

DIRECTORIO DE PROFESORES DEL CURSO
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS
DEL 15 AL 30 DE JUNIO DE 1992.

ARQ. JUAN MANUEL PRIETO ALVA
PRESIDENTE DE JUAN PRIETO CONSULTORES
AMDRS 262, TEL. 639 94 32, 639 28 19 y 6 39 85 38

ING. HECTOR MEDINA MONDRAGON
DEPARTAMENTO DE CALCULO
INGENIERIA Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
CALZ. VALLEJO 58, COL. SAN SIMON, DEL. CUAUHTEMOC, C.P. 06920
TEL. 583 91 11, 597 54 88

ING. JORGE ESQUIVEL FRANCO
GERENTE EN SISTEMAS CONTRA INCENDIO
INGENIERIA Y MANTENIMIENTO S.A.
CALZ. VALLEJO 58, COL. SAN SIMON, DEL. CUAUHTEMOC,
C.P. 06920, TEL. 583 91 11

ING. FERNANDO F. BLUMENKRON GARCIA
PRESIDENTE
SUFETE DE INGENIERIA EN PROYECTOS DE INSTALACIONES S.A.
TEL. 555 16 55, 553 34 41

ING. ALFREDO ARELLANO LOPEZ
DIRECTOR GENERAL
ARELLANO INGENIERIA
DINAMARCA No. 51-201, TEL 207 27 25 y 2 07 02 58 y 98

ING. MANUEL DE ANDA RAMOS

ING. SERGIO HERRERA MUNDO

ARQ. JUAN LUIS GUTIERREZ LERDO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS

INSTALACIONES HIDRAULICAS SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

Del 15 al 30 de Junio de 1992.

FECHA	HORARIO	TEMA	PROFESORES
15 Y 16 DE JUNIO	17:00 a 21:00 hrs.	1. INSTALACIONES DE GAS	ING. FERNANDO BLUMENKRON G.
17 DE JUNIO	17:00 a 21:00 hrs.	2. INSTALACIONES ESPECIALES	ING. ALFREDO ARELLANO LOPEZ
18 Y 19 DE JUNIO	17:00 a 21:00 hrs.	3. INSTALACIONES CONTRA INCENDIO	ARQ. MANUEL DE ANDA RAMOS
22 Y 23 DE JUNIO	17:00 a 21:00 hrs.	4. EQUIPOS DE BOMBAS	ING. JORGE ESQUIVEL FRANCO
24 Y 25 DE JUNIO	17:00 a 21:00 hrs.	5. INSTALACIONES HIDRAULICAS	ING. SERGIO HERRERA MUNDO
26 Y 29 DE JUNIO	17:00 a 21:00 hrs.	6. INSTALACIONES SANITARIAS	ING. HECTOR MEDINA MONDRAGON
30 DE JUNIO	17:00 a 19:00 hrs.	7. INSTALACIONES PLUVIALES	ARQ. JUAN M. PRIETO ALVA
30 DE JUNIO	19:00 a 21:00 hrs.	8. DISEÑO POR COMPUTADORA	ARQ. JUAN LUIS GUTIERREZ LERDO

EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO: INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS
Y DE GAS PARA EDIFICIOS 1992

FECHA: 15 AL 30 DE JUNIO DE 1992.

	DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIO VISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES. (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION).	PUNTUALIDAD	
CONFERENCISTA					
ING. ALFREDO ARELLANO LOPEZ					
ING. FERNANDO BLUMENKRON G.					
ARQ. MANUEL DE ANDA RAMOS					
ING. JORGE ESQUIVEL FRANCO					
ING. SERGIO HERRERA MUNDO					
ING. HECTOR MEDINA MONDRAGON					
ARQ. JUAN M. PRIETO ALVA FFCSI					
ARQ. JUAN LUIS GUTIERREZ LERDO					
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10					

EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

CURSO: INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS
Y DE GAS PARA EDIFICIOS 1992

FECHA: 15 al 30 de Junio de 1992

SU EVALUACION SINCERA NOS
AYUDARA A MEJORAR LOS
PROGRAMAS POSTERIORES QUE
DISEÑAREMOS PARA USTED.

TEMA	ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA	
INSTALACIONES DE GAS					
INSTALACIONES ESPECIALES					
INSTALACIONES CONTRA INCENDIO					
EQUIPOS DE BOMBAS					
INSTALACIONES HIDRAULICAS					
INSTALACIONES SANITARIAS					
INSTALACIONES PLUVIALES					
DISEÑO POR COMPUTADORA					
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10					

EVALUACION DEL CURSO

C O N C E P T O		
1.	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO EN EL CURSO	
EVALUACION TOTAL		

ESCALA DE EVALUACION: 1 A 10

1.- ¿Qué le pareció el ambiente en la División de Educación Continua?

MUY AGRADABLE

AGRADABLE

DESAGRADABLE

2.- Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

PERIODICO EXCELSIOR
ANUNCIO TITULADO DE
VISION DE EDUCACION
CONTINUA

PERIODICO NOVEDADES
ANUNCIO TITULADO DE
VISION DE EDUCACION
CONTINUA

FOLLETO DEL CURSO

CARTEL MENSUAL

RADIO UNIVERSIDAD

COMUNICACION CARTA,
TELEFONO, VERBAL,
ETC.

REVISTAS TECNICAS

FOLLETO ANUAL

CARTELERA UNAM "LOS
UNIVERSITARIOS HOY"

GACETA
UNAM

3.- Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería:

AUTOMOVIL
PARTICULAR

METRO

OTRO MEDIO

4.- ¿Qué cambios haría en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

5.- ¿Recomendaría el curso a otras personas? SI NO

5.a. ¿Qué periódico lee con mayor frecuencia?

6.- ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

7.- La coordinación académica fué:

EXCELENTE

BUENA

REGULAR

MALA

8.- Si está interesado en tomar algún curso INTENSIVO ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES
DE 9 a 13 H. Y
DE 14 A 18 H.
(CON COMIDAD)

LUNES A
VIERNES DE
17 a 21 H.

LUNES A MIERCOLES
Y VIERNES DE
18 A 21 H.

MARTES Y JUEVES
DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 A 21 H.
SABADOS DE 9 A 14 H.

VIERNES DE 17 A 21 H.
SABADOS DE 9 A 13 H.
DE 14 A 18 H.

OTRO

9.- ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

10.- Otras sugerencias:



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

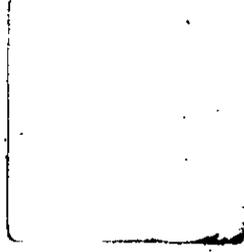
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

1992

INSTALACIONES ESPECIALES

EXPOSITOR: ARQ. JUAN M. PRIETO

JUNIO
1992



JUNIO 17, 1992.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA, U.N.A.M.
PALACIO DE MINERIA.

LOCALES ESPECIALES.

COCINAS, BARES Y LAVANDERIAS EN
HOTELES.-

Las instalaciones hidráulicas, sanitarias, de gas y otras afines, en LOCALES ESPECIALES, como centros de consumo, en hospitales, hoteles, penitenciarias, escuelas, restaurantes y semejantes, requieren de conocimiento de lo sobresaliente y específico y que se pretende dar en el resumen siguiente.

H I D R A U L I C A .

El precio que se ha de pagar por el agua, independientemente de su escasez, obliga a mayor atención en el diseño de las instalaciones y en el instruir al usuario en el uso y ahorro del agua, para evitar desperdicios.

El diseño e ingeniería de instalaciones, estudiados y conocidos -- por los ingenieros del ramo, en su aplicación en centros de consumo, en locales especiales, tomarán en cuenta las recomendaciones de la presente, nacidas de la experiencia.

Aunque las instalaciones resulten mas costosas, para eficientar el ahorro, el mantenimiento y el manejo de todos los servicios, al proyectar, se deben de tomar en cuenta estas recomendaciones.

- 1.- Diseñar y dimensionar las cisternas a su justa medida, para agua cruda.
- 2.- Prever dos o mas cisternas de almacenamiento en conjunto, - para el volumen total.- Esta medida con objeto de poder independizarlas para lavarlas.
- 3.- Aprovechar el agua del vaciado para otros usos previamente determinados,- vr. gr:

- Para renovar agua estancada en cisterna para Bomberos. El agua para incendios, a su vez, se puede usar con presión y por programa, para lavado de fachadas.
 - Para riego programado.
 - Para limpieza de colectores de drenaje y/o alcantarillado.
- 4.- Suavizar únicamente, el caudal de agua necesaria para su uso en cocinas y lavanderías.
- De acuerdo a la dureza de origen, suavizar agua para otros usos, según recomendaciones del caso. La dureza del agua para Cocinas y Lavanderías debe ser de 3.5 a 8 partes por millón.
- 5.- Clorinar agua en estricta necesidad de consumo. Depositarla en cisterna de reposo. Tomar de aquí para el uso programado.
- 6.- El agua clorinada, para preparación de alimentos, en especial para café, tee, bebidas y hielo, debe ser desodorizada. No es recomendable clorinar o desodorizar mas de lo necesario.
- 7.- El agua para calderas NO debe ser clorinada. Usese agua suavizada. Proyectar la cisterna para agua reciclada, para uso programado y específico. Tómese en cuenta que los municipios venderán agua reciclada, a menos precio y para uso específico.
- 8.- Las cocinas y lavanderías entregan agua jabonosa en grandes cantidades, que debe ser reciclada y para uso programado.
- 9.- Diseñar para el manejo de aguas pluviales. No se debe usar el agua pluvial en consumo doméstico, sin diseñar su tratamiento previo.

De ninguna manera se usará esta agua en cocinas.

- 10.- La presión recomendada en la red de agua para cocinas es de 1.5 Kg/cm².
- 11.- El consumo mayor en 8 hrs. se da en el lavado de loza y en Lts./mi. de agua caliente a 60°C. (según tamaño máquina).
- 12.- El consumo instantáneo mayor se da en las marmitas de cocina, donde los gansos de llenado son de 1/2" Ø y la marmita es de 120 a 400 Lts. de capacidad, en promedio. Una gran instalación puede contar con 6 o más marmitas que se llenan 2 a la vez. Se alimentan con agua caliente y fría.
- 13.- El caudal de agua a las llaves de las tarjas de Cocina se puede controlar con rondanas, para limitar el consumo a límites razonables, con la misma presión de la red.
- 14.- El agua caliente en cocinas, a mínima de 60°C, se hace necesaria en el supercalentador de la máquina lavadora de loza. Todas las otras demandas de agua caliente admiten 40°C o menos, si la distribución así lo obliga.
- 15.- El agua caliente a tarjas, donde se usa llave mezcladora y se lava a mano, se recomienda restringir más el caudal de agua caliente que el de fría.
- 16.- El agua caliente debe tener vía de retorno, con bomba y, tanto la línea de suministro, como de retorno, deben ser aisladas.
- 17.- Los ingenieros de diseño de las redes de distribución de agua caliente y fría exigirán con derecho, de los asesores en el diseño de los servicios de Alimentos y Bebidas, así como de lavandería, las respectivas memorias y gráficas de consumo por horarios de trabajo y que habrán servido de base para las guías mecánicas de cada especialidad.
- 18.- Se recomienda el uso de tubería de cobre en las instalaciones, debidamente protegido de los efectos del yeso u otros materiales que le deterioran.

- 19.- En todas las tomas de agua, fría o caliente, se deberá instalar una llave de paso, para casos de servicios.
- 20.- No olvidar los amortiguadores para el golpe de ariete.
- 21.- En aquellos casos en que la conexión de agua fría o caliente sea fija y directa a los aparatos que la requieren y los que usan para limpieza y cocción, deberá hacerse dicha conexión siempre por arriba con válvula anti-sifón o interruptor de aire para evitar el retroceso de agua sucia al ramal principal.
- 22.- En casos de intercambiadores de calor a vapor o simples calentadores para agua en uso exclusivo de las cocinas, se deberá instalar check en la línea de entrada de agua fría a los mismos para evitar el retroceso de agua caliente a las líneas de agua fría.
- 23.- Se probarán las líneas de agua en general con agua a 100 lbs. (8 Kg.) por cuarenta y ocho horas antes de aislar las líneas de agua caliente y ahogar las líneas de agua que resulten empotradas en los muros.
- 24.- Toda línea visible de la red hidráulica, deberá ir pintada a color, conforme al código vigente.

Agua fría.- Esmalte azul _____

Agua caliente. Esmalte rojo _____

Retorno agua caliente Esmalte rojo _____

Agua reciclada. Aún no determinado.

Agua para bomberos. Esmalte rojo con franjas blancas
 _____ I _____ I _____

Agua para riego. Esmalte verde _____ R _____ R _____

Vapor. Esmalte púrpura sobre forro aislante _____ V _____ V _____

Condensado de vapor baja presión: Esmalte púrpura sobre forro aislante _____ ◊ _____ ◊ _____

Vapor baja presión. Esmalte púrpura sobre forro aislante.
 _____ ◊ _____ ◊ _____

Retorno de condensados a presión. Esmalte púrpura sobre forro aislante. _____ C _____ C _____

Aire comprimido. Esmalte violeta _____ A _____ A _____

Oxigeno. Esmalte crema _____ 0 _____ 0 _____

Gas.

Llenado: Esmalte rojo G G

Distribución: Esmalte amarillo

Alta presión: Esmalte amarillo con franjas rojas I I

Drenaje.

Aguas negras. Esmalte café

Aguas jabonosas. Aún no clasificado.

Aguas pluviales. Esmalte gris

NOTAS DEL PARTICIPANTE:

V A P O R.

Las recomendaciones siguientes, que nacen de la experiencia, son dignas de tomarse en cuenta y no deben afectar lo que, por escuela, hacen los ingenieros al proyectar instalaciones de vapor.

- 1.- Se proporcionará VAPOR limpio y seco a la presión y caudal indicado para el consumo general de todos los servicios de la cocina de acuerdo con las memorias de mecánica, asegurando los diámetros de toma de acuerdo con los pedimentos. Donde sea necesario una válvula adicional reductora de presión, ésta se instalará accesible y lo más próximo posible al aparato que la requiere. En ambos casos, se instalará un manómetro que indique, en Kgs., la presión de entrega.
- 2.- En cada troncal de VAPOR se colocará, al principio, un Bypass, una llave general, un filtro y trampa que permitan la entrega adecuada de VAPOR a los aparatos de acuerdo con la memoria de mecánica. Si estos elementos quedan en lugar visible, se puede instalar aquí también un manómetro que registre la presión del VAPOR en la línea de uso a la cocina.
- 3.- Las líneas troncales principales deberán de tener su declive normal hacia la trampa de condensado. Las trampas deberán instalarse con la frecuencia debida. En la parte más baja, pero accesible, sobre dren de piso, se debe colocar una válvula de purga, para desaguar.
- 4.- La línea principal de retorno de condensado deberá tener su declive normal de retorno hacia el tanque receptor.
- 5.- Todos los entronques de las líneas de condensado al ramal principal deberán ser por arriba y con conexiones que permitan movimiento por expansión, en cualquier sentido.
- 6.- Los entronques de ramales de VAPOR hacia los diversos aparatos deberán de efectuarse siempre tomados de arriba del troncal principal y con conexiones que permitan la expansión en cualquier sentido y cada aparato será dotado de válvula de control de paso.

- 7.- Las líneas de VAPOR, en general, deberán ser dotadas de juntas de expansión necesarias para garantizar su movimiento libre.
- 8.- Ni las líneas troncales, ni los ramales, deberán quedar fijos y ahogados en mampostería, debiendo ser protegidos los pasos de las líneas de VAPOR, por muros o pisos, con manga de sección de tubo pre-fijado, de diámetro tres veces mayor a la línea de VAPOR que lo cruza.
- 9.- La suspensión de las líneas de VAPOR, en general, bajo lozas de pisos o techos o en sótanos o paredes, deberá hacerse, preferentemente por medio de ménsulas del sistema de rodillo en horquilla, con nivelador y para el movimiento libre longitudinal de los tubos. Estos soportes no más distantes de 2.44 mts. entre sí.
- 10.- Los ramales subterráneos se tenderán en roce directo sobre la plantilla de ductos de tabique dentro de los rellenos que se hagan bajo los firmes de pisos con bóvedas de tabique u otro material. Estos tendidos también estarán aislados. En cada salida vertical de VAPOR en el piso, en estos casos, se formará un registro desmontable de 0.40 x 0.40 mínimo. Al centro irá el tubo de VAPOR y con la protección de manga de tubo de paso precolado como antes indicamos en el inciso número 8.
- 11.- Al terminar los pisos sobre los firmes, se recibirán las líneas de VAPOR debidamente aisladas, con unos chapetones tubulares y rechazados, de acero inoxidable que protejan, en 0.10 ctms. de altura, al aislante y sellen el piso contra paso de humedad y agua al ducto subterráneo donde vaya el ramal de VAPOR.
- 12.- Las líneas de abastecimiento de VAPOR deberán ser forradas con aislante de efectividad aprobada. También las juntas de expansión, codos y tees deberán ser aisladas.
- 13.- También las líneas de retorno de VAPOR deberán ser suspendidas, como la línea viva, para permitir expansiones y contracciones y con juntas de expansión donde sea necesario.

- 14.- Se recomienda probar el sistema de VAPOR, con las propias calderas, antes de cubrir con aislante o enterrar los tubos subterráneos. De no ser posible esta práctica, deberá probarse el sistema por 48 horas con presión de agua a 150 lbs. (12 Kgrs). De cualquier manera, los tubos de VAPOR; a la vista, no se cubrirán de aislante hasta no haber probado con vapor de las calderas.

 - 15.- Se instalarán válvulas de purga de aire en todos los extremos de los ramales cerrados y con jarros de escape a la intemperie o a donde menos dañen.

 - 16.- No se permitirá que tubos de VAPOR o su condensado, toquen o crucen a menos de 0.20 de distancia de conduits eléctricos o resulten paralelos por tramos mayores de un metro.

 - 17.- Dentro de los núcleos de las marmitas, a la vista, deberá quedar colocado un manómetro con su llave de paso y filtro que indique la presión disponible de VAPOR. No será difícil que sea necesario, en este caso, una válvula de purga de aire inmediato al manómetro.

 - 18.- Cuando el servicio de agua caliente sea para uso exclusivo de las cocinas y a base de intercambiador de calor a Vapor, el tamaño y colocación del mismo lo determinarán los propios equipos, por su requerimiento de volumen de agua caliente y su temperatura, y se recomienda su colocación próxima al mayor consumo y también la colocación de válvula de seguridad accesible, pero en sitio que no sea peligroso a los trabajadores.
- Las instalaciones de VAPOR se pintarán en color: púrpura y las de retorno en color: púrpura (Ver tablas).
- 20.- El caudal de vapor indicado, a la presión señalada, debe ser garantizado por el ingeniero calculista de ramaleos, de reguladores y de las calderas.

NOTAS DEL PARTICIPANTE: _____

EXIGENCIAS DE VAPOR DE DIVERSOS EQUIPOS.
EN BASE A UNA PRESION DE 1.5 Kg/cm²

	<u>BHP/HR.</u>	<u>KG/HR.</u>	<u>UNIDAD</u>
COCEDOR A PRESION	1	15.6	POR COMPARTIMENTO. Trae regulador p/entrega de vapor a 40 y 02.
MARMITAS A VAPOR:			
10 GAL.	1/2	7.8	40 LTS.
20 GAL.	1	15.6	80 LTS.
30 GAL.	1 1/2	23.4	120 LTS.
40 GAL.	2	31.2	160 LTS.
60 GAL.	3	46.8	240 LTS.
80 GAL.	3 1/2	54.6	320 LTS.
100 GAL.	4	62.4	400 LTS.
150 GAL.	6	94.7	600 LTS.
CAFETERAS A VAPOR	1/20	0.78	POR GALON DE CAPACIDAD (3.7 LTS).
BAÑOS MARIA-COCINA	1 3 1/3	15.6 51.14	PIE LINEAL (0.305 m). METRO LINEAL.
MESAS CALIENTES	1/4	3.92	PIE LINEAL.
BAÑO MARIA EN PANTRY	4/5	12.85	METRO LINEAL.
MESAS CALIENTES GABINETE EN PANTRY	1/4 a 1/3	3.9 a 5.2	METRO CUADRADO.
CALENTADOR DE PLATOS DE .41 DE FONDO.	1/2 1 1/2	7.84 26	PIE LINEAL. METRO LINEAL.
GABINETE DE MACE- RACION	3/4 1/4	12 4	HASTA P/20 CHAROLAS. POR RACK.
TARJA P/OLLAS, DE .61 x .61 x .46	1 1/2	26	POR CADA TARJA.
LAVADORAS DE LOZA	1	15.6	POR CADA TANQUE. VEASE CATALOGO DE
SUPER CALENTADORES	4/5 12/5 5 1/3 5	11 22 84 80	POR CADA CAÑA. POR CADA CAÑA POR CADA CAÑA POR CADA CAÑA

UNIDADES

1	HP	CALDERA	=	34.5	LIBRAS VAPOR/HORA.
1	HP	CALDERA	=	15.68	KG VAPOR/HORA.
1	HP	POR HORA	=	2547	BTU
1	HP	POR HORA	=	0.746	KW.
1	HP	POR HORA	=	641.7	CALORIAS.

TEMPERATURAS DEL VAPOR SEGUN SU PRESION.

KG/cm ²	LBS/pulg ²	°C.	°F.	
0.	0	100.0	212	
.35	5	108.3	227	
.70	10	115.4	240	DATOS TEORICOS AL NIVEL DEL MAR, VARIAN CON LA ALTURA
1.00	14.2	120.0	248	EN LA CD. DE MEXICO SE REDUCEN EN 8°C +
1.41	20	126.1	259	
2.00	28.4	132.8	271	
2.11	30	134.4	274	
3.00	42.7	143.2	290	
4.00	56.9	151.0	304	
4.22	60	152.6	307.	

NOTA. Un caballo caldera equivale a 34.5 lbs. de vapor por hora.
No se confunda la presión de vapor con el caudal de vapor.

GASTO MAXIMO DE VAPOR A TRAVES DE VALVULAS
REGULADORAS DE PRESION DE VAPOR.

<u>PRESION</u>		<u>DIAMETRO NOMINAL.</u>	
ENTRADA KG/cm ²	SALIDA KG/cm ²	12.7mm (Kg/hr.	19mm (Kg/hr).
10.5	2.1	93.0	328.9
8.75	2.1	76.7	281.2
7.0	2.1	64.9	229.1
5.6	2.1	49.4	197.8
4.2	2.1	39.5	143.8

CONSUMO CRITICO SIMULTANEO:

SE ESTABLECE POR LOS SIGUIENTES APARATOS:

MARMITAS. (EL TOTAL DE ELLAS).	1 HORA.
BAÑOS MARIA	1 HORA.
CALENTADOR DE PLATOS.	1 HORA.
BOOSTER O SUPERCALENTADOR	1/2 HORA.
MAQUINA LAVADORA (LA SUMA DE LOS TANQUES).	1/2 HORA.

G A S.

En estos cursos de Educación Continua, de Ingeniería de la UNAM, se contempla un Capítulo amplio y específico sobre el gas.

Sería ocioso duplicar datos o información que, seguramente, serán tratados con amplitud en el Capítulo de Gas.

Ponemos a consideración algunos puntos que, por experiencia, se relacionan muy particularmente con el uso de gas LP en cocinas institucionales.

Las instalaciones de gas para cocinas deben ser diseñadas por Peritos registrados en la Secretaría de Industria y Comercio.

- 1.- Los diámetros de los principales ramales de tubo deberán garantizar el caudal de GAS a la presión constante indicada donde lo requieren los caloríferos de acuerdo con la memoria de mecánica para estos aparatos. Se podrá usar tubo negro. De preferencia, se usará tubo de cobre.
- 2.- Aparte de las llaves necesarias de paso en los ramales y una general en cada troncal de los tanques, deberá instalarse una llave de cuadro auxiliar para permitir servicios antes de cada aparato o aparatos en serie, que requieren GAS. Estas llaves deberán quedar accesibles.
- 3.- En ningún caso deberán quedar los tubos de GAS empotrados ocultos, como se hace con los conduits para instalaciones eléctricas, siendo permitido el esconderlos detrás de los muebles o en rincones. Sólo se ocultarán derivaciones cortas al cruzar los muros u obligadas en lambrines o secciones de piso para llegar a muebles en isla. Los empotramientos en lambrín serán ahogados en cemento. No se debe usar yeso o mezcla de cal.
Usar tramos de tubo sin uniones.
- 4.- El codo inferior más bajo, donde llegue por gravedad todo el contenido del sistema hermético de tubo para gas, deberá tener una prolongación en "T" vertical, hacia abajo,

de 0.50 mínimo y con llave de cuadro y tapón, para purga en el extremo inferior, con objeto de atrapar condensaciones que puedan obturar el paso de GAS. Esto siempre y cuando no resulte en sótano o lugar cerrado. Esta punta de purga deberá quedar en el exterior y a la interperie.

- 5.- En el mismo lugar de la "T", para la purga antes referida, puede colocarse un manómetro permanente para indicar la presión en onzas o en pulgadas y el cual puede servir, además, para la prueba de fugas. Deberá quedar accesible, protegido y marcado con rótulo que, además, indique, "PELIGRO GAS".
- 6.- Al quedar totalmente terminada la instalación y antes de ocultarse, o conectarse los muebles, deberá probarse por 48 horas a 100 lbs. de presión de aire o gas CO². No debe de usarse agua para la prueba. Asimismo deberá purgarse la instalación con aire a presión, de punta a punta, en el sentido del flujo del gas, para desalojar mugre que pueda perjudicar las válvulas y el equipo.
- 7.- No deberán usarse llaves para agua en líneas de GAS.
- 8.- El tamaño de los tanques de GAS deberá garantizar una cantidad suficiente de GAS para el consumo del total de los aparatos el mínimo de días que señale el proveedor de gas de la localidad, de acuerdo con su posibilidad de entregas.
- 9.- El sitio de colocación del tanque fijo para GAS y su tamaño, determinará, la característica de las líneas de abastecimiento y su tendido.
- 10.- El regulador de presión, comunmente ubicado a la salida del gas del tanque, si presenta un impedimento para el diseño del ramal de gas, puede colocarse en lugar más próximo al consumo, pero la línea de alta presión deberá ser protegida de golpes y descuidos por tráfico de servicios, señalada claramente y a la interperie, lejos de para-rayos.

11.- La toma de abastecimiento de los tanques deberá quedar de preferencia a la interperie o en lugar bien ventilado y protegido con puerta metálica con chapa inviolable y llevará dentro, además, de ser posible, un micrófono con bocina de intercomunicación a la administración. Donde esta línea deberá ser interior, podrá colocarse dentro de camisa hermética de tubo de mayor diámetro y la cual tendrá las bocas abiertas a la interperie en el extremo superior y en el extremo inferior.

Cualquier derivación horizontal de línea transversal concéntrica llevará la salida sellada con sellador Dow para evitar posibles fugas de la camisa en caso de rotura del tubo interior que conduce el gas.

12.- Para casos de incendio, la línea principal de abastecimiento de gas, deberá contar con una válvula de cierre instantáneo, accesible para su reposición y que actúe bajo tensión del disparador, sea eléctrico o por la presión del impulsor del sistema contra incendio.

13.- Adicional a la válvula de cierre por reacción al sistema contra incendio, se recomienda válvula de cuadro para ser cerrada manualmente, en caso de incendio o para interrupción momentánea del gas. Este género de válvula se recomienda en una posición cercana a la salida de la cocina y a 1.80 mts., de altura o más.

14.- Píntense todas las líneas de GAS en color amarillo. a baja presión visibles. (Ver tabla).

NOTAS DEL PARTICIPANTE:

D R E N A J E .

La escaséz y el costo creciente del agua, obliga, cada vez más, a el uso de agua reciclada, sea comprada al municipio o tratada en plantas propias de la finca.

Para el aprovechamiento de agua de drenaje reciclada, o para el uso de agua reciclada del Municipio, se imponen modalidades nuevas de diseño de drenaje de agua de cocinas y lavanderías.

Se impone el diseño de, cuando menos, 2 línea de drenaje: la de aguas negras y la de aguas jabonosas. Si el detergente en uso de limpieza de pisos, es muy enérgico, el drenaje de pisos se llevará a aguas negras, obligando a que el vuelco de agua de tarjas y, aparatos de cocinas, se lleve a charolas con cespól integral elevados del piso, cuando menos 5 cms.

Estas charolas recogen el derrame de los muebles en forma abierta, sin conexión directa con el drenaje.

Todas estas aclaraciones no desvirtúan la validéz de las observaciones dadas a continuación, recogidas de la experiencia:

- 1.- Ningún tendido de drenaje deberá ser menor de 3" (0.076) de diámetro interior. Aún cuando las conexiones de algunos muebles sean pequeñas.
- 2.- Ningún ramal con tres o más tributarios deberá ser menor de 4" (0.102) de diámetro.
- 3.- Ningún tendido horizontal de drenaje tendrá menos de 1.5% de declive. (sólo los colectores principales pueden tener el mínimo de 0.05 por metro de declive).
- 4.- Todos los entronques de drenaje deberán ser a 45° de ángulo.

- 5.- Todos los drenajes ocultos interiores deberán ser FoFo o de tubo galvanizado cuando sea permitido un diámetro de 2". En desagües de Agua Caliente no se debe usar el tubo P.V.C. Si podrá usarse tubo de cobre.
- 6.- Se impone la instalación de doble ventilación para evitar la acción nociva del sifón. En todos los casos de céspeol o de obturador hidráulico se instalará una ventila.
- 7.- Los tubos horizontales de ventilación también tendrán un declive mínimo de 1.5%. Diseñese a manera que nunca se inunden.
- 8.- Todos los tubos de ventilación deberán ser de 1 1/2" - (0.038) de diámetro interior mínimo y galvanizados y deberán prolongar por encima de los techos no menos de 0.60. Se protegerán los extremos de los tubos de ventilación con capuchones de remate de tipo permanente de fierro galvanizado, con reja para insectos. El uso de tubo P.V.C., a discreción del proyectista.
- 9.- Los registros a los albañales serán "de Plomería" al ras de piso o con conexiones de fierro fundido, en los colectores bajo los pisos, donde los sótanos lo permitan. Dentro de los locales, se recomienda NO usar registros de albañal de mampostería.
- 10.- Se instalarán cajas interceptoras de grasa y/o residuos, del modelo seleccionado, donde lo indiquen las memorias de mecánica y se fijarán en tal forma que sea fácil de vaciarlas por arriba del piso, debiendo quedar sus tapas como registros al nivel del piso acabado. Las cajas se pondrán a nivel perfecto.
- 11.- Todas las cajas de grasa estarán dotadas de su propia ventilación, con jarro de aire siempre a nivel superior al nivel estático del mueble que descarga a esta caja.
El control de flujo para el paso del drenaje se impone a la descarga de las tarjas o muebles, en forma manual.

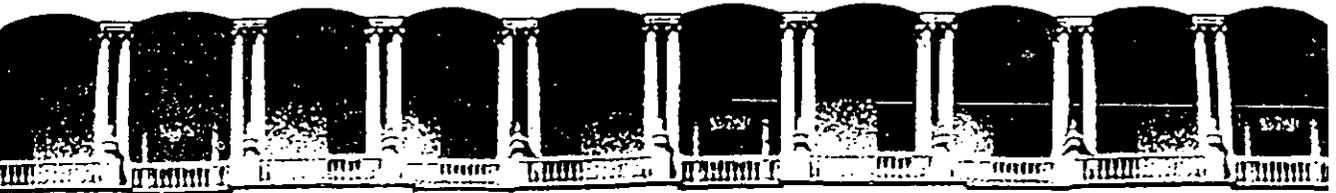
- 12.- El uso de trituradores para desperdicios obliga a:
 - 1o.- Asegurar que el colector público admita el bagazo que descarga este aparato.
 - 2o.- Que hay abundancia de agua a tirar al drenaje.
 - 3o.- Que el ramal del colector no sea menor a 4"Ø. (0.10).
 - 4o.- Que la obturación sea con céspol visible y desarmable, de conexiones de tubo galvanizado, en el mismo diámetro del aparato, según su modelo, con ventilación y sin que su desagüe pase por cajas de grasa.
 - 5o.- Conexión del cespól al colector con manguera flexible para evitar vibraciones.
- 13.- Normas actuales de Salubridad prohíben la conexión directa de desagües de muebles, en contacto con alimentos, en su preparación o de aparatos que preparan o lavan alimentos o utilería y loza empleados en la preparación de alimentos, al colector de drenaje. Esta disposición restringe el uso de trituradores.
- 14.- Ningún resumidero de los muebles o aparatos de la cocina llevará desagüe conectado por cespól, directamente a los drenajes. El vuelco de agua al drenaje debe ser aéreo, sobre un cespól para charola de piso.
- 15.- La descarga de tarjas y lavadoras para loza, en óptimas condiciones se recomienda sea abierta, sobre una charola de piso, dimensionada debidamente, y conectada a caja de grasa, según el caso. Estas charolas tendrán rejilla o colador interceptor de sólidos. También podrán llevar reja desmontable a nivel de piso para el tránsito de equipo móvil.
- 16.- No debe conectarse el desagüe pluvial a los albañales de aguas negras.
- 17.- Todo paso de drenaje por junta constructiva de expansión deberá cruzar dentro de manga con mínimo de 2 diámetros de colector de drenaje.

- 18.- Pruébense los drenajes con carga estática (llenos de) agua por 48 horas. En especial deberán probarse por este método todos los drenajes ocultos, antes de ser tapados.

- 19.- El drenaje de agua jabonosa, a reciclaje, requiere de red paralela de drenaje.

- 20.- Los drenajes serán pintados de café:

NOTAS DEL PARTICIPANTE:



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

*INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA
EDIFICIOS*

SISTEMAS CONTRA INCENDIO

ING. JORGE ESQUIVEL

*JUNIO
1992*

El tema de instalación contra incendio se desarrollará conforme al siguiente índice que se divide en 3 capítulos.

En el primer capítulo haremos un recorrido rápido de los artículos contenidos en el Reglamento y sus Normas Técnicas Complementarias, comentando los aspectos más sobresalientes dejando un poco de lado lo que resulte obvio y concentrando nos un poco más en lo que requerirá de mayor información.

En el segundo capítulo se tratará de resumir los principios básicos de instalaciones contra incendio, haciendo una descripción somera de las características de los diversos componentes de los sistemas de protección contra incendio.

Por último podremos hacer un ejercicio de aplicación y concluir con una sesión de preguntas y respuestas.

2-14 Power Supply Dependability.

2-14.1 Electric Supply. Careful consideration shall be given in each case to the dependability of the electric supply system and the wiring system. This shall include the possible effect of fire on transmission lines either in the property or in adjoining buildings that might threaten the property.

2-14.2 Steam Supply. Careful consideration shall be given in each case to the dependability of the steam supply and the steam supply system. This shall include the possible effect of fire on transmission piping either in the property or in adjoining buildings that might threaten the property.

2-15 Shop Tests.

2-15.1 Each individual pump shall be tested at the factory to provide detailed performance data and to demonstrate its compliance with specifications.

2-15.2 Before shipment from the factory, each pump shall be hydrostatically tested by the manufacturer for a period of time not less than 5 minutes. The test pressure shall not be less than one and one-half times the sum of the pump's shutoff head plus its maximum allowable suction head but in no case shall it be less than 250 psi (17 bars). Pump-casings shall be essentially tight at the test pressure. During the test, no objectionable leakage shall occur at any joint. In the case of vertical turbine-type pumps, both the discharge casting and pump bowl assembly shall be tested.

2-16* Pump Shaft Rotation. Pump shaft rotation

shall be determined and correctly specified and shall be determined and correctly specified for each fire pump and equipment including the fire pump.

2-17* Alarms. Various sections of the standard shall require alarms to call attention to important conditions that may exist in the complete fire pump equipment.

2-18* Pressure Maintenance (Jockey or Make-up Pumps).

2-18.1 Pressure maintenance pumps shall have rated capacities not less than any normal leakage rate. They shall have discharge pressure sufficient to maintain the desired fire protection system pressure.

2-18.2 A check valve shall be installed in the discharge pipe.

2-18.3* Indicating butterfly or gate valves shall be installed in such places as needed to make the pump, check valve, and other miscellaneous fittings accessible for repair. (See Figure A-2-18.3.)

2-18.4* Where a centrifugal-type pressure maintenance pump has a shutoff pressure exceeding the working pressure rating of the fire protection equipment, or where a turbine vane (peripheral) or a positive displacement (reciprocating or rotary) type of pump is used, a suitable relief valve shall be installed on the pump discharge to prevent damage to the fire protection system.

2-18.5 A fire pump shall not be used as a pressure maintenance pump.

2-19 Summary of Fire Pump Data. (See Table 2-19)

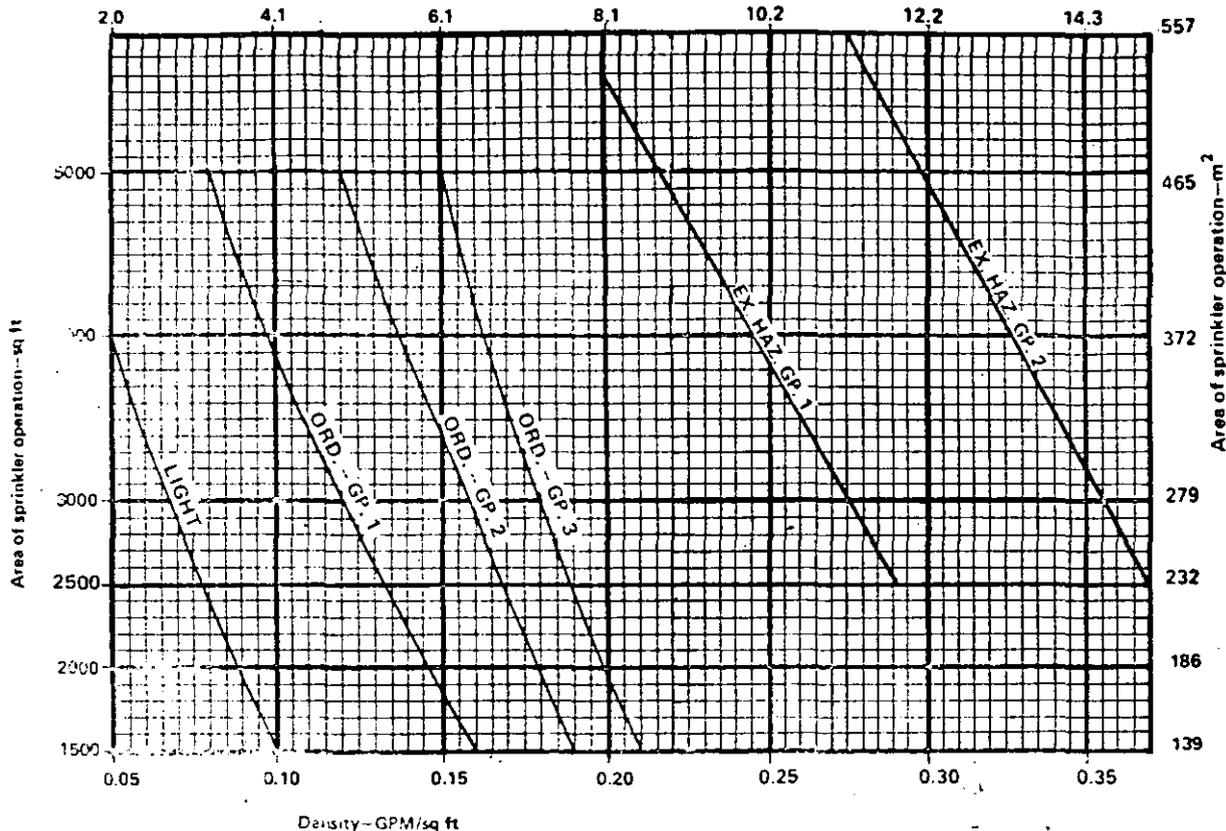
Table 2-19 Summary of Fire Pump Data

Pump Rating gpm L/min	Minimum Pipe Sizes (Nominal)							Hose Header Supply in.
	Suction in.*	Discharge in.*	Relief Valve in.	Relief Valve Discharge in.	Meter Device in.	Number and Size of Hose Valves in.		
25 (95)	1	1	3/4	1	1 1/4	1 - 1 1/2	1	
50 (189)	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2	1 - 1 1/2	1 1/4	
100 (379)	2	2	1 1/2	2	2 1/2	2 - 1 1/2	2	
150 (568)	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	3	1 - 2 1/2	2 1/2	
200 (757)	3	3	2	2 1/2	3	1 - 2 1/2	2 1/2	
250 (946)	3 1/2	3	2	2 1/2	3 1/2	1 - 2 1/2	3	
300 (1136)	4	4	2 1/2	3 1/2	4 1/2	1 - 2 1/2	3	
400 (1514)	4	4	3	5	4	2 - 2 1/2	4	
450 (1703)	5	5	3	5	4	2 - 2 1/2	4	
500 (1892)	5	5	3	5	5	2 - 2 1/2	4	
750 (2839)	6	6	4	6	5	3 - 2 1/2	6	
1000 (3785)	8	6	4	8	6	4 - 2 1/2	6	
1250 (4731)	8	8	6	8	6	6 - 2 1/2	8	
1500 (5677)	8	8	6	8	8	6 - 2 1/2	8	
2000 (7570)	10	10	6	10	8	6 - 2 1/2	8	
2500 (9462)	10	10	6	10	8	8 - 2 1/2	10	
3000 (11355)	12	12	8	12	8	12 - 2 1/2	10	
3500 (13247)	12	12	8	12	10	12 - 2 1/2	12	
4000 (15140)	14	12	8	14	10	16 - 2 1/2	12	
4500 (17032)	16	14	8	14	10	16 - 2 1/2	12	
5000 (18925)	16	14	8	14	10	20 - 2 1/2	12	

* Actual pump ratings may be less than pump size

Density Curves

Density—(L/min) / m²



For SI Units: 1 sq ft = 0.0929 m²; 1 gpm/sq ft = 40.746 (L/min)/m².

Figure 2-2.1.1(b).

Table 2-19 Summary of Fire Pump Data

Pump Rating gpm L/min	Minimum Pipe Sizes (Nominal)						
	Suction in.*	Discharge in.*	Relief Valve in.	Relief Valve Discharge in.	Meter Device in.	Number and Size of Hose Valves in.	Hose Nipples Supply in.
25 (95)	1	1	3/4	1	1 1/4	1 - 1 1/2	1
50 (189)	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2	1 - 1 1/2	1 1/4
100 (379)	2	2	1 1/2	2	2 1/2	2 - 1 1/2	2
150 (568)	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	3	1 - 2 1/2	2 1/4
200 (757)	3	3	2	2 1/2	3	1 - 2 1/2	2 1/2
250 (946)	3 1/2	3	2	2 1/2	3 1/2	1 - 2 1/2	3
300 (1136)	4	4	2 1/2	3 1/2	4 1/2	1 - 2 1/2	3
400 (1514)	4	4	3	5	4	2 - 2 1/2	4
450 (1703)	5	5	3	5	4	2 - 2 1/2	4
500 (1892)	5	5	3	5	5	2 - 2 1/2	4
750 (2839)	6	6	4	6	5	3 - 2 1/2	6
1000 (3785)	6	6	4	8	6	4 - 2 1/2	6
1250 (4731)	8	8	6	8	6	6 - 2 1/2	8
1500 (5677)	8	8	6	8	8	6 - 2 1/2	8
2000 (7570)	10	10	6	10	8	6 - 2 1/2	8
2500 (9462)	10	10	6	10	8	8 - 2 1/2	10
3000 (11355)	12	12	8	12	8	12 - 2 1/2	10
3500 (13247)	12	12	8	12	10	12 - 2 1/2	12
4000 (15140)	14	12	8	14	10	16 - 2 1/2	12
4500 (17032)	16	14	8	14	10	16 - 2 1/2	12
5000 (18925)	16	14	8	14	10	20 - 2 1/2	12

(2)

6.- AREA DE COBERTURA DE UN ROCIADOR RIESGO LIGERO = 130 FT²

$$Roc = \frac{1500 \text{ FT}^2 \text{ (AREA REMOTA)}}{130 \text{ FT}^2 \text{ (COBERTURA P/ ROCIADOR)}} = 11.5 \approx 12 \text{ ROCIADORES}$$

SI LA DENSIDAD = 0.10 GPM/FT²

$$1500 \text{ FT}^2 \times 0.10 \text{ GPM/FT}^2 = 150 \text{ GPM}$$

COMPROBACION DE LA TABLA DT-5

<u>DENSIDAD</u>	<u>130 FT²</u>
con 0.10	13.0 GPM y 5.4 PSI

12 ROCIADORES X 13.0 GPM = 156 GPM. APROX POR CONSUMO DE ROCIADORES FALTANDO ELABORAR EL CALCULO HIDRAULICO

total.

7.- CALCULO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA INCENDIO :

$$Q_{\text{Hidrantes}} = 100 \text{ GPM}$$

$$Q_{\text{Rociadores}} = 150 \text{ GPM}$$

$$Q_{\Sigma} = 250 \text{ GPM}$$

$$250 \text{ GPM} \times 30 \text{ MIN} \times 3.785 = 28,388.00 \text{ LTS. MINIMO NFPA}$$

- Pero para el descuento máximo en México para el seguro (dos horas 120 min)

$$250 \text{ GPM} \times 120 \text{ min} \times 3.785 = 113,550 \text{ LTS} \quad \text{RESERVA DE AGUA}$$

8.- BOMBAS DE INCENDIO
 de la tabla 2-19 NFPA - 20
 Vemos que sí hay bombas de 250 GPM

LAS BOMBAS DE INCENDIO:

Bomba Jockey

Q = 25 GPM FT = 288 125 PSI (Suponiendo)

$$BHP = \frac{25.0 \times 125 \times 2.31 \times 1.0}{3960 \times 0.65} = 2.8 \quad 3 \text{ HP}$$

Bomba de Servicio

Q = 250 GPM A = 288 125 PSI

$$BHP = \frac{250 \times 125 \times 2.31 \times 1.0}{3960 \times 0.65} = 2.8 \quad 30 \text{ HP}$$

Bomba de servicio en

Emergencia

Q = 250 GPM FT= 288 125 PSI

GHP = 28 X 1.2 (% de mas para la capacidad
 de Bomba de Emergencia)

BHP = 34

* NOTA:

- 1.- LAS BOMBAS DE INCENDIO DEBERAN DE SER CAPACES DE SUMINISTRAR EL e1 150% DEL GASTO A UNA PRESION DE DESCARGA NO MENOR DEL 65% - (VER FIGURA A-3-2.1 DEL NFPA - 20)

Es conveniente aclarar que las normas de NFPA son muy extensas, pero - que para este Reglamento basta con consultar las siguientes publicacio- nes:

PANFLETO	13	NFPA	Sistemas de Rociadores
PANFLETO	13A	NFPA	Mantenimiento de sistemas de rociadores
PANFLETO	14	NFPA	Sistemas de Hidrantes
PANFLETO	20	NFPA	Bombas centrífugas
PANFLETO	23	NFPA	Almacenaje general en interiores
PANFLETO	23/C	NFPA	Almacenaje en racks.

APENDICE F:

Sistemas hidráulicos calculados y balanceados.

Definición:

Un sistema de rociadores hidráulicamente calculado y balanceado es - aquel en que los diámetros de tubería son seleccionados en base a las pérdidas de carga, para proporcionar una densidad preseleccionada, ga- lones por minuto por pie cuadrado (litros/min./m²). distribuida con un grado razonable de uniformidad sobre un área específica. Esto permi- te la selección de diámetros de tubería que concuerden con las carac- terísticas del abastecimiento de agua disponible. La densidad y área - de aplicación variará con el grado de peligrosidad del riesgo.

APENDICE G:

Fuentes de Abastecimiento:

Bombas contra incendio

Tubería principal de alimentación

Sistema de rociadores

Espaciamiento

Hidrantes

Supervisión, identificación de los sistemas y observaciones generales

Con esto se ha intentado cubrir en forma breve el aspecto reglamenta- rio y la normatividad tanto nacional como extranjera que pudiera en - algún momento ser de ayuda para una información más completa de los - sistemas de protección contra incendio.

GUIA PARA CALCULO DE ROCIADORES

1.- SELECCION Y ANALISIS DEL RIESGO SEGUN SERVICIO Y MATERIALES DEL EDIFICIO.

- Ligero
- Ordinario I, II ó III
- Extra 1 ó 2

2.- SE CONSULTA LA TABLA 2 - 2.1 (b) N F P A. " 13 "

PARA EFECTOS DE ESTA GUIA SE SELECCIONA RIESGO LIGERO, POR LO TANTO EN LA TABLA SE OBSERVA

<u>RIESGO</u>	<u>MANGUERAS</u>	<u>DURACION</u>
Ligero	100 G P M	30 minutos (mínimo)

3.- ABASTECIMIENTO DE AGUA HIDRANTES:

2 HIDRANTES TRABAJANDO SIMULTANEAMENTE DURANTE 30 MIN. = 100 G P M . x -

30 MINUTOS = 3 000 GAL

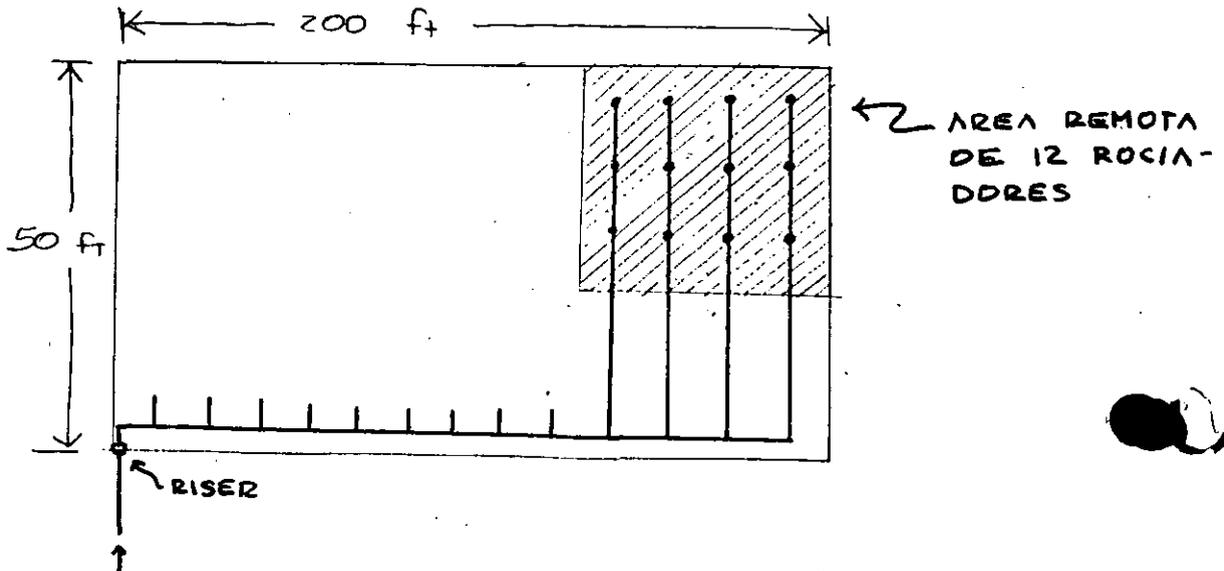
3 000 X 3.785 = 11355 LTS

1 GAL = 3.785 LTS

4.- PARA SISTEMA DE ROCIADORES:

SE VE EN LA TABLA (GRAFICA) DENSIDAD DE CURVAS RIESGO LIGERO CON 0.10 DENSIDAD Y 1 500 FT² DE AREA OPERACION O REMOTA.

5.- AREA A PROTEGER 10,000.00 FT² (SUPUESTA)



Riesgo Ligero	
Riesgo Ordinario	Grupo 1,2,3.
Riesgo Extraordinario	Grupo 1,2.

En función de ocupación, tipo de producto almacenado y tipo de incendio.

Comentarios del Artículo 136:

Este artículo cubre únicamente las etapas de proyecto y construcción - pero deberá incluir la operación y mantenimiento.

Artículo 137,271 y 272:

Sin comentarios.

Comentarios del artículo 273:

Este artículo contempla básicamente la coordinación que se debe establecer entre el corresponsable en instalación y el Director Responsable de Obra, para evitar afectar la seguridad estructural del edificio.

Comentarios de los Artículos 274 y 275:

Este es un problema de control de calidad.

Comentarios del Artículo 286:

Queda incluido en los procedimientos de operación.

NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS

2.- Las normas técnicas complementarias hacen una descripción más detallada del riesgo de incendio, basandose en los materiales.

- Combustibilidad
- Concentración
- Fuentes de calor y su proximidad a materiales combustibles
- Toxicidad

3.- Y se añade una lista de edificaciones consideradas como de riesgo mayor.

- 4 y 5.- Se proporciona clasificación de fuego y una descripción de -
extinguidores de diversos tipos y características.
- 6.- Red hidráulica y sistemas automáticos.
- 7.- Recubrimiento para muros falsos, plafones y accesorios decorati--
vos (se anexa cuadro).
- 8.- Señalización (Secofi).
- 9.- Colores de identificación.
- 10.- Definiciones.

Creemos que el contenido del Reglamento y sus Normas Técnicas Comple--
mentarias es más o menos claro y que una de las secciones que no es -
tan obvia como las anteriores es la número 6.

REDES HIDRAULICAS Y SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATICO

Debido a la amplitud del Tema y del poco tiempo disponible, utilizare--
mos los formatos que para aceptación del proyecto e instalación de sis--
temas automáticos contra incendio utiliza la AMIS (Asociación Mexicana
de Instituciones de Seguros).

Para introducirnos en el Tema solamente es necesario establecer algu--
nas definiciones utilizadas por AMIS y NFPA.

Clases de Riesgos:

Riesgo Ligero	
Riesgo Ordinario	Grupo 1,2,3.
Riesgo Extraordinario	Grupo 1,2.

APENDICE D:

Prueba hidráulica de tuberías subterráneas, visibles, rociadores hidran--
tes y otros.

APENDICE E:

Listado de información técnica que se debe proporcionar para aprobación
de planos, de rociadores automáticos.

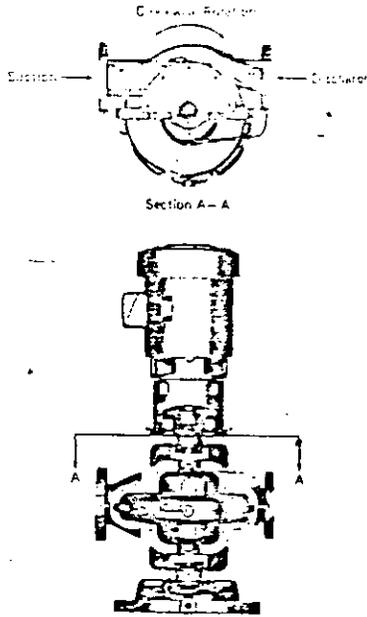


Figure A-2-16(c) Vertical Pump Shaft Rotation.

- (f) Diesel fuel supply below normal.
- (g) Steam pressure below normal.

Such additional alarms may be incorporated into the trouble alarms already provided on the controller, or they may be independent.

A-2-18 Pressure maintenance (jockey or make-up) pumps should be used when it is desirable to maintain a uniform or relatively high pressure on the fire protection system. A jockey pump should be sized to make up the allowable leakage rate within 10 minutes, or 1 gpm (3.8 L/min), whichever is larger.

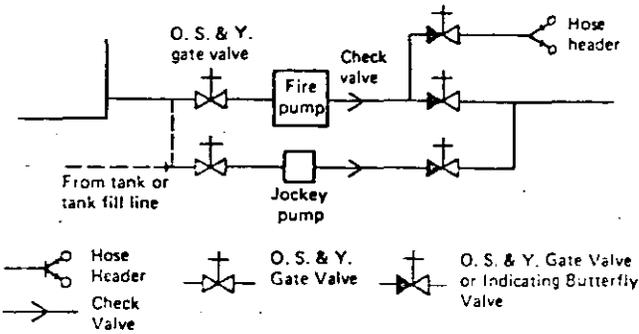


Figure A-2-18.3 Jockey Pump Installation with Fire Pump.

- NOTE 1:** A jockey pump is usually required with automatically controlled pumps.
- NOTE 2:** Jockey pump suction may come from the tank filling supply line. This would allow high pressure to be maintained on the fire protection system even when the supply tank may be empty for repairs.

A-2-18.4 A centrifugal-type pressure maintenance pump is preferable.

A-3-2.1 Listed pumps can have different head capacity curve shapes for a given rating. Figure A-3-2.1 illustrates the extremes of the curve shapes probable. Shutoff head

will range from a minimum of 101 percent to a maximum of 140 percent of rated head. At 150 percent of rated capacity, head will range from a minimum of 65 percent to a maximum of 100 percent of rated head. The following curves can supply expected curves for these listed pumps.

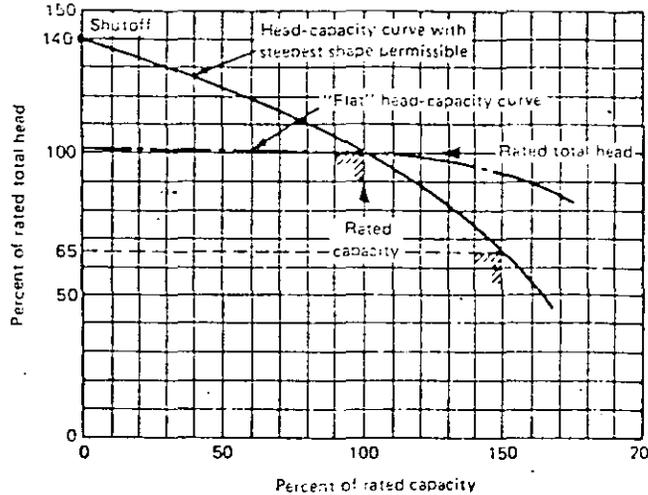
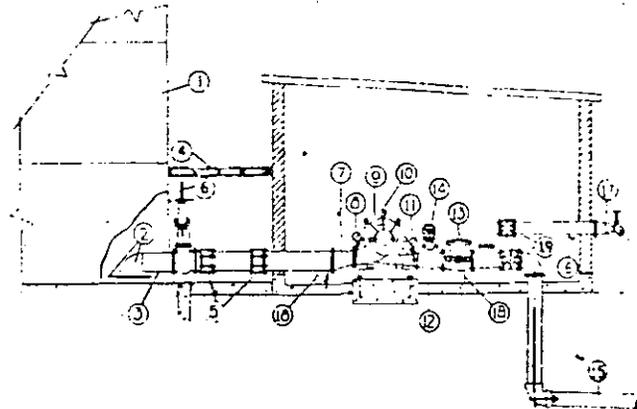


Figure A-3-2.1 Pump Characteristic Curves.



1. Aboveground suction tank.
2. Entrance elbow and 4 ft x 4 ft (1.2 m x 1.2 m) square vortex plate. Distance above bottom of tank - one-half diameter of suction pipe with a minimum of 6 in. (152 mm).
3. Suction pipe.
4. Frostproof casing.
5. Flexible couplings for strain relief.
6. O.S. & Y. gate valve (see 2-9.7 and A-2-9.7).
7. Eccentric reducer.
8. Suction gage.
9. Horizontal split-case fire pump.
10. Automatic air release.
11. Discharge gage.
12. Reducing discharge tee.
13. Discharge check valve.
14. Relief valve (if required).
15. Discharge pipe.
16. Drain valve or ball drip.
17. Hose valve manifold with hose valves.
18. Pipe supports.
19. Indicating gate or indicating butterfly valve.

Figure A-3-3.1 Horizontal Split-Case Fire Pump Installation with Water Supply under a Public Head.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

INTRODUCCION

**TOMADO DE UN ARTICULO DEL
ING. ALBERTO RODRIGUEZ.**

JUNIO 1992

I N D I C E

- **INTRODUCCION**

- **CAPITULO 1**
FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y SISTEMAS DE AGUA FRIA

- **CAPITULO II**
SISTEMA DE AGUA CALIENTE

- **CAPITULO III**
DESAGUES SANITARIOS, DOBLE VENTILACION

- **CAPITULO IV**
SISTEMA PLUVIAL

- **ANEXO 1**
METODO " DE ANDA "

- **ANEXO 2**
DATOS PRACTICOS

- **ANEXO 3**
REGLAMENTO DEL SERVICIO DE AGUA Y DRENAJE PARA EL DISTRITO FEDERAL



EL AGUA

Tomado de un Artículo del
ING. ALBERTO RODRIGUEZ

La energía solar ocasiona la evaporación de los oceanos, lagos, rios y terrenos húmedo del mundo: al elevarse el vapor producido, se forman las -
nubes, luego este se vuelve a condensar y se derrama sobre la tierra como -
una eterna cascada de agua dulce. Si estuviera mejor distribuida, habría -
agua en todos los rincones del planeta, pero cae en forma tan desigual, -
que forma desiertos en los cuales casi nunca llueve y selvas en las que -
llueve a diario.

La abundancia o escasez de agua dulce es uno de los principales factores -
que determinan la densidad de la población en las diferentes partes del -
mundo. Se podría pensar que el destino de cada nación fué determinado -
por accidentes climatológicos. Mucho antes que apareciera el hombre en -
la tierra. Con lo que se dotó a cada lugar con una porción abundante o -
escasa de agua.

Será así realmente? no podría considerarse esta cascada de agua dulce como
una fuente de recursos? parecería que las dificultades que nos presenta -
la naturaleza son los caminos que ella elige para obligarnos a la supera -
ción.

