



## CONTENIDO

PRESENTACIÓN .....	5
CAPÍTULO 1 .....	6
OBJETIVO, CAMPO DE APLICACIÓN Y REFERENCIAS .....	6
1.1. Introducción.....	6
1.2. Objetivo .....	6
1.3. Campo de aplicación.....	6
1.4. Referencias .....	6
CAPÍTULO 2 .....	8
INSTALACIONES HIDRÁULICAS .....	8
2.1. Abastecimiento de agua potable.....	8
2.2. Almacenamiento de agua potable .....	9
2.3. Instalaciones internas de distribución de agua fría.....	11
2.4. Instalaciones internas de distribución de agua caliente.....	18
2.5. Instalaciones externas de agua caliente.....	20
CAPÍTULO 3 .....	21
INSTALACIONES SANITARIAS .....	21
3.1. Redes interiores de desagüe de aguas negras y aguas grises.....	21
3.2. Redes exteriores de desagüe de aguas negras y aguas grises.....	24
3.3. Sistema de ventilación.....	26
3.4. Sistema de eliminación de aguas pluviales.....	29
CAPÍTULO 4 .....	36
INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO .....	36
4.1. Elementos fundamentales del fuego .....	36
4.2. Clasificación de incendios.....	36
4.3. Sustancias empleadas para la extinción del fuego.....	37
4.4. Clasificación de equipos contra incendio.....	38
4.5. Clasificación de riesgos para incendio en inmuebles .....	39



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

4.6.	Características en almacenes.....	40
4.7.	Selección del sistema.....	41
4.8.	Selección del sistema de equipos.....	41
4.9.	Extintores.....	41
4.10.	Sistema de hidrantes.....	42
4.11.	Tomas siamesas.....	46
4.12.	Capacidad de almacenamiento para hidrantes y tomas siamesas.....	47
4.13.	Sistema de protección con rociadores de agua.....	47
4.14.	Cargas mínimas y máximas de trabajo de los rociadores.....	48
4.15.	Diámetro mínimo.....	49
4.16.	Densidad de precipitación.....	49
4.17.	Gastos por rociador.....	49
4.18.	Cálculos de la red.....	50
4.19.	Almacenamiento de agua requerido para sistema de rociadores.....	50
4.20.	Sistemas de bióxido de carbono.....	51
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>		<b>54</b>
<b>SISTEMAS DE RIEGO .....</b>		<b>54</b>
5.1.	Dotación de agua para riego.....	54
5.2.	Tipo de riego.....	54
5.3.	Tubería y accesorios.....	55
5.4.	Gasto.....	56
5.5.	Carga de trabajo.....	56
5.6.	Máxima pérdida de carga por fricción.....	56
5.7.	Volumen requerido para riego.....	57
5.8.	Controles.....	57
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>		<b>58</b>
<b>6. GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR.....</b>		<b>58</b>
6.1.	Generación y distribución de vapor.....	58
6.2.	Válvulas reductoras de presión.....	60
6.3.	Trampas de vapor.....	61



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

6.4.	Consumo horario de vapor y selección de los generadores de vapor.....	62
6.5.	Retorno de condensados.....	62
6.6.	Aislamiento térmico.....	63
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>		<b>65</b>
<b>SISTEMAS DE BOMBEO .....</b>		<b>65</b>
7.1.	Carga dinámica total o carga total de bombeo.....	65
7.2.	Sistemas de bombeo a presión para distribución de agua potable.....	66
7.3.	Equipos hidroneumáticos.....	66
7.4.	Equipos de bombeo con variador de frecuencia.....	68
7.5.	Sistemas a presión o sistemas de bombeo directo a la red.....	69
7.6.	Equipos de bombeo para protección contra incendio.....	69
7.7.	Equipo de bombeo de aguas residuales.....	70
7.8.	Equipo de bombeo de aguas pluviales.....	70
7.9.	Equipo de bombeo para albercas.....	71
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>		<b>72</b>
<b>AGUA TRATADA .....</b>		<b>72</b>
8.1.	Tratamiento de aguas residuales.....	72
8.2.	Tipos de tratamiento de aguas residuales.....	72
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>		<b>77</b>
<b>MÉTODOS DE INSTALACIÓN .....</b>		<b>77</b>
9.1.	Instalaciones hidráulicas.....	77
9.2.	Instalaciones sanitarias.....	81
9.3.	Instalaciones de protección contra incendio.....	84
9.4.	Instalaciones especiales.....	85
9.5.	Sistemas de bombeo.....	86
9.6.	Colores de tuberías.....	86
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>		<b>87</b>
<b>ESPECIFICACIONES GENERALES.....</b>		<b>87</b>
10.1.	Soportería.....	87



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

10.2.	Instalaciones en redes interiores .....	87
10.3.	Instalaciones en redes exteriores .....	90
10.4.	Sistema de protección contra incendio .....	90
10.5.	Instalaciones de vapor .....	91
10.6.	Equipos de bombeo .....	92
ANEXO No. 1 .....		93
FORMULARIO Y EQUIVALENCIAS .....		93



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

### PRESENTACIÓN

En virtud de los cambios que ha venido presentando el marco normativo aplicable, así como el continuo avance tecnológico y la cada vez mayor importancia que reviste el uso racional del agua, se juzgó necesario actualizar las Disposiciones en Materia de Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y de Protección Contra Incendio.

Para llevar a cabo dicha actualización se conformó un grupo de trabajo con personal de las diferentes áreas operativas de la Dirección General de Obras y Conservación, iniciando las mesas de revisión en marzo de 2015 y concluyendo en agosto del mismo año.

En ese sentido, se hace patente el reconocimiento al personal que llevó a cabo la actualización de las presentes Disposiciones, por su decidida participación y valioso aporte de conocimientos y experiencia. Grupo que estuvo conformado por los siguientes profesionales:

Dirección de Construcción	Ing. Juan Franco Flores
Dirección de Conservación	Ing. Gabriel Martínez Muñoz
Dirección de Obras Externas	Ing. Justo López Reyes
Dirección de Proyectos	Ing. Martín Frutis Godínez
Dirección de Planeación y Evaluación de Obras	Ing. Patricia González Ochoa Arq. Juan Carlos Luna Campos

Finalmente, y entendiendo que todo proceso es perfectible, se agradecerán los comentarios y observaciones que se tengan a bien hacer al presente documento, mismos que se solicita hacer llegar al correo electrónico: [comentarios\\_dgoc@acero.obras.unam.mx](mailto:comentarios_dgoc@acero.obras.unam.mx).

Ciudad Universitaria a 25 de septiembre de 2015

## CAPÍTULO 1

### OBJETIVO, CAMPO DE APLICACIÓN Y REFERENCIAS

#### 1.1. Introducción

Teniendo en cuenta los avances tecnológicos en la materia, así como las modificaciones al marco normativo que se han venido presentado desde la anterior emisión de estas Disposiciones, la Dirección General de Obras y Conservación de la UNAM ha llevado a cabo la actualización de las Disposiciones en Materia de Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y de Protección Contra Incendio, con un decidido énfasis en el ahorro y el uso racional del agua.

#### 1.2. Objetivo

Proporcionar a los proyectistas de instalaciones hidráulicas, sanitarias y de los sistemas de protección contra Incendio, los criterios, requisitos y procedimientos que deben cumplirse para su planeación y diseño; teniendo como premisa el ahorro y uso adecuado del agua, así como la seguridad de las personas y bienes.

#### 1.3. Campo de aplicación

La correcta y adecuada utilización de los ordenamientos de estas Disposiciones, son de aplicación obligatoria en el diseño de las Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y de Protección Contra incendio de la UNAM tanto para inmuebles nuevos, como para ampliaciones, remodelaciones y rehabilitaciones de las instalaciones existentes.

#### 1.4. Referencias

Para la correcta elaboración de los Proyectos de las Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y de Protección Contra Incendio de los diferentes inmuebles de la UNAM, es necesario consultar las siguientes Normas y Reglamentos:

NOM-001-CONAGUA-2011	Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario - Hermeticidad - Especificaciones y métodos de prueba
NOM-006-CONAGUA-1997	Fosas sépticas prefabricadas - Especificaciones y métodos de prueba
NOM-001-SEMARNAT-1996	Descarga a bien nacional, cuerpos receptores: Ríos, mares, lagos y cuerpos tipo A, B, C
NOM-003-SEMARNAT-1997	Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público
NOM-004-SEMARNAT-2002	Tratamiento de lodos y biosólidos para reutilizar como abono, mejorador de suelo o fertilizante agrícola



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

NOM-020-STPS-2011                      Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento - Condiciones de Seguridad

Normas de Diseño del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Reglamento de construcciones para el Distrito Federal y las Normas técnicas complementarias para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones Hidráulicas.

Manual de instalaciones Hidráulicas, Sanitarias, Aire, Gas y Vapor.  
Ing. Sergio Zepeda C., Edt. LIMUSA, Noriega Editores, ISBN 968-18-5574-4 2001

NFPA 14 2013                              Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems

Flow of fluids through valves, fittings, and pipe.  
CRANE Co., Technical paper No. 410.

## CAPÍTULO 2

### INSTALACIONES HIDRÁULICAS

Las instalaciones hidráulicas están conformadas por una serie de elementos como tuberías, válvulas, accesorios y equipos, cuyo objetivo es distribuir agua en cantidad y presión adecuadas a cada uno de los servicios de un inmueble.

#### 2.1. Abastecimiento de agua potable.

##### 2.1.1. Fuentes de abastecimiento

- a. De la red pública y/o de la red de Ciudad Universitaria.- Si la localidad cuenta con red de distribución de agua potable y esta es capaz de satisfacer la demanda, se debe abastecer de ella por medio de una toma domiciliaria.
- b. Cuando no existe red pública.- Si la localidad no cuenta con red de distribución de agua potable se debe estudiar y proponer una opción que garantice el abastecimiento oportuno y suficiente para el inmueble, al costo más económico y cumpliendo con las normas de calidad del agua potable.

##### 2.1.2. Consumo diario probable (dotación de agua).

- a. Se deben considerar las dotaciones de agua indicadas en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Dotaciones según diferentes tipos de edificios.

Tipo de Inmueble	Dotación
Docencia e Investigación	25 lt/alumno-persona/día
Oficinas	50 lt/persona/día
Museos y Centros de información	50 lt/persona/día
Prácticas deportivas (baños-vestidores)	150 lt/persona/día
Estacionamiento	8 lt/cajón/día
Protección contra incendio	5 lt/m <sup>2</sup> área construida <sup>(1)</sup>

No se permite el uso de agua potable para riego de áreas verdes. En este sentido todo proyecto para nuevas unidades o edificios, deberá privilegiar la plantación de especies endémicas y/o el uso de agua tratada para riego de jardines.

<sup>(1)</sup> Siempre y cuando se trate de edificaciones de hasta 4,000 m<sup>2</sup> de construcción. Para superficies mayores se debe consultar a la DGOC.

##### 2.1.3. Toma domiciliaria.



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- a. El tramo entre la red municipal de distribución y el medidor, incluyendo éste, constituye la toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable al inmueble y la instala el municipio y/o la DGOC.
- b. Cálculo de la toma domiciliaria. Para determinar los diámetros se debe tomar en cuenta lo siguiente:
  - Presión mínima disponible de la red municipal en el punto de conexión.
  - Gasto a obtener de la red municipal.
  - Diferencia de nivel entre el punto de conexión a la red municipal y el punto donde descargará la toma.
  - Pérdidas por fricción y locales.

### 2.1.4. Línea de llenado a cisterna o tinacos.

- a. El tramo entre el medidor y la válvula de control para el llenado de la cisterna, incluyendo la válvula de flotador, constituye la línea de llenado.
- b. Cálculo de la línea de llenado.- Para determinar los diámetros se debe tomar en cuenta, lo siguiente:
  - Presión mínima disponible en la red municipal en el punto de conexión con la línea de “toma”.
  - Gasto de la “toma”; se debe considerar igual al consumo diario probable dividido entre los dos tercios del tiempo de horas de servicio de la red municipal, por lo que en cada caso se deben verificar las horas de suministro.
  - Diferencia de nivel entre la red municipal y el punto de salida de la línea de llenado, en la cisterna.
  - Pérdidas de carga por fricción en las tuberías, en el medidor y en la válvula de flotador.
  - Una vez determinado el diámetro de la tubería, y a fin de obtener el mayor gasto posible, se debe considerar la instalación de una tubería de un diámetro inmediato superior.

## 2.2. Almacenamiento de Agua Potable

### 2.2.1. Cisternas

- a. Cisterna de agua potable. Se deben considerar los siguientes factores :
  - Cuando la fuente de abastecimiento de agua potable tenga una presión inferior a diez metros de columna de agua y el inmueble requiera continuidad en el abastecimiento de agua, la edificación deberá contar con cisterna calculada para almacenar dos veces la demanda mínima diaria de agua potable, más el volumen para protección contra incendio

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

descrito en la tabla 2.1., en cuyo caso la instalación debe estar equipada con sistema de bombeo.

- Si la fuente de abastecimiento es completamente confiable en cuanto a la capacidad de abastecimiento y horas de servicio, la capacidad útil de la cisterna debe ser igual a la del consumo de un día más el volumen para protección contra incendio descrito en la tabla 2.1, y debe instalarse un sistema de bombeo.
- b. Cisterna de agua cruda. Depósito que almacena el agua sin requerir ningún proceso de potabilización.
- c. Cisterna de agua tratada. Depósito que almacena el agua que necesita un proceso de potabilización para el consumo humano ó de recuperación. La selección del método y del equipo adecuado para proporcionar el acondicionamiento requerido en cada caso, será determinado por las necesidades del usuario, con la autorización de la DGOC.
- d. Localización. Las cisternas deben ubicarse lo más cerca posible al equipo de bombeo evitando el contacto con aguas freáticas y con cualquier otra fuente de contaminación, como redes de alcantarillado, fosas sépticas, o sistemas de tratamiento, manteniendo una distancia no menor a 5 metros.

La cisterna podrá estar enterrada o semienterrada o superficial, dependiendo del tipo de suministro de agua en la red pública de distribución.

- e. Diseño. Conocido el consumo diario y de acuerdo al tipo de unidad y volumen a almacenar se desarrolla el diseño. En caso de requerirse sistema de protección contra incendio se debe agregar una reserva exclusiva para este servicio. El diseño debe ser desarrollado, considerando los siguientes factores :
  - Debe tomarse en cuenta el tirante útil, más un tirante inferior que no se bombea, más un espacio para alojar la válvula de flotador o colchón de aire de 0.40 m.
  - No deben ser muy profundas.
  - Debe considerarse un cárcamo de succión para el máximo aprovechamiento de la capacidad de la cisterna.
  - El piso de la cisterna debe tener una pendiente del 1% contraria a la succión para evitar acumulación de arenas en el cárcamo.
  - Las cisternas deben ser completamente impermeables, contar con registro de cierre hermético, sanitario y contar con un recolector de sedimentos.
  - Debe evitarse que la succión del equipo de bombeo y la descarga de la línea de llenado de la cisterna estén en un mismo lado para eliminar posibles turbulencias en el equipo de bombeo y recircular el agua interna de la cisterna.
- f. Ventilación. Para permitir la entrada del aire exterior y la salida del vapor y gases desprendidos del agua se deben proyectar tubos de ventilación con un diseño adecuado. Como ventilador se colocará un tubo con diámetro de 100 mm por cada 200 m<sup>2</sup> ó fracción de

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

área, protegido para evitar la entrada de insectos, roedores y basura. En el caso de existir trabes o celdas internas en la cisterna, se deben dejar en ellas, “pasos de aire” de 76 mm de diámetro y contiguos a la losa superior (en la parte superior del colchón de aire), para evitar poner una ventilación por cada celda.

- g. Acceso para inspección y limpieza. Deben proyectarse registros de acceso y una escalera marina adosada a un muro en el lugar más cercano a la válvula de flotador, a las tuberías de succión y a los electrodos para los controles de los niveles alto y bajo.
- h. La fabricación de la cisterna debe ser de concreto armado, monolítico o en su defecto incluyendo la colocación de una banda ojillada de PVC en la junta fría entre la losa base y el desplante de muros. Para casos especiales se debe consultar con la DGOC.

### 2.2.2. Tinacos

- a. Los tinacos deben ser de materiales impermeables e inocuos, tener registro con cierre hermético y sanitario, colocarse a una altura de por lo menos la presión de carga del mueble más alto más las pérdidas por fricción de la tubería.
- b. El tamaño del tinaco debe estar en función de las unidades-mueble y del uso del edificio.

## 2.3. Instalaciones internas de distribución de agua fría.

### 2.3.1. Gastos de diseño.

- a. Para determinar el gasto se debe emplear el método de probabilidades desarrollado por el Dr. Roy B. Hunter (método que se ha modificado de acuerdo con el uso y frecuencia de los muebles).
- b. El procedimiento de este método consiste en sumar las unidades-mueble (UM) de cada uno de los tramos de tubería de la instalación. La “unidad mueble” supone un consumo de 25 lts/min.
- c. Para la utilización y selección de los valores de unidades-mueble se debe emplear la tabla N<sup>o</sup> 2.2.
- d. Cuando la red es para muebles con fluxómetro al sumar las unidades se debe considerar 10 UM al inodoro del último tramo, independientemente al valor asignado en la Tabla 2.2. Para el resto de los inodoros se asignará las UM de la Tabla 2.2.
- e. El gasto en cada tramo de la tubería se determina convirtiendo las UM ó suma de estas en litros por segundo, empleando la Tabla 2.3, donde se muestra el número de unidades-mueble y el gasto probable en litros por segundo para muebles sanitarios sin fluxómetro y con fluxómetro.



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

f. Método de Hunter

Gasto máximo probable

Tabla 2.2. Equivalencia de los muebles en unidades-mueble.

Mueble	Control	UM
Inodoro	Fluxómetro	5
Inodoro	Tanque	2
Fregadero	Mezcladora	2
Lavabo	Llave	1
Mingitorio	Fluxómetro	3
Regadera	Mezcladora	2
Vertedero	Llave	1

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla No. 2.3 Gastos probables en lt/s.

No. de UM	Gasto Probable		No. de UM	Gasto Probable	
	Tanque	Flujómetro		Tanque	Flujómetro
10	0.58	1.70	520	8.22	9.20
20	0.93	2.21	540	8.46	9.40
30	1.28	2.61	560	8.68	9.60
40	1.58	2.91	580	8.92	9.80
50	1.87	3.20	600	9.13	10.00
60	2.10	3.40	620	9.37	10.20
70	2.28	3.60	640	9.59	10.40
80	2.45	3.80	660	9.83	10.60
90	2.63	4.00	680	10.05	10.80
100	2.79	4.20	700	10.28	11.00
110	2.94	4.35	720	10.52	11.20
120	3.10	4.50	740	10.76	11.40
130	3.26	4.65	760	11.00	11.58
140	3.41	4.80	780	11.24	11.74
150	3.56	4.95	800	11.48	11.90
160	3.71	5.10	820	11.71	12.10
170	3.86	5.24	840	11.93	12.30
180	3.99	5.38	860	12.15	12.50
190	4.13	5.52	880	12.26	12.60
200	4.28	5.66	900	12.59	12.88
210	4.42	5.80	920	12.81	13.04
220	4.54	5.94	940	13.03	13.20
230	4.68	6.07	960	13.25	13.36
240	4.80	6.20	980	13.47	13.52
250	4.93	6.34	1,000	13.69	13.69
260	5.05	6.46	1,050	14.14	14.14
270	5.18	6.58	1,100	14.54	14.54
280	5.30	6.69	1,150	14.95	14.95
290	5.43	6.80	1,200	15.35	15.35
300	5.55	6.92	1,250	15.75	15.75
320	5.81	7.16	1,300	16.13	16.13
340	6.06	7.39	1,350	16.53	16.53
360	6.31	7.60	1,400	16.88	16.88
380	6.56	7.80	1,450	17.26	17.26
400	6.82	8.00	1,500	17.61	17.61
420	7.07	8.20	1,550	17.97	17.97
440	7.32	8.40	1,600	18.32	18.32
460	7.53	8.60	1,650	18.67	18.67
480	7.77	8.80	1,700	19.02	19.02
500	7.99	9.00	1,750	19.37	19.37

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

### 2.3.2. Velocidades de diseño

Para el cálculo del diámetro de las tuberías el factor primordial es la velocidad del flujo. Los valores recomendados para no tener ruido ni demasiadas pérdidas, además de evitar daños en los accesorios como válvulas, son de entre 0.7 a 2.5 m/s. En ramales principales se recomienda una velocidad máxima de flujo de 2.5 m/s y para ramales secundarios se toma en cuenta el diámetro nominal como a continuación se detalla:

Tabla No. 2.4 Velocidades de Diseño

Diámetro comercial (mm) (a)	Velocidad (m/s)
13	0.90
19	1.30
25	1.60
32	2.15
38	2.25
50	2.50

(a) Para diámetros en sistema inglés ver Tabla No. T.1a de equivalencias en Anexo 1.

### 2.3.3. Pérdidas de carga por fricción.

Estas pérdidas son las que resultan del recorrido del flujo a través de las tuberías, conexiones y accesorios, denominadas comúnmente “carga de fricción”.

#### a. Tuberías.

Para determinar la carga de fricción en las tuberías, se debe emplear la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Ver desarrollo de la fórmula en: Anexo 1, Fórmula F.1.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

### b. Conexiones.

- Para la obtención de pérdida de carga en las conexiones se debe utilizar el método de longitud equivalente que se basa en la siguiente expresión:

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

Ver desarrollo de la fórmula en: Anexo 1, Fórmula F.2.

Tabla No. 2.5 Valores de K para conexiones soldables de cobre.

Diámetro (mm)	K			
	Codo 45°	Codo 90°	T (paso)	T (ramal)
13	0.46	0.87	0.58	1.74
19	0.43	0.81	0.54	1.62
25	0.40	0.75	0.50	1.50
32	0.38	0.72	0.48	1.44
38	0.37	0.69	0.46	1.38
50	0.34	0.63	0.42	1.26
64	0.32	0.60	0.40	1.20
75	0.30	0.57	0.38	1.14

Para diámetros mayores y/o diferente tipo de material se debe consultar a la DGOC.

- Se puede recurrir también al método de longitudes equivalentes utilizando los valores de las tablas 5.7.1 a 5.7.8. del capítulo 5 “Distribución de agua fría”, de las Normas de Diseño de Ingeniería del IMSS.

### 2.3.4. Selección de diámetros.

Es importante determinar el sistema de distribución de agua en un edificio con el fin de que los muebles sanitarios funcionen adecuadamente.

Los sistemas más empleados son por gravedad ó por bombeo a presión.

#### a. Sistemas por gravedad.

En estos sistemas lo más importante es determinar el mueble que origine la mínima pendiente de pérdida de carga permisible, la cual se obtiene dividiendo la carga disponible para perder por fricción entre la longitud equivalente de la tubería, hasta el punto de alimentación considerado.

Con esta pendiente y tomando en cuenta las velocidades recomendadas se deben seleccionar los diámetros de esta línea, que será la línea principal, de tal forma que la suma de las pérdidas de carga por fricción sea igual o menor que la carga disponible para perder por este concepto.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

En los sitios donde se tienen suministros de agua fría y de agua caliente, la línea principal generalmente consiste de tramos de ambos sistemas, por lo que se deben seleccionar primero los diámetros de la red de agua caliente que son los más desfavorables; después se deben calcular los diámetros de la red de agua fría tratando de que las presiones disponibles de estos servicios en cada mueble sean sensiblemente iguales, especialmente en el caso de regaderas.

b. Sistemas por bombeo.

