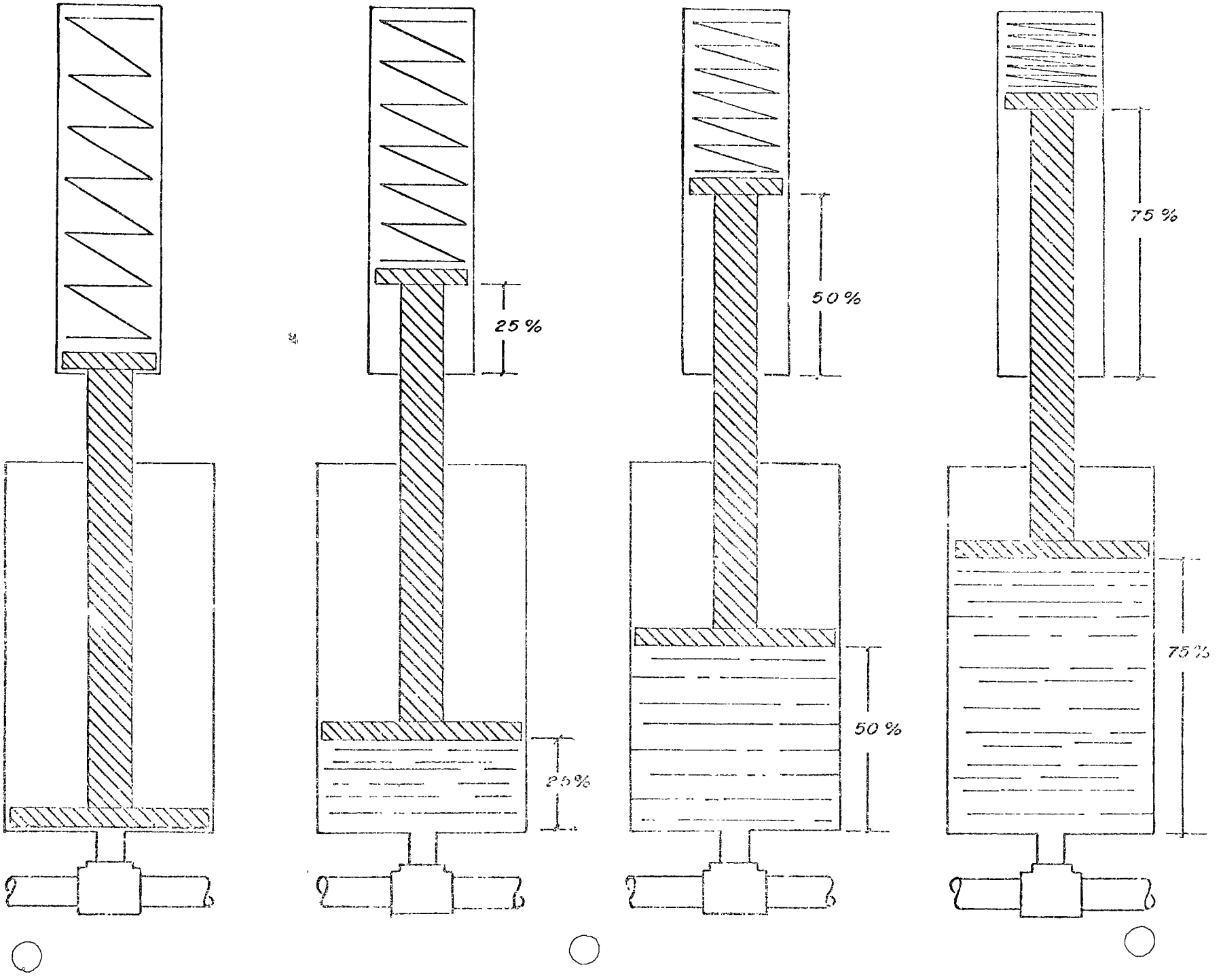
ADASTECIMIENTO A PRESION VARIABLE
DETERMINACION DE LA CARGA MANOMETRICA
PRESION MINIMA DE OPERACION



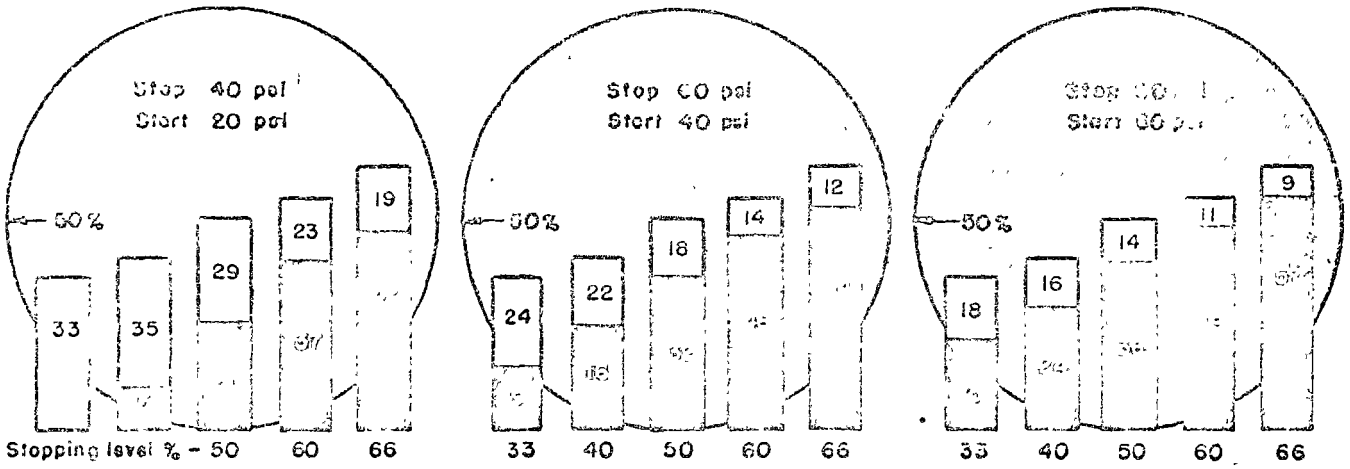
ABASTECIMIENTO A PRESION VARIABLE
DETERMINACION DE PRESION DIFERENCIAL
PRESION MAXIMA DE OPERACION



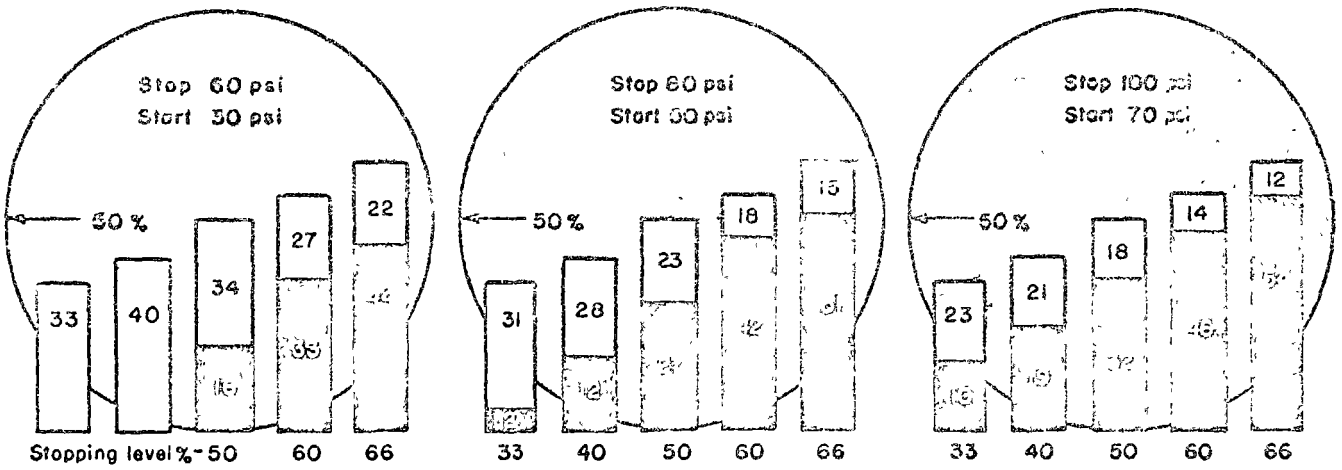
ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO
SISTEMA DE PRESION VARIABLE



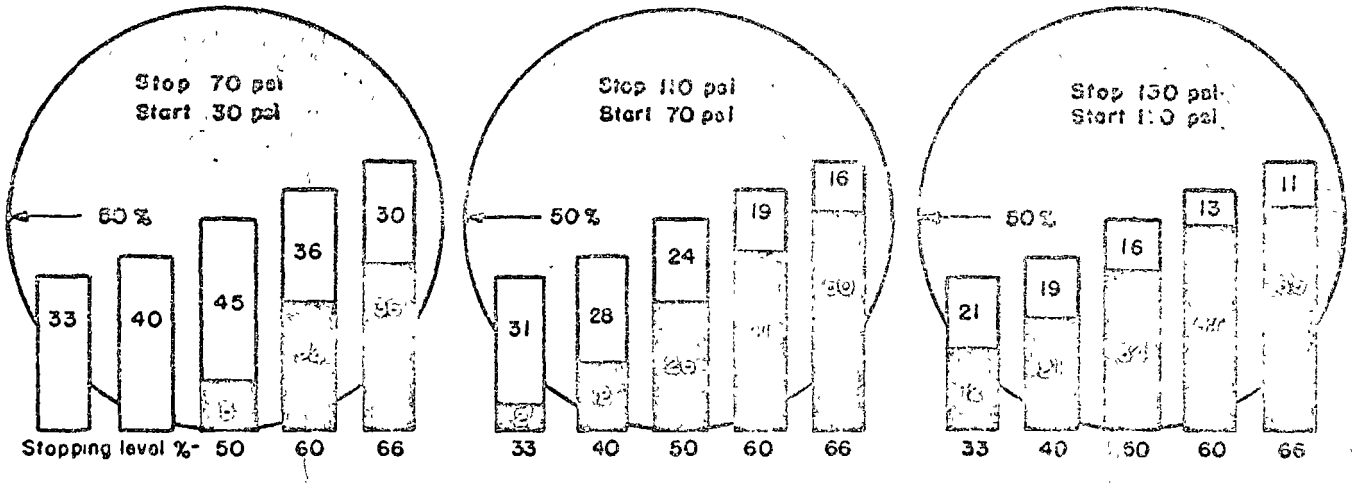
3 Tank Operation Under 20-psi Pressure Differential



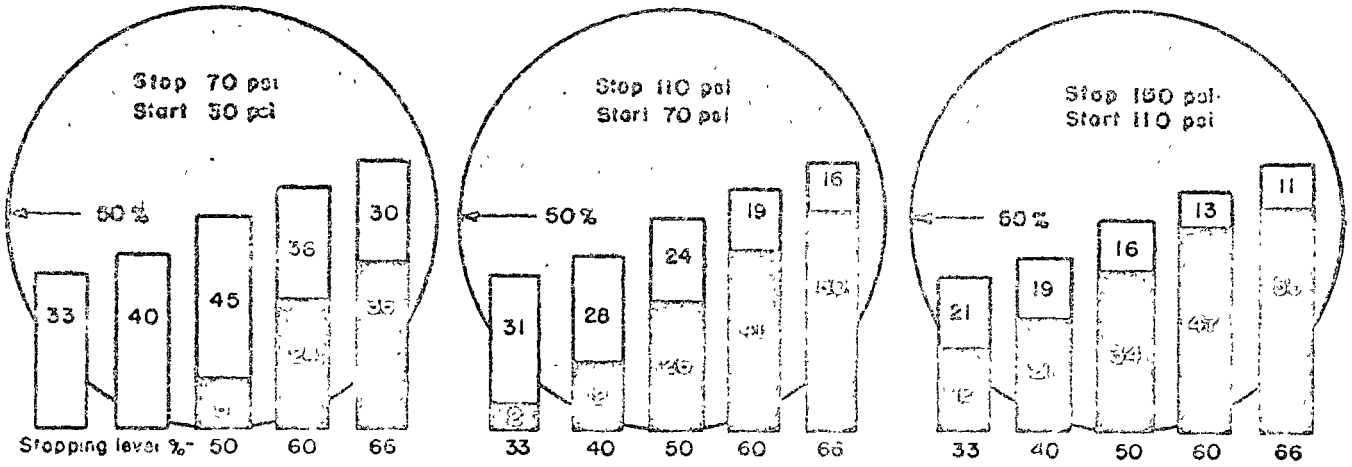
4 Tank Operation Under 30-psi Pressure Differential



5 Tank Operation Under 40-psi Pressure Differential



5 Tank Operation Under 40-psi Pressure Differential



Column height indicates high or stopping level at % of tank capacity, 33, 40, etc.
Upper number in column gives % total tank capacity withdrawn between pressure limits
Lower number in column represents % total tank capacity left at starting pressure

high level setting the cycle becomes seven times an hour with the pump on 1.4 min and off 4.4. With this setting a consumption rate of either 25 or 75 gpm results in only five cycles an hour.