Los esfuerzos del hombre para distribuir el agua en forma homogénea sobre
la superficie terrestres han permitido la existencia de grandes núcleos de
población en lugares que de otra manera estarían escasamente poblados.

La historia económica en los desiertos es muy diferente a la de las zonas
tropicales, donde hay lluvias muy abundantes durante casi todo el año . -
Por lo general, se ha retardado o aun evitado el establecimientos del hom -
bre en estas regiones, por su parte, en los desiertos ofrecen algunas ven -
tajtas: no sufren la destrucción provocada por las inundaciones propias de
las zonas húmedas ; ofrecen cierta protección contra la invasión de vecinos
hostiles: constituyen lugares de residencia mas sanos que las orilla de -
los rios, pues alli pueden enterrarse convenientemente las heces, en lugar

de arrojarlas al agua. Por todo esto, no es extraño que los grupos humanos hayan preferido establecerse en lugares relativamente áridos. Desde los albores de la historia se establecieron grandes imperios en zonas que aun hoy poseen cantidades limitadas de agua dulce.

Para hacer posible la radicación humana en tierras áridas, debe existir un avance considerable en el control, transporte y almacenamiento de agua: es decir, lo que hoy llamamos Ingeniería hidráulica, por medio de la instalación de presas en las pequeñas corrientes se consigue desviar el agua para utilizarla en la irrigación. En muchos lugares esto significa un aumento muy marcado en la producción de alimentos. A medida que las ciudades crecían, el hombre debió aprender a construir acueductos, ya fuera cavados en las rocas o utilizando bloques de piedras, para poder llevar el agua a distancias considerables.

Al dispersarse la raza humana por los diversos continentes e islas, se hizo la importancia del agua. Las tribus errantes usaban los lagos, ríos y corrientes para penetrar en los distintos continentes, otras tribus que se dirigían en sentido contrario se encontraron con una barrera infranqueable por muchos siglos; el océano, algunas se instalaron en la costa durante diez mil generaciones, sin aventurarse lejos de ella o sin soñar siquiera en navegar; otros, al llegar al océano, podían ofrecerles protección permanente contra la agresión de otros seres humanos, cuando se dieron cuenta que esta protección era ineficaz, edificaron la Gran Muralla igualmente ineficiente, en consecuencia, tampoco exploraron el océano.

Sin embargo, otros grupos de mayor inventiva y audacia, construyeron canoas y se dedicaron a viajar de isla en isla, hasta poblar cada una del vasto océano Pacífico

Los grupos primitivos se decidieron a viajar motivados por el deseo de aventuras o por la simple curiosidad de conocer lo que había más allá del horizonte, se establecieron en tres de los siete continentes que conforman la tierra; los que arribaron más tarde, al encontrar el territorio ocupado se trabaron en pequeños o grandes combates con los primitivos habitantes, de estas luchas resultaron destruidas las ciudades, derrumbados los viejos palacios y acueductos. Deshechos los antiguos sistemas de irrigación,

dejando muerte y desolación a su paso, la mas reciente de las innumerables tragedias ocurridas, tal vez la mas triste y de mayor magnitud, ocurrió - cuando los aventureros europeos arrebataron todo el Hemisferio Occidental - a los descendientes de los que lo habían habitado por espacio de 10,000 - años.

Se han olvidado las causas que originaron las grandes emigraciones de la - historia; es posible que los mismos que intervinieron en ellas, no las - hayan entendido bien, no hay ninguna duda de que los cambios en la calidad y cantidad del agua fueron una de estas causas, tal vez se secaron todos los pozos durante una sequía o por el contrario, las precipitaciones fue - ron tan abundantes que se produjeron inundaciones desastrosas cada año o - que las epidémias provocaron tantas muertes que aún en esos tiempos ante - riores al conocimiento científico, se haya evidenciado que la tribu había elegido para establecerse un lugar inadecuado, De cualquier manera, el - agua dulce fué siempre la señal que impulso a seguir adeptante, apropiándo - se de mejores tierras, sin que importara quien las poseyera.

En este siglo el hombre ha tomado conciencia de que la sal que contiene el agua de irrigación puede destruir la fertilidad del suelo, en estos casos - sólo resta emigrar o morir.

La tecnología actual impide que la destrucción del terreno por la acción - de la sal continúe por tiempo indefinido. El remedio consiste en contro - lar el nivel de salinidad en las agua de irrigación para que no sea mayor que el requerido, se puede evitar la pérdida de la fertilidad del suelo - ocasionada por la sal, si se dispone de agua de lluvia o de buena calidad - (después de la época de irrigación).

En los suelos de las áreas destruídas por la salinidad del agua de irriga - ción, se han acumulado alcalis y sal durante siglos, los suelos pueden me - jorarse, pero el proceso es lento y costoso, no es posible hacer producti - vo en pocas décadas un terreno que se ha vendido contaminando durante si - glos.

TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL AGUA

Fuentes de agua en épocas antiguas

En los tiempos primitivos y como ahora sucede en las regiones áridas sub - desarrolladas, cada villa o pueblo tenía su propio pozo. Este, en un principio, era un manantial natural, mucho tiempo antes de la era cristiana. - Los pueblos que crecían hasta convertirse en ciudades, que llegaban a tener hasta 1'000,000 de habitantes, debían encontrar recursos mas abundantes de agua ya que desviar una corriente de agua para que pasara por una ciudad - era muy costoso, se prefirió usar represas o interceptar una corriente llevando el agua a la ciudad por medio de acueductos.

En Egipto, se usaban canales y reservorios de agua desde el tiempo del éxodo de los hebreos (1,500 A.C.) también existían en esa época grandes sistemas de irrigación en Babilonia, Asiria, las partes más áridas de China y - en lo que ahora se conoce como el Medio Oriente. Los Fénicios, en Siria y Chipre construyeron túneles para transportar el agua, la enviaron a depresiones a través de valles y sierra, en lugar de elevarla por medio de arcos como lo hicieron posteriormente los Romanos,

El acueducto del Rey Ezequías, en Jerusalén sigue alimentando a esta ciudad, este acueducto y otro que en la actualidad no se usa fueron edificados en - épocas de los reyes. De los acueductos de Grecia se hizo famoso uno cuya sección cuadrada medía 2.4 x 2.4 metros y atravesaba casi una milla de sierras rocosas para llevar agua a la ciudad de Samos.

El acueducto de Hadrián, que surtía a Atenas, permaneció en servicio hasta 1929 el primer acueducto de la ciudad de Roma se edificó en el 312 A.C. - quinientos años después hubo otros, en total once, cuya longitud variaba - entre 18 y 48 millas y su ancho entre 0.7 y 5 metros cuadrados, los primeros nueve acueductos tenían una capacidad de 130 millones de galones diarios, de los cuales 90 llegaban a la ciudad (70%).

Después de reparaciones adecuadas, se sigue usando hoy en día varios de los antiguos acueductos romanos, el sistema de distribución de agua que se usaba en esa época se emplea todavía.

Parte del agua transportada por medio de estos acueductos se vendía a los revendedores, los cuales la ofrecían en determinados lugares: la otra parte se distribuía por medio de tubos de plomo a las fuentes y edificios públicos.

En la actualidad todo el mundo es consciente de los peligros que entraña el envenenamiento por plomo, especialmente cuando las bebidas se guardan en recipientes de este material, no nos asombra pues, la corta duración de la vida entre las Familias patricias de Roma, ya que estas pensaban que el vino se mantenía mejor cuando se guardaba en recipientes de plomo, efectivamente las bacterias morían por la acción del plomo.

Los romanos edificaron muchos acueductos fuera de Italia, en la ciudad de Segovia, España, aun funciona un acueducto que cruza el valle en dos hileras de arcos, ya no transporta agua pero se usa como carretera. Para construir los acueductos se usaba principalmente a los prisioneros de guerra y los esclavos. Por el bajo costo de su mano de obra, uno de los acueductos romanos mas antiguos fué edificado por los restos del ejército de Pirro, famoso general griego.

Los sistemas para la distribución de agua causan nuestra admiración si se tiene en cuenta que no se poseían los modernos sistemas de construcción y las maquinarias que simplifican el trabajo, ya que no se conocía la dinamita. Para excavar, los esclavos pulverizaban las rocas por medio de rastras o troncos suspendidos; con los extremos recubiertos de meta, que usaban como arietes, las piedras se rompían con métodos largos y tediosos, mientras que los picapedreros modernos usan sierras eléctricas en sus trabajos, sus colegas de la antigüedad empleaban la piedra de esmeril como taladro primitivo; el trabajo era muy simple, realizaban agujeros en las rocas donde insertaban madera seca que al mojarse, presionaba las rocas y las partía; por medio de este método conseguían romper piedras tan duras como el granito y obtenían lajas y bloques cuadrados.

Los antiguos acueductos de Roma cruzaban los valles por medio de arcos y muros en vez de extraer el líquido elemento usando los modernos métodos de presión. El agua fluía, siguiendo una declinación uniforme desde su punto de origen al de desagüe por canales forrados con piedras; tenían además techos de laja para evitar la contaminación. En la construcción de los acueductos-

se evitaba el uso de los sifones, no por que no se conociera sino porque se inutilizaban al atrapar el aire incluido que debía ser eliminado continuamente por medio de bombas de aire, y los romanos nunca tuvieron estos aparatos.

Los ingenieros de esa época debieron darse cuenta de la gran presión que se crea cuando el agua desciende por una zona inclinada dentro de conductos cerrados y que además, los materiales de los cuales disponían no eran los mas adecuados como para resistir semejantes presiones; durante la época de Julio César ya se conocía el cemento, material que ha demostrado su perdurabilidad en los caminos y puentes que existen actualmente; lo preparaban con una mezcla de arcilla y ceniza volcánica que se endurecía al contacto con el agua, su defecto principal consistía en que no era impermeable, tal como sucede en el cemento actual; el agua se filtraba y lo debilitaba gradualmente perdiéndose parte del líquido en su trayecto al lugar de destino.

Los romanos tampoco tenían capas de cemento como las que se usan actualmente para conducir el agua a presión; tampoco sabían transformar el hierro forjado, que es mas fuerte y mas resistente a la corrosión. En esa época no existía el acero y no conocían el arte de producir moldes de hierro o acero de grandes dimensiones, sin tuberías adecuadas la conducción, a presión del agua era absolutamente imposible, la única forma apta para transportar el agua era por medio de acueductos construídos sobre soportes en el terreno.

El mundo esperaba descubrir el cemento portland, los explosivos modernos, la maquinaria diesel para remover la tierra y la hidráulica (la ciencia de almacenamiento y la conducción de los líquidos), para poder disponer de conductores y de la construcción rápida para que el agua pudiera transportarse bajo presión o por medio de sifones.

Víctimas de la guerra, la arena y el cieno.

Las antiguas instalaciones para el abastecimientos de agua fueron destruídas en las guerras y abandonadas. Los conquistadores al abrasar las tierras por donde pasaban, no se percataban de que al destruir los sistemas de irrigación

hacían lo mismo con la capacidad productiva de los campos.

Al caer Cártago en poder de los romanos (146 A.C.) fué arrasada y cubierta de sal, las generaciones posteriores fueron mas sensatas y la reconstruyeron; sucumbió finalmente cuando fué conquistada 800 años mas tarde por los moros (698 D.C.); se abandonaron los canales de irrigación y se destruyeron sus acueductos que tenían 50 millas de extensión. Al morir la vegetación, las dunas cubrieron toda el área, Este desierto creado por el hombre persiste en la actualidad, pese a que debajo de la capa de arena existe una cantidad abundante de agua dulce, esta área está localizada al norte de Tunez.

en otros desiertos o zonas semidesérticas que se extienden desde el Sahara Occidental hasta Arabia, Rusia Asiática, Mongolia y el desierto de Gobi en China se han abandonado los sistemas de irrigación al no ser protegidos durante un tiempo prolongado se llenaron de arena y pasaron al olvido. En otros casos, se perdió la fertilidad del suelo por una lenta acumulación de sal, esto ocasionó las grandes migraciones humanas.

Los pozos y la colonización del Oeste.

Cuando se colonizó el Oeste de Norteamérica, tomando como punto de partida a Missouri e Iowa, dirigiéndose hacia la costa del Pácifico, se poblaron las distintas regiones de acuerdo a las facilidades que se tenían para encontrar, bombear y conducir el agua, los primitivos colonos se establecieron cerca de los rios que suministraban agua y madera. Los grandes rios possibilitaban el transporte, aunque no muy regularmente, pero los hogares se establecieron lejos de pequeñas comunidades ya que sus fundadores no habían tenido en cuenta la magnitud y frecuencia de las crecidas.

Cada década observó la incorporación de nuevos inmigrantes provenientes de los Estados de este y de Europa a esta zona; ellos se establecían en lugares alejados de los rios; en un principio buscaban manantiales naturales pero luego se decidieron a construir pozos.

Los primeros pozos fueron hechos manualmente por los mismos residentes, a

riesgo de sufrir desmoronamientos, roturas, caídas de los baldes, martillos,, escoplos y piedras.

Además, existía el peligro de los gases que se forman en los pozos, el dióxido de carbono se mantiene indefinidamente en los mismos porque es 50 veces mas pesado que el aire; un excavador que descendía a un pozo lleno de dióxido de carbono moría en un minuto. El ácido sulfhídrico aparecía en los pozos de las regiones ricas en manantiales sulfurosos; si se construía cerca de un yacimiento de carbón o si la fractura de la tierra dejaba escapar gases combustibles existía el peligro de que al mezclarse con el aire y en presencia de alguna chispa o detonante produjera una explosión.

En un principio los baldes que se usaban para subir el agua de los pozos superficiales se subían manualmente, luego se usaron caballos que, dando vueltas alrededor de los pozos, bombeaban el agua para usarla en los campos o poblaciones.

En 1854 se inventó el molino de viento americano, que fué importante para la colonización del oeste como la desmontadora para los cultivos de algodón en el sur, un molino de viento puede funcionar sólo durante semanas debido a que su velocidad se controla automáticamente, una vez que se ha llenado el tanque de superficie, el agua que se bombeo retorna al pozo.

Las pequeñas locomotoras de las postrimerías del siglo XIX y principios del XX que funcionaba con madera, debían detenerse frecuentemente en busca del agua, que era bombeada por un molino de viento, situado a lo largo de los rieles, el agua obtenida de esta forma se suavizaba en tanques gemelos.

El agua usada en aquellos tiempos no provenía, en su totalidad de los pozos-también se acostumbraba recoger el agua de lluvia en barriles colocados bajo los techos de las casas donde no sólo se recolectaba esta, sino también ranas y juguetes perdidos, pese a todo era un agua bastante potable.

El agua recolectada en los pozos que se cavaban en arroyos desecados para recoger y mantener las últimas gotas de agua de los manantiales, tenía su importancia, una vez que se eliminaban los insectos la espuma verde y las larvas

de los mosquitos, se podía beber.

Al establecerse otros colonos corriente arriba, se hizo menos potable a medida que llegó mas gente, fué mayor la cantidad de desechos que se eliminaba del agua la cual llegaba muy contaminada, los pioneros usaban raramente una simple medida: hervir el agua sospechosa de estar contaminada.

Durante la fiebre del oro en California, el ganado se llevaba desde Saint Joseph y Council Bluff hasta la Costa del Páccifico. Los diarios escritos por los inmigrantes nos cuentan como iban cavando tumbas a lo largo de los caminos, se estima que de 10,000 a 20,000 viajeros descansan en tumbas diseminadas a lo largo de los caminos principales que se dirigían al Oeste, una buena parte de ellas se debía a la fiebre Tifoidea y a la Disenteria, mientras que centenares de bueyes y caballos morían por haber tomado agua de pozos, alcalinos.

Durante esos años el agua era tan escasa que prácticamente cada gota que no se bebía era pasada de unos a otros para su uso. Finalmente, la empleaban en los cerdos y pollos o para regar una pequeña maceta junto a la puerta principal.

Sin embargo, la agonía provocada por la falta de agua era completamente innecesaria, a lo largo del río Platte y sus tributarios donde murieron centenares de seres humanos por haber bebido agua contaminada durante la gran migración hacia el oeste y en otros lugares que se pueden identificar en mapas actuales de recursos hídricos se extendía a gran profundidad un acuífero que llevaba tal caudal, que los miles de pozos que se habrieron posteriormente no han podido disminuirlo, el aprovechamiento de este recurso tuvo que esperar, no solamente el descubrimiento del acuífero sino la invención de la bomba centrífuga (capaz de elevar el agua de una profundidad mayor de 34 pies, que era el límite de las antiguas bombas de succión) y de las modernas locomotoras diesel.

EL AGUA DULCE Y EL TERRENO

Explotación y conservación.

Antes de que la raza humana apareciera y se multiplicara sobre la tierra, las fuerzas geológicas, biológicas y químicas habían moldeado los continentes formando una capa de suelo capaz de sustentar el crecimiento de las plantas, este crecimiento vegetal evitó la erosión del suelo al impedir su desgaste por el efecto de las lluvias y las nevadas. A través de los siglos, la vegetación ha contribuido a la formación del suelo cubriéndolo con una capa abundante de humus que se formó por los restos de los vegetales parcialmente desintegrado.

Durante mucho tiempo, el deterioro de los recursos naturales no revistió importancia debido a la vastedad de los mismos y a la escasa población existente.

Los habitantes primitivos eran en su gran mayoría cazadores, el uso del fuego para desbrozar las tierras de pastoreo y conseguir que una nueva vegetación atrajera la caza a esos lugares, originó el deterioro del terreno, el hombre a medida que se civilizaba, aceleró este proceso talando los bosques para obtener madera o carbón y arando las laderas de las montañas para cosechar mas.

Los primeros colonos del hemisferio encontraron grandes extensiones de selvas espesas, llanuras vírgenes y un suelo muy fértil, pero desgraciadamente eran individualistas que sólo pensaban en obtener lo necesario para sobrevivir.

No se dieron cuenta que al cortar los árboles se aceleraba la erosión del suelo que el drenaje y la construcción de diques en los pantanos provocaba la desaparición de la fauna acuática; que la caza sistemática de los animales salvajes producía su extinción y que al arar el suelo de la pradera, este desaparecía llevando por el viento después de una sequía prolongada; desaparecía los bosques y los animales que los habitaban; los peces morirían en las llanuras contaminadas y las aves acuáticas ya no proliferaban en los estanques, praderas y malezas de los alrededores, el mundo de Daniel Boone estaba destinado a desaparecer

Al iniciarse el siglo XIX llegaron los primeros exploradores alla del Río-Mississippi encontraron lo que Zebulon Pike llamó el Gran Desierto Americano, que se extendía desde el río Missouri hasta el oceano Pacífico, desde entonces, se crearon 17 estados en esa árida región en 1964, California era el estado mas prospero de la unión americana con 18'000,000 de habitantes, lo que equivale a una población 4.5 mayor que los 13 estados del Atlántico, el agua es aún escasa en esta basta región, ya que estos 17 estados constituyen una de las zonas mas áridas de la tierra, el aumento acelerado de su población acentúa la escasez de agua.

Cuatrocientos años después de la llegada de los europeos a América, las manadas de bisontes se hallan en grave peligro de extinción, nadie parecia darse cuenta de que los recursos naturales eran limitados.

Animales que viven en zonas desérticas.

Las criaturas que viven en zonas desérticas afrontan el doble problema de protegerse del calor y conservar el agua.

Las placas del caparazón de las tortugas actúan como una armadura protectora que conserva el agua y, en caso de las tortugas de colores brillantes-que viven en el trópico, sus placas reflejan la radiación, estas ventajas se obtienen eliminando el efecto refrigerante que ejerce la evaporación en la superficie del cuerpo. La naturaleza ha solucionado este problema proporcionándole a la tortuga de Florida un "Tanque de agua" que absorbe suficiente calor durante el día como para mantenerla caliente durante las frías horas nocturnas que esta pasa en el interior de su cueva. En los últimos años algunos habitantes de Florida y Arizona han conseguido el mismo resultado usando tanques de agua encima de sus casas.

Las polillas sobreviven sin agua y las ratas canguros del desierto no reciben mas agua después del destete, el asno salvaje del desierto del goby y el antílope de desierto aparentemente no beben agua.

El camello puede vivir hasta 10 días sin agua transitando en los primeros días de ese lapso, entre 60 y 100 millas diarias; al igual que las obejas y

los rinocerontes son capaces de obtener agua de las suculentas hierbas que crecen cuando se producen trazas de lluvia o rocío.

El camello tiene varias formas de conservar el agua:

1.- Puede perder la cuarta parte del peso del agua de su organismo antes de que el volumen de la sangre disminuya en un 10 % .

En el caso del hombre, una pérdida similar de agua disminuiría un tercio el volumen de la sangre y su viscosidad aumentaría de tal manera que no le sería posible circular libremente para poder eliminar el exceso de calor del organismo a través de los riñones y la piel; por lo tanto, la temperatura del cuerpo se elevaría y podría ocasionarle la muerte.

2.- El camello, así como otros rumiantes, no necesita eliminar mucha urea - en la orina, es interceptada antes de ser eliminada y retorna por medio de la corriente sanguínea a la cadena de cuatro estómagos que tiene el animal - donde pasa a formar parte de las proteínas, este hecho extraordinario es - realizado con la ayuda de las bacterias que trabajan en el estómago de los - rumiantes, dirigiendo la celulosa, de esta manera disminuye el gasto de - agua que hace este animal para liberarse de los desechos nitrogenados.

3.- El camello tiene una temperatura orgánica mas flexible que la mayoría - de los mamíferos, esta puede elevarse a 105 grados Fahrenheit durante el día y disminuir hasta 93 grados Fahrenheit durante la noche para prepararse al calor el siguiente día.

Hasta hace poco se creía que la joroba llena de grasa era un quinto estómago que servía para el almacenamiento de líquido, se pensaba que la joroba era una fuente de agua, ya que esta se puede conseguir por oxidación de las grasas, pero el proceso de oxidación requiere de la intervención de los pulmones y así, el agua producida por una oxidación rápida es neutralizada en la superficie de los pulmones..

La joroba del camello, mas que una reserva de agua, lo es de energía, en lugar de encontrarse la grasa entre las capas de la piel o fibras musculares - como sucede en la mayoría de los mamíferos esta se encuentra reunida en la-

torba, así no entorpece el proceso de eliminación de calor.

Fuentes de agua para las ciudades modernas.

El 60% de las ciudades depende del agua superficial para el suministro de sus poblaciones, el agua se usa y se vuelve a usar, una y otra vez; pese a todas las precauciones que se toman en las grandes cuencas, las ciudades populosas contaminan seguido el agua que usaran otras poblaciones que se encuentren mas abajo en la corriente, algunas ciudades usan el agua subterránea obtenida por medio de pozos o galerías de infiltración, túneles casi horizontales que conectan los suministros subterráneos de un lugar montañoso.

Cuando una ciudad posee ambos recursos destina el mas costoso para la época en que aumenta la demanda, el agua subterránea suele ser tan dura que debe suavizarse para poder satisfacer las necesidades domésticas o industriales.

La concentración de las sustancias sólidas disueltas en las corrientes superficiales varia con la estación; es menor en la estación de las crecidas y mayor en momentos de bajante, ya que casi toda el agua proviene de recursos subterráneos, a través de manantiales ocultos. la naturaleza y concentración de las sustancias en un rio dependen del tipo de cuenca que tenga. La vegetación que se encuentra en descomposición puede teñir un rio, los cultivos de las tierras vecinas pueden ceder nitratos, calcio y sales de magnesio, así como pesticidas solubles, las sales de amonio y la urea se filtran sólomente a través del suelo cuando las bacterias las convierten en nitratos.

Los fertilizantes a base de nitratos solubles se hacen insolubles después de ser aplicados en el suelo, por lo que no pasan a los rios.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

CURSOS ABIERTOS

**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

CAPITULO I

**INSTALACIONES HIDRAULICAS
FUENTES DE ABASTECIMIENTO**

Y

SISTEMAS DE AGUA FRIA

JUNIO, 1992

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Normalmente en los predios urbanos, se cuenta con los servicios municipales que proporciona el servicio de abastecimiento de agua potable por redes de distribución, de la que se derive la toma domiciliaria que alimente 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 varía en el curso del día (ver figura No.1) , haciendo fluctuar las presiones en el sistema por lo que pueden tenerse dos situaciones.

- A.- La red pública tiene la capacidad y presión para abastecer un edificio en forma continua.
- 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 caso hay que prever la instalación de tinacos en planta de azotea, con tanques de regularización y si es necesario, cisternas con tanque 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.

CONSUMO HORARIOS ESTIMADOS

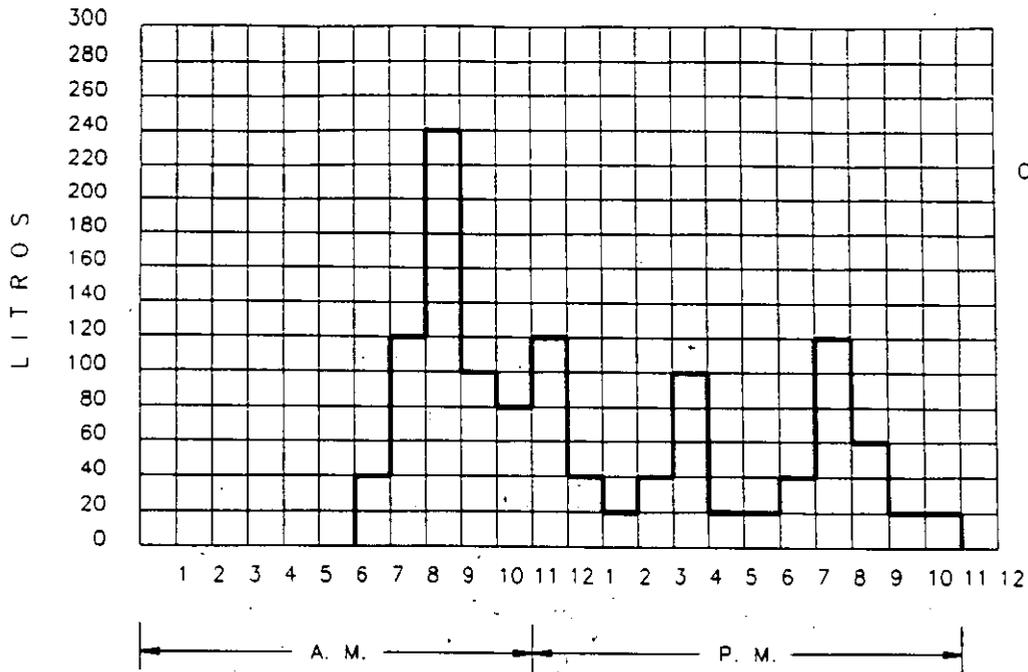
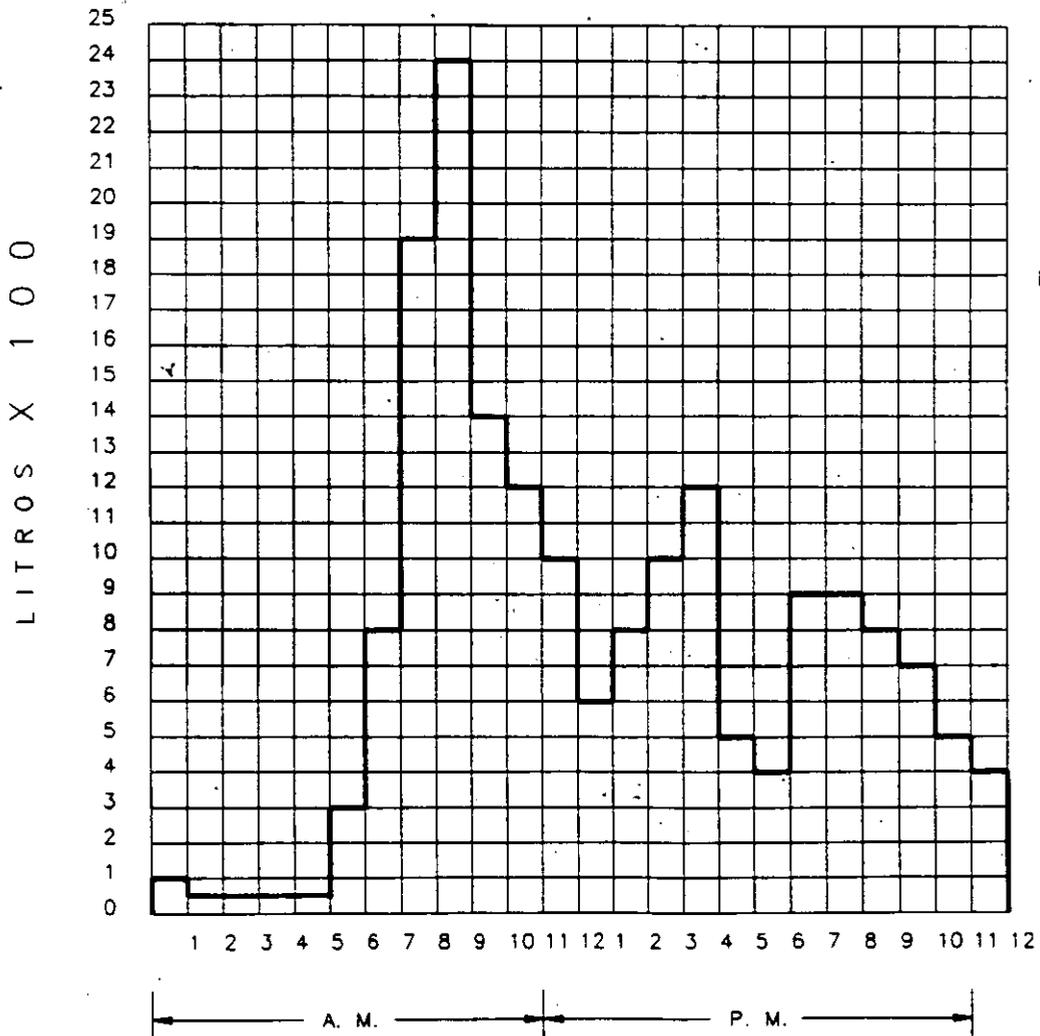


Fig. No. 1, FLUCTUACIONES DE CONSUMO



A.- ABASTECIMIENTO A PRESION DIRECTA DE LA RED MUNICIPAL.

Esto puede ser solamente en el 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 Kg/cm^2 (20 m) en el peor lugar y en la peor hora, o sea en el sitio más elevado del terreno y la hora del 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 toma de 25 mm (ver figura No. 2) en el caso de los departamentos situados en el cuarto nivel de los edificios, requerirán también tomas de 25 mm, aun cuando tengan un solo baño, dado que las pérdidas por presión aunadas a la altura del edificio, ponen a estos departamentos en cierta desventaja.

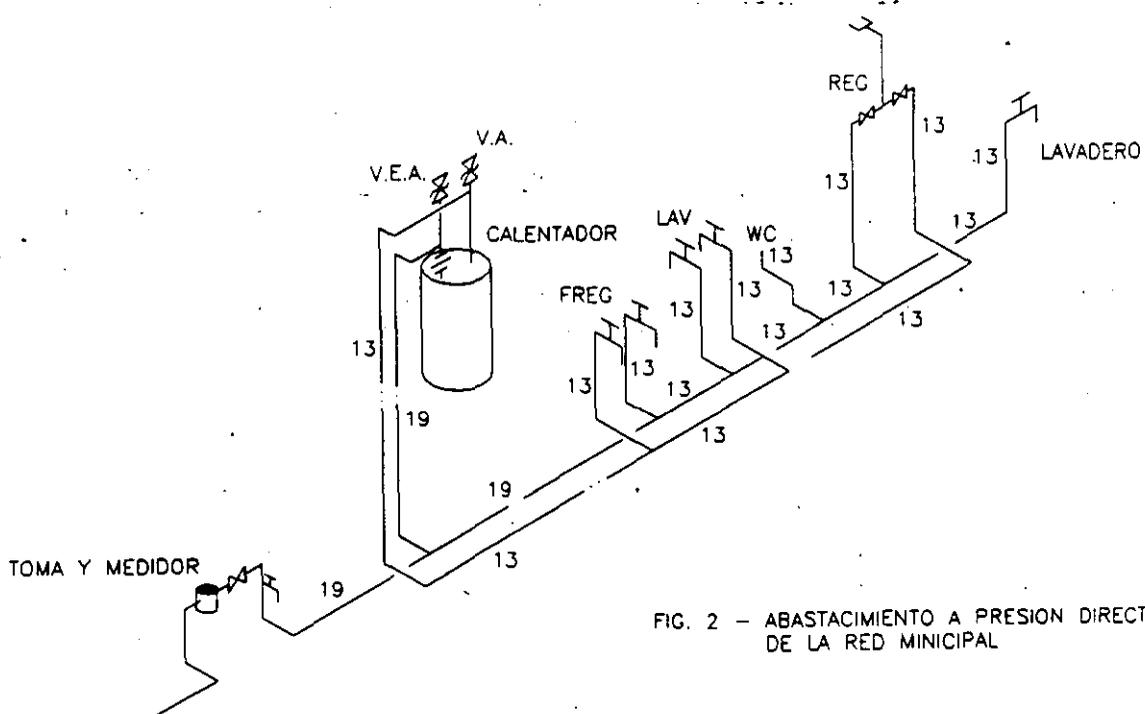


FIG. 2 - ABASTECIMIENTO A PRESION DIRECTA DE LA RED MUNICIPAL

Datos para calcular tomas, tuberías y medidores en casas y edificios pequeños, de acuerdo con normas de Estados Unidos de América.

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

TIPO DE MUEBLE	UNIDADES MUEBLE
1 Ex cusado	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, ésta deberá ser suficiente para dar una presión de 0.6 Kg/h 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 45 Kg/cm² se recomienda el uso de válvulas reguladoras de presión.

3.- La siguiente válvula 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 No. 2).

	TOMA	ALIMENTACIONES GENERALES	LONGITUD TUBERIA	UNIDADES MUEBLE
1	19 mm	19 mm	15 mm	25
2	19	19	30	16
3	19	19	45	15
4	19	25	15	40
5	19	25	30	33
6	19	25	45	28
7	25	25	15	50
8	25	25	30	40
9	25	25	45	30
10	25	32	15	96
11	25	32	30	65
12	25	32	45	55
13	32	32	15	150
14	32	32	30	190
15	32	32	45	65
16	32	38	15	250
17	32	38	30	160
18	32	38	45	130

B.- SISTEMA DE ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD.

* Tanque de almacenamiento elevado.- Se utiliza cuando el abastecimiento de red es intermitente o bien cuando el abastecimiento de predio es por medio de un pozo o 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 bien una estructura especial que puede servir para una sola construcción o varias.

* Tanque elevado de regularización y cisternas 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 No.3)

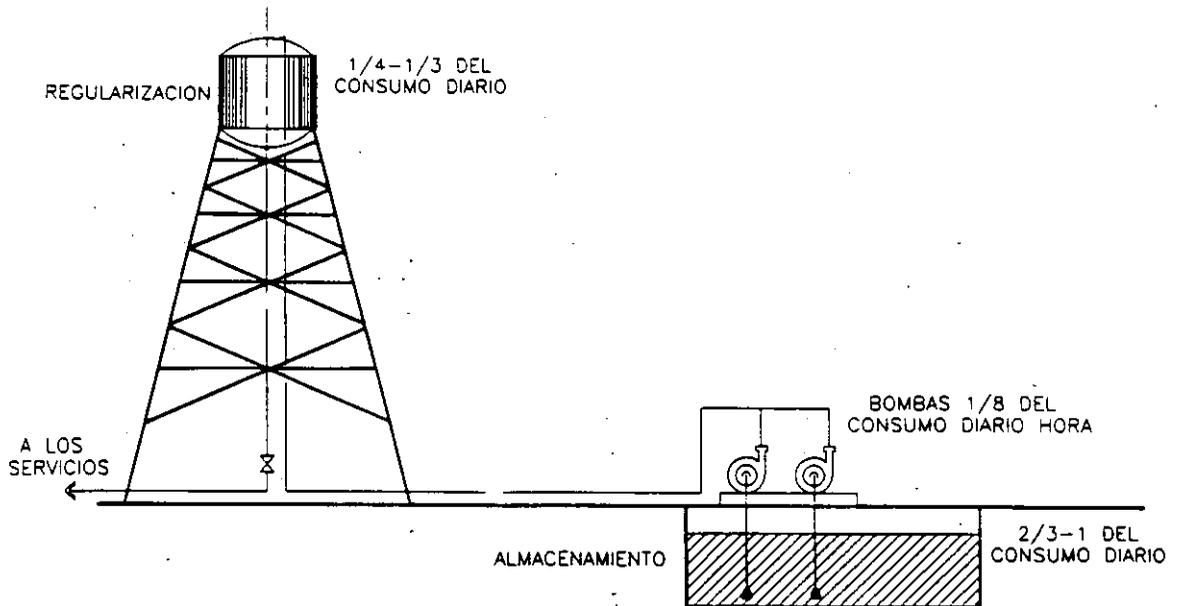


FIG. 3 - ABASTECIMIENTO CON CISTERNA Y TANQUE ELEVADO

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

DOTACION Y CONSUMO

Para calcular el consumo de cualquier tipo de construcción o incluso de un fraccionamiento, debemos tomar 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 interes social	200 L/persona-día
Residencia y departamentos	250 a 500 L/empleado-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 3 turnos 6 L
Fábricas (sin consumo industrial) Hay que sumar los obreros de los tres turnos	70 L/obrero
Baños públicos	500 L/bañista-día
Escuelas	100 L/alumno-día
Clubes	500 L/bañista-día

En el caso de clubes hay que adicionar las dotaciones por cada concepto diferente, es decir: bañista, restaurante, riego de jardines, auditorio, salones de reunión, etc.

Restaurantes	16 a 30 L/comensal
Lavandería	40 L/Kg de ropa seca 60% agua caliente
Hospitales	500 a 1000 L/cama-día
Riego jardines	5 L/m ² superficie de césped cada vez que se riegue
Riego de patios	2 L/m ²

(Para casos especiales, sugerimos se consulte a la Comisión Técnica de la Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción A.C. - AMERIC-)

CISTERNAS

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 de 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:

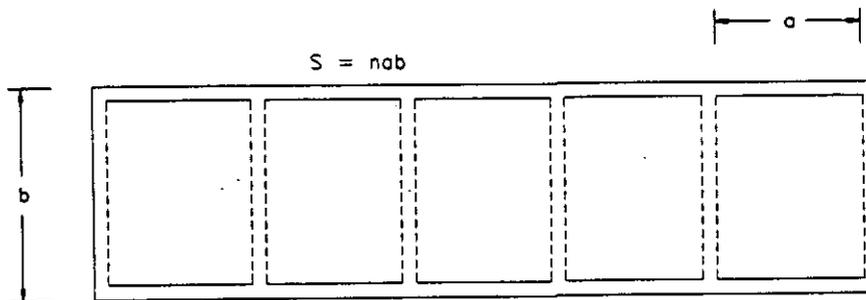
8 m³ para cubrir un siniestro durante 1/2 hora.

36 m³ para cubrir un siniestro durante 2 horas.

Mayor en caso de solicitarlo la Compañía Aseguradora.

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 dimensiones constructivas, a fin de no tener que recurrir a espesores exagerados en las losas de concreto con que se cubrirán éstos.

Si la cisternas (s) metros cuadrados de superficie en planta, se subdivide en (n) en compartimientos, siendo cada uno de (a) metros por (b) metros, en planta 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:

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

Pero como $b = S/na$

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

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

$$\frac{dM}{db} = (n + 1) - 2s/b^2 = 0$$

o sea que:

$$n + 1 = 2s/b^2 = na/b$$

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

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

Y por otra parte se ve que el mínimo se obtiene cuando la suma de las longitudes es igual a la de los muros transversales.

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

Según lo anterior las proporciones óptimas de cada compartimiento, en cisternas de una sola hilera de celdas son como sigue:

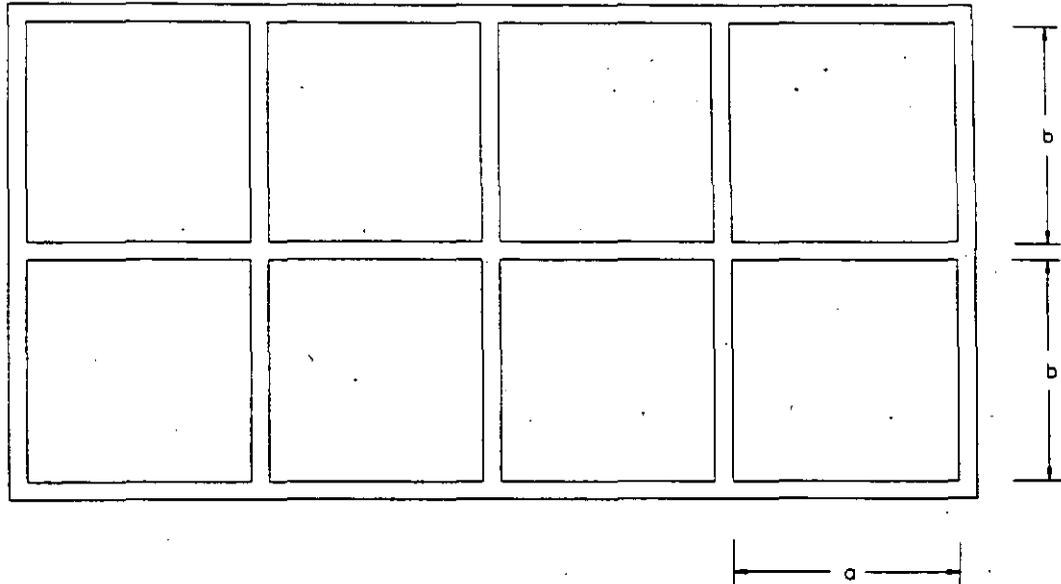
NUMERO TOTAL DE
CELDAS

PROPORCIONES DE
LOS LADOS

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 : 19
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:

$$S = nab$$



o bien :

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

por lo que:

$$dM/db = 3 s/2b + (n + 2) = 0$$

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

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

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

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

NUMERO 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 construirse con dimensiones $a = 4.00$ metros y $b = 6.00$ metros a cada compartimiento, dando un largo de 12 metros, más 4 espesores de muro, y una anchura de total de 5 metros, más el grueso de 2 muros. Esta misma cisterna podría tener 10 compartimientos de $a = 2.40$ m por $b = 3.00$ m, con una longitud total de 12 metros más gruesos de muro y un ancho en total de 12 metros más 6 gruesos de muro y un ancho total de 6 metros más 3 espesores de muro.

Igualmente, una cisterna de 200 m^2 de planta con 10 compartimientos en dor hileras, resulta con dimensiones de 4,00 m por 5.00 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 $12 \text{ m} \times 2 = 24$ metros, en tanto los transversales suman $6 \text{ m} \times 4 = 24 \text{ m}$.

Segundo ejemplo .- total de muros longitudinales: $3 \times 5 \times 2.40 = 36$ metros; suma de muros transversales : $2 \times 3 \times 6 = 36 \text{ m}$.

Tercer ejemplo.- Muros transversales con desarrollo total de $2 \times 5 \times 6 = 60$ metros; muros longitudinales: $3 \times 5 \times 4 = 60 \text{ m}$.

Ver figura No. 4 y 5.

INSTALACIONES HIDRAULICAS

DISTRIBUCION DE AGUA FRIA EN 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 se basa en hacer trazos que permitan los recorridos para evitar excesos de pérdidas de presión, y reducir costos de instalación.

El sistema aceptado para el cálculo de los diámetros, se basa en la unidad de descarga que se ha denominado "unidad mueble" 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 su uso público; la unidad supone un consumo de 25 L/min.

EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO

MUEBLE	SERVICIO	CONTROL	U.M.
EXCUSADO	PUBLICO	VALVULAS	10
EXCUSADO	PUBLICO	TANQUE	5
FREGADERO	HOTEL REST.	LLAVE	4
LAVABO	PUBLICO	LLAVE	2
MINGITORIO PEDESTAL	PUBLICO	VALVULA	10
MINGITORIO PARED	PUBLICO	VALVULA	5
MINGITORIO PARED	PUBLICO	TANQUE	3
REGADERA	PUBLICO	MEZCLADORA	4
TINA	PUBLICO	LLAVE	4
VERTEDERO	OFICINAS ETC.	LLAVE	3
EXCUSADO	PRIVADO	VALVULA	6
EXCUSADO	PRIVADO	TANQUE	3
FREGADERO	PRIVADO	LLAVE	2
GRUPO BANO	PRIVADO	EXC. VALV.	8
GRUPO BANO	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 grupo de muebles, tanto de uso privado como público y los diámetros mínimos recomendables para su alimentación.

DIAMETROS Y CARGAS EN ALIMENTACION DE DIVERSOS MUEBLES

MUEBLES	USO PRIVADO		USO PUBLICO	
	FRIA	CALIENTE	FRIA	CALIENTE
BANO CON EXCUSADO DE FLUXOMETRO LAVABO, TINA O REGADERA MINIMA	6.5 Ug 32 mm	1.5 Ug 13-20 mm	-	-
BANO CON EXCUSADO DE TANQUE, LAVABO Y TINA O REGADERA MINIMA	4.5 Ug 20 mm	1.5 Ug 20 mm	-	-
BEBEDERO MINIMA	0.5 Ug 10 mm	-	0.5 Ug	-
BIDET MINIMA	1 Ug 13 mm	1 Ug 13 mm	-	-
FLUXOMETRO DE MANO DE PIE	6 Ug 25 mm 32 mm	-	10 Ug	-
EXCUSADO DE TANQUE	3 Ug 10 mm	-	5	-
FREGADERO DOMESTICO ø 13	1 Ug	1	-	-
FREGADERO, MOTEL O RESTAURANTE	-	-	2	2
LAVABO ø 10 - ø 10	0.5	0.5	1	1
LAVADERO 13 mm DIAMERTO	2	-	3	-
LAVADORA DE ROPA ø 13 - ø 20	2	2	-	-
REGADERA TIBIA ø 13 - ø 13	1	1	2	2
TINA ø 13 - ø 13	1	1	2	2
URINARIO DE COLGAR O DE PISO CON FLUXOMETRO ø 20	-	-	5	-
URINARIO DE COLGAR O DE PISO CON TANQUE ø 13	-	-	3	-
URINARIO DE PEDESTAL CON FLUXOMETRO DE MANO ø 25	-	-	10	-
VERTEDERO ø 13 - ø 13	1	1	1.5	1.5

Ug = Unidad de gasto o unidad de mueble

Conocido el número de unidades mueble de los núcleos, se va 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 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 acuerdo con el número de unidades mueble, diferenciando la curva correspondiente al predominio de los muebles del 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 amplios de seguridad (ver figura 6 y 7).

Para facilitar el cálculo de las pérdidas de presión existen tablas que dan la equivalencia de las conexiones considerando las como tramos de tubería recta (tabla No. 7).

Las pérdidas de carga podemos calcularlas con la fórmula:

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

f = 0.05 en diámetros de 13 a 25 mm
f = 0.04 en diámetros de 32 a 50 mm
f = 0.03 en diámetros de 60 a 150 mm
l = Longitud equivalente tubería
(tubería más conexiones)
d = Diámetro de la misma
v = Velocidad = Q/A
g = Aceleración de la gravedad

Sin embargo, estrictamente exacto, ya que los 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 m/s, dado que a partir de ésta se percibirá la circulación del agua dentro de ellas transmitiéndose por toda la construcción, ocasionando ruidos molestos.

EQUIVALENCIAS APROXIMADAS

F	K 10-13 mm	K 20-25 mm	K 32-40 mm	K 50 o MAS mm
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
REDUCCION	0.5	0.5	0.5	0.5
"Y" DE PASO	1.0	1.0	1.0	1.0
VALVULA COMPUERTA	1.0	0.5	0.3	0.3
VALVULA GLOBO	15	12	9	7
MEDIDOR DE AGUA	20	16	13	12
LLAVE DE BANQUETA O INCERSION	4	2	1.5	1.5
FLOTADOR	7	4	3	3.5
VALVULA RETENCION CHECK	16	12	9	7
COLUMPIO	8	6	4.5	3.5
VERTICAL	8	6	4.5	3.5
VERTICAL	8	6	4.5	3.5

Para calcular pérdidas de carga en conexiones:

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

**LONGITUD DE TUBOS EQUIVALENTE A CONEXIONES
Y VALVULAS**

DIAMETRO			LONGITUD EQUIVALENTE (M)				
CONEXIONES	L 90°	L 45°	T	LAT. T	V.COMP	V.GLOB.	V.ANG
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	.45	.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

**LONGITUD EQUIVALENTE A TUBERIA PARA
DIFERENTES APARATOS**

APARATO	DIAMETRO DEL TUBO			
	13	19	25	32
CALENTADOR AGUA VER. 110 19 mm	1.20	5.20	17.10	
CALENTADOR AGUA HORZ. 19 mm	.97	1.50	4.90	
1101 L				
MEDIDOR DE AGUA (SIN VALV.)				
16 mm CONEXION DE 13 mm	2.05	8.55	27.45	
16 mm CONEXION DE 19 mm	1.45	5.10	19.50	
19 mm CONEXION DE 19 mm	1.05	4.25	13.70	
25 mm CONEXION DE 25 mm		2.75	9.15	35.10
32 mm CONEXION DE 25 mm		1.35	4.25	16.45
ABLADOR DE AGUA		15-61.00		

M E T O D O D E H U N T E R

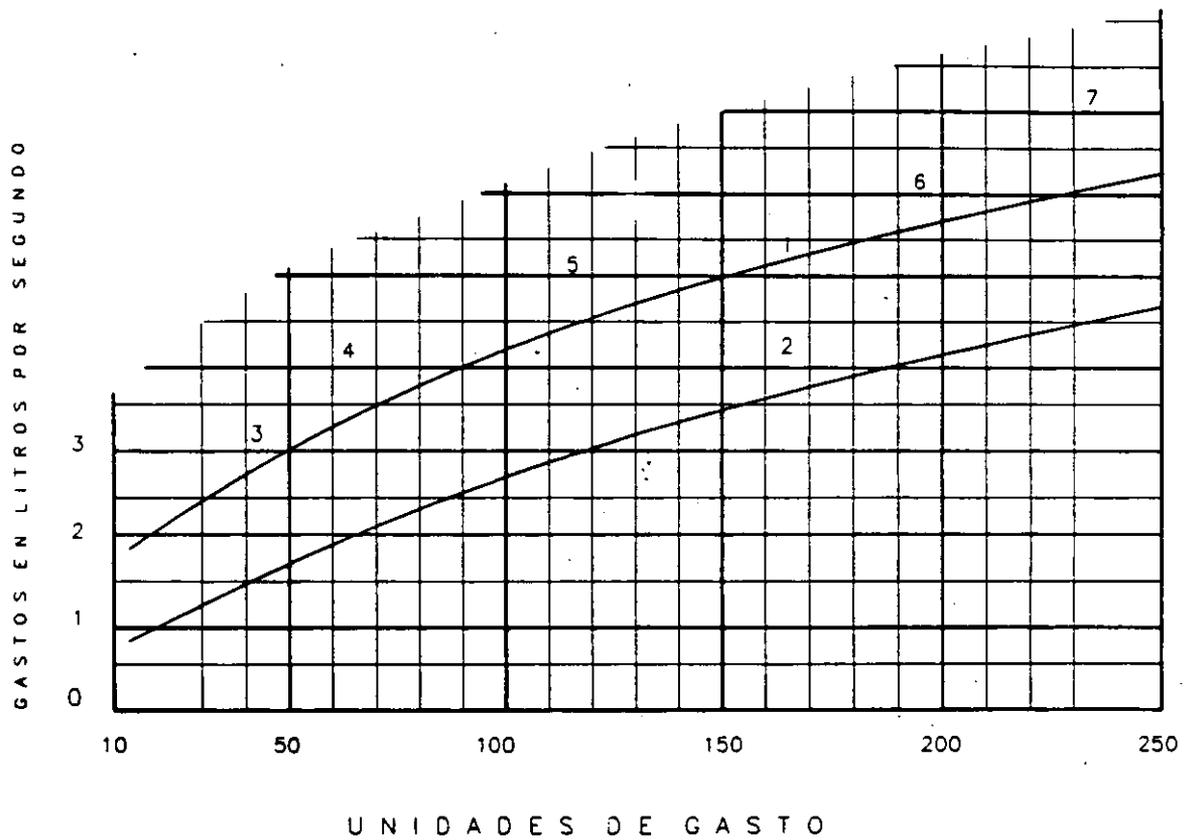
- GASTO MAXIMO PROBABLE

EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO			
--	--	--	--

MUEBLE	SERVICIO		U. M.
EXCUSADO	PUBLICO	VALVULA	10
EXCUSADO	PUBLICO	TANQUE	5
FREGADERO	HOTEL, REST.	LLAVE	4
LAVABO	PUBLICO	LLAVE	2
MINGITORIO PREDEST.	PUBLICO	VALVULA	10
MINGITORIO PARED	PUBLICO	VALVULA	5
MINGITORIO PARED	PUBLICO	TANQUE	3
REGADERA	PUBLICO	MEZCLADORA	4
TINA	PUBLICO	LLAVE	4
VERTEDERO	OFICINAS ETC.	LLAVE	3
EXCUSADO	PRIVADO	VALVULA	6
EXCUSADO	PRIVADO	TANQUE	3
FREGADERO	PRIVADO	LLAVE	2
GRUPO BANO	PRIVADO	EXC. VALVULA	8
GRUPO BANO	PRIVADO	EXC. TANQUE	6
LAVABO	PRIVADO	LLAVE	1
LAVADERO	PRIVADO	LLAVE	3
REGADERA	PRIVADO	MEZCLADORA	2
TINA	PRIVADO	MAZCLADORA	2

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

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

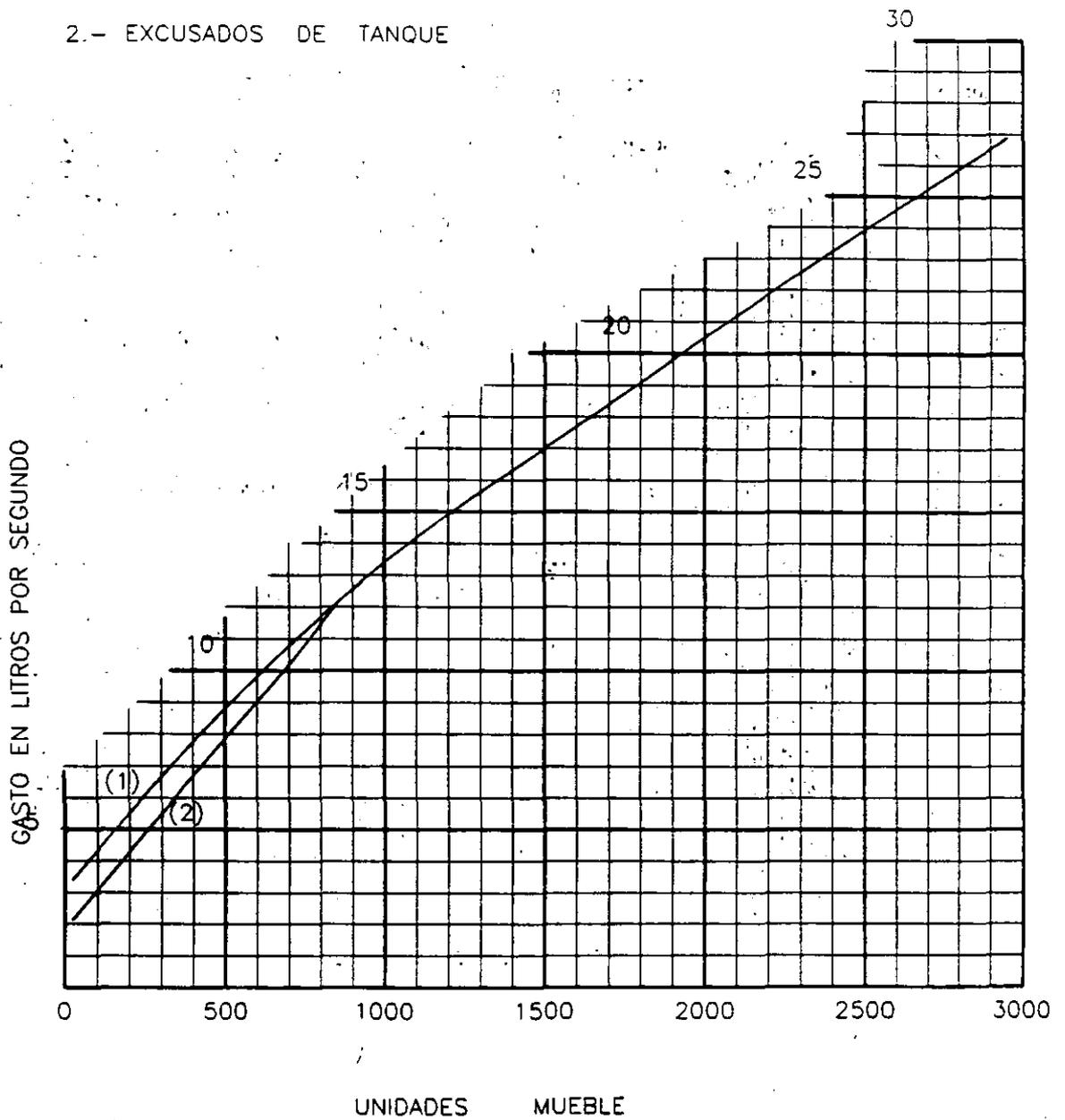


CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER

(GRANDES GASTOS)

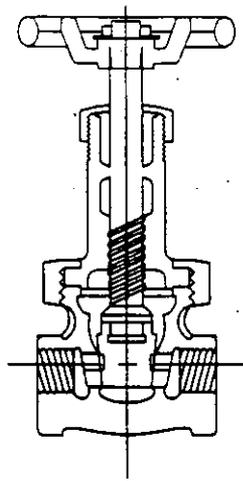
1.- EXCUSADOS CON VALVULAS

2.- EXCUSADOS DE TANQUE

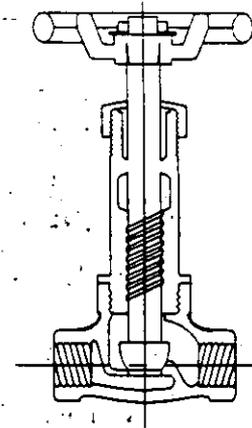


La presión máxima admisible en los accesorios de los muebles no debe ser mayor de 3.5 Kg/cm^2 (35 m H) debiendo considerarse sobre los muebles más altos de la instalación 1 Kg/cm^2 (10 m) si son de fluxómetro y 0.5 Kg/cm^2 (5 m) si son muebles ordinarios. (Mínimos 0.70 Kg/cm^2 y 0.20 Kg/cm^2 respectivamente).

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



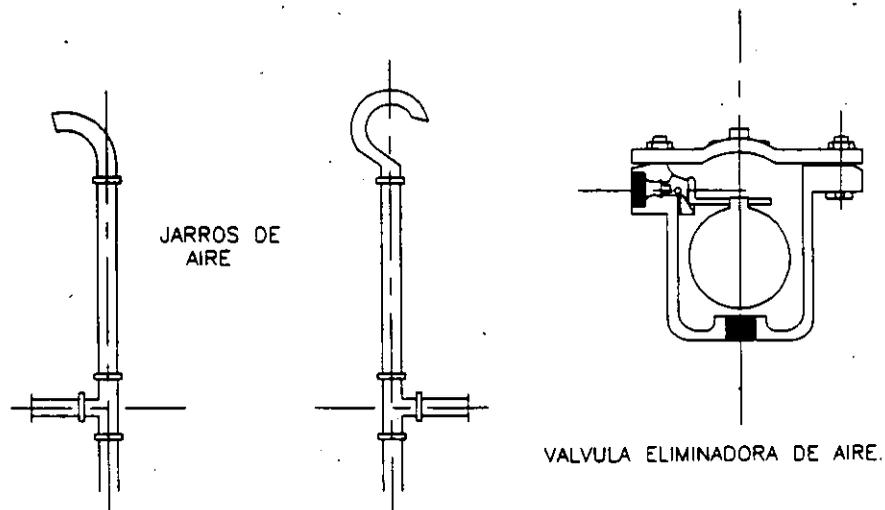
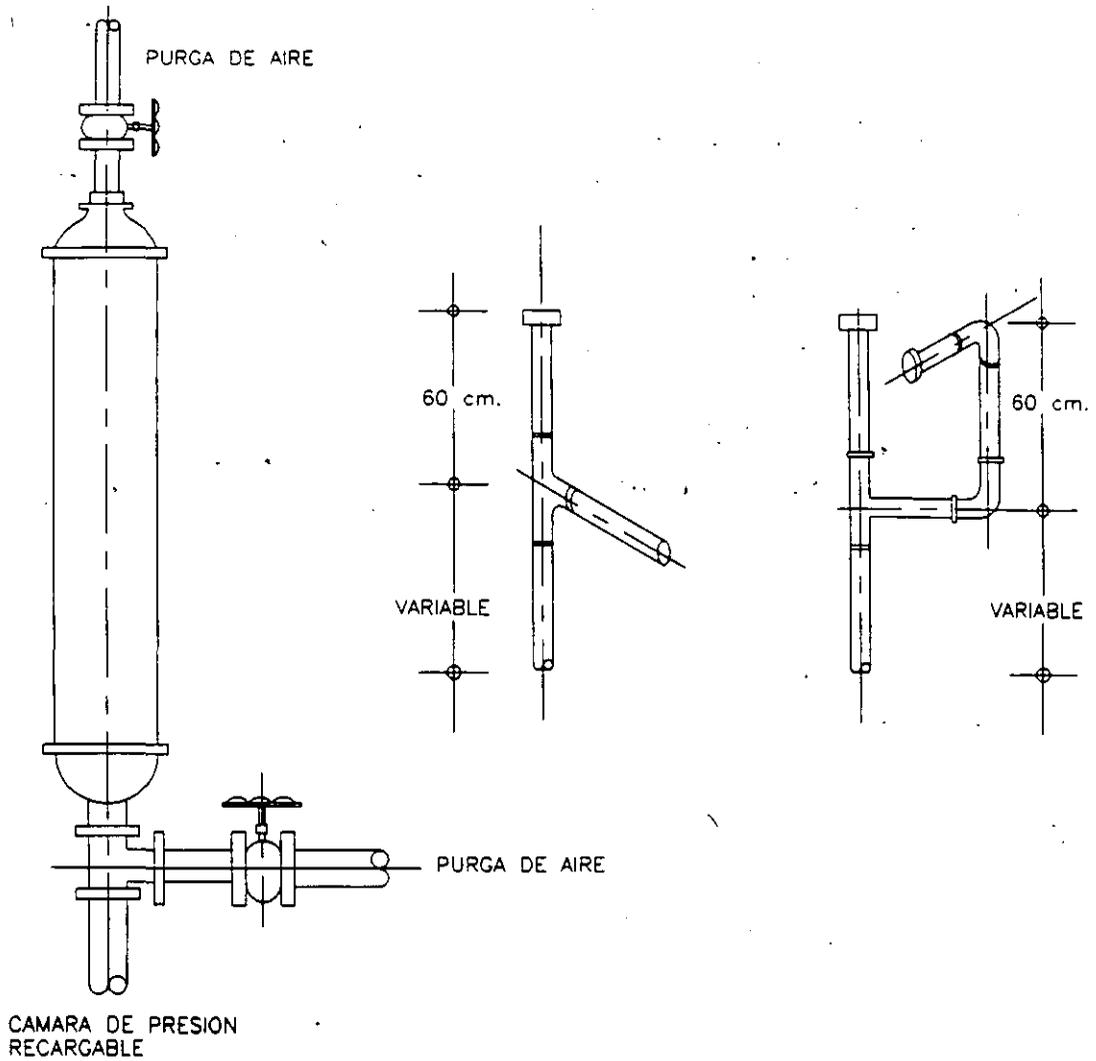
VALVULA DE COMPUERTA



VALVULA DE GLOBO
FIGURA No.7

CAMARAS DE AIRE O. PRESION. 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 cm 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 hace percibir fuertes ruidos en la instalación.