En estos sistemas la selección de los diámetros debe hacerse exclusivamente con base en la velocidad, tomando en cuenta los valores recomendados para no tener excesivas pérdidas por fricción.

### 2.3.5. Presiones mínimas y máximas.

Para la distribución de agua potable a un inmueble se consideran dos sistemas, por gravedad y por presión o bombeo. En ambos casos se tienen diferentes presiones de diseño de trabajo que dependen del tipo de accesorios y muebles sanitarios a utilizar, así como de la carga dinámica total requerida.

- a. Presión máxima. Para los dos sistemas descritos la presión máxima debe ser de  $6.0 \text{ kg/cm}^2$ , incluyendo la diferencial de presión considerada en cualquier punto de la red, para evitar desgaste en los accesorios de los muebles sanitarios. Si la presión calculada en el diseño de la red de agua fría resulta mayor a  $6.0 \text{ kg/cm}^2$  se debe proponer un sistema de baja y alta presión.
- b. Presión mínima. Esta debe ser suficiente para dar un valor de  $0.6 \text{ Kg/cm}^2$  en muebles de baja presión o tanque bajo y de  $1.05 \text{ kg/cm}^2$  en el caso de muebles con fluxómetro y una vez deducida la altura del mueble y las pérdidas por fricción.

### 2.3.6. Determinación de la carga total de bombeo.

- a. Carga dinámica total o carga total de bombeo. La carga dinámica total es la suma de los siguientes factores:
  - Carga estática. Carga estática o distancia vertical expresada en metros entre el origen de la succión y el punto de alimentación considerado como el más desfavorable, ya sea por su altura, su lejanía, o por ambos. Esta carga está formada por la suma algebraica de la carga estática de descarga más la carga estática de succión (o altura estática de succión).
  - Carga estática de descarga. Es la distancia vertical entre el centro geométrico del impulsor de la bomba y el nivel más alto que alcanza el líquido bombeado en la tubería donde descarga, expresada en metros de columna de agua.
  - Carga o altura estática de succión. Es la distancia vertical, expresada en metros, entre el fondo de la cisterna y el eje de la bomba. Se le denomina “carga estática de succión” si el fondo está arriba del eje de la bomba y “Altura estática de succión” si el fondo está abajo del eje de la bomba.



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- Carga total de fricción. Es la suma de las pérdidas por fricción en las tuberías, conexiones, válvulas y accesorios de la línea de succión y de descarga de la bomba donde se considera el punto más desfavorable de llegada, expresada en metros de columna de agua.
- Carga de trabajo. Es la carga necesaria para la correcta operación del mueble o equipo, expresada en metros de columna de agua.

Tabla No. 2.6 Carga de Trabajo y Diámetro de Alimentación.

Mueble	Carga (m de columna de agua)	Diámetro (mm)
Inodoro fluxómetro	10	25-32(a)
Mingitorio fluxómetro	5	19
Lavabo	2	13
Vertedero de aseo	3	13
Vertedero mesa trabajo	3	13
Regadera	3	13

(a) El diámetro varía de acuerdo al diámetro del spud de descarga.

### 2.3.7. Cámaras de aire.

En las instalaciones hidráulicas se debe prever y buscar minimizar el efecto del golpe de ariete que se presenta al cierre brusco de las llaves de los muebles sanitarios. Esto se logra mediante la colocación de cámaras de aire en cada alimentador las cuales consisten en prolongar éstos con su mismo diámetro en forma vertical, en una longitud mínima de 0.60 m dejando tapado el extremo superior. De esta forma existirá una pequeña cámara de aire que se comprime con la presión del agua, lo que amortigua el golpe de ariete. De no amortiguarse, el golpe de ariete produce fuertes golpes que repercuten en ruido intenso o bien en ocasiones en la ruptura de las tuberías.

### 2.3.8. Jarros de aire y válvulas eliminadoras de aire.

Es indispensable que el aire contenido en las tuberías principales de las instalaciones salga para que el agua pueda circular por ella libremente, por lo que habrá de instalarse lo siguiente:

- En instalaciones por gravedad deben instalarse "jarros de aire" que son tuberías abiertas al exterior y que tienen que subir hasta una altura mayor del nivel máximo del agua en los tinacos, debe colocarse en las columnas de alimentación.
- En instalaciones a presión deben instalarse válvulas eliminadoras de aire en columnas verticales, en los niveles superiores y preferentemente en azoteas.

### 2.3.9. Válvulas seccionadoras y reductoras de presión.

- Válvulas seccionadoras
  - Todas las válvulas deben ser clase 8.8 Kg/cm<sup>2</sup>.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- Se deben instalar válvulas seccionadoras de compuerta en cada una de las derivaciones de la red principal a servicios. Estas válvulas se deben alojar en registros cuando la red sea exterior.
  - En las líneas de succión de las bombas las válvulas de compuerta deben ser roscadas hasta 38mm de diámetro y bridadas de 50mm en adelante.
  - En todo el resto de la instalación las válvulas de compuerta serán roscadas hasta 50mm de diámetro y bridadas de 64mm o mayores.
- b. Válvulas de retención (check).
- Todas las válvulas serán clase 8.8 Kg/cm<sup>2</sup>.
  - Se debe instalar una válvula de retención en cada una de las descargas de las bombas que conforman un equipo hidroneumático o en las líneas que tengan más de una alimentación.
  - Todas las válvulas de retención deben ser roscadas hasta 38 mm y bridadas de 50 mm en adelante.
- c. Válvulas reductoras de presión.
- Cuando la presión de trabajo sea superior a 5.0 kg/cm<sup>2</sup> se instalarán válvulas reguladoras de presión calibradas a la presión requerida.
  - Se colocarán preferentemente en la toma domiciliaria del inmueble.

### 2.4. Instalaciones internas de distribución de agua caliente.

- 2.4.1. Temperatura de diseño.
- a. Muebles de uso común. Debe ser de 60°C para alimentación en muebles de uso común o equipos en los que las personas tienen contacto con el agua.
  - b. Equipos especiales. La temperatura que se use en equipos en los que las personas no tienen contacto con el agua, como es el caso de las lavadoras de ropa, lavadoras de loza, esterilizadores, etc., se debe determinar de acuerdo a las especificaciones del fabricante del equipo antes descrito.
- 2.4.2. Determinación de gastos de diseño. Se debe determinar de acuerdo a lo indicado en el inciso 2.3.1.
- 2.4.3. Velocidades de diseño. Deben ser de acuerdo a lo señalado en el inciso 2.3.2
- 2.4.4. Pérdidas de carga por fricción. Consultar inciso 2.3.3
- 2.4.5. Selección de diámetros. Consultar inciso 2.3.4
- 2.4.6. Presiones mínimas y máximas. Consultar inciso 2.3.5
- 2.4.7. Cámaras de aire. Consultar inciso 2.3.7

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- 2.4.8. Línea de retorno de agua caliente. En instalaciones grandes y extensas de agua caliente, es imprescindible proyectar un sistema de recirculación con objeto de suministrar agua caliente rápidamente y a la temperatura normal de servicio, evitando desperdicios excesivos al no contar con agua a la temperatura adecuada.
- a. Lugares de origen de las líneas de retorno. En los extremos de las líneas principales de distribución y en los ramales horizontales y/o verticales que excedan de 15m de longitud, desde su conexión con una línea con recirculación hasta la válvula más alejada del ramal, la línea del retorno se debe originar precisamente antes de esa válvula.
  - b. Gastos de retorno. Se determinan tomando las siguientes consideraciones:
    - Las pérdidas de calor en las tuberías con recirculación.
    - La diferencia de temperatura a la que operará el sistema.
    - La presión o carga disponible para la recirculación.
- 2.4.9. Válvulas de seguridad. Cuando se tengan dos o más puntos de conexión se deben colocar válvulas de compuerta y check de columpio para evitar el regreso del agua y una válvula macho para igualar flujos y presiones.
- 2.4.10. Válvulas seccionadoras y reductoras de presión. Consultar inciso 2.3.9.
- 2.4.11. Selección de equipo de producción de agua caliente.
- a. El equipo de producción de agua caliente debe ser seleccionado de acuerdo a la capacidad requerida de calentamiento, de la fuente disponible para producir calor y el tipo de servicio que preste el inmueble. Debiendo ser calentadores de gas, calentadores eléctricos, calderetas, calderas, o por medio de sistemas de colectores solares. El sistema que pretenda utilizar el proyectista debe ser autorizado previamente por la DGOC.
  - b. Para el caso de calderas y/o calderetas el equipo debe cumplir con la NOM-020-STPS vigente.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

### 2.5. Instalaciones externas de agua caliente

2.5.1. Dotaciones. Las dotaciones para agua caliente serán las indicadas en la siguiente tabla.

Tabla No. 2.7 Dotaciones para instalaciones exteriores de agua caliente.

Mueble	Oficinas y Almacenes	Centros deportivos
Fregadero de cocina	80	
Lavabos:		
Privados	5	
baños y vestidores	10	10
Regaderas de baños y vestidores:		
Con vestidor	100	100
Sin vestidor	200	200
Vertederos	40	

Nota: Consumos horarios para agua caliente de muebles y equipos con aditamentos reductores de gasto, en hospitales y clínicas, será máximo de 10 litros por minuto.

- 2.5.2. Para otras dotaciones y casos especiales consultar a la DGOC.
- 2.5.3. Gastos de diseño. Consultar inciso 2.3.1
- 2.5.4. Velocidades de diseño. Consultar inciso 2.3.2
- 2.5.5. Pérdidas de carga por fricción. Consultar inciso 2.3.3
- 2.5.6. Selección de diámetros. Consultar inciso 2.3.4
- 2.5.7. Presiones mínimas y máximas. Consultar inciso 2.3.5
- 2.5.8. Válvulas seccionadoras y reductoras de presión. Consultar inciso 2.3.7

## CAPÍTULO 3

### INSTALACIONES SANITARIAS

Este capítulo trata lo concerniente al desagüe de aguas negras, aguas grises y aguas pluviales. Para el desalojo y disposición de cualquier otro tipo de residuos como por ejemplo residuos peligrosos biológico-infecciosos, se debe consultar la normatividad aplicable y a la DGOC.

#### 3.1. Redes interiores de desagüe de aguas negras y aguas grises.

- 3.1.1. La red está constituida por el conjunto de tuberías destinadas a dar salida a las aguas negras y aguas grises. Para la realización del proyecto debe considerarse lo siguiente:
- Evacuar rápidamente las aguas alejándolas de los muebles sanitarios.
  - Impedir el paso de aire, olores y microbios de las tuberías al interior de cuartos. Para lo cual se tienen los siguientes conceptos.
- 3.1.2. Pendiente mínima.
- Las tuberías horizontales con diámetros de 100mm o menores se deben proyectar con una pendiente mínima del 2%.
  - Para tuberías con diámetro mayor a 100mm se deberá consultar a la DGOC.
  - El proyecto arquitectónico deberá prever alturas de entrepiso adecuadas que permitan cumplir con la pendiente mínima indicada.
- 3.1.3. Unidades-mueble de desagüe.
- La valoración en unidades-mueble de los diferentes muebles sanitarios se debe realizar con base en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Equivalencias en unidades-mueble.

Mueble	Unidades-mueble
Cocineta de café	2
Coladera de piso (casa de máquina)	2
Destilador de agua	1
Escudilla de laboratorio	1
Vertedero	2
Fregadero de cocina de piso	3
Inodoro	5
Lavabo	2
Mingitorio de fluxómetro	3
Unidad dental	1

#### 3.1.4. Selección de diámetros

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- a. En el cálculo de diámetros para tuberías se debe utilizar como base la “unidad de desagüe, igual a 25 l/min, que es aproximadamente el valor de la descarga de un lavabo corriente (ver tabla 3.2).
- b. Por Manning

Para el cálculo de la velocidad del flujo se debe utilizar la fórmula de Manning, cuya expresión algebraica es:

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

Ver desarrollo de la fórmula en: Anexo 1, Fórmula F.3.

- c. Por unidades-mueble. Se debe hacer de acuerdo a las tablas 3.2. y 3.3. que indican el máximo número de unidades-mueble que pueden conectarse a un ramal horizontal o bajada de aguas negras o grises.

Tabla No 3.2 Máximo número de unidades-mueble que pueden conectarse a ramales horizontales o bajadas.

Diámetro mm	Cualquier ramal Horizontal	Bajada de 3 pisos o menos	Más de 3 pisos	
			Total en la bajada	Total en un piso
50	6	10	24	6
100	160	240	500	90
150	620	960	1,900	350
200	1,400	2,200	3,600	600
250	2,500	3,800	5,600	1,000

El diámetro mínimo de descarga en inodoros será de 100 mm.

Tabla No. 3.3 Máximo número de unidades-mueble que pueden conectarse a una línea principal.

Diámetro (mm)	Pendiente en %		
	1	1.5	2
50			21
100	180	199	216
150	700	775	840
200	1,600	1,771	1,920
250	2,900	3,210	3,500
300	4,600	5,108	5,600

El diámetro mínimo de descarga en inodoros será de 100 mm.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

### 3.1.5. Desagües

- a. Desagüe directo. Es aquel que descarga a un ramal horizontal o bajada de aguas negras o de desecho, sin obstáculos.
- b. Desagüe indirecto (tipo sifón). Se requiere desagüe indirecto de cualquier equipo o mueble sanitario cuando algún taponamiento o inversión del sentido del flujo de desagüe puede causar la contaminación en ambientes.

### 3.1.6. Tapones registro

- a. Se deben instalar tapones de registro en los casos siguientes:
  - En líneas de aguas negras o grises con una separación máxima de 10m, se colocarán en piso con un codo de 90° cuando su trayectoria está en planta baja o piso firme, y con una “Y” en forma horizontal y codo de 45° cuando se encuentre la red en falso plafón.
  - En tuberías de bajadas se pondrán en cambios de dirección. Las bajadas se deben ubicar en el perímetro del edificio para evitar tener tuberías horizontales con tapones registros en zonas centrales del inmueble. En casos especiales se debe consultar a la DGOC.
  - En tuberías de 50 mm de diámetro se deben colocar tapones registro de 50 mm de diámetro. En tuberías de 100 mm de diámetro o mayores se deben colocar tapones registro de 100 mm de diámetro.

### 3.1.7. Interceptores (trampas de grasa)

- a. Interceptores de grasa. En edificaciones que contemplen cocinas o barras de alimentos deben instalarse trampas de grasa.
- b. Otros interceptores. En edificaciones que estén conformados por laboratorios de investigación, clínicas y hospitales en los que se desechen grasas, aceites, ácidos, etc., se deben instalar interceptores previo a la descarga y conexión al colector general.

La superficie necesaria para un interceptor es:

$$\text{Superficie (m}^2\text{)} = \text{caudal (m}^3\text{/hr)} / \text{velocidad ascensional (m/hr)}$$

Donde:

$$\text{Velocidad mínima (m/hr)} = \text{altura (m)} / \text{tiempo observado.}$$

La descarga y tratamiento final del agua de desecho debe ser autorizada por la DGOC.

- c. Para el manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos en clínicas y hospitales se debe consultar a la DGOC.

### 3.1.8. Bajadas de aguas negras o grises.

- a. El cálculo se hará de acuerdo a las tablas que indican el máximo número de unidades-mueble que pueden conectarse a una bajada de aguas negras. Ver tabla 3.4.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla 3.4 Máximo número de unidades-mueble que pueden conectarse a una bajada de aguas negras o grises.

Diámetro (mm)	Bajada de 3 pisos	Más de 3 Pisos	
		Total en la bajada	Total en un piso
50	10	24	6
100	240	500	90
150	960	1,900	350
200	2,200	3,600	600
250	3,800	5,600	1,000
300	6,000	8,400	1,500

El diámetro mínimo de descarga en inodoros será de 100 mm.

### 3.2. Redes exteriores de desagüe de aguas negras y aguas grises.

- 3.2.1. En redes exteriores de drenaje y alcantarillado se debe utilizar tubería hermética de polietileno de alta densidad (PAD). Queda prohibido el uso de tubería de albañal de concreto.
- 3.2.2. Gastos. Se deben calcular con base en la acumulación de las unidades-mueble conectadas en cada tramo de la red empleando la Tabla 3.4 de gastos en función de las unidades-mueble.
  - a. Gasto mínimo. En los diseños con pendientes pequeñas o grandes se debe considerar como gasto mínimo la descarga de un inodoro, que es de 1.51 lt/s en un tubo de 150 mm.
- 3.2.3. Diámetro. El diámetro mínimo será de 150 mm.
- 3.2.4. Tirantes. El tirante máximo será el 50% del diámetro.
- 3.2.5. Velocidad del flujo. Para el cálculo de la velocidad del flujo se debe utilizar la fórmula de Manning (ver fórmula F.3 en Anexo 1).
- 3.2.6. Pendientes. Las pendientes de las tuberías deben ser tan semejantes como sea posible a las del terreno con objeto de tener excavaciones mínimas, pero siempre teniendo en cuenta lo siguiente:
  - a. Pendiente mínima. Para aguas grises será la que produzca una velocidad de 0.3 m/s a tubo lleno y para aguas negras la que produzca una velocidad de 0.6 m/s a tubo lleno.
  - b. Pendiente máxima. Debe ser aquella que produzca una velocidad de 3.0 m/s y con el gasto máximo probable.
- 3.2.7. Colchón mínimo. El colchón mínimo sobre el lomo del tubo debe ser de 0.40 m en los lugares en que no se tenga tránsito de vehículos y de 0.90 m en los que exista tránsito de vehículos.
- 3.2.8. Transiciones. Los cambios de dirección, cambios de diámetro y cambios de pendiente se harán por medio de una transición en registros o pozos de visita, indicándose en cada paso los niveles de plantilla, tanto de llegada como de salida.
- 3.2.9. Registros.



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- a. En todo registro de drenaje debe perfilarse una media caña con un diámetro igual al tubo de salida.
- b. Cada salida de aguas grises o negras del edificio debe descargar en un registro cuyas dimensiones mínimas interiores serán las siguientes:

Tabla No 3.5 Dimensiones de registros.

Profundidad (m)	Dimensiones interiores
Hasta 1.0 m	0.40 x 0.60 m
de 1.0 a 1.5 m	0.50 x 0.70 m
de 1.5 a 1.8 m	0.60 x 0.80 m

- c. En todos los casos las dimensiones mínimas de la tapa deben ser de 0.40 x 0.60 m.
- d. Todas las tapas de registros deben contener la leyenda "Drenaje".
- e. Separación. La separación máxima entre registros debe ser de acuerdo con el diámetro del tubo según se indica en la tabla siguiente:

Tabla No 3.6 Separación máxima entre registros.

Diámetro del Tubo (mm)	Separación Máxima (m)
150	10
200	20
250	30
300 o más	40

- f. La profundidad máxima de los registros debe ser de 1.80 metros. En profundidades mayores a 1.80 metros deben proyectarse pozos de visita.

### 3.2.10. Pozos de visita.

- a. En todo pozo de visita debe perfilarse una media caña con un diámetro igual al diámetro del tubo de salida.
- b. Para tuberías de 0.20 m a 0.60 m de diámetro. Se deben construir pozos de visita con dimensiones de 0.60 m de diámetro en brocal y de 1.20 m de diámetro al nivel del lomo del tubo de mayor diámetro.
- c. Para tuberías de 0.76 m a 1.07 m de diámetro. Se deben construir pozos de visita especiales cuyo diámetro interior será de 1.50 m al nivel del lomo del tubo de mayor diámetro.
- d. Para tuberías de 1.22 m de diámetro. Se construirán pozos de visita especiales con un diámetro interior de 2.00 m al nivel del lomo del tubo de mayor diámetro.
- e. La separación máxima entre dos pozos debe ser la adecuada para facilitar las operaciones de inspección y limpieza y será conforme a lo siguiente:
  - Separación de 125 m para tuberías de diámetro de 0.20 m a 0.60 m.
  - Separación de 150 m para tuberías de diámetros de 0.76 m a 1.22 m.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- f. Pozos con caída. Se deben proyectar pozos con caída cuando por razones topográficas sea necesario bajar la plantilla o cuando sea necesario disminuir la pendiente de algún tramo para que la velocidad de flujo no exceda de la máxima permisible.

3.2.11. Cárcamo de bombeo. Se deben proyectar cárcamos de bombeo para todas las aguas residuales que no puedan desfogar libremente por gravedad al alcantarillado municipal.

- a. El volumen útil deber ser igual a la aportación que durante 5 minutos se tenga con el gasto máximo calculado para los muebles y equipos sanitarios que desfoguen en el cárcamo.
- b. Para facilidad de trabajos de mantenimiento el cárcamo debe tener una sección mínima de 1.0 m x 1.5 m.
- c. La profundidad total será igual a la profundidad de la parte interior del tubo de llegada de las aguas negras, 0.60 m como mínimo, más el tirante de volumen útil, más 0.25 m que no se bombean.
- d. El cárcamo debe ser ventilado y su ventilación con descarga al exterior. En caso de cárcamos en sótano donde no sea práctico llevar la ventilación al exterior, ésta podrá conectarse al sistema de ventilación de la red sanitaria.
- e. El diámetro de la tubería de ventilación depende del gasto de bombeo y la longitud de ella, y se debe determinar de acuerdo con la tabla 3.7.

3.2.12. Reutilización de aguas residuales.

- a. La reutilización de aguas residuales tratadas para descargas de muebles sanitarios (inodoros y mingitorios) y/o para redes de riego, deberá cumplir con lo establecido en la NOM-003-SEMARNAT-1997.

### 3.3. Sistema de ventilación

3.3.1. Ventilaciones individuales de muebles.

- a. Diámetro de la ventilación. No debe ser menor de 32mm ni menor de la mitad del diámetro de desagüe del mueble a que esté conectado.
- b. Ventilación de bajadas de aguas negras. Las bajadas de aguas negras deben prolongarse hacia arriba, hasta sobresalir 1.0m de la azotea, sin disminución del diámetro.
- c. Columnas de ventilación. Se debe proyectar una columna de ventilación, junto con la bajada de aguas negras, siempre que se tengan muebles ventilados, ventilaciones de alivio o ramales de ventilación en dos o más niveles. Esta columna de ventilación debe conectarse en la base de la bajada de aguas negras inmediatamente antes de que cambie de vertical a horizontal. La parte superior de la columna se debe conectar a la bajada de aguas negras antes de salir a la azotea. La columna se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 3.7
- d. Remates de columnas de ventilación. Las ventilaciones de bajadas de aguas negras y las columnas de ventilación no deber rematar en azoteas a menos de 3 metros de puertas y

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

ventanas del propio edificio o de edificios vecinos, a menos de que se prolonguen hasta 0.60 m por arriba de la parte superior de estos elementos.

- e. Ventilación de desagües horizontales. Cuando una ventilación se conecte a una línea horizontal de desagüe debe empezar arriba del eje de la tubería de desagüe y subir verticalmente o en un ángulo no mayor de  $45^\circ$  con respecto a la vertical, hasta una altura no mayor de 0.15 m arriba del rebosadero del mueble que está ventilado, antes de cambiar a posición horizontal.
- f. Desviaciones en ángulo menor de  $45^\circ$  con respecto a la horizontal, en bajadas de cinco o más pisos. Estas desviaciones deben ventilarse de acuerdo con lo siguiente:
  - Ventilaciones separadas. Tales desviaciones pueden ventilarse como dos bajadas separadas, o sea, la porción de la bajada arriba de la desviación y la porción abajo de ella
  - Ventilaciones de alivio. Estas desviaciones deben ventilarse instalando una ventilación de alivio como continuación de la porción inferior de la bajada o como una ventilación lateral conectada a la porción inferior entre la desviación y la conexión del piso inferior.
  - A la porción superior de la bajada se le debe considerar una columna de ventilación.
  - El diámetro de las ventilaciones no debe ser menor que el diámetro de la ventilación principal o de la bajada, tomándose el menor diámetro.

DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE  
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla 3.7 Diámetro y longitud de ventilaciones.

Diámetro de la BAN (mm)	Unidades Mueble conectadas	Diámetro de ventilación							
		32 mm	38 mm	50 mm	64 mm	75 mm	100 mm	150 mm	200 mm
		Longitud máxima de la ventilación ( metros )							
32	2	9							
38	8	15	46						
38	10	9	30						
50	12	9	23	61					
50	20	8	15	46					
64	42		9	30	91				
75	10		9	30	61	185			
75	30			18	61	152			
75	60			15	25	122			
100	100			11	30	79	305		
100	200			9	28	76	274		
100	500			6	21	55	213		
150	350				8	15	61	396	
150	620				5	9	38	335	
150	960					7	30	305	
150	1900					6	21	213	
200	600						15	152	396
200	1400						12	122	366
200	2200						9	107	335
200	3500						8	76	244
250	1000							38	305
250	2500							30	152
250	3800							25	107
250	5600							18	76

BAN Bajada de aguas negras.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

TABLA 3.8 Ventilación horizontal y perimetral.

Línea	Diámetro Drenaje (mm)	Unidades-Mueble (máxima)	Diámetro de la tubería de ventilación (mm)					
			38	50	64	75	100	125
			Máxima longitud horizontal (metros)					
1	38	10	30	---	---	---	---	---
2	50	12	15	40	---	---	---	---
3	50	20	10	30	---	---	---	---
4	75	10	---	20	40	100	---	---
5	75	30	---	---	40	100	---	---
6	75	60	---	---	16	80	---	---
7	100	100	---	7	20	52	200	---
8	100	200	---	6	18	50	180	---
9	100	500	---	---	14	36	140	---
10	125	200	---	---	---	16	70	200
11	125	1100	---	---	---	10	40	140

3.3.2. La tabla 3.8. debe usarse de la siguiente forma:

- a. Cuando se instalen ocho inodoros con fluxómetro.
- b. Cuando el valor de las unidades-mueble sea el equivalente de 8 inodoros.
- c. Cuando se tiene un total de 64 unidades-mueble o de descarga.
- d. Cuando las 64 unidades-mueble requieran un drenaje de 100 mm de diámetro.
- e. Cuando la longitud de la ventilación horizontal es aproximadamente de 8 metros.
- f. En una tubería de descarga de 100 mm de diámetro, cuando no hay más de 100 unidades de descarga y la longitud de la tubería de ventilación no es mayor que 18 metros.

### 3.4. Sistema de eliminación de aguas pluviales

3.4.1. Consideraciones generales para la eliminación rápida y eficiente de las aguas pluviales recolectadas en azoteas, patios, terrazas y áreas exteriores.

- g. Previo al desarrollo del proyecto se debe definir conjuntamente con la DGOC el sistema a utilizar para el desalojo de las aguas pluviales, pudiendo ser:
  - Por escurrimiento superficial.
  - Mediante redes de drenaje.
  - Desalojo hacia un cuerpo colector (río, riachuelo, lago, etc.).
- h. Por escurrimiento.
  - Las aguas pluviales deben eliminarse por escurrimiento superficial.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- La eliminación de las aguas pluviales de las azoteas debe hacerse por medio de bajadas pluviales que desfoguen libremente a patios, plazas, estacionamientos ó jardines para no tener concentraciones que produzcan molestias o problemas.
  - La eliminación de las aguas pluviales de plazas, patios y estacionamientos que estén sobre el nivel de la calle debe hacerse por escurrimiento superficial hacia la calle o calles limítrofes, tratando de que se tenga el mayor número de puntos de salida a las calles.
  - La eliminación de las aguas pluviales de plazas, patios y estacionamientos que estén a un nivel tal que no pueda escurrir hacia la calle, tendrá que hacerse por medio de bombeo, descargándolas a patios y estacionamientos que ya tengan escurrimiento superficial a las calles.
- i. Desalojo hacía un cuerpo colector.
- Cuando se presenta este caso y el cuerpo receptor (pozo de absorción, río, riachuelo, lago natural o artificial, etc.) está cercano y a un nivel inferior al de la Unidad, la eliminación de estas aguas se hará por medio de una red de tuberías que desfogan en el cuerpo receptor que indique la autoridad competente. En estas situaciones el punto importante que se debe tomar en cuenta es el nivel de aguas máximo extraordinario para ver si se tendrá o no contra-flujo.
- j. Se cuenta con drenaje pluvial o con drenaje combinado.
- El desalojo de las aguas pluviales se debe realizar por medio de redes exteriores de drenaje que se conectarán a la red municipal.
  - Previo al desarrollo del proyecto respectivo se deberá realizar el cálculo del gasto pluvial máximo. Para la obtención de este gasto ver 3.4.7. Gastos de diseño.
- 3.4.2. En el interior de edificios. Las aguas pluviales se deben conducir separadas de las aguas negras.
- 3.4.3. En el exterior de los edificios.
- a. Cuando en la localidad existen alcantarillados separados. Las aguas pluviales deben conducirse separadas de las aguas negras.
- b. Cuando en la localidad no existan redes de alcantarillados separadas. Las aguas pluviales se deben conducir separadas de las aguas negras, uniéndolas en un último registro o pozo de visita previo a conectarse a la red municipal.
- 3.4.4. Paramentos verticales. Cuando se tengan paramentos verticales el área tributaria por considerar debe ser igual a la mitad del área del paramento y en el momento de sumar las áreas tributarias sólo se deben tomar en cuenta los que estén expuestos a la lluvia.
- 3.4.5. Drenajes pluviales interiores
- a. Intensidad de precipitación. La intensidad de precipitación debe ser la correspondiente de la localidad para una tormenta de 5 minutos de duración y una frecuencia de retorno de 10 años.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- b. Selección de diámetros. Los diámetros de los drenajes interiores, tanto horizontales como verticales, se deben seleccionar con base en el área tributaria acumulada para el tramo en consideración utilizando las tabla 3.9, 3.10, 3.11, considerando que la pendiente no debe ser menor del 2% para diámetros de 75 mm o menores, ni menor del 1% para diámetros de 100 mm y mayores.

### 3.4.6. Drenajes pluviales exteriores.

- a. Intensidad de precipitación. La intensidad de precipitación debe ser la correspondiente de la localidad para una tormenta de 10 minutos de duración y una frecuencia de retorno de 10 años.
- b. Coeficiente de escurrimiento. Los coeficientes de escurrimiento de acuerdo con el tipo de superficie, deben ser los siguientes:

Tabla No. 3.9 Coeficiente de escurrimiento

Tipo de superficie	Coeficiente de escurrimiento
<b>Azoteas</b>	0.95
<b>Patios y estacionamientos</b>	
Loseta	0.95
Asfalto	0.95
Concreto hidráulico	0.95
Adocreto	0.70
Adopasto	0.35
<b>Jardines: suelo arenoso</b>	
Horizontales a 2%	0.10
Promedio: 2 a 7%	0.15
Inclinados: más de 7%	0.20
<b>Jardines : suelo arcilloso</b>	
Horizontales a 2%	0.17
Promedio: 2 a 7%	0.22
Inclinados: más de 7%	0.35

- 3.4.7. Gastos de diseño. Para el cálculo del gasto se utilizará la formula  $Q = 0.0278 CIA$ . (Ver fórmula F.4 en Anexo 1).

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla No 3.10 Uso del suelo y períodos de retorno

Tipo de uso	Tr en años
Zonas de actividad comercial	5
Zonas de actividad industrial	5
Zonas de edificios públicos	5
Zonas residenciales multifamiliares de alta densidad	3
Zonas residenciales unifamiliares y multifamiliares de baja densidad	1.5
Zonas recreativas de alto valor e intenso uso por el público	1.5
Otras áreas recreativas	1

Tabla No. 3.11 Tipo de vía y período de retorno mínimo

Tipo de vía	Tr en años
Vialidad arterial Autopistas urbanas y avenidas que garantizan la comunicación básica de la Ciudad	5
Vialidad distribuidora Vías que distribuyen el tráfico proveniente de la vialidad arterial o que la alimentan	3
Vialidad local Avenidas y calles cuya importancia no traspasa la zona servida	1.5
Vialidad especial Acceso a instalaciones de seguridad nacional y servicios públicos vitales	10

(\* ) Esta tabla debe usarse como complemento y conjuntamente con la tabla 3.9.

- 3.4.8. El diámetro mínimo debe ser de 15 cm.
- 3.4.9. El tirante máximo debe ser el 100% del diámetro.
- 3.4.10. Para el cálculo de la velocidad del flujo se debe usar la fórmula de Manning (ver fórmula F.3 en Anexo 1).
- 3.4.11. Pendientes mínima y máxima. Las pendientes de las tuberías deben ser tan semejantes como sea posible a las del terreno con objeto de tener excavaciones mínimas, pero siempre teniendo en cuenta lo siguiente :
  - a. Pendiente mínima. Debe ser aquella que produzca una velocidad de 0.60 m/s con el gasto máximo probable, pero siempre que sea posible se debe considerar la que proporcione una velocidad mínima de 0.90 m/s a tubo lleno.



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- b. Pendiente máxima. Debe ser aquella que produzca una velocidad de 3.0 m/s con el gasto máximo probable.
- 3.4.12. Colchón mínimo. El colchón mínimo sobre el lomo del tubo debe ser de 40 cm en los lugares que no se tenga tránsito de vehículos y de 90 cm en los lugares en que si exista.
- 3.4.13. Transiciones. Los cambios de dirección de diámetros y de pendientes se deben hacer por medio de una transición en registros o pozos de visita indicándose en cada caso los niveles de plantilla, tanto de llegada como de salida.
- 3.4.14. Cambios de diámetro. Las conexiones de dos diámetros diferentes se deben hacer instalando al mismo nivel las "claves" de los tubos por unir en el registro o pozo. En los casos en que se dé un nivel topográfico pequeño se deben efectuar las conexiones de las tuberías haciendo coincidir los ejes o las plantillas de los tramos de diámetros diferentes.
- 3.4.15. Cambios de dirección Si el diámetro es de 60 cm o menos los cambios de dirección deben hacerse en un registro o pozo de visita. Si el diámetro es mayor de 61 cm se deben emplear tantos pozos como ángulos de 45° o fracción sean necesarios.
- 3.4.16. Cambios de pendiente. Cualquier cambio de pendiente en los tubos se debe hacer en registros o pozos de visita.
- 3.4.17. Registros. Cada salida de aguas pluviales del edificio debe desfogar en un registro cuyas dimensiones mínimas serán las indicadas en el punto 3.2.9 inciso b.
- a. Separación entre registros. La separación máxima de los registros debe ser de acuerdo con el diámetro del tubo según se indica en el punto 3.2.9 inciso e.
- b. Profundidad máxima de registros. La profundidad máxima de los registros debe ser de 1.80 metros. En profundidades mayores a 1.80 m deben proyectarse pozos de visita.
- 3.4.18. Pozos de visita.
- a. En las líneas principales se deben proyectar pozos de visita circulares con brocal de 0.60 m de diámetro y 1.20 m de diámetro al nivel del lomo del tubo de mayor diámetro, y la separación máxima será la indicada en el numeral 3.2.10 inciso e.
- b. Pozos de visita con caída. Por razones de carácter topográfico o por tenerse determinadas elevaciones fijas para las plantillas de algunas tuberías, suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel. Estos se deben hacer en la forma siguiente:
- Pozos con caída libre. Si la diferencia de elevación de las plantillas entre la del tubo de llegada y la del tubo de salida es de 0.40 m o menos, la caída se debe hacer libre dentro del pozo uniéndose las plantillas de las tuberías.
  - Pozos con caja de caída adosada. Son pozos de visita comunes o con caída a los cuales se les construye una estructura menor y permiten la caída en tuberías de 15 a 25 cm de

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

diámetro. Se deben proyectar para diferencias de elevación de plantillas mayores de 40 cm.

- Pozos con caída. Son pozos de visita a los cuales se les construye en el interior del pozo, una pantalla que funciona como deflector del caudal que cae del tubo más elevado, disminuyendo además la velocidad del agua. Se deben proyectar para tubos de 30 a 75 cm de diámetro y caídas mayores de 40 cm hasta 1.50 metros.

3.4.19. Cárcamos de bombeo. Se debe proyectar un cárcamo de bombeo para todas las aguas pluviales que no puedan eliminarse libremente por gravedad hacia el alcantarillado municipal.

- a. Volumen útil del cárcamo. Para el cálculo del volumen útil se debe considerar que el bombeo durará 60 minutos y es el volumen que se requiere para que al cabo de 60 minutos se haya bombeado toda el agua pluvial que llegó al cárcamo. A continuación se indican, en orden de contabilidad, 2 formas de calcular el volumen útil:
  - En función de la curva "Intensidad duración". Se debe calcular el volumen útil haciendo un análisis con la curva-masa de las aportaciones y la curva-masa de las extracciones considerando una tormenta de 60 minutos de duración y 10 años de período de retorno. La diferencia entre aportaciones y extracciones siempre será positiva y la mínima será de alrededor del 10% del volumen total aportado.
  - En función de la máxima precipitación horaria. Si no cuenta con curvas de "intensidad-duración" pero se dispone de precipitaciones horarias (al cabo de 60 minutos), el volumen útil puede estimarse en forma aproximada por medio de la expresión.

$$V_u = 0.50 \times I_{60} \times CA - V_{ext}$$

Ver desarrollo de la fórmula en: Anexo 1, Fórmula F.5.

- b. Dimensiones mínimas del cárcamo.
  - Para facilidad de trabajos de mantenimiento el cárcamo debe tener una sección mínima de 1.0 x 1.5 metros.
  - La profundidad total debe ser igual a la profundidad de la parte inferior del tubo de llegada de las aguas pluviales o 0.60 m como mínimo, más el tirante del volumen útil, más 0.25 m que no se bombean.
- c. Ventilación del cárcamo. El cárcamo debe ser ventilado hacia el exterior. En caso de cárcamos en sótano donde no sea práctico llevar la ventilación al exterior, ésta podrá conectarse al sistema de ventilación de la red sanitaria. El diámetro de la tubería de ventilación depende del gasto de bombeo y de la longitud de ella y se determina de acuerdo con la tabla 3.12.

DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla No. 3.12 Diámetro y longitud de las ventilaciones de Cárcamos de bombeo.

Gasto l/s	Diámetro de la ventilación (mm)					
	32	38	50	64	75	100
	Longitud de la ventilación ( metros )					
1.26	55	*	*	*	*	*
2.52	14	32	*	*	*	*
3.79	6	15	55	*	*	*
5.05	3	8	30	77	*	*
6.31	2	5	20	51	*	*
9.46	N	2	9	22	75	*
12.62	N	N	4	12	43	*
15.78	N	N	2	7	27	*
18.93	N	N	2	5	18	77
25.24	N	N	N	2	9	43
31.55	N	N	N	N	5	26

\*: Longitud mayor de 100 metros.

N: No permitido.

- 3.4.20. Tanques de tormenta. Cuando existe alcantarillado municipal combinado o pluvial pero solamente se permite desfogar en él una fracción del gasto pluvial total de la unidad, se debe proyectar un tanque de tormenta para regular la descarga de estas aguas por medio de bombeo. El volumen útil de estos tanques generalmente es el de una hora de precipitación, y el gasto de bombeo depende de cuál es el gasto máximo que se permite descargar en el alcantarillado.
- 3.4.21. Se debe considerar la posibilidad de aprovechar parte o la totalidad de las aguas pluviales en aquellos conjuntos o inmuebles en que se tengan sistemas de reutilización de aguas residuales, cumpliendo con lo establecido en 3.2.12 inciso a.

## CAPÍTULO 4

### INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Las edificaciones de más de 25 m de altura, o más de 250 ocupantes, o más de 3,000 m<sup>2</sup>, y además, las bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud que manejen madera, pinturas, plásticos, algodón y combustibles o explosivos de cualquier tipo, deben disponer, además de extintores con una red de hidrantes.

#### 4.1. Elementos fundamentales del fuego

- 4.1.1. Los elementos fundamentales para que se produzca fuego son un material combustible que puede ser sólido, líquido o gaseoso, un comburente que por lo general es el oxígeno del aire, y la temperatura propicia, que se conoce en este caso como temperatura de ignición. Estos tres elementos deben concurrir simultáneamente para que se produzca el fuego.
- 4.1.2. Es un hecho comprobado que casi todos los materiales combustibles producen vapores o gases que son fáciles de incendiarse cuando se presenta el calentamiento y se alcanza la temperatura de ignición.

#### 4.2. Clasificación de incendios.

Los incendios se clasifican por la materia combustible que los produce, en:

##### 4.2.1. Clase "A".

- a. Esta clase de incendios se caracterizan porque deja residuos carbonosos, agrietan el material y se propaga de afuera hacia adentro. Se originan en materiales sólidos tales como papel, madera, textiles, cartón, lana, estopa, trapos, y en general, combustibles ordinarios. Para combatir esta clase de incendios es de suma importancia el uso de grandes cantidades de agua o de soluciones que la contengan en un gran porcentaje.

##### 4.2.2. Clase "B".

- a. Incendio producidos en aceites, grasas, pintura y líquidos inflamables e incendios superficiales en los cuales es esencial un efecto de recubrimiento para su extinción. Esta clase de incendios se caracterizan por producirse en las superficies de los líquidos por lo que para combatirlos es esencial eliminar el oxígeno por medio de una acción sofocante o aislante, es decir, las sustancias o agentes extintores deben aislar el combustible y el fuego del aire que es el que provee el oxígeno. Para combatir estos incendios deben utilizarse extintores con polvo químico tipo ABC, BC o bióxido de carbono.
- b. El agua, en forma de chorro directo puede extender el incendio ya que dispersa el líquido combustible. Sin embargo bajo ciertas circunstancias, la lluvia fina, casi niebla, puede ser efectiva. Esta clase de incendios producen gran cantidad de monóxido de carbono debido a la falta de oxígeno en el centro de la flama o foco de incendio.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

### 4.2.3. Clase "C".

- a. Incendio en materiales y equipo eléctrico en los que el uso de un agente extinguidor, no conductor de electricidad como el polvo químico seco y el bióxido de carbono, es de primera importancia para su extinción.

### 4.2.4. Clase "D".

- a. Esta clase de incendios tiene su origen en metales combustibles que en estado de ignición desprenden su propio oxígeno; se pueden mencionar magnesio, sodio, potasio, aluminio, etc.
- b. Los medios de extinción empleados en los fuegos tipo "D", se agrupan bajo la denominación de Polvos Especiales. Como ejemplo se pueden mencionar:
  - Modelo 570: que contiene como agente extintor, una mezcla de cloruro de sodio en polvo seco, muy eficaz con los fuegos con magnesio, sodio, potasio o aluminio en polvo.
  - Modelo 571: su contenido extintor se basa en el polvo de cobre (un agente extintor de gran capacidad), se usa sobre todo para fuegos relacionados con materiales como el litio.
  - Debe descartarse totalmente el uso del agua en cualquier de sus formas para la extinción de los fuegos de clase "D", ya que algunos metales como el potasio o el sodio entran en combustión espontánea al contacto con ella en una reacción rápida y fuertemente exotérmica que suele finalizar en una explosión.

- 4.2.5. Es de gran importancia tomar en cuenta esta clasificación para determinar la correcta selección de instalaciones y equipo, así como las medidas de prevención y extinción.

## 4.3. Sustancias empleadas para la extinción del fuego.

- 4.3.1. Agua. Tiene una gran acción enfriadora, se usa sola o mezclada con otros agentes humectantes.

### 4.3.2. Agentes sustitutos de gases halogenados.

- a. Estos agentes serán todas aquellas sustancias que no dañan la capa de ozono como por ejemplo FM-200, Inergen, etc.
- b. Ninguno de los agentes que se emplean actualmente tiene acción corrosiva importante en los materiales, a no ser que se encuentren en presencia de agua libre o de un líquido.
- c. Bióxido de carbono. Tiene acción sofocante pues desplaza el oxígeno de la combustión. Es un gas inerte más pesado que el aire, no es conductor de la electricidad y es totalmente seco, además es inodoro, incoloro e insípido
- d. Polvo químico seco normal "BC". Tiene acción sofocante, pues desplaza el aire de la combustión mediante la nube que forma al salir del equipo contra incendio, produciendo gran cantidad de bióxido de carbono al entrar en contacto con el fuego. Es un compuesto de bicarbonato de sodio molido y tratado con aditivos antihigroscópicos.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- e. Polvo químico seco de potasio "BC". Este polvo se descompone más rápidamente que el anterior, produciendo bióxido de carbono, por lo cual tiene una acción sofocante. Es un compuesto de bicarbonato de potasio molido y tratado con aditivos antihigroscópicos.
- f. Polvo químico "ABC". Es un polvo de acción sofocante y enfriadora producida por los efectos de descomposición ante la presencia del fuego. Es un compuesto de fosfato monoamónico polivalente molido tratado con aditivos antihigroscópicos y componentes no especificados.

### 4.4. Clasificación de equipos contra incendio.

- 4.4.1. Equipos portátiles. Se utilizan para combatir conatos de incendio o fuegos incipientes y pueden trasladarse a mano o sobre ruedas. Su nombre está determinado por el agente extintor que utiliza como pueden ser polvo químico seco tipo ABC, Bióxido de Carbono, etc.

Para su uso se clasifican en dos tipos, tomando como punto de referencia la forma en que se generan la energía para expulsar el agente extintor del aparato

- a. Equipos portátiles tipo 1. Son aparatos cuyos cuerpos carecen de presión continua pero que están equipados con cartuchos a presión, la cual liberan sólo al momento de dispararlos. Los utilizados normalmente son los siguientes :
  - Extintores de polvo químico seco. Estos extintores constan de dos cuerpos ambos metálicos. El cuerpo mayor almacena el polvo y el segundo es un cilindro con gas a presión el cual puede estar en el interior o en el exterior del extintor.
  - El alcance del chorro de descarga de polvo es de 5 a 10 m dependiendo del tamaño del extintor y de las condiciones atmosféricas.
- b. Equipos portátiles tipo 2. Son aparatos cuyos cuerpos están continuamente bajo presión, siendo los siguientes:
  - Extintores de polvo químico seco. Son llamados así porque el polvo se encuentra normalmente bajo la presión del gas de expulsión almacenados ambos en el recipiente del extintor. Este equipo cuenta además con un manómetro que indica si el aparato tiene la presión adecuada para su operación, con válvula de descarga que se acciona al oprimir las dos secciones. Están provistos de una manguera con su boquilla para dirigir el chorro de descarga, así como de un seguro para evitar que se opere accidentalmente la válvula de descarga.

La presión de operación es de  $12 \text{ kg/cm}^2$  y el alcance del chorro de descarga varía entre 3 y 5 m.

La aplicación de los extintores de polvo químico seco a base de bicarbonato de sodio está limitada a los incendios de las clases "B y C".

La aplicación de los extintores de polvo químico seco a base de fosfatos y sulfatos de amonio debe ser para los incendios clases "A", "B"; y C.

- Extintores de agua a presión. Consisten en un recipiente que contiene agua y un gas a presión que puede ser aire, nitrógeno o bióxido de carbono.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

La presión de operación es entre 6 y 7 Kg/cm<sup>2</sup> y el alcance del chorro de descarga varía de 8 a 12 m, dependiendo de las condiciones atmosféricas.

Estos extintores se construyen solamente con capacidad aproximada de 10 lt se aplican en incendios clase "A" y la duración de la descarga es de cerca de 90 segundos.

