

AVISOS

COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

CÓDIGO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICACIONES EDICIÓN 2017

En aras de mejorar y asegurar una adecuada práctica profesional en las diversas ramas de la Ingeniería y de la Arquitectura, el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA) desde hace ya muchos años, realiza el establecimiento de códigos y normas técnicas. El objeto de estas normas es establecer los requisitos básicos que aseguren una calidad adecuada de las obras. Esto resulta especialmente necesario en ciertas áreas que influyen directamente en el bienestar público, como es el caso del presente código.

Se reconoce que la existencia de un abastecimiento seguro y suficiente de agua potable, así como el pronto y eficiente tratamiento de los desechos humanos y domésticos, son elementos esenciales en la sanidad humana. Para que los servicios públicos de abastecimiento y desecho de aguas residuales sean útiles a los usuarios individuales, debe haber:

- Conexiones que lleven el agua desde las tuberías de distribución hasta cada propiedad.
- Un sistema de fontanería interna y accesorios en el interior de los inmuebles.
- Desagües para transportar el agua servida y los desechos humanos desde los inmuebles hasta el alcantarillado público o hasta sistemas de tratamiento doméstico.

Estas conexiones, tuberías, accesorios sanitarios y desagües domiciliarios constituyen lo que en este Código se denominan "instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones". Este Código debe mucho de su contenido a normativas similares. En particular, se deben mencionar las siguientes:

- The Uniform Plumbing Code, de la Asociación Oficial Internacional de Plomeros y Mecánicos (IAPMO, por sus siglas en inglés), 1997
- "Notas técnicas de normas sanitarias para edificaciones", gaceta 18, setiembre de 1998, de la República de Venezuela
- El Código de Construcciones del Estado de Florida, versión 2001, Sección Código de Plomería
- National Standard Plumbing Code 2003, de la Asociación Nacional de Contratistas de Plomería, Calor y Aire Acondicionado de Estados Unidos (PHCG, por sus siglas en inglés)

Asimismo, se ha hecho el esfuerzo de introducir todas las normativas, reglamentos y leyes existentes en el país relacionadas con este campo, las cuales se pueden apreciar en una lista más adelante.

Origen y desarrollo del CIHSE

La primera versión de este Código se realizó por acuerdo de la Junta Directiva General, tomado en sesión n.º 3-92/93-G.E. y fue publicado en 1994. Este documento iba a funcionar como norma técnica oficial; sin embargo, nunca se llegó a realizar dicha oficialización y el Código pasó a ser una norma de consulta únicamente, pues no se elevó a nivel de código nacional.

La primera comisión fue integrada por seis integrantes, a saber: Ing. Luis Fernando Chanto J., Ing. Dennis Mora M., Arq. Álvaro Morales R., Ing. Luis A. Vargas B., Ing. Patricia Zamora C. y el Ing. Oscar Jiménez R., como coordinador.

Posteriormente, se realizó una revisión y se volvió a publicar, en 1996. En esa edición se corrigieron errores de imprenta de la primera edición y se modificó la sección 7.10, sobre sistemas individuales para el tratamiento y disposición de las aguas residuales domésticas, para adecuarla a las prácticas recomendadas por el Ministerio de Salud. Además, cerca de una veintena de participantes, entre profesionales, instituciones y empresas, revisaron el borrador inicial del Código y aportaron valiosos comentarios para su mejoramiento.

Desde el 2005, el CFIA organizó una nueva comisión para lograr, esta vez, crear un código adecuado a los altos estándares de la Ingeniería y la Arquitectura, el cual pudiera ser aprobado como norma nacional.

Para esta edición se realizaron modificaciones en la mayoría de los capítulos, además se modificó la numeración de los artículos. El capítulo 1 se amplió y se eliminó la referencia a las instalaciones de protección contra incendio, debido a la normativa adoptada por el Departamento de Bomberos. En el capítulo 2 se extendió la cantidad de definiciones, además de mejorar su orden. En el capítulo 3 se actualizaron las referencias a normativas más recientes de entes reguladores (MINAE e INTECO, entre otros). En el capítulo 4 se modificaron las dotaciones de agua de acuerdo a diversas referencias, además se incluyeron siete tipos nuevos de edificaciones.

En el capítulo 5, en la sección 5.1 se actualizaron las indicaciones para los accesorios a instalar en las diferentes edificaciones, además se incluyeron dos tipos de edificaciones, a saber: hospitales y cárceles. En la sección 5.2 se actualizaron los aspectos de instalación de los diferentes tipos de accesorios sanitarios. Por último en la sección 5.3 se incluye un apartado nuevo sobre ventilación.

En el capítulo 6, en la sección 6.2 se actualizó la lista de materiales empleados. En la sección 6.3 se modificó el método para estimar el caudal de diseño, además se actualizó la mayoría de las tablas y ecuaciones. En la sección 6.4 se actualizó el espaciamiento entre soporte, se modificaron distancias y se incluyeron dos materiales más. En la sección 6.10 se agregaron aspectos de instalación para calentadores de agua por medio de combustión.

En el capítulo 7, en la sección 7.2 se actualizó la lista de materiales empleados. En la sección 7.3 se modificó el método para dimensionar las tuberías. En la sección 7.7 se

agregaron disposiciones respecto a los desagües indirectos. En la sección 7.8 se añadieron aspectos constructivos y de cálculo de los interceptores o trampas de grasa, de sólidos y de combustible. En la sección 7.9 se agregaron condiciones de diseño de los pozos de bombeo de aguas residuales.

La sección de ventilación sanitaria se separó del capítulo siete y paso a formar el capítulo 8. De igual manera, la sección 7.10 sobre sistemas individuales para el tratamiento y disposición de las aguas residuales fue reescrita y se convirtió en el capítulo 10.

El capítulo 9 referente a los sistemas de recolección y evacuación de la esorrentía fue reescrito.

Se adicionó el capítulo 11, el cual hace referencia a las instalaciones de gas LP.

De igual manera se modificaron los anexos, los cuales incluyen información de referencia para los cálculos de los sistemas para tratamiento de aguas residuales y trampas de grasa.