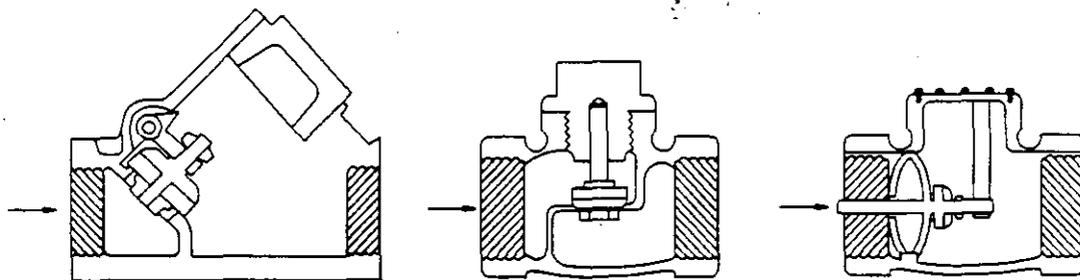
Si estas cámaras se hacen más cortas, tienen el peligro de que la circulación del agua arrastre el aire contenido en ellas y al llenarse de agua no cumplirán su objetivo.



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.

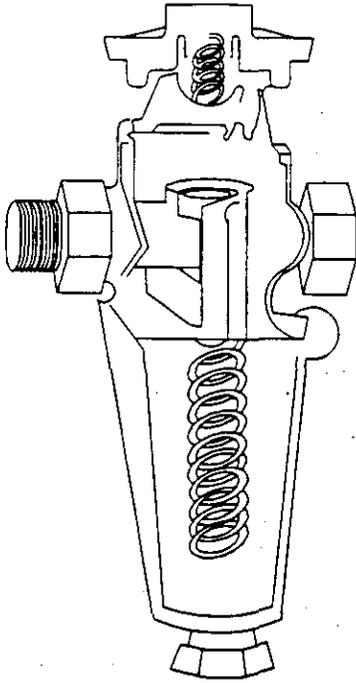
VALVULAS ELIMINADORA DE AIRE. Tiene el mismo objeto que el jarro de aire, pero se instalan en los sistemas que trabajan a presión por bombeo y en los cuales no pueden tenerse extremos abiertos. Son pequeños receptáculos con un elemento de flotador, el cual cae por su peso cuando hay aire dentro de la válvula, dejándolo escapar y cerrándose cuando el agua vuelve a llenar el receptáculo.

VALVULAS 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 sólo sentido.

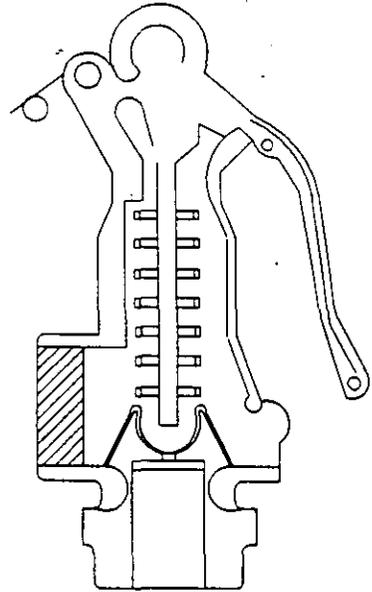


VALVULAS CHECK

REDUCTORA DE PRESION. Válvulas que por medio de oponer una fuerte resistencia al flujo, por medio de diafragmas y resortes, reducen la presión dentro de las tuberías.



VALVULA REDUCTORA DE PRESION
FIG. 11



VALVULA DE SEGURIDAD
FIG 12

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
(Primarias)**

- 1 Excusado por cada 100 niños o fracción
- 1 Excusado por cada 35 niños.
- 1 Urinario por cada 30 niños
- 1 Lavabo por cada 60 personas
- 1 Bebedero por cada 75 personas

ESCUELAS
(Secundarias)

- 1 Excusado por cada 100 hombres
- 1 Excusado por cada 45 mujeres
- 1 Urinario por cada 30 hombres
- 1 Lavabo por cada 100 personas
- 1 Bebedero por cada 75 personas

**EDIFICIOS DE OFICINAS
O PUBLICOS**

- 1 Persona por cada 10 m²
- 1 Excusado 1 - 15 personas
- 2 Excusados 16 - 35 personas
- 3 Excusados 36 - 55 personas
- 4 Excusados 56 - 80 personas
- 5 Excusados 81 - 110 personas
- 6 Excusados 111 - 150 personas

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 personas 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 Excusados 16 - 35 personas
- 3 Excusados 36 - 60 personas
- 4 Excusados 61 - 90 personas
- 5 Excusados 91 - 125 personas
- 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 por cada 10 personas adicionales. Cuando hay peligro de contaminación de la piel con materias venenosas, infecciones 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 circular comun, con llaves de agua por cada espacio, se consideran equivalentes a un lavabo.

- 1 Regadera por cada 15 personas, si en su trabajo están expuestos a calor excesivo o a contaminación de la piel con sustancias venenosas, infecciosas o irritantes.
- 1 Bebedero por cada 75 personas.

DORMITORIOS

- 1 Excusado por cada 10 hombres
- 1 Excusado por cada 8 mujeres
Si hay mas 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 mas 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
- 1 Tina por cada 30 mujeres. Para más de 150 personas agregar una regadera por cada 20 peronas.
- 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 Excusado para mujeres 1 - 100 personas
- 2 Excusados para hombres 101 - 200 pers.
- 2 Excusados para mujeres 101 - 200 pers.
- 3 Excusados para hombres 202 - 400 pers.
- 3 Excusados para mujeres 202 - 400 pers.
Para más de 400 personas se agregará un excusado por cada 500 hombres y un excusado por cada 300 mujeres mas.
- 1 Urinario para 1 - 200 hombres
- 2 Urinarios para 201 - 400 hombres
- 3 Urinarios para 401 - 600 hombres
- 1 Urinario adicional por cada 500 más.
- 1 Lavabo para 1 - 200 personas
- 2 lavabos para 201 - 401 personas
- 3 Lavabos para 401 - 750 personas

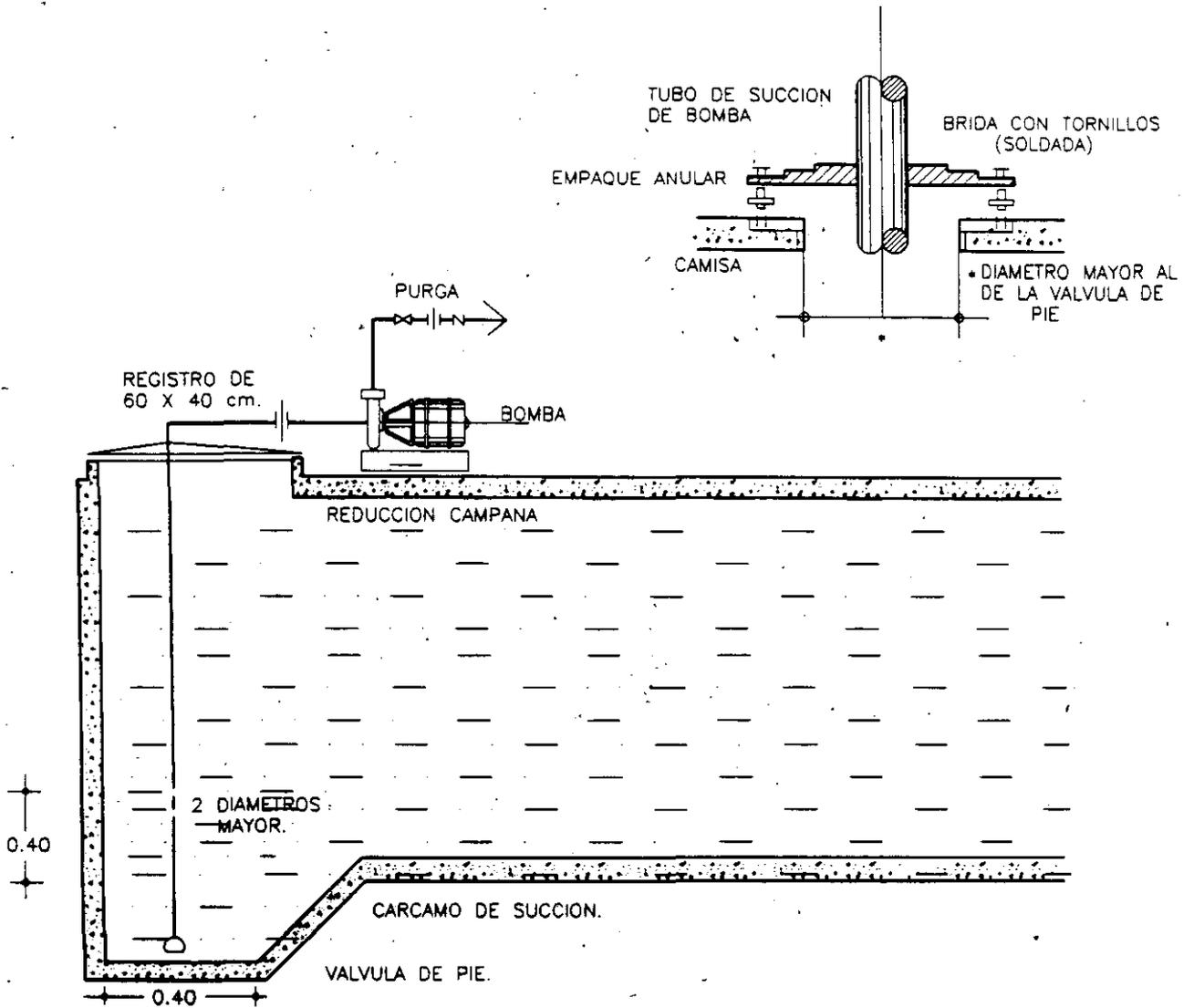
SERVICIOS PROFESIONALES 1 Excusado y un urinario por cada 30
SANITARIOS PARA TRABAJA- trabajadores. Si se usan urinarios
DORES corridos se consideran las siguientes

equivalencias:

50 cm lineales	=	1 urinario
90 - 1.20	=	2 urinarios
1.50	=	3 urinarios
1.80	=	4 urinarios

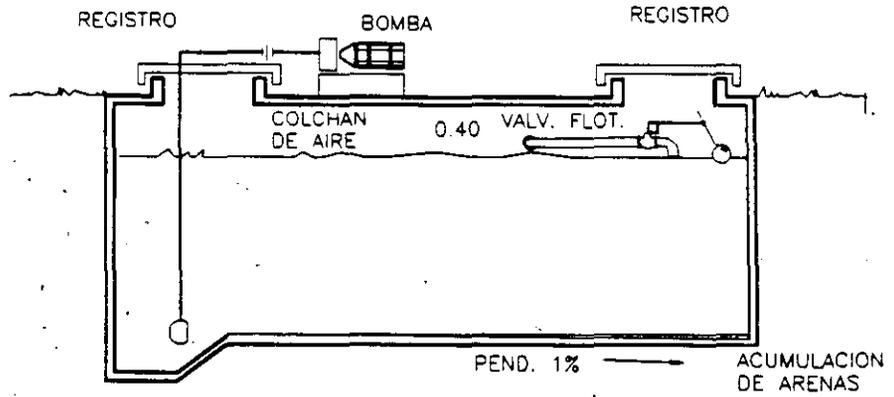
COMENTARIOS GENERALES. Al aplicar los criterios expuestos debe tomarse en cuenta la accesibilidad de los muebles sanitarios, ya que al ceñirse únicamente a los valores numéricos especificados pueden resultar soluciones inadecuadas para el establecimiento de que se trate. Así, por ejemplo, en escuelas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

DETALLE DE CISTERNA Y BOMBA

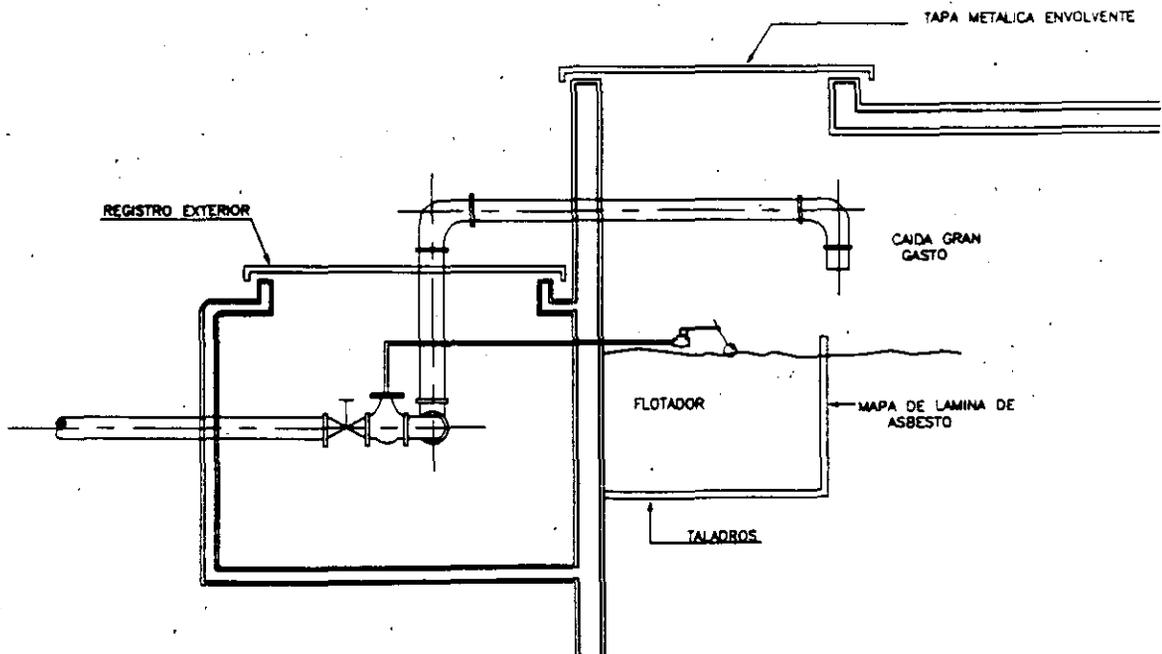


NOTA :
 4.50 MAXIMO AL NIVEL DEL MAR 1cm. MENOS POR CADA 10 mts.
 DE ALTURA DEL LUGAR SOBRE EL NIVEL DEL MAR.

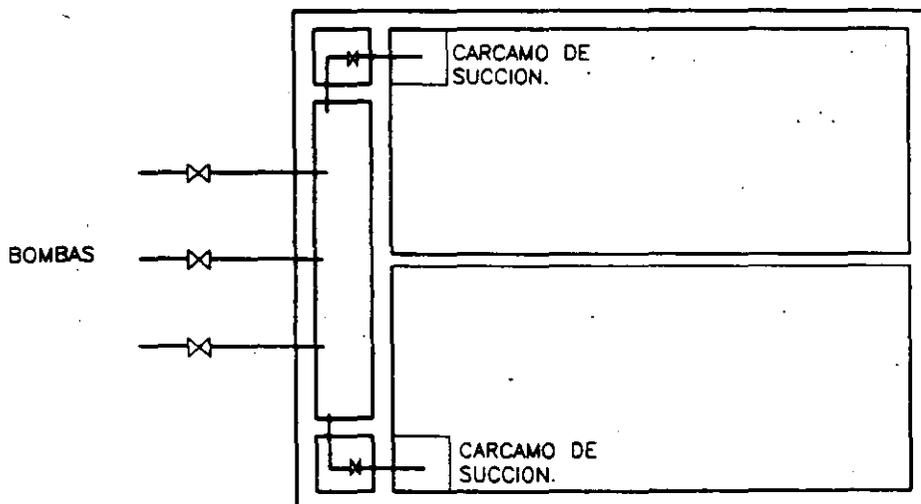
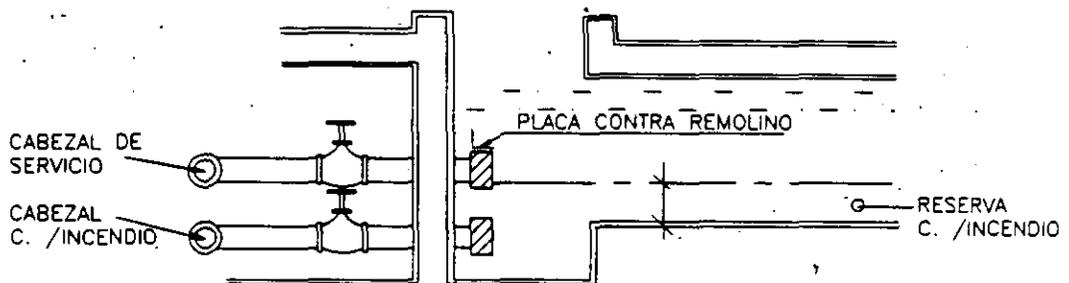
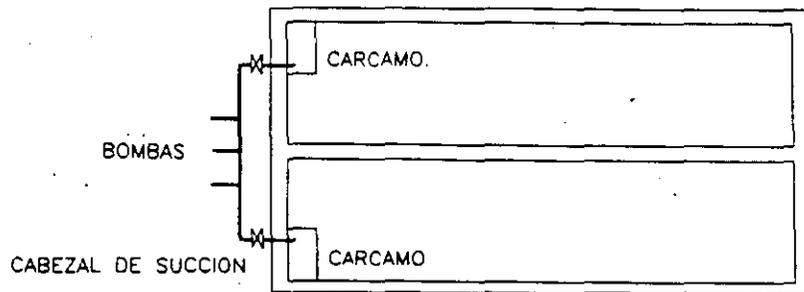
DETALLE DE CISTERNA Y FLOTADOR



DETALLE DE VALVULA FLOTADOR DE GRAN DIAMETRO



CISTERNAS DE DOBLE CELDA



NOTA:
SE DEBERA PREVER LA RESERVA MINIMO
CONTRA INCENDIO MEDIANTE NIVELES DE
SUCCION DE LAS BOMBAS.

COMENTARIOS ACERCA DEL SISTEMA "HUNTER"

Dado que un sistema de abastecimiento a muebles sanitarios no tiene un funcionamiento regular porque depende de varias circunstancias (número de muebles, número y tipo de usuarios, etc.). No hay una forma matemática para determinar con seguridad cual puede ser la demanda máxima instantánea, en un momento dado con ese dato se puede determinar el diámetro de la línea y la capacidad del equipo de bombeo en su caso.

Después de varios intentos empíricos, la forma de cálculo más aceptada es la del Dr. Roy B. Hunter, del National Bureau Of Standars, en Estados Unidos de Norteamérica.

En México, país en el que ha habido necesidad de desarrollar una tecnología propia para aprovechar al máximo los recursos financieros, el Ing. Manuel A. de Anda un estudioso en la materia, ha analizado detenidamente este tema y lo presenta al medio electromecánico nacional, como una aportación académica, Se inicia con el estudio del cálculo de probabilidades y es el siguiente:

Con el fin de formarse un criterio acerca de la probabilidad de funcionamiento simultáneo de los muebles sanitarios, se pueden partir de un caso en que haya una batería de 4 muebles con fluxómetro.

a

b

c

d

Si cada fluxómetro funciona durante 10 segundos cada 10 minutos, o sea $A = 1/60$ del tiempo, la probabilidad de que 2 fluxómetros operen simultáneamente es de $A = 1/60$; pero podemos formar 6 pares diferentes (ab, ac, ad, bc, bd, y cd), y si la batería de muebles funciona 8 horas cada día, resulta que cada uno de los muebles operará $B = 8 \times 60 \text{ min}/10 \text{ min} = 48$ veces al día y hay 48×6 posibilidades de que se forme un par simultáneo, siendo solamente probable que en las 8 horas trabajen a la vez $48 \times 6/60 = 4.8$ veces o sea una vez cada 75 minutos (1 1/4 horas)

Pueden comprobarse que pueden formarse 4 tercias diferentes, $4 \times 3 \times 2/1 \times 2 \times 3 = n(n-1)(n-r+1)/r$, siendo (n) los 4 fluxómetros, $r = 3$ porque deseamos tercias y $r = 1 \times 2 \times 3$, ahora bien para que un mueble cualquiera funcione simultáneamente con un par ya formado, la probabilidad es $1/60$, y como la del par era también $1/60$, para la tercia resulta $1/60^2$, de modo que la frecuencia con que podría llegar a funcionar a la vez 3 de los 4 fluxómetros sera:

$$f = \frac{48 \times 4}{60^{3-1}} = \frac{48 \times 4}{60^2} = \frac{1}{18.75}$$

o sea una vez cada 18.75

días, equivalente a una vez cada 150 horas. Bastará pues que la tubería tenga capacidad para 2 fluxómetros a la vez.

CALCULO DE LA PROBABILIDAD DE USO SIMULTANEO

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:

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

siendo:

- B El número de usos al día de cada mueble.
- C_r^n El número de combinaciones de (r) en (r) muebles, de entre los (n) instalados.
- A La relación entre el intervalo entre usos consecutivos y la duración de la descarga.

Como

$$C_r^n = \frac{n(n-1)(n-2) \dots (n-r+1)}{r}$$

$$f = \frac{Bn(n-1)(n-2) \dots (n-r+1)}{r A^{r-1}}$$

Por ejemplo, si se tienen 6 fluxómetros funcionando cada 10 minutos, durante 10 segundos, A = 6- y B = 48 veces en 8 m/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 :

$$f_{1/6} = \frac{48 \times 6}{1 \times 60^\circ} = 48 \times 6 = 288 \text{ veces al día}$$

Con dos simultáneos:

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

PROBABILIDAD DE USO SIMULTANEO

Con tres fluxómetros a la vez.

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

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.

Cuando se trata de un número de muebles grande y de diferentes tipos, no puede hacerse el cálculo como antes que eran fluxómetros del mismo tipo. Se aplica entonces el número de unidades del Dr. Hunter y consultan sus gráficas de gastos, o bien se utilizan las fórmulas establecidas por el Ing. Manuel A. de Anda y que son:

$$Q = 0.45 \quad U \quad (1)$$

$$Q = 0.25 \quad U + 0.005 \quad U \quad (2)$$

Siendo U el número total de unidades de gasto, según Hunter, y Q el gasto requerido en litros por segundo.

La fórmula (1) se usa para conjuntos de muebles en que haya fluxómetros, sin que U pase de 1600 unidades de gasto, en tanto que la fórmula (2) se emplea cuando no hay fluxómetros y U pasa de 1600 unidades, ya sea con fluxómetro o sin ellos, la fórmula que debe usarse es la (2).



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

CAPITULO II

**INSTALACIONES HIDRAULICAS
SISTEMA DE AGUA CALIENTE**

JUNIO, 1992

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

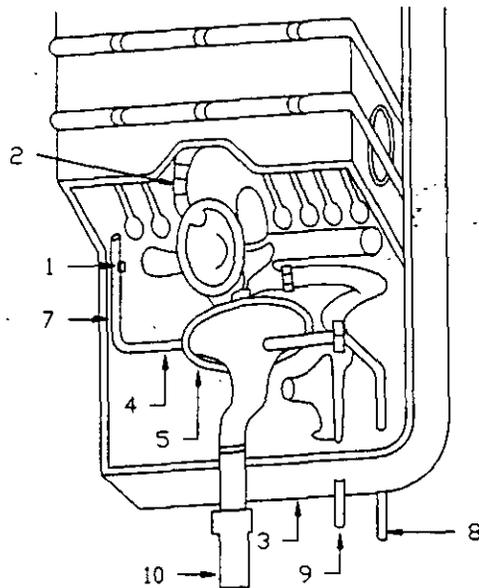
FACULTAD DE INGENIERIA U N A M

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, provoca un rápido incremento de la temperatura del líquido.

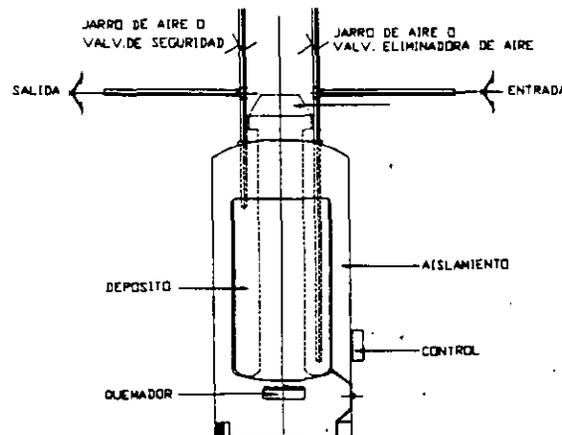
El pequeño diámetro del serpentín no permite grandes flujos y lo limitan para el uso de un mueble generalmente.



VISTA INTERIOR DEL CALENTADOR

- | | |
|--|---------------------------------|
| 1.- Botón para abrir el paso del gas al piloto | 7.- Tornillo regulador del agua |
| 2.- Quemador del piloto | 8.- Entrada de agua fría |
| 3.- Tornillo regulador del agua | 9.- Entrada de gas |
| 4.- Venturi | 10.- Salida de agua caliente |
| 5.- Filtro de agua | |

B.- Calentadores del tipo de almacenamiento (Q máx. 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, etc.)



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 % solamente.

Los calentadores con el elemento interior tiene 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 calientes en su parte superior, templada en su zona intermedia y fría en el 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

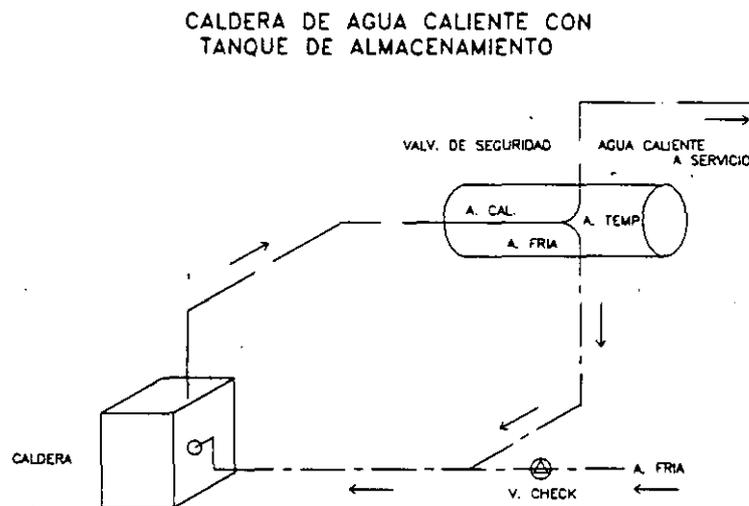
Los sistemas centrales de agua caliente pueden ser considerados así mismos, de paso o de almacenamiento, pero dado que los primeros requieren mayores elementos productores de calor y los segundos pueden tomar las grandes demandas, con mayor facilidad, son preferidos éstos en el mayor número de los casos

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 tubería hacia el tanque de almacenamiento de agua caliente, estableciéndose una circulación por termosifón o forzada entre la caldera y el tanque.

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.



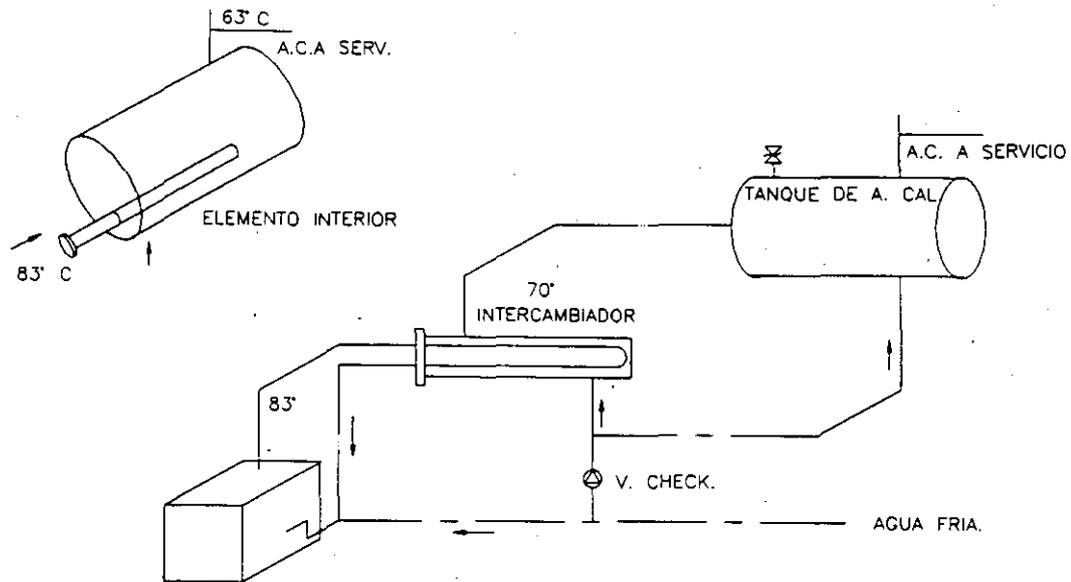
B.- CALDERAS DE AGUA CALIENTE CON INTERCAMBIADOR DE CALOR.

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 al agua de consumo.

Para tal fin se utilizan intercambiadores de calor de aguas calientes 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 para por el intercambiador y va al servicio.

El intercambiador puede ser exterior o interior con relación al tanque.

CALDERAS DE AGUA CALIENTE INTERCAMBIADOR
DE CALOR TANQUE DE ALMACENAMIENTO.



C.- CALDERA DE AGUA CALIENTE DE TUBOS DE HUMO.

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

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

Cuando además del servicio de agua caliente se requiere 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.

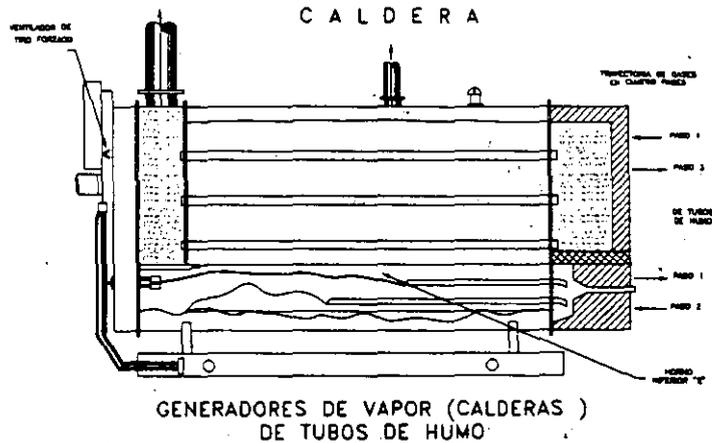
La temperatura para servicios doméstico es de 63° C normalmente y en caso de restaurantes o servicios especiales es de 83° C para el lavado de platos.

CALDERAS

1.- CALDERAS DE TUBO DE HUMO

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

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

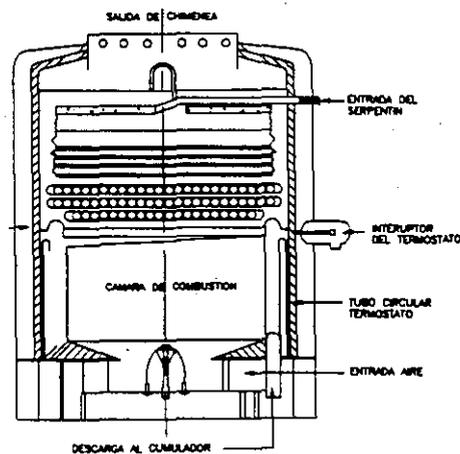


2.- CALDERAS DE TUBOS DE AGUA

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

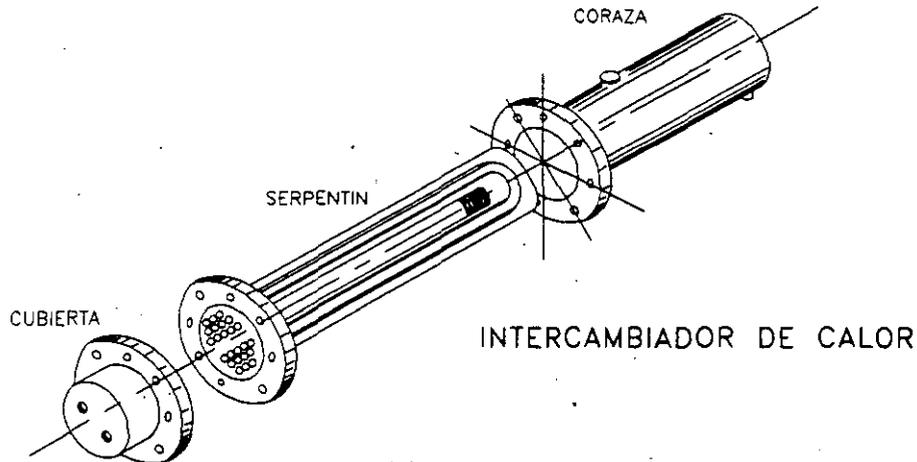
En el aspecto de seguridad son mejores, pero están expuestas a una fuerte incrustación, por lo que hay que cuidar mucho el aspecto del tratamiento propio del agua que circulará por ellas.

GENERADOR DE VAPOR 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.



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

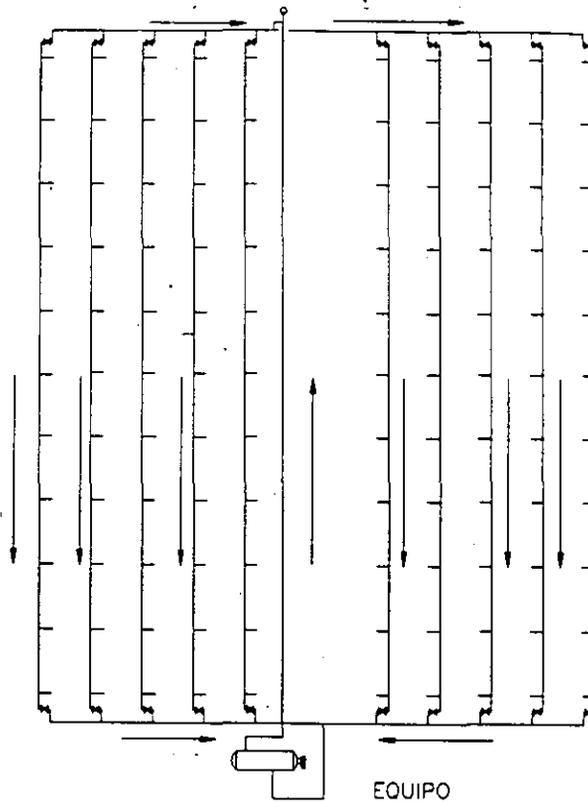
El cálculo de la red de distribución de agua caliente se hace en la misma forma que la ya explicada para el agua fría, con las unidades de consumo anotadas en la tabla.

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.

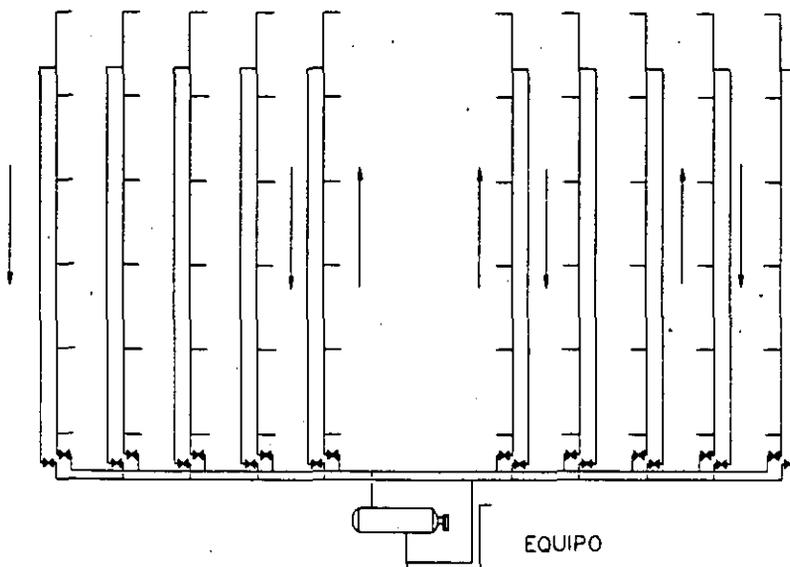
SISTEMA DE DISTRIBUCION Y AGUA CALIENTE



A.- RETORNO DIRECTO

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 superior, que baja a una línea colectora de retorno en el inferior.



B.- RETORNO MULTIPLE

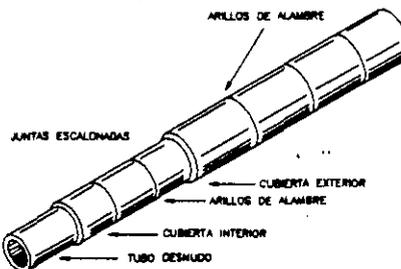
El retorno permite una circulación por termosifón, o forzada con un circulador dentro del sistema del cual puede obtener el agua caliente en forma instantánea, ya que de no contarse con línea de retorno, el agua se enfriaría dentro de las tuberías y tardaría mucho tiempo en obtenerse, ya que habría que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

AISLAMIENTOS

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 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.

PROTECCION PARA TUBPS DE DOBLE ESPESOR CON CUBIERTA A PRUEBA DE CAMBIO DE INTEMPERIE



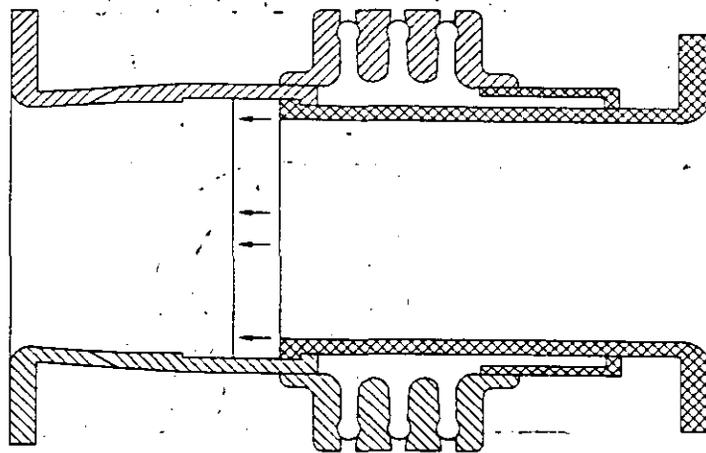
DILATACIONES

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.

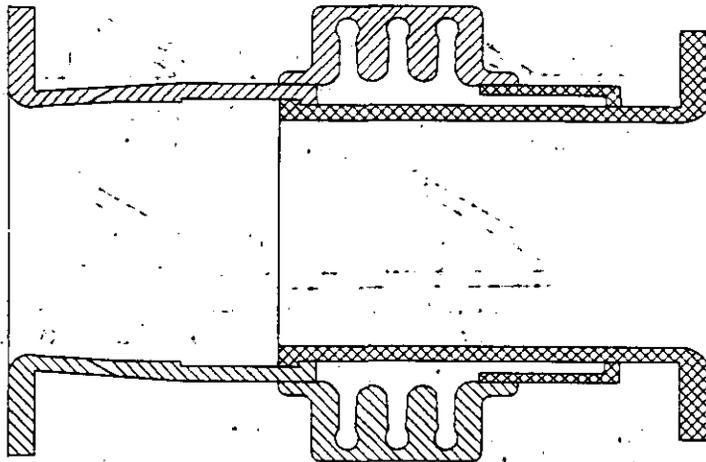
La dilatación en tuberías de cobre es de 1.02 mm/m para 60° C, de temperatura (0.17 mm/m/10° C T), por lo cual hay que evitar grandes recorridos de una línea en tramos rectos.

Cuando se requieran éstos, hay que instalar juntas de dilatación que puedan ser del tipo de fuelle o deslizantes que se obtiene 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.

JUNTAS DE DILATACION



CORRUGADA



TELESCOPICA

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 centígrados (°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

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

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 calculadas bajo las siguientes consideraciones para el caso específico de la caldera a gas o diesel con número de modelo en millares Btu/h de entrada, al nivel del mar, como por ejemplo las "Hydrotherm".

Combustible	Gas LP
Rendimiento de la caldera	80 %
Altura	2,240 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.- CALDERAS NECESARIA PARA AGUA CALIENTE

$$\text{Modelo} = 4.6 \times \text{hab.} - 0.06 \times T$$

$$\text{Modelo} \times 155 = \text{Kcal/hora, de entrega}$$

6.- CALDERA NECESARIA PARA CALENTAMIENTO DE ALBERCAS

$$\text{Modelo } 1^\circ = (m^3) \times 3.5$$

Haremos algunos ejemplos de aplicación de las fórmulas anteriores.

Primero, para las de uso general.

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

$$G = 2850 \text{ L/h (casa departamento de 200 personas)}$$

$$h = 4 \text{ horas}$$

$$T = 10,000 \text{ litros}$$

$$T_c - T_f = 60^\circ - 15^\circ = 45^\circ \text{ C.}$$

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

$$\text{Entrega de calor} = 975 \times 45 = 43,900 \text{ Kcal/s}$$

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

$$h = 4 \text{ horas}$$

$$G = 430 \text{ L/h}$$

$$C = 175 \text{ L/h (para } T_c \text{ ó } T_f = 45^\circ \text{ C)}$$

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

INTERCAMBIADORES DE CALOR

La transmisión de calor del vapor de agua, mediante un serpentín de tubos de cobre es aproximadamente de $1,200 \text{ Kcal/}^{\circ}\text{Chm}^2$, 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 temperatura (tg) entre el fluido más caliente y el más frío, (tp) entre el fluido calefactor y el ya calentado, la cantidad de calor transmitida es:

$$C = US \frac{\Delta tg - \Delta tp}{\ln \Delta tg - \ln \Delta tp} \quad (\text{Kcal/h})$$

estando U en $\text{Kcal/}^{\circ}\text{Chm}^2$ y las diferencias de temperatura en grados centígrados.

Así, por ejemplo, si vamos a calentar 3,000 litros de agua fría a 15°C , en una hora usando vapor de 105°C de temperatura (aproximadamente 0.2 Kp/cm^2 en Acapulco y 0.5 Kp/cm^2 en Toluca), tendremos:

$$\Delta tg = 105^{\circ} - 15^{\circ} = 90^{\circ} \text{C}$$

$$\Delta tp = 105^{\circ} - 60^{\circ} = 45^{\circ} \text{C}$$

$$U = 1200 \text{ Kcal/}^{\circ}\text{Chm}^2$$

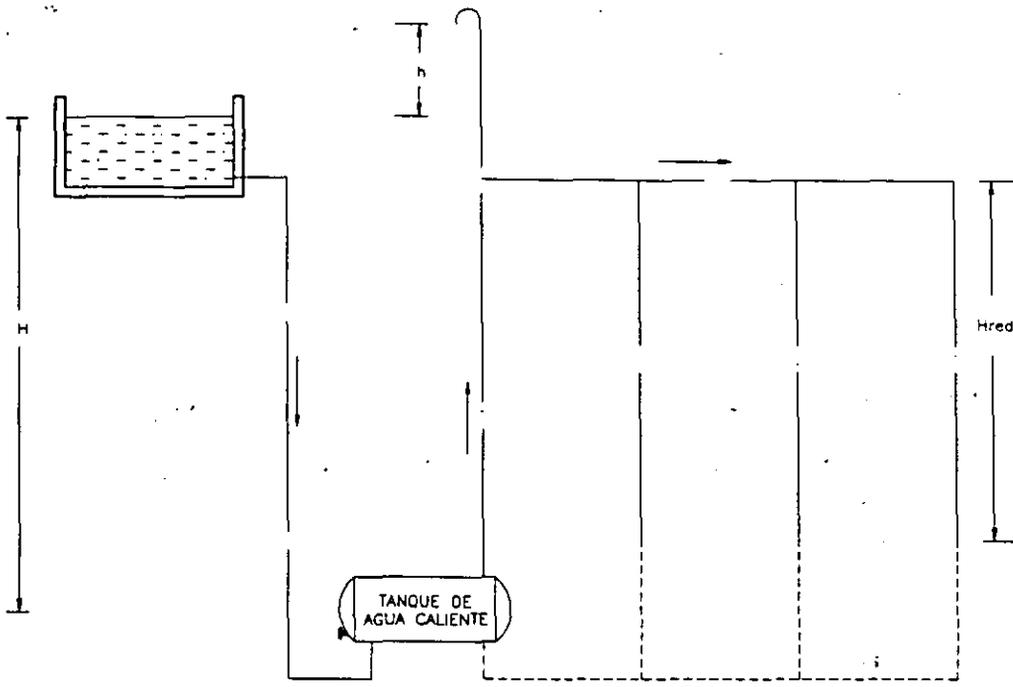
$$C = 3000 (60^{\circ} - 15^{\circ}) = 135,000 \text{ Kcal/h}$$

y entonces:

$$S = \frac{C}{U} \times \frac{\ln (\Delta tg / \Delta tp)}{\Delta tg - \Delta tp} = \frac{135,000}{1,200} \times \frac{0.693147}{90 - 45}$$

$$S = 1.73 \text{ m}^2 = 18.65 \text{ ft}^2$$

PURGAS DE AIRE EN REDES DE AGUA CALIENTE CON DISTRIBUCION POR GRAVEDAD



Dado que la presión (P) producida por una columna líquida de (H) metros de altura y de (Y) kilopondios por metro cúbico de peso específico es: $P = HY$

Y si se considera, además que $Y = 1000 \text{ Kp/m}^3$ para el agua fría, en tanto que $Y = 960 \text{ Kp/m}^3$ 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 metro de altura sobre el tanque de agua caliente.

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:

$$H_{red} \times 0.5 (t_{mc} - t_{mr}), \quad \text{en mm H}_2\text{O}$$

En virtud de que el agua pierde aproximadamente 0.5 Kp/m^3 por cada grado de elevación de temperatura, cuando está entre una 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:

$$40 \text{ m} \times 0.5 \frac{\text{Kp}}{^\circ\text{Cm}^3} \times 10^\circ \text{ C} = 200 \frac{\text{Kp}}{\text{m}^2} = 200 \text{ mm H}_2\text{O}$$

y ésta 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 .



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA
EDIFICIOS**

CAPITULO III

**INSTALACIONES SANITARIAS
DESAGUES SANITARIOS, DOBLE VENTILACION**

JUNIO 1992

INSTALACIONES SANITARIAS

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

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

Ninguna de las salidas sanitarias debe quedar abierta dentro de un local, por lo cual todos los muebles deben estar provistos de un sifón que impida la salida de los gases contaminados del 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 fácilmente la obturación hidráulica al evaporarse su contenido, habiendo necesidad de reponerlo con frecuencia manualmente.

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

En este tipo de instalaciones, está prohibido el uso de cambios de dirección a 90 °en el plano horizontal, debiendo ser con codos o Y griegas 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 circula 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 caída es adquirida al llegar al tercer nivel; pero posteriormente el rozamiento con -- las paredes de la tubería que es una fuerza opuesta al peso -- del agua impide que aumente la velocidad caída. El poner un obstáculo o quiebre en la bajada, perjudica la instalación -- por provocar presiones y depresiones en el aire de la propia columna.

Los diámetros de las bajadas de aguas negras están en función tanto de las unidades de descarga que reciben, como del número de intervalos en 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 descargen en las bajadas, ya que disminuye el factor de simultaneidad de descarga. Ver tabla No. 17.

Así podemos ver que una bajada de 100 mm 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 pie de la bajada debe aumentarse el diámetro del colector, para evitar que en este punto se acumule el agua que descarga y se retarde el flujo (ver tabla No. 16).

REGISTROS.- 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 mas 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 el proceso de construcción para evitar que entren materias extrañas (arena, tabique, cascajo, palos, etc.) que posteriormente ocasionan serias obstrucciones. Terminada la obra, se rompe la clave y se hace la media caña, teniendo cuidado de que la altura de ésta sea igual al diámetro del tubo (ver figura 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 se utilizan en la descarga de los muebles sanitarios, los cuales ya tienen su propia obturación, sino por ejemplo en rejillas que recogen aguas pluviales y a otros casos especiales por ejemplo, descarga de vertederos de mercados.

En este caso al registro se le adapta un codo invertido que forma un sello automático con el nivel del registro. (figura- No. 38).

VENTILACION DE LAS BAJADAS DE AGUAS NEGRAS.- Toda bajada de aguas negras debe prolongarse en su parte superior hasta salir de la construcción, con tubería del mismo diámetro que la bajada, ya que nunca debe reducirse.

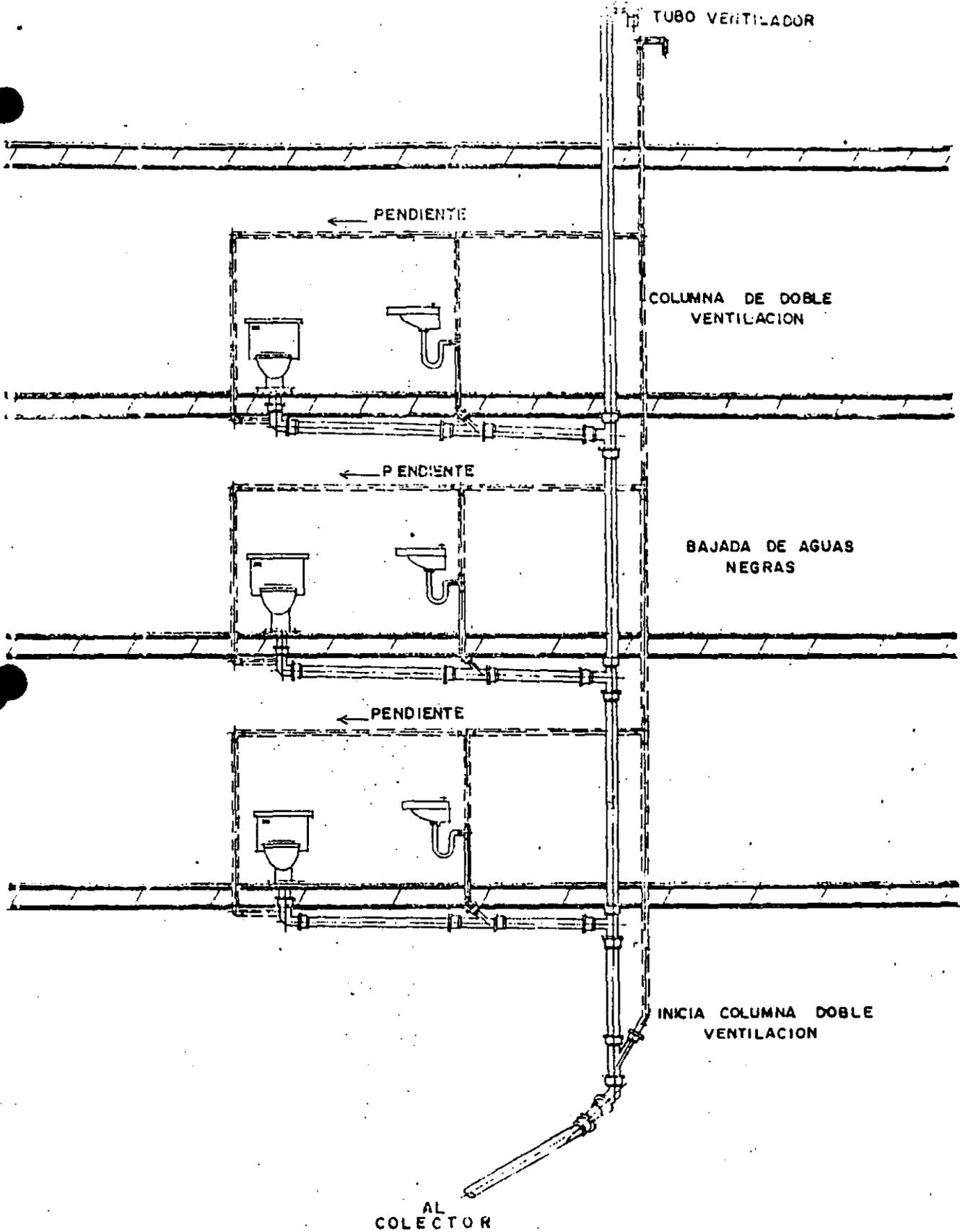
Esta ventilación tiene por objeto permitir la entrada de aire al sistema, facilitando la descarga del mismo, así como permitir la salida de los gases provocados por fermentación de materias orgánicas.

SISTEMA DE DOBLE VENTILACION. - El sistema de doble ventilación es necesario para evitar el principio de sifonaje en los obturadores hidráulicos del 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 volumen de descarga y es máximo en la base de la bajada.
- b). - Depresión 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 --



5

SISTEMA DE DOBLE VENTILACION

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. -- Ver figura No. 39.

El sistema de doble ventilación debe ser construido de tal manera que cualquier escurrimiento que haya dentro de él, concorra al albañal. Los diámetros recomendados están en función de la longitud de las tuberías que 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 período de 49 años la precipitación pluvial rebasó los 100 mm/hora, en 45 años; la precipitación pluvial de 150 mm/hora fué rebasada en 12 años y la de 200 mm 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 150 mm/hora, para tener un margen 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, su capacidad no se ve afectada. Ver tabla No. 20 .

Las bajadas pluviales se diseñan por lo tanto, de acuerdo con el área que reciben y generalmente no deben quedar a mas de -- 20 m de separación, para evitar rellenos en las azoteas, ya -- que la pendiente recomendable en éstas es del 2 ‰, con un mínimo de 1.5 ‰.

Cuando existe un cespól 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 desbordar 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 por ciento. Se hace notar que aunque los conductos verticales de aguas negras no deben combinarse con las aguas pluviales, los albañales sí pueden conjuntar los dos servicios (ver hojas de desagües combinados).

Una observación de importancia es que en las superficies de terrazas de los dos edificios, hay que tener en cuenta los escurremientos 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 un ángulo 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 provocarían serios trastornos.

CONDUCCION ADECUADA DE LAS AGUAS PLUVIALES

Tomado de un artículo del Ing. Manuel de Anda F.

Los daños y molestias ocasionados por las aguas de lluvia, incorrectamente canalizadas, todavía se presentan con cierta frecuencia, aún en obras importantes y, esto se debe en gran parte a que en muchos casos se siguen reglas tradicionales 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 invertida, de numerosos constructores, considerar una bajada pluvial de 100 mm de diámetro por cada 100 m² 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 conviencia de evitar grandes re

llenos en las azoteas, al dar a éstas las pendientes necesarias para el escurrimiento del agua de lluvia hacia la bajada.

En un tubo vertical, parcialmente lleno, el agua desciende adhiriéndose 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 cm de diámetro interior, por el que baja el agua, llenando la cuarta parte de la sección interior del tubo, el hueco es de 13 cm de diámetro, por lo que el espesor del anillo de agua adherido a la pared interior del tubo es de apenas un centímetro, o sea de un quinceavo del diámetro. En general si el agua llena la N -ésima parte del tubo, de diámetro interior (D) el espesor (E) de la lámina de agua adherida a la pared interior es:

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

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

$$\begin{aligned} E &= \frac{150}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{4-1}{4}} \right) = 75 (1 - 0.866) \\ &= 75 \times 0.134 = 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

$$E = 50 \times 0.134 = 6.7 \text{ mm}$$

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 poco más de 9 mm en una bajada de 100 mm de diámetro.

Ahora bien, 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 $3.1416 D^2/4$, y como el agua ocupa únicamente la enésima parte, el área de paso es $3.1416 D^2/4N$, en tanto que el perímetro de contacto es el del interior del tubo, o sea $3.1416 D$ por lo que el radio hidráulico es:

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

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: $S = 100$ 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:

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

Para una bajada de 10 cm de diámetro, llena a la cuarta parte.

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 los 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, 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 seno de 30° vale 0.50.

El artículo 27 del Reglamento de Ingeniería Sanitaria relativo a edificios prescribe que " POR cada 100 m^2 de azotea o de proyección horizontal en techos inclinados, se instalará por lo menos un tubo de bajada pluvial de 7.5 cm de diámetro o uno de área equivalente al tubo circular ya especificado ".

Para desaguar marquesinas, se permitirá instalar bajadas pluviales con diámetro mínimo de 5 cm o de un área equivalente, para superficies hasta de 25 m^2 como máximo.

Según el reglamento, un tubo de bajada de 75 mm de diámetro puede desaguar 100 m^2 de azotea, o sea que debe conducir un gasto de 4.167 litros por segundo en un aguacero de 150 mm/h, de intensidad, ya que el agua llovería en esa área a razón de $150 \times 100 = 15,000$ litros en 3,600 segundos que tiene la hora-

el radio hidráulico, según la ecuación es:

$$R_{mm} = \frac{100 \text{ mm}}{4 \times 4} = 6.25 \text{ mm y por consiguiente:}$$

$$V = 6.25^{2/3} = 3.393 \text{ m/s}$$

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

$$\frac{3.1416 D^2}{4 \times 4} = \frac{3.1416 \times 10^2}{16} = 19.635 \text{ cm}^2$$

Obtenemos el gasto:

$$Q = 33.93 \frac{\text{dm}}{\text{s}} \times 0.19635 \text{ dm}^2 = 6.662 \text{ L/s}$$

Veamos ahora, qué superficie de azotea aportará 6.662 litros por segundo, para lo cual hay que considerar la intensidad de la precipitación pluvial en aguaceros de cinco minutos de duración, intensidad que, a falta de mejores datos, se estima en -- 100 mm/h, o sea que la lluvia cae a razón de 100 litros por hora en cada metro cuadrado, por lo que en 36 m^2 caerá un litro por segundo y entonces la bajada de 10 cm podría desaguar:

$$6.662 \times 36 = 240 \text{ m}^2 \text{ de azotea}$$

Sin embargo, hay lugares como la ciudad de México, en los que se presenten aguaceros mucho mas intensos. En el Distrito Federal han llegado a registrarse hasta 20 mm en 5 minutos, o sea -- 240 mm/h, pero el promedio de los aguaceros máximos anuales es cercano a los 150 mm/h. Tomando como base de cálculo esta última intensidad para el Distrito Federal, cada 24 m^2 de azotea -- aportan un litro por segundo y entonces la bajada de 10 cm puede desaguarse llena a la cuarta parte.

$$6.66 \times 24 = 160 \text{ m}^2 \text{ de azotea}$$

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

$$150 \times 25/3,600 = 1.042 \text{ L/s bajo una lluvia de } 150 \text{ mm/h}$$

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:

$$A = \frac{3.1416 D^2}{4 N} \quad (4)$$

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

$$Q = \frac{3.1416 D^{8/3} \text{ mm}}{(4N)^{5/3} \times 10^3} \quad (5)$$

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

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1/8} Q^{0.6}}{3.1416^{0.6} D^{1.6} \text{ mm}} \quad (6)$$

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

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

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

En igual forma se puede saber que durante el peor aguacero, de

240 mm/h de intensidad, la bajada de 75 mm con 100 m² de azotea se llenará en un 39.6 % y la de 50 mm con 25 m² de área desaguada, bajará al 33.0 %.