- Extintores con bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Estos extintores son los únicos en donde tanto el agente extintor como el agente de presión es el mismo. El bióxido de carbono es introducido al aparato en forma líquida a una presión aproximada de 61 kg/cm<sup>2</sup> y es a esta presión la que sirve para desalojar el gas del recipiente.

Para seguridad del usuario el cuerpo del extintor, que es un cilindro de acero, debe ser probado hidrostáticamente a una presión mínima de 130 kg/cm<sup>2</sup> y debe tener una válvula de seguridad que descargue en el momento en que la presión interior ascienda a 2/3 de la presión de la prueba hidrostática.

Como la presión del gas varía directamente con la temperatura estos extintores no deben colocarse en lugares de temperatura elevadas para evitar que pueda subir su presión interior y se rompa el disco de la válvula de seguridad, dejando al extintor fuera de servicio.

Otra limitación en su uso es que el bióxido de carbono es sólo 1.5 veces más pesado que el aire, por lo que al utilizarse al aire libre el viento desvía fácilmente el chorro de descarga del foco del incendio

Su empleo más indicado es en locales interiores y para combatir incendios de las clases "B" y "C".

Su ventaja sobre los otros agentes extintores es que no deja ningún residuo, además de ser incoloro, inodoro e insípido. Es el agente extintor indicado para la protección de aparatos electrónicos como computadoras.

#### 4.4.2. Equipos fijos.

- a. Los equipos fijos pueden ser los hidrantes, rociadores, sistemas de bióxido de carbono y los sistemas sustitutos de gas halón autorizados.

### 4.5. Clasificación de riesgos para incendio en inmuebles

La base para determinar el riesgo de los locales, según su utilización, se determina de acuerdo con las materias primas, productos o subproductos que se almacenan o manejan en ellos, los cuales se clasifican en alto, medio y bajo

- 4.5.1. Locales de riesgo alto. Los locales de riesgo alto son aquellos donde se manejan o almacenan productos o subproductos, ya sean líquidos ó gaseosos, con un punto de inflamación igual o menor a 37.8 °C (método de copa cerrada), sólidos altamente combustibles, pirofóricos o explosivos, además de las sustancias que tengan la propiedad de acelerar la velocidad de reacción química que genere calor o aquellas otras que al combinarse, implique riesgo de incendio o explosión, como son entre otros:



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- a. Área de alcoholes en almacenes.
- b. Área de almacenamiento de reactivos químicos.
- c. Área de almacenamiento de detergentes que reaccionen con otros productos.
- d. Área de almacenamiento de pinturas.

En todas las áreas, locales y edificios de alto riesgo por cada 200 m<sup>2</sup> de superficie o fracción, se debe instalar, como mínimo un extintor de la capacidad y tipo requerido para los riesgos específicos, además de un equipo fijo.

4.5.2. Locales de riesgo medio. Los locales de riesgo medio son aquellos donde se manejan o almacenan materias primas, productos o subproductos con puntos de inflamación menor de 93 °C (método de copa cerrada) y que no estén comprendidos dentro de los de riesgo alto, pudiéndose mencionar, entre otros los siguientes:

- a. Talleres de conservación.
- b. Laboratorios.
- c. Subestaciones eléctricas.
- d. Casas de máquinas
- e. Almacenes no comprendidos en los de riesgo alto.
- f. Auditorios y teatros.
- g. Centros de información (computadoras) y conmutadores. En este tipo de locales se deben utilizar extintores con agentes sustitutos de gas halón. En espacios donde se justifique por la gran cantidad de equipo, se utilizará un equipo fijo de estos agentes sustitutos.

4.5.3. Locales de riesgo bajo. Los locales de riesgo bajo son aquellos en donde existen productos con punto de inflamación de más de 93 °C (método de copa cerrada). Se consideran dentro de este riesgo todos los locales no comprendidos dentro de los de riesgo alto y medio.

### 4.6. Características en almacenes.

- 4.6.1. Debe evitarse el paso de instalaciones hidráulicas sobre materiales almacenados que sean susceptible de provocar siniestros al reaccionar con el agua.
- 4.6.2. Todos los almacenes deben contar con extintores aún cuando existan otros sistemas de protección.
- 4.6.3. En las áreas de productos volátiles inflamables se deben instalar los extintores a una distancia no mayor de 10 metros entre ellos.
- 4.6.4. Las áreas de guarda de papel, trapo o ropa se protegen por medio de aspersores de agua de acción automática.



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

### 4.7. Selección del sistema.

- 4.7.1. Para seleccionar los sistemas y equipos de protección contra incendio se deben tomar en cuenta las características del riesgo y el equipo disponible en el mercado.
- 4.7.2. Características de los riesgos que deben tomarse en cuenta.
  - a. Grado de peligrosidad del riesgo a proteger.
  - b. Clase o clases de fuego que puede originar el contenido del riesgo.
  - c. Velocidad de propagación del fuego
  - d. Clase y tipo de equipos, maquinarias, instalaciones y contenido del riesgo a proteger.
  - e. Capacidad física y necesidades de entrenamiento del personal que labora dentro del riesgo.

### 4.8. Selección del sistema de equipos.

- 4.8.1. Para determinar el grado de peligrosidad, la clase de incendio que pueda originarse y su velocidad de propagación, es preciso estudiar cuidadosamente el proyecto arquitectónico así como el programa de distribución de equipo e instalaciones.
- 4.8.2. Si dentro del riesgo hay posibilidad de que por la ignición de los materiales contenidos se puedan producir humos o vapores tóxicos, debe seleccionarse un equipo para extinción rápida.
- 4.8.3. En caso de que el equipo, maquinaria, instalaciones y contenidos sean de tal naturaleza que puedan ser dañados por los agentes extintores, se deberá usar como agente extintor el bióxido de carbono.
- 4.8.4. Si el personal que labora habitualmente en un local de riesgo es de poca capacidad física, el equipo que se seleccione debe ser de fácil manejo, poca capacidad y peso, compensando esta condición con la instalación de un mayor número de unidades
- 4.8.5. La selección del equipo a instalar debe ser independiente de los equipos con que cuentan los bomberos de la unidad, exceptuando las tomas siamesas.
- 4.8.6. Dependiendo de la clasificación de riesgos y del tipo de incendios de que se trate se podrán seleccionar de manera individual o combinada, cualquiera de los siguientes sistemas:
  - a. Extintores.
  - b. Hidrantes.
  - c. Tomas Siamesas.
  - d. Rociadores.

### 4.9. Extintores

- 4.9.1. Criterios de localización:

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- a. Si el riesgo es bajo y el área va a estar protegida con hidrantes, se debe colocar un extintor por cada 500 m<sup>2</sup> o fracción.
- b. Si el riesgo es medio y el área va a estar protegida con hidrantes, se debe colocar un extintor por cada 300 m<sup>2</sup> o fracción.
- c. Si el riesgo es bajo sin hidrantes, se debe colocar un extintor por cada 300 m<sup>2</sup> o fracción.
- d. Si el riesgo es medio sin hidrantes, se debe colocar un extintor por cada 200 m<sup>2</sup> o fracción.
- e. Si el riesgo es alto ver numeral 4.5.1.
- f. Deben colocarse a una distancia no mayor de 30 m de separación entre uno y otro.
- g. Deben colocarse a una distancia tal que una persona no tenga que caminar más de 15 m para usarlo.
- h. El soporte del extintor debe colocarse a una altura máxima de 1.60 m.
- i. Deben colocarse en sitios donde la temperatura no exceda de 50 °C y no sea menor de 0 °C.
- j. Deben colocarse en sitios visibles, de fácil acceso, cerca de accesos y salidas, así como en circulaciones principales.
- k. Deben sujetarse de tal forma que se pueda descolgar fácilmente para ser usado.
- l. Cuando se cuente con hidrantes en gabinetes, los extintores deben instalarse al interior de dichos gabinetes.
- m. En exteriores se colocarán en gabinetes.
- n. En los lugares que se instalen deben ser señalizados con un círculo de 0.60 a 1.00 m. de diámetro o un rectángulo pintado de color rojo, quedando el extintor al centro del mismo.
- o. Debe existir un señalamiento que diga "Extintor" en la parte superior de cada uno de estos y el tipo de fuego para el que deben ser usados.
- p. Independientemente de estos criterios de localización, se debe consultar con el Departamento de Bomberos y/o la Dirección de Protección Civil de la UNAM, para conocer si existen otros requerimientos.

### 4.10. Sistema de hidrantes.

El sistema de hidrantes es un conjunto de equipos y accesorios fijos con gran capacidad de extinción, del cual debe disponerse cuando hayan sido insuficientes los equipos portátiles o extintores para combatir un conato de incendio. Consiste en el equipo de bombeo y la red de tuberías necesarias para alimentar, con el gasto y la presión requerida, a los hidrantes de la unidad que se pueda considerar en uso simultáneo.

#### 4.10.1. Hidrante

- a. Se conoce con el nombre de hidrante a las salidas de descarga de una red de tubería, equipos y accesorios fijos con gran capacidad de extinción contra incendio alimentada con

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

agua a presión desde una fuente de abastecimiento. La presión se puede originar por medio de un tanque elevado o de un equipo de bombeo.

- b. Las salidas de descarga de un hidrante deben estar conectadas, mediante una válvula angular, a una manguera con chiflón y a un conjunto de accesorios contenidos en un gabinete metálico.

### 4.10.2. Clasificación. Por su ubicación los hidrantes podrán ser interiores o exteriores.

#### a. Hidrantes interiores.

- Deben estar en lugares visibles y de fácil acceso. Debiéndose tener un hidrante cerca de accesos, salidas y escaleras.
- El volante de la válvula de seccionamiento angular no debe estar a más de 1.60 m sobre el nivel del piso terminado.
- Al iniciar el proyecto de distribución se empezará por colocar los primeros hidrantes cerca de accesos y cubos de escaleras.
- En caso de que se requiera más de un hidrante en un nivel, éstos se deben ubicar en pasillos o zonas de fácil acceso separados entre sí, a fin de garantizar la protección del área total que interese, distancias no mayores que el doble de la longitud de sus mangueras. En estas condiciones se recomienda que para facilitar el desarrollo del proyecto se delimite el área que puede ser protegida por cada gabinete mediante un círculo con centro en el mismo, de radio igual a la longitud de la manguera correspondiente.

#### b. Hidrantes exteriores.

- Deben estar colocados a una distancia no menor de cinco metros de los paramentos exteriores de los inmuebles a los cuales protegen.
- Los hidrantes deben ser colocados de tal manera que el chiflón de su manguera pueda llegar hasta 3 m de cualquier punto del área que protege y descargar así su chorro en el incendio.

### 4.10.3. Componentes del sistema:

#### a. Gabinete de protección contra incendio.

- Se denomina gabinete de protección contra incendio al conjunto formado por el gabinete metálico, la válvula angular de seccionamiento, el portamanguera, la manguera con su chiflón y un extintor.
- Debe ser fabricado con lámina de calibre No. 20 de una sola pieza sin uniones en el fondo, diseñado para sobreponer o empotrar en el muro con una puerta con bisagra de piano continua, manija tipo de tiro y pestillo de leva, con mirilla de vidrio transparente en la parte superior y de 0.20 m de ancho como mínimo.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- Las dimensiones de estos gabinetes serán: 0.832 m de ancho, 0.883 m de alto y 0.216 m de fondo.
  - Debe tener una abertura circular en la parte de arriba del costado, tanto en el lado izquierdo como en el lado derecho, para introducir el tubo de alimentación.
  - Debe tener un acabado con una mano de pintura anticorrosiva y el marco del gabinete debe pintarse de color rojo para facilitar su localización en caso de emergencia.
- b. Válvula de seccionamiento.
- La válvula de seccionamiento debe ser de globo angular, de 50 mm de diámetro, construida de bronce con asiento intercambiable de neopreno y probada al doble de la presión de trabajo del sistema como mínimo.
  - Debe ser colocada a una altura no mayor de 1.6 m sobre el nivel de piso terminado. Para casos especiales se debe consultar con la DGOC, el Departamento de Bomberos y la Dirección de Protección Civil de la UNAM.
- c. Manguera.
- La manguera debe ser de material 100% sintético con recubrimiento interior de neopreno a prueba de ácidos, álcalis, gasolina, hongos, etc.
  - Debe ser a prueba de torceduras y con expansión longitudinal y una sección de 38 mm de diámetro indicada en la tabla y una longitud de 30 m.
  - Debe quedar plegada sobre un soporte metálico dentro del gabinete.
  - Las especificaciones de estas mangueras son las siguientes:

Tabla No. 4.1

Especificaciones de mangueras	
Clase de tejido	Tubular
Tipo de tejido	Sarga o lona
Material del tejido	Fibra continua de poliéster
Material del tubo interior	Sintético de neopreno
Presión de trabajo	14 Kg/cm <sup>2</sup>
Presión de prueba	28 Kg/cm <sup>2</sup>
Presión de ruptura	50 Kg/cm <sup>2</sup>
Diámetro	38 mm

- d. Soporte de la manguera.
- Debe ser giratorio, construido en lámina para suspender la manguera.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- El diseño del soporte será tal que facilite el tendido de la manguera y la operación del hidrante por una sola persona en caso necesario.
- e. Tipos de soporte de manguera:
  - Soporte automático.
  - De cuna fija.
  - De cuna movable.
- f. Colocación de las mangueras
  - Las mangueras deben estar permanentemente acopladas a los hidrantes, una por hidrante.
  - Las mangueras de hidrantes exteriores deben estar acomodadas en casetas a prueba de intemperie, dotadas de un soporte para las mangueras y válvulas.
  - Las casetas deben estar cerradas con llave y el equipo estará protegido con vidrio, el cual llevará un señalamiento que indique “rómpace en caso de emergencia”, conforme a la normatividad respectiva.
- g. Chiflones.
  - Debe ser tipo niebla de 3 pasos, de 38 mm de diámetro y construido de bronce o plástico con rosca hembra en la entrada
  - Chiflón de chorro. Este chiflón es para incendios Clase "A", arroja un chorro sólido. Son adecuado para lugares cuyos contenidos no se esparce ni se daña por la fuerza del aire y del agua.
  - Chiflón tipo neblina. Estos chiflones pueden ajustarse desde chorro sólido hasta neblina. Son adecuados para usarse en sustancias a granel o fáciles de disgregarse o dañarse con la fuerza del agua. Facilitan además el rescate de las personas al rodearlas con finos chorros de agua. Deben estar contruidos de bronce con rosca hembra en la entrada.
- h. Extintor dentro del gabinete de protección contra incendio.
  - Será de polvo químico seco tipo ABC con capacidad de 6 kg, a menos que la DGOC, el Departamento de Bomberos de la UNAM y la Dirección de Protección Civil de la UNAM lo especifique de otro tipo.

#### 4.10.4. Gasto por hidrante.

- a. Se debe considerar de 2.82 lt/s que es el gasto que proporcionan las mangueras con el chiflón tipo niebla cuando se tienen 25.5 m de carga neta a la entrada de la válvula angular.

#### 4.10.5. Hidrantes en uso simultáneo. El número de hidrantes que se consideren en uso simultáneo se debe basar en el área construida de acuerdo con lo siguiente:

Tabla No. 4.2. Hidrantes en uso simultáneo.

Área construida (m <sup>2</sup> )	Hidrantes en uso simultáneo
-----------------------------------	-----------------------------

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

2500 a 5000	2
5000 a 7500	3
Más de 7500	4

- 4.10.6. Diámetros de las tuberías de distribución. Las tuberías de distribución deben ser de acuerdo al número de hidrantes que abastezcan. Conforme a la tabla 4.3.

Tabla No. 4.3. Diámetro de tuberías de distribución.

Número de hidrantes	Diámetro de la tubería ( mm )
1	50 mm
2	64 mm
3	75 mm
4	75 mm Hasta 1000 m de longitud
4	100 mm en longitudes mayores a 1000 m

Nota: Las tuberías que alimenten a las tomas siamesas serán del diámetro mayor de la red.

### 4.11. Tomas siamesas.

- 4.12.1. Cuando por alguna causa sea insuficiente el volumen de agua de reserva para protección contra incendio, o cuando el equipo de bombeo instalado en el interior del edificio queda imposibilitado para funcionar, es indispensable tener una conexión a través de la cual pueda bombear agua el Cuerpo de Bomberos, esto es, una toma siamesa.

- Todos los riesgos protegidos con sistema de hidrantes o rociadores deben contar con tomas siamesas.
- Se deben colocar tomas siamesas cuando menos de 64 mm de diámetro, con válvulas de no retorno, de cuerda estándar, cople movable y tapón macho.
- Las tomas siamesas se pondrán en el exterior de los edificios, y para su localización se seguirán los siguientes criterios.
- Las tomas siamesas deben ir colocadas en una base firme y resistente, pudiendo ser en un muro exterior de concreto del propio inmueble o una base de concreto.
- Las tomas deberán colocarse a una altura mínima de 0.90 m sobre el nivel de piso terminado.

- 4.12.2. Localización de toma siamesa.

- Se debe poner una toma siamesa por cada 90 m o fracción de muro exterior que vea a cada calle o espacio público.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- b. Cuando se tengan construcciones que den a dos calles paralelas o áreas abiertas (como vialidades, andadores, plazas y jardines), se debe poner una toma siamesa por cada 90 m o fracción del muro exterior en cada una de esas áreas.
- c. Cuando la construcción esté en una esquina y la longitud total de muros exteriores no exceda de 90 m basta con poner una sola toma siamesa, siempre y cuando ésta se coloque a no más de 4.50 m de la esquina y sobre el muro más largo.
- d. Cuando la construcción vea a tres calles o hacia espacios abiertos se debe poner una toma siamesa por cada 90 m o fracción de muro exterior que vea a esas calles o áreas, siempre y cuando se ponga una toma siamesa en cada paramento en el sentido más largo y la separación entre tomas no exceda de los 90 m.
- e. Cuando la construcción abarca una manzana y da a cuatro calles o espacios abiertos, se pondrá una toma siamesa en cada paramento, sin embargo se puede poner una toma en una esquina localizada sobre la calle o paramento más largo y a menos de 4.5 m. de la esquina si las otras tomas no quedan separadas más de 90 m entre sí.

### 4.12. Capacidad de almacenamiento para hidrantes y tomas siamesas.

- 4.12.1. Se debe contar con un almacenamiento de agua exclusivo para protección contra incendio en proporción de 5 lt/m<sup>2</sup> construido. La capacidad mínima para este efecto será de 20,000 lt y la máxima de 100,000 lt. Cuando por cálculo se requieran más de 100,000 lt se debe consultar con la DGOC.
- 4.12.2. Por tipo de hidrante. El volumen de agua debe ser el suficiente para abastecer a dos (2) hidrantes trabajando simultáneamente durante dos horas con el gasto de diseño.

### 4.13. Sistema de protección con rociadores de agua.

Este sistema consiste básicamente en una red de tuberías colocadas inmediatamente abajo del techo, alimentadas a presión y en la que se instalan a intervalos regulares, una serie de rociadores diseñados para abrirse por la acción de la temperatura circundante. Al abrirse el rociador produce una descarga de agua en forma de rocío muy abundante sobre el material que produce el calor.

Este sistema será considerado sólo en los proyectos que indique la DGOC.

#### 4.13.1. Tipos de sistema.

- a. Sistema húmedo.
  - En este tipo de sistema toda la tubería se mantiene llena de agua a presión y se usa normalmente en localidades en donde la temperatura del aire nunca llega a ser tan baja que pueda congelar el agua de la tubería.
- b. Sistema seco.
  - En estos sistemas la tubería se mantiene llena de aire comprimido hasta una válvula de retención especial cuya función es dejar pasar el agua en el momento en que baje la presión del aire dentro de la tubería al abrirse cualquier rociador del sistema por efecto del



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

calor. Este tipo de sistemas se utiliza en aquellos lugares en donde por el clima frío puede congelarse el agua de la de la tubería, y debe tenerse cuidado especial en proteger de la congelación a la válvula de retención especial.

### 4.13.2. Tipos de rociadores

Se toma en cuenta la posición de la instalación del rociador para clasificarlos en cuatro tipos.

- a. Ascendente. El deflector se encuentra en la parte superior de la tubería.
- b. Descendente. El deflector está abajo de la tubería
- c. De techo. Con el deflector abajo del falso plafón que cubre la tubería.
- d. De pared. El deflector está diseñado para emitir el rocío hacia el lado contrario a la pared más cercana a su colocación.

### 4.13.3. Red de distribución de agua a los rociadores

Configuración geométrica y localización de rociadores. Para el trazo de la configuración geométrica de la red se deben tomar en cuenta las recomendaciones siguientes:

- a. Distancia máxima permisible.
  - En zonas de riesgo la máxima distancia permisible entre los ramales y los rociadores de cada ramal debe ser de 4.5 m.
  - En zonas de riesgo medio la máxima distancia permisible entre los ramales y entre los rociadores de cada ramal debe ser de 4.5 m, excepto en zonas de estibas altas en que la separación máxima entre los ramales y entre los rociadores de cada ramal será de 3.6 m.
  - En zona de riesgo alto la máxima distancia permisible entre los ramales y entre los rociadores de cada ramal será de 3.6 m.
- b. Área de protección por rociadores.
  - En zonas de riesgo bajo el área de protección por rociador no debe exceder de 15 m<sup>2</sup>.
  - En zonas de riesgo medio el área de protección por rociador no debe exceder de 12 m<sup>2</sup>, excepto en áreas de estibas altas en las que el área de protección por rociador no debe exceder de 9 m<sup>2</sup>.
  - En zonas de riesgo alto el área de protección por rociador no debe exceder de 8 m<sup>2</sup>.

### 4.14. Cargas mínimas y máximas de trabajo de los rociadores.

- 4.14.1. La carga mínima de trabajo en la base del rociador debe ser de 7.0 metros de columna de agua.
- 4.14.2. La carga máxima de trabajo en la base del rociador debe ser de 35.0 metros de columna de agua.



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

### 4.15. Diámetro mínimo.

El diámetro mínimo en cualquier tramo de la red será de 25 mm.

### 4.16. Densidad de precipitación.

Son los  $\text{lt/s/m}^2$  que con cierto grado de uniformidad se deben aplicar sobre el área por proteger. Las densidades que se deben considerar de acuerdo con el tipo de riesgo y del área por proteger, se indican en la tabla 4.4.

Tabla No. 4.4 Densidad de precipitación.

Densidad ( $\text{lt/s/m}^2$ )			Densidad ( $\text{lt/s/m}^2$ )	
Área $\text{m}^2$	Riesgos Bajos	Riesgos Medios	Área $\text{m}^2$	Riesgos Altos
50	0.0960	0.1515	1000	0.3271
60	0.0920	0.1490	1200	0.3216
70	0.0885	0.1465	1400	0.3161
80	0.0850	0.1440	1600	0.3106
90	0.0815	0.1415	1800	0.3051
100	0.0780	0.1390	2000	0.2996
120	0.0740	0.1340	2200	0.2941
140	0.0697	0.1290	2400	0.2886
160	0.0655	0.1245	2600	0.2831
180	0.0617	0.1205	2800	0.2776
200	0.0585	0.1170	3000	0.2721
220	0.0550	0.1135	3200	0.2666
240	0.0520	0.1105	3400	0.2611
260	0.0490	0.1075	3600	0.2556
280	0.0455	0.1045	3800	0.2501
300	0.0425	0.1020	4000	0.2446
320	0.0395	0.0995	4200	0.2391
340	0.0360	0.0970	4400	0.2336
360	0.0330	0.0945	4600	0.2281
380	0.0295	0.0920	4800	0.2226
400	0.0265	0.0895	5000	0.2171
420	0.0235	0.0870	5200	0.2116
440	0.0210	0.0840	5400	0.2061
460	0.0185	0.0815	5600	0.2006
480	0.0165	0.0790	5800	0.1951
500	0.0145	0.0765	6000	0.1896

### 4.17. Gastos por rociador.

4.17.1. Depende del tipo, marca, diámetro del orificio y presión (o carga) neta disponible en la base del rociador

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- a. Gasto mínimo teórico. El gasto mínimo teórico por rociador que se debe considerar es igual a la densidad multiplicada por el área de protección del rociador.
- b. Gasto efectivo. Es el del rociador seleccionado para que con la carga neta disponible proporcione un gasto igual o ligeramente mayor que el gasto mínimo teórico.
- c. Los gastos aproximados de acuerdo con su diámetro de orificio y de la carga neta disponible deben ser de acuerdo a lo especificado por el fabricante del rociador.