En caso de comentarios u observaciones, se debe contactar al Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos y enviar por escrito sus comentarios a la dirección:

Secretaría de Comisiones
Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica
Apartado 2346-1000
San José

Finalmente, un agradecimiento sincero a los miembros de la Comisión que elaboró esta nueva versión del Código

- Ing. Saúl Trejos Bastos, coordinador
- Ing. David Madrigal Benavides, secretario
- Ing. Luis Fernando Chanto Jarquín
- Ing. Dennis Mora Mora (qdDg)

Y muy especialmente al Ing. Rafael Murillo Muñoz, quien revisó y corrigió la versión final de este Código.

CÓDIGO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICACIONES COMITÉ TÉCNICO

Este documento original fue preparado por la Comisión revisora del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones, integrada por las siguientes personas:

Ing. Saúl Trejos Bastos, coordinador
Ing. David Madrigal Benavides, secretario
Ing. Luís Fernando Chanto Jarquín
Ing. Oscar Gómez Mora
Ing. Walter Salas Corella
Ing. Dennis Mora Mora (†)
Arq. Álvaro Morales Rodríguez

La Comisión revisora de este Código desea expresar su agradecimiento a los siguientes profesionales, instituciones y empresas, quienes revisaron un borrador inicial:

Ing. Olman Jiménez Rodríguez, Ecosistemas Sanitarios S.A.
Ing. Juan Gabriel Monge Gapper, Escuela de Ingeniería Mecánica, UCR
Ing. Elías Rosales Escalante, Escuela de Ingeniería en Construcción, ITCR
Ing. Antonio López Ortiz, ICE
Ing. Alexander Vega Romero, Dirección de Arquitectura e Ingeniería, CCSS
Ing. Héctor Solano Morales, Dirección de Administración de Proyectos, CCSS

También se agradece la colaboración prestada por diversos profesionales a la comisión, entre los que cabe citar:

Ing. Rodrigo Acuña Sáenz, Ex presidente del CFIA (†)
Ing. Dagoberto Araya Villalobos, Unidad de Aguas Residuales, Dirección de Operación de sistemas del AyA
Sr. Cristian Oviedo Arce, gerente de Publicidad de Incesa Standard
Arq. Mario Peraza González, Incesa Standard
Ing. Francisco Amen Funk, Ministerio de Salud
Ing. Andrés Incer Arias, Ministerio de Salud

La revisión y corrección final de este documento estuvo a cargo del Ing. Rafael Murillo Muñoz.

Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones

ÍNDICE GENERAL

1. OBJETIVOS Y ALCANCES.....	20
2. DEFINICIONES.....	21
3. NORMAS GENERALES.....	31
4. DOTACIONES DE AGUA POTABLE.....	34
5. PIEZAS SANITARIAS.....	37
5.1 NÚMERO REQUERIDO DE PIEZAS SANITARIAS.....	37
5.1.1 Edificaciones unifamiliares y multifamiliares.....	38
5.1.2 Edificaciones para comercio u oficinas.....	38
5.1.3 Establecimientos industriales.....	40
5.1.4 Restaurantes, salas de baile, cafeterías, bares y similares.....	41
5.1.5 Salas de espectáculo, auditorios, estadios, templos y similares.....	42
5.1.6 Estacionamientos y estaciones de servicio.....	44
5.1.7 Centros de enseñanza.....	44
5.1.8 Hoteles y afines.....	46
5.1.9 Instalaciones deportivas y baños públicos.....	47
5.1.10 Obras en construcción.....	47
5.1.11 Hospitales, clínicas y centros de atención.....	48
5.1.11.1 Centros de hospitalización.....	48
5.1.11.2 Centros con consulta externa.....	49
5.1.11.3 Clínicas y consultorios dentales.....	49
5.1.12 Cárceles y centros correccionales.....	50
5.2 ESPECIFICACIONES DE LAS PIEZAS SANITARIAS.....	50
5.2.1 Normas generales.....	50
5.2.1.1 Instalación.....	51
5.2.2 Inodoros.....	52
5.2.3 Mingitorios.....	54
5.2.4 Duchas.....	55
5.2.5 Fregaderos y lavamanos.....	55
5.2.6 Sumideros.....	56
5.2.7 Fuentes para beber.....	57
5.2.8 Bidés.....	57
5.3 ESPECIFICACIONES DE LOS CUARTOS DE BAÑO.....	57
5.3.1 Ventilación artificial.....	58
6. SISTEMAS DE AGUA FRÍA Y AGUA CALIENTE.....	61
6.1 NORMAS GENERALES.....	61
6.2 MATERIALES PARA TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS.....	62
6.3 NORMAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN.....	64
6.3.1 Presiones y gastos mínimos.....	64
6.3.2 Velocidades de flujo.....	65
6.3.3 Caudales de diseño.....	66

6.3.4	Pérdidas de carga.....	68
6.4	REQUISITOS CONSTRUCTIVOS EN INSTALACIONES DE AGUA POTABLE...	73
6.4.1	Instalación y ubicación.....	73
6.4.2	Soporte de tuberías y elementos estructurales.....	73
6.4.3	Tuberías enterradas.....	76
6.5	TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	76
6.5.1	Dimensionamiento y dispositivos.....	77
6.5.2	Localización y dimensionamiento de tubería.....	78
6.6	EQUIPOS DE BOMBEO.....	80
6.6.1	Normas generales.....	80
6.6.2	Dimensionamiento.....	80
6.6.3	Instalación.....	81
6.7	EQUIPOS HIDRONEUMÁTICOS.....	83
6.7.1	Bombas 57.....	83
6.7.2	Tanques hidroneumáticos.....	84
6.8	INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LAS INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	85
6.9	DESINFECCIÓN SANITARIA.....	86
6.10	INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE.....	87
6.10.1	Normas generales.....	87
6.10.2	Instalación.....	88
6.10.3	Aire de combustión.....	89
6.10.4	Ventilación y gases de combustión.....	91
6.10.5	Distribución y almacenamiento de agua caliente.....	92
7.	SISTEMAS DE DESAGÜE DE AGUAS RESIDUALES.....	94
7.1	NORMAS GENERALES.....	94
7.2	MATERIALES PARA TUBERÍAS DE DESAGÜES, TUBOS DE VENTILACIÓN, SUS UNIONES Y CONEXIONES.....	95
7.3	NORMAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTOS DE DESAGÜE DE AGUAS RESIDUALES.....	96
7.3.1	Métodos de dimensionamiento.....	96
7.3.1.1	Primer método.....	97
7.3.1.2	Segundo método.....	97
7.3.2	Unidades de descarga y diámetros mínimos de los conductos de desagüe	99
7.3.3	Pendientes y velocidades.....	101
7.4	REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA LOS DESAGÜES DE AGUAS RESIDUALES.....	103
7.4.1	Instalación y localización.....	103