Se ve que la bajada de 50 mm para 25 m² 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 peor aguacero se llena a la tercera parte, en cambio, la de 75 mm para 100 m² de azotea está sobrecargada proporcionalmente un 20 %, puesto que en vez de llenarse 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 máximo de la localidad, llenándose a la cuarta parte, podrá recibir el peor aguacero, llenándose a la tercer parte, si la peor precipitación es un 60 % mas intensa que la media máxima anual, como es el caso en el Distrito Federal, con 240 mm/h del pero aguacero, que es un 60 % mas intenso en comparación con los 150 mm/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 a 2 % de pendiente hace que la punta del albañal se llene totalmente, como se comprobará al tratar acerca de albañales. A la luz de ésta aclaración y de la conclusión que la precede, podremos darnos cuenta de cómo trabajan las bajadas pluviales señaladas en la norma ASA A 40.8 (American Standard National Plumbing Code o Norma Nacional Reglamentaria para Plomería 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 a la intensidad de la lluvia. Así por ejemplo, una bajada de 4 " (101.6 mm) pueda 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), 6 427 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 35 %; pero con el aguacero 60 % mas intenso, la bajada se llena al 46 %, excediendo en mucho - del 25 % y el 33 % recomendable. Igual ocurre con una bajada de 2 " (50.8 mm) 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 cúbico por segundo, como el pié mide 3.048 decímetros, un pié cúbico tiene 3.048³ = 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 segun la ecuación (6) la fracción.

$$\frac{1}{N} = \frac{4 \times 10^{1.8} \times 1.888^{0.6}}{3.1416^{0.6} \times 50.8^{1.6}} = 0.3467 = 35 \%$$

y con aguaceros 1.6 veces más intensos.

$$\frac{1}{N} = 0.3467 \times 1.6^{0.6} = 0.45966 = 46 \%$$

Por lo que respecta al empleo de bajadas cuadradas o rectangulares, en sustitución de las redondas, hay discrepancia entre el Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificos y la Norma Norteamericana para plomería, pues en tanto que nuestro reglamento pide que las bajadas rectangulares tengan la misma área de 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 perímetro $(3.1416 D)$ del circular. Así por ejemplo una sección rectangular de 6 cm x 13 cm es aproximadamente igual a la de un tubo de 10 cm. La sección rectangular es $6 \times 13 = 78 \text{ cm}^2$ y la del redondo $3.1416 \times 10^{2/4} = 78.54 \text{ cm}^2$, pero el radio hidráulico del primero es $78/2 (6 + 13) = 78/38 = 2.052 \text{ cm}$ si va lleno, ó $20.52/4 = 5.13$ si el agua ocupa la cuarta parte, en tanto que el radio hidráulico del tubo lleno a la cuarta parte es $100 \text{ mm}/4 \times 4 = 6.25 \text{ mm}$, y por lo consiguiente el agua correrá mas aprisa por el redondo que por el rectangular, dando mayor velocidad en la proporción de $(6.25/5.13)^{2/3} = 1.14$ y mayor gasto en la proporción $78.54 \times 1.14/78 = 1.15$ o sea un 15 % mas 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 círculo inscrito en un conducto rectangular, es absurdo, puesto que lo mismo se puede inscribir un círculo de 10 cm en un ducto de 10 cm x 10 cm, que en uno de 10 cm x 20 cm, o de 10 cm x 30 cm.

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

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

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

$$D_e = 1.3 \frac{(4 \times 25)^{0.625}}{(4 + 25)^{0.25}} = 1.3 \frac{100^{0.625}}{29^{0.25}} = 9.977 \text{ cm}$$

o sean 10 cm con diferencia de menos de 1/4 de milímetro.

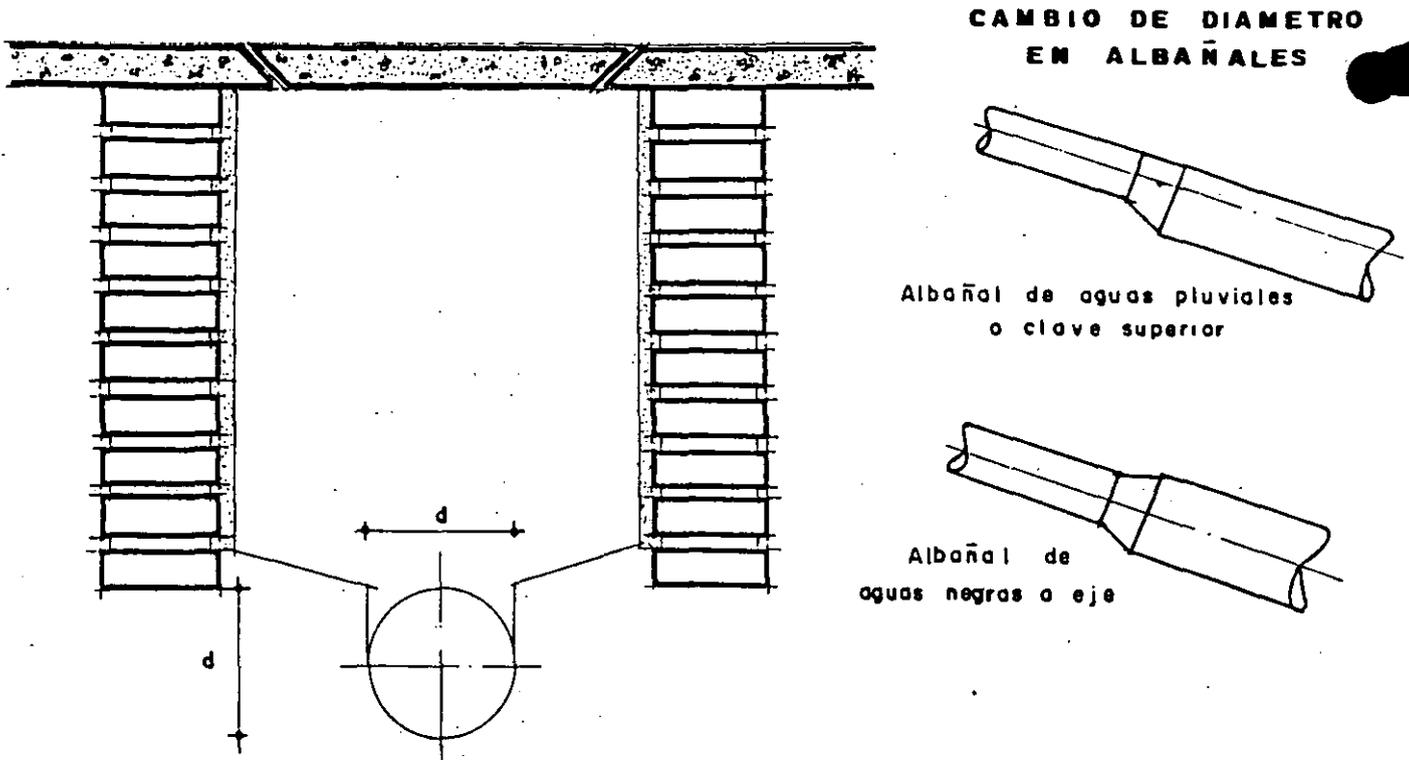
Lo práctico es sustituir una bajada en la que el área de la sección (ab) sea igual a la de un cuadro circunscrito al círculo, o sea que:

$$a b = D^2 \quad (8)$$

y entonces:

$$b = \frac{D^2}{a}$$

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



**FIG. 37 REGISTRO DE
ALBAÑAL**

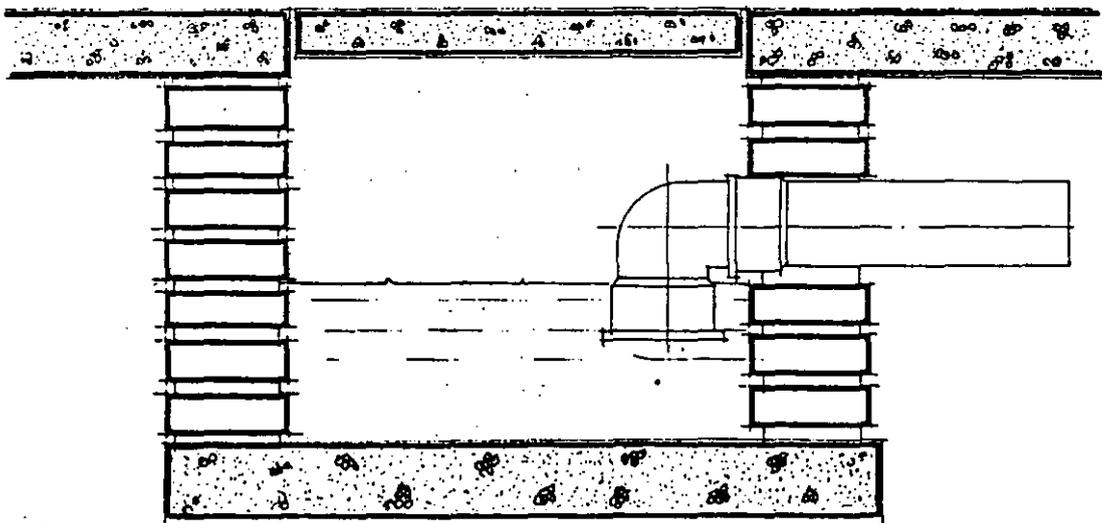


FIG. 38 OBTURACION HIDRAULICA EN REGISTROS

DIAMETROS MINIMOS RECOMENDADOS EN LOS DESAGÜES Y CARGAS DE
DIFERENTES MUEBLES SANITARIOS

TIPOS DE MUEBLE SANITARIO	DESAGÜE MINIMO	UNIDAD DE DESAGÜE
BAÑO CON EXCUSADO DE FLUXOMETRO LAVABO Y TINA O REGADERA	75 mm.	8 Ud.
BANO CON EXCUSADO DE TANQUE LAVABO Y TINA O REGADERA	75 mm.	6 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 FLUXOMETRO	75	8
FREGADERO DOMESTICO	40	2
FREGADERO DOMESTICO CON TRITURADOR	40	3
FREGADERO PARA OLLAS Y TRASTOS	40	4
LAVABO CON TAPON CHICO	32	1
LAVABO CON TAPON GRANDE	40	2
LAVABOS CORRIDOS MULTIPLES POR CADA JUEGO DE LLAVES (SUPUESTO)	40	2
LAVABO DENTAL	32	1
LAVABO PARA CIRUJANOS	40	2
LAVABO PARA PELUQUERIA O SALON DE BELLEZA	40	2
LAVADORA DE PLATOS DOMESTICA	40	2
LAVADERO CON PILETA	32	1
REGADERA DOMESTICA	50	2
TINA CON O SIN REGADERA CON DESAGÜE DE	40	2
URINARIO DE COLGAR	50	3
" CORRIDO POR CADA 60 cm. [SUP.]	40	2
" DE ASEO	75	3

TABLA 14

Tipo de mueble sanitario	Desagüe mínimo	Unidad de desagüe
Desagüe no clasificados de:	32	1
" " " " :		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 DE UNA MISMA PLANTA	MUEBLES DIRECTOS AL ALBAÑAL
1 ¹ / ₄ " 32mm	1ud	1ud
1 ¹ / ₂ " 40mm	2	3
2" 50mm	6	6
2 ¹ / ₂ " 60mm	9	12
3" 75	16	20
4" 100	90	160
5" 125	200	360
6" 150	300	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 ¹ / ₄ " 32 mm			1 Ud	1 Ud.
1 ¹ / ₂ " 40			3	3
2 " 50			21	26
2 ¹ / ₂ " 60			24	31
3 " 75		20 Ud	27	36
4 " 100		180	216	260
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
32mm 1 $\frac{1}{4}$ "	2 Ud	2 Ud
40mm 1 $\frac{1}{2}$ "	4	8
50mm 2"	10	24
60 2 $\frac{1}{2}$ "	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

Tabla No. 22

TABLA DE CAPACIDADES DE LAS
COLUMNAS DE DOBLE VENTILACION

COLUMNA DESAGÜE 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	C.D.V. Ø 150	C.D.V. Ø 200
32 mm.	2 Ud.	3 Pisos	—	—	—	—	—	—	—	—
40	8	5 "	15 p.	—	—	—	—	—	—	—
50	10	3 "	10 p.	—	—	—	—	—	—	—
50	12	3 "	7 "	20 p.	—	—	—	—	—	—
50	20	2 "	5 "	15 "	—	—	—	—	—	—
50	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	800	—	—	—	—	—	5 "	15 "	50 "	130 p.
200	3600	—	—	—	—	—	2 "	6 "	25 "	80 "
250	1000	—	—	—	—	—	—	7 "	12 "	100 "
250	5600	—	—	—	—	—	—	2 "	6 "	25 "

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
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	162.0
1929	126.0	1941	102.0	1953	150.0	1965	199.5
1930	96.0	1942	120.0	1954	132.0	1966	120.0
1931	128.4	1943	123.6	1955	186.0	1967	150.0
1932	132.0	1944	144.0	1956	120.0	1968	255.6
1933	122.4	1945	138.0	1957	120.0	1969	120.0
1934	100.8	1946	211.2	1958	96.0	1970	126.0

Hasta el 23 de julio 1971 174.0

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.	30 min.	60 min.	I _h /m ² en 24 horas
1948	240.0	124.8	60.0	38.5	41.0
1949	120.0	93.0	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	31.1
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	59.0	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	88.8	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

SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES
LLENAS A LA CUARTA PARTE

DIAMETRO DE LA BAJADA	INTENSIDAD MAXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS				
	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h	200 mm/h
50 mm	50 m ²	38 m ²	30 m ²	25 m ²	19 m ²
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.

DESAGUES A TUBO LLENO Y AL 1 % DE PENDIENTE

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/s	GASTO EN L/s	SUPERFICIE DESAGUADA EN m ²	
			a 150 mm/h	a 100 mm/h
100	0.570	4.477	107	161
150	0.747	13.199	417	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	1569.9	37 654	56 482
1050	2.733	2366.6	56 799	85 199
1200	2.968	3378.9	81 094	121 640
1500	3.467	6126.4	147 032	220 549

NOTA.- Para otras pendientes, los valores de velocidad y gasto se obtienen multiplicando estos datos por la raíz cuadrada de la pend.

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 L por cada m² de área de captación.

Las bombas pueden ser:

a).- De cárcamo húmedo.- 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 de esferas de los impulsores debe ser mínimo de 75 mm.

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 100 mm 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 complejas en moléculas sencillas como nitritos, nitratos y otras, con desprendimientos de gases que pueden ser metano, anhídrido 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 cámaras: La primera donde se recibe el producto en la sedimentación, la segunda la de fermentación donde las bacterias anaerobias destruyen el producto y

por último la cámara de oxigenación en donde mueren las bacterias anaerobias 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 a la tierra. A estos pozos de absorción deben concurrir también las aguas servidas de otros muebles sanitarios. (ver figuras)

Antes de proceder a iniciar una construcción en estas condiciones, hay que cerciorarse de la posibilidad de eliminar las aguas negras por este método 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 CONSTRUCCIONES DE DRENES

Consistirán en canalizaciones realizadas con tubería de 100 mm 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 cm bajo el nivel de piso terminado.

Las juntas por la parte superior, se cubrirán con papel alquitranado de 15 cm de ancho, dejándose 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 cuáles 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 100 mm de diámetro el volumen en litros por metro lineal será de 8.10 y para 150 mm de 18.20 L. por metro lineal.

Los ensayos de filtración del terreno, se harán haciendo perforaciones de 30 x 30 cm 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 cm y se anotará el tiempo que tardará el nivel en - - - descender 2.5 cm los caudales admisibles y las longitudes calculadas en la siguiente forma son:

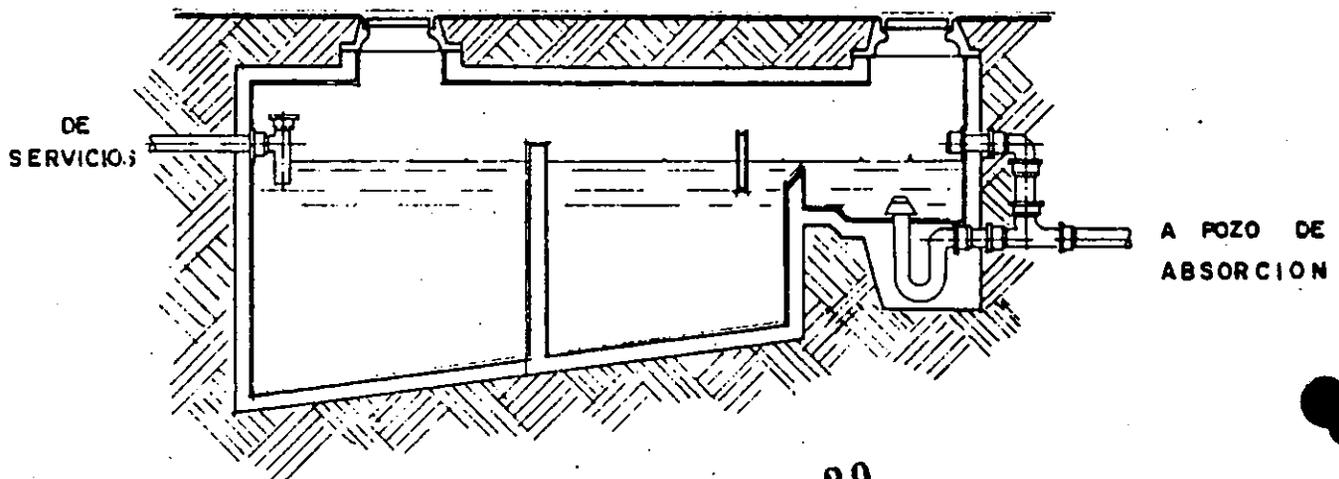
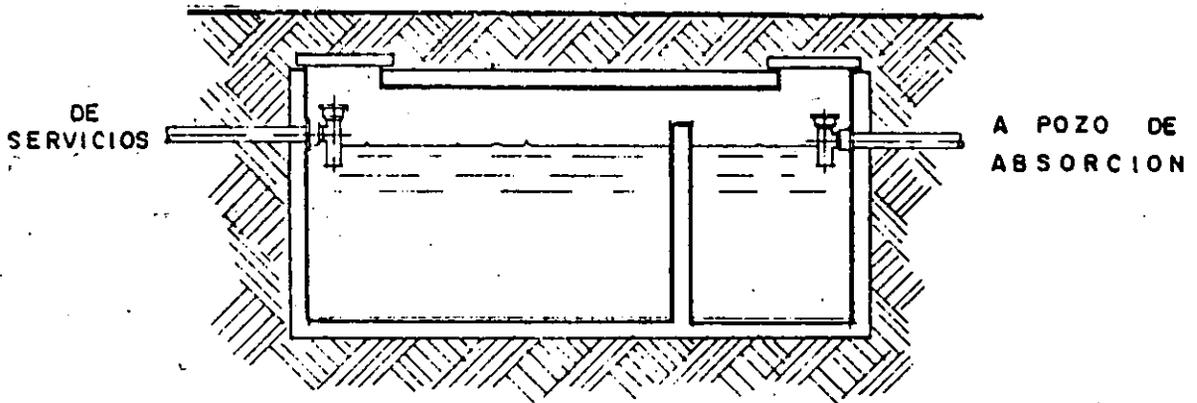
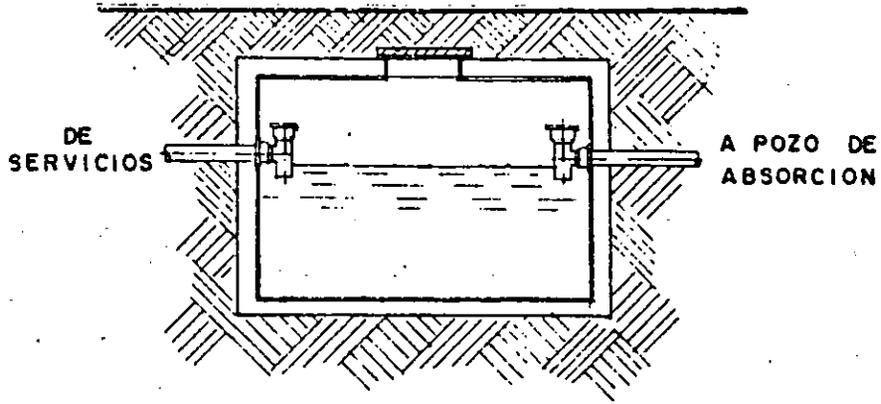
TIEMPO QUE TARDE EL AGUA EN DESCENDER 2.5 cm en minutos	CAUDAL EN ZANJAS DE DRENAJE L x m lineal	CAUDAL EN POZOS DE ABSORCION L x m ²
---	--	---

1	50	215
2	40	175
10	20	95
50	10	45
60	8	30

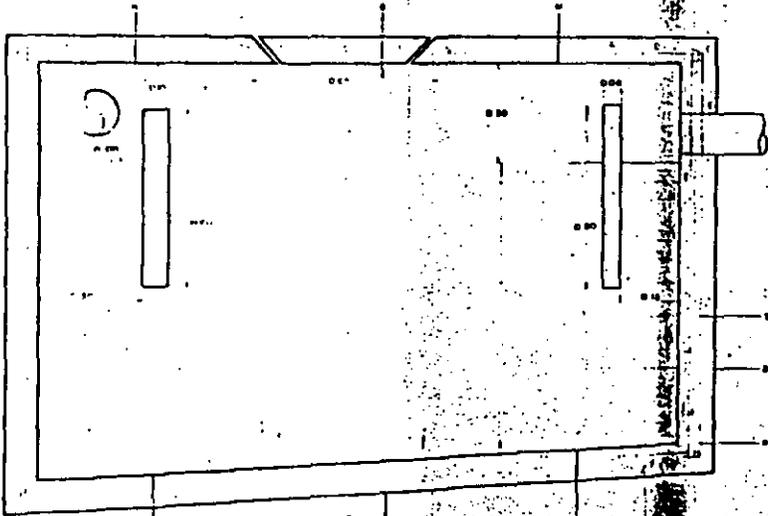
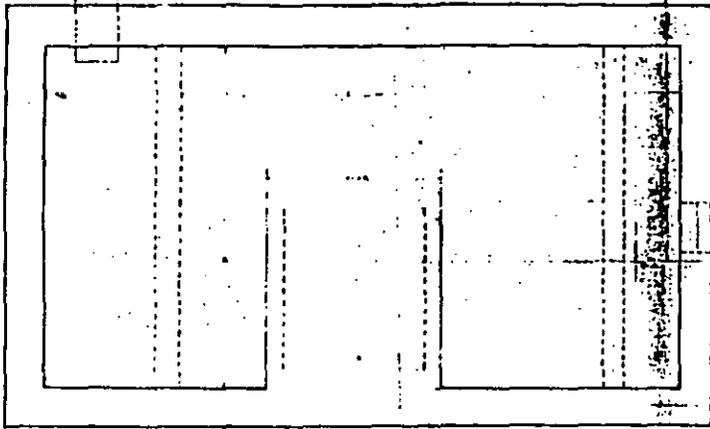
ELECCION DE DRENES O POZO DE ABSORCION.- Si el suelo es poroso y la cantidad de líquidos es relativamente reducida, lo mas indicado es el pozo absorbente. Para terrenos no porosos, se empleará la red de renos en zanjás de 45 cm de profundidad. Para los terrenos impermeables lo más acertado es formar la red de colectores en zanjás 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



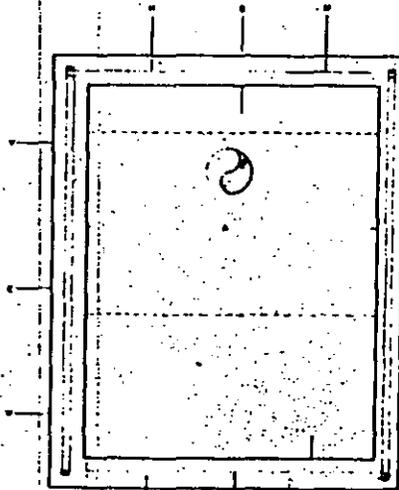
PLANTA



CORTE LONGITUDINAL

CUADRO ESTRUCTURAL

VOLUMEN	CANTIDAD DE MATERIALES			CANTIDAD DE MATERIALES			CANTIDAD DE MATERIALES			CANTIDAD DE MATERIALES			CANTIDAD DE MATERIALES																												
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C																										
10	18	15	18	28	15	13	22	80	34	3	3/8	24	30	8	3/8	16	25	10	3/4	16	25	3	3/8	16	25	4	3/8	16	25	17	3/8	16	25	17	8	3/8	24	30			
20	18	20	20	8	31	31	81	173	160	8	3/8	213	30	16	3/8	81	25	22	3/8	16	25	8	3/8	370	28	12	3/8	16	25	8	3/8	208	25	34	3/8	220	88	8	3/8	370	20
30	20	20	25	16	60	80	103	130	8	3/8	480	30	16	3/8	80	25	35	3/8	80	25	8	3/8	440	22	21	3/8	180	10	4	3/8	244	44	3/8	244	20	16	3/8	480	18		
40	20	25	30	20	104	117	267	750	8	3/8	580	30	31	3/8	240	18	81	3/8	240	8	14	3/8	580	18	43	3/8	407	21	3/8	283	11	22	3/8	293	65	25	3/8	500	11		
18	28	30	35	30	150	18	280	7	63	1	3/8	857	40	45	3/8	80	45	83	3/8	80	75	20	3/8	857	13	28	3/8	720	11	14	3/8	230	10	08	3/8	330	8	20	3/8	637	14



CORTE TRANSVERSAL

TANQUE N.	NUM DE PERSONAS	CAPACIDAD DE LA FOSA	DIMENSIONES			
			A	L	T	P
10	1	802"	0.88	1.98	0.90	1.28
18	2	880"	1.00	2.23	1.00	1.37
20	3	993"	1.10	2.48	1.10	1.47
28	4	1348"	1.15	2.72	1.20	1.58
30	5	1400"	1.25	2.88	1.25	1.64
40	8	1812"	1.33	3.30	1.35	1.75
80	7	2780"	1.43	3.97	1.45	1.88
90	10	2218"	1.50	3.87	1.58	1.97
80	13	481"	1.70	4.18	1.70	2.12
100	16	778"	1.80	4.80	1.88	2.28
128	20	828"	1.98	4.81	2.00	2.44
160	24	780"	2.10	4.98	2.15	2.58
178	28	808"	2.20	5.30	2.25	2.71
200	33	120"	2.30	5.67	2.30	2.77
228	37	128"	2.40	5.88	2.40	2.87
280	41	100"	2.80	6.00	2.80	2.98
300	4	283"	2.88	6.41	2.85	3.14

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ASISTENCIA TECNICA
 DIRECCION GENERAL DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 DEPARTAMENTO DE SANEAMIENTO

FOSA SEPTICA TIPO
 PARA DIFERENTES CAPACIDADES

VELOCIDAD FINAL DE CAIDA EN DESAGUES VERTICALES

En el caso de las edificaciones altas, se llegó a tener una creencia errónea con relación al comportamiento del agua en las tuberías-verticales de bajadas.

En efecto, se llegó a considerar que el líquido (y los sólidos en su arrastre) adquirirían grandes velocidades y causaban serios daños al codo inferior de la bajada por impacto.

El concepto que generó tal error fué el hecho de que se pensaba que el líquido bajaba por el tubo como una masa uniforme (el émbolo hidráulico) y no como es en la realidad, baja adherido a las paredes del tubo de bajada.

Hay que partir de que en general el gasto Q (m^3/s) se obtiene multiplicando la velocidad (v) del líquido en m/s por el área A (m^2) de paso del fluido, o sea $Q = v A$. Además hay que recordar que el radio hidráulico R (en metros) es el cociente de dividir el área de paso A entre el perímetro de contacto del líquido con el conducto, y si se considera un tubo vertical en el que el agua baja adherida a la circunferencia del tubo, resulta que el radio hidráulico es $R = A / D$; pero como $Q = v A$, entonces $A = Q/v$, de lo que resulta $R = A / Dv$.

Ahora bien, la pendiente hidráulica (s) de un tubo resulta de dividir la pérdida de carga, entre la longitud del tubo, y si éste es vertical, la pérdida de carga es la distancia descendida por el líquido, y ésta es igual a la longitud del tubo, por lo que $s = 1$

Al aplicar la fórmula de Manning para desagües, que es:

$$v = R^{2/3} s^{1/2} / n$$

Se tiene con:

$$S = 1, R = Q / \pi D v \text{ y } n = 0.010:$$

$$v = \frac{1}{0.010} \frac{Q}{\pi^{2/3} D^{2/3} v^{2/3}} \quad (\text{ m/s. })$$

de donde resulta que:

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

y entonces:

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

o sea

$$v = 10 (Q / D)^{0.4} \quad \text{m/s}$$

y si el gasto se da en litros por segundo a la vez el diámetro en milímetros, porque tanto Q como D estarán expresadas por números 100 veces mayores que si el gasto estuviera en m^3/s y el diámetro en metros.

Si se toma como ejemplo un tubo vertical de 100 mm de diámetro y con un gasto de 6.662 L/s. que es lo que da a la cuarta parte de lleno, se tiene.

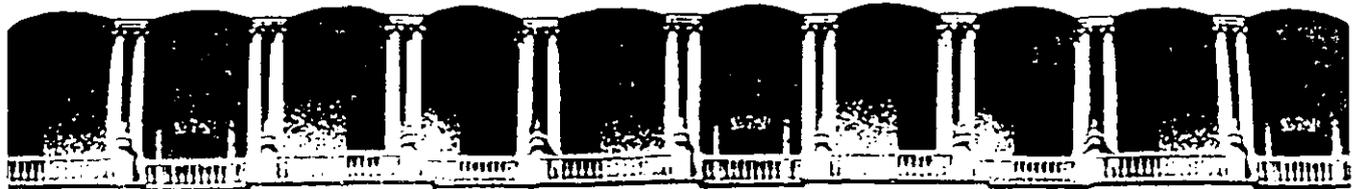
$$v = 10 \left(\frac{6.662}{100} \right)^{0.4} = 3.38 \text{ m/s aproximadamente}$$

Este resultado es muy aproximado al calculado directamente para tubo de 100 mm lleno a la cuarta parte.

En el caso de una bajada de 150 mm de diámetro, la velocidad final de caída cuando conduzca un gasto de 19 L/s, será:

$$v = 10 \left(\frac{19}{150} \right)^{0.4} = 4.38 \text{ m /s}$$

Que es la velocidad a la que el rozamiento del agua con el tubo es igual a la carga debida a la altura.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS
Y DE GAS PARA EDIFICIOS**

**CAPITULO IV
SISTEMA PLUVIAL**

JUNIO, 1992

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM

SISTEMA PLUVIAL

CALCULO DE COLECTORES PLUVIALES

Los colectores pluviales deberán ser capaces de desalojar el agua pluvial proveniente de los techos y las áreas pavimentadas de las edificaciones. Presentándose casos especiales en donde las áreas de aporte son considerables y los colectores pluviales desde su inicio hasta el cárcamo de tormenta, la descarga municipal o hasta las zonas de absorción, tienen una longitud mayor de 50 metros o donde existe poca pendiente o desnivel entre arrastre del último registro y la descarga.

Por lo general, los colectores secundarios y principales están dimensionados para la misma precipitación de diseño que las bajadas pluviales, olvidándose que la precipitación de diseño de las bajadas pluviales es la correspondiente a la media de las precipitaciones registradas en el sitio, ajustadas a las precipitaciones pluviales tabuladas de 25 en 25 mm en las tablas para el diseño, y como norma, calculadas a un cuarto ($1/4$) de su capacidad, con lo que se garantiza que con una precipitación máxima extraordinaria, éstas puedan desalojar sin problemas el agua de lluvia trabajando a un tercio ($1/3$) de su capacidad.

PERO, ¿QUE SUCEDE CON EL AGUA EXCEDENTE?

Por lo general, la problemática encontrada es el afloramiento de esas excedencias por las tapas de los registros, cosa que si se presenta en áreas pavimentadas, patios o estacionamientos no representa riesgo alguno, pero si esto ocurre en áreas interiores puede provocar daños de consideración al propietario o al usuario del mismo.

Cuando el afloramiento se presenta en áreas de tránsito peatonal o de estacionamientos, deberá tomarse en cuenta el nivel máximo

de agua de la zona a inundarse y el tiempo que la inundación pueda durar, y analizar con el arquitecto o el propietario dicho riesgo, en caso de que el colector o los colectores se diseñen para la misma precipitación que las bajadas pluviales.

Para resolver este problema, que se presenta frecuentemente en los centros comerciales, tiendas de autoservicio, bodegas, conjuntos habitacionales y conjuntos de edificaciones varias, nos dimos a la investigación mi padre, el Ing. Manuel A. De Anda y su servidor, para que mediante los resultados de la misma pudiéramos con seguridad y sin sobreinversión en la red de colectores pluviales, satisfacer este requerimiento de desalojo de las aguas pluviales.

Del análisis de la información de la SARH y UNAM, se encontró que las precipitaciones máximas extraordinarias registradas se presentan con una frecuencia que varía de los 30 a los 50 años. Que el promedio de las máximas arriba del promedio propuesto para el diseño de las bajadas pluviales es del 120 % de la precipitación de diseño propuesto y que con este incremento en el diseño de colectores podemos cubrir con seguridad las necesidades de desalojo de aguas pluviales en redes de menos de 300 metros de longitud dentro de costos razonables.

Para los colectores mayores proponemos la siguiente fórmula, así como los valores del factor de ajuste (k).

$$I = k * i$$

Donde:

- I = Precipitación de diseño
- k = Factor de ajuste
- i = Intensidad de diseño de las bajadas pluviales

PARA REDES Y COLECTORES CON LONGITUD MENOR DE 300 metros:

$$k = 1.2$$

PARA REDES CON LONGITUD ENTRE LOS 301 Y 1,500 metros:

$$k = \text{Raíz cuadrada de } 300/L \times 0.0001 L$$

donde:

L = Longitud del colector

$$k = \sqrt{\frac{300}{L}} * 0.0001 L$$

PARA REDES CON LONGITUD ENTRE LOS 1,500 Y LOS 3,000 metros:

$k =$ Raíz cúbica de $300/L$,

donde:

$L =$ Longitud del colector

$$k = \sqrt[3]{\frac{300}{L}}$$

PARA REDES CON LONGITUD MAYOR DE LOS 3,000 metros:

$$k = 0.45$$

Si se diseñan zanjas o zonas de absorción, con material filtrante substitutivo del material natural se requiere conocer el porcentaje de vacíos del material, para dimensionar adecuadamente las zonas o zanjas.

FORMULA GENERAL PARA EL CALCULO DE ABSORCION

$$Cd = Aa \times PMd$$

Donde:

- Cd = Capacidad de absorción del terreno en un día.
- Aa = Area de aporte (techadas y pavimentadas)
- PMd = Precipitación máxima diaria.

La capacidad de almacenamiento de agua se calculará de la siguiente forma:

- a) Primero se verificará el volumen a almacenar con la precipitación máxima horaria.

$$V = (Aa \times PMh) - Ch$$

En donde:

- V = Volumen de agua a almacenar.
- Aa = Area de aporte.
- PMh = Precipitación máxima horaria (si no se conoce se debe se deberá usar 100 mm/h)
- Ch = Capacidad de infiltración horaria.

- b) Revisar el volumen con la precipitación máxima diaria, si el coeficiente de infiltración es muy bajo, substituyendo en la fórmula "PMh" por "PMd" y "Ch" por "Cd":

- c) Si se cuenta con material filtrante el volumen real será:

$$Vr = V / vm$$

En donde:

- Vr = Volumen real
- V = Volumen de agua aportada
- vm = Volumen de los vacíos del material

**FORMULA DE "MANNING" PARA CALCULO DE COLECTORES
PLUVIALES, MIXTOS Y DE AGUAS NEGRAS**

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

Donde:

- V = Velocidad del agua en m/seg
n = Coeficiente de rugosidad del tubo
R = Radio hidráulico en m
Radio hidráulico = Sección o área del tubo / perímetro interior
S = Pendiente en tanto por ciento

**COEFICIENTES DE RUGOSIDAD A USARSE
EN LA FORMULA DE MANNING**

<u>MATERIAL</u>	<u>COEFICIENTE</u>
PVC	0.009
ASBESTO-CEMENTO	0.010
LAMINA GALVANIZADA	0.011
CONCRETO LISO	0.012
TUBOS DE ALBAÑAL DE CEMENTO	0.013
FIERRO FUNDIDO	0.013
CONCRETO ASPERO	0.016

**CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL
PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013**

* * * * * DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 1 % DE PENDIENTE * * * * *

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m2					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.570	4.477	81	92	107	129	161	215
150	0.747	13.199	238	272	317	380	475	634
200	0.905	28.425	512	585	682	819	1,023	1,364
250	1.050	51.539	928	1,060	1,237	1,484	1,855	2,474
300	1.186	83.807	1,509	1,724	2,011	2,414	3,017	4,023
375	1.376	151.950	2,735	3,126	3,647	4,376	5,470	7,294
450	1.554	247.090	9,579	5,083	5,930	7,116	8,895	11,860
600	1.882	532.140	17,367	10,947	12,771	15,326	19,157	25,543
750	2.184	964.840	28,259	19,848	23,156	27,787	34,734	46,312
900	2.466	1569.920	42,599	32,295	37,678	45,214	56,517	75,356
1050	2.733	2366.630	60,821	48,685	56,799	68,159	85,199	113,598
1200	2.988	3378.920	60,821	69,509	81,094	97,313	121,641	162,188
1500	3.467	6126.380	110,275	126,028	147,033	176,440	220,550	294,066

* * * * * DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.9 % DE PENDIENTE * * * * *

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m2					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.541	4.247	76	87	102	122	153	204
150	0.709	12.522	225	258	301	361	451	601
200	0.859	26.966	485	555	647	777	971	1,294
250	0.996	48.894	880	1,006	1,173	1,408	1,760	2,347
300	1.125	79.506	1,431	1,636	1,908	2,290	2,862	3,816
375	1.305	144.152	2,595	2,965	3,460	4,152	5,189	6,919
450	1.474	234.410	9,087	4,822	5,626	6,751	8,439	11,252
600	1.785	504.832	16,476	10,385	12,116	14,539	18,174	24,232
750	2.072	915.328	28,808	18,830	21,968	26,361	32,952	43,936
900	2.339	1489.357	40,413	30,638	35,745	42,893	53,617	71,489
1050	2.593	2245.182	57,699	46,187	53,884	64,661	80,827	107,769
1200	2.835	3205.525	57,699	65,942	76,933	92,319	115,399	153,865
1500	3.289	5811.994	104,616	119,561	139,488	167,385	209,232	278,976

CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL
PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013

* * * * * DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.8 % DE PENDIENTE * * * * *

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	S U P E R F I C I E D E S A G U A D A E N m ²					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.510	4.004	72	82	96	115	144	
150	0.668	11.806	212	243	283	340	425	567
200	0.809	25.424	458	523	610	732	915	1,220
250	0.939	46.098	830	948	1,106	1,328	1,660	2,213
300	1.061	74.959	1,349	1,542	1,799	2,159	2,699	3,598
375	1.231	135.908	2,446	2,796	3,262	3,914	4,893	6,524
450	1.390	221.004	4,567	4,546	5,304	6,365	7,956	10,608
600	1.683	475.960	15,534	9,791	11,423	13,708	17,135	22,846
750	1.953	862.379	25,275	17,753	20,711	24,854	31,067	41,423
900	2.206	1404.179	38,102	28,886	33,700	40,440	50,550	67,401
1050	2.444	2116.778	54,400	43,545	50,803	60,963	76,204	101,605
1200	2.673	3022.198	54,400	62,171	72,533	87,039	108,799	145,066
1500	3.101	5479.601	98,633	112,723	131,510	157,813	197,266	263,021

* * * * * DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.7 % DE PENDIENTE * * * * *

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	S U P E R F I C I E D E S A G U A D A E N m ²					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.477	3.746	67	77	90	108	135	180
150	0.625	11.043	199	227	265	318	398	530
200	0.757	23.782	428	489	571	685	856	1,142
250	0.878	43.121	776	887	1,035	1,242	1,552	2,070
300	0.992	70.118	1,262	1,442	1,683	2,019	2,524	3,366
375	1.151	127.130	2,288	2,615	3,051	3,661	4,577	6,102
450	1.300	206.730	4,014	4,253	4,962	5,954	7,442	9,923
600	1.575	445.220	14,530	9,159	10,605	12,822	16,028	21,371
750	1.827	807.243	23,643	16,606	19,374	23,249	29,061	38,748
900	2.063	1313.489	35,641	27,020	31,524	37,828	47,286	63,047
1050	2.287	1980.065	50,886	40,733	47,522	57,026	71,282	95,043
1200	2.500	2827.007	50,886	58,156	67,848	81,418	101,772	135,696
1500	2.901	5125.697	92,263	105,443	123,017	147,620	184,525	246,033

CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL

PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013

***** DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.6 % DE PENDIENTE *****

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m2					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.442	3.468	62	71	83	100	125	166
150	0.579	10.224	184	210	245	294	368	491
200	0.701	22.018	396	453	528	634	793	1,057
250	0.813	39.922	719	821	958	1,150	1,437	1,916
300	0.919	64.917	1,168	1,335	1,558	1,870	2,337	3,116
375	1.066	117.700	2,119	2,421	2,825	3,390	4,237	5,650
450	1.204	191.395	7,419	3,937	4,593	5,512	6,890	9,187
600	1.458	412.194	13,453	8,479	9,893	11,871	14,839	19,785
750	1.692	747.362	21,889	15,374	17,937	21,524	26,905	35,873
900	1.910	1216.055	32,997	25,016	29,185	35,022	43,778	58,371
1050	2.117	1833.184	47,111	37,711	43,996	52,796	65,995	87,993
1200	2.314	2617.300	47,111	53,842	62,815	75,378	94,223	125,630
1500	2.686	4745.474	85,419	97,621	113,891	136,670	170,837	227,783

***** DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.5 % DE PENDIENTE *****

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m2					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.403	3.166	57	65	76	91	114	152
150	0.528	9.333	168	192	224	269	336	448
200	0.640	20.100	362	413	482	579	724	965
250	0.742	36.444	656	750	875	1,050	1,312	1,749
300	0.839	59.260	1,067	1,219	1,422	1,707	2,133	2,845
375	0.973	107.445	1,934	2,210	2,579	3,094	3,868	5,157
450	1.099	174.719	6,773	3,594	4,193	5,032	6,290	8,387
600	1.331	376.280	12,280	7,741	9,031	10,837	13,546	18,061
750	1.544	682.245	19,982	14,035	16,374	19,649	24,561	32,748
900	1.744	1110.101	30,122	22,836	26,642	31,971	39,964	53,285
1050	1.933	1673.460	43,007	34,425	40,163	48,196	60,245	80,326
1200	2.113	2389.257	43,007	49,150	57,342	69,811	86,013	114,684
1500	2.452	4332.005	77,976	89,116	103,968	124,762	155,952	207,936

CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL
PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013

* * * * * DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.4 % DE PENDIENTE * * * * *

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m ²					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.360	2.832	51	58	68	82	102	136
150	0.472	8.348	150	172	200	240	301	401
200	0.572	17.978	324	370	431	518	647	863
250	0.664	32.596	587	671	782	939	1,173	1,565
300	0.750	53.004	954	1,090	1,272	1,527	1,908	2,544
375	0.870	96.102	1,730	1,977	2,306	2,768	3,460	4,613
450	0.983	156.273	6,058	3,215	3,751	4,501	5,626	7,501
600	1.190	336.555	10,984	6,923	8,077	9,693	12,116	16,155
750	1.381	610.218	17,872	12,553	14,645	17,574	21,968	29,290
900	1.560	992.905	26,942	20,425	23,830	28,596	35,745	347,659
1050	1.729	1496.788	38,466	30,791	35,923	43,108	53,884	71,846
1200	1.890	2137.017	38,466	43,961	51,288	61,546	76,933	102,577
1500	2.193	3874.663	69,744	79,707	92,992	111,590	139,488	185,984

* * * * * DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.3 % DE PENDIENTE * * * * *

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m ²					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.312	2.452	44	50	59	71	88	118
150	0.409	7.229	130	149	174	208	260	347
200	0.496	15.569	280	320	374	448	560	747
250	0.575	28.229	508	581	677	813	1,016	1,355
300	0.650	45.903	826	944	1,102	1,322	1,653	2,203
375	0.754	83.226	1,498	1,712	1,997	2,397	2,996	3,995
450	0.851	135.337	5,246	2,784	3,248	3,898	4,872	6,496
600	1.031	291.465	9,512	5,996	6,995	8,394	10,493	19,990
750	1.196	528.465	15,478	10,871	12,683	15,220	19,025	25,366
900	1.351	859.881	23,333	17,689	20,637	24,765	30,956	41,274
1050	1.497	1296.257	33,313	26,666	31,110	37,332	46,665	62,220
1200	1.637	1850.711	33,313	38,072	44,417	53,300	66,626	88,834
1500	1.899	3355.557	60,400	69,029	80,533	96,640	120,800	161,067

CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO PARA DESAGÜE PLUVIAL

PARA PRECIPITACIONES TIPO CALCULADAS CON MANNING N = 0.013

***** DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.2 % DE PENDIENTE *****

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m2					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.255	2.002	36	41	48	58	72	96
150	0.334	5.903	106	121	142	170	212	283
200	0.405	12.712	229	262	305	366	458	610
250	0.470	23.049	415	474	553	664	830	1,106
300	0.530	37.480	675	771	900	1,079	1,349	1,799
375	0.615	67.954	1,223	1,398	1,631	1,957	2,446	3,262
450	0.695	110.502	4,284	2,273	2,652	3,182	3,978	5,304
600	0.842	237.980	7,767	4,896	5,712	6,854	8,567	11,423
750	0.977	431.490	12,638	8,876	10,356	12,427	15,534	20,711
900	1.103	702.090	19,051	14,443	16,850	20,220	25,275	33,700
1050	1.222	1058.389	27,200	21,773	25,401	30,482	38,102	50,803
1200	1.336	1511.099	27,200	31,085	36,266	43,520	54,400	72,533
1500	1.550	2739.800	49,316	56,362	65,755	78,906	98,633	131,510

***** DESAGÜES A TUBO LLENO Y AL 0.1 % DE PENDIENTE *****

DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	SUPERFICIE DESAGUADA EN m2					
			200 mm/h	175 mm/h	150 mm/h	125 mm/h	100 mm/h	75 mm/h
100	0.180	1.416	25	29	34	41	51	68
150	0.236	4.174	75	86	100	120	150	200
200	0.286	38.989	162	185	216	259	324	431
250	0.332	16.298	293	335	391	469	587	782
300	0.375	26.502	477	545	636	763	954	1,272
375	0.435	48.051	865	988	1,153	1,384	1,730	2,306
450	0.491	78.137	3,029	1,607	1,875	2,250	2,813	3,751
600	0.595	168.277	5,492	3,462	4,039	4,846	6,058	8,077
750	0.691	305.109	8,936	6,277	7,323	8,787	10,984	14,645
900	0.780	496.452	13,471	10,213	11,915	14,298	17,872	23,830
1050	0.780	748.394	19,233	15,396	17,961	21,554	26,942	35,923
1200	0.945	1068.508	19,233	21,981	25,644	30,773	38,466	51,288
1500	1.096	1937.331	34,872	39,854	46,496	55,795	69,744	92,992

P R E C I P I T A C I O N E S D E D I S E Ñ O

B A J A D A S P L U V I A L E S

EN BASE A DATOS DE REGISTRO PLUVIAL SARH Y UNAM

P O B L A C I O N	E S T A D O	mm/h EQUIVAL.	mm/5 min	LPS/m2	m2/LPS
Aguascalientes	Aguascalientes	125	10.42	0.0347	28.80
Acapulco	Guerrero	150	12.50	0.0417	24.00
Alamos	Sonora	125	10.42	0.0347	29.00
Alfajayucan	Hidalgo	125	10.42	0.0347	29.00
Altamira	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Altar	Sonora	100	8.33	0.0278	36.00
Amecameca	México	150	12.50	0.0417	24.00
Anahuac	Nuevo León	125	10.42	0.0347	29.00
Apan	Hidalgo	125	10.42	0.0347	29.00
Apaseo	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Atenco	México	125	10.42	0.0347	29.00
Apatzingán	Michoacán	125	10.42	0.0347	29.00
Amealco	Querétaro	150	12.50	0.0417	24.00
Altar	Sonora	100	8.33	0.0278	36.00
Bahía Magdalena	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Bataques	Baja California	75	6.25	0.0208	48.00
Bavispe	Sonora	125	10.42	0.0347	29.00
Cabo San Lucas	Baja California	175	14.58	0.0486	21.00
Cadege	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Caduaño	Baja California	150	12.50	0.0417	24.00
Cadereyta Jiménez	Nuevo León	150	12.50	0.0417	24.00
Calvillo	Aguascalientes	125	10.42	0.0347	29.00
Camargo Camargo	Chihuahua	125	10.42	0.0347	29.00
Campeche	Campeche	150	12.50	0.0417	24.00
Carrillo Puerto	Quintana Roo.	150	12.50	0.0417	24.00
Cárdenas	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Cedral	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	29.00
Cerralvo	Nuevo León	125	10.42	0.0347	29.00
Celaya	Guanajuato	125	10.42	0.0347	29.00
Ciudad Delicias	Chihuahua	100	8.33	0.0278	36.00
Ciudad del Maíz	San Luis Potosí	175	14.58	0.0486	21.00
Ciudad Lerdo	Durango	150	12.50	0.0417	24.00
Ciudad Valles	San Luis Postosí	175	14.58	0.0486	21.00
Ciudad Victoria	Tamaulipas	125	10.42	0.0347	29.00
Coatzacoalcos	Veracruz	150	12.50	0.0417	24.00
Colima	Colima	150	12.50	0.0417	24.00
Colonia Guerrero	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Comitán	Chiapas	125	10.42	0.0347	29.00
Comondu	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Córdoba	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Cozumel	Quintana Roo.	150	12.50	0.0417	24.00
Culiacán	Sinaloa	150	12.50	0.0417	24.00
Cuernavaca	Morelos	150	12.50	0.0417	24.00
Cuitzeo	Michoacán	125	10.42	0.0347	28.80
Chaparaco	Michoacán	150	12.50	0.0417	24.00
Chapingo	México	150	12.50	0.0417	24.00
Charcas	San Luis Postosí	150	12.50	0.0417	24.00
Chipalcingo	Guerrero	125	10.42	0.0347	28.80
Chihuahua	Chihuahua	100	8.33	0.0278	36.00
Corregidora Villa	Querétaro	125	10.42	0.0347	28.80

P R E C I P I T A C I O N E S D E D I S E Ñ O

B A J A D A S P L U V I A L E S

EN BASE A DATOS DE REGISTRO PLUVIAL SARH Y UNAM

P O B L A C I O N	E S T A D O	mm/h EQUIVAL.	mm/5 min	LPS/m2	m2/LPS
Dolores Hidalgo	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Durango	Durango	125	10.42	0.0347	28.80
El Fuerte	Sinaloa	150	12.50	0.0417	24.00
Escobedo Pedro	Querétaro	150	12.50	0.0417	24.00
Escárcega	Tabasco	175	14.58	0.0486	20.57
Felipe Pescador	Zacatecas	150	12.50	0.0417	24.00
Fresnillo	Zacatecas	125	10.42	0.0347	28.80
Guadalajara	Jalisco	175	14.58	0.0486	20.57
Guamuchil	Sinaloa	150	12.50	0.0417	24.00
Guanajuato	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Gómez Palacio	Durango	125	10.42	0.0347	28.80
Huahuapan de León	Oaxaca	150	12.50	0.0417	24.00
Huautla	Oaxaca	150	12.50	0.0417	24.00
Iguala	Guerrero	125	10.42	0.0347	28.80
Irapuato	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Ixtepec	Oaxaca	175	14.58	0.0486	20.57
Jalpan	Querétaro	175	14.58	0.0486	20.57
Jerez	Zacatecas	125	10.42	0.0347	28.80
Jerécuaro	Guanajuato	175	14.58	0.0486	20.57
La Barca	Jalisco	150	12.50	0.0417	24.00
Lagos de Moreno	Jalisco	150	12.50	0.0417	24.00
Lagunillas	San Luis Postosí	175	14.58	0.0486	20.57
La Paz	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
La Piedad	Michoacán	175	14.58	0.0486	20.57
Loreto	Baja California	100	8.33	0.0278	36.00
Matehuala	San Luis Postosí	125	10.42	0.0347	28.80
Matías Romero	Oaxaca	150	12.50	0.0417	24.00
Minatitlán	Colima	175	14.58	0.0486	20.57
Minatitlán	Veracruz	150	12.50	0.0417	24.00
Mocorito	Sinaloa	175	14.58	0.0486	20.57
Monclova	Coahuila	125	10.42	0.0347	28.80
Montemorelos	Nuevo León	175	14.58	0.0486	20.57
Morelia	Michoacán	150	12.50	0.0417	24.00
Nacozari	Sonora	125	10.42	0.0347	28.80
Navojoa	Sonora	125	10.42	0.0347	28.80
Novolato	Sinaloa	150	12.50	0.0417	24.00
Nuevo Laredo	Tamaulipas	150	12.50	0.0417	24.00
Opodepe	Sonora	125	10.42	0.0347	29.00
Orizaba	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Otatitlán	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Paso del Macho	Veracruz	150	12.50	0.0417	24.00
Pánuco	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Papantla	Veracruz	200	16.67	0.0556	18.00
Pénjamo	Guanajuato	175	14.58	0.0486	21.00
Piedras Negras	Coahuila	150	12.50	0.0417	24.00
Playa Vicente	Veracruz	150	12.50	0.0417	24.00
Puebla	Puebla	150	12.50	0.0417	24.00
Puerto Peñasco	Sonora	75	6.25	0.0208	48.00
Puerto Vallarta	Jalisco	125	10.42	0.0347	29.00
Rayones	Nuevo León	125	10.42	0.0347	29.00

P R E C I P I T A C I O N E S D E D I S E Ñ O
 B A J A D A S P L U V I A L E S
 E N B A S E A D A T O S D E R E G I S T R O P L U V I A L S A R H Y U N A M

P O B L A C I O N	E S T A D O	mm/h EQUIVAL.	mm/5 min	LPS/m2	m2/LPS
Reynosa	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Río Grande	Zacatecas	125	10.42	0.0347	29.00
Río Verde	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	29.00
Sahuayo	Michoacán	175	14.58	0.0486	21.00
Santa Ana	Sonora	100	8.33	0.0278	36.00
Santa Catarina	Nuevo León	150	12.50	0.0417	24.00
San Cristóbal C.	Chiapas	175	14.58	0.0486	21.00
San Felipe	Sonora	75	6.25	0.0208	48.00
San Fernando	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
San Javier	Sonora	150	12.50	0.0417	24.00
San Luis Río Col.	Sonora	75	6.25	0.0208	48.00
Santo Domingo	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Silao	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Soledad D. Gtz.	San Luis Potosí	125	10.42	0.0347	29.00
Sombrerete	Zacatecas	150	12.50	0.0417	24.00
Tampico	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Taxco	Guerrero	150	12.50	0.0417	24.00
Texcoco	México	150	12.50	0.0417	24.00
Teziutlan	Puebla	175	14.58	0.0486	21.00
Toluca	México	150	12.50	0.0417	24.00
Topo Chico (Mont.)	Nuevo León	150	12.50	0.0417	24.00
Torreon	Coahuila	125	10.42	0.0347	29.00
Tula	Hidalgo	150	12.50	0.0417	24.00
Tula	Tamaulipas	175	14.58	0.0486	21.00
Tuxpan	Veracruz	175	14.58	0.0486	21.00
Tuxtepec	Oxaca	175	14.58	0.0486	21.00
Tuxtla Gutierrez	Chiapas	175	14.58	0.0486	21.00
Venado	San Luis Potosí	150	12.50	0.0417	24.00
Venados	Hidalgo	175	14.58	0.0486	21.00
Villa De Reyes	San Luis Potosí	150	12.54	0.0417	24.00
Villahermosa	Tabasco	175	14.58	0.0486	21.00
Villagran	Guanajuato	150	12.50	0.0417	24.00
Villagran	Tamaulipas	150	12.45	0.0417	24.00
Zacatecas	Zacatecas	125	10.42	0.0347	29.00
Zamora	Michoacán	150	12.50	0.0417	24.00

=====

CALCULO DE BAJADAS PLUVIALES PARA DIFERENTES PRECIPITACIONES

=====

SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES LLENAS A LA CUARTA PARTE

DIAMETRO DE LA BAJADA	INTENSIDAD MAXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS EN mm/h					
	75	100	125	150	175	200
(mm)	S U P E R F I C I E S A D R E N A R E N m ²					
50	50	38	30	25	21	19
63	91	68	55	46	39	34
75	148	111	89	74	63	56
100	320	240	192	160	137	120
125	580	435	348	290	248	217
150	943	707	566	471	404	354
200	2,030	1,523	1,218	1,015	840	761

SUPERFICIES DESAGUADAS POR BAJADAS PLUVIALES LLENAS A LA TERCERA PARTE
f = 1.6152

DIAMETRO DE LA BAJADA	INTENSIDAD MAXIMA CONSIDERADA EN EL LUGAR PARA AGUACEROS DE 5 MINUTOS					
	75	100	125	150	175	200
(mm)	S U P E R F I C I E S A D R E N A R E N m ²					
50	81	61	48	40	34	31
63	147	110	89	74	63	56
75	239	179	144	120	102	90
100	517	388	310	258	221	194
125	937	703	562	468	401	351
150	1,523	1,142	914	761	653	572
200	3,279	2,460	1,967	1,639	1357	1,229

NOTAS :

- 1.- Se recomienda calcular las bajadas a 1/4 parte de su capacidad en los lugares con alta frecuencia de granizo y nevadas de más de 10 cm.
- 2.- Para zonas áridas y costeras de la República Mexicana las bajadas pueden calcularse a 1/3 de su capacidad.
- 3.- En el altiplano de la República Mexicana, la precipitación de diseño más recomendable es de 150 mm/h para bajadas de azoteas, de 175 mm/h para terrazas y de 200 mm/h para bajadas de cubiertas y techumbres con canalones recolectores.
- 4.- Para el resto de la República, las precipitaciones de diseño serán de 125 mm/h para azoteas, 150 mm/h para terrazas y de 175 mm/h para bajadas de cubiertas y techumbres con canalones recolectores.



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

METODO " DE ANDA "

PARA CALCULO DE GASTOS DE AGUA EN FUNCION DE LAS
UNIDADES MUEBLES CONECTADAS

JUNIO 1992.

**INSTALACIONES HIDRAULICAS PARA EDIFICIOS
DETERMINACION DE GASTOS MAXIMOS PROBABLES
DE ANDA Y DE ANDA 1988**

GASTOS DE AGUA EN FUNCION DE LAS UNIDADES MUEBLE CONECTADAS

METODO DE ANDA

Como resultado de investigaciones realizadas durante más de 40 años, en diversos tipos de edificios se obtuvieron los modelos matemáticos para obtener con una gran precisión el gasto máximo probable que se presenta en las instalaciones hidráulicas de edificaciones con diversos usos.

Las ecuaciones que a continuación se muestran, son las aplicables a cada tipo de uso de acuerdo con los resultados obtenidos de la investigación, y las constantes fueron corregidas de acuerdo con los últimos datos, por haber abarcado un mayor universo que en 1963.

ECUACIONES BASE

CLASE I

$Q = 0.5 * \text{RAIZ CUADRADA DE } u$	CON FLUXOMETROS
$Q = 0.2 * \text{RAIZ CUADRADA} + 0.005 u$	SIN FLUXOMETROS

CLASE II

$Q = 0.4 * \text{RAIZ CUADRADA DE } u$	CON FLUXOMETROS
$Q = 0.2 * \text{RAIZ CUADRADA} + 0.002 u$	SIN FLUXOMETROS

CLASE III

$Q = 0.3 * \text{RAIZ CUADRADA DE } u$	CON FLUXOMETROS
$Q = 0.2 * \text{RAIZ CUADRADA} + 0.001 u$	SIN FLUXOMETROS

CLASE IV

$Q = 0.25 * \text{RAIZ CUADRADA DE } u$	CON FLUXOMETROS
$Q = 0.16 * \text{RAIZ CUADRADA} + 0.001 u$	SIN FLUXOMETROS

CLASE I Corresponde a instalaciones en donde el uso simultáneo de muebles es muy frecuente, como son los baños de clubes, baños públicos, baños vestidores de estadios, baños de obreros de fábricas, hoteles y hospitales; sanitarios de cines y estadios y los alimentadores o ramales que alimenten a las zonas de baños vestidores de industrias o instituciones deportivas, educativas, deportivas y en general en donde pueda haber horas pico de uso.

- CLASE II** Corresponde a las instalaciones de uso intermitente en donde pueda existir una simultaneidad relativamente frecuente como son los hoteles, los hospitales, las clínicas, los restaurantes, etc.
- CLASE III** Corresponde a las instalaciones con uso intermitente con muy baja frecuencia de uso simultáneo como son los edificios de oficinas, centros comerciales, los asilos de ancianos, etc.
- CLASE IV** Corresponde a las instalaciones que sirven muebles de bajo consumo o con limitadores de gasto con muy baja frecuencia de uso simultáneo.

NOTAS ACLARATORIAS

Los muebles de bajo consumo de agua como son los WC con tanque de 6 litros o los fluxómetros de consumo controlado y los muebles con controladores de flujo, no reducen substancialmente el gasto máximo instantáneo, reducen el consumo de agua y la frecuencia con que se da el gasto máximo instantáneo, para el cual se diseñan las tuberías y los equipos de bombeo en el caso de suministro a través de equipo hidroneumático o programado de bombeo.