### 4.18. Cálculos de la red.

Para el cálculo de la red deben hacerse las consideraciones indicadas a continuación:

- a. El área de diseño será la hidráulicamente más desfavorable y deben incluirse todos sus rociadores.
- b. Cuando no sea obvio que esa área considerada sea la más desfavorable en cuanto a gasto y carga, se deben analizar otras zonas.
- c. Cada rociador en el área de diseño debe descargar con un gasto por lo menos igual al gasto mínimo.
- d. Los diámetros de los diferentes tramos se seleccionan, considerando que el gasto de cada uno de los rociadores en el área de diseño debe ser razonablemente el mismo, por lo que las pérdidas de presión deben ser las mismas en el área.
- e. En caso de que se tengan hidrantes y rociadores conectados a una misma red se debe tomar en cuenta los que se supongan en uso simultáneo, tanto rociadores como hidrantes.

### 4.19. Almacenamiento de agua requerido para sistema de rociadores.

- 4.19.1. El volumen requerido de almacenamiento de agua de acuerdo con el número de rociadores se indica en la tabla 4.6.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla No. 4.6 Almacenamiento de agua para sistema contra incendios a base de rociadores.

No. Rociadores	Litros	No. Rociadores	Litros	No. Rociadores	Litros
1	1514	45	29389	150	52480
2	3028	50	31040	160	54206
3	4542	55	32584	170	55887
4	6057	60	34068	180	57537
5	7571	65	35400	190	58960
6	9085	70	36657	200	60262
7	10599	75	37853	220	62685
8	12113	80	38989	240	64956
9	13627	85	40079	260	67076
10	15141	90	41184	280	69044
15	18018	95	42244	300	70710
20	20441	100	43304	320	72224
25	22409	110	45212	340	73587
30	24226	120	47089	360	74647
35	25982	130	48922	380	75404
40	27709	140	50723	400	75707

### 4.20. Sistemas de bióxido de carbono.

4.20.1. Uso y limitaciones. Estos sistemas se utilizan para extinguir fuegos en riesgos o equipos específicos, así como en aquellos lugares en los que es esencial o deseable utilizar un medio extinguidor no conductor de electricidad, donde la limpieza de otro medio extinguidor presente problemas, o donde su instalación sea más económica que la de otro tipo de sistema.

- a. Todas las áreas o partes de un riesgo que pueda incendiar o pueda ser incendiada deben protegerse.
- b. Algunos de los más importantes tipos de riesgo y equipos que pueden protegerse satisfactoriamente con los sistemas de bióxido de carbono son:
  - Materiales inflamables líquidos o gaseosos.
  - Riesgos eléctricos tales como; transformadores, interruptores en aceite, generadores eléctricos, interruptores de circuitos eléctricos y equipos rotatorios.
  - Motores que utilicen gasolina y otros combustibles inflamables.
  - Combustibles ordinarios como papel, madera y textiles.
  - Riesgos sólidos
- c. El bióxido de carbono no debe usarse para extinguir fuego de los siguientes materiales:
  - Sustancias químicas que contengan su propio contenido de oxígeno, como es el nitrato de celulosa.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- En metales con los que pueda reaccionar como el sodio, potasio, magnesio, titanio y zirconio.
- Metales híbridos

4.20.2. Tipos de sistemas. Por la forma de aplicarlos al riesgo los sistemas de bióxido de carbono pueden ser:

- a. Sistemas de inundación total. Consisten en un abastecimiento fijo de bióxido de carbono normalmente conectado a tuberías fijas con chiflones que descargan bióxido de carbono en un espacio cerrado o en un espacio que circunda el riesgo.
- b. Sistemas de aplicación local. Consisten en un abastecimiento fijo de bióxido de carbono normalmente conectado a tuberías fijas con chiflones dirigidos para descargar el bióxido de carbono directamente al material incendiado.
- c. Sistemas de líneas de mangueras de mano. Consisten de un abastecimiento fijo de bióxido de carbono que alimenta a mangueras manuales.
- d. Sistemas de tuberías con abastecimiento móvil. Consisten de un abastecimiento móvil de bióxido de carbono capaz de ser trasladado rápidamente al lugar requerido y conectarse a un sistema de tuberías fijas que alimenta a chiflones y a mangueras, o a ambos, que pueden ser usados ya sea para inundación total o para aplicación localizada.

4.20.3. Requerimientos de seguridad. En cualquier sistema propuesto de uso de bióxido de carbono en donde exista la posibilidad de que personas queden atrapadas o entren en atmósferas que se hicieron peligrosas por la cantidad de bióxido de carbono descargada en ellas, se deben prever medidas adecuadas de seguridad para asegurar una rápida evacuación y para evitar la entrada a tales atmósferas, así como disponer de medios para un rápido rescate de personal que pudiera quedar atrapado, ya que la dilución del oxígeno en el aire por las altas concentraciones de bióxido de carbono para extinguir el fuego, pueden crear atmósferas impropias para mantener la vida.

4.20.4. Sistemas de distribución (CO<sub>2</sub>).

a. Tuberías.

- Deben resistir sin deformación las temperaturas esperadas. Las tuberías de fierro y acero deben ser galvanizadas por dentro y por fuera. La tubería de fierro negro puede usarse en atmósferas no corrosivas. Materiales o recubrimientos especiales resistentes a la corrosión pueden requerirse en atmósferas muy corrosivas. Debido a las bajas temperaturas que se tienen durante la descarga las tuberías y conexiones que se usen deben tener características apropiadas para uso en bajas temperaturas.
- En sistemas de alimentación a alta presión la tubería y conexiones deben tener una presión de ruptura mínima de 352 kg/cm<sup>2</sup>. En el caso de tuberías de acero las de cédula 40 deben usarse hasta 19 mm de diámetro y la cédula 80 deber usarse para diámetros de 25 mm o mayores. Se pueden usar conexiones roscadas extra-reforzadas hasta 50 mm de diámetro y las de 64 mm o mayores deben ser conexiones de acero forjado.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- En sistemas de alimentación a baja presión la tubería y conexiones deben tener una ruptura mínima de  $127 \text{ Kg/cm}^2$ . En el caso de tubería de acero se recomienda que para tuberías bajo presión continua se use cédula 80 con conexiones de acero forjado. La tubería entre la válvula maestra y las válvulas selectoras debe ser cédula 80 usando conexiones roscadas de hierro maleable para una presión de trabajo de  $21.1 \text{ kg/cm}^2$  ( $300 \text{ lbs/pulg}^2$ ), o bien tubería y conexiones de acero soldable cédula 40. La tubería que descargue libremente a la atmósfera puede ser de cédula 40 con conexiones roscadas.
- b. Válvulas.
- Válvulas de alivio de presión. En los sistemas en donde por la localización de las válvulas de seccionamiento se tengan tramos de tubería que estén "cerrados", debe equiparse con dispositivos de alivio de presión o las válvulas de seccionamiento deben estar diseñadas para evitar que se quede atrapado bióxido de carbono líquido. Los dispositivos de alivio de presión deben operar en  $169$  y  $211 \text{ kg/cm}^2$  en los sistemas alimentados a alta presión y a  $31.6 \text{ kg/cm}^2$  en los sistemas alimentados a baja presión. Los dispositivos de alivio de presión deben localizarse de tal forma que la descarga de  $\text{CO}_2$  no dañe al personal.
  - Todas las válvulas deben ser las indicadas para el uso propuesto especialmente en lo que respecta a su capacidad de flujo de operación. Deben usarse solamente para las temperaturas y otras condiciones para las que fueron aprobadas.
  - Las válvulas usadas en los sistemas con almacenamiento a alta presión y que están bajo presión constante deben tener una presión de ruptura de  $422 \text{ kg/cm}^2$ , en tanto que las que no están bajo presión constante deben tener una presión mínima de ruptura de  $352 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Las válvulas usadas en sistemas que usen almacenamiento a baja presión deben resistir una presión de prueba hidrostática de  $126.6 \text{ kg/cm}^2$  sin deformación permanente.
  - En el cálculo de la longitud equivalente de las válvulas de cilindro se debe considerar el tubo del sifón, la válvula, la presión de descarga y el conector flexible.
- c. Chiflones de descarga.
- Los chiflones de descarga deben ser los indicados para el uso propuesto y deben estar aprobados para sus características de descarga.
  - Los chiflones consisten de un orificio en conjunción con alguna corneta, pantalla o deflector.
  - Los chiflones de descarga deben tener la resistencia adecuada para las presiones de trabajo esperadas, resistir daños mecánicos normales y resistir sin deformación las probables temperaturas.
  - Los orificios de descarga deben estar contruidos de metal resistente a la corrosión.
  - Los chiflones de descarga que se usen en sistemas de aplicación local deben conectarse y sujetarse de manera que no se desajusten fácilmente.

## CAPÍTULO 5

### SISTEMAS DE RIEGO

#### 5.1. Dotación de agua para riego.

5.1.1. El sistema de riego debe ser totalmente independiente al abastecimiento de agua a los edificios.

- a. La dotación de agua para el riego de jardines debe ser de 5 lt/m<sup>2</sup>.

5.1.2. Abastecimiento de agua para riego.

- a. Si se cuenta con red municipal de agua tratada con infraestructura y capacidad adecuadas, el abastecimiento de agua para riego se tomará de dicha red. En el caso de Ciudad Universitaria se debe consultar con la DGOC si la zona cuenta con red de agua tratada y si ésta tiene la capacidad requerida.
- b. Los proyectos ejecutivos deberán privilegiar la plantación de especies endémicas, en todo caso el riego de áreas verdes que así lo requieran sólo se realizará en épocas de estiaje.
- c. Cuando el proyecto considere un sistema de aprovechamiento de agua pluvial se aprovechará para riego.
- d. De existir en el sitio tratamiento de aguas residuales el agua tratada se debe utilizar para riego.
- e. De no poder suministrar agua con los procedimientos anteriores el riego a jardines se efectuará con agua potable, previa autorización de la DGOC.

#### 5.2. Tipo de riego

5.2.1. Riego con manguera.

- a. Para propósito de proyecto se considera que la longitud de las mangueras debe ser de 15m.
- b. La manguera se debe instalar en una válvula de acoplamiento rápido.
- c. Cuando el riego sea por gravedad el área máxima a considerar será de 500m<sup>2</sup>.

5.2.2. Riego por aspersión.

- a. Debe utilizarse principalmente en jardines con superficies mayores a 5,000 m<sup>2</sup> y campos deportivos al aire libre.
- b. Equipo fijo con aspersores superficiales o subterráneos.
- c. Equipo móvil con aspersores montados sobre ruedas
- d. Equipo fijo con válvulas de acoplamiento rápido.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- 5.2.3. Riego por goteo. En caso de que el proyecto así lo requiera se podrá instalar este tipo de sistema, siempre y cuando la infraestructura existente lo permita. Entodo caso se debe consultar con la DGOC.

### 5.3. Tubería y accesorios.

#### 5.3.1. Tubería.

- Material. La tubería de la red de riego debe ser de fierro galvanizado cédula 40 o de polietileno de alta densidad con un RD tal que permita roscar sus extremos para trabajos de mantenimiento.
- Profundidad. La profundidad de la tubería de la red de riego será de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 5.1. Profundidad de la red de riego.

Tipo de superficie	Profundidad mínima	Encofrado
Áreas jardinadas	30cm	No
Cruce de plazas y andadores	30cm	Si
Cruce de vialidades	60cm	Si

#### 5.3.2. Válvulas de conexión.

- Se deben utilizar válvulas de acoplamiento rápido de 19 mm de diámetro con tapa de hule para campos deportivos.
- Se debe utilizar acoplador de 19 mm.
- Se debe utilizar codo giratorio para conectar manguera de 19 mm de diámetro.
- El diámetro de giro a considerar será de 30 m.

#### 5.3.3. Válvulas seccionadoras

Con el objeto de que los equipos de bombeo sean de capacidades mínimas el riego se dividirá en circuitos, seccionándolos con válvulas de compuerta.

#### 5.3.4. Los aspersores pueden ser:

- Aspersores de impacto visibles para riego en arco entre 25° y 330°.
- Aspersores de impacto visibles de círculo completo.
- Aspersores en base de patín para conectar a manguera de 19 mm de diámetro.
- Aspersores en base de estaca para conectar a manguera de 19 mm de diámetro.
- Aspersor de 19 mm en base con ruedas, para conectar a manguera de 19mm de diámetro.
- Aspersores subterráneos. La característica de estos aspersores es su montaje en una caja protectora, se instala a nivel del terreno natural y se conecta a la red de distribución. Con la

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

entrada del agua y la presión resultante se elevan para proceder al riego y vuelven a su posición cuando se interrumpe el suministro de agua.

- g. Aspersores de gran alcance y volumen para campos deportivos como campos de fútbol.

### 5.4. Gasto

#### 5.4.1. Gasto de mangueras y aspersores

- a. Gasto por manguera de 19mm de diámetro:
- En sistema por gravedad será de 0.3 lt/s.
  - Con bombeo será de 0.6 lt/s considerando una simultaneidad de operación 3 a 5 mangueras.
- b. Gasto por bombeo. El gasto por bombeo por aspersor será el especificado por el fabricante.

#### 5.4.2. Gasto de diseño de las líneas

- a. El gasto de diseño de las líneas será igual a la suma de los gastos de las mangueras y aspersores a las que da servicio en probable uso simultáneo.

### 5.5. Carga de trabajo

#### 5.5.1. Carga de trabajo en mangueras y aspersores.

- a. Se considerará de 21 m de columna de agua para mangueras, de los cuales 15 m corresponden a la carga efectiva de trabajo, 4 m por pérdida de carga por fricción en la propia manguera y 2 m de pérdida de carga en la válvula de acoplamiento rápido.
- b. Para los aspersores la carga de trabajo será la especificada por el fabricante.

### 5.6. Máxima pérdida de carga por fricción.

- a. Para riego con manguera alimentado con bombeo será de acuerdo a la tabla 5.2:

Tabla 5.2. Riego con manguera con bombeo.

Longitud L (m)	Perdida por fricción hf/m
Hasta 50m	0.065L
51m – 300m	$0.65L \cdot \frac{L^2}{10000}$
301 o más	10.5

Siendo:

hf: Pérdida de carga por fricción.

L: Longitud de la línea de descarga entre la bomba y la válvula de acoplamiento más lejana.

Los diámetros supuestos se deben ajustar con las características de la bomba más pequeña que se acerque a las condiciones de gasto-carga requeridas.



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- b. Riego con aspersores. La máxima pérdida de carga por fricción en la línea de descarga será del 10% de la carga de trabajo de los aspersores considerados

### 5.7. Volumen requerido para riego.

Para calcular el volumen requerido para riego se deben tomar en consideración los siguientes conceptos para su determinación:

- a. Clase de siembra
- b. Área por regar
- c. Tipo de suelo
- d. Clima
- e. Horas de bombeo diarias
- f. Espaciamiento entre riegos.

### 5.8. Controles.

- 5.8.1. Control Automático. En los lugares que determine la DGOC se debe instalar un sistema de control automático consistente en lo siguiente:
  - a. Aparato de control y dirección
    - Con reloj diario y semanal
    - Conexión para circuitos de riego
    - Operación manual o automática
  - b. Válvula principal
  - c. Válvula de dirección.

## CAPÍTULO 6

### 6. GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VAPOR

#### 6.1. Generación y distribución de vapor.

- 6.1.1. Utilización. El vapor que se produce en el generador de vapor es empleado en procesos tales como:
- Producción de agua caliente.
  - Esterilización de equipos e instrumental.
  - Equipos de calefacción y aire acondicionado.
  - Lavanderías.
  - Lavado de maquinaria.
  - Procesos de enseñanza (plantas industriales).
- 6.1.2. Presiones manométricas tipo doméstico.
- Se llama tipo doméstico porque las presiones que se manejan son inferiores a las utilizadas en la Industria a gran escala.
  - Las presiones manométricas más comúnmente utilizadas son:
    - De 8.8 a 10.5 kg/cm<sup>2</sup> en centrales de lavandería
    - De 3.5 a 5.6 kg/cm<sup>2</sup> en equipos de esterilización.
    - De 1.05 kg/cm<sup>2</sup> en equipos de cocina y calefacción.
    - De 2.1 kg/cm<sup>2</sup> en intercambiadores de calor.
- 6.1.3. Presiones de distribución de vapor.
- En los proyectos se manejan normalmente 3 tipos de presiones las cuales se denominan:
    - Presión alta de 8.8 o 10.5 kg/cm<sup>2</sup>.
    - Presión media de 5.0 kg/cm<sup>2</sup>.
    - Baja presión de 1.05 a 1.4 kg/cm<sup>2</sup>.
  - La utilización de estas presiones estará acorde a la presión y consumo requerido de los equipos y al tipo de red de distribución que el proyectista elija en su diseño.
  - Factor de simultaneidad. Serán los establecidos en la tabla 6.1.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla No. 6.1 Factor de simultaneidad.

Utilización	Porcentaje %
Agua caliente	100
Aire acondicionado y Calefacción	100
<b>Esterilizadores de laboratorio</b>	
1 Esterilizador	100
2 Esterilizadores	100 del de mayor consumo
3 Esterilizadores	100 de dos de mayor consumo
n Esterilizadores	100 de n-1 de mayor consumo
<b>Equipos de lavandería</b>	
Mangles y tómbolas	100
Unidades de ropa	100 de dos unidades de cada grupo de 3
Lavadoras de ropa	100 de una lavadora grande
	50 de la suma de las lavadoras pequeñas
<b>Equipos de cocina</b>	
Marmitas	100
Mesas calientes	100
Cocedor de verduras.	100
La suma de los equipos anteriores	100
Lavadora de losa	100 más 50% de la suma de los demás equipos

6.1.4. Selección de diámetros. Para la selección de diámetros se deben considerar los siguiente aspectos:

- a. Velocidad del vapor.
- b. Pérdida de presión.
- c. Presión de la red.

6.1.5. Velocidad.

- a. A fin de evitar ruidos molestos, erosión y daños en las tuberías y accesorios, se deben seleccionar velocidades entre 1,200 y 1,800 m/min en tuberías hasta un diámetro de 75 mm y hasta 2,700 m/min en tuberías de 100 mm de diámetro en adelante.
- b. Para procesos industriales se utilizan velocidades de acuerdo a las necesidades propias de los equipos.

6.1.6. Pérdidas de presión.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- a. La caída de presión no debe ser grande para evitar la mala operación de los equipos a los cuales se suministra vapor.
- b. Con objeto de que los equipos trabajen con presiones semejantes se debe considerar en la caída de presión en porcentaje, partiendo de la presión inicial según la tabla 6.2.

Tabla No. 6.2 Pérdida total de presión

Presión inicial del vapor		Pérdida total de presión	
kg/cm <sup>2</sup>	Lb/pulg <sup>2</sup>	En % de la Presión inicial	En kg/cm <sup>2</sup>
0.5	7.1	20.0	0.1
1.0	14.2	19.5	0.195
1.5	21.3	19.0	0.285
2.0	28.4	18.5	0.37
2.5	35.6	18.0	0.45
3.0	42.7	17.5	0.525
3.5	49.8	17.0	0.595
4.0	56.9	16.5	0.66
4.5	64.0	16.0	0.72
5.0	71.1	15.5	0.775
5.5	78.2	15.0	0.825
6.0	85.3	14.5	0.87
6.5	92.5	14.0	0.91
7.0	99.6	13.5	0.945
7.5	106.7	13.0	0.975
8.0	113.8	12.5	1.0
8.5	120.9	12.0	1.02
9.0	128.0	11.5	1.035
9.5	135.1	11.0	1.045
10.0	142.2	10.5	1.05
10.5	149.3	10.0	1.05

### 6.1.7. Presión en la red.

- a. La presión en la red se determina de acuerdo a la tabla 6.2.

## 6.2. Válvulas reductoras de presión

- 6.2.1. En el caso de que se requiera una presión diferente a las mencionadas se diseñarán estaciones reductoras de presión.
- 6.2.2. Deben estar localizadas en sitios adecuados y cercanos al punto de distribución.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- 6.2.3. Para la selección de la válvula reguladora de presión es necesario conocer el consumo y la presión de trabajo a la cual se requiere el vapor.
- 6.2.4. El espacio requerido para la estación reguladora de presión es de 1.50 m por 0.60 m, además de estar provista de un filtro sobre la línea antes de la válvula reguladora.

### 6.3. Trampas de vapor

- 6.3.1. Se debe entregar el vapor libre de condensados por lo cual se debe incluir en el diseño separadores de condensados (trampas de condensados).
- 6.3.2. Localización de trampas de vapor
  - a. En las líneas generales de distribución se localizarán a cada 30 o 40 m y en los extremos de las mismas.
  - b. En los extremos de los ramales de vapor cuando excedan de 10 m de longitud.
  - c. En todos los cambios de dirección de la línea de distribución de horizontal a vertical, por pequeño que sea.
  - d. En todo equipo que se utilice en circuito cerrado como intercambiadores de calor, tómbolas, mangles, etc.
- 6.3.3. Selección de la trampa de vapor. Para la selección de la trampa de vapor se deben considerar los factores de gasto siguiente:
  - a. Las trampas que drenan el condensado de las tuberías se consideran con un factor de gasto igual a 1.5.
  - b. Las trampas que drenan el condensado de los equipos se consideran con un factor de gasto igual a 2.0.
  - c. Para determinar el tipo de la trampa ver tabla 6.3.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla 6.3. Selección de tipo de trampa de vapor

Drenado de condensado en:	Primera alternativa	Segunda alternativa
Serpentines de calefacción de aire baja presión	Flotador y termostática	
Intercambiador de calor presión baja o mediana	Flotador y termostática	
Tuberías de distribución de vapor		
0-1.05 kg/cm <sup>2</sup>	Termodinámica	Cubeta invertida
Más de 1.05 kg/cm <sup>2</sup>		
Separadores de vapor		
0-1.05 kg/cm <sup>2</sup>	Cubeta invertida Termodinámica	
1.1-1.8 kg /cm <sup>2</sup>	Termodinámica	
Más de 8.8 kg /cm <sup>2</sup>		
Mesas calientes con vapor baja presión	Flotador y termostática	Cubeta invertida
Marmitas	Flotador y termostática	Cubeta invertida
Sobrecalentadores de agua	Flotador y termostática	Cubeta invertida
Mangles	Flotador y termostática	Cubeta invertida
Tómbolas	Flotador y termostática	Cubeta invertida
Planchas de ropa de forma	Flotador y termostática	Cubeta invertida

### 6.4. Consumo horario de vapor y selección de los generadores de vapor.

- 6.4.1. Consumo horario de vapor. El consumo horario total de vapor debe ser igual al consumo horario de los equipos en consideración, aplicando los factores de simultaneidad mencionados en la tabla 6.1.
- 6.4.2. Caballos-caldera requeridos. Deben ser para 1.25 veces el consumo horario calculado.
- 6.4.3. Cantidad y capacidad de los generadores de vapor. La cantidad, capacidad y tipo de los generadores de vapor que se seleccionen, se determinará en función del total de caballos-caldera requeridos.
- 6.4.4. Para casos especiales se deberá consultar con la DGOC.