7.4.2	Conexiones entre tuberías.....	105
7.5	SIFONES.....	107
7.6	BOCAS DE LIMPIEZA Y CAJAS DE REGISTRO.....	108
7.6.1	Bocas de limpieza.....	108
7.6.2	Cajas de registro.....	110
7.7	DESAGÜES INDIRECTOS.....	111
7.7.1	Drenaje de condensados, vapor y agua caliente.....	113
7.7.2	Drenaje de aguas residuales industriales.....	114
7.8	INTERCEPTORES.....	115
7.8.1	Interceptores y trampas de grasa.....	115
7.8.2	Interceptores de sólidos y objetos flotantes.....	117
7.8.3	Interceptores de combustibles.....	118
7.9	BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LLUVIA.....	121
7.10	INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LOS SISTEMAS DE DESAGÜE DE AGUAS RESIDUALES.....	125
8.	VENTILACIÓN SANITARIA.....	126
8.1	NORMAS GENERALES.....	126
8.2	TERMINALES DE VENTILACIÓN.....	128
8.3	TUBERÍA PRINCIPAL DE VENTILACIÓN.....	129
8.4	VENTILACIÓN INDIVIDUAL DE LOS ACCESORIOS.....	129
8.5	VENTILACIÓN HÚMEDA.....	131
8.6	VENTILACIÓN DE BAJANTE.....	133
8.7	VENTILACIÓN EN CIRCUITO.....	134
8.8	VENTILACIONES DE ALIVIO.....	134
8.9	VENTILACIÓN MEDIANTE BAJANTE ÚNICO.....	135
8.10	ASPECTOS DE DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN.....	137
8.10.1	Ramales de ventilación.....	137
8.10.2	Ventilaciones para los pozos colectores y los tanques receptores de aguas residuales.....	139
8.10.3	Colectores de ventilación.....	139
8.10.4	Bajantes de ventilación.....	139
9.	NORMAS PARA SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA.....	140
9.1	NORMAS GENERALES.....	140
9.2	MATERIALES PARA TUBERÍAS Y ACCESORIOS PARA DESAGÜE PLUVIAL.....	140
9.3	NORMAS PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DESAGÜE PLUVIAL.....	141
9.4	REQUISITOS CONSTRUCTIVOS.....	146
9.5	CAJAS DE REGISTRO Y BOCAS DE LIMPIEZA.....	147
9.6	INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LOS SISTEMAS DE DESAGÜE DE AGUAS DE LLUVIA.....	147
9.7	SISTEMAS DE RETENCIÓN Y DE DETENCIÓN DE AGUAS PLUVIALES.....	147

10. SISTEMAS INDIVIDUALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS U ORDINARIAS.....	151
10.1 ASPECTOS GENERALES.....	151
10.2 UTILIZACIÓN DE LA TÉCNICA EN TANQUES SÉPTICOS: DRENAJES, EL TANQUE Y MANEJO DE LODOS.....	153
10.3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN TANQUE SÉPTICO.....	162
11. INSTALACIONES DE GAS LP.....	164
11.1 Normas generales.....	164
11.2 Materiales para tuberías y accesorios.....	165
11.3 Instalación de tuberías.....	165
11.4 Dimensionamiento de tuberías.....	170
11.5 Inspección y pruebas de las instalaciones de gas.....	171
12. BIBLIOGRAFÍA.....	175
13. ANEXOS.....	179
13.1 ANEXO A. Recomendaciones de diseño, construcción e instalación de interceptores de grasa.....	179
13.1.1 Criterios de dimensionamiento.....	180
13.2 ANEXO B. Recomendaciones sobre sistemas individuales para el tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas u ordinarias. Lechos de drenaje con zanjas de infiltración.....	182
13.3 ANEXO C. Recomendaciones sobre sistemas individuales para el tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas u ordinarias.....	185
DIMENSIONES DE UN TANQUE SEDIMENTADOR/BIODIGESTOR (tanque séptico).....	185
14. FIGURAS.....	187