Applying Basic Physics. The explanation for this condition rests upon simple physics—Boyle's Law. This law states that temperature being constant, volume of a given weight of gas varies inversely as absolute pressure. Expressed simply

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

Apply this to a hydro-pneumatic tank and it becomes apparent that with a small original air space a small water withdrawal causes a relatively large air-volume increase. For instance, with only one inch of air, withdrawing one inch of water doubles air space. V_1 undergoes a large change to become V_2 and pressure has to change considerably.

But if air occupies a large space originally, a few gallons of water withdrawn causes only a relatively small increase in air space and a fairly small pressure change.

In Fig. 1 a 1000-gal tank had 660 gal of water, and remaining 340 gal of space held air. Let V_1 represent original air volume expressed as gal space or 340, and V_2 air volume after 300 gal of water have been withdrawn, or 640. Then $\frac{V_2}{V_1}$ is $\frac{640}{340}$ or about a 47% drop in volume. Pressure goes from 60 psi down to about 25 gage.

With Fig. 2, V_1 was 600 and V_2 900. Then $\frac{V_2}{V_1} = \frac{900}{600}$ (about a 33% drop in volume) and pressure goes from 60 psi to 35 gage. Percentage of pressure drop in 1 is much higher than in 2 even though the same quantity in gallons (300) was withdrawn.

Full use of Boyle's Law for working out hydro-pneumatic tank problems involves reworking the equation repeatedly. But by using gallons as a measure of air space and deriving a special formula, calculations become simple.

The formula $W = \left(\frac{\text{high pressure}}{\text{low pressure}} \times \text{unused capacity}\right) - \text{unused capacity}$

Here W represents withdrawal in gallons and unused capacity is expressed in gallons as well. Pressures are absolute, that is gage plus atmosphere which can usually be considered as 15 psi. A simple rule for elevations well above sea level is to allow ½-lb drop in atmospheric pressure for each 1000 ft above sea level.

Practical Application. Now let's try an example—a 1000-gal tank filled to 40% of capacity and operating between 60 and 40 psi gage.

$$W = \left(\frac{60 + 15}{40 + 15} \times 600\right) - 600 = 218 \text{ gallons}$$

that can be withdrawn. By this formula, amount that can be withdrawn at any intermediate points in the pressure cycle can be calculated.

You will note that no mention is made of tank shape or mounting—horizontal or vertical, cylindrical, spherical or square. As long as rated capacity is known these have no bearing on the application of the formula.

Tank shape has significance only when determining actual measurement of high-level setting and the number of inches of water seal to cover the outlet. Let's confine ourselves to cylindrical tanks. They may be vertical or horizontal. A vertical one presents no problem. The degree to which a vertical cylindrical tank is filled bears a direct relation to height.

A horizontal cylindrical tank requires conversion between height of fill and capacity. If diameter and rated capacity of tank is known there are tables available that can be put to use.

Now let's look for one more highly practical point, too often neglected. Sufficient water must remain in a tank at all times to cover its outlet-connection. If the outlet is above tank bottom it means a certain stagnant layer of water in which all silt collects.

By having the inlet for a horizontal tank at one end and slightly above the bottom, and the outlet at the opposite end out of the bottom a fresh-water supply always comes from the tank. This permits the tank to be self-cleaning, at the same time minimizing the water seal requirements. There is no fear of a loss of water seal since water has to drop below the first bend in the pipe before air can get out.

Control Pressure and Level. From the above, the operating advantages from just changing tank-water level are apparent. But even better performance comes from control of both pressure and level. Tanks receiving water from deepwell pumps get an additional charge of air each time the pump starts. In time, under pressure controls alone, water level would slowly drop until "air binding" resulted. On the other

band, a tank under pressure control only, receiving water from a booster pump, experiences a rising water level because original air within the tank is absorbed.

A coordinated control of pressure and water level permits governing all involved factors. With it a reserve of 5 to 6% of tank capacity is adequate. This allows a lowering of original high level setting and the greatest possible withdrawal for a given pressure drop. Fig. 3, 4, 5 illustrate the action obtainable with different pressure on-off limits at different pressure settings. As pressure range goes up it becomes increasingly necessary to lower the high-level setting or to spread the differential between on-off pressure limits.

This brings us to the last important point. Note from the figures the advantages obtainable by adjusting the differential. Actually, the choice of the usual 20-lb differential happens only because that is the inherent differential of the inexpensive pressure switches most commonly used. If the differential were determined in accordance with efficiency requirements, completely different settings would often be used.

Let us examine again the graphic illustrations on pages 3 and 4 showing the action obtainable with different differentials at different pressure ranges. Note that as the pressure range is raised up into the higher pressures, it becomes increasingly necessary either to lower the high level setting or to increase the differential. For example, a tank operated at 80 psi stop, 60 psi start at 50% high level (See Table 3, 3rd ill.) will allow 14% withdrawal. If the high level is lowered to 33% the allowable withdrawal increases to 18%. However, if instead of lowering high level we decrease the low pressure by ten lbs, and operate with a 30 lb. differential, that is 80 to 50 lbs, the allowable withdrawal increases to 23% (See Table 4, 2nd ill.). If we combine the increased differential with the lowered high level setting, a 80/50 setting at 40% high level allows a 28% withdrawal.

Really wide differentials such as 40 lbs are applicable only to higher pressures, as can be seen from Table 5. Conversely, as was pointed out above, higher pressures require wider differentials for satisfactory operation. It is practically impossible, for example, to operate satisfactorily on a 150/140 lb setting. Even with high level as low as 25% of tank this would allow only a 4½% withdrawal. If higher pressures in the upper ranges are desired, wider differentials must be used.

On the next page are three tables showing the amount which will be withdrawn between various pressures at three logical high level settings, namely 33%, 40%, and 50% of total tank capacity. The reserve left will of course be the high level setting, (for example 50%) less the amount withdrawn. We have not included any tables for high level settings greater than 50% as situations calling for settings of more than ½ of tank are too seldom encountered to warrant their inclusion.

Although here presented in formula and chart form, all this information can be reduced to slide-rule form. Such a rule has been developed. By using this slide rule, which shows withdrawal from tank for any given setting at various air-water ratios, the most efficient operation can be quickly determined. This, then, allows determination of the proper tank size so the pump will not start more than a predetermined maximum number of times per hour.

The steps involved are:

1. Determination of maximum demand.
2. Determination of pressure requirements of system.
3. Selection of pump to meet max demand at required pressure.
4. Slide-rule determination of optimum air-water ratio at required settings.
5. Selection of tank size in accordance with findings.

Example: To determine tank size, to limit pump starts to 6 per hr.

1. Max demand is 400 gpm.
2. Pressure requirements 35 psi minimum, not more than 65 psi safely.
3. Chose pump to deliver 500 gpm at 50 to 60 psi.
4. Slide rule shows best 60/35 operation is with 40% high level, allowing 30% of tank to be withdrawn.
5. Max pump starts per hour is with demand one half of pump capacity, that is, 250 gpm. Ten-min cycle (6 starts) means 5-min withdrawal at 250 gpm, or total withdrawal of 1250 gal. 1250 gal is 30% of 4166 gal.

Answer: Use 4000 to 4200 gal tank. Pressure settings: start psi, 35, stop psi. 60. Set high level at 40% total tank capacity.

CALCULATIONS MADE ON BASIS OF ABSOLUTE PRESSURES AT SEA LEVEL (GAUGE PRESSURE PLUS 14.7 LBS.)

TABLE VI

% OF VOLUME WITHDRAWN BETWEEN STATED PRESSURES WITH TANK FILLED TO 33% OF CAPACITY. TANK EMPTY WHEN 33% OR MORE IS WITHDRAWN

HIGH OR CUT OUT PRESSURE

LOW OR CUT IN PRESSURE (LBS GAUGE PRESSURE)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150
100																	6	11	17	23	29
95																3	9	15	21	27	33
90															3	6	13	19	25	32	33+
85														3	7	10	17	23	30	33+	
80													3	7	11	14	21	28	33+		
75												4	7	11	15	19	26	33			
70											4	8	12	16	19	23	31	33+			
65										4	8	13	17	21	25	29	33+				
60									5	9	13	18	22	27	31	33+					
55								5	9	14	19	24	29	33	33+						
50							5	10	15	21	26	31	33+	33+							
45						5	11	17	22	28	33	33+									
40					5	12	18	24	31	33+	33+										
35				7	13	20	27	33	33+												
30			7	15	22	30	33+	33+													
25		8	17	25	33	33+															
20	9	19	29	33+	33+																
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150

TABLE VII

% OF VOLUME WITHDRAWN BETWEEN STATED PRESSURES WITH TANK FILLED TO 40% OF CAPACITY TANK EMPTY WHEN 40% OR MORE IS WITHDRAWN

HIGH OR CUT OUT PRESSURE

LOW OR CUT IN PRESSURE (LBS GAUGE PRESSURE)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150
100																	5	10	16	21	26
95																2	8	14	19	25	30
90															3	5	11	17	23	29	34
85														3	6	9	15	21	27	33	39
80													3	6	10	13	19	25	32	38	40+
75												4	7	10	13	17	23	30	37	40+	
70											4	7	11	14	17	21	26	35	40+		
65										4	7	11	15	19	23	26	34	40+			
60									4	8	12	16	20	24	28	32	40+				
55								4	8	13	17	22	26	30	34	38	40+				
50							5	9	14	19	23	28	32	37	40+	40+					
45						5	10	15	20	25	30	35	40+	40+							
40					5	11	16	22	28	33	38	40+									
35				6	12	18	24	30	36	40+	40+										
30			7	13	20	27	34	40+	40+												
25		7	15	23	30	38	40+														
20	8	17	26	35	40+	40+															
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150