Los ramales que alimenten hasta seis muebles o cuatro fluxómetros de WC, o urinarios, deberán calcularse por equivalencia hidráulica.

DRENAJE DE AGUAS NEGRAS

CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE "CONCRETO o FIERRO FUNDIDO o COLADO" PARA DESAGÜE DE AGUAS NEGRAS CON MANNING, $N = 0.015$, A MEDIO TUBO DE ACUERDO A REGLAMENTOS.

PARA TUBERIAS DE "P.V.C." ($N = 0.009$) MULTIPLICAR LOS VALORES DE LAS TABLAS POR 1.444

LOS GASTOS SE DETERMINARAN CON LA SIGUIENTE FORMULA:

$$\text{GASTO} = 0.5 * \text{RAIZ CUADRADA DEL NUMERO DE UNIDADES DE DESAGÜE (UD)}$$

DESAGÜES AL 1 % DE PENDIENTE			1.1 % DE PENDIENTE			1.2 % DE PENDIENTE		
DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO	DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO	DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO
mm	m/seg	l/seg	mm	m/seg	l/seg	mm	m/seg	l/seg
100	0.570	2.238	100	0.598	2.348	100	0.624	2.452
150	0.747	6.599	150	0.783	6.922	150	0.818	7.229
200	0.905	14.213	200	0.949	14.906	200	0.991	15.569
250	1.050	25.769	250	1.101	27.027	250	1.150	28.229
300	1.186	41.904	300	1.244	43.949	300	1.299	45.903
375	1.376	75.976	375	1.443	79.685	375	1.507	83.228
450	1.554	123.55	450	1.629	129.58	450	1.702	135.34
600	1.882	266.07	600	1.974	279.06	600	2.062	291.47
750	2.184	482.42	750	2.291	505.97	750	2.392	528.46
900	2.466	784.47	900	2.587	822.76	900	2.702	859.34
1050	2.733	1,183.31	1050	2.867	1,241.07	1050	2.994	1,296.26

1.3 % DE PENDIENTE			1.4 % DE PENDIENTE			1.5 % DE PENDIENTE		
DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO	DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO	DIAMETRO	VELOCIDAD	GASTO
mm	m/seg	l/seg	mm	m/seg	l/seg	mm	m/seg	l/seg
100	0.650	2.552	100	0.674	2.648	100	0.698	2.741
150	0.852	7.524	150	0.884	7.809	150	0.915	8.083
200	1.032	16.205	200	1.071	16.817	200	1.108	17.407
250	1.197	29.381	250	1.242	30.491	250	1.286	31.561
300	1.352	47.778	300	1.403	49.581	300	1.452	51.321
375	1.569	86.626	375	1.628	89.896	375	1.685	93.052
450	1.771	140.86	450	1.838	146.18	450	1.903	151.31
600	2.146	303.37	600	2.227	314.82	600	2.305	325.87
750	2.490	550.04	750	2.584	570.81	750	2.675	590.84
900	2.812	894.43	900	2.918	928.20	900	3.020	960.77
1050	3.116	1,349.19	1050	3.234	1,400.12	1050	3.347	1,449.26

DRENAJE DE AGUAS NEGRAS

CAPACIDAD DE LAS TUBERIAS DE "CONCRETO O FIERRO FUNDIDO O COLADO" PARA DESAGÜE DE AGUAS NEGRAS CON MANNING, $N = 0.015$, A MEDIO TUBO DE ACUERDO A REGLAMENTOS.

PARA TUBERIAS DE "P.V.C." ($N = 0.009$) MULTIPLICAR LOS VALORES DE LAS TABLAS POR 1.444

LOS GASTOS SE DETERMINARAN CON LA SIGUIENTE FORMULA:

$$\text{GASTO} = 0.5 * \text{RAIZ CUADRADA DEL NUMERO DE UNIDADES DE DESAGÜE (UD)}$$

1.6 % DE PENDIENTE			1.7 % DE PENDIENTE			1.8 % DE PENDIENTE		
DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg
100	0.721	2.831	100	0.743	2.918	100	0.765	3.003
150	0.945	8.348	150	0.974	8.605	150	1.002	8.854
200	1.144	17.978	200	1.180	18.531	200	1.214	19.068
250	1.328	32.596	250	1.369	33.599	250	1.409	34.573
300	1.500	53.004	300	1.546	54.636	300	1.591	56.220
375	1.740	96.103	375	1.794	99.061	375	1.846	101.933
450	1.965	156.27	450	2.026	161.08	450	2.084	165.75
600	2.381	336.56	600	2.454	346.92	600	2.525	351.73
750	2.763	610.22	750	2.848	629.00	750	2.930	647.73
900	3.120	992.28	900	3.216	1,022.82	900	3.309	1,052.47
1050	3.457	1,496.79	1050	3.564	1,542.85	1050	3.667	1,587.58

1.9 % DE PENDIENTE			2 % DE PENDIENTE			2.5 % DE PENDIENTE		
DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg	DIAMETRO mm	VELOCIDAD m/seg	GASTO l/seg
100	0.786	3.085	100	0.806	3.166	100	0.901	3.539
150	1.030	9.097	150	1.056	9.333	150	1.181	10.435
200	1.247	19.591	200	1.280	20.100	200	1.431	22.472
250	1.447	35.520	250	1.485	36.443	250	1.660	40.745
300	1.634	57.760	300	1.677	59.261	300	1.875	66.256
375	1.896	104.726	375	1.946	107.447	375	2.175	120.129
450	2.142	170.30	450	2.197	174.72	450	2.456	195.34
600	2.594	366.75	600	2.662	376.28	600	2.976	420.70
750	3.010	664.97	750	3.089	682.24	750	3.453	762.77
900	3.399	1,081.31	900	3.488	1,109.41	900	3.899	1,240.35
1050	3.767	1,631.09	1050	3.865	1,673.46	1050	4.321	1,870.98



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA
EDIFICIOS**

Del 22 de Junio al 03 de Julio

BOMBAS WORTINGTON

ING. E. HECTOR MEDINA M.

PALACIO DE MINERIA



EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE COBRE TIPO "M"

DIAM INT.	DIAM INT.	AREA INTERIOR	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	8.255	214.084	0.521	0.326	0.161	0.094	0.063	0.045	0.026	0.017	0.012	0.007
10	11.430	410.433	XXX	0.625	0.308	0.180	0.122	0.087	0.050	0.033	0.023	0.013
13	14.453	656.240	1.598	XXX	0.492	0.287	0.194	0.139	0.080	0.052	0.036	0.021
19	20.599	1,333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2,285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3,378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4,726.07	11.510	7.201	3.545	2.068	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8,180.58	19.930	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	63.373	12,617.07	30.740	19.220	9.464	5.521	3.735	2.669	1.542	XXX	0.701	0.402
75	75.717	18,010.95	43.880	27.440	13.510	7.881	5.331	3.810	2.201	1.427	XXX	0.574
100	99.949	31,383.89	76.460	47.820	23.540	13.730	9.290	6.640	3.836	32.487	1.742	XXX

DE ANDA Y DE ANDA
1986

EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS EN TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE COBRE TIPO "L"

DIAM INT.	DIAM	AREA INTERIOR	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	8.001	201.112	0.536	0.334	0.151	0.094	0.060	0.043	0.025	0.016	0.011	0.006
10	10.922	374.761	XXX	0.623	0.281	0.176	0.111	0.079	0.046	0.030	0.021	0.012
13	13.843	602.020	1.466	XXX	0.452	0.283	0.178	0.127	0.074	0.048	0.033	0.019
19	19.939	1,248.98	3.043	1.903	XXX	0.587	0.370	0.264	0.153	0.099	0.069	0.040
25	26.035	2,129.44	5.188	3.244	1.597	XXX	0.630	0.451	0.260	0.169	0.118	0.068
32	32.131	3,243.38	7.902	4.942	2.433	1.523	XXX	0.686	0.396	0.257	0.180	0.103
38	38.227	4,590.82	11.180	6.995	3.443	2.155	1.359	XXX	0.561	0.364	0.255	0.146
50	51.419	8,306.10	20.230	12.650	6.230	3.900	2.458	1.757	XXX	0.658	0.461	0.265
64	62.611	12,315.47	30.000	18.760	9.238	5.783	3.645	2.605	1.505	XXX	0.684	0.392
75	74.803	17,578.75	42.820	26.780	13.180	7.692	5.203	3.719	2.148	1.393	XXX	0.60
100	99.187	30,907.18	75.300	47.090	23.180	13.520	9.149	6.539	3.778	2.449	1.716	XXX

DE ANDA Y DE ANDA
1986

EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS EN TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE FIERRO NEGRO CED. 40

DIAM INT.	DIAM INT.	AREA INTERIOR	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	8.255	214.084	0.521	0.326	0.161	0.094	0.063	0.045	0.026	0.017	0.012	0.007
10	11.430	410.433	XXX	0.625	0.308	0.180	0.122	0.087	0.050	0.033	0.023	0.013
13	14.453	656.240	1.598	XXX	0.492	0.287	0.194	0.139	0.080	0.052	0.036	0.021
19	20.599	1,333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2,285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3,378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4,726.07	11.510	7.201	3.545	2.068	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8,180.58	19.930	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	64.880	13,224.27	32.220	20.150	9.920	5.787	3.914	2.798	1.616	XXX	0.734	0.421
75	80.260	20,237.10	49.300	30.830	15.180	8.855	5.990	4.282	2.473	1.603	XXX	0.645
100	104.90	34,570.12	84.220	52.670	25.930	15.120	10.230	7.314	4.225	2.739	1.919	XXX

DE ANDA Y DE ANDA
1986

EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS EN TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO CED. 40

DIAM INT.	DIAM INT.	AREA INTERIOR	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	9.240	268.222	0.544	0.342	0.201	0.117	0.079	0.057	0.033	0.021	0.015	0.009
10	12.520	492.446	XXX	0.628	0.369	0.215	0.146	0.104	0.060	0.039	0.027	0.016
13	15.800	784.270	1.891	XXX	0.588	0.343	0.232	0.166	0.096	0.062	0.044	0.025
19	20.930	1,376.22	3.353	2.097	XXX	0.602	0.407	0.291	0.168	0.109	0.076	0.044
25	26.640	2,229.56	5.432	3.397	1.672	XXX	0.660	0.472	0.273	0.177	0.124	0.071
32	35.050	3,859.45	9.403	5.881	2.895	1.688	XXX	0.817	0.472	0.306	0.214	0.123
38	40.890	5,252.72	12.790	8.004	3.940	2.298	1.554	XXX	0.642	0.416	0.292	0.167
50	52.500	8,659.01	21.090	13.190	6.495	3.789	2.563	1.832	XXX	0.686	0.481	0.276
64	62.710	12,354.45	30.100	18.820	9.267	5.406	3.657	2.614	1.510	XXX	0.686	0.394
75	77.920	19,074.26	46.470	29.060	14.300	8.347	5.646	4.035	2.331	1.511	XXX	0.3
100	102.26	32.851.97	80.040	50.060	24.640	14.370	9.725	6.951	4.015	2.603	1.823	XXX

DE ANDA Y DE ANDA
1986

EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE COBRE TIPO "M"

DIAM	DIAM	AREA	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	8.255	214.084	0.521	0.326	0.161	0.094	0.063	0.045	0.026	0.017	0.012	0.007
10	11.430	410.433	XXX	0.625	0.308	0.180	0.122	0.087	0.050	0.033	0.023	0.013
13	14.453	656.240	1.598	XXX	0.492	0.287	0.194	0.139	0.080	0.052	0.036	0.021
19	20.599	1,333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2,285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3,378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4,726.07	11.510	7.201	3.545	2.068	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8,180.58	19.930	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	63.373	12,617.07	30.740	19.220	9.464	5.521	3.735	2.669	1.542	XXX	0.701	0.402
75	75.717	18,010.95	43.880	27.440	13.510	7.881	5.331	3.810	2.201	1.427	XXX	0.574
100	99.949	31,383.89	76.460	47.820	23.540	13.730	9.290	6.640	3.836	32.487	1.742	XXX

AI - 09

DE ANDA Y DE ANDA
1986

EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE COBRE TIPO "L"

DIAM INT.	DIAM INT.	AREA INTERIOR	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	8.001	201.112	0.536	0.334	0.151	0.094	0.060	0.043	0.025	0.016	0.011	0.006
10	10.922	374.761	XXX	0.623	0.281	0.176	0.111	0.079	0.046	0.030	0.021	0.012
13	13.843	602.020	1.466	XXX	0.452	0.283	0.178	0.127	0.074	0.048	0.033	0.019
19	19.939	1,248.98	3.043	1.903	XXX	0.587	0.370	0.264	0.153	0.099	0.069	0.040
25	26.035	2,129.44	5.188	3.244	1.597	XXX	0.630	0.451	0.260	0.169	0.118	0.068
32	32.131	3,243.38	7.902	4.942	2.433	1.523	XXX	0.686	0.396	0.257	0.180	0.103
38	38.227	4,590.82	11.180	6.995	3.443	2.155	1.359	XXX	0.561	0.364	0.255	0.146
50	51.419	8,306.10	20.230	12.650	6.230	3.900	2.458	1.757	XXX	0.658	0.461	0.265
64	62.611	12,315.47	30.000	18.760	9.238	5.783	3.645	2.605	1.505	XXX	0.684	0.392
75	74.803	17,578.75	42.820	26.780	13.180	7.692	5.203	3.719	2.148	1.393	XXX	0.560
100	99.187	30,907.18	75.300	47.090	23.180	13.520	9.149	6.539	3.778	2.449	1.716	XXX

AI - 10

EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE FIERRO NEGRO CED. 40

DIAM INT.	DIAM INT.	AREA INTERIOR	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	8.255	214.084	0.521	0.326	0.161	0.094	0.063	0.045	0.026	0.017	0.012	0.007
10	11.430	410.433	XXX	0.625	0.308	0.180	0.122	0.087	0.050	0.033	0.023	0.013
13	14.453	656.240	1.598	XXX	0.492	0.287	0.194	0.139	0.080	0.052	0.036	0.021
19	20.599	1,333.04	3.247	2.031	XXX	0.583	0.395	0.282	0.163	0.106	0.074	0.042
25	26.970	2,285.13	5.567	3.482	1.714	XXX	0.676	0.484	0.297	0.181	0.127	0.073
32	32.791	3,378.00	8.230	5.147	2.534	1.478	XXX	0.715	0.413	0.268	0.188	0.108
38	38.786	4,726.07	11.510	7.201	3.545	2.068	1.399	XXX	0.578	0.375	0.262	0.151
50	51.029	8,180.58	19.930	12.460	6.136	3.579	2.421	1.730	XXX	0.648	0.454	0.261
64	64.880	13,224.27	32.220	20.150	9.920	5.787	3.914	2.798	1.616	XXX	0.734	0.421
75	80.260	20,237.10	49.300	30.830	15.180	8.855	5.990	4.282	2.473	1.603	XXX	0.645
100	104.90	34,570.12	84.220	52.670	25.930	15.120	10.230	7.314	4.225	2.739	1.919	XXX

II - IV

EQUIVALENCIAS HIDRAULICAS DE TUBERIAS

DIAMETROS INTERIORES EN MILIMETROS (SEGUN NORMAS NOM)

TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO CED. 40

DIAM INT.	DIAM INT.	AREA INTERIOR	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
6	9.240	268.222	0.544	0.342	0.201	0.117	0.079	0.057	0.033	0.021	0.015	0.009
10	12.520	492.446	XXX	0.628	0.369	0.215	0.146	0.104	0.060	0.039	0.027	0.016
13	15.800	784.270	1.891	XXX	0.588	0.343	0.232	0.166	0.096	0.062	0.044	0.025
19	20.930	1,376.22	3.353	2.097	XXX	0.602	0.407	0.291	0.168	0.109	0.076	0.044
25	26.640	2,229.56	5.432	3.397	1.672	XXX	0.660	0.472	0.273	0.177	0.124	0.071
32	35.050	3,859.45	9.403	5.881	2.895	1.688	XXX	0.817	0.472	0.306	0.214	0.123
38	40.890	5,252.72	12.790	8.004	3.940	2.298	1.554	XXX	0.642	0.416	0.292	0.167
50	52.500	8,659.01	21.090	13.190	6.495	3.789	2.563	1.832	XXX	0.686	0.481	0.276
64	62.710	12,354.45	30.100	18.820	9.267	5.406	3.657	2.614	1.510	XXX	0.686	0.394
75	77.920	19,074.26	46.470	29.060	14.300	8.347	5.646	4.035	2.331	1.511	XXX	0.608
100	102.26	32.851.97	80.040	50.060	24.640	14.370	9.725	6.951	4.015	2.603	1.823	XXX

AI - 12



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

ANEXO 2

DATOS PRACTICOS

ABRIL 1992.

**RECOMENDACIONES RESPECTO A ALGUNAS DE LAS MAS FRECUENTES FALLAS EN LAS
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS DE UN HOTEL**

A) TOMA DOMICILIARIA

	PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
1.-	PRESENCIA DE ARENA	-TUBERIAS FRACTURADAS	-INSTALAR FILTROS "Y"
2.-	PERDIDA POR FRICCION	-ESCASO DIAMETRO	-AUMENTO DE DIAMETRO DES- PUES DE MEDIDOR
3.-	DESBORDE FRECUENTE EN CISTERNA	-FALLA DE FLOTADOR	-CAMBIO POR CALIDAD -INSTALACION ALARMA ALTO NIVEL

B) CISTERNA

	PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
1.-	PRESENCIA DE IMPUREZAS	-CISTERNA DESTAPADA	-REVISION DE SELLADO DE ACCESO
2.-	PRESENCIA DE ALIMANAS O ROEDORES	-TUBOS ABIERTOS	-REVISION DE PROTECCION DE TUBOS VENTILADORES
3.-	CONTAMINACION ORGANICA	-TUBOS CERCANOS DE ALBA- NAL FRACTURADOS	-CORREGIR INFILTRACIONES

C) EQUIPOS DE BOMBEO

	PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
1.-	RUIDOS	-TRANSMISION POR TUBERIAS	-INSTALAR MANGUERAS FLEXI- BLES
2.-	GOLPE DE ARIETE EN BOMBAS	-CIERRE ABRUPTO DE VALVU- LAS	-INSTALAR VALVULAS CHECK DE CIERRE AMORTIGUADO
3.-	GOLPE DE ARIETE ANTES DE TANQUE	-GOLPE DE ARIETE	-DERIVACION DE LA RED AL TANQUE DE PRESION BAJO EL NIVEL DE AGUA
4.-	DESCEBADO DE SUCCIONES	-FALLA DE VALVULA DE PIE	-DERIVACION DE LA TOMA A DESCARGA DE BOMBAS
5.-	BAJA EFICIENCIA DE BOMBAS	-FALLA EN SUCCIONES	-REVISION DISTANCIA Y DIA- METRO SUCCIONES
6.-	ARRANQUE Y PARO CONSTAN- TE DE BOMBAS	-FALLA DE AIRE EN EL TANQUE HIDRONEUMATICO	-REPOSICION DE COLCHON DE AIRE

D) REDES DE ABASTECIMIENTO

	PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
1.-	RUIDOS		
	a) SISEO	VELOCIDAD EXCESIVA	-HACER DERIVACIONES EN COLUMNAS PARA ROMPER ARMONIA ONDAS -INSTALAR ESPIRALES DE LAMINA PARA REDUCIR VELOCIDAD
	b) VIBRACIONES	-TRANSMISION DE EQUIPOS	-REVISION ANCLAJES A ESTRUCTURA -INSTALAR EMPAQUES DE HULE CON ABRAZADERAS -INSTALAR MANGUERA FLEXIBLE EN COLUMNAS
	c) GOLFES	VALVULAS	-REVISAR QUE VALVULAS DE COMPUERTA ESTEN COMPLETAMENTE CERRADAS -RETIRAR VALVULAS CHECK EN REDES
	d) ARRANQUE Y PARO DE EQUIPOS	TRANSMISION	-REVISION DE COMUNICACIONES CON TUBOS DE ESCALERA Y DUCTO SELLADO CON MATERIAL AISLANTE ACUSTICO
2.-	FRACTURAS		
	a) MOVIMIENTO SISMICO	ESFUERZO AL CORTE	-INSTALAR JUNTAS FLEXIBLES
	b) AGUA CALIENTE	POR DILATACION	-INSTALAR JUNTAS DE DILATACION
	c) EN UNIONES	FALLA SOLDADURA	-REVISION CALIDAD DE MANO DE OBRA EN SOLDADURA, ROSCAS Y UNIONES (CHECAR MOTIVOS ANTERIORES)
	d) EN UNIONES	GOLPE DE ARIETE	-LOCALIZAR Y ELIMINAR GOLPE DE ARIETE

E) ALIMENTACIONES INTERIORES

	PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
1.-	RUIDOS		
	a) GOLPE INTERMITENTE	-LLAVES DE LAVABO -FLOTADOR EN W.C.	-REVISION DE LLAVES DE LAVABOS Y FREGADEROS POR FALLA DE TORNILLO -REVISION DE EMPAQUE Y AUMENTAR TIEMPO DE LLENADO
	b) ACCION DE FLUXOMETROS	-ALTA VELOCIDAD	-INDISPENSABLE AUMENTO DE DIAMETROS
	c) GOLFES	-GOLPE DE ARIETE	-REVISAR EXISTEN CAMARAS DE PRESION DE 60 cm DE LONGITUD EN TODOS MUEBLES

PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
2.- DEMASIADO TIEMPO PARA OBTENER AGUA CALIENTE	-SE ENFRIA EL AGUA EN TUBERIA	-REVISAR EL SISTEMA DE RETORNO, INSTALARLO SI NO LO HAY -REVISAR CIRCULADOR
3.- VARIACIONES BRUSCAS DE TEMPERATURA a) POR ACCIONAR MUEBLES CERCANOS b) POR ARRANQUE DE EQUIPO DE BOMBEO c) POR EXCESO DE TEMPERATURA	-DIAMETROS REDUCIDOS	-CAMBIAR DIAMETROS
	-SISTEMA DESBALANCEADO	-REVISAR Y CORREGIR CONEXIONES PARA BALANCEAR EL SISTEMA
	-ALTA TEMPERATURA	-REDUCIR TEMPERATURA EN TANQUE DE AGUA CALIENTE
4.- FALTA DE AGUA SIN MOTIVO AFARENTE	-AIRE EN TUBERIAS	-ELIMINAR AIRE EN TUBERIAS EVITAR SIFONES INVERTIDOS REVISAR PENDIENTES HACIA VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE
5.- SALIDA INTERMITENTE DE AGUA (ESCAPE)	-AIRE EN TUBERIAS	-ELIMINAR AIRE EN TUBERIAS EVITAR SIFONES INVERTIDOS REVISAR PENDIENTES HACIA VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE
6.- SALE AGUA CALIENTE EN LLAVE DE AGUA FRIA	-INSTALACION ERRONEA	-REVISAR ALGUNA INTERCONEXION INDEBIDA
	-TUBERIAS UNIDAS	-REVISAR QUE NO SE HAYA RETIRADO ALGUNA REGADERA Y DEJADO LAS LLAVES ABIERTAS
	-REGADERAS AJUSTABLES	-RETIRAR REGADERAS CON MECANISMO INTEGRADO DE CIERRE
	-CONEXIONES INVERTIDAS EN MEZCLADORAS	-REVISAR VALVULAS MEZCLADORAS DEL TIPO "RELOJ"
7.- SALPICADURAS EN LAVABOS	-EXCESIVA PRESION	-INSTALAR VALVULAS ANGULARES EN ALIMENTADORES
8.- MOLESTIAS POR USO DE REGADERA (GOLPEA)	-EXCESIVA PRESION	-VERIFICAR QUE PRESION NO EXCEDA DE 4 ó 4.5 Kg/cm ²
9.- FALTA AGUA EN MUEBLES ALEJADOS	-FALTA PRESION	-VERIFICAR DIAMETROS (POR PERDIDA POR FRICCION EN USO DE ALTA SIMULTANEIDAD)
	-EQUIPO INSUFICIENTE	-VERIFICAR CAPACIDAD DE BOMBAS

F) DESAGUES Y VENTILACION

PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
1.- NO ARRASTRA SOLIDOS EL INODORO	-DESCARGA INEFICIENTE -FOCA AGUA (TANQUE)	-REVISAR DOBLE VENTILACION -AUMENTAR CAPACIDAD DE AGUA EN CAJA
	-FOCA AGUA (FLUXOMETRO)	-REGULAR FLUXOMETRO A MAYOR CANTIDAD DE AGUA
2.- NO DESCARGA EL INODORO	-OBTURACION EN DRENAJE	-DESTAPAR DRENAJE
3.- ESCURRIMIENTO EN PISO DE INODORO	-MUEBLE MAL ASENTADO	-REVISAR JUNTA SELLADORA
4.- ESCURRE EL TANQUE DEL INODORO	-FRACTURA O MAL MONTAJE	-DESMONTAR Y REVISAR
5.- SE DESBORDAN COLADERAS	-OBTURACION EN DRENAJES	-DESTAPAR DRENAJES
	-MUEBLES MAL CONECTADOS	-REVISAR DIAMETRO DE DESCARGA
	-TINA A COLADERA	-CAMBIAR REJILLA POR TAPA CIEGA
6.- NO DESCARGA O DESCARGA LENTA DE LAVABO	-OBTURACION EN TRAMPA "P"	-DESTAPAR DRENAJE
7.- PRESENCIA DE AGUA EN LAVABO SIN USO	-MUEBLES INTERCONECTADOS	-INDEPENDIZAR O CAMBIAR CONEXION EN "T" POR "Y"
8.- NO DESCARGA O DESCARGA LENTA DE FREGADERO	-GRASA EN LA TUBERIA	-ELIMINAR GRASA, INSTALAR TRAMPA ESPECIAL
9.- MALOS OLORES EN CUARTO DE BAÑO	-FALLA EL SELLO HIDRAULICO	-REVISAR EL SISTEMA DE DOBLE VENTILACION
	-SE EVAPORA EL SELLO HIDRAULICO	-REPONER SELLO
	-FALTA SELLO O ROTO EN COLADERAS	-REPONER COMO EN COLADERAS
10.- MOVIMIENTOS DE AGUA EN INODORO, SIN USARLOS	-PRESIONES DE AIRE EN TUBERIAS	-REVISAR EL SISTEMA DE DOBLE VENTILACION
11.- PRESENCIA DE AGUA EN TINA, SIN USO	-DOS TINAS INTERCONECTADAS	-CORREGIR EL SISTEMA, SEPARAR
12.- EXPULSION DE AGUA POR CUALQUIER DESAGUE	-AIRE EN TUBERIAS	-FALLA DEL SISTEMA DE DOBLE VENTILACION
13.- DESBORDE DE MUEBLES PISOS BAJOS	-CONEXION A TUBERIAS QUE OPERAN A TUBO LLENO	-SEPARAR ESTOS DRENAJES DE LOS PISOS SUPERIORES O DE BAJADAS PLUVIALES
14.- OBTURACION EN BAÑOS PUBLICOS DE DAMAS	-PRESENCIA DE TOALLAS SANITARIAS	-AUMENTAR DIAMETRO DE TRONCALES A 150 mm

G) SISTEMA PLUVIAL

	PROBLEMA	CAUSA	RECOMENDACIONES
1. -	HUMEDADES a) EN LOSA	-FISURAS	-REVISAR IMPERMEABILIZACION -REVISAR SI HAY GRIETAS CAPILARES EN UNION DE COLADERA -REVISAR JUNTA DE IMPERMEABILIZANTE Y COLADERA -LIMPIAR COLADERA
	b) EN MUROS	-FISURAS	-MISMOS CONCEPTOS ANTERIORES -REVISAR JUNTAS EN BAJADA -REVISAR QUE NO HAYA OBTURACIONES EN DRENAJE BAJO PISO
2. -	COLADERA DESBORDA EN VEZ DE DESAGUAR	-COLADERAS DIFERENTES NIVELES DE BAJADA	-REVISAR QUE NO HAYA SIFONES (OBTURADORES) EN BASE DE BAJADA
3. -	BROTA AGUA EN REGISTROS DE ABAÑAL	-FALTA CAPACIDAD DE COLECTOR	-AUMENTAR DIAMETROS O DAR NUEVAS SALIDAS -EN ZONAS DELICADAS, PONER REGISTROS SELLADOS
4. -	PENETRA AGUA DEL EXTERIOR	-ALBAÑAL PRINCIPAL SATURADO	-INSTALAR VALVULAS CHECK

TABLAS UTILES PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS
DE ALIMENTACION DE AGUA

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

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

UNIDADES DE MEDIDA

EQUIVALENCIAS

Dado que en la República Mexicana rige el sistema SI, o sea el Sistema Internacional de Unidades, que es el métrico decimal - modernizado, conforme a la norma oficial NOM-Z-1981, mencionaremos la conversión de algunas de las unidades más frecuentemente usadas en las instalaciones hidrosanitarias y de gas.

1 " (una pulgada)	= 25.4 mm exactamente
1 ' (un pie)	= 0.3048 m exactamente
1 lb (una libra)	= 0.45359237 kg exactamente
1 galón E.E.U.U.	= 3.7854117 L
1 GPM (galón por minuto)	= 0.06309 L/s aproximadamente
1 L/s	= 15.85 GPM aproximadamente
1 ft ³ /h (pie cúbico por hora)	= 28.316846 L/h.
1 m ³ /h	= 35.314666 ft ³ /h
10 m H ₂ O (columna de agua)	= 0.98 bar = 98 kPa (kilo-pascales- de presión, aproximadamente)
1 kp/cm ²	= 10 m H ₂ O = 98 kPa (aproximadamente)
100 psi (libras por pulg. cuadr.)	= 689 kPa aproximadamente
1 kPa	= 0.102 m H ₂ O (aproximadamente)
1 kPa	= 0.145 psi (aproximadamente)
1 MPa (un mega pascal)	= 1000 kPa = 145 psi (aproximadamente)
100 kPa	= 1 bar = 10.20 m H ₂ O = 14.5 psi (aprox.)
1 oz/sq. in. (una onza por pulg. cuadr.)	= 43.942 mm H ₂ O = = 430.92 Pa (aproximadamente)
1 " Hg = 25.4 mm Hg	= 3.386389 kPa = 33.8639 m bar
1 mm Hg	= 0.133322 kPa = 1.333224 m bar

1 Kcal = 4.1868 kJ (kilojulios) exactamente
 1 Btu = 1.055056 kJ
 1 Kcal/h = 1.163 w (watts térmicos) exactamente
 1 Btu/h = 0.252 Kcal/h = 0.293071 W (aprox.)
 1 caballo de caldera = 1 CC = 9811 W (watts térmicos)
 1 TR (tonelada de refrigeración) = 12000 Btu/h = 3516.85 W =
 = 3024 Kcal/h
 1 Btu/lb = 2.326 kJ/kg exactamente
 1 Btu/ft³ = 8.899 Kcal/m³ = 37.259 kJ/m³
 1 Kcal/kg = 1.8 Btu/lb = 4.1868 kJ/kg exactamente

NUMERO DE TUBOS DE 1/2" QUE PUEDEN SUSTITUIRSE POR UN TUBO SIMPLE
EN UN EDIFICIO PROMEDIO, CONSIDERANDO SU USO SIMULTANEO

Diámetro del tubo	1"	1-1 1/4"	1 1/2"	2"	2-1/2"	3"
No. tubos de 1/2"	3	6	12	45	101	221
	a	a	a	a	a	a
	5	11	44	100	220	430
Diámetro del tubo	3-1/2"	4"	5"	6"	8"	
No. tubos de 1/2"	431	701	1201	2401	5000	
	a	a	a	a	en	
	700	1200	2400	5000	Adelante	

EQUIVALENCIA DE GASTOS EN NUCLEOS
CONCENTRADOS

1/8 "	1/4 "	3/8 "	1/2 "	3/4 "	1 "	1-1/4 "
0.1103	0.244	0.543	1.000	2.100	3.95	8.13
1-1/2 "	2 "	2-1/2 "	3 "	3-1/2 "	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					

EQUIVALENCIA HIDRAULICA EN LAS TUBERIAS DE COBRE

Diámetro Nominal (pulg)	Diámetro ext. real (pulg.)	Espesor (pulg)	Diámetro int. real (pulg.)	Equivalencia hidráulica	Diámetro nominal (mm)
1/8"	0.250	0.025	0.200	0.0639386	3 mm
1/4"	0.375	0.025	0.325	0.2292493	6 mm
3/8"	0.500	0.025	0.450	0.5395152	10 mm
1/2"	0.625	0.028	0.569	1.0	13 mm
5/8"	0.750	0.030	0.690	1.660457	16 mm
3/4"	0.875	0.032	0.811	2.539682	19 mm
1"	1.125	0.035	1.055	5.072343	25 mm
1 1/4"	1.375	0.042	1.291	8.625628	32 mm
1 1/2"	1.625	0.049	1.527	13.41379	38 mm
2"	2.125	0.058	2.009	27.5989	50 mm
2 1/2"	2.625	0.065	2.495	48.79218	63 mm
3"	3.125	0.072	2.981	77.91601	75 mm
3 1/2"	3.625	0.083	3.459	115.2112	90 mm
4"	4.125	0.095	3.935	161.7183	100 mm
5"	5.125	0.109	4.907	289.002	125 mm
6"	6.125	0.122	5.881	465.2766	150 mm

DIMENSIONES REALES DE LAS TUBERIAS DE COBRE

DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO EXTERIOR		DIAMETRO INTERIOR		
PULGADAS	MILIMETROS	PULGADAS	MILIMETROS	M (usual)	L (gas)	K (oxigeno)
1/8"	3	1/4"	6.35	5.08	5.08	4.724
1/4"	6	3/8"	9.525	8.255	8.001	7.899
3/8"	10	1/2"	12.7	11.43	10.922	10.210
1/2"	13	5/8"	15.875	14.453	13.843	13.385
5/8"	16	3/4"	19.05	17.526	16.916	16.56
3/4"	20 (19)	7/8"	22.229	20.599	19.939	18.923
1"	25	1 1/8"	28.576	26.797	26.035	25.273
1 1/4"	32	1 3/8"	39.925	32.791	32.131	31.623
1 1/2"	40 (38)	1 5/8"	41.275	38.785	38.227	37.617
2"	50 (51)	2 1/8"	53.975	51.029	50.419	49.813
2 1/2"	69 (63664)	2 5/8"	66.675	63.373	62.611	61.849
3"	75 (76)	3 1/8"	79.375	75.717	74.803	73.837
3 1/2"	90 (89)	3 5/8"	92.075	87.859	86.995	85.979
4"	100 (102)	4 1/8"	104.775	99.949	99.187	97.967
5"	125 (127)	5 1/8"	130.175	124.637	123.829	122.047
6"	150 (152)	6 1/8"	155.575	142.377	148.463	145.821
8"	200 (203)	8 1/8"	206.375	197.739	196.219	192.609
10"	250 (254)	10 1/8"	257.175	246.405	244.475	240.005
12"	300 (305)	12 1/8"	307.975	295.071	293.751	287.401

El diámetro exterior de la tubería de cobre es 1/8" mas que el ϕ nominal.

TUBOS DE FIERRO GALVANIZADO (CEDULA 40) DIMENSIONES
REALES

DIAMETRO NOMINAL		∅ INTERIOR	∅ EXTERIOR	SECCION INTERIOR
pulgadas	milímetros	milímetros	milímetros	c m ²
1/8"	3	6.83	10.29	0.63664
1/4"	6	9.24	13.72	0.6706
3/8"	10	12.53	17.14	1.2311
1/2"	13	15.80	21.34	1.9607
4/4"	20	20.93	26.67	3.4405
1"	25	26.64	33.40	5.5739
1 1/4"	32	35.05	42.17	9.6786
1 1/2"	40	40.90	48.26	13.138
2"	50	52.50	60.32	21.648
2 1/2"	60	62.71	73.03	30.886
3"	75	77.92	88.90	47.685
3 1/2"	90	90.12	101.60	63.787
4"	100	102.26	114.30	82.13
5"	125	128.20	141.30	129.08
6"	150	154.05	168.27	186.79

TUBERIAS DE AGUA

LONGITUDES A LAS CUALES EQUIVALEN LAS CONEXIONES Y VALVULAS DEBIDO A PERDIDAS DE PRESION EN METROS DE TUBO RECTO DEL MISMO DIAMETRO.

TIPO DE CONEXION O VALVULA	DIAMETROS EN PULGADAS Y MILIMETROS					
	2	2 1/2	3	4	5	6
	50	60	76	100	125	150
Codo de 90°	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
Codo de 45°	0.65	0.85	1.15	1.5	2.0	2.5
Válvula de compuerta	0.39	0.51	0.69	0.9	1.2	1.5
Válvula de globo	9.10	11.90	16.1	21.0	28.0	35.0
Válvula de globo angular	5.2	6.8	9.2	12.0	16.0	20.0
Válvula retención horiz.	9.10	11.90	16.1	21.0	28.0	35.0
Válvula retención colump.	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17.5
Válvula retención vert.	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17.5
Válvula pie (pichancha)	4.55	5.95	8.05	10.5	14.0	17.5
Llave de cuadro	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
Llave de flotador	3.24	4.24	5.74	7.5	10.0	12.5
Llave banqueta o inserción	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
T paso directo sin cambio gasto	0.39	0.51	0.69	0.9	1.2	1.5
Y paso directo sin cambio gasto	0.39	0.51	0.69	0.9	1.2	1.5
T en contracorriente	3.90	5.10	6.90	9.0	12.0	15.0
T paso directo con cambio gasto	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
T ramal	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
Y paso con cambio gasto	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
Y ramal	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
Ampliación	1.30	1.70	2.30	3.0	4.0	5.0
Medidor	15.60	20.40	27.60	36.0	48.0	60.0
Caldera o calentador	3.24	4.24	5.75	7.5	10.0	12.5
Salida tinaco o inserción de toma	1.95	2.55	3.45	4.5	6.0	7.5
Reducción	0.65	0.85	1.15	1.5	2.0	2.5

TUBERIAS DE AGUA

LONGITUDES A LAS CUALES EQUIVALEN LAS CONEXIONES Y VALVULAS DEBIDO A PERDIDAS DE PRESION EN METROS DE TUBO RECTO DEL MISMO DIAMETRO.

TIPO DE CONEXION O VALVULA	DIAMETROS EN PULGADAS Y MILIMETROS					
	3/8 10 mm	1/2 13 mm	3/4 20 mm	1 25 mm	1 1/4 32 mm	1 1/2 40 mm
Codo de 90°	0.44	0.56	0.62	0.84	0.79	0.95
Codo de 45°	0.33	0.42	0.41	0.56	0.394	0.48
Válvula de compuerta	0.22	0.28	0.21	0.28	0.24	0.20
Válvula de globo	3.52	4.48	4.92	6.72	7.12	8.55
Válvula de globo angular	1.98	2.52	2.87	3.92	3.95	4.75
Válvula retención horizontal	3.52	4.48	4.92	6.72	7.12	8.55
Válvula retención vertical	1.76	2.24	2.46	3.36	3.55	4.27
Válvula de pie (pichancha)	1.76	2.24	2.46	3.36	3.55	4.27
Llave de cuadro	0.88	1.12	0.82	1.12	1.19	1.43
Llave de flotador	1.54	1.96	1.64	2.24	2.37	2.85
Llave banqueta o inserción	0.88	1.12	0.82	1.12	1.19	1.43
Válvula de retención colump.	1.76	2.24	2.46	3.36	2.55	4.27
T paso directo sin cambio de gasto	0.22	0.28	0.21	0.28	0.24	0.29
Y paso directo sin cambio de gasto	0.66	0.28	0.21	0.28	0.24	0.29
T en cotracorriente	0.66	0.84	1.23	1.68	2.37	2.85
T paso directo con cambio de gasto	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
T ramal	0.33	0.42	0.62	0.84	0.19	1.43
Y paso con cambio de gasto	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
Y ramal	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
Ampliación	0.22	0.28	0.41	0.56	0.79	0.95
Medidor	4.40	5.60	6.56	8.96	10.30	12.36
Caldera o calentador	0.55	0.70	1.03	1.40	1.98	2.39
Salida tinaco o inserción toma	0.33	0.42	0.62	0.84	1.19	1.43
Reducción	0.11	0.14	0.21	0.28	0.40	0.48

CAPACIDADES DE MEDIDORES DE AGUA

Con caída de presión de 10 m de columna de agua	DIAMETRO NOMINAL	MAXIMOS	
		Por hora	Por día
1.2 m ³ /h	1/4" 6 mm	0.6 m ³ /h	2.3 m ³ /d
2.5 m ³ /h	3/8" 10 mm	1.25 m ³ /h	5 m ³ /d
3.0 m ³ /h	1/2" 13 mm	1.25 m ³ /h	6 m ³ /d
5.0 m ³ /h	3/4" 19 mm	2.5 m ³ /h	10 m ³ /d
7.0 m ³ /h	1" 25 mm	3.5 m ³ /h	14 m ³ /d
10 m ³ /h	1 1/4" 32 mm	5 m ³ /h	20 m ³ /d
20 m ³ /h	1 1/2" 38 mm	10 m ³ /h	40 m ³ /d
30 m ³ /h	2" 50 mm	15 m ³ /h	60 m ³ /d
50 m ³ /h	3" 75 mm	25 m ³ /h	100 m ³ /d
75 m ³ /h	4" 100 mm	37.5 m ³ /h	150 m ³ /d
150 m ³ /h	6" 150 mm	75 m ³ /h	300 m ³ /d
250 m ³ /h	8" 200 mm	125 m ³ /h	500 m ³ /d

DESAGUES 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 enseguida se indica.

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

$$Q_f = \frac{Si}{3600} \quad [L/seg]$$

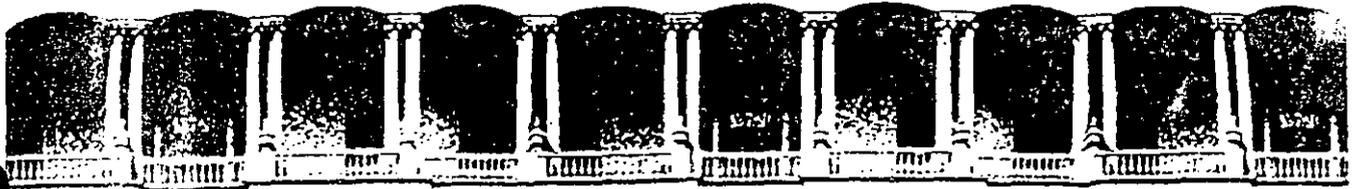
El gasto adicional de aguas negras nunca se toma menor de 2.5 L/seg (descarga de un excusado), al aplicar la fórmula empírica:

$$Q_f = \frac{\sum ud}{100} \quad [L/seg]$$

En la que ud es la suma de las unidades de desague de los muebles-sanitarios, según tablas, de modo que el albañal combinado debe ser capaz de conducir, a tubo lleno, un gasto total.

$$Q_f = \frac{\sum si}{100} + \frac{ud}{100} \quad [L/seg]$$

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 lo que se requiere de 200 mm/ al 1 %, que puede dar 28.4 L/seg.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS

ANEXO 3

**REGLAMENTO DEL SERVICIO DE AGUA Y
DRENAJE PARA EL DISTRITO FEDERAL.**

**DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION
25 DE ENERO DE 1990**

JUNIO 1992.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

REGLAMENTO del Servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—1a. Asamblea de Representantes del Distrito Federal 88-91.—Oficialía Mayor.

LA ASAMBLEA DE REPRESENTANTES DEL DISTRITO FEDERAL, EN EJERCICIO DE LA FACULTAD QUE LE CONFIERE EL ARTICULO 73, FRACCION VI, BASE 3a. INCISO A) DE LA CONSTITUCION POLITICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS: EXPIDE:

REGLAMENTO DEL SERVICIO DE AGUA Y DRENAJE PARA EL DISTRITO FEDERAL

TITULO PRIMERO

Capítulo Unico Disposiciones Generales

Artículo 1o.—Las disposiciones del presente Reglamento son de orden público e interés general y social, y tienen por objeto regular los servicios de agua potable, tratamiento de aguas, drenaje y alcantarillado del Distrito Federal.

Artículo 2o.—La prestación de los servicios de agua potable, tratamiento de aguas y drenaje en el Distrito Federal, constituye un servicio público que estará a cargo del Departamento del Distrito Federal de conformidad con su Ley Orgánica, su Reglamento Interior, las normas contenidas en el presente ordenamiento y las demás disposiciones jurídicas aplicables con la salvedad que señala el Artículo 80 de este Reglamento.

Artículo 3o.—Para los efectos del presente Reglamento se entenderá por:

I.—Acueducto, conducto natural o artificial ya sea superficial, subterráneo o elevado, para conducir agua de una fuente de abastecimiento a un depósito determinado o a la red de distribución;

II.—Aforo, el volumen del líquido que fluye por un conducto o caudal en la unidad de tiempo;

III.—Agua pluvial, la generada por la precipitación de los condensados de vapor atmosférico;

IV.—Agua potable, aquella cuya ingestión no cause efectos nocivos a la salud;

V.—Agua residual, el líquido de composición variada, resultante de cualquier uso primario del agua por el que haya sufrido degradación original;

VI.—Agua residual tratada, el líquido de composición variada proveniente del agua residual y resul-

tante de un conjunto de operaciones y procesos de tratamiento, ya sea primario, secundario o terciario;

VII.—Albañal exterior, la parte del conducto que desaloja aguas pluviales y residuales, comprendida desde el paramento o alineamiento del predio, hasta la conexión a la atarjea;

VIII.—Albañal interior, la parte del conducto que desaloja aguas pluviales y residuales, comprendida en el interior de un predio, hasta su conexión con el albañal exterior;

IX.—Alberca, depósito de agua con fines deportivos; terapéuticos o de recreación construido con muros de concreto reforzado o cualquier otro material estructural;

X.—Alcantarillado, la red o sistema de conductos y dispositivos para recolectar y conducir las aguas residuales y pluviales al desagüe o drenaje;

XI.—Amortiguador de golpe de ariete, el mecanismo para disminuir la sobrepresión que se produce en una tubería cuando se corta el flujo del agua.

XII.—Atarjea, la parte del alcantarillado que recibe las aguas pluviales y las residuales conducidas por los albañales exteriores;

XIII.—Barranca, cauce natural de diferentes medidas, originado por los escurrimientos pluviales y condiciones topográficas;

XIV.—Brocales, los antepechos de concreto o mampostería que rodean las bocas de pozos de ventilación, conocidos también como pozos de visita o cajas de unión que permiten el acceso a los conductos de alcantarillado y drenaje.

XV.—Caja de válvulas, estructura construida a base de muros y losas de concreto para alojar mecanismos de control y regulación de caudales, con el objeto de operar líneas de conducción y distribución de agua;

XVI.—Canal o cauce abierto, conducto superficial natural o artificial que recoge, conduce, transporta y evacua agua;

XVII.—Cárcamo, estructura para alojar agua;

XVIII.—Carro tanque, vehículo acondicionado para el transporte de agua;

XIX.—Caudal o flujo, el volumen de agua conducida en la unidad de tiempo;

XX.—Cegamiento, la realización de obras que tiene por objeto tapar un pozo para evitar su explotación y la contaminación del acuífero;

XXI.—Cisterna, depósito subterráneo para almacenar agua;

XXII.—Clave, el punto más alto de la sección transversal de un tubo o conducto;

XXIII.—Coladera pluvial, la estructura con rejilla ya sea de banquetta o de piso, que permite el acceso del agua pluvial al sistema de alcantarillado y drenaje;

XXIV.—Colector, conducto principal en donde

convergen aguas pluviales y residuales de la red secundaria de drenaje;

XXV.—Conductos, las tuberías y canales que permiten el flujo de agua;

XXVI.—Cuadro, conjunto de tuberías y piezas que se ubican a la entrada de los predios para el suministro de agua;

XXVII.—Departamento, el Departamento del Distrito Federal;

XXVIII.—Derecho de vía, área destinada a los conductos hidráulicos naturales o artificiales para protección;

XXIX.—Derivación, la toma de agua que se conecta en la red de distribución interior de un predio para abastecer de agua a otro predio;

XXX.—Desazolve, extracción de residuos sólidos acumulados en tuberías, pozos, lagos, lagunas, presas y en general en cualquier estructura hidráulica natural o artificial;

XXXI.—Descarga, las aguas residuales y pluviales que se vierten en el sistema de alcantarillado y drenaje;

XXXII.—Desechos, aquellos residuos en solución o suspensión en el agua que se transporta a través de los conductos del drenaje y el alcantarillado;

XXXIII.—Drenaje, sistema de caños o tubos de varios diámetros para el desagüe de desechos y aguas que capta la red de alcantarillado en el Distrito Federal;

XXXIV.—Fosa séptica, depósito sanitario donde se acumulan aguas residuales para un tratamiento primario;

XXXV.—Hidrante, surtidores de agua de diferentes diámetros para servicio público;

XXXVI.—Inspector honorario, el vecino que sin tener función administrativa ni remuneración, presta colaboración a la sociedad coadyuvando con las autoridades para el cumplimiento del presente Reglamento;

XXXVII.—Lago recreativo, depósito de agua residual, tratada o pluvial en un área de terreno, destinado a la diversión;

XXXVIII.—Laguna de infiltración, depósito de agua residual tratada o pluvial destinada a recargar los mantos freáticos;

XXXIX.—Laguna de regulación, depósito destinado a la captación de aguas pluviales y residuales para su almacenamiento temporal a fin de regular los excedentes en la red principal de drenaje.

XL. Ley Ecológica, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;

XLI.—Lumbrera, estructura para el acceso de

neles;

XLII.—Llave de cierre brusco, la que tiene un mecanismo que con un giro de la manivela de un cuarto de vuelta, corta el flujo del agua;

XLIII.—Manantial, lugar donde aflora o nace agua en forma natural;

XLIV.—Medidor, instrumento que sirve para cuantificar el caudal o flujo de agua que pasa por una tubería;

XLV.—Norma Oficial Mexicana (N.O.M.), la expedida por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial para regular la calidad y funcionamiento de los muebles y dispositivos de servicio, así como ahorradores de agua, sus accesorios y partes internas;

XLVI.—Normas Técnicas Ecológicas, las expedidas y las que expida la autoridad competente para regular la calidad del agua, las descargas de aguas a la red de drenaje o alcantarillado en el Distrito Federal;

XLVII.—Planta potabilizadora, instalación industrial compuesta de un conjunto de unidades de proceso que mejora la calidad del agua para el consumo humano;

XLVIII.—Planta de tratamiento, instalación industrial compuesta de un conjunto de unidades de proceso que depuran las aguas residuales a fin de reutilizarse de conformidad con las normas de salud y ecológicas establecidas.

XLIX.—Pozo, la excavación o perforación que se hace en el terreno para extraer, inyectar agua o para otros fines;

L.—Pozo de infiltración, instalación construida para recargar los mantos freáticos con las aguas pluviales y/o tratadas;

LI.—Pozo de observación, la excavación de sección circular construida para medir los niveles freáticos y determinar la calidad del agua subterránea;

LII.—Presa de regulación, estructura construida para la captación de aguas de los ríos, arroyos y/o barrancas para el almacenamiento a fin de regular los excedentes de la red principal del drenaje;

LIII.—Reademar, colocar otro ademe o tubería del pozo para evitar que el terreno se derrumbe cegando el pozo;

LIV.—Rebombeo, acción para conducir y elevar el agua mediante el equipo adecuado;

LV.—Red primaria de agua potable, sistema de tuberías cuyos diámetros son iguales o mayores a 50 cm;

LVI.—Red primaria de drenaje, sistema de tuberías cuyo diámetro es igual o mayor a 60 cm;

LVII.—Red secundaria de agua potable, sistema de tuberías menores a 50 cm. de diámetro en el cual se conectan las tomas de los usuarios;

LVIII.—Red secundaria de drenaje, sistema de tuberías cuyo diámetro es menor de 60 cm. de diámetro y en el cual se conectan los tubos de descarga de los usuarios;

LIX.—Reductor de flujo, artefacto que adiciona-

do o integrado a los muebles y dispositivos de servicio, reduce el flujo de agua;

LX.—Reglamento, este Ordenamiento;

LXI.—Represa, estructura construida para almacenamiento y control del agua;

LXII.—Riego, acción de esparcir agua sobre la tierra por diferentes métodos;

LXIII.—Río entubado, corriente o cauce natural confinado por medios artificiales;

LXIV.—Sonda piezométrica, instrumento electrónico que permite saber la profundidad a la que se encuentra el agua en el pozo.

LXV.—Tanque de almacenamiento, depósito artificial para almacenar grandes volúmenes de agua que posteriormente serán distribuidos al sistema hidráulico;

LXVI.—Tesorería, la Tesorería del Departamento del Distrito Federal;

LXVII.—Tina ciega, excavación sobre el terreno de poca profundidad destinada a la captación e infiltración de agua;

LXVIII.—Tinaco, recipiente o depósito de diversa forma, tamaño y diferente material para almacenar pequeños volúmenes de agua;

LXIX.—Toma, conexión a la red secundaria para dar servicio de agua al usuario;

LXX.—Toma tipo cuello de garza, conexión a la red secundaria con medidor, para llenar carros tanque y depósitos de agua;

LXXI.—Tratamiento primario, proceso de tratamiento de aguas residuales que remueven los sólidos sedimentables;

LXXII.—Tratamiento secundario, proceso de tratamiento de aguas residuales en el que la materia orgánica ha sido oxidada, y el agua resultante está clarificada y no es putrescible;

LXXIII.—Tratamiento terciario proceso de tratamiento de aguas residuales por el que se eliminan materiales en suspensión y solubles orgánicos e inorgánicos y contaminantes biológicos;

LXXIV.—Túnel, galería o conducto subterráneo artificial;

LXXV.—Uso comercial o industrial, cuando el agua forme parte del bien o servicio industrializado o comercializado, o de su proceso de producción;

LXXVI.—Uso doméstico, cuando el agua se destina a beber, preparar alimentos en casa, al servicio sanitario, la limpieza personal y la limpieza de bienes de los integrantes de una familia;

LXXVII.—Usuario, a la persona física o moral que utilice los servicios públicos de agua potable o residual tratada, así como el que aproveche el drenaje;

ARTICULO 4o Corresponde al Departamento:
I.—Construir, autorizar la construcción y supervisar las obras requeridas por nuestra ciudad para el adecuado y suficiente suministro de agua potable ha-

cia la población, para el tratamiento y distribución del agua residual, la construcción de obras de drenaje y alcantarillado y de los sistemas de captación de agua pluvial, así como también para mejorar las tecnologías vinculadas con el tratamiento de agua a fin de garantizar la más alta calidad.

II.—Operar, conservar, mantener, controlar y vigilar el funcionamiento de los sistemas de aprovisionamiento y distribución de agua potable, de agua residual tratada, de alcantarillado y drenaje, así como la distribución y uso de las aguas pluviales y de manantiales;

III.—Proyectar, ejecutar y supervisar las obras necesarias para controlar las inundaciones, así como los hundimientos y movimientos de suelos cuando éstos sean de origen hidráulico;

IV.—Fijar las especificaciones a que deberán sujetarse las obras y servicios hidráulicos a cargo del Departamento y de los usuarios;

V.—Aplicar las Normas Técnicas Ecológicas que expidan las autoridades correspondientes para regular la calidad del agua potable;

VI.—Proteger el equilibrio ecológico, calidad del agua, sanidad de los depósitos naturales, manantiales, cauces de agua, presas y represas bajo el dominio del Estado;

VII.—Aplicar las Normas Técnicas Ecológicas que expidan las autoridades correspondientes, para regular las descargas de agua al sistema de alcantarillado y drenaje del Distrito Federal;

VIII.—Establecer y desarrollar la política de reutilización del agua en el Distrito Federal, en coordinación con la Comisión Nacional del Agua;

IX.—Implantar y operar sistemas de tratamiento de aguas residuales de conformidad con las Normas Técnicas Ecológicas aplicables;

X.—Promover y ejecutar programas específicos que apoyen el uso responsable y eficiente del agua en el Distrito Federal;

XI.—Celebrar acuerdos o convenios con las autoridades estatales o municipales de la zona conurbada, tendientes a lograr una coordinación integral en materia de agua;

XII.—Concertar con los medios de comunicación masiva y con los sectores social y privado, la realización de campañas para el ahorro del agua. En dichas campañas, podrá participar la Asamblea de Representantes del Distrito Federal;

XIII.—Determinar e imponer las sanciones a que se hagan acreedores los usuarios por el desperdicio; mal uso del agua, de la infraestructura del agua potable, del agua residual tratada y su sistema, del alcantarillado y el drenaje, en los términos del presente Reglamento, y;

XIV.—Las demás que en la materia le otorguen otras disposiciones jurídicas aplicables;

Estas atribuciones y funciones se ejercerán por el Departamento, por conducto de las Unidades Administrativas que señale su Ley Orgánica y Reglamento Interior.

TITULO SEGUNDO

Del Servicio Público de Agua Potable

Capítulo I

Disposiciones Preliminares

Artículo 5o.—Todas las obras y acciones inherentes a la captación, conducción y distribución del agua en el Distrito Federal, se realizarán con sujeción a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Artículo 6o.—El agua de que disponga el Departamento deberá aprovecharse conforme al siguiente orden de prelación:

- I.—Usos domésticos y unidades hospitalarias;
- II.—Servicios públicos urbanos;
- III.—Industria y comercio;
- IV.—Agricultura;
- V.—Acuacultura;
- VI.—Abrevaderos de ganado;
- VII.—Usos recreativos, y
- VIII.—Otros;

Artículo 7o.—Cuando exista escasez de agua o se presente cualquier otra situación contingente que exija restricciones en su suministro, el Departamento limitará el servicio a la satisfacción de necesidades mínimas. En estos casos, las restricciones se harán siguiendo un orden inverso al señalado en el Artículo anterior, previa información a la población afectada.

Artículo 8o.—En caso de uso doméstico, cuando no exista o se suspenda el servicio público de agua potable, el Departamento considerará las formas posibles de abastecimiento por medio de carros tanque, tanques provisionales e hidrantes públicos. Este servicio será gratuito.

Al establecerse el servicio público de agua potable en lugares que carezcan de él, se notificará a los interesados por medio de avisos que se colocarán en las calles respectivas;

Artículo 9o.—Se considera para los efectos de este Reglamento como disposición indebida de agua potable, la entrega a través de carros tanque en lugar o domicilio distinto para el que le fue señalado por la autoridad.

El incumplimiento de la orden de entrega o la distracción del contenido del carro tanque, se sancionará conforme a las leyes aplicables.

Artículo 10o.—El agua potable que distribuya el Departamento a través de la red o por medio de carros tanque para consumo doméstico, no podrá ser enajenada, comercializada ni distribuida a nombre o por cuenta de institución alguna que no sea el propio Departamento, o dependencia del mismo.

Artículo 11o.—La instalación de las tomas de agua potable se deberá solicitar al Departamento por:

I.—Los propietarios o poseedores de predios edificados;

II.—Los propietarios o poseedores de predios no edificados, en los que se realicen actividades culturales, recreativas, comerciales o de cualquier otro tipo, que requieran de agua potable para usos domésticos de consumo humano, y

III.—Los titulares o propietarios de giros mercantiles e industriales, así como cualquier otro establecimiento similar, que por su propia naturaleza esté obligado al uso del agua potable;

Artículo 12o.—Es potestativo solicitar la instalación de las tomas de agua potable para:

I.—Los propietarios o poseedores de predios que cuenten con pozos particulares, cuyo uso esté autorizado por la autoridad competente, y

II.—Los propietarios o poseedores de predios no edificados, que no se encuentren en los supuestos de la Fracción II del Artículo anterior.

Artículo 13.—La instalación de las tomas de agua potable deberá solicitarse en los siguientes términos:

I.—Si existe servicio público de agua potable:

a).—En el momento en que se presente la solicitud de la autorización para el funcionamiento de giros mercantiles

b).—Dentro de los 30 días siguientes a la fecha en que se notifique no haber lugar a la revalidación de la autorización para hacer uso de agua de un pozo particular, o en los casos a que se refiere el Artículo 44 del presente Reglamento;

c).—Dentro de los 30 días siguientes a la fecha en que se notifique la revocación de la autorización para hacer uso del agua de un pozo particular;

II.—En el supuesto del artículo anterior, dentro de los tres meses siguientes a la fecha de publicación del último aviso, y

III.—Al momento de solicitar la licencia de construcción para edificaciones que se pretendan realizar sobre predios que no tengan instalado el servicio público de agua potable.

Artículo 14.—Únicamente el personal del Departamento podrá operar tapas de registro, válvulas, hidrantes contra incendio, toma tipo cuello de garza, llaves de banqueta, bocas de riego de áreas verdes y camellones, y todo tipo de maquinaria o estructura del sistema del servicio público de agua potable.

Artículo 15.—Cuando resulte necesario aumentar el caudal del suministro de agua, el usuario cubrirá los gastos en los términos de la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

Las personas que incrementen su consumo de

agua con motivo del cambio de uso o destino del inmueble, así como los nuevos desarrollos urbanos, nuevas edificaciones, nuevas conexiones de agua y drenaje ó ampliaciones, pagarán contribuciones de mejoras en los términos de la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

Capítulo II

De la solicitud para la instalación de las tomas de agua potable.