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 4.1	DOTACIONES MÍNIMAS DIARIAS.....	35
TABLA 5.1	NÚMERO DE PIEZAS SANITARIAS EN COMERCIOS Y OFICINAS.....	39
TABLA 5.2	NÚMERO DE PIEZAS SANITARIAS PARA USO DE LOS CLIENTES.....	41
TABLA 5.3	NÚMERO DE PIEZAS SANITARIAS EN RESTAURANTES, BARES Y SIMILARES.....	42
TABLA 5.4	NÚMERO DE PIEZAS SANITARIAS EN SALAS DE ESPECTÁCULO.....	43
TABLA 5.5	NÚMERO DE PIEZAS SANITARIAS EN CENTROS EDUCATIVOS PARA ESTUDIANTES.....	44
TABLA 5.6	NÚMERO DE PIEZAS SANITARIAS EN CENTROS EDUCATIVOS PARA PROFESORES.....	45
TABLA 5.7	NÚMERO DE PIEZAS SANITARIAS EN CENTROS DE PRESCOLAR.....	46
TABLA 5.8	ESPACIO LIBRE MÍNIMO PARA IMPEDIR UNA CONEXIÓN CRUZADA.....	51
TABLA 5.9	DIMENSIONES PARA INODOROS OPERADOS POR PERSONAS MENORES DE 7 AÑOS.....	53
TABLA 5.10	VELOCIDADES DE ENTRADA DE AIRE EN LAS REJILLAS.....	59
TABLA 5.11	NÚMERO MÍNIMO DE CAMBIOS DE AIRE POR HORA.....	59
TABLA 6.1	DIÁMETROS, PRESIONES Y CAUDALES MÍNIMOS REQUERIDOS EN LOS PUNTOS DE ALIMENTACIÓN DE LAS PIEZAS SANITARIAS.....	64
TABLA 6.2	VELOCIDADES MÁXIMAS RECOMENDADAS.....	65
TABLA 6.3	UNIDADES DE ACCESORIO PARA APARATOS SANITARIOS SEGÚN EL DIÁMETRO DE SU ORIFICIO DE ALIMENTACIÓN.....	66
TABLA 6.4	ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE LA DEMANDA (L/S) A PARTIR DE LAS UNIDADES DE ACCESORIOS.....	67
TABLA 6.5	CAUDAL PROBABLE COMO FUNCIÓN DE LAS UNIDADES DE ACCESORIO (U.A).....	68
TABLA 6.6	RUGOSIDADES ABSOLUTAS PARA LA FÓRMULA DE COLEBROOK WHITE.....	70
TABLA 6.7	COEFICIENTES DE RESISTENCIA (K) EN VÁLVULAS Y ACCESORIOS..	71
TABLA 6.8	DIMENSIONES DE LAS ABRAZADERAS.....	74
TABLA 6.9	ESPACIAMIENTO MÁXIMO ENTRE SOPORTES PARA TUBERÍAS COLGANTES.....	75
TABLA 6.10	DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍAS DE ALIMENTACIÓN A TANQUES ELEVADOS.....	79
TABLA 6.11	TAMAÑO DE LAS ABERTURAS DE AIRE O DUCTOS PARA CALENTADORES DE AGUA DE GAS.....	90
TABLA 6.12	CAPACIDAD DE LOS TANQUES Y EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE.....	93
TABLA 7.1	CARGAS MÁXIMAS PERMISIBLES PARA TUBERÍAS DE DESAGÜE VERTICALES (BAJANTES).....	98
TABLA 7.2	CARGAS MÁXIMAS PERMISIBLES PARA TUBERÍAS DE DRENAJE HORIZONTALES.....	99
TABLA 7.3	UNIDADES DE DESCARGA Y DIÁMETROS MÍNIMOS DE SIFONES Y	

	CONDUCTOS DE DESCARGA DE APARATOS SANITARIOS.....	100
TABLA 7.4	DIMENSIONAMIENTO DE LOS DESAGÜES INDIRECTOS.....	101
TABLA 7.5	DIÁMETROS MÍNIMOS DE SIFONES Y CONDUCTOS DE DESCARGA DE APARATOS SANITARIOS NO ESPECIFICADOS.....	101
TABLA 7.6	ECUACIONES PARA CALCULAR EL ÁREA MOJADA Y EL RADIO HIDRÁULICO EN CONDUCTOS CIRCULARES.....	102
TABLA 7.7	COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE MANNING.....	103
TABLA 7.8	PENDIENTE MÍNIMA DE LOS CONDUCTOS DE DESCARGA Y COLECTORES.....	103
TABLA 7.9	DISTANCIAS A GUARDAR POR LOS COLECTORES DE AGUAS RESIDUALES.....	105
TABLA 7.10	DIMENSIONES DE LAS CAJAS DE REGISTRO.....	111
TABLA 7.11	DIMENSIONES DE LAS TUBERÍAS DE LAS FOSAS.....	114
TABLA 7.12	SITUACIONES EN LAS QUE SE DEBE INSTALAR INTERCEPTOR DE COMBUSTIBLE.....	120
TABLA 8.1	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE LA CONEXIÓN DE VENTILACIÓN Y LOS SIFONES.....	130
TABLA 8.2	DIÁMETRO DEL TUBO DE VENTILACIÓN HÚMEDA PARA GRUPOS DE BAÑO.....	132
TABLA 8.3	LONGITUD Y PENDIENTE MÁXIMA DE LOS RAMALES DE DESAGÜE PARA EL SISTEMA DE BAJANTE ÚNICO.....	136
TABLA 8.4	LONGITUD Y PENDIENTE MÁXIMA DEL TUBO DE DESAGÜE DE UN ACCESORIO DE 32 MM EN SISTEMAS DE BAJANTE ÚNICO.....	136
TABLA 8.5	DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE DESAGÜE PARA UN SISTEMA DE BAJANTE ÚNICO.....	137
TABLA 8.6	TAMAÑO DE LOS BAJANTES Y RAMALES DE VENTILACIÓN.....	138
TABLA 9.1	COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA EN LA FÓRMULA RACIONAL.....	142
TABLA 9.2	FACTORES DE FRECUENCIA PARA EL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....	143
TABLA 9.3	INTENSIDADES DE LLUVIA (MM/HR) PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS.....	143
TABLA 9.4	INTENSIDADES DE LLUVIA (MM/HR) PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS.....	143
TABLA 9.5	RUGOSIDAD DE MANNING EN PLANOS INCLINADOS.....	144
TABLA 9.6	CAUDALES MÁXIMOS EN BAJANTES DE DESAGÜE DE AGUAS DE LLUVIA.....	145
TABLA 10.1	ACUMULACIÓN PERMISIBLE DE LODO.....	163
TABLA 11.1	ESPACIAMIENTO MÁXIMO ENTRE SOPORTES PARA TUBERÍAS DE GAS.....	167
TABLA 11.2	CAPACIDADES DE LOS CONECTORES METÁLICOS PARA USO CON PRESIONES DE GAS.....	169
TABLA 11.3	CAPACIDADES DE LOS CONECTORES METÁLICOS PARA USO CON PRESIONES DE GAS.....	169
TABLA 11.4	CONSUMO APROXIMADO DE EQUIPOS COMUNES DE GAS.....	171
TABLA A.1	PRIMER MÉTODO DE DIMENSIONAMIENTO DEL INTERCEPTOR DE GRASA.....	181
TABLA A.2	SEGUNDO MÉTODO DE DIMENSIONAMIENTO DEL INTERCEPTOR DE GRASA.....	181
TABLA B.1	VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN.....	182