TABLE VIII

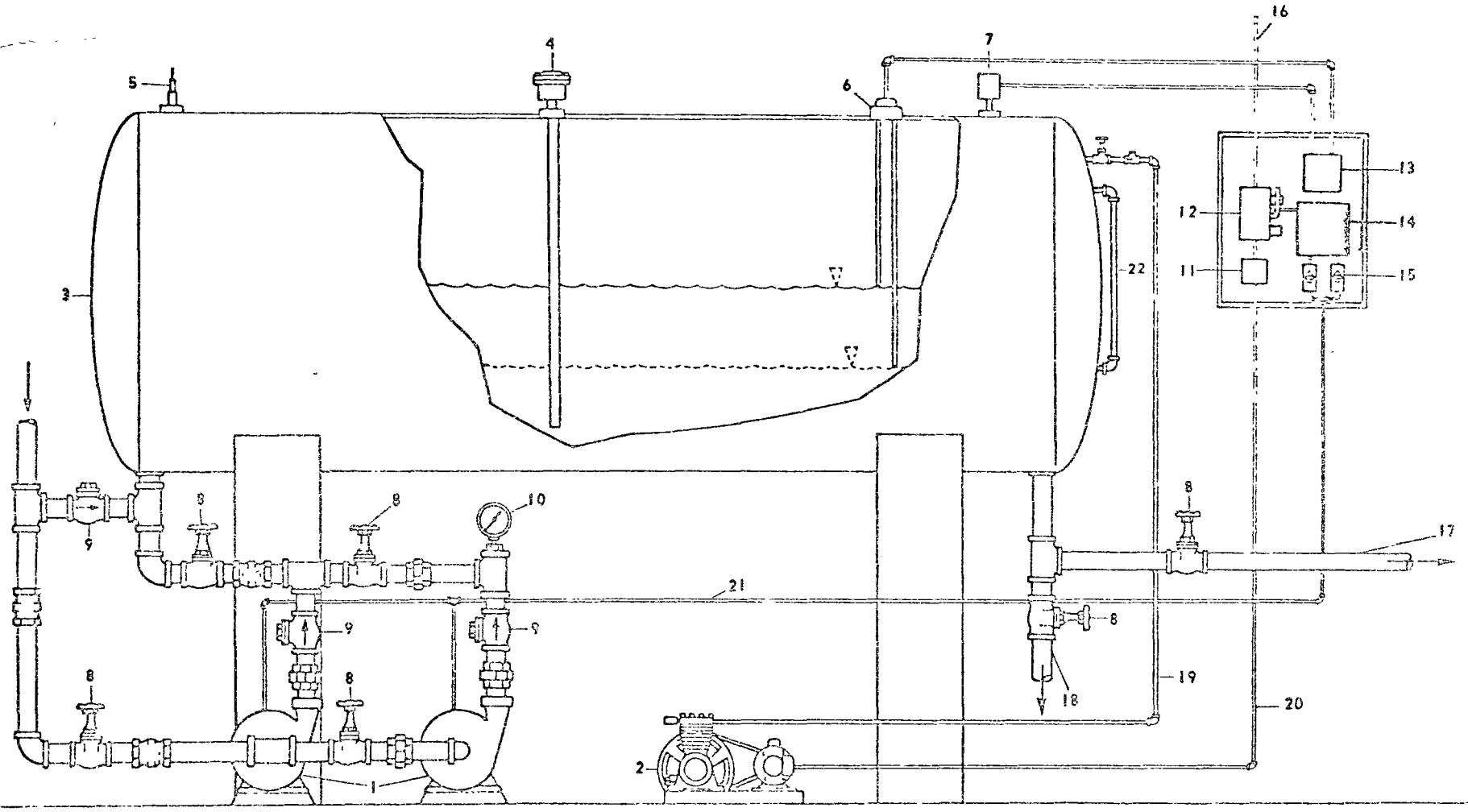
% OF VOLUME WITHDRAWN BETWEEN STATED PRESSURES WITH TANK FILLED TO 50% OF CAPACITY TANK EMPTY WHEN 50% OR MORE IS WITHDRAWN

HIGH OR CUT OUT PRESSURE

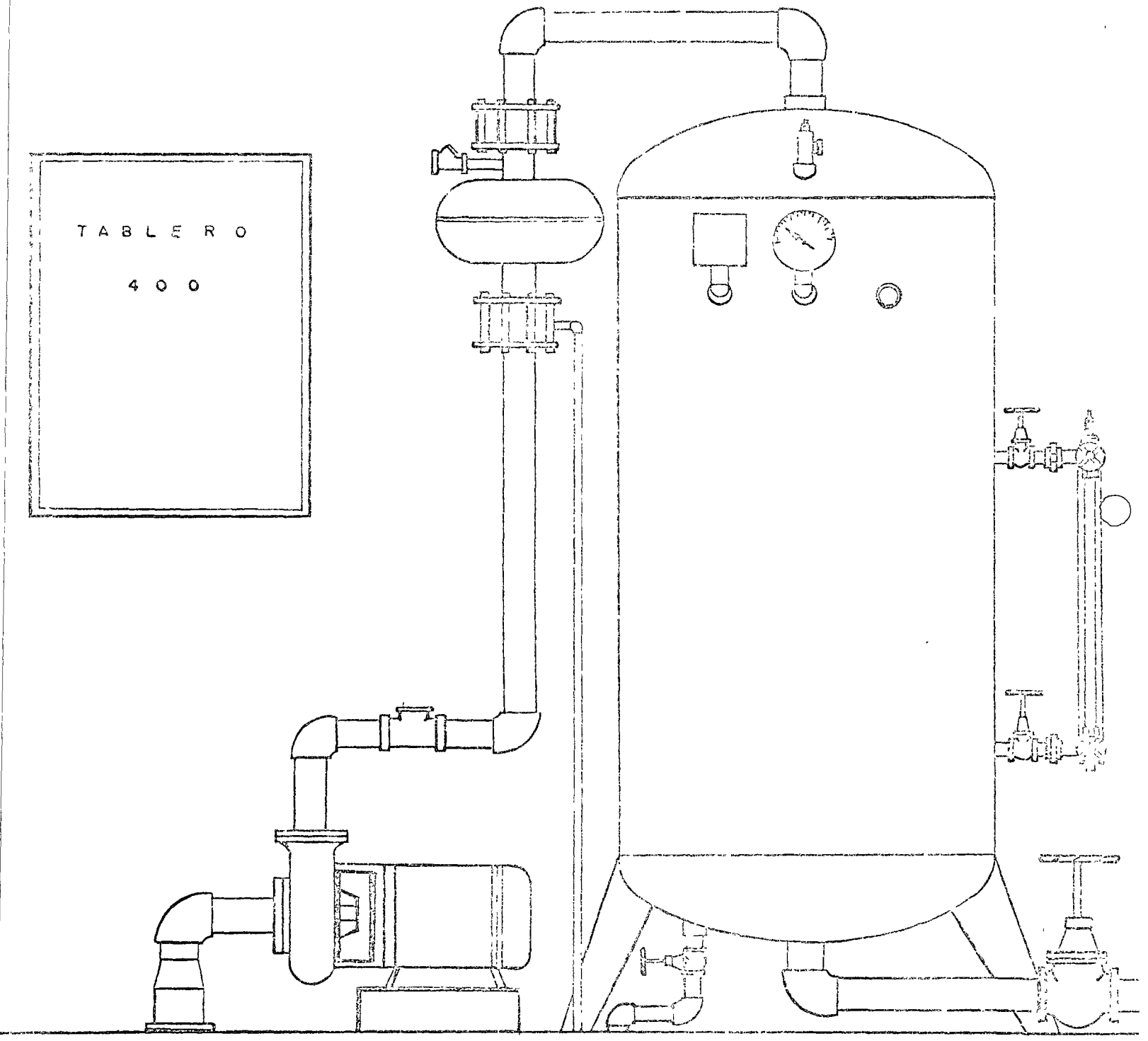
LOW OR CUT IN PRESSURE (LBS GAUGE PRESSURE)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150
100																	4	6	13	17	21
95																2	7	11	16	20	25
90															2	4	9	14	19	24	28
85														2	5	7	12	17	22	27	32
80													2	5	8	10	16	21	26	31	37
75												3	5	8	11	14	19	25	30	36	42
70											3	6	9	12	14	17	23	29	35	41	47
65										3	6	9	12	15	19	22	28	34	40	47	50+
60									3	6	10	13	16	20	23	26	33	40	47	50+	
55								3	7	10	14	18	21	25	28	32	39	46	50+		
50							4	7	11	15	19	23	27	31	34	38	46	50+			
45						4	8	12	16	21	25	29	33	37	42	46	50+				
40					4	9	13	18	23	27	32	36	41	45	50+	50+					
35				5	10	15	20	25	30	35	40	45	50+	50+							
30			5	11	16	22	28	33	39	44	50+	50+									
25		6	12	19	25	31	37	44	50+	50+											
20	7	14	21	29	36	43	50+	50+													
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150

COSTOSO, ANTIGUO Y COMPLICADO SISTEMA HIDRONEUMATICO QUE SE ELIMINA AHORA USANDO EL "HYDROGEL" JACUZZI

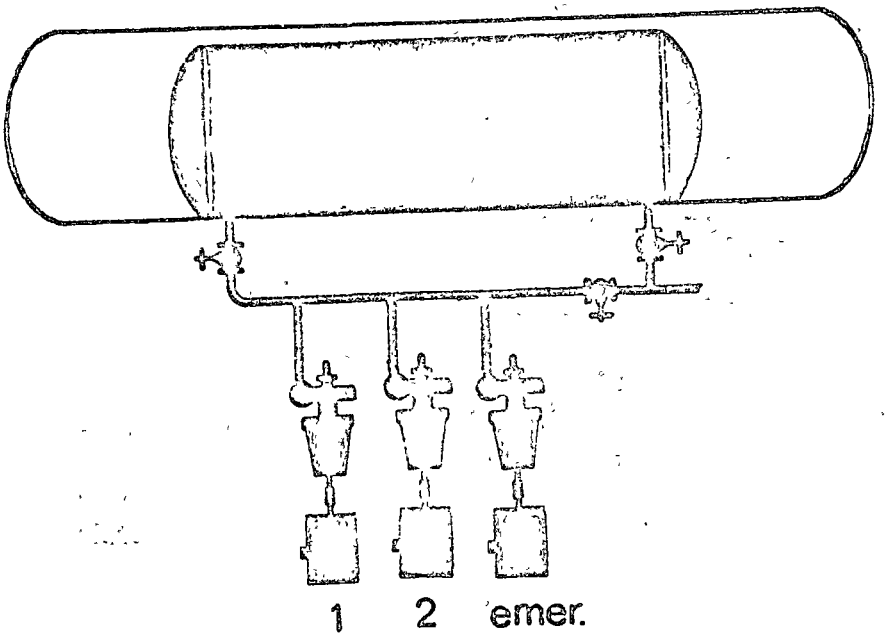
APENDICE
GRAFICA 4



1 BOMBAS CENTRIFUGAS JACUZZI
2 COMPRESOR DE AIRE JACUZZI
3 TANQUE HIDRONEUMATICO
4 VALVULA DE RELEVO
5 VALVULA DE SEGURIDAD
6 PORTA ELECTRODOS
7 CONTROL DE PRESION
8 VALVULAS DE COMPUERTA
9 VALVULA DE RETENCION
10 MANOMETRO
11 ARRANCADOR MAGNETICO DEL COMPRESOR
12 COMPUTADOR FUSIBLE DE ENTRADA
13 CONTROL DE NIVELES
14 ARRANCADOR MAGNETICO Y ALTERNADOR
15 SELECTOR DE ARRANQUE
16 DEL SUMINISTRO DE ENERGIA
17 LINEA DE SERVICIO
18 PARA FINES DE DRENAJE
19 LINEA DE DESCARGA DE AIRE DEL COMPRESOR
20 SUMINISTRO ELECTRICO AL MOTOR DEL COMPRESOR
21 SUMINISTRO ELECTRICO AL MOTOR DE LAS BOMBAS
22 INDICADOR DE NIVEL