Artículo 16.—La solicitud para la instalación de las tomas de agua potable, deberán presentarlas al Departamento los interesados, con los siguientes datos:

I.—Nombre y domicilio del interesado;

II.—Ubicación del predio para el que solicita la instalación;

III.—Croquis de localización del predio que contenga calles colindantes y distancia a la esquina más próxima del lugar en donde haya de instalarse la toma;

IV.—Uso del predio o, en su caso, denominación o razón social del giro mercantil o de la industria de que se trate cuando no sea para consumo doméstico;

V.—Caudal diario necesario y diámetro de la toma que se solicite, para los casos de uso industrial;

VI.—Constancia de propiedad o posesión legal del inmueble, y

VII.—Firma del interesado;

Artículo 17.—Recibida la solicitud, el Departamento inspeccionará el predio, giro mercantil o industria de que se trate, dentro de los quince días hábiles siguientes, con el objeto de comprobar la veracidad de los datos proporcionados por el usuario, así como recabar la información que se considere necesaria. De no realizarse la inspección en este término, deberán ser considerados válidos los datos proporcionados por el usuario.

Artículo 18.—Si del resultado de la inspección y/o de los datos proporcionados por el usuario, se observa que es procedente la instalación de la toma respectiva, el Departamento formulará el presupuesto a que se refiere la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal, así como el gasto de las obras mencionadas en el Artículo 15 y lo notificará al interesado para que dentro de los 5 días hábiles siguientes cubra su importe;

Una vez acreditado el pago correspondiente, el Departamento procederá dentro de los 10 días posteriores a la instalación de la toma solicitada e iniciará las obras necesarias para poder suministrar el servicio.

Artículo 19.—El diámetro de la toma que se solicite y los diámetros de las tuberías de alimentación, deberán estar acordes con las demandas mínimas que las edificaciones de que se trate requieran en los

términos del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Artículo 20.—Con el propósito de facilitar la lectura de consumo de agua potable, el Departamento instalará la toma correspondiente de los predios, giros mercantiles o industrias, de tal forma que el aparato medidor quede ubicado a la entrada del inmueble en forma visible.

En los edificios de departamentos, viviendas, o locales, por cada departamento, vivienda o local, deberán solicitarse la instalación de un aparato medidor.

Artículo 21.—Los derechos por servicio de agua potable se causarán a partir de la fecha en que se haya instalado la toma respectiva, en los términos que fije la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

Artículo 22.—Para solicitar la baja y retiro de una toma, se deberá presentar una solicitud en los mismos términos que la solicitud de instalación, señalando expresamente la causa.

El procedimiento será similar al seguido en casos de instalación de la toma.

Artículo 23.—El Departamento por conducto de la Tesorería llevará un registro actualizado y fehaciente de las tomas de agua, que contendrá los siguientes datos:

- I.—Ubicación del predio, uso o giro en que se halle instalada la toma;
- II.—Nombre del interesado;
- III.—Fecha de instalación de la toma;
- IV.—Diámetro de la toma;
- V.—Número, diámetro y fecha de instalación del medidor y en su caso, la fecha de su cambio o de su baja, derivaciones de la toma, y
- VI.—Los demás que se requieran en cada caso.

Capítulo III

Del Uso Responsable, Racional y Eficiente del Agua.

Artículo 24.—Los usuarios deberán mantener en buen estado sus instalaciones hidráulicas interiores a fin de evitar el desperdicio de agua.

Artículo 25.—Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios de los predios, casas habitación, giros mercantiles e industrias deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua.

Los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas tendrán una descarga máxima de diez litros por minuto; los mingitorios tendrán una descarga máxima de cuatro litros por servicio. Todos estos muebles deberán cumplir con la Norma Oficial Mexicana y contarán con dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio. Los lavabos y fregaderos tendrán llaves con aditamentos economizadores de agua para que su

descarga no sea mayor de diez litros por minuto.

Todos los muebles de baño y accesorios sanitarios que se distribuyan o comercialicen en el Distrito Federal, deberán reunir los requisitos técnicos especificados en este artículo.

Artículo 26.—Respecto de las casas-habitación, construidas antes de la entrada en vigor del presente Reglamento, las medidas señaladas en el Artículo anterior se llevarán a efecto de acuerdo con las especificaciones del programa de sustitución de muebles o instalación de aditamentos sanitarios que lleve a cabo el Departamento, con la participación de la Asamblea de Representantes del Distrito Federal.

Artículo 27.—Las albercas de cualquier volumen, deberán contar con equipos de filtración, purificación y recirculación del agua.

Artículo 28.—Las fuentes ornamentales deberán contar con equipos de recirculación del agua.

Artículo 29.—El desperdicio provocado por fugas intradomiciliarias no reparadas oportunamente, así como el que resulte de mantener innecesariamente abiertas una o más llaves de agua, será sancionado en los términos de este Reglamento.

Artículo 30.—Se prohíbe el uso de manguera para el lavado de vehículos automotores y vía pública. En los establecimientos, giros mercantiles e industrias, se estará a lo establecido en el Artículo 77 de este Reglamento.

Artículo 31.—Se prohíbe el uso de agua potable en los procesos de compactación, riego de parques y jardines públicos, así como campos deportivos. En estos casos, se deberá solicitar el suministro de agua residual tratada al Departamento.

Artículo 32.—Las instalaciones hidráulicas interiores de un predio, conectadas directamente con las tuberías del servicio público de agua potable, no deberán tener conexión con tuberías para el abastecimiento de agua obtenida por medio de pozos particulares.

Artículo 33.—Todo acto encaminado a obtener el agua de las redes públicas en forma clandestina, será sancionado de conformidad con las leyes respectivas.

Artículo 34.—Los tinacos, cisternas y tanques de almacenamiento de agua potable deberán tener sus respectivas tapas, a fin de evitar la contaminación del contenido. Periódicamente se realizará la limpieza de tanques, tinacos y cisternas.

Artículo 35.—En las tuberías de las instalaciones hidráulicas interiores de los predios conectadas directamente con las tuberías de distribución de las redes públicas, no deberán usarse llaves de cierre brusco. La autoridad podrá autorizarlas siempre y cuando se instalen amortiguadores de golpe de ariete.

En ningún caso se podrán instalar bombas que succionen agua en forma directa de la red de distribución.

Capítulo IV

De las Derivaciones

Artículo 36.—Para cada predio, giro mercantil o industrial, se instalará una sola toma, salvo los casos en que a juicio del Departamento, sea conveniente autorizar la derivación de alguna otra toma. Para el caso de que un giro o establecimiento utilice totalmente un predio, no necesitará toma distinta de la asignada a éste.

Los giros mercantiles que no utilicen agua en su actividad y cuya superficie no supere los cuarenta metros cuadrados, no estarán obligados a tener una toma individual, siempre y cuando el predio en que se encuentren, tenga su propia toma. Tampoco existirá la obligación tratándose de oficinas sin importar su superficie. En todos los casos se deberá tener acceso a la toma del predio, sin menoscabo a lo dispuesto en la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal en materia de medidores.

Artículo 37.—El Departamento autorizará derivaciones de toma de agua instalada en predios que cuenten con este servicio, hacia predios circunvecinos que carezcan del mismo, siempre que no se requiera mayor diámetro de la toma. Al autorizarse la derivación, se deberán instalar aparatos medidores adicionales, a fin de identificar los consumos.

Artículo 38.—Si al tomar posesión de predios, giros mercantiles o industrias, los usuarios detectan derivaciones que partan del predio o beneficien al mismo, estarán obligados a dar a viso al Departamento de la existencia de la derivación, dentro de los siguientes 30 días hábiles.

Artículo 39.—No se autorizarán derivaciones si existe servicio público de agua potable en la calle donde se encuentre ubicado el predio para el que se solicite:

Artículo 40.—La derivación podrá ser solicitada por cualquiera de los sujetos a que se refieren los artículos 11 y 12 del presente Reglamento y deberá contarse con la anuencia del propietario o poseedor del predio en el que esté instalada la toma de donde se trate de hacer la derivación.

Artículo 41.—Los interesados en que se les autorice una derivación, deberán presentar solicitud por escrito en las formas preimpresas diseñadas para este fin, haciendo constar los siguientes datos:

I.—Nombre y domicilio del solicitante;

II.—Ubicación del predio de donde pretenda hacerse la derivación y la del predio, giro mercantil o industria para el que se solicita;

III.—Uso del predio y denominación o razón social del giro mercantil o industria para el que se solicita la derivación;

IV.—Nombre y domicilio del usuario de cuya toma se pretenda hacer la derivación;

V.—Uso que pretenda dársele al agua que provenga de la derivación;

VI.—Firma del solicitante y del usuario de la toma de donde pretenda hacerse la derivación, y

VII.—Otros datos que se consideren necesarios conforme a la naturaleza del predio, giro mercantil o industria, y a las características de la derivación.

El Departamento por conducto de la Tesorería llevará un registro actualizado y fehaciente de las derivaciones que autorice, a efecto de que se proceda al cobro de los derechos que generen, asimismo calculará el volumen de agua que provenga de las derivaciones.

Artículo 42.—Recibida la solicitud, el Departamento inspeccionará el predio, casa habitación, giro mercantil o industria de que se trate, dentro de los cinco días hábiles siguientes a partir de la fecha en que se recibí y de no existir inconvenientes se autorizará la derivación, fijando las condiciones y plazo en que debe hacerse, previo al pago correspondiente en la Tesorería de las obras a realizarse. Una vez autorizada la derivación y realizadas las obras, el interesado deberá registrarla ante el Departamento, en un plazo que no excederá de treinta días hábiles siguientes a la fecha de su terminación, acompañando los planos de las instalaciones hidráulicas, cálculo de consumo y aprovechamiento de agua.

Artículo 43.—El Departamento verificará que las instalaciones para derivar el agua se realicen con apego a las condiciones y plazo establecidas en la autorización correspondiente. Si las instalaciones no se sujetan a las especificaciones de la autorización, el usuario contará con el plazo que fije la autoridad correspondiente para que realice las correcciones necesarias y en caso de no hacerlo, se le cancelará la autorización, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones que correspondan.

Artículo 44.—El Departamento cancelará la autorización otorgada para hacer uso de la derivación en los siguientes casos:

I.—A solicitud del usuario;

II.—Al instalarse el servicio público de agua potable en la calle en donde se encuentre el predio que se surta por medio de la derivación.

III.—Cuando la derivación cause perjuicios al servicio de agua del predio del que proceda, y

IV.—Cuando el usuario no realice dentro del término que establece el párrafo segundo del artículo anterior las correcciones que ordene el Departamento.

Artículo 45.—Cuando el Departamento detecte la instalación y uso de derivaciones de agua no autorizadas, procederá a suprimirla cargando el importe de las obras a los propietarios o poseedores del predio o giro mercantil, calificándolos de infractores, sin perjuicio de las sanciones a que se hagan acreedores en los términos de la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

Capítulo V

De los Pozos Particulares.

Artículo 46.—Las licencias de pozos particulares por su naturaleza se clasifican en:

I.—General, cuando la que otorga la Comisión Nacional del Agua para la perforación, operación y aprovechamiento permanente del pozo.

II.—Específicas, son aquellas que otorga el Departamento para la realización de una obra para mantener en operación el pozo como profundizar, rehabilitar, reademar, reparar la preparación para la sonda piezométrica, desazolvar y limpiar pozos. Estas concluyen al momento de terminar la obra.

Artículo 47.—Los propietarios o poseedores de predios, casas habitación y los titulares o propietarios de giros mercantiles o industrias, que pretendan profundizar, rehabilitar, reademar, reparar la preparación de la sonda piezométrica, desazolvar, limpiar y aprovechar pozos particulares autorizados para extraer agua, deberán presentar solicitud por escrito ante el Departamento, en las formas preimpresas que serán proporcionadas gratuitamente, debiendo contener:

I.—Nombre y domicilio del solicitante;

II.—Ubicación del predio, expresando si es o no edificado y cuál es el uso a que se destinará;

III.—Si el predio cuenta con servicio público de agua potable;

IV.—La obra que se desea llevar a cabo;

V.—Firma del solicitante, y

VI.—Otros datos que se consideren necesarios conforme a la naturaleza del predio, casa habitación, giro mercantil o industria y a las características del pozo.

Si se solicita perforar, profundizar o reademar el pozo, se deberá presentar el permiso correspondiente a la Comisión Nacional del Agua.

Artículo 48.—Recibida la solicitud, dentro de los quince días siguientes, el Departamento inspeccionará el predio, casa habitación, establecimiento, giro mercantil o industria de que se trate a fin de verificar los datos proporcionados.

Asimismo, dictaminará sobre el otorgamiento de la licencia para la operación, debiendo notificar al interesado la resolución correspondiente, dentro de los siguientes treinta días a la presentación de la solicitud.

Artículo 49.—La licencia que en su caso se otorgue, deberá colocarse en lugar visible a la entrada del predio donde se lleven a cabo las obras autorizadas, mismas, que deberán realizarse dentro de los treinta días siguientes a la expedición de la licencia, ya que de lo contrario ésta quedará cancelada.

El usuario deberá dar aviso al Departamento de la terminación de obras, dentro de los quince días siguientes a la fecha en que éstas concluyan.

Artículo 50.—El Departamento dará aviso a la

Comisión Nacional del Agua, de las licencias que otorgue en los términos del Artículo 46 del presente Reglamento.

Artículo 51.—Para hacer uso del agua extraída de un pozo se deberá contar con la autorización expedida por la autoridad sanitaria en el Distrito Federal y por la Comisión Nacional del Agua.

Artículo 52.—El Departamento practicará visitas de inspección para comprobar que las obras se realizaron con apego a las condiciones establecidas en la licencia respectiva.

En caso de que las obras no se hayan ajustado a los términos previstos en la licencia general o en las específicas, el interesado contará con un plazo de quince días para realizar las correcciones necesarias, y en caso de no hacerlo, se le revocará la misma y se procederá al cegamiento del pozo, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones administrativas correspondientes.

Artículo 53.—El Departamento podrá revocar la licencia general para aprovechamiento de agua en pozos, en los siguientes casos:

I.—Cuando la operación del pozo cause perjuicio al interés general;

II.—En caso de que exista agua disponible en los servicios públicos y sea posible satisfacer la demanda de agua del usuario;

III.—Si el pozo funciona en forma distinta de la autorizada, carece de preparación para sonda piezométrica o el destino o uso del agua no fueren los permitidos;

IV.—Cuando el pozo se deje de operar un año o cuando no se cubran los derechos por su explotación, y

V.—Cuando el usuario no realice, dentro del término que establece el segundo párrafo del artículo anterior, las correcciones que ordene el Departamento.

La cancelación de la licencia general será sin perjuicio de cegar el pozo por cuenta del interesado.

Artículo 54.—Cuando el Departamento detecte que se está operando un pozo particular sin la licencia correspondiente, se procederá a su clausura inmediata.

El usuario podrá solicitar su regularización, y en caso de no hacerlo se procederá al cegamiento por su cuenta.

Artículo 55.—Los pozos particulares sólo deberán surtir de agua potable a los predios, casas habitación, establecimientos, giros mercantiles o industrias para los cuales se otorgó la licencia, salvo autorización del Departamento.

La derivación de un pozo particular deberá ser solicitada por el propietario o poseedor del predio que pretenda la dotación del agua y expresar su consentimiento el propietario del predio donde se en-

cuentre localizado el pozo que pretenda ser objeto de derivación.

La solicitud y autorización de una derivación deberá ajustarse en lo aplicable a las disposiciones del Capítulo anterior.

Artículo 56.—El Departamento llevará un registro actualizado y fehaciente de las licencias y las revisará periódicamente. El registro contendrá:

- I.—Ubicación del predio;
- II.—Nombre del usuario;
- III.—Fecha de la expedición de la licencia general, y en su caso, la de expedición de licencias específicas;
- IV.—Fecha de terminación de las obras;
- V.—Diámetro y profundidad del pozo;
- VI.—Características constructivas y perfil estratigráfico del pozo;
- VII.—Anotación de las licencias;
- IX.—Fecha de cegamiento del pozo; y
- X.—Firma del solicitante.

TITULO TERCERO

De la protección y aprovechamiento de las aguas de los manantiales y las pluviales

CAPITULO UNICO

Artículo 57.—Con el fin de incrementar los niveles de los mantos freáticos el Departamento construirá en las Zonas de Reserva Ecológica, parques y jardines del Distrito Federal, tinas ciegas, represas, ollas de agua, lagunas de infiltración, pozos de absorción y otras obras necesarias para la captación de aguas pluviales.

Artículo 58.—El Departamento construirá represas y otras obras que eviten el azolve de la red de drenaje por materiales arrastrados por el deslave de barrancas y cauces naturales.

Artículo 59.—Quedan prohibidas las construcciones de cualquier tipo, ajenas al control y aprovechamiento de las aguas pluviales y de manantiales en sus lechos, barrancas y cauces naturales.

Artículo 60.—El Departamento deberá rescatar, sanear, proteger y construir las instalaciones necesarias para aprovechar las aguas de los manantiales y las pluviales que circulan por barrancas y cauces naturales.

Artículo 61.—Queda prohibido que los desechos sólidos o líquidos producto de procesos industriales u otros se eliminen por la red de drenaje o sean vertidos en ríos, manantiales, arroyos, acueductos, corrientes o canales. En todo caso deberán ser tratadas y cumplir con la normatividad ecológica.

En las barrancas y cauces naturales de aguas pluviales o de manantial cercanos a zonas habitacionales, el Departamento deberá construir a ambos lados del cauce, un sistema de drenaje para evitar que se contaminen con aguas residuales.

TITULO CUARTO

Del servicio público de tratamiento de agua

Capítulo I

Disposiciones Preliminares

Artículo 62.—Serán materia de tratamiento, las aguas residuales de origen doméstico e industrial y las pluviales que transporten en suspensión materia orgánica o inorgánica, con el fin de incrementar y diversificar su aprovechamiento.

Artículo 63.—Todas las obras y acciones inherentes a la captación, conducción y distribución del agua residual tratada en el Distrito Federal, se realizarán de acuerdo con los elementos, estructuras, equipo, procesos y controles que señale el Departamento.

Artículo 64.—El agua residual que suministre el Departamento, para su reuso o tratamiento proveniente de servicios públicos, comerciales, industriales y domésticos vertida al sistema de alcantarillado del Distrito Federal, deberá aprovecharse conforme al siguiente orden de prelación:

- I.—Servicios públicos; para el riego de áreas verdes y llenado de lagos recreativos;
- II.—Abrevaderos y vida silvestre;
- III.—Acuicultura;
- IV.—Giros mercantiles;
- V.—Riego de terrenos de cultivo de forrajes y pastura;
- VI.—Riego de terrenos de productos agrícolas que se consumen crudos que no requieren preparación para su consumo. Esta agua deberá estar libre de contaminantes tóxicos y de organismos patógenos;

VII.—Recarga de acuíferos mediante pozos de inyección o estanques de infiltración, previo cumplimiento de las normas de calidad de agua potable y especificaciones que fije la autoridad competente en función del origen de las aguas residuales y del uso potencial del acuífero subterráneo;

VIII.—Riego de terrenos particulares y limpieza de patios;

IX.—Industrial, con fines de equipamiento y limpieza de áreas de servicio;

X.—Lavado de vehículos automotores, y

XI.—Otros.

La tecnología utilizada en las plantas de tratamiento y los criterios de calidad física, química y biológica del agua residual tratada se sujetarán a lo que dispongan las Normas Técnicas Ecológicas y Sanitarias o al dictamen que emita la autoridad competente, a fin de evitar riesgos para la salud.

Artículo 65.—El usuario no podrá enajenar o comercializar en forma alguna el agua residual o la residual tratada que reciba del Departamento, salvo el otorgamiento de la concesión correspondiente en los términos de este Reglamento y de la Ley Orgánica del Departamento del Distrito Federal.

La violación a lo dispuesto en este precepto se sancionará en los términos de la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

Artículo 66.—La instalación de las tomas de agua residual tratada deberán solicitarse al Departamento por:

I.—Los propietarios o poseedores de predios edificados o no edificados que tengan que utilizar agua residual o residual tratada del sistema de alcantarillado del Distrito Federal, para fines industriales, sanitarios, de riego superficial o por aspersion, para áreas verdes, patios de servicio, lavado de vehículos automotores e instalaciones diversas que por la naturaleza de sus actividades no requieran consumo de agua para uso doméstico o consumo humano, y

II.—Los propietarios o poseedores de terrenos agrícolas destinados al cultivo de forrajes, pastura, plantas de ornato y hortalizas, acuacultura y abrevaderos.

Artículo 67.—En caso de uso no doméstico, cuando no exista servicio público de agua residual tratada, el Departamento considerará en su caso, la forma posible de abastecimiento por medio de carros tanque, y se notificará a los interesados por medio de avisos que se publiquen por dos veces con intervalo de 20 días en la Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal y en un periódico de los de mayor circulación en la zona.

Artículo 68.—Por la instalación o reconstrucción de tomas de agua residual tratada y su conexión a las redes de distribución del servicio público de agua tratada, se pagará el derecho de conexión conforme a los presupuestos que se formulen por las autoridades.

Artículo 69.—En lo referente a la instalación de tomas, solicitudes, inspecciones y sanciones del servicio público y agua residual tratada, se estará a lo dispuesto en el Título de agua potable.

Artículo 70.—Queda prohibida la derivación de la toma del servicio público de agua residual tratada sin la autorización respectiva. La violación a esta disposición será sancionada de conformidad con los ordenamientos aplicables.

Artículo 71.—El Departamento por conducto de la Tesorería llevará un registro de las tomas de agua residual tratada, que contendrá los mismos datos que se requieren para el registro de tomas de agua potable, así como los datos de las fechas de reparación del medidor, pagos por conexión a las redes de distribución y los demás que en cada caso se requieran.

Artículo 72.—Las instalaciones hidráulicas interiores para el uso y consumo de agua residual tratada y su conexión a la red de distribución, deberán ser independientes al del servicio público de agua potable, por lo que no deberán tener conexión con tuberías para el abastecimiento de agua destinada al uso

doméstico o al consumo humano, debiendo señalarse de manera adecuada.

Artículo 73.—Los derechos por el servicio público de agua residual tratada se causarán a partir de la fecha en que se haya instalado la toma respectiva y se pagarán en los términos que fije el Departamento, conforme a la cuota, tarifa o concepto establecido en la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

Artículo 74.—Las plantas de tratamiento de aguas residuales, deberán contar con un laboratorio para el control de la calidad física, química y biológica del agua tratada que se produzca, conforme a lo que establezcan las Normas Técnicas Ecológicas y Sanitarias aplicables.

Artículo 75.—En el caso de que algún proceso industrial no requiera agua potable, los usuarios públicos o privados quedan obligados al aprovechamiento de las aguas residuales derivadas del proceso industrial. Para el efecto, instalarán equipos y dispositivos de recirculación o tratamiento de dichas aguas y se obligarán a presentar semestralmente al Departamento, el reporte de los usos y aprovechamiento de las mismas.

Capítulo II Recarga de Acuíferos

Artículo 76.—Para la recarga de acuíferos deberán preferirse las aguas pluviales debidamente filtradas. Las aguas residuales tratadas que se usen para la recarga de acuíferos, deberán cumplir en todo momento con las normas técnicas emitidas por la autoridad competente.

Queda prohibida la descarga de aguas residuales o de contaminantes a que se refiere el Artículo 62 en cualquier cuerpo de agua superficial o subterráneo.

Capítulo III Usos Industriales del Agua Residual Tratada

Artículo 77.—El agua residual tratada producida en las plantas de tratamiento, libre de compuestos tóxicos y orgánicos patógenos que pongan en peligro la salud, podrá ser empleada por los establecimientos, giros mercantiles y la industria ubicados en el Distrito Federal para los procesos de limpieza, transporte, enfriamiento, generación de vapor, lavado de maquinarias, de unidades automotrices y riego de áreas verdes.

Capítulo IV Requerimientos Previos y de Operación

Artículo 78.—Para producir y abastecer de agua residual tratada para uso directo, la persona física moral de carácter público o privado, deberá contar con un estudio e informe de ingeniería para el reuso de la misma que será aprobado por el Departamento.

Capítulo V

Medidas Alternativas de Seguridad

Artículo 79.—Las plantas de tratamiento de agua residual deberán contar con las medidas de seguridad que establezcan las Normas Técnicas Ecológicas y Sanitarias o el dictamen que emita la autoridad competente.

Capítulo VI

De las Concesiones

Artículo 80.—El Departamento podrá concesionar la operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua residual y pluvial captada en el sistema de alcantarillado del Distrito Federal.

Artículo 81.—Podrán ser concesionarios del agua residual y de las plantas de tratamiento, las personas físicas o morales de nacionalidad mexicana que reúnan los requisitos que señale el Departamento.

Artículo 82.—La concesión será de carácter personal y por ello intransferible, y se reglamentará su funcionamiento en los términos de la Ley Orgánica del Departamento del Distrito Federal.

Artículo 83.—La solicitud de concesión deberá presentarse ante el Departamento y contener:

I.—Nombre, nacionalidad y domicilio del solicitante;

II.—Ubicación y descripción general del proyecto de reuso que incluya la clase de agua que pretende renovarse, volúmenes requeridos y su variación estacional, diaria y horaria, sitio seleccionado para la construcción de la planta de tratamiento y descripción de las fuentes de abastecimiento;

III.—Punto de la descarga, acompañando plano o croquis de localización de los terrenos;

IV.—Estudio de ingeniería que contenga las características físicas, químicas y biológicas del agua residual y descripción general de los dispositivos y plantas de tratamiento, en su caso, y

V.—Estudio de la situación financiera del solicitante que compruebe su capacidad para la realización del proyecto.

TITULO QUINTO

Capítulo Único

De la Verificación del Consumo de Agua

Artículo 84.—Todo usuario deberá solicitar o permitir la instalación de aparatos medidores en lugar visible, a efecto de que el Departamento realice la verificación del consumo de agua potable, agua residual tratada en su caso, o de pozos propios, en los términos de la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

Artículo 85.—Los usuarios serán responsables del correcto uso y conservación de los aparatos medidores que se instalen en sus predios, casas habitación, establecimientos, giros mercantiles o industrias, y deberán reportar todo daño o desarreglo de los

mismos, así como permitir la práctica de las inspecciones que ordene el Departamento.

Artículo 86.—Cuando en las visitas de inspección practicadas por el Departamento se compruebe que los desperfectos a los aparatos medidores fueron causados intencionalmente, o resultaron de alguna imprudencia de los usuarios, los responsables se harán acreedores a las sanciones que fija la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

Artículo 87.—Si de la lectura de los aparatos medidores se detecta que un establecimiento, giro mercantil o industria consume bimestralmente más de quinientos metros cúbicos de agua proveniente de las tuberías de distribución o de pozos propios, los usuarios estarán obligados a presentar al Departamento un estudio cuantitativo de los usos del agua en sus diversas fases, dentro de los noventa días siguientes a la fecha en que se conozca el volumen del consumo.

Si del estudio cuantitativo del uso del agua, el Departamento considera que es posible establecer un sistema para reducir el consumo, lo hará del conocimiento del usuario, a efecto de que lo lleve a cabo a su costa, dentro de los doce meses siguientes a la fecha en que se le notifique.

Tratándose de edificios en condominio o en renta, la obligación de presentar el estudio cuantitativo de los usos del agua existirá cuando el consumo promedio bimestral supere los doscientos metros cúbicos por cada departamento, vivienda o local.

Artículo 88.—El Departamento podrá determinar presuntivamente el consumo de agua de acuerdo a lo estipulado por la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

TITULO SEXTO

Del sistema de drenaje y alcantarillado

Capítulo I

Disposiciones Preliminares

Artículo 89.—El sistema de drenaje será de dos tipos:

a).—El combinado, para recibir en una misma red de alcantarillado el agua residual y pluvial conjuntamente, y

b).—El separado, con una red exclusiva para la descarga residual y otra red para conducir el agua pluvial.

Artículo 90.—Conforme al tipo de sistema de alcantarillado, los usuarios deberán contar con las instalaciones adecuadas en el interior de sus predios antes de solicitar la conexión de la descarga de las aguas residuales y pluviales. Cuando el sistema sea separado, las instalaciones interiores del predio estarán dispuestas también separadamente, de manera que no se mezclen las aguas residuales con las pluviales y puedan llegar a su respectivo albañal interior.

Artículo 91.—Los nuevos desarrollos urbanos deberán incluir la construcción de sistemas separados para el drenaje de aguas residuales y pluviales, y podrán optar por la perforación de pozos de infiltración con capacidades para captar los escurrimientos pluviales sobre las superficies cubiertas, previa aprobación del Departamento.

Todas las calles secundarias, pasillos, andadores, patios y banquetas, deberán ser construidas con adoquines, concreto hidráulico o de algún material que permita la infiltración de las aguas pluviales. Las banquetas deberán contar en toda su extensión con jardineras de un ancho mínimo de cuarenta centímetros a partir de la guarnición.

Artículo 92.—Las aguas residuales y pluviales se deberán conducir de los predios edificados a las atarjeas instaladas con tal objeto en la vía pública. En los predios no edificados será obligatoria la conexión al servicio de alcantarillado cuando sea indispensable o así lo determine el Departamento previo dictamen técnico.

Artículo 93.—En las zonas donde no exista servicio de drenaje, los propietarios o poseedores de los predios deberán construir las fosas sépticas y obras necesarias para eliminar las aguas residuales y pluviales con base en los proyectos que al efecto apruebe el Departamento, o participar en los programas que para tal objeto implemente el propio Departamento.

Artículo 94.—Al instalarse el sistema de alcantarillado, se hará del conocimiento de los habitantes beneficiados por medio de avisos colocados en las calles correspondientes.

Artículo 95.—Los propietarios, poseedores del predio casa habitación y titulares de establecimientos, giros mercantiles o industrias, están obligados a solicitar las instalaciones para sus descargas dentro de los tres meses siguientes a la fecha en que se colocaron los avisos a que se refiere el Artículo anterior.

Una vez efectuadas las conexiones necesarias al sistema de alcantarillado, los interesados deberán clausurar las obras que hayan realizado para la disposición de las aguas residuales en términos del Artículo 93 del presente Ordenamiento.

Artículo 96.—Cuando el albañal interior se localice a nivel inferior de la atarjea y se haya dispuesto la descarga por bombeo para elevar el agua, deberán instalarse cárcamos, motobombas, y demás elementos necesarios para evitar interrupciones en su operación, los que deberán ser proyectados, construidos, operados y conservados por el usuario, previa aprobación del Departamento.

Artículo 97.—En las construcciones en ejecución cuando haya necesidad de bombear el agua freática durante el proceso de cimentación, o con motivo de cualquier desagüe que se requiera, se descargará el

agua en un decantador para evitar que sólidos en suspensión azolven la red de alcantarillado.

Queda prohibido desalojar agua al arroyo de la calle o a la coladera pluvial, y se deberá instalar el albañal autorizado desde el principio de la construcción, que se conecta con el drenaje.

Artículo 98.—Queda prohibido realizar conexiones interiores entre predios para desaguar por el albañal de uno de ellos.

Artículo 99.—Cuando se requiera mayor capacidad en el sistema de alcantarillado, el usuario deberá presentar al Departamento el proyecto de ampliación, en el concepto de que será a su cargo el costo de las obras e instalaciones que se requieran hasta el punto donde el sistema cuente con la capacidad necesaria para el aumento de caudal de la descarga que se origine con el nuevo uso.

Artículo 100.—Se prohíbe arrojar dentro del sistema de alcantarillado desechos sólidos susceptibles de sedimentarse y de obstruir los conductos; grasas, líquidos, o sustancias inflamables; tóxicas, corrosivas y en general, cualquier desecho, objeto o sustancia que pueda alterar los conductos, estructura o funcionamiento del sistema, afectar las condiciones ambientales, sanitarias, causar daños a la población, o que haga económicamente incoosteable su tratamiento interior.

A fin de dar cumplimiento a lo prescrito en el párrafo anterior, los propietarios o encargados y poseedores de establecimientos, industrias y giros mercantiles que manejen este tipo de desechos deberán contar con los dispositivos necesarios que marquen las Normas Técnicas Ecológicas o el dictamen que emita la autoridad competente.

Los usuarios del sistema de alcantarillado sólo utilizarán éste, para los fines a que están destinados, y deberán cuidar y respetar bajo su responsabilidad que no se arrojen dentro de él materiales que perjudiquen su estructura o funcionamiento.

Asimismo, queda prohibido arrojar cualquier desecho sólido que pueda obstruir las coladeras pluviales instaladas en la vía pública; destapar brocales de acceso y ventilación de los conductos del sistema de alcantarillado; y dañar directa o indirectamente cualquier instalación que sea parte del sistema.

Artículo 101.—Cuando el Departamento detecte anomalías o desperfectos que impidan la correcta operación del sistema de drenaje, requerirá a los usuarios para que en el término que determine realicen las obras o composturas correspondientes, a sus instalaciones interiores.

Artículo 102.—El Departamento podrá suspender las autorizaciones de descarga de agua residual por el periodo que requiera la acción para evitar una amenaza a la salud pública, cuidar la seguridad y el bienestar de la vecindad circundante o cuando las

condiciones prevalecientes en el sistema de drenaje impidan recibir la descarga. Lo anterior será sin perjuicio de las sanciones a que se haga acreedor el usuario.

Artículo 103.—Cuando se demuestre que por imprudencia o culpa de los usuarios, los albañales, red de alcantarillado o drenaje queden obstruidos o deteriorados, el Departamento realizará las obras necesarias de reparación con cargo a los propietarios o poseedores de los predios involucrados en los daños.

Artículo 104.—El Departamento tendrá la obligación de realizar las obras de reparación y desazolve en la red de drenaje de la vía pública cuando se vea obstruida o deteriorada por desechos generados a causa de la prestación de servicios públicos.

Cuando se realicen tareas de desazolve, el Departamento deberá recoger los desechos extraídos.

Capítulo II

De la Conexión de Descarga de Aguas Residuales

Artículo 105.—Corresponde al Departamento realizar las conexiones de albañales exteriores para descarga de aguas residuales y pluviales de predios unifamiliares, edificios multifamiliares, de departamentos, condominios, conjuntos habitacionales, comerciales e industriales y edificios de servicios administrativos, de reunión, públicos y privados.

Artículo 106.—Los interesados que requieran la conexión al sistema de alcantarillado, deberán presentar solicitud por escrito, que deberá contener los siguientes datos.

- I.—Nombre y domicilio del solicitante;
- II.—Ubicación del predio y destino;
- III.—Croquis de localización del predio.
- IV.—Diámetro del albañal solicitado con la justificación correspondiente;
- V.—Especificar si el predio está o no edificado, y
- VI.—Los demás que en cada caso se requieran.

A la solicitud deberá acompañarse la copia de la licencia de construcción o autorización correspondiente, y demás documentos que se señalen en este Ordenamiento y otras disposiciones aplicables.

Artículo 107.—Recibida la solicitud, el Departamento comprobará la veracidad de los datos y documentos que acompañan dentro de los quince días hábiles siguientes y en su caso, determinará la procedencia de la conexión solicitada. En caso de que el Departamento no compruebe al término de los quince días hábiles la veracidad de los datos, éstos se darán por buenos.

Al respecto, el Departamento formulará el presupuesto de las obras de conexión, en los términos que establece la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal, mismo que comunicará al interesado

para que en un término que no exceda de siete días, contados a partir del siguiente al de la notificación, cubra su importe en la Tesorería a efecto de que se proceda a la ejecución.

Artículo 108.—Los albañales interiores deberán instalarse como continuación del albañal exterior, el interior contará con una caja o registro colocada a un metro de distancia del alineamiento hacia adentro del predio, en lugar de fácil acceso para su limpieza, reparación o reposición, debiendo quedar el eje del albañal a la salida y perpendicular al eje de la atarjea donde se conectará.

Capítulo III

De las descargas de aguas residuales de las industrias

Artículo 109.—La descarga de agua residual proveniente de procesos industriales que requiera conectarse al sistema de alcantarillado y drenaje, deberán sujetarse a los límites máximos permisibles y al procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de agua residual previstos en las Normas Técnicas Ecológicas o al dictamen que se formule por la autoridad competente.

Artículo 110.—Los interesados en establecer nuevas industrias o giros mercantiles, deberán solicitar al Departamento, previamente a su apertura, la conexión de las descargas al sistema de alcantarillado y drenaje.

Artículo 111.—La autorización de descargas residuales a que se refiere el artículo anterior se otorgará previa presentación de una manifestación de impacto ambiental, tomando en cuenta la capacidad de captación de la red.

En la solicitud para la conexión de descargas de agua residual que se presente al Departamento, además de expresar los datos que se enuncian en el Artículo 106 del presente Ordenamiento, se acompañarán los planos de las instalaciones hidráulicas y de los procesos de tratamiento, así como las características físicas, químicas y biológicas del agua residual resultante, tanto de procesos como después del tratamiento a que se someta, sin mezclarse con las descargas provenientes de instalaciones de los servicios sanitarios de limpieza y cocinas.

El Departamento podrá requerir información complementaria para atender la solicitud de conexión y en su caso, ordenar al usuario el tratamiento de aguas residuales que dañen el sistema de alcantarillado y drenaje.

Artículo 112.—La descarga de aguas residuales provenientes de los procesos industriales no deberán exceder del caudal autorizado o las tolerancias que se establecen en las Normas Técnicas Ecológicas o en el dictamen que formule la autoridad competente. Cuando algún usuario requiera cambios en el proceso industrial o en el tratamiento de aguas residuales,

tas de inspección a que se refiere el Capítulo anterior.

Artículo 133.—Cuando de manera flagrante se viole lo dispuesto en los Artículos 29 y 30, el Departamento procederá a levantar de inmediato la infracción correspondiente que ascenderá a tres días de salario mínimo diario general vigente en el caso del Artículo 29 y a seis días de salario mínimo diario general vigente en el supuesto del Artículo 30.

Artículo 134.—El Departamento para fijar la sanción deberá tomar en cuenta las condiciones personales del infractor, la gravedad de la infracción, las modalidades y demás circunstancias en que la misma se haya cometido.

Si el infractor fuese jornalero, obrero o trabajador, no podrá ser sancionado con multa mayor del importe de su jornal o salario de un día.

Tratándose de trabajadores no asalariados, la multa no excederá del equivalente a un día de su ingreso.

Artículo 135.—En caso de que el usuario no cumpla con las disposiciones giradas dentro del término establecido las mismas con base en este Reglamento y los demás ordenamientos aplicables, el Departamento estará facultado para ejecutar a costa del propio usuario las obras, reparaciones y adaptaciones que haya ordenado.

Artículo 136.—Al infractor que dentro del período de un año, reincida en la misma falta, se le aplicará el doble de la sanción que corresponda a la última multa impuesta.

Artículo 137.—Al que incumpla las disposiciones contenidas en este Reglamento, relacionadas con la facultad de comprobación y verificación de las instalaciones hidráulicas, impida u obstaculice su inspección o visita, se le sancionará administrativamente en los términos previstos por la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal y sus correlativos del Código Fiscal de la Federación, la Ley de Salud para el Distrito Federal y la Ley Ecológica.

Artículo 138.—Se sancionará con multa de 3 días de salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal, a quien infrinja lo dispuesto en el Artículo 34.

Artículo 139.—Se sancionará con multa de 30 días de salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal, a quien infrinja lo dispuesto en los Artículos 27, 32, 55, 65, 98 y 100.

Artículo 140.—Se sancionará con multa de hasta 20 días de salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal, a los propietarios o poseedores de predios o casas habitación, cuando los albañales, red de alcantarillado o drenaje queden destruidos o deteriorados por imprudencia o culpa del propio usuario.

Artículo 141.—La alteración, el deterioro o la destrucción de la red de drenaje y alcantarillado por descargar aguas residuales provenientes de procesos industriales que excedan los niveles permitidos por

las Normas Técnicas Ecológicas, se sancionará en los términos de la Ley Ecológica.

Artículo 142.—La modificación o manipulación a los ramales de las tuberías de distribución de agua potable, así como la interconexión entre la toma de agua potable y la de agua residual tratada, se sancionará en los términos de la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

Artículo 143.—El Departamento en su calidad de autoridad sanitaria del Distrito Federal sancionará administrativamente a quienes incurran en violaciones a este Reglamento y a la Ley de Salud para el Distrito Federal, que produzcan o puedan producir daños en la salud de las personas y aplicará las multas, medidas de apremio y de seguridad contempladas en la Ley de Salud para el Distrito Federal.

Artículo 144.—La imposición y cumplimiento de las sanciones, no eximirá al infractor de la obligación de corregir las irregularidades que hayan constituido la infracción. En caso de no hacerlo el usuario, lo hará el Departamento a su cargo. Cuando con la infracción a las disposiciones del presente Ordenamiento se presuma la comisión de un delito se consignarán los hechos al Ministerio Público.

Artículo 145.—Atendiendo a la gravedad de la infracción, a que se ponga en peligro la salud o se corra el riesgo de daños graves a los sistemas de agua, drenaje, alcantarillado o acuíferos; así como cuando no se corrija la falta después de aplicar la multa por reincidencia, el Departamento procederá a la clausura temporal o definitiva, parcial o total del predio, construcción, establecimiento, giro mercantil o industria de que se trate.

Capítulo III

Del Recurso de Inconformidad

Artículo 146.—Los actos y resoluciones administrativos emitidos por las autoridades del Departamento, podrán ser impugnados por los particulares mediante la interposición del recurso de inconformidad.

Artículo 147.—El recurso de inconformidad tendrá por objeto que la autoridad que dictó la resolución administrativa impugnada, la confirme, modifique o revoque.

Artículo 148.—El recurso de inconformidad se interpondrá por escrito ante la misma autoridad emisora, dentro de los quince días siguientes a la notificación del acto o resolución administrativa correspondiente, y se tramitará en los mismos términos que contra resoluciones emitidas por autoridades fiscales, conforme lo dispone la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

Artículo 149.—El recurrente podrá solicitar la suspensión de la ejecución del acto o resolución que se reclame, la cual será concedida siempre que, a ju-

cio de la autoridad, no sea en perjuicio de la colectividad o se contravengan disposiciones de orden público. Cuando con la suspensión se puedan causar daños o perjuicios al Departamento o a terceros, sólo se concederá si el recurrente otorga ante la Tesorería alguna de las garantías a que se refiere el Código Fiscal de la Federación.

El monto de la garantía será el suficiente para asegurar la reparación del daño y garantizar los perjuicios que se pudieran causar y será fijada por la autoridad de la que haya emanado el acto.

Artículo 150.—La autoridad que conozca del recurso dictará la resolución que proceda debidamente fundada y motivada en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha de presentación del recurso.

TRANSITORIOS

PRIMERO.—El presente Reglamento entrará en vigor treinta días después de su publicación en la Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal.

SEGUNDO.—Para el cumplimiento de lo preceptuado en el segundo párrafo del Artículo 25, los propietarios, administradores o encargados de giros, establecimientos mercantiles e industrias, contarán con un plazo de doce meses contados a partir de la entrada en vigor del presente Reglamento.

TERCERO.—Para el cumplimiento de lo preceptuado en el Artículo 75, los propietarios, administradores o encargados de industrias, contarán con un plazo de dieciocho meses para la instalación de los equipos y dispositivos que se mencionan.

CUARTO.—Publíquese en el Diario Oficial de la Federación por ser de interés general.

Salón de Sesiones de la Primera Asamblea de Representantes del Distrito Federal a 5 de enero de 1990.- Ramón Sosamontes Herreramoro.- Representante, Presidente.- Rúbrica.- Oscar Delgado Arteaga.- Representante, Secretario.- Rúbrica.- Salvador Abascal Carranza.- Representante, Secretario.- Rúbrica.

BOMBAS WORTINGTON

Consulta Tecnica

Bombas Hidraulicas Basicas

Terminos y Formulas

HIDRAULICA:

Definicion:

Es el estudio de fluidos en reposo o en movimiento.

Densidad:

Algunas veces referido como peso especifico, es el peso por unidad de volumen de una sustancia.

La densidad de agua es de 62.3 libras por pie cubico (al nivel del mar a 60F)

GRAVEDAD ESPECIFICA:

La gravedad especifica de una sustancia es la proporcion de esta densidad o peso especifico algunos como sustancia standard. Para liquidos, usualmente a 60F, lo normal es agua. La gravedad especifica es pura, numeros dimensionales, mientras que con unidades la densidad debe ser dada.

Mas las características de cumplimiento de la bomba están determinadas usando agua, basadas en una gravedad especifica de 1.0. Cuando se bombea un liquido diferente, es extremadamente importante conocer esta gravedad especifica, asi puede hacerse la correccion apropiada. Esto puede determinarse con un Hidrometro flotante. Algunas industrias tienen sus propias escalas para la gravedad especifica, con graduaciones arbitraria.

En la industria petrolera, la gravedad API es usada: 10 grados corresponde a una gravedad especifica de 1.

$$\text{gravedad especifica (relativo al agua a 60F)} = \frac{141.5}{131.5 + \text{grados API}}$$

En la Industria Quimica grados Baume son comunmente usados.

Dos escalas son usados: una para liquidos mas ligeros como el agua, una para aquellos pesados.

	140
Para liquidos mas ligeros -----	
que el agua, gr. esp.	130 + grados Baume

	145
Para liquidos mas pesados -----	
que el agua gr. esp.	145 - grados Baume

DESPLAZAMIENTO:

El desplazamiento teorico de la bomba usualmente es expresado en galones por minuto (gpm).

Paso:

Es la perdida en el desplazamiento debido a un escape de liquido entranto a la bomba desde la descarga a la succion.

CAPACIDAD:

Es la capacidad actual que la bomba entrega. Igual que menos desplazamiento "Paso".

EFICIENCIA VOLUMETRICA

Eficiencia volumetrica es la proporcion de capacidad de la bomba a un desplazamiento teorico.

CABALLOS DE FUERZA:

Caballos de fuerza es la ptencia entregada trabajando a una velocidad de 550ft. lb por segundo o 33,000ft. lb. por minuto.

CABALLOS DE FUERZA HIDRAULICA: (caballos de fuerza en agua) es la potencia requerida por bomba, solo al bombear.

CABALLOS DE FUERZA AL FRENO:

La potencia media total requerida por la bomba, precisa alcanzar el aumento de trabajo especificado.

BREAKE HP es igual Hidraulica hp mas Friccion hp.

EFICIENCIA MECANICA:

Es la relacion de potencia de salida a la potencia de entrada

$$\text{HP HIDRAULICA} = \frac{\text{POTENCIA HIDRAULICA}}{\text{POTENCIA AL FRENO}}$$

PRESION:

Es la fuerza extendida por unidad de area por fluido. La unidad mas comunmente usada para designar la presion son: libras por pulgada cuadrada (psi) De acuerdo al principio de Pascal la presion aplicada a la superficie por un fluido se transmite en toda direccion.

PRESION ATMOSFERICA (psi)

Es la fuerza ejercida por unidad de area por el peso de la atmosfera. La presion dada al nivel del mar a la atmosfera es de 14.7 psi:

PRESION MANOMETRICA: (psig)

Es una presion corregida, y es la diferencia entre una presion dada y a la de la atmosfera.

PRESION ABSOLUTA: (psia)

Es la suma de la presion manometrica y presion atmosferica. Psia in a perfect vacuum is 0, psia of the atmosphere at sea level is 14.7 psi (0 psig). psi = 0 psia. La presion absoluta en el vacio perfecto es 0; La presion absoluta de la atmosfera al nivel del mar es 14.7 psi (0 psig)

$$1 \text{ atmosfera} = 14.7 \text{ psi} = 34 \text{ft. agua}$$
$$\text{Factor conversion} = 34/14.7 = 2.31$$

$$\text{Psi} = \frac{\text{Carga en pies}}{2.31} + \text{gravedad especifica}$$

VACIO:

Referido a presion menores que la atmosferica.

Debido al uso comun de una columna de mercurio para medir vacio, las unidades estan expresadas en pulgadas de mercurio (14.7)=30 in Hg).

PRESION DE VAPOR:

La presion de vapor de un liquido en una temperatura especificada, es la presion a que el liquido esta en equilibrio con la atmosfera o con este vapor en un recipiente cerrado a baja presion, la presion de vapor de una temperatura, el liquido tendra a vaporizarse debido a la reduccion de presion en la superficie de el liquido, a 60F, la presion de vapor de agua es 0.256 psi, a 212 F, este es de 14.7 psi.

CARGA:

Es energia por libra de fluido. El termino es usado normalmente para representar la altura vertical de una columna estatica de fluido correspondiendo a la presion de un fluido en el punto en cuestion. La carga puede ser considerada como la cantidad de trabajo necesaria para mover un liquido desde su posocion inicial a la posicion requerida despues de tiempo ---en este caso, incluye el termino de trabajo extra necesario a vencer la dresistencia al flujo en la linea.

En general un liquido puede tener tres clases de energia:

- 1.- Carga potencial.
Es carga potencial energia de posicion (medida por la altura vertical arriba algun plano de referencia.
- 2.- Carga de presion estatica
Es la energia por libra por presion por un manometro o equivalente.
- 3.- Velocidad de carga.
Es la energica cinetica por libra (medida por un tubo pi tot o calculada desde el flujo y area de tuberia.

TEOREMA DE BERNOULLI.

Ese estado de energia no puede ser creado o destruido. La suma de tres tipos de energia (CARGA) en algun punto cualquiera en un sistema es el mismo en cualquier otro punto en el sistema (si no existen perdidas de friccion no se requiere un trabajo extra.

SUCCION ESTATICA:

Es la distancia vertical de la superficie libre de liquido al centro de la línea de la bomba, cuando la fuente de suministro es entre la bomba (Fig. 1).

SUCCION ELEVADA NETA:

Es la suma de succión estática elevada más pérdida de fricción (una figura negativa).

CARGA DE SUCCION ESTATICA:

Es la distancia vertical desde la superficie libre de liquido al ojo de la bomba, cuando la provee la bomba esta arriba: (Fig. 1)

SUCCION DE CARGA NETA:

Es la fuerza de succión estática de carga más la presión en la superficie de el liquido menos pérdida de fricción (ambas figuras pueden ser negativa o positiva)

DESCARGA ESTATICA:

Es la distancia vertical desde el ojo bomba a la superficie libre de el liquido en la descarga del tanque o punto de descarga libre (Figura 1).

DESCARGA NETA:

Es la suma de fuerza de descarga estática más la presión en la superficie de el liquido en la descarga del tanque y descarga pérdida de fricción.

TOTAL DE CARGA (TH)

Es la diferencia neta entre la succión total y fuerza de descarga. Es la medida de energía dada al incremento en el liquido por la bomba.

TH = Fuerza de descarga más succión elevada

TH = Fuerza de descarga menos fuerza de succión.

CARGA DE SUCCION POSITIVA NETA: (NPSH)

Es el aumento de energía en el liquido al ojo de la bomba. Tiene significado, puede ser definido ambos como disponibles o requeridas NPSH.

NPSH REQUERIDO (NPSHR)

Es la energía requerida para que una bomba opere satisfactoriamente; eso es llenar la bomba por el lado de succión y salvar la fricción y pérdida de fluidos entre la conexión de succión a un punto de la bomba donde más energía es adquirida.

En una bomba centrífuga, NPSHR es el aumento de energía (pie por líquido) requerida para salvar las pérdidas de fricción de la succión abriendo las aspas del impulsor, y para crear la velocidad deseada de fluido entre las aspas. NPSHR., Esta varía con el diseño de la bomba, lado de bomba, y condiciones operando, y suministrado por la manufactura de la bomba.

DISPONIBILIDAD CARGA NETA DE SUCCION POSITIVA:

Es la energía propia en un líquido a la conexión de succión de la bomba (considerando el tipo de la bomba) encima y sobre la energía, en el líquido de esta presión de vapor, NPSHA. es una característica del sistema y que sepa saber aplicar más propiamente una bomba.

Puede ser calculado o puede ser obtenido por un sistema existente tomando lecturas al lado de succión de la bomba.

DETERMINANDO (NPSH)

Un líquido puede tener entonces potencial, y energía de presión cinética, entonces NPSH es un término de energía, los métodos de NPSH determinan ya que toman tres tipos de energía en cuenta.

Determine NPSH calculando, considere el punto de energía 1 (fig. 2).

$$+ Z_1 + P_1 + \frac{v_1^2}{2G}$$

La suma de potencia, presión y energía cinéticas a la superficie de el líquido de abastecimiento es largo comparado con el área de la succión de la bomba. La velocidad puede considerarse insignificante y la energía cinética o carga de velocidad como cero.

Energía total como punto 1 entonces es:

$$+ Z_1 + P_1 - P_1$$

Aunque P1 representa la lenergia de presion al pnto 1, en este caso presion atmosferica, bombeando podemos estar seguros que el liquido no se vaporiza en la linea de succion Por lo tanto sustraemos la presion de vapor. (Pv) de el liquido.

$$\frac{+ Z1 + P1 - Pv}{\text{sp. gr.}} \times 2.31$$

Los terminos de presio, expresados en psia, estan convertidos a pie de descarga, la unidad en que NPSHA esta expresado normalmente, desde el punto de energia 2, el punto en que NPSHA esta requerido, es igual a el pnto 1 de enrgia, la exepcion de perdidas por friccion sustraemos esas perdidas (hf) y NPSHA vendra el punto 2.

$$\frac{+ Z1 + P1 - Pv}{\text{sp. gr.}} \times 2.31 - hf.$$

Ejemplo 1:

Este sistema emplea una succion abierta al tanque 10ft. Arriba el dato de la bomba; friccion de la bomba = 8ft. La bomba tendra agua fria a 60°F.; presion de vapor = 0.256 psia; gravedad especifica = 1.

$$\text{NPSHA} = 10 + 14.7 - \frac{.256}{1} = 2.31 - 8 = 35.4\text{FT.}$$

Ejemplo 2.

Este sistema emplea una succion abierta al tanque 10ft. arriba el dato de la bomba; friccion de tubo = 8ft. La bomba toma ra agua caliente a 200 grados fairenger; presion de vapor = 11.53psia. gravedad especifica = 0.965.

$$\text{NPSHA} = 10 + 14.7 - \frac{11.53}{0.965} \times 2.321 - 8 = 9.88\text{ft.}$$

Ejemplo 3.

Este sistema emplea una succion cerrada al tanque con 20in. Hg vacio (10 in Hg. presion absoluta) el tanque es 10ft. El

dato de la bomba arriba; fricción de tubo es = 8ft. La bomba tomara aceite a 60grados fareinger; oresuib de vaair= 1 psia; gravitacion especifica es = 0.9.

$$\text{NPSHA} = 10 + \frac{10 \times 0.491 - 1}{0.9} \times 2.31 - 8 = 12.2 \text{ ft.}$$

(Nota: 0.491=14.7/29.92, conversion requerida en Hg. a pies).

Algunas veces es posible determinar NPSHA con manómetros. Entonces el punto 2 es un dato, es el manómetro. Anadiendo presión atmosférica a el manómetro se obtiene carga de presión absoluta, sustrayendo presión de vapor, y corrigiendo por la elevación de la succión del manómetro (Y), obtendremos NPSHA.

$$\text{NPSHA} = \frac{(P \text{ grados} + P \text{ atm.} - P_v)}{\text{gravidad especifica}} \times 2.31 + Y + \frac{V^2/2}{2g}$$

Donde V2 es la velocidad de el fluido en ft/sec o area del flujo.

NPSHA Casi siempre es igual o mayor que NPSHR para llenar la bomba y repartir la cantidad adquirida de liquido.

CAVITACION:

Cuando la presión cae en la línea de succión, la presión de vapor baja, el vapor esta formado y circula con la corriente. Estas bolsas de vapor o cavidades chocan cuando ellas llegan y alcanzan una presión alta en su camino directo a la bomba.

Los efectos mas obvios de cavitacion son ruidos y vibraciones causados por el choque de las bolsas de vapor, como ellas alcanzan mayor presión de el lado de la bomba. La bomba mas grande, mas el ruido y vibracion. Si operara bajo condiciones cavitando por una línea suficiente de tiempo, especialmente en servicio de agua. El choque violento de las bolsas de vapor impulsa el liquido a una velocidad alta llenando de vapor los poros de metal, produciendo un arranque de presiones de mayor intensidad o areas pequeñas. Estas presiones estan excedidas por la fuerza tensora de el metal, y actualmen

te la rafaga saca las particulas, dando al metal una apariencia esponjosa. Esta vibracion y ruido tambien puede ser causada por una falla de conexion, flecha rota y otra falla de fatiga en la bomba.

El otro efecto mas grande de cavidades es una caida en eficiencia de la bomba, como una claro decaimiento en capacidad.

La caida en eficiencia y capacidad de curva en la carga puede ocurrir primero la presion de vapor alcanzando particularmente en aceites de petroleo, porque de la liberacion de fracciones de luz y desechado, y aire encarrilado.

En general, indica insuficiente cavitacion disponible a NPSH. Succion excesiva de friccion de la bomba, combinado con baja carga de succion estatica y contribuye a altas temperaturas a esta condicion. Si el sistema no puede ser cambiado, puede ser necesario cambiar las condiciones para que una bomba diferente con mas bajo NPSH estos requisitos pueden ser usados. La potencia de poder mas grande requiere el uso de una bomba para anadir presion en la carga a la disponible NPSH.

VISCOCIDAD:

La friccion interna de un liquido, o esa propiedad que resiste alguna fuerza teniendo a producir flujo. Viscosidad absoluta (o dinamica) esta expresado usualmente en centipoise.

VISCOCIDAD CINETICA.

La proporcion de viscosidad absoluta a densidad y es expresado en centistokes o S.S.U.

Varias viscosidades con cambio de temperatura, disminuyendo asi la temperatura se aumenta. Un reporte de viscosidad, por lo tanto, casi siempre espresa la temperatura a que la determinacion fue hecha. Muchos liquidos como el agua y aceite mineral son considerados Newtoniano y no cambian en viscosidad con un cambio en proporcion de corte o agitacion. Otro liquido como grasa, jaraves, plasticos, aceite vegetales, acortamiento, pegamento, barnices, etc.. Presenta una reduccion senalada en viscosidad con la proporcion de corte es aumentada. Estos liquidos son llamados Thixotropic. El conocimiento de este fenomeno se reduce el tamano de la bomba, por esos incrementos de velocidades de flujo, permite la viscosidad para reducir a una figura practica para el proposito de la bomba. Viscometros, parecido al Saybolt, porque ellas miden el liquido en casi un estado estatico, no indicara características thixotropic, torcion de tiempo viscometers estancados daran una indicacion de esta propiedad.

Otros liquidos, tales como lechosas, malteada de chocolate

llenado con polvo de suero, algunos almidones y pinturas, etc. demuestra un incremento en viscosidad como la proporcion de corte es incrementada.

Estos son llamados Dilatantes. Muchos liquidos dilatantes regresaran a su estado original en cuanto la agitacion cesa. Con estos liquidos es mejor evitar el bombeo a temperaturas y concentraciones donde las tendencias dilatantes son mas severas. De otra manera, esta bien guardar el tamano de tubo y largo, reducir velocidades y guardar la viscosidad lo mas posible.

FRICCION DE TUBO:

Tablas para calcular la friccion a traves del sistema de tuberia estan disponibles en el INSTITUTO HIDRAULICO STANDARD, la literatura de las bombas manufacturadas, y muchos manuales de Friccion variaran con el tamano del tubo, capacidad, longitud de tuberia, viscosidad, numero y tipo apropiado. Con los factores conocidos arriba, la resistencia de la propiedad y el largo de tuberia recta son anadidas para obtener el largo total equivalente de el sistema para que la friccion sea calculada. Dado que la friccion del tubo de succion es una consideracion importante disponible en N.P.S.H. Esto es importante cuando la energia de succion es bajo para retener la succion de tubo apropiado y largo de tubo a un minimo, y usar un diametro grande de succion de tubo como es practico.

Para lineas largas relativamente en sistemas de agua (como en aire acondicionado y refrigeracion) "Regla de pulgar" comunmente usado para tamano de tubo es:

$$\sqrt{\frac{\text{gpm}}{10}}$$

FORMULAS

$$V = \frac{\text{gpm} \times 0.321}{F} = \frac{\text{GPM} \times 0.409}{(\text{I.D.})^2}$$

$$V^2 = 2 \text{ gH}$$

$$\text{GPM} = \frac{0.069 \times \text{Boiler HP}}{\text{Sp. Gr.}}$$

$$\text{GPM} = 448.8 \times \text{CFS}$$

$$\text{GPM} = 694.4 \times \text{MGD}$$

$$\text{GPM} = 1.201 \times \text{Imperial GPM}$$

$$\text{GPM} = 0.0292 \times \text{Bbl./ Day}$$

$$\text{GPM} = 0.7 \times \text{Bbl./ hr.}$$

$$\text{GPM} = \frac{\text{Lb./hr.}}{500 \times \text{Sp.Gr.*}}$$

$$H = \frac{2.31 \times \text{psi}}{\text{Sp. Gr.}}$$

$$H = \frac{1.134 \times \text{inches of mercury}}{\text{Sp. Gr.*}}$$

$$\text{Sp.Gr.*} = \frac{141.5}{131.5 + \text{API (Baume)}}$$

$$\text{BHP} = \text{GPM} \times \text{TH} \times \text{Sp. Gr.*}$$

$$\text{BHP} = \frac{\text{GPM} \times \text{psi}}{714 \times \text{eff.}}$$

$$\text{Torque (ft.lb.)} = \frac{\text{HP} \times 5252}{\text{RPM}} = \frac{\text{HP} \times 33.000}{\text{RPM} \times 2}$$

$$\text{KW} = \frac{\text{Hr./1000 gallons} \times \text{TH} \times \text{Sp.Gr.*}}{318.5 \times \text{overall eff.}}$$

$$\text{KW} = 0.746 \times \text{HP}$$

$$\text{Output HP (of motor)} = \frac{1.73 \times E_v \times I_c \times \text{P.F.} \times \text{eff (motor)}}{746}$$

$$S_3 = \frac{321,000 \times \text{HP}}{\text{RPM} \times d^3}$$

$$F = \frac{9}{5} C \times 32$$

$$C = \frac{120 + F_1}{p}$$

ABREVIACIONES

V	=	velocidad en pie/segundo
GPM	=	gallones por minuto
F	=	area en pulgadas cuadradas
I.D.	=	diametro interior de tubo en pulgada
g	=	32.16 ft./sec./sec/
H	=	potencia en pie
HP	=	potencia al freno
CFS	=	pie cubico por segundo
MGD	=	millones de galones por dia
Bbl	=	barrel (42 galones)
HR.	=	horas
lb.	=	Libras
Sp.Gr.	=	Gravedad especifica
psi.	=	Libras por pulgada cuadrada

TH = Total de carga en pie
 BHP = caballos de fuerza al freno
 eff. = eficiencia expresada como un decimal
 D = diametro de impulsor en pulgadas
 KW = Kilowatt
 Ev = voltaje en una face
 Ic = corriente en una face
 P.F. = factor potencia
 S3 = shaft stress in psi
 d = shaft diameter in inches
 F = grados farengait
 C = grados centigrados
 fl = frecuencia (ciclos por segundo)
 p = numero de polos de motor

* Estas equivalencias estan basadas en una gravedad especi-
 especifica de 1 por agua a 62^o F para unidades Inglesas y
 una gravedad especifica de 1 para agua a 15C por unidades
 metrica. Ellas pueden ser usadas, con un pequeno error, pa-
 ra agua fria de alguna temperatura entre 32F y 80F.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA
EDIFICIOS**

Del 22 de Junio al 03 de Julio

BOMBA EN REPOSO

ING. E. HECTOR MEDINA M.