### 6.5. Retorno de condensados.

- 6.5.1. Con el propósito de hacer más eficiente el uso del vapor es necesario crear una red de retorno de condensado, el no tenerla provoca el desperdicio de agua tratada generando un gasto innecesario.
  - a. Para la recuperación de este condensado es necesario tener un recolector de condensado que normalmente se debe ubicar en la casa de máquinas
  - b. Se debe tener por cada presión que se maneje un retorno de la misma.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- c. Sí por el tipo de equipo la presión del condensado resulta ser muy baja y no sea capaz de regresar el condensado, se proyectará un equipo recolector del condensado, equipado con dos bombas y su línea será independiente a las otras presiones

- 6.5.2. Gasto de condensados. El gasto horario promedio de condensado durante el período de recuperación se calculará usando la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{(t_2 - t_1) \times V}{CL}$$

Ver desarrollo de la fórmula en: Anexo 1, Fórmula F.5.

- 6.5.3. Otros equipos.

- a. Se debe tomar el gasto de condensado igual al consumo horario del vapor requerido por el equipo.

- 6.5.4. Velocidad máxima del condensado

- a. Para evitar erosión en las tuberías y contra presiones no debe exceder de 25 m/s.

- 6.5.5. Pérdidas de presión

- a. Para las pérdidas de presión en la tubería de retorno de condensado debe seleccionarla como si estuviera conduciendo agua caliente a la temperatura de 66 °C, teniendo siempre presente que la única carga disponible es la presión que el vapor ejerce sobre la trampa.

### 6.6. Aislamiento térmico.

- 6.6.1. Las tuberías de distribución de vapor y de retorno de condensados deben aislarse térmicamente empleando tubos preformados en dos medias cañas de fibra de vidrio.

- 6.6.2. El acabado en el forro con fibra de vidrio para tuberías instaladas en interiores y plafones deberá hacerse con una capa de manta y dos flejes de aluminio por cada tramo de 91 cm y el acabado final debe ser con pintura de identificación de tuberías, según código de colores de la UNAM.

- 6.6.3. El aislamiento de las tuberías instaladas en lugares donde pueden estar sujetas al abuso mecánico o instaladas a la intemperie, se debe proteger con una capa protectora de lámina de aluminio lisa de 0.718 mm de espesor, traslapada 5 cm tanto longitudinalmente como transversalmente y sujeta con remaches "pop" de aluminio de 2.4 mm de diámetro a cada 30 cm, y el acabado final con la identificación según el código de colores de la UNAM.

- 6.6.4. El espesor del aislamiento en las tuberías de distribución de vapor de acuerdo con la presión del vapor será el siguiente:

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla N° 6.5. Espesor de aislamiento para tuberías de vapor.

Presión del vapor (kg/cm <sup>2</sup> )			
hasta 8.8		de 10.5 a 14.0	
Diámetro del tubo (mm)	Espesor del aislamiento (mm)	Diámetro del tubo (mm)	Espesor del aislamiento (mm)
13-19	25	13-19	38
25-75	38	25-150	50
100 o más	50	200 o más	64

- 6.6.5. El espesor del aislamiento de las tuberías de retorno de condensados será de 25 mm para todos los diámetros y presiones.



## CAPÍTULO 7

### SISTEMAS DE BOMBEO

#### 7.1. Carga dinámica total o carga total de bombeo

##### 7.1.1. Carga estática.

- a. Esta carga está formada por la suma algebraica de la carga estática más la carga estática de descarga, o altura estática de succión.
- b. La carga estática es la distancia vertical expresada en metros entre el origen de la succión y el punto de alimentación considerado como el más desfavorable, ya sea por su altura, su lejanía, o por ambos.

7.1.2. Carga estática de descarga. Es la distancia vertical entre el centro geométrico del impulsor de la bomba y el nivel más alto que alcanza el líquido bombeado en la tubería donde descarga, expresada en metros de columna de agua.

7.1.3. Carga o altura estática de succión. Es la distancia vertical, expresada en metros entre el fondo de la cisterna y el eje de la bomba, se le denomina “Carga estática de succión” si el fondo está arriba del eje de la bomba y “Altura estática de succión” si el fondo está abajo del eje de la bomba.

7.1.4. Carga total de fricción. Es la suma de las pérdidas por fricción en las tuberías, conexiones, válvulas y accesorios de la línea de succión y de descarga de la bomba donde se considera el punto más desfavorable de llegada, expresada en metros de columna de agua.

7.1.5. Carga de trabajo. Es la carga necesaria para la correcta operación del mueble o equipo, expresada en metros de columna de agua.

7.1.6. Determinación de la carga total de bombeo.

- a. Para determinar la carga total de bombeo se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$H = h_{es} + h_{fs} + h_{ed} + h_{fd} + h_t$$

Ver desarrollo de la fórmula en: Anexo 1, Fórmula F.6.

7.1.7. Ver tabla 7.1. de cargas de trabajo y diámetros de alimentación.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla No. 7.1. Carga de trabajo y diámetro de alimentación.

Mueble	Carga (m de columna de agua)	Diámetro (mm)
Inodoro fluxómetro *	10	25-32 *
Inodoro tanque	3	13
Mingitorio fluxómetro	5	19
Mingitorio llave resorte	3	13
Lavabo	3	13
Lavadero	3	13
Vertedero de aseo	3	13
Vertedero mesa trabajo	3	13
Unidad dental	5	13
Destilador de agua	5	13
Lavadora guantes	3	13
Mesa autopsias	3	13
Regadera	3	13
Revelador automático	13	32
Revelador manual	13	3
Cafetera	13	3
Fabricador de hielo	13	3
Fregadero (con mezcladora)	13	3
Fuente de agua	13	3

(\*) El diámetro varía de acuerdo al diámetro del spud de descarga.

### 7.2. Sistemas de bombeo a presión para distribución de agua potable.

7.2.1. Se podrán considerar los siguientes sistemas de bombeo a presión:

- Sistema de bombeo con equipo hidroneumático.
- Sistema de bombeo con variador de frecuencia.
- Sistemas a presión o sistemas de bombeo directo a la red.

7.2.2. Cuando el proyecto considere cuartos de bombas subterráneos se deberá dejar un cárcamo y el equipo de bombeo requerido para el achique en prevención de posibles inundaciones.

### 7.3. Equipos hidroneumáticos.

7.3.1. Este sistema mantiene el abastecimiento de agua en las edificaciones en la cantidad y presión necesarias utilizando una cisterna como tanque de almacenamiento, una o más bombas para lograr el gasto y la presión requeridos a través de un tanque precargado con diafragma, para formar una cámara a presión que permite abastecer durante algún tiempo la

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

instalación en los períodos entre paro arranque de las bombas, contando con controles que permiten la operación totalmente automática.

- 7.3.2. En la automatización de estos equipos y su protección se deben tomar en cuenta los siguientes controles:
- En la cisterna debe instalarse un sistema de electroniveles que controle el bajo y alto nivel del agua, impidiendo que la bomba opere al no haber agua en la cisterna.
  - En el tanque de presión debe preverse un control de presión que detecte la presión máxima y mínima prefijadas para que la bomba pare o arranque.
  - Como complemento a los controles anteriores deberá disponerse de:
    - Manómetro: Que permita conocer la presión en el interior del tanque y por lo tanto en el sistema.
    - Tubo de Nivel: Que permita conocer el nivel del agua en el tanque.
    - Válvula de Seguridad: Para que la presión en el tanque no se eleve a un rango que pueda reventar al tanque.
    - Válvula de purga.
- 7.3.3. Selección del equipo. Si el gasto máximo probable es de 13 lt/s o menor, el equipo constará de 2 o 3 bombas, un tanque a presión precargado de diafragma y su equipo de control.
- 7.3.4. Número de bombas. La selección del número de bombas en este sistema es:
- Para un gasto máximo de 8 lt/s o menor se requieren de 2 bombas con una capacidad del 80 al 100% del gasto máximo dependiendo de la curva de la bomba. Estas bombas operarán normalmente en forma alternada y en casos excepcionales, en forma simultánea
  - Si el gasto es entre 8 y 13 lt/s se requieren 3 bombas con una capacidad para proporcionar el 50% del gasto máximo probable en cada una de ellas. Una bomba debe estar de reserva.
    - En este caso la secuencia de operación de las bombas será la siguiente:

Tabla No. 7.2. Secuencia de operación de bombas.

Paso	% del Gasto total	Equipo operando
1	Variable	Tanque
2	50	1 bomba
3	100	2 bombas

- 7.3.5. Tipos de equipos hidroneumáticos. Básicamente existen tres tipos de equipos hidroneumáticos que se definen por el rango de gasto a manejar, de acuerdo a la siguiente clasificación:
- Simplex. Este equipo se debe usar para servicios pequeños o unifamiliares con gastos entre 0 y 1.9 lt/s y estará formado por:

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- Bomba que proporciona el 100% del gasto y el 100% de la carga dinámica total.
  - Tanque hidroneumático precargado de diafragma.
  - Tablero de fuerza y control.
  - Lote de Accesorios.
- b. Duplex. Este equipo debe usarse para servicios medianos y pequeños cuando sea importante garantizar la continuidad de su operación, con gastos entre 0 y 9.5 lt/s y está formado por:
- Dos (2) Bombas que proporcionan cada una el 100% del gasto y el 100% de la carga dinámica total.
  - Tanque precargado de diafragma.
  - Tablero de fuerza y control.
  - Lote de accesorios.
- c. Triplex. Este equipo podrá usarse en servicios grandes esto es, para gastos de 9.5 a 19 lt/s y estará formado por:
- Dos (2) Bombas que proporcionan cada una el 50 del gasto y el 100 % de la carga dinámica total.
  - Tanque hidroneumático precargado de diafragma.
  - Tablero de fuerza y control.
  - Lote de accesorios.

### 7.4. Equipos de bombeo con variador de frecuencia.

- 7.4.1. El método más habitual de regulación de caudal se realiza mediante la manipulación de válvulas en la instalación. Este método ocasiona que cuando cerramos una válvula se tiene una acentuada pérdida de presión que a su vez se traduce en pérdidas de energía.

Para regular de forma eficiente el caudal requerido se instalan variadores de frecuencia en el sistema de bombeo. Un variador de frecuencia es un dispositivo electrónico que modifica la velocidad del motor asíncrono que mueve los álabes de la bomba con la finalidad de adecuar la velocidad a una necesidad mayor o menor de caudal.

La utilización de sistemas de bombeo con variadores de frecuencia es muy eficiente ya que no se regula con base en pérdidas, sino a partir de la potencia entregada al motor de la bomba.

La variación de frecuencia puede hacerse manualmente ajustando el punto de operación deseado o puede implementarse un sistema automático que, mediante realimentación en lazo cerrado, varía la velocidad en función de los requerimientos. La primera posibilidad es eficaz en instalaciones con un caudal fijo, la segunda es la óptima en instalaciones con caudal variable.

- 7.4.2. Este tipo de sistemas de bombeo con variador de frecuencia se aplican en

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- a. Instalaciones donde se requiere regular el flujo a diferentes cargas.
- b. Cuando se tienen condiciones de trabajo continuo y condiciones de caudal inferior al nominal.

### 7.4.3. La regulación de caudal se obtiene:

- a. Modificando la curva presión-caudal del sistema sobre el que trabaja la bomba.
- b. Modificando la curva presión-caudal de la bomba.
- c. Modificando simultáneamente ambas características (sistema y bomba).
- d. Modificado arranque o paro de la bomba.

### 7.4.4. Ventajas de los variadores de velocidad

- a. Con este sistema se puede acelerar y desacelerar a voluntad, controlar la velocidad y mantener el factor de potencia.
- b. Se logra reducir y hasta eliminar, el choque hidráulico o golpe de ariete en la red basado en:
  - El ajuste del torque motor a la carga resistente.
  - La aceleración suave y el paro lento de los equipos.
  - Se evita la cavitación del impulsor en el momento de arranque.
  - Al evitar los golpes de ariete se aumenta la vida mecánica del motor y de la red.
- c. Este sistema permite ahorros de energía al variar y regular el caudal.

### 7.4.5. El diseño de este tipo de sistemas estará en función del gasto y cuando así lo determine la DGOC.

## 7.5. Sistemas a presión o sistemas de bombeo directo a la red

7.5.1. Los sistemas a presión o sistemas de bombeo directo a la red comprenden el equipo de bombeo y la red de tuberías de distribución necesarias para alimentar, con gasto y presión requeridos, a todos los muebles hidráulicos y sanitarios de las edificaciones.

7.5.2. Su utilización queda sujeta a la autorización y a lo indicado por la DGOC.

## 7.6. Equipos de bombeo para protección contra incendio

7.6.1. Los sistemas de bombeo para el servicio de protección contra incendio deben ser cuando menos dos (2), con fuente de energía diferente cada una, debiendo ser un sistema eléctrico combinado con otro alimentado con motores de combustión interna, además de una bomba jockey (recuperadora de presión).

7.6.2. Ambos sistemas deben además tener la característica de poder rendir el 150% de su gasto a un 65% de su presión normal.

7.6.3. En caso de presión negativa y no quedar autocebada la o las bombas, su columna de succión debe estar provista de una válvula de retención a manera de cebar la bomba automáticamente.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

7.6.4. Cálculo de bombas. El cálculo del equipo de bombeo para servicio de protección contra incendio debe considerar los siguientes conceptos:

- a. Gasto mínimo de 2 hidrantes.
- b. Altura al hidrante más alto.
- c. Pérdida de carga por fricción.
- d. Pérdidas en la manguera.
- e. Carga de operación.

Estas bombas deben ser probadas cada 30 días como mínimo bajo el gasto y la presión normales por espacio mínimo de 3 minutos.

7.6.5. Presión máxima.

- a. La presión máxima de descarga de la bomba será de 8 kg/cm<sup>2</sup> (80 metros de columna de agua). Si con una sola red se tiene una presión mayor el proyectista propondrá sistemas de alta y baja presión a la DGOC para su aprobación.

### 7.7. Equipo de bombeo de aguas residuales.

7.7.1. Debe considerarse un sistema integrado por dos (2) bombas cada una al 100% de la capacidad total.

7.7.2. El gasto de bombeo será igual al de los muebles y equipos que desfogarán en el cárcamo, de acuerdo al numeral 3.2.2. (gastos del sistema de eliminación de aguas negras).

7.7.3. Carga total.

- a. La carga total será la considerada en el numeral 7.1.6.

7.7.4. Para la activación del control automático de equipos de bombeo de aguas residuales se utilizará detector de nivel tipo pera.

### 7.8. Equipo de bombeo de aguas pluviales.

7.8.1. Debe considerarse un mínimo de dos (2) bombas, en este caso cada bomba debe tener la capacidad para el 100% del gasto calculado. En situaciones especiales en que se requieran más de dos bombas la capacidad de cada una de ellas debe ser tal que una quede siempre de reserva.

7.8.2. Gasto de bombeo.

- a. El gasto promedio de bombeo se debe determinar de acuerdo al numeral 3.4.7.

7.8.3. Carga total.

- a. La carga total de bombeo será la suma de la carga estática, la carga de fricción y la carga de velocidad, o sea:



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

$$H = h_e + h_f + h_v$$

Ver desarrollo de la fórmula en: Anexo 1, Fórmula F.7.

### 7.9. Equipo de bombeo para albercas.

- 7.9.1. Dentro del equipo de depuración debe instalarse una bomba de circulación y aspiración del agua de la piscina, que debe cumplir con las siguientes características:
- Resistencia a la corrosión producida por el agua y por los productos químicos adicionados a la misma.
  - Un buen rendimiento que le permita funcionar en caso necesario las 24 horas del día para que el equipo depurador efectúe la regeneración total del agua.
  - Debe trabajar con presiones de 3 a 5 kg/cm<sup>2</sup> pudiendo resistir temperaturas elevadas sin que se deforme la zona de aspiración.
  - El motor eléctrico y el eje de la bomba no deben entrar en contacto con el agua de la piscina.

## CAPÍTULO 8

### AGUA TRATADA

#### 8.1. Tratamiento de aguas residuales.

- 8.1.1. Se utilizarán sistemas de tratamiento de aguas residuales bajo las siguientes condiciones:
- En los sitios donde no exista drenaje municipal o red de alcantarillado.
  - En nuevos campus, unidades y/o inmuebles, a menos que la DGOC indique otra cosa.
- 8.1.2. Dependiendo de las condiciones de la zona o cuando así lo indique la DGOC, el agua tratada se podrá utilizar para:
- En todos los inmuebles en que las que las aguas residuales tengan que verterse a un cuerpo receptor como río, lago, laguna, mar, etc.
  - Recarga de mantos acuíferos. En zonas con suelos inadecuados para la absorción de las aguas residuales, la DGOC determinará el sistema de tratamiento a instalar.
  - Riego de áreas verdes.
  - Descargas de muebles sanitarios (inodoros y mingitorios).

#### 8.2. Tipos de tratamiento de aguas residuales.

- 8.2.1. Plantas de tratamiento.
- Dependiendo del servicio para el que sea utilizada el agua tratada deberá cumplir con los niveles establecidos en la NOM-003-SEMARNAT-1997 (Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público).
  - Las plantas de tratamiento de aguas residuales deben estar conformadas por:
    - Alimentación.
    - Pretratamiento.
    - Tratamiento biológico primario.
    - Sistema de ultrafiltración.
    - Estanque.
    - Sistema de reutilización del agua tratada (recarga de mantos, riego, descarga de muebles sanitarios, etc.).
- 8.2.2. Plantas de tratamiento de aguas residuales fabricadas con tanques de polietileno reforzado de alta densidad (HDPE).
- Estos equipos son de línea comercial y deberán cumplir con las siguientes normas:



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- NOM-001-SEMARNAT-1996. Descarga a bien nacional, cuerpos receptores: Ríos, mares, lagos y cuerpos tipo A, B, C.
  - NOM-003-SEMARNAT-1997. Reúso de agua en riego de jardines, campos de golf, WC, lavado de pisos.
  - NOM-004-SEMARNAT-2002. Tratamiento de lodos y biosólidos para reutilizar como abono, mejorador de suelo o fertilizante agrícola.
- b. Su diseño y especificaciones será de acuerdo a lo especificado por el fabricante y acorde a lo que indique la DGOC.
- 8.2.3. Fosas sépticas. Deben construirse o instalarse fosas sépticas como una forma de tratamiento primario y su uso es solamente para pequeñas unidades.
- a. El proyecto considerará fosas sépticas sólo cuando la DGOC así lo autorice. En este supuesto la fosa séptica será del tipo de procesos bioenzimáticos de transformación rápida.
- b. Condiciones para instalar o construir fosas sépticas:
- En aquellos lugares en que se disponga de terreno suficiente y permeable para alojar un campo de infiltración o pozos de absorción.
  - Topografía adecuada y niveles freáticos a más de 1.50 m de profundidad y donde estos últimos no puedan ser contaminados por el efluente de la fosa séptica
  - La fosa séptica debe ser adecuada para 50 personas o su equivalente en caso necesario se utilizarán las necesarias de la capacidad apropiada.
  - A las fosas sépticas descargarán únicamente las aguas residuales que provengan de inodoros y mingitorios.
- c. Tipo de fosas sépticas.
- Construidas en el lugar. Se construirán fosas sépticas en los sitios que por necesidades del proyecto y por su capacidad, así lo indique la DGOC.
  - Fosas sépticas preconstruidas. El fabricante debe garantizar el funcionamiento adecuado para el número de personas para el que fue diseñado el equipo, entregando las guías mecánicas para su instalación y funcionamiento. Se instalarán fosas sépticas preconstruidas de la capacidad y características técnicas autorizadas por la DGOC y que cumplan con la NOM-006-CONAGUA-1997 Fosas sépticas prefabricadas-Especificaciones y métodos de prueba.
- d. Gastos de aguas residuales. Serán los indicados en la tabla No. 8.1.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla 8.1 Cantidad de aguas residuales a tratar por persona y día

Tipo de edificio	Litros por persona	Factor de conversión
Edificio de viviendas	150	1
Casas de campo	120	4/5
Escuelas (con comedores)	90	3/5
Escuelas (sin comedores)	45	3/10
Fábricas (sin comedores)	45	3/10
Colegios, cuarteles	300	2
Hospitales	600	4

e. Dimensiones de las fosas sépticas. Ver tabla No. 8.2.

Tabla 8.2 Dimensiones de fosas sépticas construidas en el lugar

U. de depuración	Fosa séptica					Tanque sífónico			Sífon	
	Cap. Lt.	Longitud m.	Ancho m.	Altura Líquido m.	Altura Aire m.	Longitud m.	Ancho m.	Altura m.	Diam. mm	Altura Descarga m.
1 a 4	1230	1.50	0.76	1.07	0.30					
5 a 9	1700	1.83	0.76	1.22	0.30	0.90	0.76	0.91	75	0.46
10 a 14	2720	2.13	1.07	1.22	0.30	1.07	1.07	0.91	75	0.46
15 a 20	3780	2.44	1.22	1.22	0.30	1.22	1.22	0.91	100	0.51
21 a 25	4725	2.74	1.37	1.30	0.30	1.37	1.37	0.91	100	0.51
26 a 30	5590	2.90	1.42	1.37	0.38	1.42	1.42	1.00	100	0.66
31 a 35	6500	3.05	1.52	1.42	0.38	1.52	1.52	1.07	100	0.66
36 a 40	7370	3.20	1.60	1.45	0.38	1.60	1.60	1.07	100	0.66
41 a 45	8220	3.35	1.67	1.47	0.38	1.67	1.67	1.07	125	0.66
46 a 50	9070	3.50	1.75	1.52	0.38	1.75	1.75	1.07	125	0.66

### 8.2.4. Sistemas de tratamiento final de depuración.

a. Las aguas que han sido tratadas en fosa séptica deben ser sometidas a un tratamiento de depuración final por oxidación. Para lo cual existen tres sistemas:

- Pozos filtrantes. En este sistema los pozos deben excavarse en el terreno. El terreno debe ser apropiado para poder absorber el volumen de agua tratada (ver tabla 8.3).
- Tuberías de drenaje. En este sistema las tuberías deben instalarse a una profundidad promedio de 0.60 m y con las juntas abiertas (La separación entre los tubos debe ser de 6 0 7 mm).

Las tuberías debe colocarse con una pendiente mínima del 0.3 %.

Las zanjas en que se instalen las tuberías debe ser de las siguientes dimensiones: 0.30 m de ancho X 0.60 m de profundidad.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

El tubo debe ser colocado en una cama de arena gruesa y ser cubierto hasta el nivel de terreno natural por arena más fina.

Las juntas de los tubos deben ser cubiertas en su parte superior para evitar que la tierra entre en el tubo.

- Filtros de arena. Este sistema debe ser utilizado exclusivamente para terrenos clasificados como impermeables.

De acuerdo a las características del terreno se debe utilizar los sistemas cerrado y abierto.

En los dos sistemas las tuberías deben colocarse sobre o en una zanja de 0.60 m de ancho y de 1.20 m a 1.50 m de profundidad.

La tubería debe descansar en una cama de gravilla y ser cubierta por arena hasta el nivel de terreno natural.