Listado de Figuras

- FIGURA 5.1.** DIMENSIONES MÍNIMAS PARA LA INSTALACIÓN DE PIEZAS SANITARIAS
- FIGURA 6.1.** SÍMBOLOS GRÁFICOS DE INSTALACIONES SANITARIAS
- FIGURA 6.2.** ESQUEMAS DE DIVERSAS FORMAS DE ALIMENTACIÓN DE AGUA EN EDIFICACIONES
- FIGURA 6.3.** MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EDIFICIOS DE VARIOS PISOS
- FIGURA 6.4.** GRÁFICOS DE DEMANDA
- FIGURA 6.5.** COEFICIENTES DE PÉRDIDAS LOCALES
- FIGURA 6.6.** TANQUE ELEVADO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA
- FIGURA 6.7.** TANQUE SUBTERRÁNEO DE ALMACENAMIENTO DE AGUA
- FIGURA 6.8.** RED DE AGUA POTABLE: EDIFICIO TÍPICO CON SÓTANO
- FIGURA 6.9.** MODELO DE SISTEMA HIDRONEUMÁTICO CON TANQUE VERTICAL
- FIGURA 6.10.** ESQUEMAS DE TOMAS DE AIRE PARA EQUIPOS CALENTADORES DE AGUA
- FIGURA 6.11.** ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS: CALENTADOR DE AGUA
- FIGURA 7.1.** BOCAS DE LIMPIEZA
- FIGURA 7.2.** DETALLE DE CAJA DE REGISTRO DOMICILIAR CON SIFÓN
- FIGURA 7.3.** CAJA DE REGISTRO
- FIGURA 7.4.** DESAGÜES INDIRECTOS
- FIGURA 7.5.** TRAMPA DE GRASA
- FIGURA 7.6.** INTERCEPTOR DE GRASA
- FIGURA 7.7.** INTERCEPTOR DE SÓLIDOS Y OBJETOS FLOTANTES
- FIGURA 7.8.** INTERCEPTOR DE COMBUSTIBLE DE UNA SECCIÓN
- FIGURA 7.9.** INTERCEPTOR DE COMBUSTIBLE: ESTACIONES DE SERVICIO
- FIGURA 7.10.** ESQUEMA DE POZO DE BOMBEO
- FIGURA 7.11.** RED DE DESAGÜE Y VENTILACIÓN: EDIFICIO TÍPICO CON SÓTANO
- FIGURA 8.1.** DETALLES DE LA TUBERÍA DE VENTILACIÓN
- FIGURA 8.2.** DIFERENTES TIPOS DE SISTEMAS DE VENTILACIÓN PARA DESAGÜES
- FIGURA 8.3.** RAMALES DE DESAGÜE PARA LAVATORIOS
- FIGURA 8.4.** RAMALES DE DESAGÜE PARA INODOROS
- FIGURA 8.5.** RAMALES DE DESAGÜE: MINGITORIOS Y OTROS
- FIGURA 8.6.** ESQUEMAS DE VENTILACIÓN HÚMEDA
- FIGURA 8.7.** VENTILACIÓN DEL BAJANTE DE AGUAS RESIDUALES

LEYES, REGLAMENTOS Y DOCUMENTOS RELACIONADOS CON ESTE CÓDIGO

Ley n.º 276 del 27 de agosto de 1942, Ley de Aguas. Publicada en La Gaceta n.º 190 del 28 de agosto de 1942.

Ley n.º 5395 del 30 de octubre de 1973, Ley General de Salud. Publicada en La Gaceta n.º 222 del 24 de noviembre de 1973.

Ley n.º 7600 del 2 de mayo de 1996, Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad. Publicada en La Gaceta n.º 102 del 29 de mayo de 1996.

Ley n.º 7933 del 28 de octubre de 1999, Ley Reguladora de la Propiedad en Condominios. Publicada en La Gaceta n.º 229 del 25 de noviembre de 1999.

Reglamento de Construcciones del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, aprobado en sesión de la Junta Directiva n.º 3822, del 4 de mayo de 1987, y sus reformas. Publicado en el Diario Oficial La Gaceta N°117 del 22 de junio de 1987.

Decreto ejecutivo n.º 26789-MTSS, del 16 de febrero de 1998, Reglamento de Calderas. Publicado en La Gaceta n.º 65, del 2 de abril de 1998 .

Decreto ejecutivo n.º 26831-MP, del 23 de marzo de 1998, Reglamento de la Ley 7600 sobre la igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad. Publicado en La Gaceta n.º 75, del 20 de abril de 1998.

Decreto ejecutivo n.º 30131-MINAE-S, del 20 de diciembre del 2001, Reglamento para la regulación del sistema de almacenamiento y comercialización de hidrocarburos. Publicado en La Gaceta n.º 43, del 1º de marzo del 2002.

Decreto Ejecutivo N° 39887-S-MINAE del 18 de abril de 2016, Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Publicado en el Alcance N° 186 del Diario Oficial La Gaceta N° 179 del 19 de setiembre de 2016.

Decreto ejecutivo n.º 32303-MIVAH-MEIC-TUR del 2 de marzo del 2005, Reglamento a la Ley Reguladora de la Propiedad en Condominios. Publicado en La Gaceta n.º 74 del 19 de abril del 2005.

Decreto ejecutivo n.º 33601-MINAE-S del 9 de agosto del 2006, Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. Publicado en el Alcance n.º 8 de La Gaceta n.º 55 del 19 de marzo del 2007.

Decreto ejecutivo n.º 37070-MIVAH-MICIT-MOPT del 10 de abril del 2012, Código Sísmico de Costa Rica 2010. Publicado en el Alcance n.º 94 de La Gaceta n.º 136 del 13 de julio del 2012.

Decreto ejecutivo n.º 36979-MEIC del 13 de diciembre del 2011, Reglamento de Oficialización del Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad (RTCR 458:2011). Publicado en La Gaceta n.º 33 del 15 de febrero del 2012.

Decreto ejecutivo n.º 12715-MEIC del 15 de junio de 1981, Norma oficial para la utilización de colores en seguridad y su simbología. Publicado en La Gaceta n.º 134 del 16 de julio de 1981.