PALACIO DE MINERIA

BOMBA EN REPOSO

Bomba Centrifuga Hidraulica

Principio de Operacion y Sistemas de Curvas

1ra Parte y 2da. Parte

Una bomba convierte la energia provista, tal como un motor electrico, turbina de vapor, motor de combustion a energia dentro del liquido al ser bombeada.

Esta energia, dentro de el liquido esta presentado como energia de velocidad, energia de presion, energia de elevacion estatica, o alguna combinacion de esa.

LA ROTACION IMPARTE DOS MOVIMIENTOS:

El elemento de rotacion de una bomba centrifuga, que esta en movimiento por el primer motor. Es llamado impulsor. El liquido sera bombeado a traves del impulsor, y como el impulsor gira este movimiento imparte un movimiento de rotacion en el liquido (fig 1).

Hay dos componenetes en este movimiento. Un componenete es el movimiento en una direccion radial, hacia afuera desde el centro de el impulsor, causada por la fuerza centrifuga. Como el liquido pasa a traves de el impulsor tiende a moverse en una direccion tangencial a la vez hacia afuera del diametro del impulsor. La actual direccion, el liquido tomara la resultante de dos componentes.

VELOCIDAD:

La energia sumada al liquido por el impulsor en rotacion es relativo a la velocidad con que el liquido para. La energia, expresada como energia de presion, es proporcional a el cuadrado de la resultante de velocidad que son:

$$H = K \frac{v^2}{G}$$

Donde H = energia, ft de liquido, K = un factor proporcional; V = velocidad fps; G = devida a la aceleracion a la gravedad en ft/sec².

De estos factores podemos pronosticar dos cosas. Primero, podemos decir que cualquier cosa que aumente el tipo de velocidad de el impulsor, crecera tambien la energia impartida a el liquido. Segundo, podemos cambiar el tipo de aspa, resultara en un cambio en la energia impartida a el liquido que es proporcional al cuadrado de el cambio en el tipo de velocidad.

Por ejemplo, doblando a velocidad rotativa de el impulsor doblaria el tipo de velocidad, en que volveria cuadruple la energia dada a el expresado liquido en terminos de presion.

Doblando el diametro del impulsor tendria doble el tipo de velocidad, que de nuevo cuadruplicaria la energia impartida a el liquido. Estos factores pueden usarse valorando y pronosticando el cumplimiento de una bomba individual.

LIQUIDO CONCENTRADO EN VOLUTA:

Que pasa con el liquido que esta descargado en el extremo de el impulsor? tomando una voluta como bomba tipica de centrifuga en general, el liquido esta descargado en todas direcciones de la circunferencia de el impulsor, y cambia en una direccion que esta viaja generalmente dentro de el impulsor. Al mismo tiempo esta girando con el impulsor.

Esta es la funcion de la voluta de la bomba, levanta este liquido y la dirige a traves de la boquilla de descarga o habertura de la bomba. La voluta esta disenada de modo que en un punto, esta pared esta bien cerrada a el diametro exterior de el impulsor. Este punto es llamado la "lengua" de la voluta.

Entre la lengua un punto un poco a la izquierda, un alcance seguro de liquido estara descargado en el impulsor. Este liquido debe girar con el impulsor hasta que finalmente esta descargada a traves de la boquilla de la bomba. El liquido adicional es descargado por el impulsor a cada punto de la voluta, y este tambien debe ir con el impulsor y sera descargada directo a la boquilla. Como nosotros por aqui continuamos la voluta, mas y mas liquido acumulado, que por aqui puede ser llevado entre la pared de la cubierta y al borde exterior de el impulsor. En orden guarda la velocidad constante y equitativamente, aunque el volumen constante de liquido aumentara, el area entre el tipo de el impulsor y la pared de la voluta es gradualmente aumentada de la voluta hacia el principio de la boquilla de descarga.

DIFUSOR:

En un punto justo antes de la "lengua", todo el liquido descargado de el impulsor estara recolectado. Estos liquidos ahora son mas llevados fuera en la descarga de la bomba. Sin

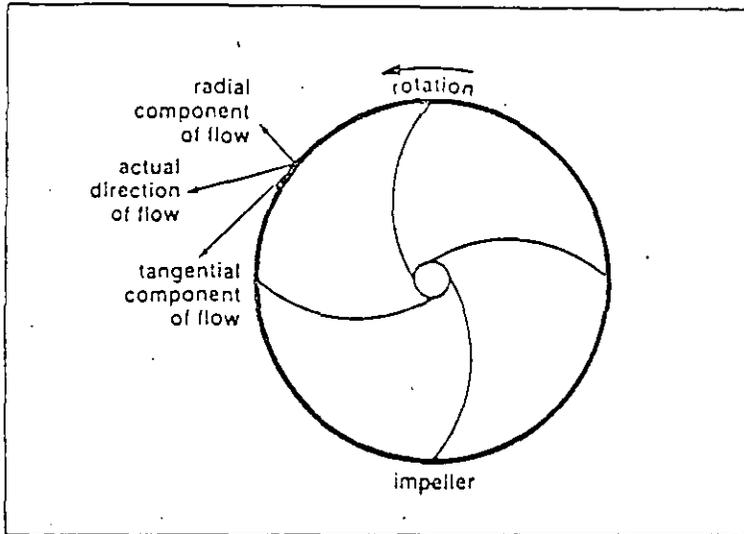


Figure 1

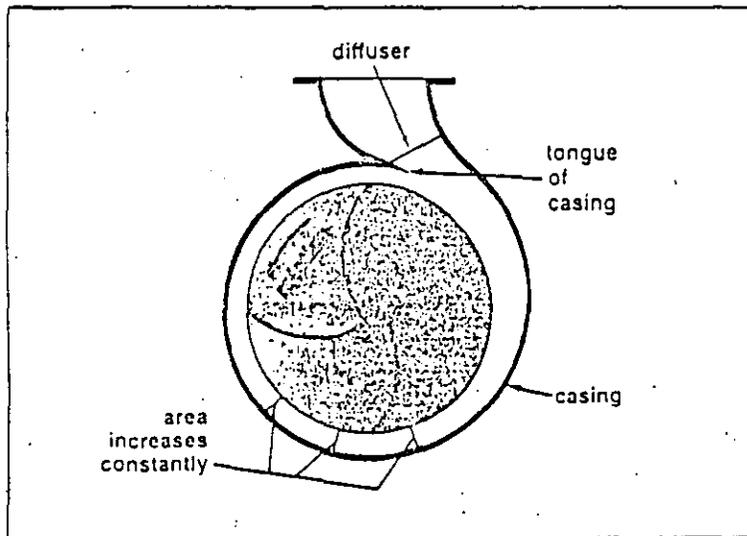


Figure 2

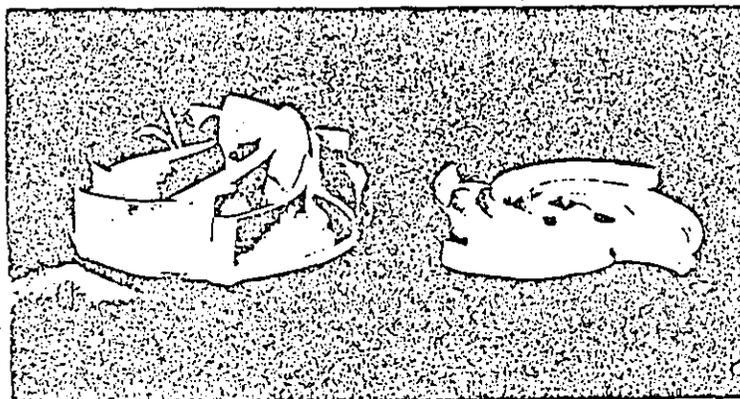


Figure 3

embargo en ambos casos este liquido poseera una velocidad alta, que medira una gran perdida de friccion en la descarga de la bomba. Por lo tanto, la velocidad es usualmente disminuida a traves del difusor, pero incrementando el area de flujo. En este trallecto, alguna energia de alta velocidad es cambiada a energia de presion.

CAPACIDAD QUE MANDA EL IMPULSOR CON:

En una bomba centrifuga actual el impulsor esta proveido con aspas que interviene como guia al liquido. Ademas, el impulsor tiene una anchura al centro del eje, dependiendo de la capacidad, esto hace que la toque. Como un ejemplo, en la Fig.3 actuaran dos impulsores de el mismo diametro aproximadamente, pero variando anchos, aunque sus diametros y velocidades de rotacion son identicas, el impulsor en la izquierda tiene una capacidad en el flujo tantas veces mas que el impulsor de la derecha.

EJECUCION DE LAS CUARVAS DE LA BOMBA:

Para cualquier bomba centrifuga, las curvas pueden ser desarrolladas a varios trazos relacionadas. Cuando todas estas caracteristicas estas maquinadas por un sistema coorinado. Las capacidades de la bomba estan completamente definidas, no te que la caracteristica de cada curva esta basada en una velocidad particular; diametro de impulsor, y viscosidad. (esta es referida usualmente a la viscosidad de el agua). Pero estas figuras estan simplifcadamente omitidas en esta discucion, ellas estan presentes en alguna "vida real" caracteristica de la curva.

CAPACIDAD / CARGA.

Esta curva indica la relacion entre la carga o presion, desarrollado por la bomba, y el flujo a traves de la bomba (figura 4) como aumenta la capacidad, la carga total que la bomba es capaz de estar desarrollando se reduce. En general, la carga mas alta ocurre en un punto donde no hay flujo a traves de la bomba; eso es, con la valvula de descarga completamente cerrada y operando la bomba.

Bhp/ CAPACIDAD:

En orden por la bomba centrifuga entrega la capacidad deseada seguro puede estar suministrada en potencia. Podemos planear una curva representando la relacion entre capacidad y habrir la potencia (Fig. 5).

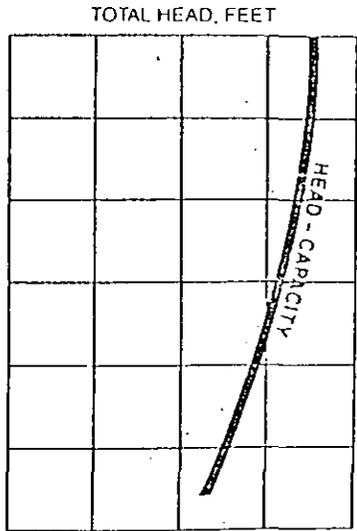


Figure 4

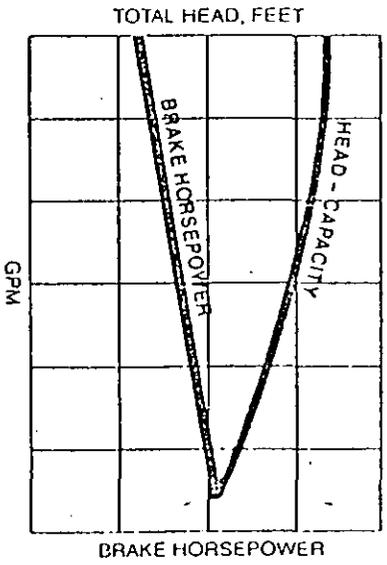


Figure 5

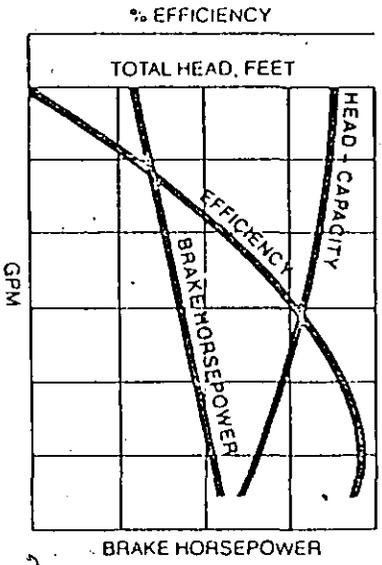


Figure 6

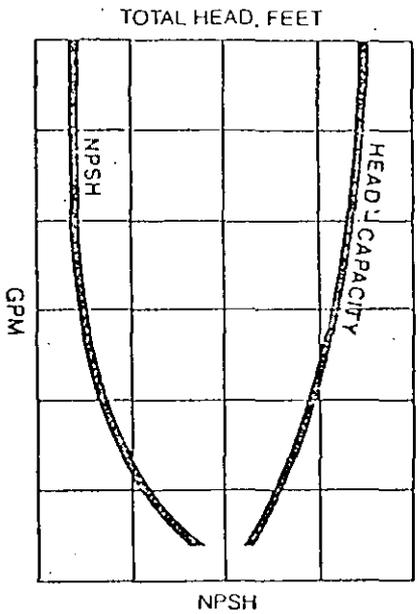


Figure 7

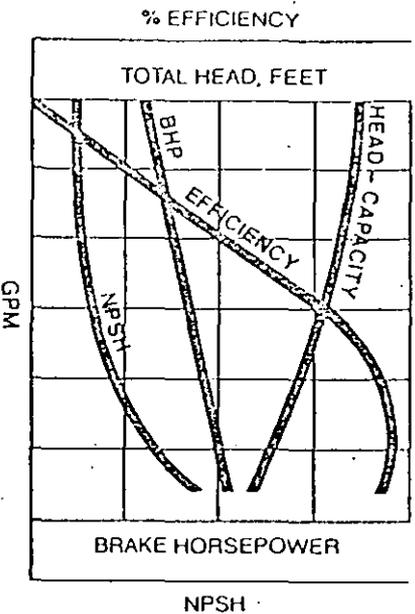


Figure 8

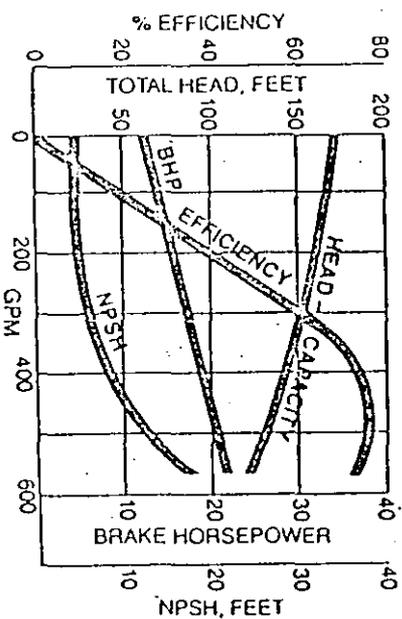


Figure 9

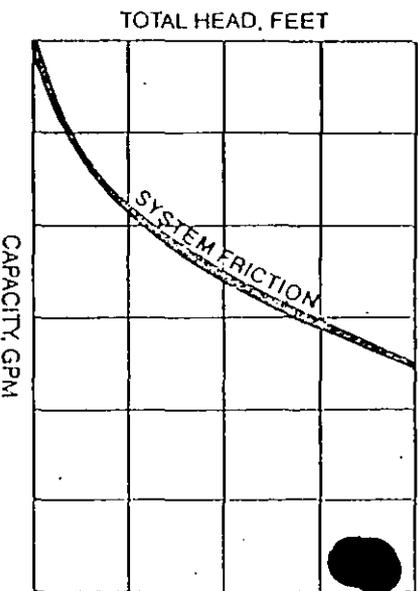


Figure 11

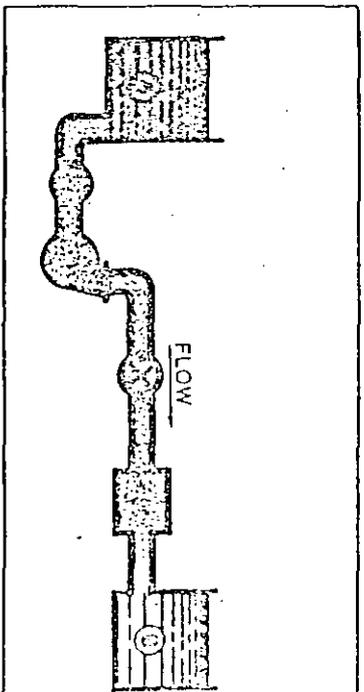


Figure 10

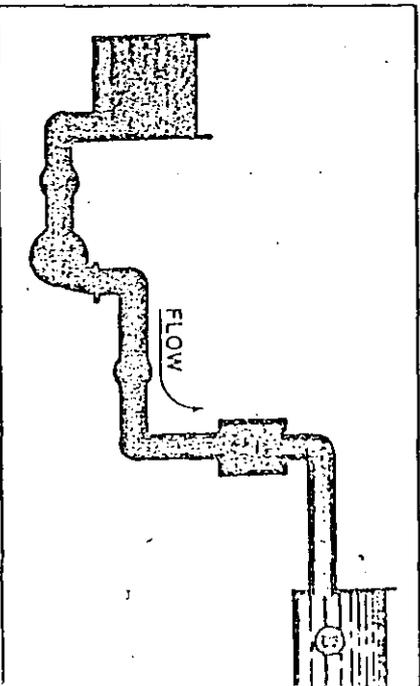


Figure 12

CAPACIDAD/EFICIENCIA:

Carga/capacidad y potencia al freno esta determinada la capacidad probando una bomba actual. La eficiencia con que la bomba opera no puede medirse directamente, pero debe ser calculada. La formula de la eficiencia es:

$$\text{eficiencia} = \frac{\text{carga} \times \text{capacidad} \times \text{gr. esp.}}{3.960 \times \text{hp}}$$

Para esta formula, la eficiencia en la bomba, dara la capacidad que puede estar determinada y la curva de eficiencia puede ser trazada.

CAPACIDAD/ NPSH.

Otra caracteristica importante, de una bomba centrifuga, siempre dara en la bomba una curva de cumplimiento; la relacion entre la capacidad, la entregara la bomba, y la NPSH (carga de succion positiva neta) requerida por una operacion propia de la bomba en esa capacidad. (fig. 7) Este dato se obtendra por una lectura actual.

Planeando toda esta caracteristica en un sistema coordinado (Fig.8) la capacidad y limitaciones de la bomba estan completamente definida por una velocidad particular, el diametro de el impulsor y viscosidad, el cumplimiento de la curva tambien incluye una figura actual por la carga coordinada, g.p.m., carga neta de succion positiva y bhp (fig.9) .

SISTEMA DE CURVAS:

Considerando primero la capacidad de la bomba, es necesario considerar los requerimientos del sistema en que se trabajara. Un mismo sistema simple se presenta en la figura 10. Los puntos A y B estan en el mismo nivel. Ellas estan conectadas por una linea directa que fluye el liquido. En esta linea podemos cambiar el calor, valvulas y otro equipo que se afae a la perdida de fricccion total. La perdida de fricccion se proporciona al el cuadrado de la capacidad (o velocidad).

Los planos de la figura 11 una curva por un tal sistema. Se expresara perdida de fricccion como un numero de pie de carga. En capacidad 0, por supuesto, entonces no hay flujo, no hay perdida de fricccion. La figura 12 actua con el mismo sistema con la complicacion que el punto B es mayor que el punto A. Porque la diferencia esta en la altura, es necesario anadir mas energia de el liquido moverlo desde el punto A a punto B. El aumento de energia agregada, expresada en pie, es exactamente igual a la diferencia de elevacion entre el punto B y

Por supuesto, debemos estar tranquilos de considerar la pérdida de fricción entre el punto A y punto B, como hicimos en el sistema anterior.

El sistema nuevo está expresado por la curva expuesta en la figura 13. La fricción de la curva es exactamente el mismo, porque la pérdida de fricción entre el punto A y B es el mismo. Pero en adición, también debemos añadir un alcance constante de descarga de alguna capacidad la diferencia estática se obtiene justo el líquido por la elevación en el punto A a la elevación en el punto B.

En esta curva estábamos preocupados con dos elevaciones diferentes, en vez de la presión a la mitad del punto A estará diferente por la presión en el punto B. Como un ejemplo, si estamos tomando succión por un tanque abierto a el punto A y descargando a un tanque cerrado la presión baja a el punto B, esto será necesario para salvar la presión diferencial entre los puntos A y B. Si la presión en el vaso en el punto A, será añadida suficiente energía para salvar estas 10 libras, en adición a la pérdida de fricción entre los puntos A y B.

Muchas sistemas pueden tener variaciones. En cada caso, como nosotros intentamos salvar el líquido por A a B, hay pérdida de fricción entre los dos puntos, y ellos pueden tener una elevación o presión diferencial o ambos.

En un sistema cerrado podemos tomar un líquido por el punto A, moverlo a través de un sistema de tubería y terminar hacia arriba en el punto A otra vez.

De tal forma en un sistema no habrá diferencia de presión entre los puntos A y B, entonces estos puntos son los mismos. La pérdida en el sistema, solamente está en la pérdida de fricción. La curva de este sistema, aparece en la figura 11, solo representa la pérdida de fricción en el sistema.

UN SISTEMA DE CURVA ACTUAL:

Analizando después el sistema para determinar que tipo es, en la práctica es bueno graficar la curva que está representando el requerimiento de cualquier flujo.

Indicamos en la figura 14, la diferencia estática entre A y B es de 20 pies y la pérdida de fricción en la línea entre A y B es de 25 ft. (pies) a 200 galones por minuto. Si doblamos la capacidad, la pérdida de fricción será cuádruple de 100 pies, a 400 gpm. Ahora podremos hacer una curva representando el requerimiento de el sistema en alguna capacidad entre 0 en 400 gpm., sabiendo que la pérdida de fricción será de 0 a 0 gpm.

COMBINANDO LA BOMBA A UN SISTEMA:

Con el sistema definido, es necesario seleccionar una bomba centrífuga con cualquier capacidad de entrega que requerimos. Permitanos asumir que necesitamos una bomba 425gpm. a travez de este sistema.

Checando en la curva el sistema de carga en la figura 14, encontramos que la bomba entrega 132 pies de carga a 425gpm. El cumplimiento de la bomba la curva que desarrollamos antes (fig.9) basicamente encontramos esos requerimientos, entregando 140 pies de carga en 425gpm. Ahora permitanos interpolar sobre esta ejecucion en la curva del sistema de carga (fig.14), produce la figura 15.

El punto de interseccion entre el cumplimiento de la bomba y el sistema de carga en la curva representa la capacidad en que la bomba operara.

Entonces hace operar la bomba a esta capacidad, la potencia requerida al freno para manejar la capacidad y NPSH requerida para una operacion apropiada tambien puede leerse en la curva. Note que la portencia de carga requerida esta basada en un peso especifico del agua fria, 1.0. Si un liquido con mayor o menor peso especifico manejado determina la potencia al freno requerida multiplicando por la potencia al freno requerida en agua por el peso especifico actua.

PERDIDA DE FRICCION VARIABLE

Ahora tenemos que considerar el efecto de una perdida de friccion variable en el sistema. Estos estaran introducidos, por ejemplo, por una valvula que puede manipularse durante el ciclo de bombeo. Tambien pueden verse variables en el sistema de carga, con la curva del sistema moviendose hacia la izquierda con un incremento, a la derecha decrece perdida de friccion.

CARGA ESTATICA VARIABLE:

La carga estatica tambien puede variar, por ejemplo, cuando la succion recibe el nivel o recibe descarga, el nivel cambia. En este caso, en todo el sistema de friccion, la curva cambia de arriba a abajo como los ciclos progresivos de bombeo.

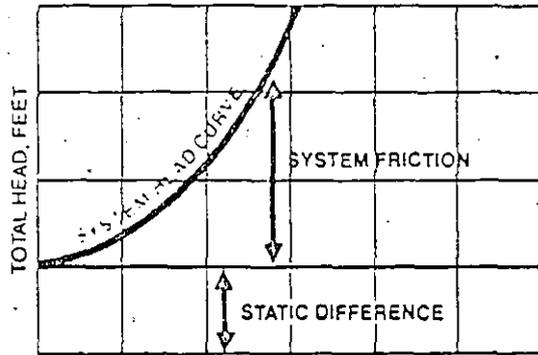


Figure 13

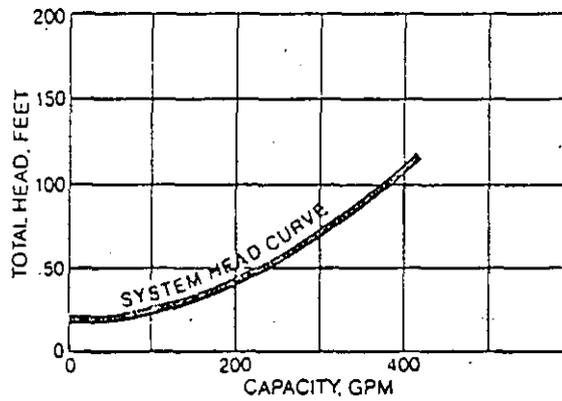


Figure 14

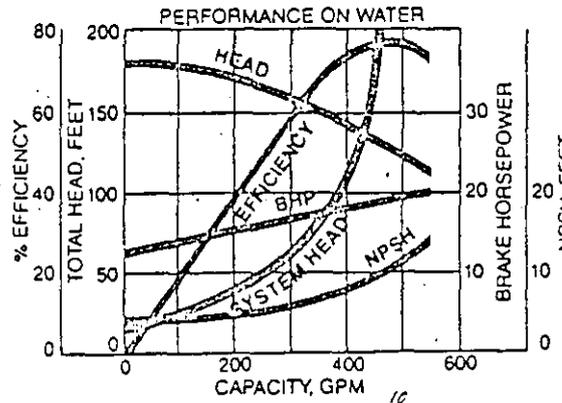


Figure 15

BOMBA RENOVADORA:

Operaciones principales de la bomba centrifuga, cumplimiento y sistemas de curvas.

En la primera parte analizamos los principios basicos de operacion de la bomba centrifuga, y la ejecucion y curvas de sistema. Esta instalacion continua el estudio de las caracteristicas de ejecucion y vimos en otro los efectos de cambio de velocidad y diametro de impulsor.

CAMBIOS DE VELOCIDAD:

En la parte anterior vimos que si la velocidad de una bomba centrifuga es doblada, la carga desarrollada por la bomba se cuadruplica, porque la carga desarrollada es proporcional a el cuadrado de la velocidad.

Duplicando la velocidad de operacion de una bomba centrifuga, se duplica tambien la velocidad que la bomba puede dar. Esto es porque la bomba puede dar velocidad de el fluido a traves del impulsor estara duplicado. Por ejemplo, una bomba es capaz de desarrollar 50 pies de carga total a 100gpm. cuando opera a 1750rpm. con un diametro dado de impulsor, sera capaz de desarrollar 200 pies, la carga total en una capacidad de 200rpm. cuando opera a 3500rpm. Permitanos relacionar a la formula de carga, capacidad, y los caballos de potencia al freno.

$$H_{\text{dead}}, H = KV^2 / g$$

$$\text{Capacity, } Q = VA$$

$$B_{\text{hp}} = \frac{kQH}{\text{efficiency}}$$

Suponiendo que la eficiencia de la bomba, permanece igual cuando cambiamos la velocidad, vemos que la potencia aumenta por un factor de peso cuando la velocidad de la bomba se duplica. Esto es porque la capacidad se duplica cuando doblamos la velocidad, la carga se duplica, y estos dos factores ambos estan multiplicados para alcanzar la potencia al freno.

Por esta razon, una bomba centrifuga no puede estar acelerada arbitrariamente. Una bomba disenada a operar a una velocidad debe ser capaz de transmitir un gran reparto de potencia adicional, si esto corre a una mayor velocidad. Casi siempre, po

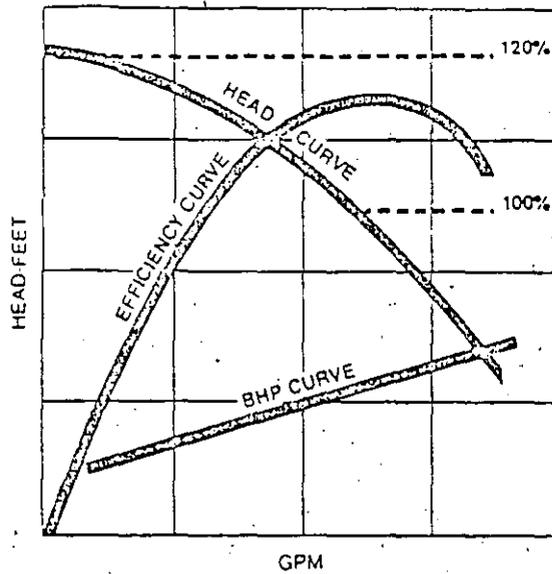


Figure 1 — A "normal" head-capacity curve has a shut off head about 15 to 20 per cent above the bep (best efficiency point).

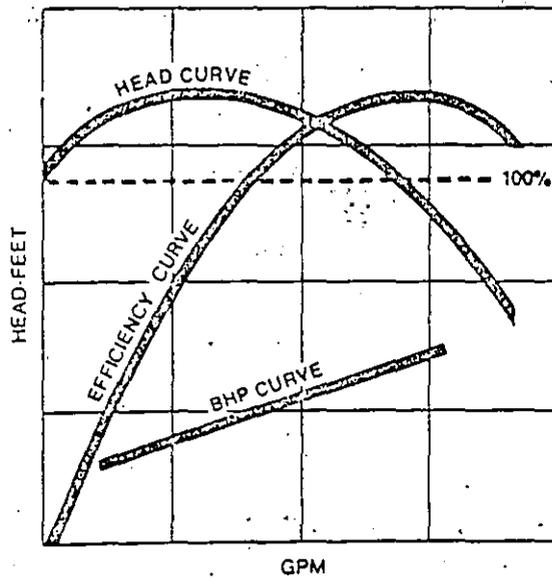


Figure 2 — A "drooping" head-capacity curve has a shut off head close to the bep. For a given head-capacity condition, a pump with a "drooping" head capacity curve will tend to be smaller than a pump with a "normal" head-capacity curve.

demostramos hacer uso de la conversión de velocidad alta a una baja bomba, de 3500 a 1750, o de 1750 a 1150rpm. De la capacidad de la bomba se obtiene una mala idea. Asumiremos la eficiencia que permanece constante y aplicar la relación dadas arriba.

Para una bomba determinada y diámetro de impulsor:

$$\frac{\text{rpm}_1}{\text{rpm}_2} = \frac{\text{gpm}_1}{\text{gpm}_2} = \sqrt{\frac{\text{head}_1}{\text{head}_2}} = \sqrt[3]{\frac{\text{bhp}_1}{\text{bhp}_2}}$$

Or, to put it a different way:

$$\frac{\text{rpm}_1}{\text{rpm}_2} = \frac{\text{gpm}_1}{\text{gpm}_2}$$

$$\left[\frac{\text{rpm}_1}{\text{rpm}_2} \right]^2 = \frac{\text{head}_1}{\text{head}_2}$$

$$\left[\frac{\text{rpm}_1}{\text{rpm}_2} \right]^3 = \frac{\text{bhp}_1}{\text{bhp}_2}$$

Un cambio en la velocidad siempre resulta en un cambio en la capacidad, carga, y potencia al freno. Al tomar estas formulas nos dan una aproximación de la capacidad de la bomba, pero recuerde esto es solamente una aproximación, siempre un cambio de eficiencia nos traera ligeros cambios.

CAMBIO EN EL DIAMETRO DE IMPULSOR:

Un cambio en el diámetro de el impulsor de una bomba operando a velocidad constante tiene esencialmente el mismo efecto como un cambio en la velocidad de la bomba. Ambos resultan en un cambio en la velocidad de el líquido que lleva el impulsor. Las formulas que se aplican para el cambio en capacidad, carga y potencia al freno relacionadas al diámetro de impulsor, vemos que el cambio es exactamente igual como ellas hacen para cambiar en velocidad. Las relaciones son exactamente como sigue:

Para una bomba dada y velocidad:

$$\frac{\text{Imp. dia. 1}}{\text{Imp. dia. 2}} = \frac{\text{gpm}_1}{\text{gpm}_2} = \sqrt{\frac{\text{head}_1}{\text{head}_2}} = \sqrt[3]{\frac{\text{bhp}_1}{\text{bhp}_2}}$$

o, ponemos un camino diferente:

$$\frac{\text{Imp. dia. 1}}{\text{Imp. dia. 2}} = \frac{\text{gpm}_1}{\text{gpm}_2}$$

$$\left[\frac{\text{Dia. 1}}{\text{Dia. 2}} \right]^2 = \frac{\text{head}_1}{\text{head}_2}$$

$$\left[\frac{\text{Dia. 1}}{\text{Dia. 2}} \right]^3 = \frac{\text{bhp}_1}{\text{bhp}_2}$$

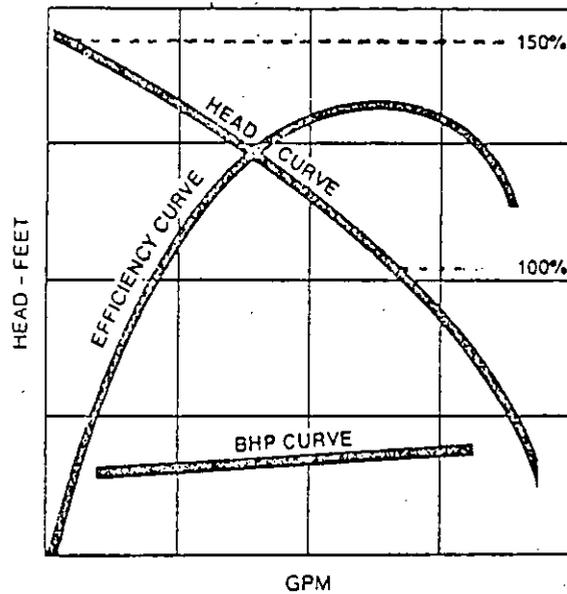


Figure 3—A "steeply rising" head-capacity curve promises good parallel operation, and a small capacity change and a relatively flat bhp curve. However, for a given head-capacity condition, a pump with a "steeply rising" head-capacity curve will be larger than pumps with a "normal" head-capacity curve.

Se debe tomar el mismo cuidado en el uso de estas formulas, que las formulas por cambio de velocidad. Un cambio en el diametro de impulsor en una bomba afecta la relacion basica entre impulsor y voluta, y esta altura, el diseño de configuracion de la bomba. Por esta razon, el impulsor cambia las formulas y no debera ser aplicada cuando del diametro de impulsor cambia mas que un 10%. Cuando el diametro de impulsor cambia mas de 10%, es indicado, la mejor practidca para obtener la prueba grafica de la curva por el nuevo diametro de impulsor sera dada por el fabricante.

LA FORMA DE LAS CURVAS DE LA BOMBA:

Las curvas aplicadas de carga-capacidad de la bomba usualmente se aplica a un diseño de impulsor particular. Los fabricantes pueden algunas veces ofrecer bombas aptas con impulsores de caracteristicas diferentes para varias aplicaciones. Hay tres tipos de curvas carga-capacidad que son caracteristicas: como curva ascendente "normal", como curva "caida" y como curva "acendente empinada".

En una curva ascendente normal, o caracteristica ascendente de carga-capacidad, la carga crece constantemente como la capacidad se disminuyo. (Fig. 1) El aumento desde el mejor punto de eficiencia cerrada puede ser alrededor de 10 a 20%. Las bombas con curvas de esta forma estan usadas en una operacion paralela porque sus caracteristicas son estables.

En una curva descendente, la carga desarrollada el cierre por aqui es igual a la carga puesta (Fig. 2). Esta caracteristica es tipica de un impulsor disenados para un trabajo maximo de carga de diametro por pulgada. La eficiencia es usualmente buena y la bomba puede ser mas pequena que la normal. Cuando las bombas con caracteristicas descendentes corren en sistemas ahogados, ellas generalmente funcionan bien. Sin embargo puede causar dificultad operando cuando el sistema de friccion en la curva es muy plana, tal como alimentan a una caldera. Estas bombas pueden solamente ser operadas en paralela cuando el punto de operacion esta baja, la carga desconectada (carga desarrollada con descarga cerrada).

En una curva descendiente, hay un gran aumento en carga entre la capacidad desarrollada en el diseno y ese cierre desarrollado en corte (Fig.3). Esta bomba operara en paralelo sobre esta linea entra. Es el mas conveniente, para la operacion donde cambia la capacidad minima, por ejemplo, en series de bombeo o sistemas de filtrado. La curva bhp tiende tambien a ser plana, pero la carga desarrollada de diametro por pulgada es baja, asi que la eficiencia baja, las bombas tienden ser mas largas que lo normal.

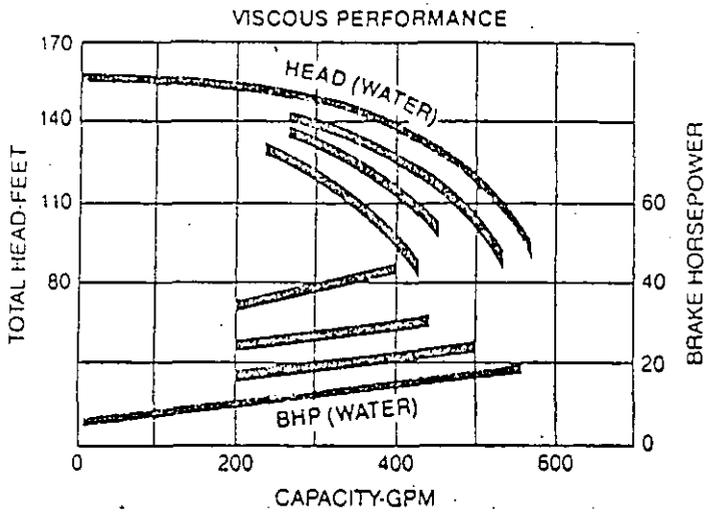


Figure 4 — The head-capacity curve drops as viscosity increases, and bhp increases sharply.

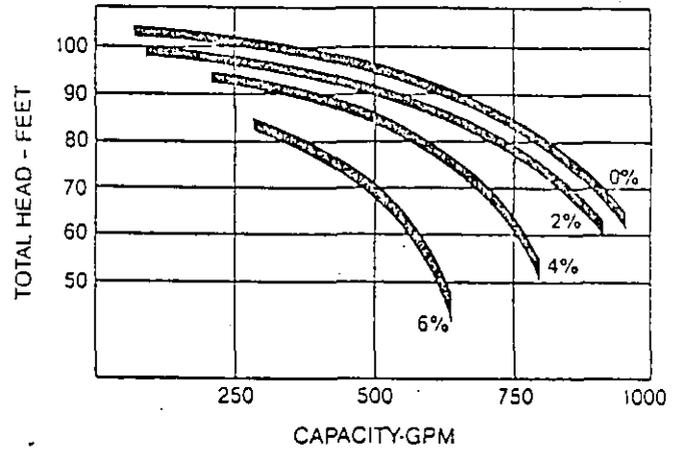


Figure 5 — The head-capacity relationship is affected by entrainment: with 6 per cent about maximum before air binding occurs. However, even with less than 6 per cent air, a pump can become airbound if operated near shut off.

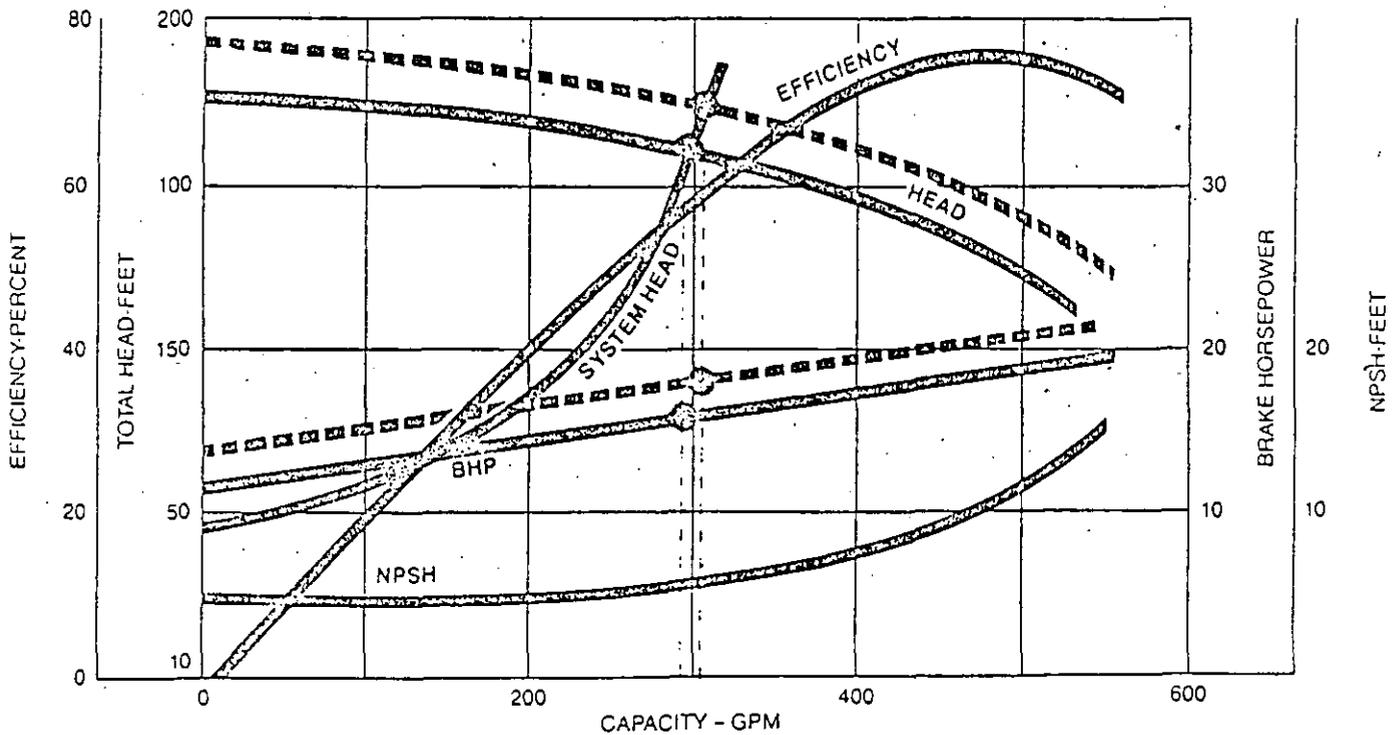


Figure 6 — The higher head pump can handle a greater capacity, but at the price of increased horsepower.

EFFECTOS DE VISCOSIDAD EN EL CUMPLIMIENTO DE LA BOMBA:

Un cambio en viscosidad puede afectar el cumplimiento de una bomba centrífuga. El rango edita curvas de una bomba centrífuga están basadas en este cumplimiento cuando maneja agua, que tiene viscosidad negligible. Si la bomba se a maneja líquido con muchas viscosidades, este cumplimiento cambia. Una curva típica de desarrollo viscoso se presenta en la Figura 4. La curva de carga-capacidad caera como la viscosidad es incrementada, y la potencia de carga aumenta repentinamente. La bomba fabricada puede suplir correcciones de curvas, la indica la fabrica de bombas centrífugas, cumpliendo cuando maneja fluidos viscosos.

EFFECTOS DE ENTRADA DE AIRE:

El armado de entrada de aire casi afecta el cumplimiento de una bomba centrífuga. Como un resultado de fuerza centrífuga el líquido pesado es lanzado por el ojo de el impulsor. El resto de aire atrás encendido, y sera graduada la estructura en una bolbsa mas grande como el centro de impulsor ("ojo") aire que ahoga el flujo de succion. Este es llamado "aire en cuadernado". Figura 5 presenta el efecto de 2 a 6% de aire entrando en una típica curva de carga-capacidad.

CAPACIDAD INCREMENTADA:

No siempre es posible escoger una bomba centrífuga con una curva que el sistema cruza la curva de carga a la capacidad exacta disenada. En su lugar, puede ser necesario usar una bomba capaz de desarrollar la carga mas alta a travez de el uso de un mayor diametro de impulsor (o incremento de velocidad rotativa). Veremos que pasara cuando usamos una bomba capaz de desarrollar mas carga y nos de la capacidad que nece sitamos.

El arranque que la bomba dara podemos trazar el desarrollo de la misma bomba, pero con un diametro de impulsor mayor, capaz de desarrollar mas carga (Fig. 6). Esta unidad puede bombear una capacidad mayor porque el cruce de esta curva realizada y la curva de carga en el sistema es de mayor capacidad que el punto original de interseccion. Sin embargo, nosotros tenemos que anotar cubrir una falta de potencia adicional.

ANALIZAR EL SISTEMA PARA LA MEJOR SELECCION

Siempre se indicara la curva de friccion en el sistema cuando se elige una bomba. La idea de ejecucion de la bomba en el mismo sistema coordinado que determina el orden como la bomba operar en el sistema. En general, es conveniente escoger una bomba que opere dentro del rango de capacidad de eficiencia mas alta. El mas pequeno, servicio general de las bombas estan a menudo disenadas para operar sobre un rango de capacidad muy grande. Si n_{psh} es suficiente para prevenir la cavitacion, la bomba volvera probablemente en una ejecucion satisfactoria.

TERMINOS BASICOS: NPSH Y CARGA

Carga es la energia por libra de fluido.

El termino es comunmente usado para representar la altura vertical de una columna estatica de fluido correspondiendo a la presion de un fluido a el punto en cuestion. La carga tambien puede ser considerada como el aumento de trabajo necesario, para mover un liquido desde su posicion original a la posicion requerida en este caso, el termino incluye el trabajo extra necesario para salvar la resistencia de flujo en la linea.

En general un liquido puede tener tres clases de energia:

- 1.- Carga potencial: es la energia de Posicion (medida por la linea vertical mas alta, sobre algun plano de referencia)
- 2.- Carga de presion estatica: es la energia por libra debido a la presion. (medida por un manometro tipo Bourden grados o medidas equivalentes).
- 3.- Carga de velocidad: es la energia cinetica por libra (medida por un tubo pitot o calculada por el flujo y area del tubo).

TEOREMA DE BERNOULLI.

Los estados de energia que no pueden ser creados o destruidos La suma de estos tres tipos de energia (carga) en algun punto en un sistema es el mismo y algun otro punto en un sistema (si ahi no hay friccion y no requiere trabajo extra.

SUCCION ESTATICA ELEVADA:

Es la distancia vertical de la superficie libre de un liquido a la linea de dato de la bomba cuando el origen de suministro esta abajo de la bomba (Fig.7).

SUCCION ELEVADA NETA:

Es la suma de succion estatica elevada mas perdida de friccion (una figura negativa).

CARGA Y SUCCION ESTATICA:

Es la distancia vertical de una superficie libre de liquido al dato de bombeo, cuando la fuente de suministro esta arriba (Fig.7)

CARGA DE SUCCION NETA:

Es la carga de succion estatica mas la presion en la superficie de el liquido mas la presion en la superficie de el liquido menos las perdidas de friccion (la figura puede ser igual positiva o negativa).

CARGA VERTICAL DE DESCARGA ESTATICA:

Es la distancia vertical desde el dato de la bomba a la superficie libre de el liquido en la descarga de el tanque o el punto de descarga libre (Fig.7).

CARGA NETA DE DESCARGA

Es la suma de carga y descarga estatica mas la presion en la superficie de el liquido en la descarga del tanque y perdidas de friccion en la descarga.

CARGA TOTAL (CT)

Es la diferencia neta entre succion total y fuerza de descarga. Esta es la medida dada de aumento de energia a el liquido por la bomba.

CT = Carga y descarga mas succion elevada.

CT = Carga y descarga menos carga de succion.

CARGA DE SUCCION POSITIVA NETA (CSPN).

Es el aumento de energia en el liquido al dato de la bomba. Tiene sentido, puede estar definido entre ambos como disponibles o CSPN requerido.

CARGA NETA DE SUCCION REQUERIDA (CSPNR)

Es la energia que requiere una bomba para operar satisfacto-

riamente. Eso es, llenar la bomba en el lado de succion y salvar la friccion y perdidas de flujo por la conexion de succion a el punto en la bomba donde mas energia es anadida. En una bomba centrifuga (CSPN) es el alcance de energia (en pie de liquido) requerido a vencer perdidas de friccion para la succion abriendo las aspas de el impulsor, y alcanzar la velocidad deseada en el flujo en las aspas. CNSR es una caracteristica de la bomba, tamano de bombeo, y condiciones de operacion. La figura esta determinada por un manual o computacion y esta permitido por el fabricante de la bomba.

(CSPN) DISPONIBLE (CSPND)

Es la energia inherente en un liquido a la conexion de succion de la bomba (sin tener en cuenta el tipo de bomba). Sobre y la energia arriba en el liquido debido a esta presion de vapor. CSPND es una caracteristica de el sistema y primero conoceremos como aplicar debidamente una bomba. Puede estar calculada o ser obtenida por un sistema existente pero tomando rangos en el lado de succion de la obmba (Fig.8).-

DETERMINANDO CSPN:

Entonces un luquido puede tener potencial, presion y energia cinetica, y CSPN es entonces una energia termina, los metodos para determinar CSPNR debe tomar en cuenta tres tipos de energia.

Determinar CSPN por calculo, considere lal energia al punto 1 (Fig. 8.)

$$= Z_1 + P_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

La suma de potencia, presion, y energias... a la superficie de el liquido. Entonces es... superficie peo- veida de liquido es grande compar... area de la succion de bombeo, la velocidad pue... considerada como negli gente y la energia cinetica o ca... velocidad es cero. La energia total al punto 1 es este...

$$= Z_1 + P$$

Aunque P1 representa la energia de presion al punto 1 te caso presion atmosferica, en... abeo po eme... que el liquido no se vaporiza en la linea... ion. ...no

tanto restaremos la presión de vapor (Pv) de el líquido:

$$= Z_1 + \frac{(P_1 - P_v)}{\text{gr. esp.}} \times 2.31$$

Los términos de presión, expresados en libras por pulgada cuadrada absoluta estarán convertidos a pie de carga, la unidad en que CSPND esta expresada comunmente. Entonces la energía al punto 2, el punto en que CSPND es la requerida, es igual a la energía del punto 1 con la excepción de doble (hf) y CSPND volvemos al punto 2.

$$= Z_1 + \frac{(P_1 - P_v)}{\text{gr. esp.}} \times 2.31 - hf$$

Ejemplo 1

Este sistema usa una succión al tanque habierto de 10ft. Arriba el dato de la bomba, fricción de la tubería = 8 ft. La bomba tomara agua fria a 60°F presión de vapor = 0.256 pisa, gravedad especifica = 1.

$$\text{CSPND} = 10 + \frac{14.7 - .256}{1} \times 2.31 - 8 = 35.4\text{ft.}$$

Ejemplo 2

Este sistema usa una succión de tanque habierto de 10ft. arriba el dato de bombeo; fricción de bombeo = 8ft. La bomba tomara agua caliente a 200°F; presión de vapor = 11.53 psia; gravedad especifica = 0.965.

$$\text{NPSHA} = 10 + \frac{14.7 - 11.53}{0.965} \times 2.31 - 8 = 9.58 \text{ ft.}$$

Ejemplo 3

Este sistema usa una succión de tanque cerrada con 20 inn. Hg vacío (10in. Hg presión absoluta). El tanque es de 10 ft. arriba el dato de bombeo; fricción de bombeo = 8 ft. La bomba

tomara aceite a 60°F.; presión de vapor = 1 pia; gravedad específica = 0.9.

$$NPSH = 10 + \frac{10 \times .491 - 1}{0.9} \times 2.31 - 8 = 12.1 \text{ft.}$$

(Nota: 0.491 = 14.7/29.92, conversión requerida en Hg. a psi)

Es posible a veces disuadir a CSPND de manómetro. Entonces el punto 2 es un dato, el líquido no tiene energía potencial y $Z_2 = 0$. P_2 es la lectura del manómetro. Pero añadiendo presión atmosférica a la lectura del manómetro se obtiene carga de presión absoluta, restando presión de vapor, y corrigiendo por la elevación de grado la succión (Y) obtendremos CSPND.

$$NPSHA = \frac{(P \text{ grado} + P \text{ atm.} - P_v) \times 2.31 + Y + \frac{V^2}{2}}{\text{Sp. gr.} \quad 2g}$$

Donde V^2 es la velocidad de el fluido en ft/sec. o flujo/area.

CSPND Siempre debera ser igual o mayor que CSPNR por la bomba a llenar y dara la cantidad requerida de líquido.

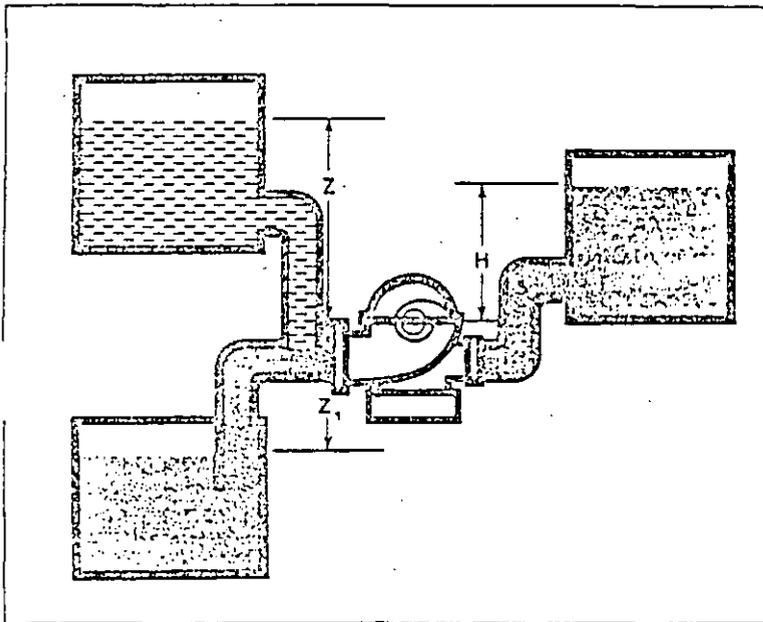


Figure 7 — How head is defined. Z = static suction head. Z_1 = static suction lift. Z minus friction equals net suction head. Z , plus friction equals net suction lift. H = static discharge head. H plus friction equals net discharge head. Total head equals net discharge head minus net suction head or plus net suction lift.

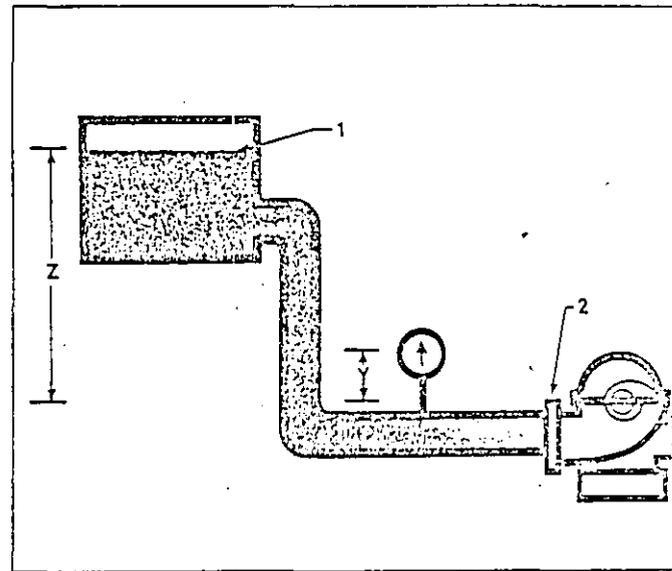
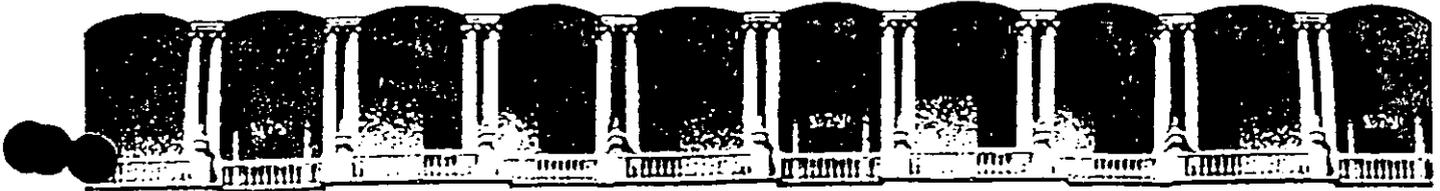


Figure 8 — NPSHA may be determined by calculation of system head from gage reading.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA
EDIFICIOS**

Del 22 de Junio al 03 de Julio

BOMBA WORTHINGTON

ING. E. HECTOR MEDINA M.

PALACIO DE MINERIA

BOMBA WORTHINGTON

BIBLIOTECA TECNICA

HIDRAULICAS BASICAS

- 2 Como analizar el flujo del fluido y solucionar los problemas de bombeo.
- 2 Las características de líquidos.

PARTE 3 - 6

Una corriente rápida de flujo puede medir más pequeña a la casual, observar un lugar de descanso por relación; pero si alguien desea guardar el poder de agua o ponerla a trabajar, esto presenta un problema en el fluido. Que cantidad de agua está fluyendo? A que proporción? Un bombero, por ejemplo, no puede extinguir un fuego a no ser que alguien tenga primero determinada la presión necesaria para proveer la velocidad suficiente en la boquilla de la manguera, y seleccionar el tamaño adecuado al comienzo de la manguera. Y un sistema de bombeo de alguna clase puede ser inútil si la pérdida de fricción a través de la tubería no estará propiamente determinada para el flujo que será requerido ultimamente. En adición, el tamaño adecuado de la bomba tendrá que ser seleccionada y cubrir los requerimientos del sistema.

Estos problemas similares pueden ser analizados usando exactamente dos ecuaciones básicas de flujo-fluido (opuesto). La primera es la ecuación de Bernoulli, que está basada en el principio de conservación de energía. La segunda es la ecuación cuantitativa, que está basada en el principio de conservación de masa.

ECUACION DE BERNOULLI:

El principio de conservación de estados de energía, que la energía total entra por un sistema de conducto cerrado (Fig.1) es igual a el rendimiento de energía total en ese sistema. En adición a la energía ya en el fluido al punto 1, tenemos la energía añadida por las bombas. El rendimiento es la energía en el fluido al punto 2, más la pérdida de fricción en el sistema. Entonces esta es una ecuación, ambos lados deben estar exactamente balanceados.

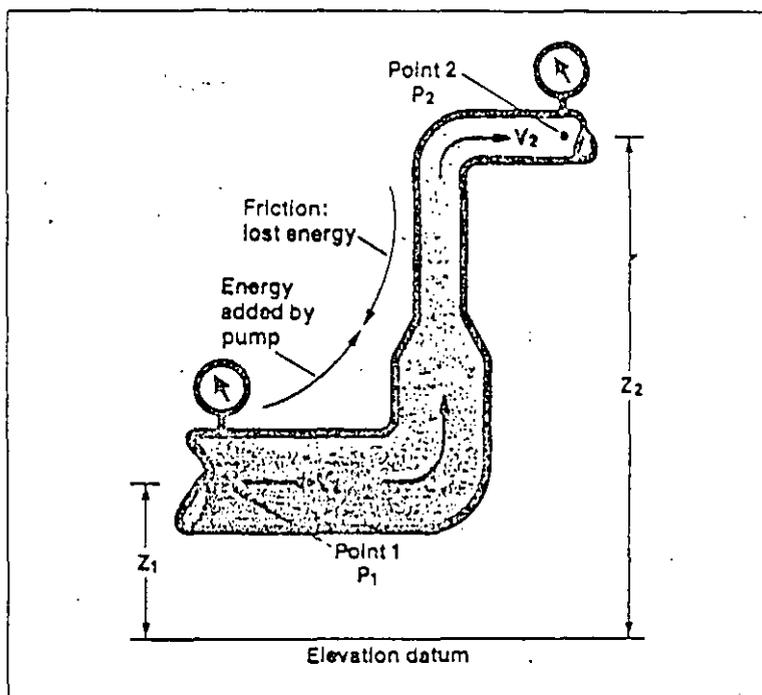


Figure 1—Conservation of energy.

La energía de Bernoulli, incluíra las formas diversas que pueden tomar energía. El lado izquierdo de la ecuación se refiere al punto 1 en el sistema. La primera forma de energía es energía de presión, a este es el primer término en la ecuación, P_1/γ .