Tabla 8.3 Clasificación de terrenos

Minutos que tarda en bajar 3cm	Absorción relativa	Método de desalojo de aguas residuales.
0 a 5	Rápida	Pozo de absorción
6-a 10	Mediana	Pozo de absorción
11 a 15	Lenta	Pozo de absorción
16 a 29	Semiimpermeable	Drenes de absorción
30 y más	Impermeable	Filtros de arena

Tabla 8.4 Número y dimensiones de los pozos.

Número total de unidades de depuración	Clase del terreno en cuanto a la absorción								
	Rápido, arena gruesa o gravilla			Medio, arena fina o arcilla arenosa			Lento, Arcilla con poca arena		
	No. pozos	Diámetro m.	Prof. m.	No. pozos	Diámetro m.	Prof. m.	No. pozos	Diámetro m.	Prof. m.
1 a 4	1	1.50	1.50	1	1.80	1.80	2	1.50	1.50
5 a 9	1	1.80	1.80	2	1.80	1.80	2	2.45	2.15
10 a 14	1	2.45	1.80	2	2.45	1.80	2	3.05	2.45
15 a 20	2	1.80	1.80	2	2.75	2.15	3	3.05	2.45
21 a 25	2	2.15	1.80	2	3.05	2.45	4	2.75	2.45
26 a 30	2	2.45	1.80	3	2.75	2.15	4	3.05	2.45
31 a 35	2	2.75	2.15	3	3.05	2.15	5	3.05	2.45
36 a 40	2	2.75	2.45	4	2.75	2.15	4	3.65	3.05
41 a 45	3	2.45	1.80	4	2.75	2.45	5	3.65	3.05
46 a 50	2	3.05	2.45	4	3.05	2.45	5	3.65	

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla 8.5 Longitud de tuberías de drenaje

Número total de unidades de depuración	Clase de terreno en cuanto a la absorción		
	Rápido, Arena gruesa o gravilla	Medio, arena fina o arcilla arenosa	Lento o semiimpermeable arcilla con poca arena
	Longitud en metros de tubería		
1 a 4	30	45	75
5 a 9	60	105	210
10 a 14	102	150	300
15 a 20	143	195	375
21 a 25	180	240	450
26 a 30	218	308	540
31 a 35	255	345	630
36 a 40	293	390	720
41 a 45	330	435	810
46 a 50	360	480	900

Tabla 8.6 Área necesaria de los filtros de arena

Unidades totales de depuración	Tipo cerrado (área en m <sup>2</sup> )	Tipo abierto (área en m <sup>2</sup> )
1 a 4	18	9
5 a 9	80	40
10 a 14	126	63
15 a 20	180	90
21 a 25	224	112
26 a 30	270	135
31 a 35	316	158
36 a 40	360	180
41 a 45	404	202
46 a 50	450	225

8.2.5. Tanque de doble acción. Cuando se traten aguas negras que requieran un tratamiento secundario debe utilizarse un tanque de doble acción, comúnmente llamado Tanque de Imhoff.

Este tanque debe cumplir con las siguientes características:

- Compartimiento de sedimentación.
- Cámara de digestión o de lodos.
- Respiradero o cama de natas.
- Ventilación no menor al 20% de la superficie total del tanque.

## CAPÍTULO 9

### MÉTODOS DE INSTALACIÓN

#### 9.1. Instalaciones hidráulicas.

##### 9.1.1. Generalidades.

- a. Todas las tuberías horizontales necesarias para el servicio interior de los edificios deben instalarse abajo del nivel de la losa del piso al que dan servicio.
- b. Las redes principales deben cumplir con las siguientes condiciones:
  - Deben ir preferentemente visibles y/o localizadas entre falso plafón y losa.
  - Sus trayectorias deben correr sobre las circulaciones principales del edificio para facilitar los trabajos de mantenimiento.
  - El proyecto deberá prever ductos verticales y los pasos de las tuberías que se requieran para cuartos de máquinas, sanitarios, etc.
- c. Se evitará instalar tuberías sobre equipos eléctricos o lugares que puedan ser peligrosos en su operación o al efectuar trabajos de mantenimiento.
- d. Las tuberías horizontales de alimentación se conectarán formando ángulos rectos entre sí y el desarrollo de éstas debe ser paralelo a los ejes de la estructura.
- e. Las tuberías que forman las redes principales de agua fría deben instalarse agrupadas en un mismo plano, colocadas sobre soportería metálica con el diseño indicado en las especificaciones generales de construcción de la UNAM o el indicado en el proyecto.
- f. Las tuberías que forman las redes secundarias deben disponerse como se indica para las redes principales, pero alojándolas en un plano superior o inferior al plano de las redes principales con el propósito de permitir el cruzamiento de las tuberías. La conexión de las líneas secundarias con las principales debe hacerse en ángulo recto utilizando para ello una "T" con la boca hacia arriba o hacia abajo de acuerdo con la posición del plano de las redes secundarias.
- g. Las tuberías verticales deben instalarse a plomo, paralelas y evitando los cambios de dirección innecesarios
- h. Separación y agrupamiento de tuberías.
  - La separación entre tuberías paralelas debe permitir realizar fácilmente trabajos de mantenimiento. La separación se hará conforme a la tabla 9.1.
  - La separación entre tubos será igual al diámetro exterior del tubo más 10 centímetros.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- La separación para tubos de 64 mm de diámetro y mayores con válvulas y accesorios bridados, será igual al diámetro de la brida más 25.4 mm, con objeto de que quede una separación entre bridas de 25.4 mm.

Tabla 9.1 Separación entre tuberías paralelas

Diámetro (mm)	10	13	19	25	32	38	50	100	150	200
Separación (mm)	55	56.5	59.5	62.5	64	69	75	100	125	150

Nota: La separación se refiere al espacio necesario a ambos lados de la tubería de mayor diámetro. En tubería de aire acondicionado y vapor el diámetro a considerar debe incluir el espesor del aislamiento térmico.

- Dentro de lo posible cuando se tengan "camas de tuberías", se tratará de que las tuberías vayan en el orden siguiente:

Protección contra incendio  
 Agua fría tratada  
 Agua fría  
 Agua caliente a 60 °C  
 Retorno de agua caliente de 60 °C  
 Agua caliente a 80 °C  
 Retorno de agua caliente de 80 °C  
 Retorno de vapor de baja presión  
 Vapor de baja presión  
 Retorno de vapor de presión media  
 Vapor de presión media  
 Retorno de vapor de alta presión  
 Vapor de alta presión  
 Retorno de condensado bombeado

Este orden es considerando que la línea de protección contra incendio es la que va más cercana al muro del pasillo en que se proyectan.

- Las tuberías verticales y horizontales deben sujetarse a los elementos estructurales, muros o a travesaños metálicos por medio de abrazaderas tipo omega de fierro galvanizado ancladas con taquetes y tornillos, colocando entre la tubería y los anclajes un material aislante.
- Cuando se sujeten con soportería metálica a elementos estructurales y dependiendo del tipo de tubería y de su diámetro, se utilizarán taquetes expansores o balazos. Si se sujetan a travesaños se deben usar tornillos galvanizados de cabeza hexagonal y tuercas, colocando entre la tubería y los soportes un material aislante.
- Los soportes para tuberías de agua caliente y vapor deben estar diseñados de modo que permitan el movimiento producido por la dilatación térmica.
- La separación entre los elementos de suspensión o soportes para las tuberías horizontales suspendidas se especifica en la tabla 9.2.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla No. 9.2. Separación máxima entre soportes para tubería de fierro negro o galvanizado.

Diámetro (mm)	10	13	19	25	32	38	50	64	75	100
Separación (mts.)	1.40	1.50	1.80	2.15	2.50	2.75	3.00	3.35	3.65	4.25

**Notas:**

1. La separación mínima para todas las tuberías será de 1.00 m.
  2. Para tuberías de Cobre, PVC o Fierro Fundido la separación máxima será de 1.50 m.
  3. A la longitud calculada del soporte se deben aumentar 10 cm en cada extremo.
- m. En el libro tercero de las Especificaciones Generales de Construcción de la UNAM se indican los diseños de los diferentes soportes, tanto para instalaciones bajo el nivel de entepiso, como para instalaciones en ductos verticales, de acuerdo con la siguiente clasificación:
- Tuberías agrupadas:
  - Tuberías separadas:
- n. Ninguna tubería debe quedar ahogada en elementos estructurales como trabes, losas, columnas, etc., pero sí podrán cruzar a través de dichos elementos, en cuyo caso será indispensable dejar preparaciones para el paso de las mismas. Las preparaciones para tuberías de alimentación de diámetros de 75 mm y menores se harán dejando camisas que compartan una holgura igual a dos diámetros de la tubería mayor en el sentido horizontal y un diámetro de la tubería mayor en el sentido vertical. En todos los casos se debe obtener la autorización de la DGOC.
- o. Las válvulas, céspoles, coladeras, bridas, tuercas de unión y demás accesorios que se utilicen, deben ser registrables, y quedar localizadas en lugares accesibles que permitan su fácil operación. Las válvulas se deben instalar con el vástago hacia arriba.
- p. Las tuberías de fierro galvanizado y de fierro negro subterráneas deben encofrarse en concreto de  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , con un espesor de 5 cm en todo el perímetro del tubo.
- q. Las tuberías con aislamiento (tuberías de vapor, agua caliente, etc.) que estén sujetas a abrasión deben ser protegidas con un recubrimiento de lámina de aluminio.
- r. Para las tuberías de agua caliente con tubo de cobre debe preverse una dilatación de cuatro (4) milímetros por metro de tubería y tres (3) milímetros para tubo de fierro.
- s. Se deben instalar juntas de expansión en las juntas de construcción de los edificios para absorber dilataciones y contracciones provocadas por asentamientos o movimientos sísmicos.
- t. Se deben instalar juntas flexibles en todas las alimentaciones generales de las redes de agua fría, agua caliente, y retorno de agua helada, vapor y retorno de condensados. La longitud de las mangueras flexibles será de acuerdo a la tabla 9.3.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla No. 9.3. Longitud de mangueras flexibles.

Diámetro (mm)	13	19	25	32	38	50	64	75	100
Longitud de manguera flexible (m)	0.85	0.95	0.95	1.15	1.25	1.35	1.50	1.70	1.90

- u. En las tuberías de fierro galvanizado utilizadas en la conexión de equipos de bombeo se deben prever las tuercas de unión necesarias para poder desarmar fácilmente las tuberías si así se requiere
- v. Para la instalación de la toma domiciliaria debe prepararse un cuadro de 0.50 m de alto por 0.45 m de ancho que contendrá: el medidor, la válvula de globo, y una válvula de nariz para pruebas.

### 9.1.2. Redes interiores.

- a. En las redes interiores alojadas en ranuras sobre muros, en ductos o bajo losas se usará tubería de cobre rígido tipo "M".
- b. La tubería de cobre se unirá utilizando conexiones de cobre o bronce para soldar como son: codos, tees, yes, reducciones tipo campana, tipo bushing, conectores de rosca, etc.
- c. Todas las válvulas que se instalen deben tomar en cuenta lo siguiente:
  - Válvulas de compuerta. Se deben usar donde se requiera mantener el disco de la válvula totalmente abierto o totalmente cerrado. Para diámetros hasta 51 mm, las válvulas deben ser roscadas con tuerca de unión para el caso de conexión con equipos y soldables de cobre o de bronce para tuberías principales. En diámetros mayores deben ser válvulas bridadas. La presión de trabajo será de 8.8 Kg/cm<sup>2</sup>.
  - Válvulas de retención o check. Se deben usar donde se requiera evitar el cambio de flujo en una tubería cerrándose automáticamente cuando este flujo cambie de dirección.
  - Válvulas de globo. Se deben usar donde se requiera regular el fluido, desde goteo hasta sello completo. Se debe considerar en el uso la pérdida de presión que ocasionan este tipo de válvulas. Se usa en servicios que requieren operación frecuente.
  - Válvulas eliminadoras de aire. Se deben instalar invariablemente en los extremos de cada columna o tubería vertical.
  - Válvulas de esfera. Se usan donde se requiera cierre rápido, por su diseño las pérdidas por fricción son mínimas
- d. La tubería para conexión de equipos de bombeo deben ser de fierro galvanizado cédula 40 roscada.
- e. La tubería para las instalaciones de las albercas (en equipos de filtrado y bombeo, entre estos y la piscina y en las redes de circulación de agua) debe ser de PVC hidráulico.

### 9.1.3. Redes exteriores.



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Para las redes exteriores de distribución de agua se debe utilizar tubería de fierro galvanizado, acero al carbón, polietileno de alta densidad (PAD) o polipropileno.

- a. Tubería de fierro galvanizado.
  - Se utilizará principalmente para redes de riego y redes de protección contra incendio.
  - La tubería de acero galvanizado será cédula 40 a menos que la DGOC indique otra cosa.
- b. Tubería de acero al carbón.
  - Se utilizará principalmente para redes de distribución de agua potable a partir de diámetros de 75mm en adelante.
  - La tubería será de acero al carbón sin costura con extremos lisos para soldar cédula 40, a menos que la DGOC indique otra cosa
  - Se utilizará soldadura eléctrica empleando electrodos de calibre adecuado al espesor de las tuberías, clasificación: AWS E 6 010 y AWS 7018.
- c. Tuberías de polietileno de alta densidad:
  - Se utilizará principalmente en redes de distribución de agua potable y de agua tratada para riego.
  - El RD en la tubería de PAD será el que permita roscar sus extremos de acuerdo a especificaciones del fabricante, en prevención de futuros trabajos de mantenimiento.
  - La profundidad de las tuberías para agua potable y riego será de acuerdo a la tabla 5.1.
  - Todas las salidas para válvula de acoplamiento rápido deben incluir en su colocación: niple y codo galvanizado roscado, el cual se debe conectar a la red de riego.
- d. Válvulas
  - Deben ser de compuerta, de retención (válvula check) y de acoplamiento rápido para red de riego.
  - Se deben instalar en cajas de concreto, tabique, fibrocemento o polipropileno, con dimensiones que permitan las maniobras de operación y mantenimiento de las válvulas.
  - Las válvulas deben quedar localizadas en lugares accesibles y su posición debe ser vertical y con el vástago hacia arriba.

### 9.2. Instalaciones sanitarias

- 9.2.1. Todas las tuberías deberán ir visibles evitando las tuberías ahogadas en elementos de estructura.
- 9.2.2. Redes interiores.
  - a. Tubería de ventilación:
    - Se instalará tubería de P.V.C. sanitario servicio pesado con extremos lisos para cementar.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- La pendiente de instalación horizontal no debe ser menor al 2% para diámetros menores a 75 mm y de 1.5 % para diámetros mayores.
  - Las tuberías visibles se deben sujetar a la estructura o a los muros de tabique mediante abrazaderas galvanizadas con una separación máxima de 1.50 m. En tuberías suspendidas la colocación de la soportería debe regirse a lo indicado en 9.1.1.h, tablas 9.1. y 9.2., así como en lo dispuesto en las Especificaciones Generales de Construcción de la UNAM.
- b. Tubería para redes de desagüe:
- Se instalará tubería de fierro fundido (fo.fo.) tipo TAR y de P.V.C. sanitario servicio pesado con extremos lisos para cementar.
  - Las conexiones de desagüe en horizontal (Ramales con troncales y éstas con las principales) deben ser a 45° (no se requiere que el desarrollo de las tuberías se haga en dicho ángulo desde su origen hasta la conexión con la troncal, deben desarrollarse en forma paralela a los ejes principales de la estructura, y únicamente su conexión debe incidir en ángulo a 45°). En cambios de dirección de horizontal a vertical o en tuberías de ventilación las conexiones pueden ser en ángulo recto.
  - Debe darse la misma pendiente en todo un ramal y en cada troncal.
  - No deben existir tramos horizontales con pendientes contrarias por corto que sea el tramo.
  - En uniones de tubería de fo.fo tipo TAR con diámetros de 2" y 4", se deben utilizar abrazaderas de dos cinchos y para diámetros de 6" abrazaderas de cuatro cinchos.
  - Las uniones de tubería de P.V.C. serán de extremos lisos de cementar aplicando limpiador y cemento especial especificados por el fabricante de la tubería.
  - Para mantenimiento de las tuberías se deben instalar, en lugares estratégicos, tapones registro de fierro fundido con tapa de bronce a nivel de piso terminado o bien en ductos o plafones registrables.
  - Las tuberías deben ser sujetadas a los muros o elementos estructurales de acuerdo a lo indicado en el tercer inciso del numeral 9.2.2.a.
  - Las tuberías verticales y de bajadas deben instalarse a plomo, evitando cambios de dirección innecesarios.
- c. Tuberías para bajadas de aguas pluviales:
- Se instalará tubería de fierro fundido tipo TAR, tubería de P.V.C. servicio pesado de extremos lisos de cementar y para casos especiales tubería de fierro galvanizado (fo.go.) o fierro negro (fo.no.).
  - Las tuberías deben instalarse a plomo, y evitar cambios de dirección innecesarios.
  - La tubería se fijará a elementos estructurales o muros mediante abrazaderas de acero de 1/4" espesor con una separación máxima de 1.5 m, con tornillería y taquetes de expansión.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- La conexión de las bajadas de agua pluvial al registro de la red sanitaria se debe realizar a través de dos codos a 45° para facilitar el mantenimiento y reducir el desgaste por cambios de dirección en la descarga.
- En tubería de fo.go. o fo.no. el tubo de la bajada debe cortarse en forma perpendicular a su eje longitudinal realizando posteriormente un bisel a 45° para aplicación de la soldadura con el tramo que formará el codo.
- Previo a su colocación la tubería de fo.no. se debe proteger con una mano de pintura anticorrosiva.

### 9.2.3. Redes exteriores.

- El diámetro mínimo será de 15 cm.
- Las pendientes de las tuberías deben seguir en lo posible el perfil del terreno con objeto de tener excavaciones mínimas.
- La profundidad mínima al lecho alto de la tubería será la indicada en la tabla 9.4.

Tabla 9.4. Profundidad en tuberías de redes de desagüe.

Superficie	Profundidad mínima
Áreas jardinadas, plazas y andadores	40cm
Vialidades o cruce de vialidades	90cm

- Cambios de dirección.
  - Si el diámetro es de 61 cm o menor los cambios de dirección podrán hacerse en un registro o pozo de visita.
  - Para diámetros mayores se consultará con la DGOC.

### 9.2.4. Muebles Sanitarios y Accesorios.

- El montaje debe ser posterior a la colocación de los acabados finales.
- Los muebles se deben sujetar, amacizar o empotrar según corresponda, en piso o en muro, previa nivelación del mueble que garantice su correcto funcionamiento y desagüe.
- La conexión al desagüe de los inodoros se debe hacer sobre codos de fo.fo. o P.V.C., según sea el caso, colocando la junta selladora para asentar el mueble.
- Las regaderas en su desagüe deben contar con un obturador hidráulico tipo bote (céspol). Para varias regaderas con desagüe a un canal de captación de agua con rejilla encima, se debe instalar un bote (céspol) al final del canal.
- Los lavabos y vertederos deben estar provistos de un céspol con diámetro de 32 mm para lavabo y 38 mm para vertedero con registro para limpieza y ventilación individual en sus tubos de descarga, o conectarse a otros tubos de ventilación.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- f. En la alimentación a cualquier lavabo, vertedero, o inodoro con tanque bajo se debe instalar una válvula de globo tipo angular para una presión de trabajo hasta  $6.0 \text{ kg/cm}^2$  para reparación o mantenimiento de cada mueble

### 9.2.5. La instalación de calentadores de agua debe cumplir lo siguiente:

- a. En la conexión de las tuberías de agua caliente y fría se debe instalar una tuerca unión en cada una de ellas con el propósito de poder, en un momento dado, retirar el calentador para servicio de mantenimiento o reposición.
- b. En la tubería de agua caliente se debe instalar una válvula de alivio calibrada a una presión de 10% menor a la que el fabricante del calentador indique como presión de trabajo de éste.
- c. Antes de la alimentación al calentador y a los muebles se instalará una válvula de paso tipo compuerta que permita el control del agua para reparación o mantenimiento de ellos.
- d. Todos los calentadores de agua que funcionen con gas L.P. deben tener chimenea propia la cual debe descargar a un espacio abierto, pozo de luz o azotea, por arriba del nivel más alto del edificio.
- e. La conexión de alimentación de gas al calentador se debe realizar mediante tubería flexible de cobre y válvula de paso.
- f. Queda prohibida la colocación en locales cerrados de calentadores de gas L.P.
- g. Los calentadores eléctricos de agua se instalarán para servicios especiales con la autorización previa de la DGOC. Para inmuebles existentes se permitirá su instalación previa verificación de que se cuenta con la capacidad eléctrica requerida.
- h. Los sistemas de calentamiento de agua a base de colectores solares se instalarán cumpliendo con las especificaciones del fabricante y en combinación con un calentador de gas, o el equipo o sistema que indique la DGOC.

### 9.3. Instalaciones de protección contra incendio

- 9.3.1. El diámetro de la tubería de la red secundaria debe ser de 51 mm como mínimo y las salidas a hidrante deben ser de 38 mm de diámetro con válvula de globo, cople para manguera de 38 mm de diámetro y reductor de presión, para evitar que en cualquier toma de salida para manguera de 38 mm se exceda la presión de  $4.2 \text{ kg/cm}^2$ .
- 9.3.2. Para la instalación de válvulas se debe considerar lo indicado en el numeral 9.1.2 inciso c).
- 9.3.3. En redes exteriores subterráneas la tubería debe ser encofrada con concreto  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$  en todo el perímetro de los tubos y con un espesor mínimo de 5 cm.
- 9.3.4. En instalaciones visibles la tubería debe fijarse adecuadamente con abrazaderas de acero de  $\frac{1}{4}$ " de espesor a los elementos estructurales del edificio.
- 9.3.5. Las tomas siamesas se deben instalar en lugares previamente definidos de fácil acceso, instalándose por lo menos una toma en cada fachada o a cada 90 metros, siendo empotradas en muros o ahogadas en bases de concreto.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- 9.3.6. Los hidrantes de gabinete se deben instalar en lugares previamente definidos, de fácil acceso, siendo la separación máxima entre dos gabinetes de 60 metros, colocándose un gabinete lo más cercano posible a accesos, salidas, circulaciones y cubos de escaleras.
- 9.3.7. Los hidrantes de gabinete se deben sujetar a la estructura por medio de taquetes de expansión y tornillos hexagonales de fierro galvanizado, cuidando que su colocación quede perfectamente y a plomo.
- 9.3.8. En exteriores se instalarán hidrantes de banqueta empotradas en muros o ahogadas en bases de concreto.
- 9.3.9. Se debe instalar un manómetro en la tubería principal cargada para medir la presión, la cual se debe mantener constante.

### 9.4. Instalaciones especiales

- 9.4.1. En las redes de vapor se debe utilizar tubería de fierro negro roscada para diámetros de 10 a 50 mm. Para diámetros de 64 mm o mayores se debe utilizar tubería de acero soldable con o sin costura. Para ambos casos puede ser cédula 40 ó cédula 80 siendo la presión de trabajo, la que determine ésta.
- 9.4.2. Para unir bridas, conexiones y válvulas bridadas se deben utilizar tornillos maquinados de acero al carbón con cabeza y tuerca hexagonal y junta de hule rojo con espesor de 3.175 mm.
  - a. Las juntas Gibault se podrán utilizar en casos especiales y previa autorización de la DGOC, como en tuberías interiores de drenaje en juntas constructivas.
- 9.4.3. Las válvulas para diámetros hasta 51 mm deben ser roscadas con tuerca de unión, para diámetros de 64 mm o mayores se deben instalar válvulas bridadas.
- 9.4.4. Para presiones de trabajo inferiores a 8.8 kg/cm<sup>2</sup> se deben utilizar válvulas de seccionamiento y de retención.
- 9.4.5. Las tuberías para vapor se deben aislar térmicamente empleando tubos preformados en dos medias cañas de fibra de vidrio, el acabado se debe hacer con una capa de manta, 2 flejes de aluminio por cada tramo de 91 cm, y sobre éste se debe aplicar una emulsión impermeable de alta adhesión. Donde sea posible se debe aplicar pintura para identificación de las tuberías.
- 9.4.6. El aislamiento de las tuberías instaladas en lugares donde pueden estar sujetas a esfuerzos mecánicos o a la intemperie se deben recubrir con lámina de aluminio lisa de 0.178 mm de espesor tipo Insulcover, la cual debe ir flejada a cada 30 cm con cinchos galvanizados asegurados por medio de sellos.