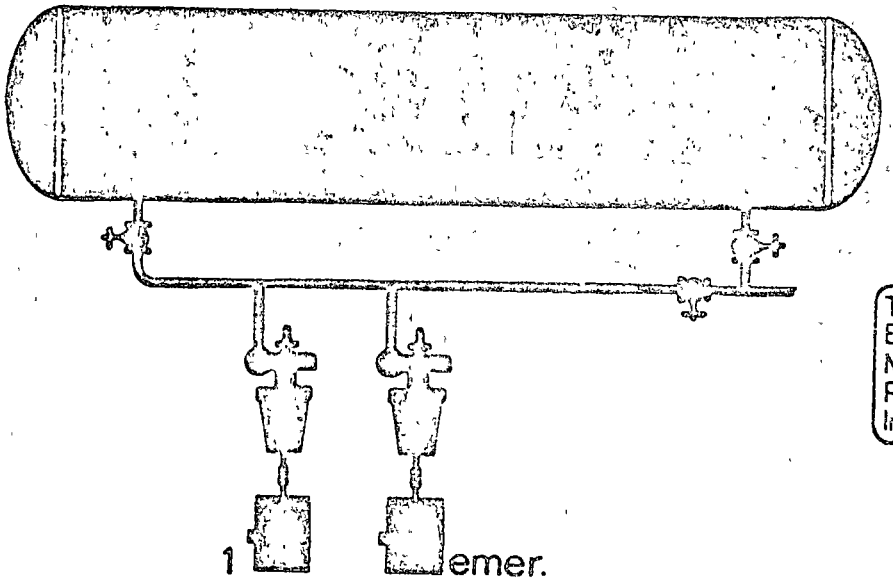

TABLERO
400

Abastecimiento de agua a presión variable
Hidroneumático triplex



Tanque	50%
Bomba	50%
Motor	50%
Potencia Instalada	150%

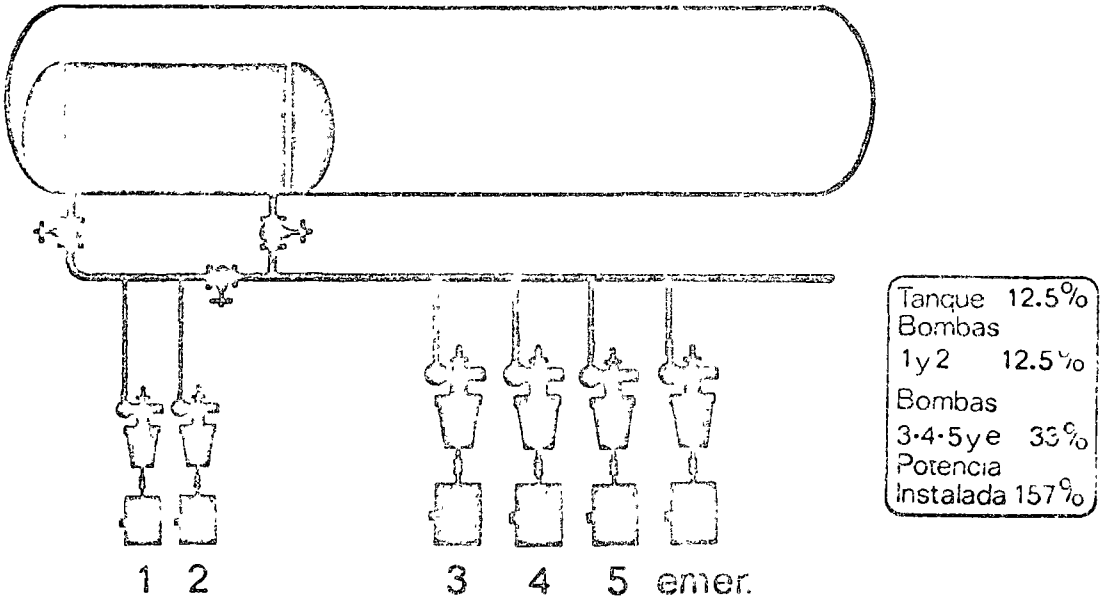
Abastecimiento de agua a presión variable
Hidroneumático duplex



Tanque	100%
Bomba	100%
Motor	100%
Potencia Instalada	200%

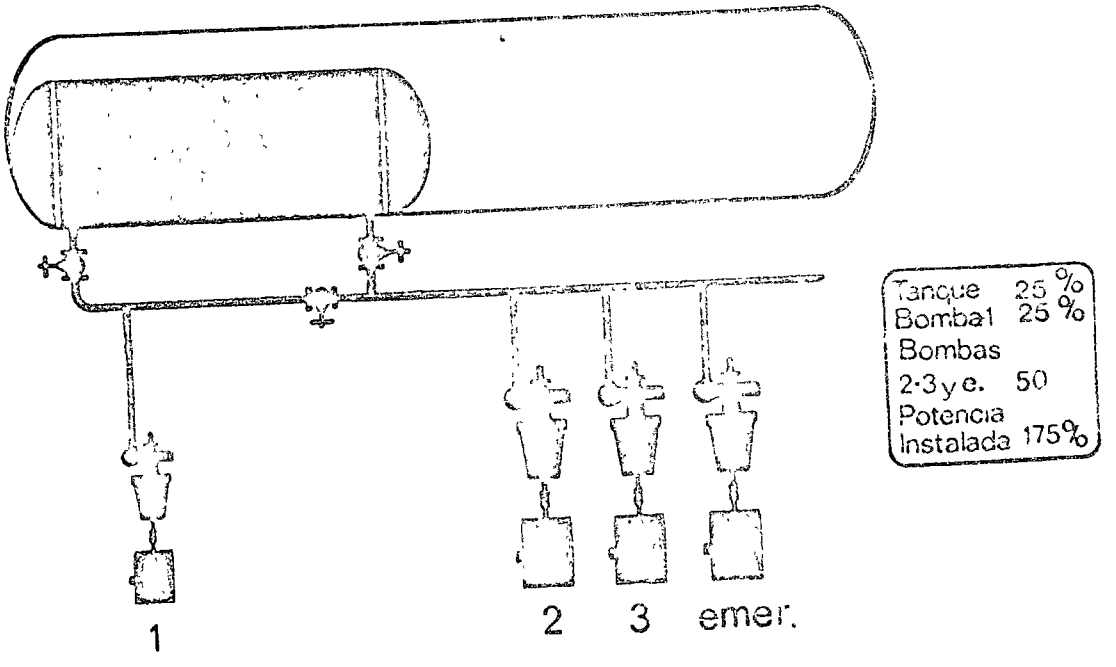
Abastecimiento de agua a presión constante

equipo programado a presión constante



Abastecimiento de agua a presión variable

equipo programado a presión variable



T A B L A I

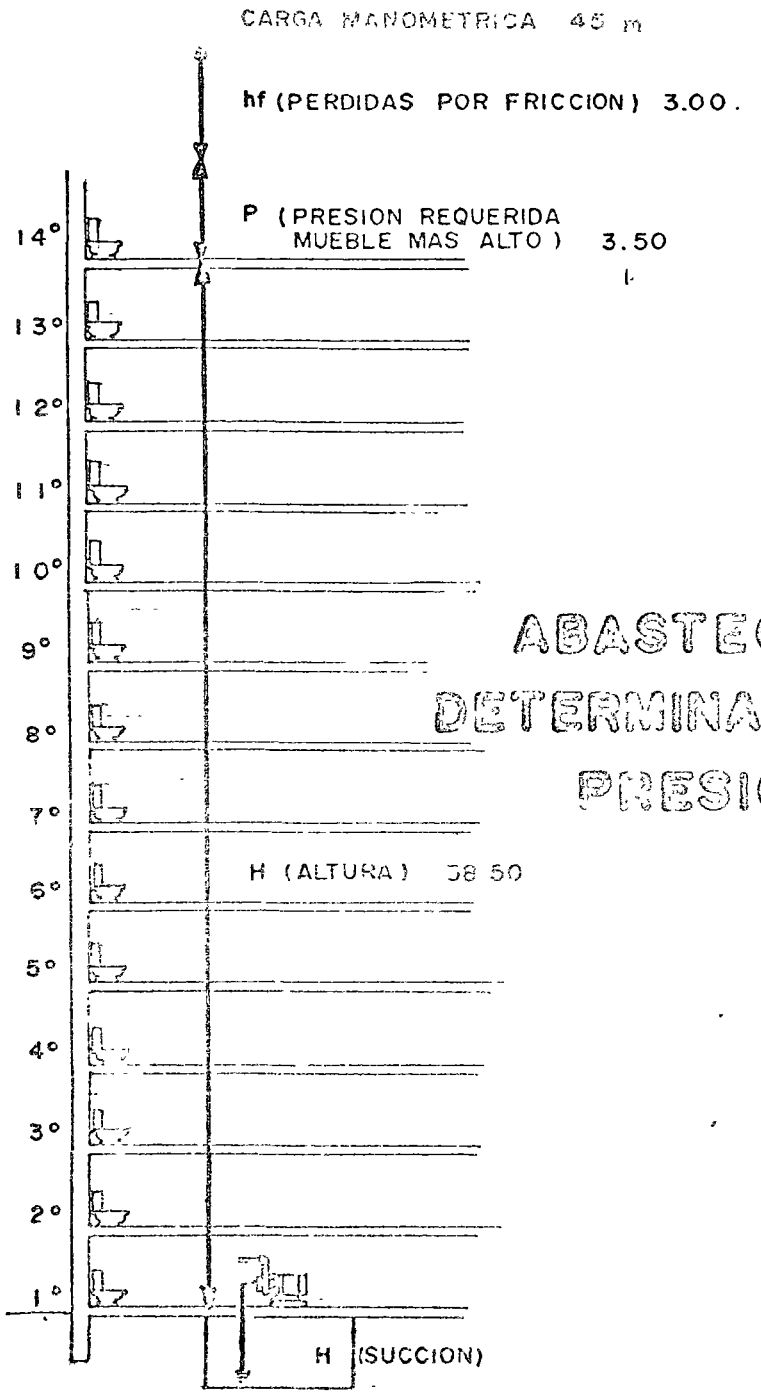
Volumen al que se reduce el aire libre al ser comprimido a diferentes presiones.
(Datos tomados de pruebas efectuadas en E.U.A.)

resión	Kg./cm2	2.8	3.5	4.2	5.6	7.1	8.75	10.50	14
	Lbs/Pulg2	400	50	60	80	100	125	150	200
olumen en aire libre		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
olumen en aire omprimido		27%	22.8%	19.8%	15.6%	12.9%	10.6%	9%	6.9%

T A B L A II

Aire libre requerido para suministrar el volumen de aire comprimido en tanques hidroneumáticos por cada 100 Lts. de capacidad del tanque.

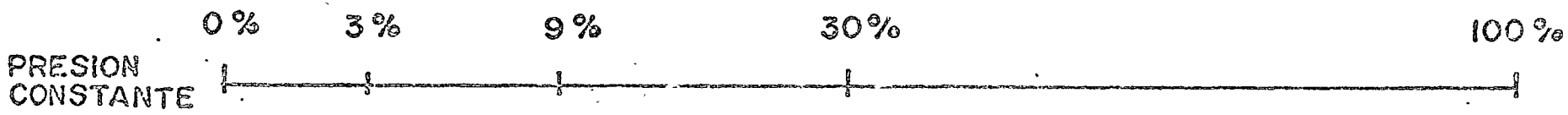
resión	Kg./cm2	1.4 - 2.8	2.1 - 3.5	2.8 - 4.2	4.2 - 5.6	5.6 - 7	7 - 8.75	8.4 - 10.5	11.9-14
	Lbs/Pulg.	20 - 40	30 - 50	40 - 60	60 - 80	80 - 100	100-125	120 - 150	170 -20
pacidad total nque litros		100	100	100	100	100	100	100	100
pacidad de aire mprimido en lts.		50	50	50	50	50	50	50	50
pacidad en litros aire libre		185	220	250	320	390	470	555	725
pacidad en litros l cargador por 100 lts de tanque		1	1.25	1.5	2	2.25	2.5	3	4