P es la presión de el fluido, y está expresado en la unidad de libra por pie cuadrado. γ (gama) es la densidad de el fluido, y es expresado en libras por pie cúbico. El efecto neto de la unidad en este primer término es en pie:

$$\frac{P}{\gamma} = \frac{\text{pressure}}{\text{energy}} = \frac{\text{fluid pressure}}{\text{fluid density}} = \frac{\text{lb./ft.}^2}{\text{lb./ft.}^3} = \text{feet.}$$

El segundo lugar en que el fluido puede recibir energía es tal vez esta elevación estática, que es la medida de energía potencial. Para más flujo-fluido algunos problemas de nivel arbitrario, aquí vemos como el dato de elevación, está indicado a cero, y la elevación Z estática es la medida para esas. Las medidas unitarias están en pie:

$$Z = \frac{\text{static}}{\text{elevation}} = \text{feet}$$

El tercer término en la ecuación, $V^2/2g$, es una expresión para energía cinética o carga en velocidad. Las unidades para V o velocidad están en pie por segundo, y cuando esas unidades se cuadruplican, esta se vuelve a pie cuadrado por segundo cuadrado. Es el denominador, la unidad por gravedad constante son pie por segundo cuadrado. El efecto neto es pie:

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{\text{kinetic}}{\text{energy}} = \frac{\text{fluid velocity}^2}{2 \times \text{gravity constant}} = \frac{\text{ft.}^2/\text{sec.}^2}{\text{ft./sec.}^2} = \text{feet}$$

En adición a la energía de el fluido al punto 1, la energía adicional es añadida con frecuencia a el sistema entre el punto 1 y punto 2 por una bomba. El p_1 es la abreviación por energía de bombeo. Esta es la cantidad de energía que está añadida a el fluido entre el punto 1 y punto 2. Entonces esta es una expresión de energía, las unidades de energía son libras-pie por segundo, que son a través netas fuera a pie:

$$E_p = \frac{\text{pump}}{\text{energy}} = \frac{\text{ft.} \cdot \text{lb.}}{\text{lb.}} = \text{feet}$$

Bernoulli's Equation

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + E_p = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + H_f$$

Continuity Equation

$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2$$

El primero de los tres terminos en el lado izquierdo de la ecuacion son los mismos que el primero de los tres terminos en el lado derecho, excepto esas referidas a el punto 2. En adiccion, hay una expresion final, H_f , que es la perdida de friccion entre el punto 1 y punto 2. Perdida de friccion es una perdida de energia y es expresada en las unidades pie-pulgada por pulgada, que otra vez necesita fuera a pie.

$$H_f = \frac{\text{friction loss}}{\text{lb.}} = \frac{\text{ft. - lb.}}{\text{lb.}} = \text{feet}$$

CONTINUIDAD DE LA ECUACION:

La segunda ecuacion basica es la continuidad, que esta basada en el principio de conservacion de masa. Que es, la masa total de flujo-fluyendo en algun sistema de conducto cerrado, que es igual a la masa total de flujo-fluyendo fuera de el mismo sistema. Cualquier masa de flujo-fluido pasa a algun otro punto en el sistema, que quiere la capacidad de fluido a travez de un punto en el sistema es igual a la capacidad de flujo a travez de el segundo punto en el sistema. Entonces la capacidad es igual en el producto de la velocidad fluida a travez de el tubo y atraviesa la seccion o area de el tubo, capacidad Q es expresado como $V_1 A_1 = V_2 A_2$. Las unidades en esta ecuacion de velocidad son pie por segundo, las unidades de area son en pie cuadrado. El flujo total, por consiguiente, es un pie cubico por segundo.

MEDIDOR DE FLUJO VENTURI

Al ilustrar la aplicacion de estas ecuaciones, podemos ver algunos problemas tipicos. Por ejemplo, como determinamos el caudal de un fluido a travez de un medidor simple venturi (Fig. 2)? En este problema, se va a considerar que el flujo-fluyendo es gasolina con una gravedad especifica de .82. El flujo hacia arriba es vertical a travez de un tubo de 12 pulgadas de diametro que se reduce a la pulgada de diametro.

Las medidas de presion estaran tomadas en ambas secciones de tuberia el 12 en pulgadas. En el diametro de tubo 12 pulga-

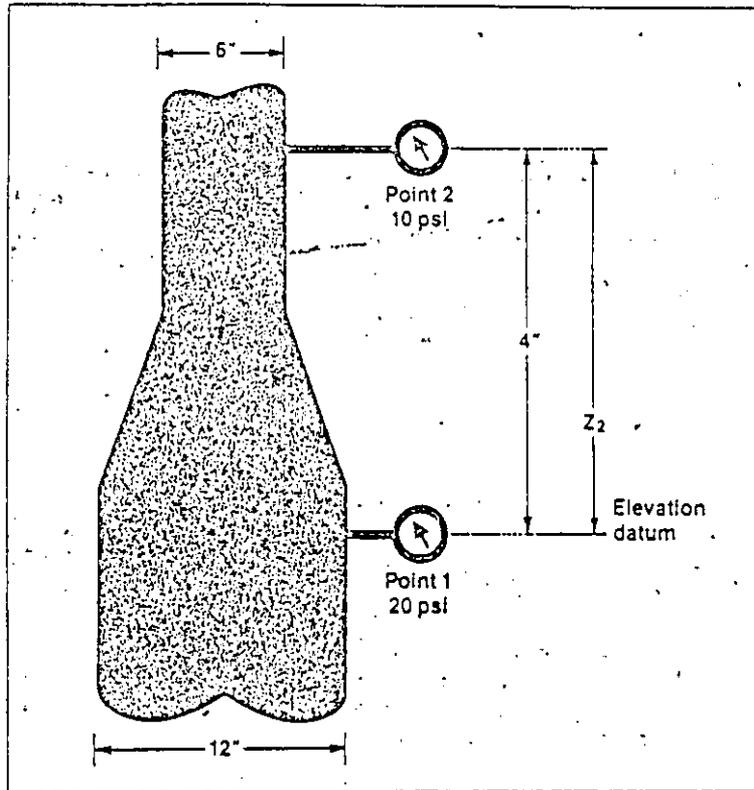


Figure 2—Venturi meter.

das, la presión se medirá como 20psi. En el diámetro del tubo 6-pulgadas, la presión es de 10 psi. La diferencia de elevación vertical entre dos puntos de medida de presión es de 4 pies. Con esta información, podría ser posible para determinar el caudal de gasolina que pasa por esta línea de tubería.

Primero, podemos usar la Ecuación de Bernoulli:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + E_p = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + H$$

Para simplificar el problema, podemos suponer que no hay pérdida de fricción, como $H_f = 0$. Entonces no hay bombeo complicado, energía de bombeo $E_o = 0$. Esta es la ecuación dada:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

Punto 1

Es el punto de medida de presión en el tubo de 12 pulgadas, y el punto 2 es el punto de medida en el tubo de 6 pulgadas. La solución continúa por álgebra simple, resolviendo en el valor V_2 finalmente por el total de caudal Q .

Los términos que están adaptados de manera que los términos de presión y los términos de carga estática están en el lado izquierdo de la ecuación, y los términos de velocidad están en el lado derecho:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 - \frac{P_2}{\gamma} - Z_2 = \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g}$$

El término V_1 es reemplazado por esta equivalencia por la ecuación cuantitativa:*

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 - \frac{P_2}{\gamma} - Z_2 = \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2$$

$$*Q = V_1 A_1 = V_2 A_2$$

$$V_1 = V_2 \left(\frac{A_2}{A_1} \right)$$

$$V_1^2 = V_2^2 \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2$$

$$\frac{V_1^2}{2g} = \frac{V_2^2}{2g} \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2$$

Podemos simplificar mas los terminos en el lado derecho de la ecuacion:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 - \frac{P_2}{\gamma} - Z_2 = \left(\frac{V_2^2}{2g} \right) \left(1 - \frac{A_2^2}{A_1^2} \right)$$

.....y continua las relaciones de algebra; ambos lados de la ecuacion estan divididos por $1 - \frac{A_2^2}{A_1^2}$ y ambos lados estan multiplicados por $2g$:

$$2g \frac{\left(\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 - \frac{P_2}{\gamma} - Z_2 \right)}{\left(1 - \frac{A_2^2}{A_1^2} \right)} = V_2^2$$

Tomando la raiz cuadrada de ambos lados de la ecuacion podemos determinar la velocidad V_2 .

$$\frac{\left[2g \left(\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 - \frac{P_2}{\gamma} - Z_2 \right) \right]^{1/2}}{\left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right]^{1/2}} = V_2$$

Porque, en la regla que determina el caudal total Q , debemos multiplicar este por transversal del area A_2 , y asi llegaremos a la forma final de la ecuacion:

$$Q = V_2 A_2 = \frac{A_2 \left[2g \left(\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 - \frac{P_2}{\gamma} - Z_2 \right) \right]^{1/2}}{\left[1 - \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right]^{1/2}}$$

Ahora, todo lo que necesitamos hacer es sustituir los numeros actuales por los terminos algebraicos. Entonces el area de un circulo es $A = \frac{D^2}{4}$, encontramos que $A_1 = .785$ pie cuadrado a $A_2 = .196$ pie cuadrado.

Usando las medidas de presion de monometro podemos ademas sustituir figuras reales por la presion y terminos de carga estatica. P_1 en libras por pie cuadrado es igual a $20 \text{ psi} \times 144$ (pulgadas cuadradas por pie cuadrado). La densidad actual como γ es fundamental pero multiplicando la gravedad especifica de el fluido, $.82$, por la densidad de agua, que es 62.4 libras por pie cubico. La elevacion Z_1 lo tomaremos por ser

igual a 0, entonces esa puede tomarse arbitrariamente como la estructura de referencia o línea de dato. El tercer término, P_2/γ , es igual a 10×144 dividido por $.82 \times 62.4$. El cuarto término, Z_2 , es la elevación estática entre los dos grados de presión que es igual a 4 pies. La presión y los términos de carga estática trabajan fuera a 24.2 pies. Gravedad g al nivel del mar es de 32.2 pies. Substituyendo estos números hacia la forma final de la ecuación, lograremos llegar a una respuesta: 8.03 pie cúbico por segundo de gasolina son fluidos a través de el venturi.

UN PROBLEMA TIPICO DE BOMBEO:

Como otro ejemplo de el uso de la Ecuación de Bernoulli y la Ecuación cuantitativa, vamos a ver como acarrea un problema una bomba. En la figura 3, la bomba debe de producir 100 galones por minuto y salvar la fricción en el bombeo (incluyendo pérdidas de entrada, etc.) de 15 pies a esa capacidad. El problema es para determinar la carga total requerida por la bomba. La bomba toma succión en un tanque cerrado que esta vacío mas abajo de 28 pies de mercurio. La altura de agua en el tanque es de 3 pies sobre el peso, que es usado como el punto de referencia arbitrario por medidas de carga estática. El flujo - fluido de la bomba pasa a través de un tubo de 3 pulg. Leva el bombeo a través de un tubo de 2 pulgadas, y es descargado por una elevación de 10 pies sobre el piso.

Ahora permitamos intentar solucionar este problema para aplicar la Ecuación de Bernoulli. El primer paso es como volver la ecuación a todos los términos excepto la energía de bombeo E_p en el lado adecuado tamaño disponible.

$$E_p = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + Z_2 - Z_1 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + H_f$$

Sustituyendo en esta ecuación, P_2/γ es igual a presión atmosférica, P_2/γ puede estar convertido en 28 pulgadas de mercurio vacío pero multiplicando por la proporción de 34/30: que es, una columna de 34 pies de agua, que es igual a una atmosférica, es también equivalente a una columna de 30 pies de mercurio, dándonos la proporción de 34/30. La elevación estática Z_2 esta dando como 10 pies, Z_1 como 3 pies.

La carga de velocidad deber ser determinada para encontrar primero la velocidad de el fluido en el tubo de 2 pulgadas. Esto podra estar trabajada por fuera usando la Ecuación cuantitativa, pero es mas facilmente encontrar la relación a la fricción de flujo Tablas publicadas en el Instituto Hidraulico Standard, donde la velocidad, pérdida de fricción, etc. habra tenido el trabajo en aumento por materiales de tubería

comun. En estas tablas , vemos que la velocidad de 100 gpm. en tubo de acero a 2 pulgadas es 9.5 pies por segundo. Este valor es sustituido por V^2 y 32.2, es sustituido por g . El termino $V^1/2g$ es igual a 0, entonces el fluido en la camara de succion en marcha con una velocidad tan baja que puede ser ignorada.

Finalmente, la perdida de friccion en el sistema entre la camara de succion y la descarga deberan dar en el problema como sera igual a 15 pies. Anadiendo estos numeros resultantes algebraicamente un una respuesta de 55 pies. Que es, una bomba debe ser seleccionada para que la carga total desarrollada, sera igual a 55 pies.

PERDIDA DE FRICCION DESISIVA:

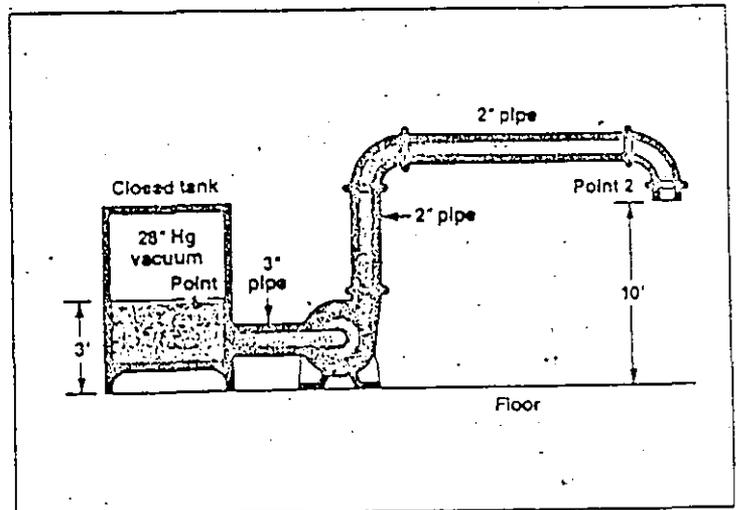


Figure 3—Pumping problem.

En el problema juesto completo, nosotros debemos dar la informacion, que la perdida de friccion en el sistema de tuberia sera de 15 pies. Por consiguiente, la determinacion de perdida de friccion es un sistema de tuberia es muy frecuente la parte mas significante de el problema. En la proxima salida veremos como se hace esto.

HIDRAULICAS BASICAS:

Como analizar el flujo-fluido, y resolver los problemas de bombeo

Para el sistema de bombeo de alguna clase puede ser inutil si la perdida de friccion a traves del tubo no esta adecuadamente determinado para el flujo que fue requerido ultimamente. En anadidura, el tamaño propio de la bomba tiene que ser seleccionada y equipada por los requerimientos del sistema. En la salida pasada nosotros analizamos las dos ecuaciones basicas de flujo de fluido (La ecuacion y la ecuacion cuantitativa de Bernolli) dara perdida de friccion. Esta instalacion de bombeo en reposo explica como se determina la perdida de friccion en un sistema de tuberia.

La determinacion de perdida de friccion en un sistema de tuberia es muy a menudo la parte mas importante de un flujo de fluido. La perdida puede ser causada por algun numero de factor, en la minima de que es la friccion en la tuberia perfectamente recta. Esto es mas importante donde hay lineas extensas de tal tubo envuelto. Cambia en la velocidad de fluido tambien causa perdida, si el cambio es en reduccion en velocidad como el fluido ira en un diametro de tubo mas pequeno a un diametro largo, o al contrario, es aumentar en velocidad por un diametro de tubo largo a uno pequeno.

En tales instalaciones como codos, tees, y otras curvas tambien causa perdida en el sistema de bombeo, mientras que las vaulvas controlan a otro factor muy importante. El Intituto Hidraulico presenta perdida de friccion, en tipos comunes de material de tuberia, estan basadas en la formula Darcy Weisbach. $H_f = f \frac{l}{d} \frac{V^2}{2g}$ Que es la perdida de friccion H_f es

igual a el factor f de tiempo empirico, la longitud de tubo l dividido por el diametro de tubo d , la carga de velocidad de tiempo el factor $\frac{V^2}{2g}$

$$\frac{V^2}{2g}$$

En adicion a la tuberia de friccion las normales de el Intituto Hidraulico tambien incluye tablas practicas para determinar coeficientes, resistencias para todos los tipos de vaulvas apropiadas. Estas estan basadas en la formula $H_f = K \frac{V^2}{2g}$ que es la perdida de friccion H_f es igual al coeficiente K tiempo, la vaulva es carga de velocidad .

Las tablas proporcionan el coeficiente K , que es ademas sustituido en esta formula.

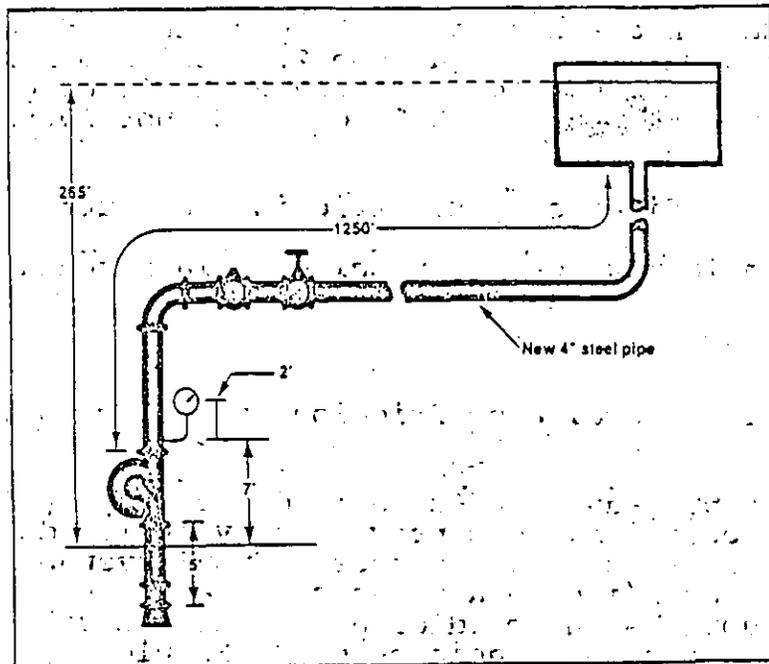


Figure 1—Pipe friction problem.

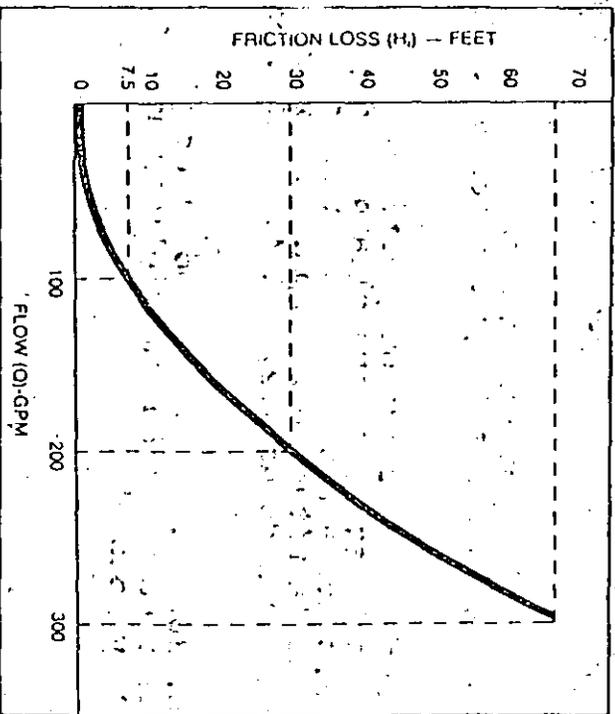


Figure 2—Friction loss.

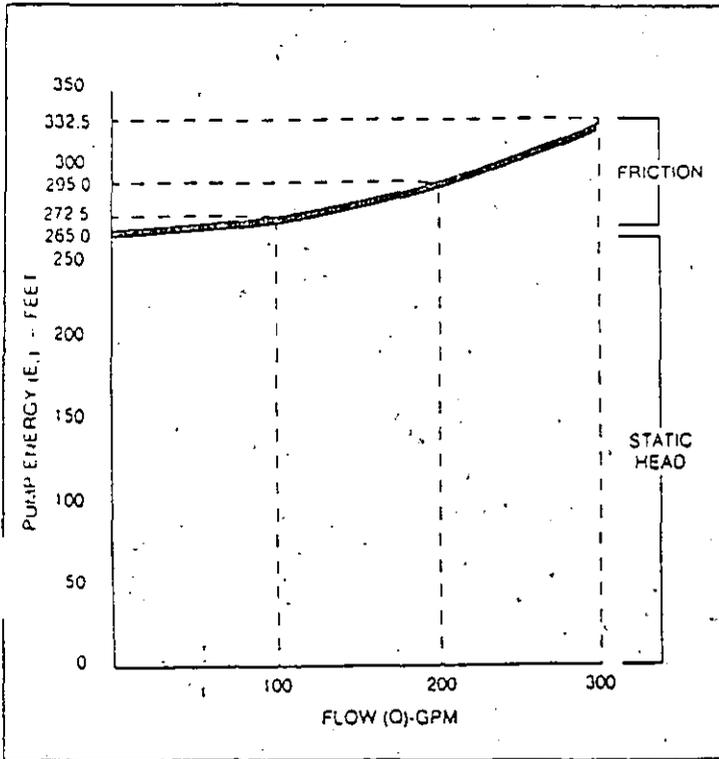


Figure 3—System curve.

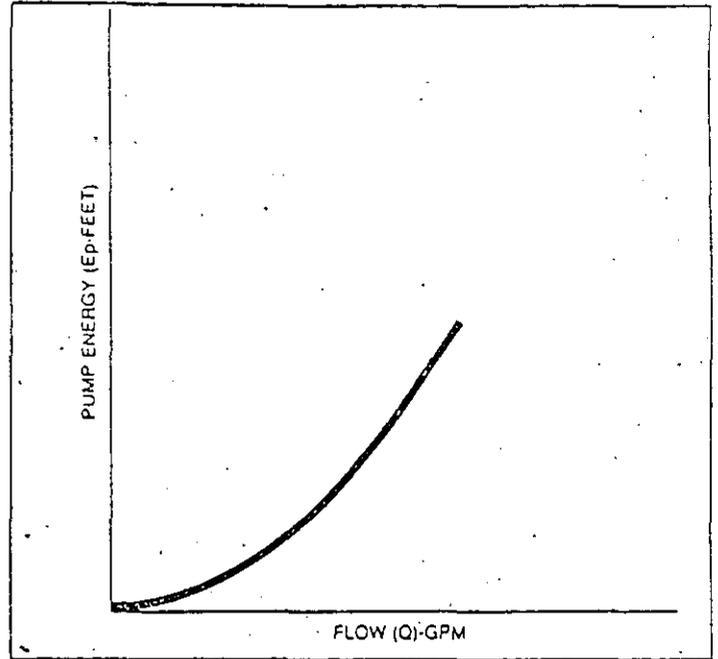


Figure 4—Typical system curve for sprinkler system (all friction).

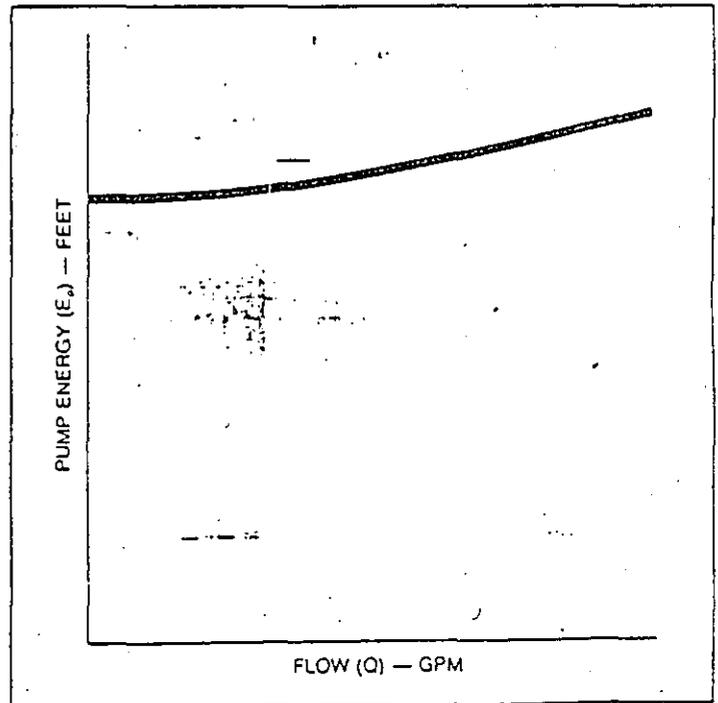


Figure 5—System curve for boiler feed (mostly pressure difference).

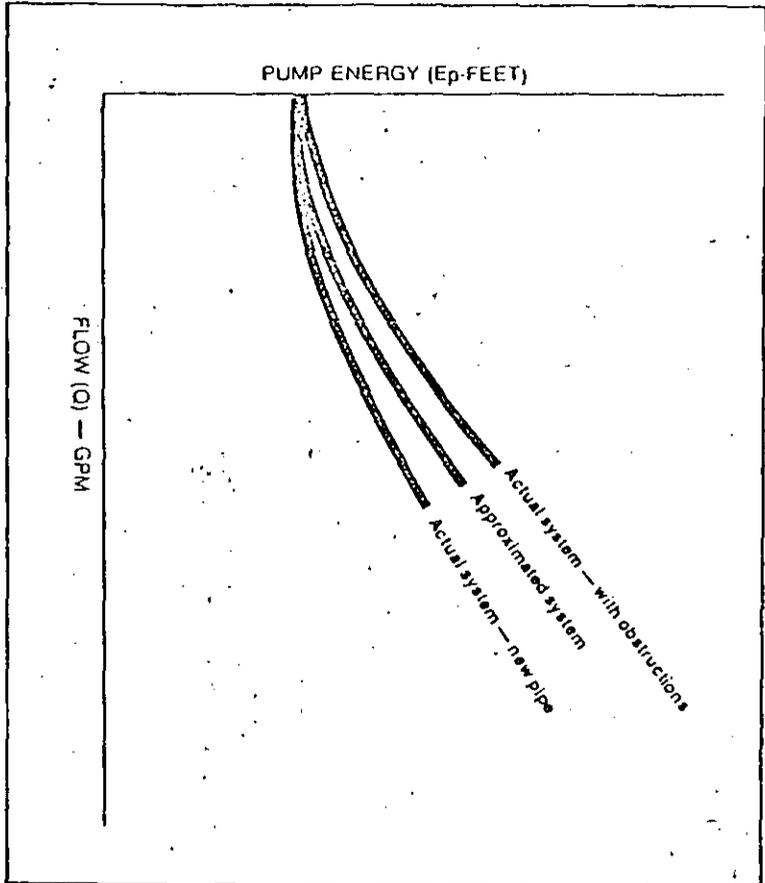


Figure 6—System curve distortions.

El sistema de carga para tal curva de instalacion la veriamos igual a la figura 4.

El otro extremo es el sistema de curva por un sistema de deposito de caldera. En este caso, la presion de la caldera es el factor predominante a ser rendir por la bomba. Los efectos de perdida de friccion y cambio en elevacion estatica son usualmente menor, y consecuentemente la curva del sistema de carga para un deposito de caldera la aplicacion es practicamente una linea horizontal directa, como presenta en la figura 5.

La curva del sistema de carga mas tipica, sin embargo, es igual a la primera que trabajamos fuera en la figura 2, una combinacion de elevacion estatica o presion diferencial y perdidas de friccion en el sistema. Esta podria tambien ser notada en un tiempo en el sistema de carga la curva puede ser trabajada fuera de muchos sistemas, esta exactitud no puede siempre ser precisa. Las deformaciones hacen alterar la curva real de el sistema de carga en muchos caminos.

El ingeniero puede calcular las perdidas de friccion en el sistema y llega a una curva aproximada. Sin embargo, estas pueden tener indeterminados obstaculos en el sistema el que no tendra que tomar en consideracion. Por ejemplo, la entrada de la valvula puede estar particularmente cerrada, la succion de la valvula check puede estar obstruida, o pueden estar tensadas en la linea que estan obstruidas. El empaque entre las bridas no puede ser convenientemente corto. Porque hay una obstruccion debido al pequeno diametro interior de el empaque. Puede ser usado el peso extra en tuberia que tendra un diametro interior mas pequeno, resultando una mayor perdida en tuberia. La tuberia puede ser mas aproximada que anticipada.

Nuevamente, El Instituto Hidraulico envia las tablas relativamente limpias, simple tuberia de acero. La escala trazada, para proteger de manera especial contra la corrosion, o alguna otra variacion que se adhiera al aspero o reducir el diametro de tuberia, aumentara la friccion en el tubo y en el sistema. Asi despues el sistema de carga teorico la curva puede ser calculada como se presenta por la linea "aproxomada" en la figura 6, el sistema de carga real, la curva puede ser mas parecida a una etiqueta "obstruida".

En la otra da, el sistema real de carga, la curva puede estar mas abajo que calculada, debido al calculo moderado en la parte de el ingeniero. Por ejemplo, el puede tener calculado esas perdidas con escalas edificadas en tuberia vieja, cuando de hecho, el sistema se usa con tuberia nueva.

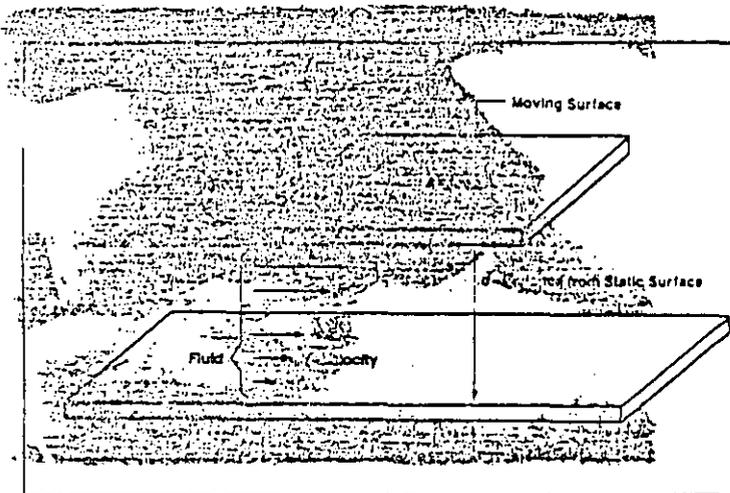


Figure 1—Viscosity.

Jack Doolin is Director of Technical Support for Worthington Pump Division in North America.

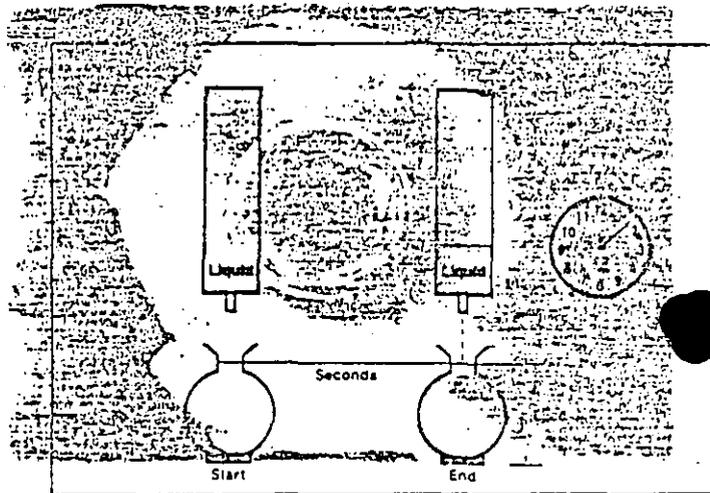


Figure 2—Saybolt viscometer.

HIDRAULICAS BASICAS:

Las características de líquidos

En la salida pasada analizamos las formas de energía en líquidos, mirando como en la ecuación y la ecuación cuantitativa de Bernoulli, pueden ser usados para analizar problemas asociados con el sistema de bombeo. Hasta aquí, hemos trabajado solamente con agua, un fluido que es relativamente simple en estas características. Sin embargo, muchas generalmente toman fluidos que tiene propiedades o características. Sin embargo, muchas generalmente toman fluidos que tienen propiedades o características que son marcadamente diferentes de agua y que puede tener un efecto significativo en un sistema de bombeo. El agua, también, tendrá diferente característica inferior en condiciones seguras. Algunas de las características más significativas de un fluido son la viscosidad, gravedad específica, presión de vapor, sólidos puestos, gas puesto y propiedades corrosivas.

VISCOSIDAD:

Viscosidad es la propiedad de un fluido que lo causa para ofrecer resistencia para cortar la tensión que esta causada por flujo de fluido, primeramente en el área de la tubería en la pared. Esta ilustrada en la fig. 1, que representa la velocidad de un fluido relativo fluyendo a una línea de superficie estática. En la línea de superficie estática o pared, la velocidad de fluido es cero. Como la distancia aumenta por la superficie estática, la velocidad de el fluido aumenta. Estos cambios toman lugar solamente cuando una fuerza es ejercida en el fluido obligándolo a fluir con una velocidad.

La fuerza es usualmente una función de la velocidad en declive. V/d : que es la velocidad máxima de corte el ritmo de velocidad, V . dividido por la distancia de la superficie estática, d . Viscosidad absoluta es el cociente de la tensión corta, o fuerza por área unitaria, dividido por la tensión corta:

$$\nu = \frac{F A}{V d}$$

VISCOSIDAD CINÉTICA

En más problemas de flujo fluido, ambos, la viscosidad y la densidad de el fluido esta considerado. Por esta razón en

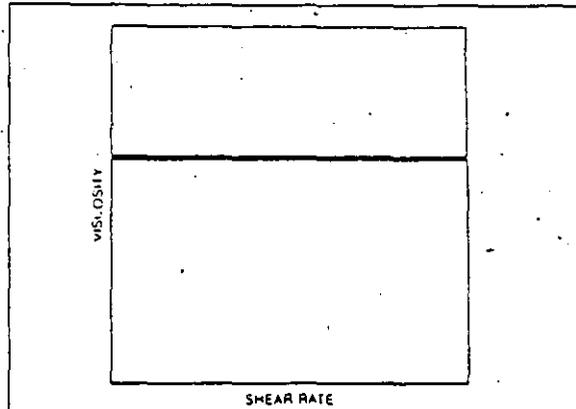


Figure 3—Newtonian Fluid.

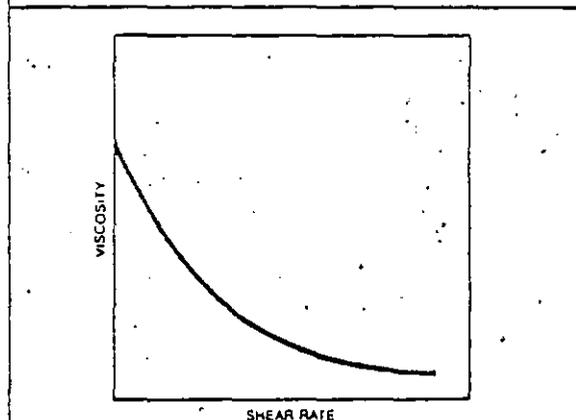


Figure 4—Thixotropic fluid.

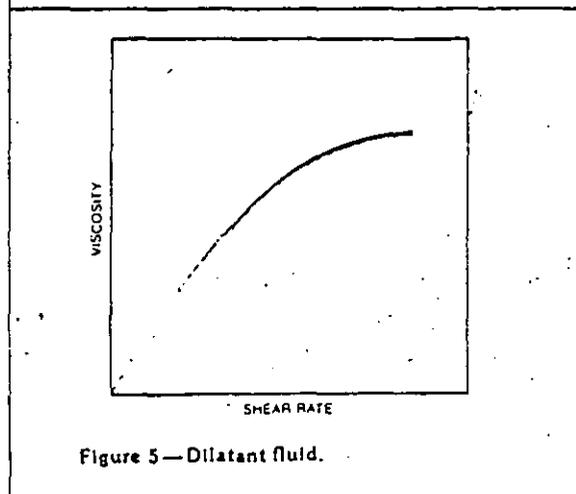


Figure 5—Dilatant fluid.

comun un cambio de viscosidad y densidad pero dividiendo uno por el otro. En cociente se conoce como la "viscosidad cinetica".

$$V = \frac{N}{P}$$

Una de las unidades mas comunes de medida de viscosidad cinetica es el segundo de Saybott. Esta envia a la longitud de tiempo, tomarlo para una medida cuantitativa de fluido a una temperatura especifica, en drenar por un recipiente con un orificio medido en el fondo, como se representa en al figura 2. El agua tiene una viscosidad de aproximadamente 31 Saybolt seconds universal (ssu) a 60°F. Por comparasion, baja lubricacion de aceites tendra una viscosidad de 100 o 200 SSU.

Mas aceites viscosos lubricandolo tiene viscosidades en el 200 de SSU, y extremadamente por ejemplo---tan alto como 1'000,000SSU.

Viscosidad cinematica es tambien expresado comunmente en unidades metricas como stokes o centistokes. Centistokes puede ser dividido de Sayvboldt seconds por la formula:

$$\text{Centistokes} = (.22 \times \text{SSU}) - (180/\text{SSU})$$

Por ejemplo, la viscosidad cinematica de agua es 31 SSU, o 1 centistoke:

$$\begin{aligned} (.22 \times 31) - (180/31) &= (6.82 - 5.81) \\ &= \text{approximately} \\ &1 \text{ centistoke} \end{aligned}$$

El sujeto de viscosidad es complicado mas adelante por el factor que la viscosidad de algun fluido no es constante en todas circunstancias. En un fluido ideal, la viscosidad permanece constante sin tener en cuenta la proporcion de corte, que es, si la viscosidad aumenta el declive, corta la fuerza necesariamente y provee esta velocidad inclementada, proporcionalmente aumenta para que el cociente de la fuerza corte y la velocidad del declive permanece constante, como se presenta en la figura 3. Esto es llamado un fluido Newtoniano.

El otro toma, la viscosidad de algunos fluidos disminuidos como la proporcion de corto incremento. Que es, cuando la viscosidad es aumentada, la fuerza necesaria que provee esa proporcion corta incrementando se pierde proporcionalmente en el aumento en proporcion corta. Si la viscosidad es medida

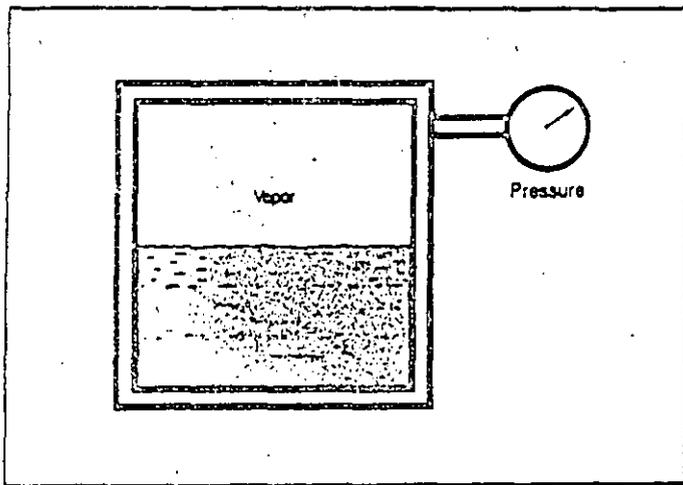


Figure 1 — Vapor pressure.

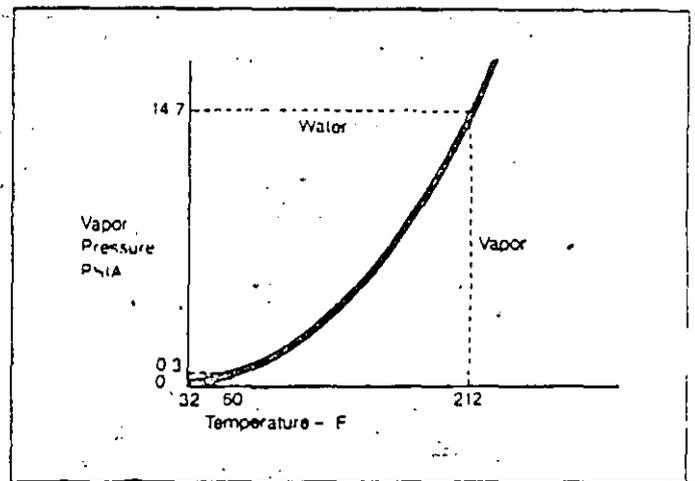


Figure 2 — Vapor pressure of water as a function of temperature.

Jack Doolin is Director of Technical Support for Worthington Pump Division in North America.

como varios cortes de proporcion, el resultado sera la característica de la curva de la figura 4. Asi un fluido se llamara thixotropico; pintada, engrasada, almidonar, melasas y alquitran son ejemplos de fluidos thixotropicos.

Si la velocidad de un fluido se incrementa con la proporcion de corte, como lo presenta en la figura 5, el fluido es llamado dilatante. Ejemplos de los fluidos son minerales lechosos y algunos compuestos dulces. Fluidos dilatantes son dificiles de bombear porque el incremento de velocidades incrementa las asociadas con la accion bombeando aumenta la viscosidad de el fluido y por eso estas resistencias estaran bombeadas.

En esta bomba de reposo hemos visto la viscosidad, tal vez la característica mas significativa de un fluido en terminos de estos efectos en un sistema de bombeo. En la proxima salida examinaremos otra característica influyente de fluidos.

En la vez pasada vimos la viscosidad, la propiedad de un fluido que lo causa para ofrecer resistencia en tension corta. Un numero de otras propiedades o características de fluidos comunmente tomado, puede tambien tener efectos significante que son mas considerados en conexion con un sistema de bombeo.

GRAVEDAD ESPECIFICA

Gravedad especifica es una medida relativa densos del fluido comparado como con agua. La gravedad especifica de agua a 60°F. en 1.0. Si la densidad de fluido es mayor que agua, esta gravedad especifica sera mayor que 1. Por ejemplo, sal concentrada de salmuera puede tener una gravedad especifica de 1.2, que esta medida de densidad es 20% mayor que el agua. Otro ejemplo, es acido sulfurico, que puede tener un perdida de gravedad especifica de 1. Tiene gasolina una gravedad especifica de 0.72, Kerosone 0.80, y aceite lubricado 0.90.

PRESION DE VAPOR:

El mejor camino a entender la presion de vapor es tambien considerada en envase que esta completamente cerrado y medio lleno con liquido (fig.1.). Si la otra mitad de el envase es completamente evacuado de aire, una porsion de liquido se vaporizara y llena la mitad superior de el envase, por definicion, que la presion es igual a la temperatura liquida. La presion de vapor es medida en libras por pulgada cuadrada absoluta (psia) y es generalmente una funcion de temperatura de el liquido. La curva que se presenta en la figura 2. es un plano de la presion de vapor de agua como una funcion de temperatura. A 60°F, la presion de vapor de agua es aproximadamente 0.3psia. Como agua, 212°F, la presion de vapor es igual a presion atmosferica, 14.7 psia. Otros liquidos tienen

características de presión de vapor diferente de agua. La tabla en la figura 3 presenta la presión de vapor de una variedad de líquidos a 60°F.

Vapor Pressure at 60° F in psi absolute	
ammonia	110
propane	105
butane	26
pentane	7
kerosene	3
water	0.3

Figure 3 — Vapor pressures of common fluids to 60° F.

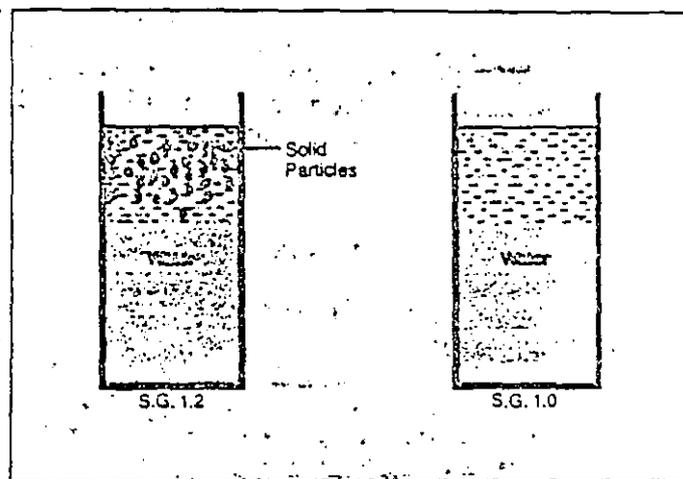


Figure 4 — Effect of entrained solids.

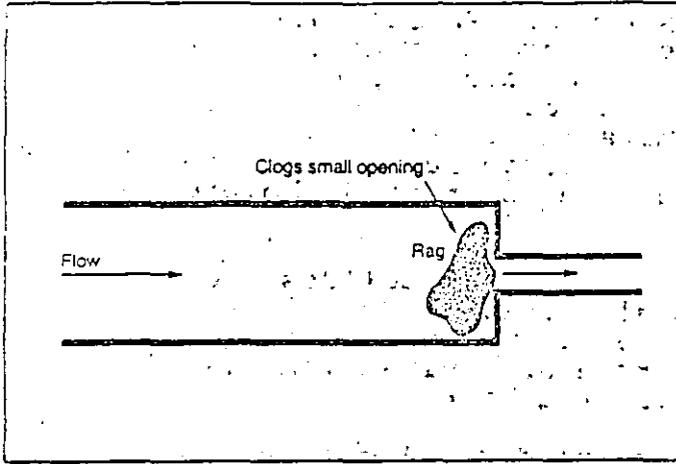


Figure 5 — Effect of stringy material.

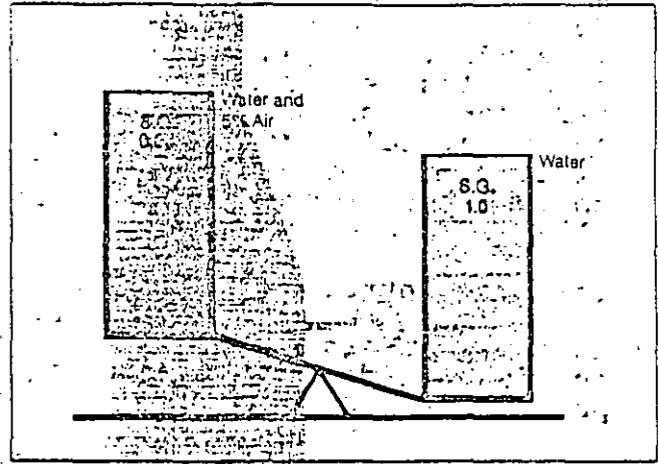
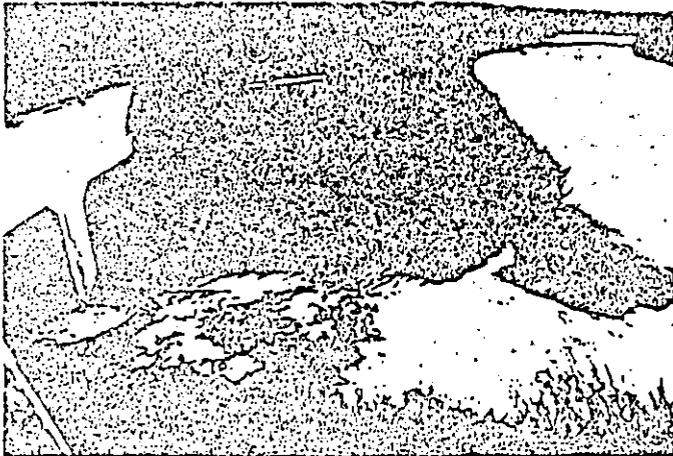
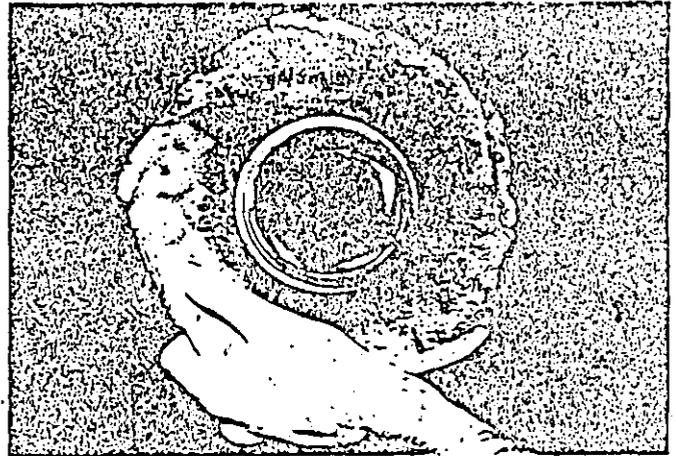


Figure 6 — Effect of entrained air.



City river water has little effect on normal pumping characteristics unless the percentage of solids is high.



Proper materials selection is essential when corrosive fluids are to be handled.

SOLIDOS RETENIDOS:

Algun otro factor que influencia las características de líquidos es el alcance y tipo de sólidos tomados en los líquidos manejados. Un ejemplo simple, es ríos sucios de agua. En este caso, los sólidos en el agua tiene un efecto negligente en características de bombeo normal. En muchos casos, sin embargo lo natural y concentración de materiales retenidos en el líquido, puede tener un efecto substancial en el líquido características y por consiguiente en el sistema de bombeo y la aplicación de bombas.

Como concentraciones de incremento sólidos, los sólidos pueden afectar otras características de el líquido. Por ejemplo la gravedad específica puede cambiar. Si el porcentaje cargado de sólidos por el líquido es regular equitativamente, puede elevarse tan alta como 1.2 o 1.3, figura 4.

En concentraciones pesadas, mezclas de sólidos y líquidos son llamados "lechosos": Los lechosos no solamente tienen elevadas gravedades específicas, pero la viscosidad de el fluido puede ser considerablemente incrementado a causa de los contenidos sólidos.

El tamaño y tipo de sólidos llevado en el líquido puede ser también importante en un caso extremoso, los sólidos fibrosos como girones tendrá un efecto pequeño en viscosidad o gravedad específica y un equeno efecto abrasivo. Sin embargo, obstruyendo su acción podría traerla en todo el sistema a una pausa, como actúa en la figura 5.

Muchísimos líquidos llevan pequeñas cantidades de aire u otros gases completamente disueltos en el líquido. Este tiene efectos pequeños en el flujo de fluido o demanda en el bombeo. En algunos procesos y en algunas instalaciones, sin embargo, las medidas más significantes de aire o gas son introducidas en el líquido, intencionalmente por torbellinos o escapes de aire en la parte de succión de la bomba.

El efecto de aire o gas entrando en el líquido tendrá significado cuando el gas se excede alrededor de el 1% de el volumen de la mezcla.

El efecto primario de entrada de gas es el camino de gravedad específica de el líquido. Por ejemplo, si el agua, con una gravedad específica de 1, tendrá entrada en un 5% de aire con una misma gravedad específica baja, el resultado es una mezcla de aire y agua con una gravedad específica alrededor de 0.95 figura 6. (algun otro artículo en esta ilustración, "Bombas centrifugas y problemas de entrada de aire" entrara en mas detalles en este problema comun de sistema de bombeo.

PROPIEDADES CORROCIVAS:

El corrosivo natural de liquidos es altlamente de importante consideracion. Las características de corrosion generalmente tienen efectos pequenos en flujo de fluido o las Hidraulicas asociadas con bombeo. Sin embargo, ellas pueden tener un efecto severo en la logevidad de el sistema ---abreviandolo drasticamente en algunos caso. Cuando fluidos corrosivos van a ser tomados, con extrema cautela deben ser dadas en la seleccion de materiales propios de construccion.



**DIRECTORIO DE ALUMNOS DEL CURSO
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y DE GAS PARA EDIFICIOS
DEL 15 AL 30 DE JUNIO DE 1992.**

- 1.- ABAD CARMONA FRANCISCO
PROYECTISTA
GRUPO EDITORIAL ULTRAMAR S.A. DE C.V.
CARPIO 205-B, COL. STA. MA. LA RIVERA, C.P. 06400
TEL. 547 15 12 DFNA., 91 590 1 03 22 DOM.
- 2.- ALVARADO MARTINEZ GERARDO
INSURGENTES SUR 1510-401, COL. CREDITO CONSTRUCTOR
DELEG. B. JUAREZ, TEL. 534 88 23 DFNA., 568 86 51 DOM.
- 3.- ARIAS PEREZ JOSE ANTONIO
AUXILIAR DE JEFE DE UNIDAD
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA
VIADUCTO MIGUEL ALEMAN No. 507, COL. GRANJAS MEXICO
DELEG. IZTACALCO, C.P. 08400
TEL. 650 18 41 DFNA., 756 35 45 DOM.
- 4.- BECERRIL PEREZ JOSE ALBERTO
PROFESIONAL ESPECIALIZADO
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
AV. COYDACAN No. 1895, COL. ACACIAS, DELEG. B. JUAREZ
TEL. 534 99 45 DFNA., 780 13 71 DOM.
- 5.- CANCINO GONZALEZ J. LUIS
SUPERVISOR DE PROYECTOS
D.G.C.D.H.
AV. MIGUEL ALEMAN 507, COL. GRANJAS MEXICO
TEL. 657 74 55 DFNA., 391 36 72 DOM.
- 6.- CARDENAS CONTRERAS ALBERTO
SUPERVISOR DE PROYECTOS ELECTROMECHANICOS
VIADUCTO M. ALEMAN No. 507, COL. GRANJAS MEXICO, DELEG.
IZTACALCO, C.P. 08400, TEL. 650 38 64 DFNA., 538 99 09 DOM.
- 7.- CARRASCO RAMIREZ ARTURO
PROYECTISTA
ICA, INGENIERIA
CALZ. LEGARIA 252, COL. PENSIL, DELEG. M. HIDALGO,
C.P. 11430, TEL. 399 69 22 EXT. 6317 DFNA., 691 14 58 DOM.
- 8.- CRUZ SANCHEZ FLAVIO
SUBPRESIDENTE DE CONSERVACION
D.G.C.D.H., D.D.F.
CARR. IXTLAHUACA JIQUIPILCO KM 2.5, C.P. 50700
- 9.- DIONICIO LEON MARGARITO
PROYECTISTA
TECNOLOGIA APLICADA S.A. DE C.V.
PLAYA REGATAS No. 501, COL. MILITAR MARTE, DELEG. IZTACALCO
C.P. 08830, TEL. 579 43 70 DFNA., 70226 32 DOM.

- 10.- ESTRADA LUNA JOSE LUIS
JEFE DE SECCION
DIREC. GRAL. DE AERONAUTICA CIVIL
PROVIDENCIA 807, 3er. PISO, COL. DEL VALLE, DELEG. B.
JUAREZ, C.P. 03100, TEL. 523 46 51 DFNA., 539 75 92 DOM.
- 11.- FARFAN GUTIERREZ SERGIO ALVARO
RESIDENTE DE MANTENIMIENTO DE EDIF.
SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO
DELICIAS No. 67, COL. CENTRO, TEL. 709 11 33 EXT. 4117 DFNA.
- 12.- FLORES MENDOZA JOSE
JEFE DE OFICINA
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA
CALLE VIADUCTO PIEDAD No. 507, COL. GRANJAS MEXICO,
DELEG. IZTACALCO, C.P. 08400
TEL. 657 74 55 EXT. 238 DFNA., 767 33 15 DOM.
- 13.- GALAN GARCIA ALFONSO
ENCARGADO DE LA OFICINA DE INGENIERIA CIVIL.
PROVIDENCIA 807, 3er. PISO, COL. DEL VALLE, DELEG. B.
JUAREZ, C.P. 03100, TEL. 523 46 51 DFNA., 537 27 43 DOM.
- 14.- GALLEGOS SILVA JESUS
SECRETARIO ACADEMICO AUXILIAR DE LA DIVISION
DIVISION DE INGENIERIA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM, CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F.
TEL. 622 80 06 DFNA., 554 56 25 DOM.
- 15.- GARCIA SANCHEZ JOSE LUIS
- 16.- IZQUIERDO ALAMILLA JOSE LUIS
JEFE DE OFICINA
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA
VIADUCTO PIEDAD No. 507, COL. GRANJAS MEXICO, DELEG.
IZTACALCO, C.P. 8400, TEL. 650 18 41 DFNA., 650 18 41 DOM.
- 17.- JIMENEZ SANDOVAL JOSE MANUEL
SUPERINTENDENTE DE PROYECTOS
GRUPO EDITORIAL ULTRAMAR
CARRIO 205-B, COL. STA. MA. LA RIVERA, C.P. 06400
TEL. 547 15 12 DFNA., 91 590 103 22 DOM.
- 18.- LOPEZ RODRIGUEZ LUIS RODOLFO
JEFE DE INSTALACIONES
SYSTEC, S.A. DE C.V.
RICARDO CASTRO No. 54, 6o PISO, COL. GUADALUPE INN
DEL A. OBREGON, TEL. 548 78 37, 548 79 77 y 521 57 54 DFNA.
- 19.- MARELES SANDOVAL MARIANO
SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO
S.C.T.
AV. COYDACAN 1895, COL. ACACIAS, DELEG. B. JUAREZ
TEL. 534 99 45 DFNA., 846 04 21 DOM.

- 20.- MARTINEZ CORDOVA PAULO ALEJANDRO
JEFE DE OFICINA
D.G.C.D.H.
VIADUCTO 507, 3er PISO, COL. GRANJAS MEXICO, DELEG.
IZTACALCO, TEL. 650 38 64 OFNA., 764 08 20 DOM.
- 21.- MORALES PEREZ FLORIAN MANUEL
CULTIP, S.A. DE C.V.
CALLE PLATA 3504, VILLA SAN ALEJANDRO, FUEBLA
C.P. 72090, TEL. 48 18 59 OFNA., 49 44 60 DOM.
- 22.- MORALES SOLIS ALFREDO
ENCARGADO DIVISION DE PROYECTOS
CENTRAX
ACAPULCO 43, COL. ROMA, DELEG. CUAUHEMOC, C.P. 06700
TEL. 211 51 33 OFNA., 751 49 06 DOM.
- 23.- NAVARRO GONZALEZ EDGAR ANTONIO
DIRECTOR DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DE AGUA Y SANEAMIENTO
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
FELIX GUZMAN No. 10, ESQ. CON JOSELILLO, COL. PARQUE
NAUCALPAN, TEL. 358 68 68 EXT. 155 OFNA., 358 27 03 DOM.
- 24.- PAREDES CAMACHO VICTOR
RESIDENTE DE LA D.G.C.D.H.
D.G.C.D.H.
VIADUCTO MIGUEL ALEMAN 507, COL. GRANJAS MEXICO, DELEG.
IZTACALCO, C.P. 08400, TEL. 675 57 68 DOM.
- 25.- RIVERA LANDA LUIS ROBERTO
GERENTE GENERAL
TECNOLOGIA APLICADA S.A. DE C.V.
PLAYA REGATAS 501, COL. MILITAR MARTE, DELEG. IZTACALCO
C.P. 08830, TEL. 579 43 70 OFNA., 604 07 75 DOM.
- 26.- ROJO VILLANUEVA MIGUEL ANGEL
ING. CIVIL
D.G.C.D.H. DEL D.D.F.
VIADUCTO MIGUEL ALEMAN 507, COL. GRANJAS MEXICO, DELEG.
IZTACALCO, C.P. 08400, TEL. 760 31 14 DOM.
- 27.- SAUCEDO URBINA HECTOR JUAN
SPE. DE INSTALACIONES MECANICAS
GRUPO EDITORIAL ULTRAMAR S.A. DE C.V.
CARPIO 205 B, COL. STA. MA. LA RIVERA, C.P. 06400
TEL. 547 15 12 OFNA., 91 590 103 22 DOM.
- 28.- SEPULVEDA GADNA RUBEN
SUPERVISOR DE INMUEBLES
COORDINACION DE ING. SANITARIA
JOSE ANTONIO TORRES 601- P.B., COL. ASTURIAS, DELEG.
CUAUHEMOC, TEL. 740 32 58 (9:30 A 10:30 A.M.) OFNA.

- 29.- SERRANO MONTES DE OCA SERGIO
SUPERVISOR DE PROYECTOS
COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO
FELIX GUZMAN ESQ. CON JOSELILLO, COL. DEL PARQUE
NAUCALPAN, EDO. DE MEXICO, TEL. 358 69 55 EXT 129, y
358 68 99 EXT. 148 OFNA., 568 91 98 DOM.
- 30.- VAZQUEZ ELIZALDE AUSENCIO
GENTE INSTALACIONES
AVE INSTALACIONES Y CONSTRUCCIONES S.A. DE C.V.
GUERRERO No. 26 A, COL. DEL CARMEN COYDACAN
TEL. 658 06 66 OFNA., 658 61 47 DOM.
- 31.- VEGA ALCANTARA ANTONIO
TECNICO MEDIO
S.C.T.
AV. COYDACAN No. 1895, COL. ACACIAS, DELEG. B. JUAREZ
TEL. 524 92 65 OFNA., 745 03 93 DOM.
- 32.- VELAZQUEZ SALAS PEDRO
EMPLEADO EVENTUAL
DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA
VIADUCTO MIGUEL ALEMAN No. 507, COL. GRANJAS MEXICO
C.P. 08400, TEL. 657 54 55 EXT. 238 OFNA.
- 33.- ZENTEND MONROY JORGE
ARO. PROYECTISTA Y SUPERVISOR
AV. AGUILÉS SERDAN 105, COL TACUBA, DELEG. M. HIDALGO
C.P. 11410, TEL. 527 94 74 OFNA.