Reglamento sobre seguridad humana y protección contra incendios del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, aprobado por el Consejo Directivo en la sesión N° 69 del 25 de noviembre del año 2013. Publicado en el Diario Oficial La Gaceta N°24 del 04 de febrero de 2014.

Norma Inteco 31-07-03: Código de colores para la identificación de fluidos conducidos en tuberías.

Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, aprobado por el Consejo Directivo en la sesión N° 22 del 12 de abril del año 2010. Publicado en el Diario Oficial La Gaceta N°125 del 29 de junio de 2010.

NFPA. (2015). NFPA 54, Código Nacional de Gas Combustible. National Fire Protection Association. Estados Unidos.

NFPA. (2014). NFPA 58, Código del Gas Licuado de Petróleo. National Fire Protection Association. Estados Unidos.

NFPA. (2014). NFPA 70, Código Eléctrico Nacional (NEC). National Fire Protection Association. Estados Unidos.

1. OBJETIVOS Y ALCANCES

Artículo 1-1

El presente Código tiene como objetivo establecer los requisitos mínimos para proteger la salud pública, la seguridad, el bienestar general en las edificaciones destinadas para uso, ocupación o habitación humana y que se construyan en el territorio de la República de Costa Rica.

Artículo 1-2

El presente Código deberá cumplirse durante las etapas de diseño, construcción, instalación, reparación, readecuación, reemplazo, relocalización, adición o remodelación de las edificaciones.

Artículo 1-3

Este Código comprende las instalaciones sanitarias e hidráulicas de agua potable (fría y caliente), desagüe de aguas residuales, ventilación de las instalaciones sanitarias, drenaje de aguas pluviales y distribución de gas LP, todas ellas relacionadas con las edificaciones.

Artículo 1-4

Por su naturaleza, las instalaciones sanitarias e hidráulicas y de gas LP deben ser diseñadas, construidas, instaladas, reparadas, reemplazadas o remodeladas mediante metodologías y técnicas probadas, así como con materiales de probada capacidad. Sin embargo, no se limita el uso de materiales y métodos de diseño alternos que no estén específicamente señalados por este Código, siempre y cuando el profesional responsable del diseño demuestre que el uso de la alternativa permite el cumplimiento de los objetivos descritos en el presente Código.

Artículo 1-5

Independientemente del grado de refinamiento en el análisis y diseño, o de la calidad de los materiales, o de la construcción, es necesario que todas las instalaciones para las que este Código establece normas estén bien concebidas y proyectadas, con el fin de alcanzar los objetivos establecidos.

Artículo 1-6

Las disposiciones contenidas en este Código representan requisitos mínimos en procura de un adecuado desempeño de las instalaciones. No obstante, la labor del profesional responsable del diseño no se debe limitar al cumplimiento irreflexivo de estas disposiciones, sino que debe procurar la satisfacción de los objetivos establecidos en el Código y adoptar, de ser preciso, criterios alternativos más rigurosos que los establecidos por este Código.

Artículo 1-7

Este Código hace referencia a disposiciones de otros códigos y normas nacionales y extranjeras. Se entiende que el Código se refiere específicamente a las versiones vigentes al momento de la revisión final del presente documento, en el mes de enero de 2017. No obstante, el profesional responsable del diseño debe tener presentes las reformas y cambios a dichos documentos posteriores a esta fecha, en estricto apego a su mejor criterio profesional y a las reglas de ética establecidas por el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica.

2. DEFINICIONES

Artículo 2-1

Para los propósitos de este Código, los siguientes términos tienen el significado indicado en este capítulo:

- A -

Abasto (tubo de): tubo, generalmente flexible, que sirve para conectar un inodoro, lavatorio, fregadero u otro accesorio sanitario a la alimentación principal de agua potable.

Acometida: conexión de una edificación determinada a un sistema o servicio establecido.
Agua para uso industrial: agua no necesariamente potable, ya sea por sus características físicas, químicas o biológicas; su calidad esperada dependerá de las necesidades que se deseen cubrir en cada caso.

Agua para reutilización: agua aprovechable en cualquier sistema de distribución, con excepción del sistema de distribución de agua potable.

Agua de recirculación: agua con calidad igual o superior a la del sistema donde se suministra.

Agua potable: aquella que reúne las características físicas, químicas y biológicas que la hacen adecuada para el consumo humano, de acuerdo con las disposiciones de la Organización Mundial de la Salud sobre la calidad del agua potable.

Aguas residuales: aquellas que contienen desperdicios, materiales en suspensión o solución de origen humano, animal, vegetal o químico, provenientes de las descargas de residencias, edificios comerciales o instalaciones industriales de cualquier índole; se clasifica en dos tipos: ordinaria y especial.

Agua residual especial: aquella de tipo diferente a la ordinaria; por ejemplo, aguas de procesos industriales u hospitalarios.

Agua residual ordinaria: agua residual generada por las actividades domésticas del ser humano (uso de inodoros, duchas, lavatorios, fregaderos); a menos de que se indique lo contrario, cuando en el presente Código se hable de aguas residuales, se trata de este tipo.

Alcantarillado pluvial: red pública o privada de tuberías que se utilizan para recolectar y transportar las aguas de lluvia hasta su punto de descarga a un medio receptor.

Alcantarillado sanitario: red pública o privada de tuberías que se utilizan para recolectar y transportar las aguas residuales hasta su punto de descarga a un medio receptor.

Aparato sanitario: artefacto generalmente conectado a un sistema de suministro de agua (potable o no), que la recibe sin peligro de contaminación y que la descarga a un conducto de desagüe de aguas residuales, después de ser utilizada.

Aparatos de uso privado: aquellos destinados a ser utilizados por un número restringido de personas, por ejemplo en residencias familiares, edificaciones comerciales, edificaciones hospitalarias o industriales.

Aparatos de uso público: los que están ubicados de modo que puedan ser utilizados sin restricciones por cualquier persona; estos se pueden encontrar en edificios de instituciones públicas, edificaciones comerciales, templos, estadios, centros recreativos, entre otros.

Autoridad administrativa: ente encargado de administrar y operar los sistemas públicos de acueductos y alcantarillados (AyA, municipalidades u otros).