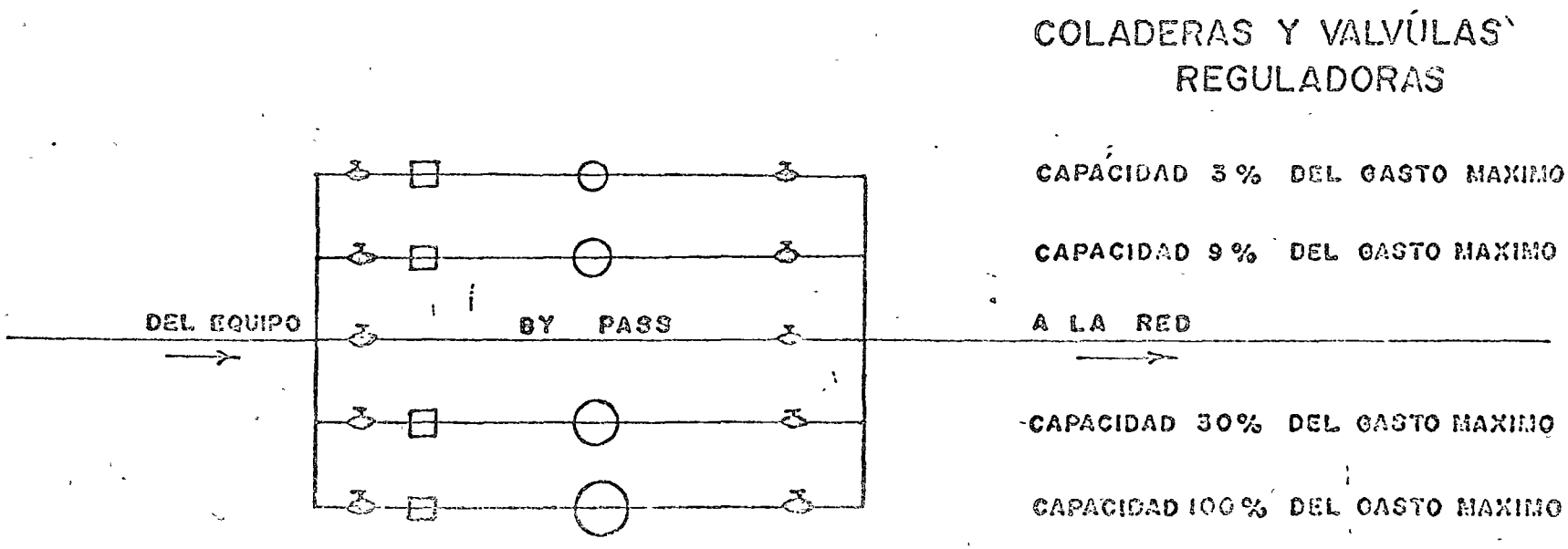


ABASTECIMIENTO A PRESION CONSTANTE
DETERMINACION DE LA CARGA MANOMETRICA
PRESION UNICA DE OPERACION

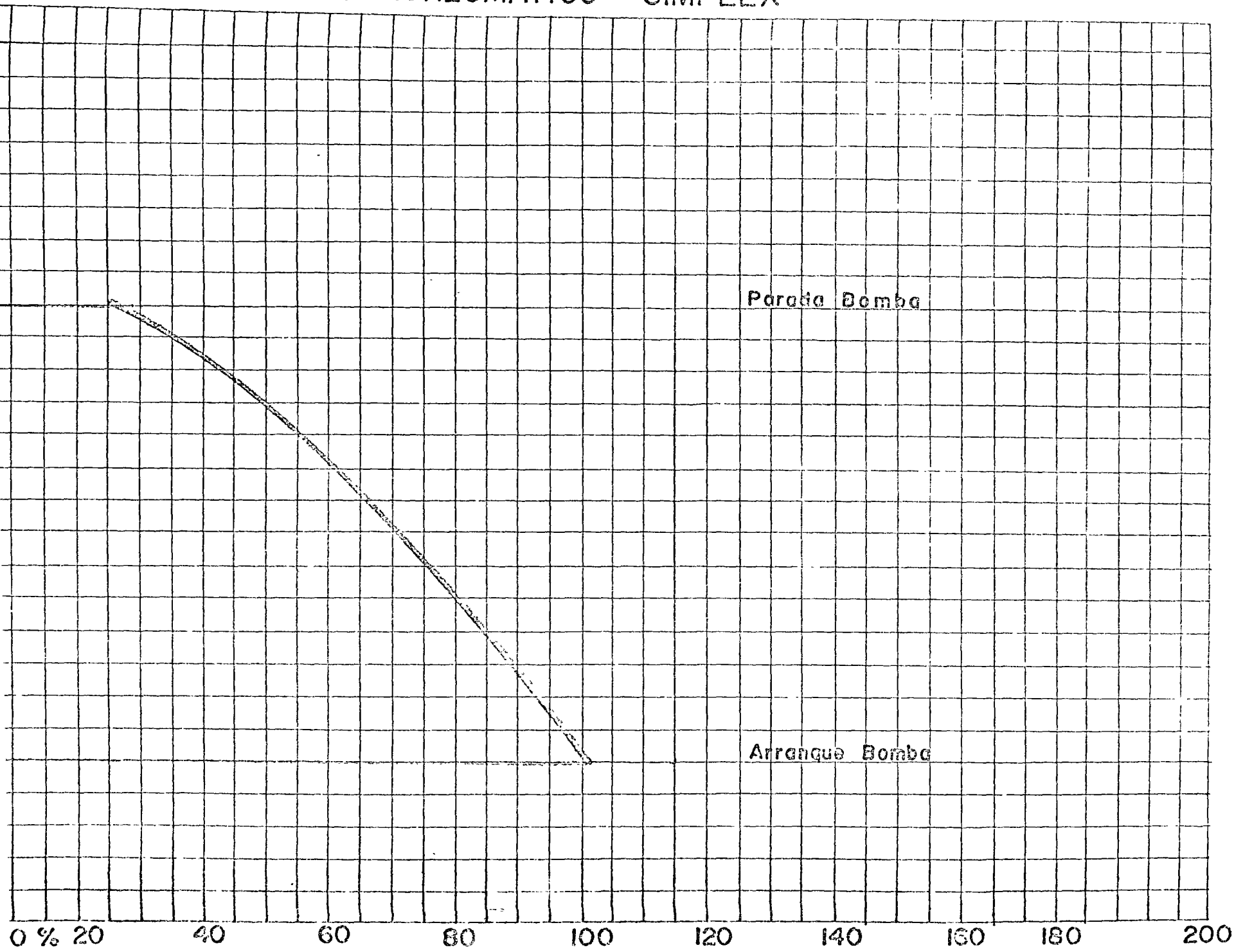
ABASTECIMIENTO A PRESION CONSTANTE
TIPOS DE VALVULAS REGULADORAS
USADOS EN E.U.A.
CURVA DE OPERACION

RANGO

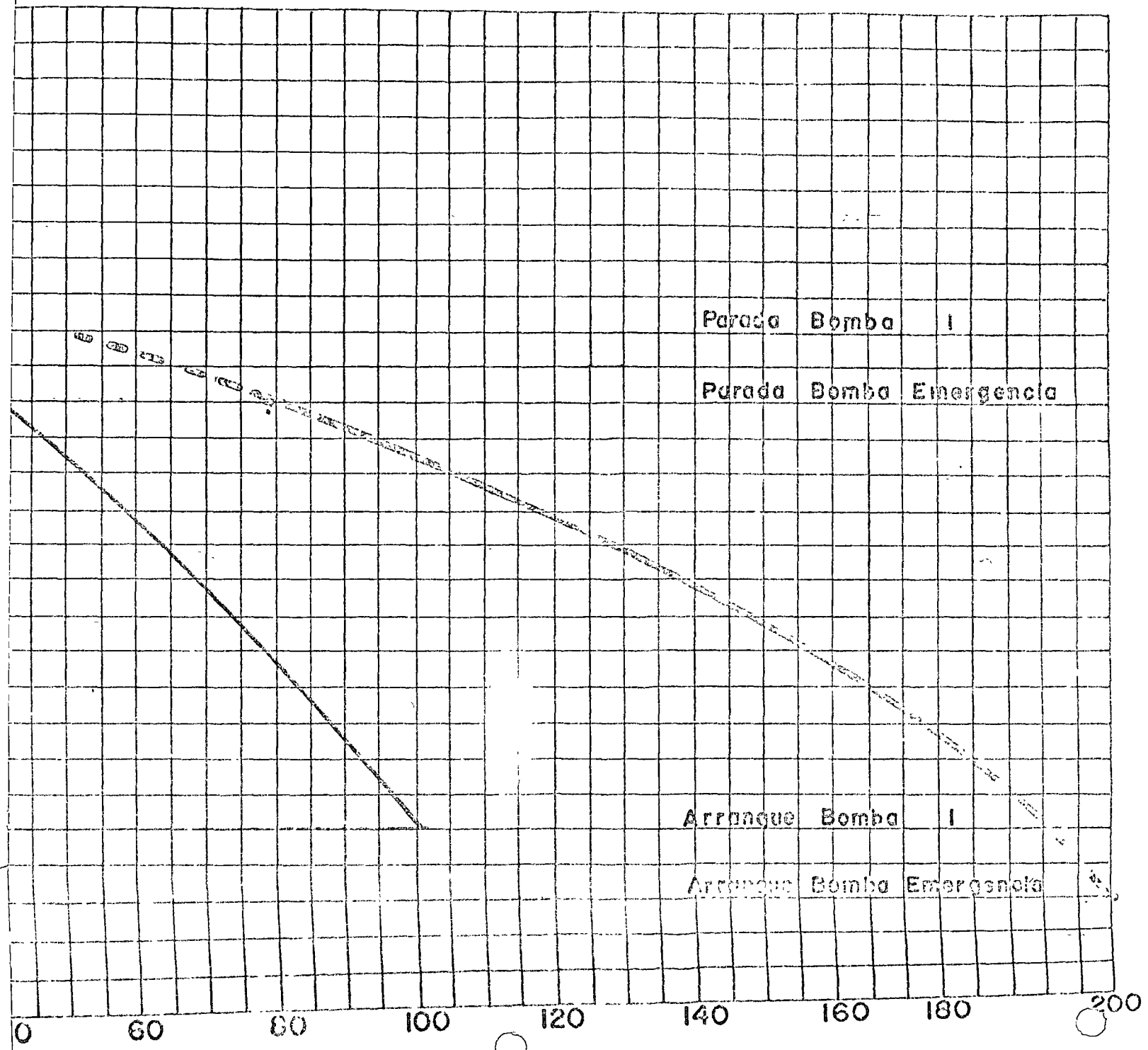




HIDRONEUMATICO SIMPLEX



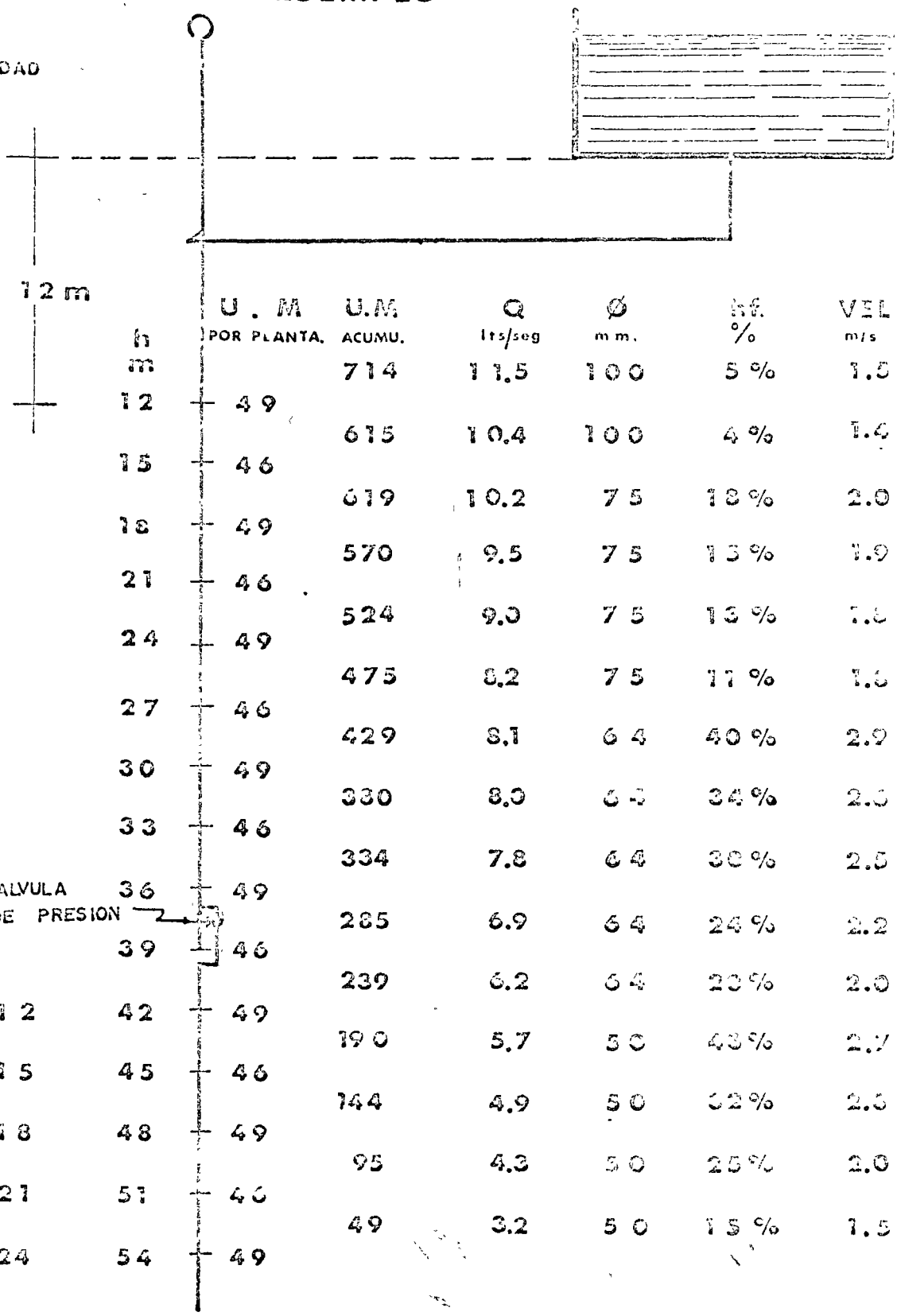
HIDRONEUMATICO DUPLEX



CALCULO DE UNA INSTALACION HIDRAULICA

EJEMPLO

A)- POR GRAVEDAD



	h m	U. M POR PLANTA.	U.M ACUMU.	Q lts/seg	Ø mm.	hf. %	VEL m/s
			714	11.5	100	5 %	1.5
	12	49					
			615	10.4	100	4 %	1.4
	15	46					
			619	10.2	75	18 %	2.0
	18	49					
			570	9.5	75	13 %	1.9
	21	46					
			524	9.0	75	13 %	1.8
	24	49					
			475	8.2	75	11 %	1.6
	27	46					
			429	8.1	64	40 %	2.9
	30	49					
			380	8.0	64	34 %	2.8
	33	46					
			334	7.8	64	30 %	2.5
	36	49					
			285	6.9	64	24 %	2.2
	39	46					
			239	6.2	64	20 %	2.0
12	42	49					
			190	5.7	50	43 %	2.7
15	45	46					
			144	4.9	50	32 %	2.5
18	48	49					
			95	4.3	50	25 %	2.0
21	51	46					
			49	3.2	50	15 %	1.5
24	54	49					

CALCULO.- CONTINUACION.