El espesor del aislamiento en tuberías de distribución de vapor de acuerdo a la presión de trabajo será el siguiente:

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Tabla 8.4 Aislamiento térmico

Presión del vapor (Kg/cm <sup>2</sup> )			
Hasta 8.8		De 10.5 a 14.0	
Diámetro del tubo (mm)	Espesor del aislamiento (mm)	Diámetro del tubo (mm)	Espesor del aislamiento (mm)
13 a 19	25	13 a 19	38
25 a 75	38	25 a 150	50
100 ó más	50	200 ó más	64

**Notas:**

El espesor del aislamiento de las tuberías de retorno de condensados será de 25 mm para todos los diámetros y presiones

El acabado y protección del aislamiento se debe ejecutar conforme al numeral 6.6.2.

- 9.4.7. Para absorber los movimientos diferenciales entre juntas constructivas o para absorber dilataciones o contracciones por efectos de la temperatura, o la combinación de ambos efectos, se deben colocar tubos flexibles metálicos con interiores y entramado de acero inoxidable de acuerdo a especificaciones del fabricante.
- 9.4.8. Las tuberías horizontales para conducir vapor se deben conectar formando ángulos rectos entre sí y el desarrollo de éstas debe ser paralelo a los ejes de la estructura.
- 9.4.9. Los equipos generadores de vapor se deben instalar en una base de concreto con un espesor máximo de 0.20 m sobre el nivel de piso terminado y de acuerdo a lo indicado por el fabricante.
- 9.4.10. Antes de la colocación de los equipos generadores de vapor se deben hacer todas las preparaciones de sujeción de las tuberías de vapor y los tubos de la chimenea, así como todos los huecos necesarios en la estructura para el paso de éstos.
- 9.4.11. La descarga de las chimeneas de los generadores de vapor se debe estudiar para cada caso considerando que debe ser a un espacio abierto y que no contamine el aire de otros equipos como son, los de acondicionamiento de aire y ventilación mecánica, colectores solares, etc.

### 9.5. Sistemas de bombeo.

- 9.5.1. El equipo de bombeo de agua potable (hidroneumático) debe ser controlado por medio de un sistema de control a base de electroniveles que mantenga la señal de presión y la señal por protección de tanque bajo o sin agua.
- 9.5.2. Los tanques para el equipo hidroneumático deben ser del tipo precargado.
- 9.5.3. Los equipos de bombeo se deben instalar sobre bases de concreto perfectamente niveladas de 0.10 m de altura sobre el nivel de piso terminado.

### 9.6. Identificación de tuberías

- 9.6.1. La aplicación de colores y señalamiento debe cumplir con las Disposiciones para la seguridad en la identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

## CAPÍTULO 10

### ESPECIFICACIONES GENERALES

#### 10.1. Soportería

- 10.1.1. Todos los soportes y sus partes deben satisfacer los requerimientos del Capítulo 1, Sección 6, Código ASA B-31.1, para tuberías de presión.
- 10.1.2. Los soportes, tirantes, abrazaderas, etc., deben ser de fácil adquisición en el mercado y que su producción permita un abasto suficiente.

#### 10.2. Instalaciones en redes interiores

- 10.2.1. Instalaciones Hidráulicas.
  - a. En redes interiores se usará:
    - Tubería de cobre rígido tipo "M", debiendo llevar impreso el diámetro, marca NACOBRE, o equivalente
    - Tubería de polipropeleno o, polietileno de alta densidad marca TUBOPLUS, ROTOPLAS o equivalentes de 125 lb/in<sup>2</sup> o 250 lb/in<sup>2</sup>.
    - Tubería de P.V.C. Hidráulica de extremos lisos para cementar cuyas propiedades físicas y químicas sean del tipo 1, grado 1, marca PLÁSTICO REX, DURALÓN, PLÁSTICOS OMEGA o equivalente, incluyendo conexiones.
  - b. La soldadura para la tubería de cobre deben ser de aleación 50-50 (plomo-estaño) para agua fría y de aleación 90-10 (estaño-plomo) para agua caliente y pasta fundente para soldar.
  - c. Todas las válvulas que se instalen en interiores deben ser de fabricación nacional marca NIBCO, URREA, HELVEX, NACOBRE o equivalentes.
  - d. Las válvulas deben cumplir lo especificado en el numeral 9.1.2. inciso c.
  - e. Todas las conexiones para tubería de cobre como son coples, codos, tes, yes, reducciones tipo campana y tipo bushing, conectores de rosca, etc., deben ser de cobre o bronce para soldar, según tipo y/o diámetro de tubería, de la marca NIBCO, IUSA, PRODUCTOS NACOBRE o equivalente
  - f. Las conexiones para tubería galvanizada deben ser roscadas de fierro galvanizado, cédula 40, marca TUBOS MONTERREY, TAMSA o equivalente.
  - g. En la rosca macho de las tuberías de fierro galvanizado se debe aplicar cinta teflón o pasta para cuerdas para sellar la unión marca COHESA o equivalente. En ningún caso se usará pintura alquídica o de aceite.



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- h. Las conexiones (codos, coplees, tees, conectores roscados, etc.) deben ser de primera calidad marca PLÁSTICO REX, DURALÓN, PLÁSTICOS OMEGA, PLÁSTICOS Y CONEXIONES o equivalentes.
- i. El tipo de acoplamiento para las tuberías de PVC hidráulico debe ser unión roscada, bridada o cementada.
- j. Las tuberías para conexión de equipos de bombeo deben ser roscadas, de fierro galvanizado, cédula 40, marca TAMSA, TUBOS MONTERREY, TUBOS RÍGIDOS o equivalente.

### 10.2.2. Instalaciones Sanitarias.

- a. La tubería Sanitaria de PVC que se instale debe ser servicio pesado, de extremos lisos para cementar y cuyas propiedades físicas y químicas sean del tipo 1, grado 1, de primera calidad, marca PLÁSTICO REX, DURALÓN, PLÁSTICOS OMEGA, TUBOS FLEXIBLES o equivalentes. Pueden ser también de polietileno de alta densidad o de prolipropileno marca TUBOPLUS, ROTOPLAS o equivalentes.
- b. Las conexiones de PVC (coplees, tes, codos, reducciones concéntricas y excéntricas, etc.) deben ser de primera calidad marca PLÁSTICO REX, DURALÓN, PLÁSTICOS OMEGA o equivalentes.
- c. El tipo de acoplamiento para las tuberías de PVC Sanitario debe ser unión cementada. Para polietileno o polipropeleno será por acoplamiento con nipples o por termofusión.
- d. Las tuberías para desagües y bajadas de agua negras (BAN), así como las bajadas de aguas pluviales (BAP), serán de:
  - Fierro fundido (tipo TAR) de primera calidad marca TISA o equivalente.
  - PVC servicio pesado marca PLÁSTICO REX, DURALÓN, PLÁSTICOS OMEGA, TUBOS FLEXIBLES, incluyendo conexiones.
- e. Las conexiones para tubería de fierro fundido deben ser de primera calidad, marca TISA o equivalente con unión tipo TAR.
- f. El acoplamiento de las tuberías de Fierro Fundido debe ser tipo TAR (acoplamiento rápido por medio de coples mecánicos), a base de abrazadera de acero inoxidable y empaque de neopreno.
- g. Las coladeras de piso y para azoteas (pluviales) deben ser de primera calidad marca HELVEX, TISA o equivalentes.
- h. Los registros de limpieza y/o mantenimiento de tuberías que queden visibles deben ser cromados o de bronce (tipo tapón registro), marca HELVEX o equivalentes.
- i. La tubería de fierro galvanizado que se requiera para bajadas de agua pluvial debe cumplir con lo indicado en el numeral 9.2.2. inciso c.
- j. La tubería de fierro negro soldable cédula 40 que se requieran para bajadas de agua pluvial debe ser de primera calidad, marca TAMSA, TUBESA, TUBOS MONTERREY, o equivalentes.



## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- k. Las conexiones para la tubería de acero al carbón soldable cédula 40 deben ser del mismo material que la tubería.
- l. La soldadura para la unión de acero al carbón debe ser de arco eléctrico con electrodo E-6013.
- m. Los muebles sanitarios, coladeras, céspoles, regaderas y llaves, deben ser de primera calidad y los indicados en el proyecto, autorizados previamente por la DGOC.
- n. Los muebles y accesorios especiales (como barras de seguridad) para personas con capacidades diferentes, deben ser de primera calidad y los indicados en el proyecto, autorizados previamente por la DGOC. Deben ser de acero inoxidable.
- o. Los inodoros y mingitorios deben ser de 6 litros y 0.5 litros respectivamente, deben estar provistos de desagües con sifón de obturación hidráulica y deben estar dotados con tubos para ventilación, ya sea individual o en serie si se trata de una batería. Se podrán instalar inodoros con descarga de 4.8 lt, siempre que cumplan las especificaciones de PUMAGUA.
- p. Los fluxómetros deben ser con niple recto y entrada superior con spud del modelo indicado en el proyecto, autorizado previamente por la DGOC. Los muebles sanitarios y fluxómetros deben ser de la misma marca y garantizar el consumo indicado arriba, marca HELVEX, SLOAN, AMERICAN STANDAR o equivalentes, que cumplan con las especificaciones de PUMAGUA.
- q. Las llaves para baños y sanitarios, deben ser de cierre automático o con aditamento economizador de agua, marca HELVEX, SLOAN, AMERICAN STANDAR o equivalentes, que cumplan con las especificaciones de PUMAGUA..
- r. Se deben instalar sensores de presencia infrarrojos con energía eléctrica o baterías en los muebles sanitarios, donde indique la DGOC.
- s. Los mingitorios de Fluxómetro deben ser calibrados a descarga de 0.5 litros.
- t. Los lavabos deben tener una descarga máxima de 10 litros por minuto o la máxima que especifique PUMAGUA en su momento.
- u. En las regaderas se deben instalar dispositivos para que tanto en alta o baja presión de la red hidráulica e independientemente del servicio de agua fría ó caliente, sean capaz de proporcionar un gasto de 10 litros por minuto máximo, marca HELVEX, SLOAN, URREA o equivalentes o la máxima que especifique PUMAGUA en su momento.
- v. Los muebles (tinajas, lavaderos, fregaderos, etc.) deben llevar dispositivo que proporcionen como máximo 10 litros por minuto o la máxima que especifique PUMAGUA en su momento.
- w. Los calentadores de agua de gas deben ser del tipo y capacidad indicada en el proyecto, previa autorización de la DGOC, marca HESA, CAL-O-REX, ASCOT, HELVEX o equivalentes.
- x. Los sistemas de calentamiento de agua a base de energía solar deberán contar con certificado de cumplimiento de la NMX-ES-001-NORMEX-2005 Energía Solar - Rendimiento Térmico y Funcionalidad de Colectores Solares para Calentamiento de Agua - Métodos de

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

prueba y Etiquetado, de los cuales se pueden citar por ejemplo, calentadores de la marca Módulo Solar o Soleec.

- y. Las regaderas eléctricas deben ser alimentadas a 220V y contar con dispositivo que proporcione un gasto máximo de 10 litros por minuto o la máxima que especifique PUMAGUA en su momento, marca LORENZETTI o equivalente.

### 10.3. Instalaciones en redes exteriores.

#### 10.3.1. Instalaciones Hidráulicas.

- a. Las tuberías de Polietileno de Alta Densidad que se utilicen en las instalaciones Hidráulicas exteriores deben ser de primera calidad, marca EXTRUPAK, DRISCOPIPE MEXICANA, VALTI o equivalentes.
- b. Las silletas, tees, coplees, bridas, tapones, reducciones, codos y demás accesorios para la tubería de polietileno de alta densidad deben ser de alta calidad y de la misma marca que la tubería.
- c. Las bridas de polietileno de alta densidad deben ser compatibles con bridas de fierro fundido.
- d. Las válvulas para instalaciones hidráulicas exteriores deben ser de primera clase y cumplir con lo indicado en instalaciones interiores, marca NIBCO, URREA, RENVAL, WALWORTH HELVEX, NACOBRE, además:
  - Deben ser para presión de trabajo de  $8.8 \text{ kg/cm}^2$  ( $125 \text{ lb/in}^2$  ó  $250 \text{ lb/in}^2$ ).
  - Para diámetros hasta 51 mm deben ser roscadas con tuerca de unión o soldables.
  - Para diámetros de 64 mm y mayores deben ser bridadas con tornillos y tuerca hexagonal cabeza de máquina y empaque de plomo.

### 10.4. Sistema de protección contra incendio.

- 10.4.1. El material de la tubería para las instalaciones del sistema de protección contra incendio se seleccionará de acuerdo a los siguiente criterios:
  - a. Para 64 mm de diámetro o menores deben ser de fierro galvanizado cédula 40 con conexiones roscadas.
  - b. Para 75 mm de diámetro o mayores serán de acero al carbón sin costura.
- 10.4.2. Los codos de  $90^\circ$  y  $45^\circ$ , tes, yes, etc. deben cumplir con lo establecido en el numeral 10.2.1 incisos f y g.
- 10.4.3. Las bridas deben ser de acero forjado a una presión de trabajo  $10.5 \text{ kg/cm}^2$  con tornillos de cabeza y tuerca hexagonal.
- 10.4.4. La red primaria o principal debe ser capaz de soportar la presión hidráulica la cual no debe ser menor a  $12 \text{ kg/cm}^2$ , y cuyo diámetro no debe ser menor a 76mm.
- 10.4.5. Las válvulas angulares y de globo deben ser de  $8.8 \text{ Kg/cm}^2$ , deben ser roscadas hasta 50 mm de diámetro y bridadas de 64 mm o mayores.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- 10.4.6. Las tomas siamesas deben ser de latón totalmente cromadas con la leyenda “BOMBEROS” tamaño de 101 x 64 x 64 mm (4” x 2 ½” x 2 ½”), con válvulas de no retorno en ambas entradas para evitar que el agua que se inyecte por la toma no penetre a la cisterna, reductor de presión, cople movable y tapón macho roscado.
- 10.4.7. Los gabinetes para hidrantes interiores del sistema de protección contra incendio deben cumplir con lo indicado en 4.10.3. y serán marca CONTROL FIRE, ANSUL, FEMEG, HIAMEX, o equivalentes, aprobados previamente por el Departamento de Bomberos de la UNAM.

### 10.5. Instalaciones de vapor.

- 10.5.1. Las tuberías para vapor, deben ser de acero al carbón roscadas para diámetros de 10 a 50 mm y para diámetros de 64 mm o mayores se debe utilizar tubería de acero soldable con o sin costura; pudiendo ser en ambos caso cédula 40 ó cédula 80, lo que estará en función de las presiones de trabajo que se manejen en cada caso; y deben ser marca TUBESA, TUBO Y ACERO DE MÉXICO, TUBOS MONTERREY o equivalente.
- 10.5.2. Las conexiones para tubo de de acero al carbón deben ser de hierro maleable con rosca.
- 10.5.3. Las conexiones para tubo de acero soldable serán del mismo material de la tubería, cédula 40 u 80 según el caso de la tubería a utilizar.
- 10.5.4. Las bridas deben ser de acero forjado clase 10.5 kg/cm<sup>2</sup> o 17.6 kg/cm<sup>2</sup> según se requiera en proyecto.
- 10.5.5. Para la unión del tubo de acero al carbón o fierro galvanizado roscado se debe utilizar cinta teflón de 19 mm de ancho, marca COHESA o pasta para rosca marca Siller o equivalentes.
- 10.5.6. Para la unión de tubería de acero soldable, se debe usar soldadura eléctrica utilizando electrodo del calibre adecuado al espesor de la tubería, clasificación AWS E-6010 para base y E 7018 para relleno.
- 10.5.7. Para la selección de las válvulas se debe considerar lo siguiente:
- Para diámetros de hasta de 51 mm deben ser roscadas.
  - Para diámetros de 64 mm y mayores se deben instalar válvulas bridadas.
  - Para presiones de trabajo inferiores a 8.8 Kg/cm<sup>2</sup> se deben utilizar válvulas roscadas.
  - Para presiones superiores a 8.8 Kg/cm<sup>2</sup>, la DGOC indicará en cada caso las características de las válvulas que deben instalarse.
- 10.5.8. Las tuberías para vapor deben aislarse térmicamente empleando tubos preformados en dos medias cañas de fibra de vidrio, con las siguientes características:
- $c = 0.0278 \text{ Cal m/m}^2 \cdot \text{HR}^\circ\text{C}$ , ( $K = 0.224 \text{ BTU/in/sq.ft.Hr}^\circ\text{F}$ ),
- Alcalinidad pH=9,
- Absorción de humedad 2% por volumen en 96 horas (especificación ASTM-C281-58T)

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

- 10.5.9. Todas las tuberías de vapor deben llevar una válvula de seguridad clase 14.0 kg/cm<sup>2</sup> para una presión de trabajo de 8.8 kg/cm<sup>2</sup> y para presiones mayores se deberán seleccionar de acuerdo a la presión de trabajo de la red.

### 10.6. Equipos de bombeo.

- 10.6.1. Los equipos Hidroneumáticos deben contener equipo de bombeo, tanque de presión precargado y equipo de control, válvulas y conexiones y serán marca FAIRBANKS MORSE, AQUALITE, ALTAMIRA o equivalente.
- 10.6.2. El tanque de presión debe ser de acero al carbón y cumplir con lo especificado en la NOM-020-SPTS-2011, de las dimensiones y espesor adecuados a la presión de operación a la carga hidráulica nominal y a la capacidad requerida en el proyecto.
- 10.6.3. Las motobombas para el sistema contra incendio deben ser automáticas, autocebantes eléctricas y con motor de combustión interna para abastecer con una presión constante de acuerdo al sistema diseñado y aprobado por la DGOC, marcas PIRLESS TISA, BELL & GASSETT, AURORA PICSA, FAIRBANKS MORSE, ARMSTRONG, BOMBAS MEJORADA, BAMSA, GROUNDFOSS o equivalentes.

## ANEXO No. 1

### FORMULARIO Y EQUIVALENCIAS

#### Fórmula F.1.

Fórmula de Darcy Weisbach para determinar la carga de fricción en las tuberías, cuya expresión algebraica es:

$$h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

h	=	Pérdida de carga por fricción en metros de columna de agua,
f	=	Factor de fricción (sin dimensiones)
L	=	Longitud del tubo en metros
D	=	Diámetro interior del tubo en metros
v	=	Velocidad del flujo en m/s
g	=	Aceleración de la gravedad (9.81 m/s <sup>2</sup> )

Valores de f:

f	=	0.05 en diámetros de 13 a 25 mm.
f	=	0.04 en diámetros de 32 a 50 mm.

Velocidad = Q/A

Q	=	gasto m <sup>3</sup> /s
A	=	área de la sección transversal en m <sup>2</sup>

#### Fórmula F.2.

Fórmula para determinar la pérdida de carga en conexiones, cuya expresión es:

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

Donde:

h	=	Pérdida de carga por fricción en metros por columna de agua
K	=	Factor de fricción sin dimensiones que depende del material y modelo de la conexión ó válvula.
v	=	Velocidad del flujo en m/s
g	=	aceleración de la gravedad (9.81 m/s <sup>2</sup> )

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

### Fórmula F.3.

Fórmula de Manning para cálculo de velocidad de flujo, cuya expresión algebraica es:

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

En la que:

v	=	velocidad media de escurrimiento, en m/s
n	=	coeficiente de rugosidad.
R	=	radio hidráulico
S	=	pendiente geométrica o hidráulica del tubo, expresada en forma decimal.

### Fórmula F.4.

Para el cálculo del gasto pluvial máximo se utilizará la formula  $Q = 0.0278 CIA$ .

En la que:

Q	=	Gasto en l/s por cada 100m <sup>2</sup> de área tributaria.
C	=	Coeficiente de escurrimiento, en función del tipo de superficie.
I	=	Intensidad de la precipitación de diseño, en mm/hr.
A	=	área tributaria, en cientos de m <sup>2</sup> .

### Fórmula F.5.

Para calcular la máxima precipitación horaria:  $Vu = 50 \times I60 \times CA - Vext$ .

En la que:

Vu	=	volumen útil, en litros
I 60	=	Precipitación horaria (al cabo de 60 minutos), en milímetros. Trátase de que sea la de una tormenta con período de retorno de 10 años.
C	=	Coeficiente de escurrimiento superficial, sin dimensiones.
A	=	Área tributaria, en cientos de metros cuadrados.
Vext	=	Volumen de extracción

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

### Fórmula F.6.

Para calcular el gasto de condensados en instalaciones de vapor, se utilizará la fórmula siguiente:

$$Q = \frac{(t_2 - t_1) \times V}{CL}$$

En la que:

Q = Gasto promedio de condensado, en Kg/hora.

V = Consumo horario de agua por calentar en lt.

t1 = Temperatura inicial del agua, en °C.

t2 = Temperatura final del agua, en °C.

CL = Calor latente del vapor, en Kcal/Kg.

Valores de t1 y t2.

Temperatura Inicial (t1). Se tomará, dependiendo del tipo de clima, como sigue:

CLIMA	TEMPERATURA INICIAL (oC)
Extremoso	10
Altiplano	15
Tropical	20

Temperatura final (t2). La temperatura final del agua será de 60°C para alimentación a muebles de uso común o equipos en los que las personas tienen contacto con el agua.

En equipos como lavadoras de ropa, lavadoras de loza, etc., la temperatura será determinada de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

### Fórmula F.7.

Para determinar la carga total de bombeo se utilizará la siguiente fórmula

$$H = h_{es} + h_{fs} + h_{ed} + h_{fd} + h_t$$

En la que:

hes = Carga o altura de succión expresada, en metros.

hfs = Carga por fricción en la línea de succión, en metros.

hed = Carga o distancia vertical entre el eje de la bomba y el punto de alimentación considerado, en metros.

hfd = Carga por fricción en la línea de descarga, en metros.

ht = Carga de trabajo requerida para la correcta operación del mueble o equipo considerado en metros.

## DISPOSICIONES EN MATERIA DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

### Fórmula F.8.

Para determinar la carga total de bombeo para un cárcamo de aguas pluviales, se utilizará la siguiente fórmula

$$H = h_e + h_f + h_v$$

En la que:

- H = Carga total, en metros.  
 $h_e$  = Carga estática. Desnivel, en metros, entre el fondo del cárcamo y el punto de descarga.  
 $h_f$  = Pérdida de carga por fricción, tanto en la tubería de descarga como en sus válvulas y conexiones.  
 $h_v$  = Carga de velocidad. Considérese de 0.3 metros.

### Tabla T-1a.

Equivalencia en diámetros de tuberías, entre sistema métrico decimal (SMD) y sistema inglés (SI).

Diámetros SMD	Diámetros SI
10	3/8"
13	1/2"
19	3/4"
25	1"
32	1 1/4"
38	1 1/2"
50	2"
64	2 1/2"
75	3"