Autoridad sanitaria: ente público encargado de fijar las normas y leyes sanitarias en cuanto a calidad del agua, así como las características y requerimientos de los efluentes (Ministerio de Salud).

AyA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

- B -

Bajante: tubería en un sistema de desagües de aguas residuales o pluviales.

Batería de piezas sanitarias: cualquier grupo de piezas sanitarias similares y adyacentes, que tienen una misma tubería de abastecimiento de agua y descargan en el mismo ramal de desagüe.

Boca de limpieza: pieza o accesorio que forma parte de las tuberías de desagüe, destinada a permitir la inspección y limpieza de dichas tuberías.

Bidé: pieza sanitaria destinada al aseo de las partes íntimas del cuerpo.

- C -

Caja de registro: estructura plástica, metálica o de concreto destinada a permitir la inspección, limpieza de las tuberías de desagüe, capturar lodos y objetos sólidos; también permite efectuar cambios de dirección, pendiente, diámetro y material de tubería.

Caudal: volumen de líquido o fluido que pasa por una sección de tubería o canal por unidad de tiempo; en este Código se expresa usualmente en litros por segundo.

Caudalímetro: ver hidrómetro.

CFIA: Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica.

Cisterna: ver tanque de captación.

Cloaca: ver colector de aguas residuales o pluviales.

Colector de aguas pluviales: tubería principal destinada a recolectar y conducir las aguas de lluvia de una edificación hasta la conexión con el alcantarillado pluvial.

Colector de aguas residuales: tubería principal, destinada a recolectar y conducir las aguas residuales de una edificación hasta la conexión con el alcantarillado sanitario.

Condominio: inmueble construido en forma horizontal, vertical o mixta, susceptible de aprovechamiento independiente por parte de distintos propietarios, con elementos comunes de carácter indivisible; estos últimos, denominados "bienes comunes", son aquellos elementos, pertenencias o servicios de dominio inalienable e indivisible de todos los propietarios, necesarios para el uso, seguridad, salubridad, conservación, acceso, recreo u ornato del inmueble.

Conexión cruzada: conexión física entre dos sistemas de tuberías, donde el agua puede fluir de un sistema a otro, dependiendo de la dirección del flujo y de la presión diferencial entre los dos sistemas.

Conexión domiciliaria de agua: tramo de tubería comprendida entre la tubería pública de agua potable y el medidor ubicado en el exterior de una edificación.

Conexión domiciliaria de desagüe pluvial: tramo de tubería comprendido entre la última caja de registro y el alcantarillado pluvial.

Conexión domiciliaria de desagüe sanitario: tramo de tubería comprendido entre la última caja de registro y el alcantarillado sanitario.

Consumo: caudal medido en la conexión domiciliaria de agua potable.

Contenedor tipo ASME: contenedor construido de acuerdo con el código y especificaciones de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME, por sus siglas en inglés).

Contenedor tipo cilindro: contenedor diseñado, construido, probado y rotulado de acuerdo con las especificaciones del Departamento de Transporte de Estados Unidos de América.

Columna de ventilación: tubería destinada a la entrada o salida de aire del sistema de desagüe de una edificación de uno o varios pisos.

Cuarto de baño: aposento en el que se ubican las piezas sanitarias destinadas a la higiene personal.

- D -

Demanda: consumo de agua potable para un intervalo de tiempo dado, para un fin dado, en una edificación.

Diámetro efectivo: diámetro interior de una tubería.

Diámetro nominal: dimensión comercial o normalizada de las tuberías, que no necesariamente corresponde al diámetro efectivo.

Dispositivo conector de gas: conjunto formado por una tubería flexible o semirrígida y accesorios, que se encarga de conducir el gas combustible.

Dispositivo de desconexión rápida (GLP): dispositivo de operación manual que provee, para un equipo o una conexión de salida, un medio de conexión y desconexión de la alimentación de gas, que está equipada con un medio automático de desconexión, para cerrar el suministro de gas cuando el dispositivo está desconectado.

Dotación: medida del consumo o de la demanda expresada usualmente en litros por persona por día o su equivalente de una edificación, de acuerdo con el uso y la ocupación a que está destinada.

Desagüe indirecto: descarga de una pieza sanitaria o de cualquier otro artefacto que se realiza a través de un espacio de aire al sistema de desagüe de una edificación, mediante la utilización de un desagüe de piso u otro dispositivo adecuado.

Ducto mecánico: espacio hueco dejado en las edificaciones, de sección regular (p. e. rectangular o circular) y generalmente limitado por paredes; es utilizado para alojar tuberías de los sistemas electromecánicos o ductos de los sistemas de ventilación y aire acondicionado, con el fin de permitir su inspección, reparación o mantenimiento.

- E -

Edificación: cualquier construcción o edificio destinado a uso, ocupación o habitación por personas.

Escorrentía: agua de lluvia que discurre por la superficie de un terreno.

- F -

Filtración: separación física de las sustancias sólidas en suspensión en un líquido mediante el uso de medios porosos.

Filtro: dispositivo o aparato con el que se efectúa el proceso de filtración.

Flotador, válvula de: dispositivo que se mantiene en la superficie del agua de un tanque de captación y que se utiliza generalmente para registrar las variaciones de nivel o para gobernar un interruptor o una válvula.

Fluxómetro: válvula semiautomática que descarga un volumen de agua determinado para evacuar una cantidad de líquido de un accesorio sanitario (inodoro o mingitorio); usualmente se activa mediante una palanca, botón o sensor electrónico.

Fuga: pérdida de líquido a causa de la falta de estanqueidad en tanques, accesorios de la

tubería, artefactos sanitarios u otro.

- G -

Gasto: ver caudal.

Gas combustible: término referente para el gas licuado de petróleo (GLP, Gas LP, Propano, Butano, entre otros).

Golpe de ariete: variación de la presión que sufre una tubería y sus accesorios por efecto de cambios repentinos de la velocidad del agua.

Gradiente de energía: razón de cambio de la línea de energía, la cual describe la suma de la carga de elevación, la carga de presión y la carga de velocidad.