B)- POR PRESION.

h m	U.M POR PLANTA.	U.M ACUMU.	Q lts/seg	Ø mm.	h.f %	VEL. m/s
10	49					
		49	3.2	50	15%	1.5
13	46					
		95	4.3	64	8.5%	1.4
16	49					
		144	4.9	75	4%	1.1
19	46					
		190	5.7	75	5%	1.2
22	49					
		239	6.2	75	6%	1.4
25	46					
		285	6.9	75	8%	1.6
28	49					
		334	7.8	75	10%	1.7
31	46					
		380	8.0	100	2.5%	1.7
34	49					
		429	8.1	100	2.5%	1.1
37 (10)	46					
		475	8.2	100	2.5%	1.1
40 (13)	49					
		524	9.0	100	3.5%	1.1
43 (16)	46					
		570	9.5	100	3.5%	1.2
46 (19)	49					
		619	10.2	100	3.9%	1.3
49 (22)	46					
		665	10.4	100	4%	1.4
52 (25)	49					
		714	11.5	100	4.5%	1.5

ABASTECIMIENTO A ALTA PRESION

ABASTECIMIENTO A BAJA PRESION.

Tabla N[illegible]

INTENSIDAD MAXIMA DE LOS PRIMEROS CINCO MINUTOS DE AGUACERO EN LA CIUDAD DE MEXICO DURANTE LOS ULTIMOS 49 AÑOS, EXPRESADA EN mm/h

1923	103.2	1935	120.0	1947	147.6	1959	240.0
1924	117.6	1936	120.0	1948	240.0	1960	102.0
1925	108.0	1937	169.2	1949	120.0	1961	90.0
1926	121.2	1938	126.0	1950	156.0	1962	132.0
1927	117.6	1939	124.8	1951	120.0	1963	108.0
1928	204.0	1940	108.0	1952	114.0	1964	102.0
1929	126.0	1941	102.0	1953	150.0	1965	189.6
1930	96.0	1942	120.0	1954	132.0	1966	120.0
1931	128.4	1943	123.6	1955	186.0	1967	198.0
1932	132.0	1944	144.0	1956	120.0	1968	255.6
1933	122.4	1945	130.0	1957	120.0	1969	120.0
1934	100.8	1946	211.2	1958	96.0	1970	126.0

Hasta el 23 de Julio de 1971 174.0

Tabla No. 8

INTENSIDAD MAXIMA DE AGUACEROS DE DIVERSAS DURACIONES EN LA CIUDAD DE MEXICO, DURANTE UN PERIODO DE 16 AÑOS EXPRESADA EN mm/h

AÑO	5 min.	10 min.	30min.	60min.	L/m2 en 24 horas
1948	240.0	124.8	60.0	38.5	41.0
1949	120.0	63.0	33.0	18.5	26.7
1950	156.0	126.0	47.0	43.3	80.6
1951	120.0	105.0	55.0	35.2	46.3
1952	114.0	60.0	40.0	26.6	41.1
1953	150.0	93.0	45.0	26.8	34.3
1954	132.0	102.0	39.8	23.0	41.1
1955	186.0	120.0	53.0	57.0	66.4
1956	120.0	90.0	51.0	26.3	30.4
1957	120.0	60.0	35.0	26.9	27.9
1958	96.0	75.0	51.4	26.7	39.5
1959	240.0	169.2	66.0	33.6	36.2
1960	102.0	96.0	58.8	40.2	47.8
1961	90.0	89.8	57.2	31.5	40.9
1962	132.0	90.0	56.8	38.2	53.5
1963	108.0	102.0	50.8	26.0	45.7
Promedio	139	98	50	32	44 L/m2

NOTA.- Adoptando para proyectar desagües pluviales, a escala arquitectónica, una intensidad de 150mm/h para los primeros 5 minutos de aguacero y designando por (t), en minutos, la duración de la lluvia, la intensidad (i), en mm/h, para la Ciudad de México, puede obtenerse mediante la fórmula:

$$i = \frac{1000}{\quad} \text{ (mm/h)}$$

Tabla No. 9

SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES
LLENAS A LA CUARTA PARTE

Diámetro de la bajada.	Intensidad máxima considerada en el lugar para aguaceros de 5 minutos				
	75mm/h	100mm/h	125mm/h	150mm/h	200 mm/h
50mm	50 m2	38 m2	30 m2	25 m2	19 m2
63	91	68	55	46	34
75	148	111	89	74	56
100	320	240	192	160	120
125	580	435	348	290	217
150	943	707	566	471	354
200	2030	1523	1218	1015	761

NOTA.- La capacidad de las bajadas, llenas a la tercera parte de su sección transversal, se obtiene multiplicando las superficies de la tabla por 1.6152.

Tabla No. 10 DESAGUES A TUBO LLENO Y AL 1% DE PENDIENTE

Diámetro mm	Velocidad m/seg.	Gasto en L/seg.	Superficie desaguada en m2 a 150 mm/h	a 100 mm/h
100	0.570	4.477	107	161
150	0.747	13.199	317	475
200	0.905	28.425	682	1 023
250	1.050	51.539	1 237	1 855
300	1.186	83.807	2 011	3 017
375	1.376	151.95	3 647	5 470
450	1.554	247.09	5 930	8 895
600	1.882	532.14	12 771	19 157
750	2.184	964.84	23 156	34 734
900	2.466	1539.9	37 654	56 482
1050	2.733	2265.6	66 799	85 199
1200	2.988	3078.9	81 094	121 640
1500	3.467	5126.4	147 032	220 549

NOTA.- Para otras pendientes, expresadas en tanto por ciento, la velocidad, el gasto y las superficies desaguadas se obtienen multiplicando los valores de la tabla por la raíz cuadrada de la pendiente en %.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS (DEL 4 AL 29 DE OCTUBRE DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
1. ING. CORNELIO ACOSTA COLORADO Wake No. 170 Col. Libertad Azcapotzalco México 16, D. F. Tel: 561-32-65	DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL Plaza de la Constitución y Pino Suárez México 1, D. F. Tel: 518-43-49
2. ING. JAVIER ANAYA RUIZ La Vía No. 324-3 Col. Nueva Sta. María México 16, D. F. Tel: 5563126	CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A. Melchor Ocampo No. 171 México, D. F. Tel: 518-00-80
3. RODOLFO ARAMONI SODA Holbein 203-102 México, D. F. Tel: 5636596	CONSTRUCTORA MAYO Paseo de las Palmas 755-301 Lomas de Chapultepec México 10, D. F. Tel: 5209015
4. ING. CARLOS I. AYALA DUARTE Guanabana 294-7 Col. Nueva Santa María México 16, D. F. Tel: 512-45-25	INGENIERIA DISEÑO Y SUPERVISION, S.A. Balderas 44-218 México 1, D. F. Tel: 5-12-16-78
5. ING. ALBERTO BARAJAS RAMIREZ Edificio D-2 Depto. 24 Col. Torres de Mixcoac México 19, D. F. Tel: 593-83-54	HUBARD Y BOURLON SUCS., S.A. Alabama No. 80 Col. Nápoles México 18, D. F. Tel: 523-63-12
6. ING. DANIEL BECERRIL ALBARRAN Hacienda de la Condesa No. 85 Col. Prados del Rosario México 16, D. F. Tel: 557-36-81	CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A. División del Norte 3105 El Rosedal México 22, D. F. Tel: 549-36-88
7. ING. DIEGO ONESIMO BECERRIL L. Norte 66-A No. 7924 Col. Díaz Mirón México 14, D. F. Tel: 577-85-36	CIA. PRESBITERO HNOS, S.A. Spencer 314 Col. Polanco México 5, D. F. Tel: 531-42-45

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS (DEL 4 AL 29 DE OCTUBRE DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
8. ING. RAYMUNDO BENITEZ LOPEZ Regina No. 18 Dpto. 6 Culiacán, Sin.	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA Angel Flores s/n Culiacán, Sin. Tel: 2-35-50
9. ING. GABRIEL BUSSEY SAUCEDO Calle Oriente 156 No. 40 Col. Moctezuma México 9, D. F. Tel: 522-33-99	INDUSTRIA Y POTENCIA, S.A. Río Nazas 136 Dpto. 302 México 9, D. F. Tel: 5116025
10. ARQ. JOSE CARRILLO BECERRIL Planta Temaxcal No. 21 Col. Electra Tlalnepantla, Edo. de México Tel: 397-17-72	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD Río Elba No. 17-6o. Piso Col. Cuauhtémoc México 5, D. F. Tel: 553-02-28
11. ARQ. SERGIO COLIN ESCALONA Etna No. 39-7 Los Alpes México 20, D. F. Tel: 6510442	ABS ARQUITECTOS Cuernavaca No. 3 P.H. Col. Condesa México 11, D. F. Tel: 5535710
12. RAFAEL CORRAL URQUIDES Av. Plutarco E. Calles 1330-7 Col. Reforma Ixtlaccihuatl México 13, D. F.	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Xola 1755-2o. Piso Col. Narvarte México 12, D. F. Tel: 530-99-74
13. GONZALO CONTRERAS VARGAS Oyameyo No. 43 "E"-19 No. 5 Col. Sta. Anita México 8, D. F. Tel: 519-80-77	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS Xola 1755 Col. del Valle México 12, D. F. Tel: 519-83-97
14. ING. WIFREDO CRESPO PEREZ M. Márquez Sterling 11-1 México 1, D. F. Tel: 5-18-47-67	INMOBILIARIA HABITACIONAL, S.A. Candelaria No. 33 Coyoacán México 21, D. F. Tel: 5-44-75-09

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS (DEL 4 AL 29 DE OCTUBRE DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
15. ING. ANICETO DORANTES ROMERO Priv. Eugenio Gutiérrez No. 9 Col. Portales México 13, D. F. Tel: 532-81-42	DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL San Antonio Abad No. 231 Col. Obrera México 8, D. F. Tel: 5-78-24-20
16. JOSE R. FUENTES MONDRAGON Mar de las Nubes No. 103 Cd. Brisa Naucalpan, México Tel: 5-27-42-34	INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL Durango No. 292 México, D. F.
17. ARQ. JOSE LUIS FURHA HERNANDEZ	GUTIERREZ TELLO Y CIA., S.A. Dakota No. 423 Col. Nápoles México 18, D. F. Tel: 536-77-09
18. ING. JOSE KRAVZOV JINICH Fuente de la Diana No. 10 Tecamachalco México 10, D. F. Tel: 5-89-39-30	ALAMBRES DE MEXICO. S.A. Calle 7 Esq. Calle 14 Col. Rustica Xalostoc México, D. F. Tel: 5-690203
19. ING. MANUEL GARCIA MEDINA Anaxagoras No. 519 Col. Narvarte México 12, D. F. Tel: 5420248	
20. ARTURO GARCIA VIADAS Mz. 3 Lote 21 Col. Zalapexco México 13, D. F.	INSTITUTO NACIONAL DE INSTALACIONES Uruapan No. 7 Col. Roma México 7, D. F. Tel: 5-11-19-36
21. ING. JOSE ALBERTO GARZA RAMOS O. México, D. F.	K.C. DE MEXICO, S. A. México, D. F.
22. ING. LUIS J. GONZALEZ MORENO Ave. Universidad 1900 Edif.50-403 Col. Altillo Universidad México 20, D. F. Tel: 5-48-22-89	FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM Ciudad Universitaria México 20, D. F. Tel: 5-48-96-69

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS (DEL 4 AL 29 DE OCTUBRE DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
23. ING. FELIPE GONZALEZ PEREZ Playa Pichilingue No. 144 Col. Reforma Ixtaccihuatl México 13, D. F. Tel: 5-39-84-02	DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL Plaza de la Constitución y Pino Suárez México 1, D. F. Tel: 5-10-34-13
24. ARQ. SERGIO GRACIDA SOLANO Canarias 107-8 Col. Portales México 13, D. F.	UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA Czda. del Hueso y Canal Nacional Villa-Cuemanco México 23, D. F. Tel:5-94-64-24
25. ING. RAUL GUERRERO HERNANDEZ Av. Nombres Ilustres No. 419 Col. Evolución, Cd. Nezahualcoyotl México 19, D. F.	INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL Durango No. 291 Col. Condesa México 11, D. F. Tel: 5-53-84-63
26. DAVID L. GUTIERREZ HUERTA E. Rebzamen No. 117 Col. Narvarte México 12, D. F. Tel: 5-43-30-15	MANUFACTURERA FAIRBANKS MORSE, S.A. Av. Cuauhtémoc No. 1338-2o. Piso Col. Santa Cruz México 18, D. F. Tel: 5-59-14-54
27. JAVIER GUTIERREZ Y LERDO DE T. Pilares No. 61 Col. del Valle México 12, D. F. Tel: 5-75-88-05	GUTIERREZ TELLO Y CIA, S.A. Dakota No. 423 Col. Nápoles México 18, D. F. Tel: 5-43-62-30
28. JOSE IBARRA PALLARES Sur 77 No. 4218 Dep. 2 Col. Viaducto Piedad México 13, D. F. Tel: 5-19-58-97	CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A. Melchor Ocampo No. 171 México 4, D. F. Tel: 5-30-19-56
29. J.LUIS LARA MARTINEZ LAZCANO Canarias No. 301-102 Col. Portales México 13, D.F. Tel: 5-39-29-48	SERVS. TECS. ESPS. Víoctor Hugo No. 106 Col. Portales México 13, D. F. Tel: 5-32-24-26

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS (DEL 4 AL 29 DE OCTUBRE DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
30. OSCAR LIBREROS TOVAR Colina de la Ximena No. 66 Residencial Boulevares Edo. de México Tel: 5-60-24-33	INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL Durango No. 291-4o. Piso Col. Condesa México 11, D. F. Tel: 5-53-84-63
31. ING. JOSE ASUNCION LOPEZ IBARRA Pilares No. 815 Dpto. 1 Col. Vertiz Narvarte México 13, D. F. Tel: 5-59-69-33	BANCO NACIONAL DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS, S.A. Insurgentes Nte. 423 Col. Guerrero México 3, D. F. Tel: 5-83-15-90
32. VICENTE A. MARQUEZ CAMPOS Tolvanera 2 Col. inf. Iztacalco México 8, D. F.	MANUFACTURA FAIRBANKS MORSE, S.A. Av. Cuauhtémoc 1338 Col. Santa Cruz Atoyac México 13, D. F. Tel: 5-59-12-33
33. ING. LUIS MARTINEZ VALENCIA Angel Gaviño No. 49 Circuito Médicos Ciudad Satélite, México Tel: 5-72-35-20	INSTALACIONES INMOBILIARIAS PARA INDUSTRIAS, S.A. Río Sena No. 26-1er.Piso México, D. F.
34. ING. ARCADIO MEDEL MARIN Teziotlán Sur 96 Col. La Paz Puebla, Pue. Tel: 41-14-61	UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA Calzada San Pablo Azcapotzalco Puebla, Pue.
35. ARQ. ENRIQUE MENDIOLA ARCE Retorno 28 No. 24 Col. Avante México 21, D. F. Tel: 5-44-26-54	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO Ciudad Universitaria México 20, D. F.
36. ING. JOEL MENDOZA PEREZ Av. Montes No. 41 Col. Portales México 13, D. F.	BANCO NACIONAL DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS, S.A. Insurgentes Norte No. 423 Col. Guerrero México 3, D. F. Tel: 5-83-15-68

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS (DEL 4 AL 29 DE OCTUBRE DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
37. ING. JESUS A. MIRANDA VERDUGO Angel Flores No. 1146 Ote. Culiacan, Sin. Tel. 2-96-89	SERSI, S.A. Obregón No. 433 Sur Culiacán, Sin.
38. EDMUNDO MORALES MIRANDA Manzana III Lote 60 Villa de las Flores Coacalco, Edo. de México	CEREALES INDUSTRIALIZADOS, S.A. Norte 59 No. 1100 Col. Industrial Vallejo México 16, D. F. Tel: 5-67-83-11 Ext. 22
39. ING. JULIO CESAR MORENO RUIZ Cerrada Maestros No. 27 Col. Sto. Tomas México 17, D. F. Tel: 5-47-86-06	C.C.I.S.S.S.A. Cordoba No. 49 Col Roma México 7, D. F. Tel: 5-11-42-32
40. ALEJANDRO MOTTA MONTERRUBIO Atizapan No. 16 Vergel de Coyoacán México 22, D. F. Tel: 5-44-93-69	MANUFACTURERA FAIRBANKS MORSE, S.A. Av. Cuauhtémoc 1338-2o. Piso México 13, D. F. Tel: 5-59-14-64
41. ING. ENRIQUE OCHOA AMEZCUA Minería No. 15-508 Col. Escandón México 18, D. F. Tel: 5-16-98-43	ENEP ACATLAN, UNAM Av. Alcanfores y San Juan Totoltepec San Mateo Edo. de México Tel: 3-73-22-92
42. ING. ENRIQUE OLVERA RODRIGUEZ Retorno 45 de Cecilio Robelo No. 35-K Col. Jardín Balbuena México, D. F. Tel: 5-71-10-02	BANCO NACIONAL DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS, S.A. Insurgentes Norte No. 423 Col. Guerrero México 3, D. F. Tel:5-83-14-06
43. ING. LUIS FERNANDO ORTEGA R. Sur 69 No. 3036 Col. Viaducto Piedad México 13, D. F. Tel: 5-30-11-87	

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS (DEL 4 AL 29 DE OCTUBRE DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
44. VICTOR M. PALACIOS SALAZAR Monrovia 140-5 Col. Portales México 13, D. F. Tel: 6-72-30-60	DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL San Antonio Abad No. 231-7o.Piso Col. Obrera México 8, D. F. Tel: 5-88-32-27
45. ANTONIO PANIAGUA SALAZAR Valle de Luces No. 31 Valle de Aragón México, D. F. Tel: 5-59-12-33	FAIRBANKS MORSE, S.A. Av. Cuauhtémoc No. 1338 México 13, D. F.
46. ING. AGUSTIN PEREZ MEDRANO San Lucas No. 60 Col. Coyoacán México 21, D. F. Tel: 5-44-44-10	AERO TECNICA, S. A. Insurgentes Sur No. 1480-6o. Piso Col. del Valle México 12, D. F. Tel: 5-34-12-11
47. ALFONSO QUEVEDO SANCHEZ Valle San Francisco No. 88 Valle de Aragón Edo. de México Tel: 5-50-52-15	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO Ciudad Universitaria México 20, D. F. Tel: 5-53-56-00 Ext. 241
48. ARQ. CESAR AUGUSTO RAMOS AMORES Calz. Guadalupe No. 3 U. Belizario Dominguez México 22, D. F.	ISA CONSTRUCCIONES, S.A. Edif. A-12 Desp. 603 Lomas de Plateros México 19, D. F. Tel: 5-93-29-39
49. ING. HONORIO RIVERA MOCTEZUMA Lago Tana No. 66 Col. Torreblanca México, D. F. Tel: 3-99-09-34	CENTRO DE EDUCACION CONTINUA Tacuba No. 5-1er. Piso México 1, D. F. Tel: 5-12-31-23
50. ING. JOSE ANTONIO RODRIGUEZ GUEVARA Bernardo Picazo No. 1-2 Santa Ana Chiautempan, Tlaxcala Tel: 2-19-11	

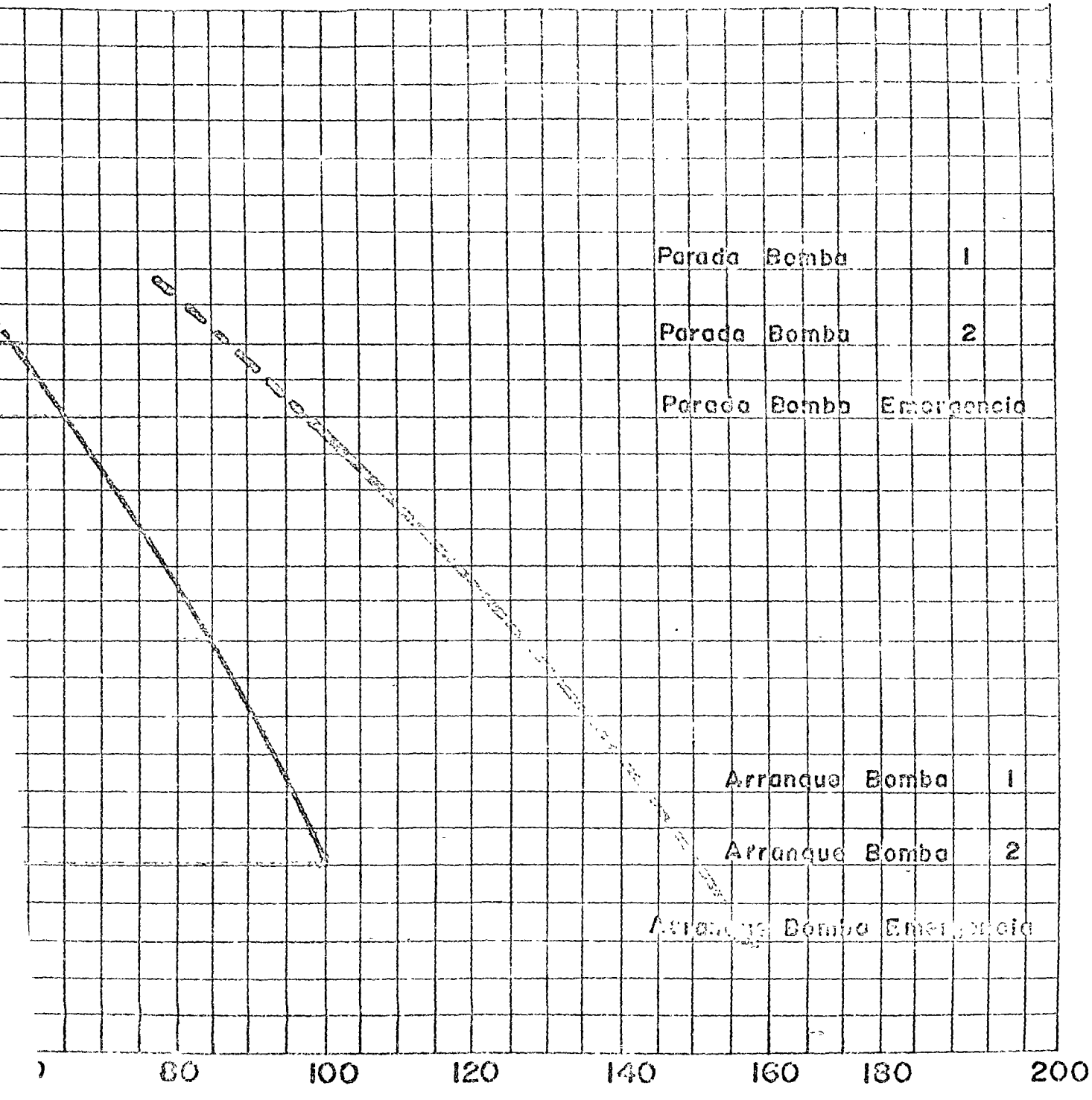
DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS (DEL 4 AL 29 DE OCTUBRE DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
51. ALFONSO RODRIGUEZ JIMENEZ Calle 21 No. 288 Col. Pro-Hogar México 15, D. F. Tel: 5-67-95-80	DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL San Antonio Abad No. 231 Col. Obrera México 8, D. F. Tel: 5-78-24-20
52. ING. VICTOR RODRIGUEZ SALINAS J. Toribio Medina No. 89 Col. Algarin México 8, D. F. Tel: 5-30-69-08	
53. ING. ARTURO ROLLAND CONSTANTINE Río Magdalena No. 111-805 Col. Fortín Chimalistac México 21, D. F. Tel: 5-50-24-50	ANALISIS Y DISEÑO, S.A. Patricio Sanz 1445-2o. Piso Col. del Valle México 12, D. F. Tel: 5-75-93-00
54. ING. ALFREDO ROSADO MARRUFO Quemada No. 3915-8 Col. Narvarte México 12, D. F. Tel: 5-30-68-83	DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL Plaza de la Constitución y Pino Suárez México 1, D. F. Tel: 5-15-83-60
55. ING. J. ENCARNACION ROSADO ZAVALA Tokio 705-24 Col. Portales México 13, D. F. Tel: 6720728	SECRETARIA DE MARINA Insurgentes Sur No. 465-4o. Piso México, D. F. Tel: 5-64-5236
56. ING. FERNANDO RUIZ OLIVARES Norte No. 135 No. 58 Col. Plenitud México 16, D. F. Tel: 5-61-50-67	DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL Plaza de la Constitución y Pino Suárez México 1, D. F. Tel: 5-18-43-49
57. VICTOR SANCHEZ SANCHEZ Tonantzin No. 105-12 Col. Anáhuac México 17, D. F. Tel: 5-31-42-44	PRESBITERO HNOS. S.A. Spencer 314-12 Col. Chapultepec Morales México 5, D. F. Tel: 5-31-42-44

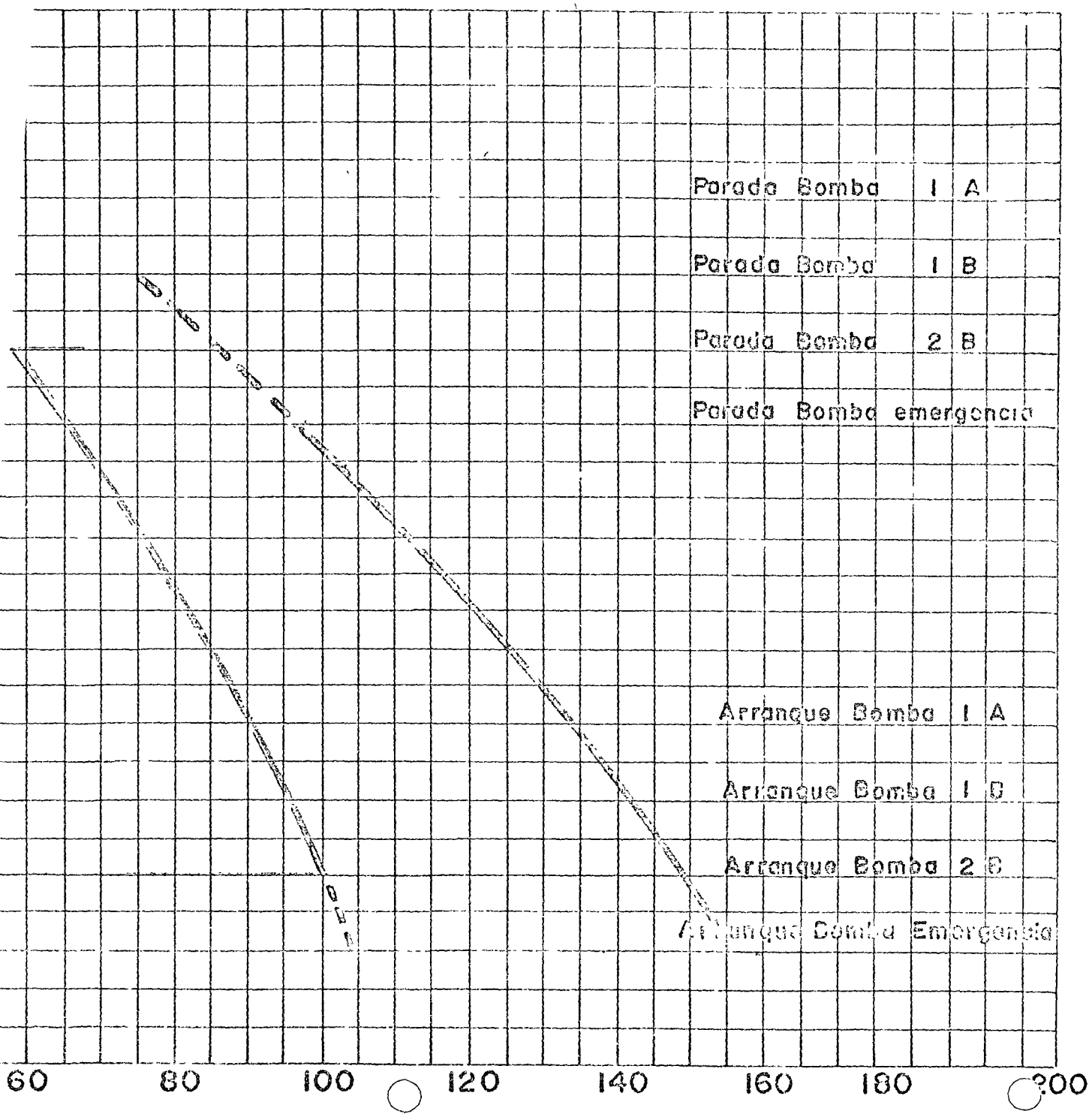
DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS (DEL 4 al 29 DE OCTUBRE DE 1976)

NOMBRE Y DIRECCION	EMPRESA Y DIRECCION
58. MIGUEL ANGEL SORIANO RODRIGUEZ Calle 83 No. 17 Dpto. 2 Col. Puebla México 9, D. F.	CONSORCIO MEXICANO DE CONSTRUCCIONES, S. A. DE C. V. Av. Juárez 97-603 México, D. F.
59. ING. PABLO SOSA CABALLERO Sur 103 No. 642 Sector Popular México 13, D. F. Tel: 5-82-71-38	DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL Plaza de la Constitución y Pino Suárez México 1, D. F. Tel: 5-78-98-37
60. ARQ. ERNESTO VARELA OLMOS Playa Villa del Mar No. 61 Col. Marte México 13, D. F. Tel: 5-90-12-87	INFONAVIT-EL ROSARIO Parquería y Calz. delas Armas Azcapotzalco México, D. F. Tel: 5-62-56-62
61. ARQ. SALVADOR VAZQUEZ MARTIN DEL C. Ave. Bosque 114-C Fracc. Pastores Naucalpan-México Tel: 5607447	E.N.E.P.ACATLAN,UNAM Ave. Alcanfores y San Juan Totoltepec San Mateo-México Tel: 3731685
62. ARQ. SERGIO VILLA CARRILLO Av. Hidalgo No. 2-B Lago de Guadalupe Cuautitlan Tel: 5-67-66-00 Ext. 2334	INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO Av. de los 100 Mts. 152 Col. Industrial Vallejo México, D. F.
63. ING. ROBERTO LUIS VILLEDA RUBIN Paseo de España No. 83 Lomas Verdes Secc. III Naucalpan, Edo. de México	PIFU, S. A. Pte. 140 No. 799 Col. Industrial Vallejo México 16, D. F. Tel: 5-67-15-13

HIDRONEUMATICO TRIPLEX



OMATICO PROGRAMADO A PRESION VARIABLE



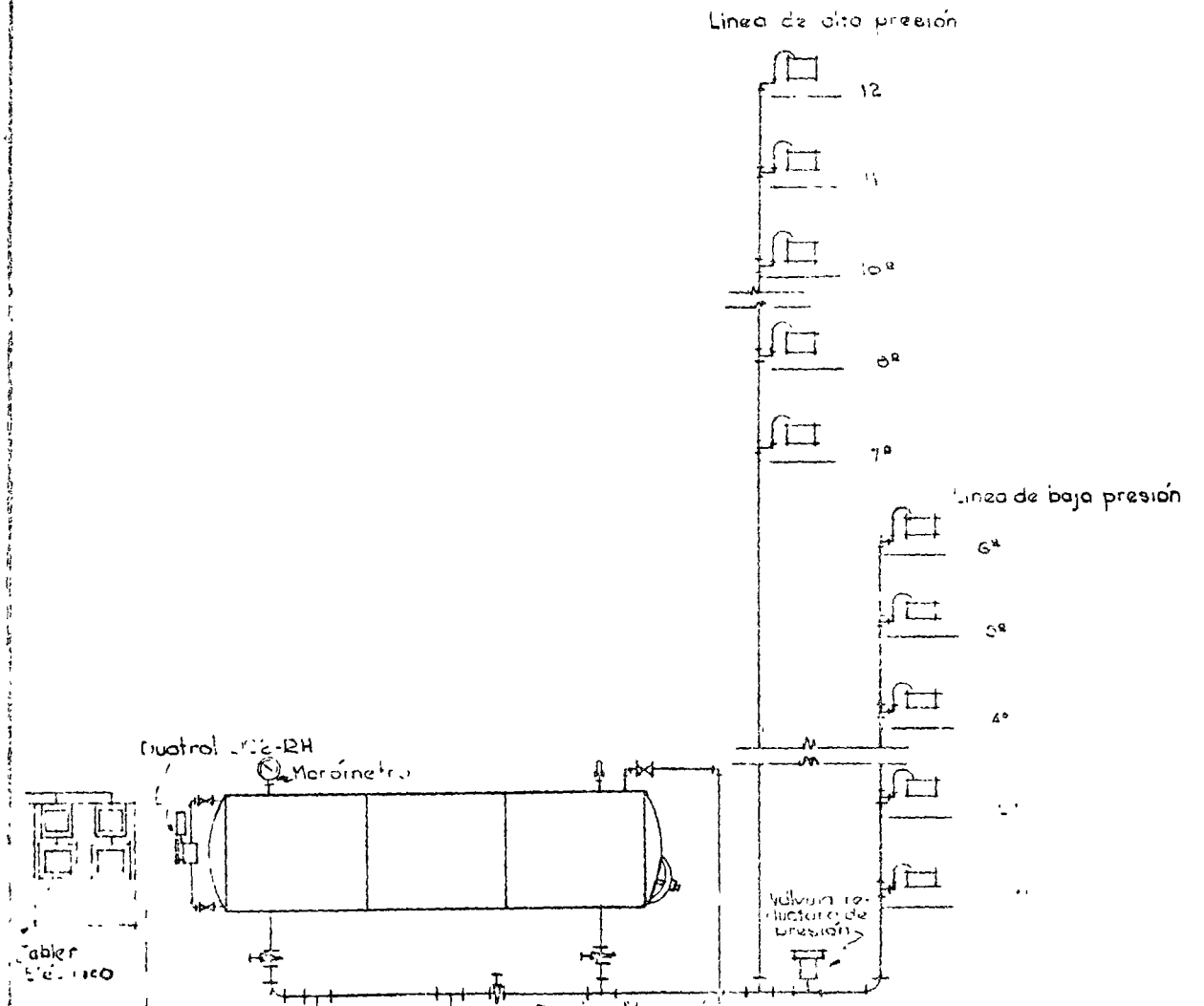
P. I. C S A.

PROYECTOS, INSTALACIONES Y CONSTRUCCIONES, S.A

ESQUEMA FUNCIONAL DE SISTEMA HIDRONEUMATICO

BOMBAS: AURORA PUMP CO.

CONTROLES: AUTOMATIC CONTROL CO.



ABASTECIMIENTO A PRESION VARIABLE
DEFICIENCIA POR VARIACION EN GASTO
DESCARGA EN LLAVES DE 13 MM
BAJA PRESION

DESCARGA 188 LPM

ABASTECIMIENTO A PRESION VARIABLE
DEFICIENCIA POR VARIACION EN GASTO
DESCARGA EN LLAVES DE 13 MM
ALTA PRESION

ESCARGA 226 L P M