Gradiente hidráulico: es la razón de cambio en la línea de gradiente hidráulico, la cual representa la suma de la carga de presión y la carga de elevación; usualmente se expresa en unidades de longitud sobre un nivel de referencia.

- H -

Hidrómetro: dispositivo o instrumento que sirve para medir el caudal.

Hidroneumático: ver tanque hidroneumático.

- I -

Instalación sanitaria: conjunto de tuberías, equipos o dispositivos destinados al abastecimiento y distribución del agua, y a la evacuación de desagües y su ventilación dentro de la edificación.

Instalaciones de gas: término que hace referencia a cualquier tanque, recipiente, equipo regulador, medidores y accesorios necesarios para el almacenamiento y la distribución del gas combustible para cualquier edificio o local.

Interruptor de flotador: flotador equipado para el mando de una bomba u otros equipos, cuyo funcionamiento está ligado a las variaciones de nivel de un líquido en un depósito.

Interruptor de vacío: dispositivo de acción mecánica destinado a evitar el reflujos de agua.

Interceptor: dispositivo diseñado e instalado para separar y retener materiales indeseables o peligrosos que puedan contener las aguas residuales de una edificación, permitiendo, a su vez, el desagüe por gravedad de dichas aguas a los conductos de desagüe.

Interceptor de grasa: dispositivo utilizado para efectuar la separación de la grasa y de los aceites en los vertidos de los establecimientos donde se preparan alimentos; tales dispositivos podrán ser del tipo para ubicar en exteriores, o estar ubicados cerca del accesorio sanitario; son conocidos también como trampa de grasa.

- J -

Junta de dilatación: dispositivo destinado a absorber las variaciones de longitud de las tuberías, producidas por cambios de temperatura.

Juntas abiertas: son las juntas que no son herméticas y que permiten una separación entre las tuberías que las forman.

Junta flexible: permite ligeros desplazamientos o rotaciones de una tubería para absorber vibraciones o sollicitaciones de cargas exteriores, lo mismo que los efectos de situaciones de régimen transitorio en el sistema.

Junta de dilatación sísmica: accesorio utilizado en los sistemas de tuberías para atravesar juntas sísmicas entre estructuras o ingresar de la parte exterior hacia lo interno del edificio; es una junta extremadamente flexible, con movimiento en todas las direcciones para evitar la rotura en caso de sismo.

- L -

Llave de purga: válvula que permite descargar agua o sedimentos de una tubería o recipiente.

- M -

Medidor de agua: ver hidrómetro.

Memoria de cálculo: relato escrito complementario de los planos del proyecto y explicativo de los determinantes de su funcionamiento.

mca: sigla de la unidad de presión metro de columna de agua o cabeza de agua; un (1) mca equivale a 9806,65 MPa a 4 °C.

- N -

Nivel de rebalse: es el correspondiente al nivel de descarga del exceso de agua que ingresa a un tanque de captación o pieza sanitaria.

- P -

PE: sigla común para el polietileno, tanto en inglés como español.

PEAD: sigla común para el polietileno de alta densidad (siglas en inglés HDPE).

Pérdida de carga: es la variación en altura de la línea de gradiente hidráulico, es decir, es igual al cambio en la suma de las cargas de presión y elevación; se origina en la disipación de energía ocasionada por la fricción del fluido al escurrir a través de una tubería, y equivale a los términos "pérdida de cabeza" o "pérdida de presión".

Presión de servicio: es la presión estática a la entrada de un sistema de tuberías en su régimen de operación normal.

Presión dinámica: corresponde al término de energía cinética por unidad de volumen.

Presión estática: es el valor de la presión en un sistema de tuberías en condiciones de flujo nulo; se puede considerar como invariante en el tiempo.

Prevista: tuberías y accesorios que normalmente se colocan sobre las tuberías principales de las redes de abastecimiento de agua o alcantarillado, con el propósito de ser utilizadas para las instalaciones sanitarias de los futuros usuarios.

Probabilidad de uso simultáneo: probabilidad de que un cierto número de piezas sanitarias sean utilizadas al mismo tiempo, en un momento dado.

PVC: sigla para el cloruro de polivinilo.

- R -

Ramal de alimentación: tubería que abastece de agua a una pieza sanitaria o a un grupo de ellas.

Ramales de descarga: tuberías que reciben directamente los efluentes de las piezas sanitarias.

Ramales de desagüe: tuberías que reciben los efluentes de los ramales de descarga.

Rebalse: tubería o dispositivo destinado a evacuar eventuales excesos de agua en los tanques de almacenamiento, piezas sanitarias u otros accesorios sanitarios.

Red pública: tubería del sistema de distribución del acueducto público o del sistema de recolección de aguas residuales o pluviales de los entes públicos.

Reflujo: flujo en sentido inverso al previsto para un conducto o pieza sanitaria.

Registro: abertura para inspección o limpieza de tanques o trazados de tuberías.

- S -

Sello de agua (sello hidráulico): volumen de agua existente en el sifón de una pieza sanitaria y que impide el reflujo de gases, olores y la entrada de animales desde la tubería de descarga hacia la pieza.

Separador: ver interceptor.

Sifón: accesorio cuya función es mantener el sello de agua en la descarga de las piezas sanitarias.

Sifonaje: rotura o pérdida del sello de agua del sifón de una pieza sanitaria, como resultado de la pérdida del agua contenida en él por el efecto de presiones positivas o negativas en el sistema de desagüe.

Sistema de alimentación directa: suministro de agua a los puntos de consumo de una edificación directamente por la presión de servicio de la red pública, cuando los valores mínimos de esta son adecuados para satisfacer continuamente los requerimientos hidráulicos de las instalaciones del abonado.

Sistema de alimentación indirecta: suministro de agua a los puntos de consumo que no utiliza directamente la presión de servicio de la red pública.

Sistema de bajante único de desagüe: sistema de desagüe de un solo conducto en el que se omiten todos o casi todos los conductos de ventilación.

Sistema hidroneumático: sistema que supe agua bajo ciertas condiciones de presión a las tuberías de distribución, por medio de un acumulador de energía por compresión de aire; generalmente, se compone de una bomba y un tanque hidroneumático.

Sistema de presión constante: sistema que supe agua bajo ciertas condiciones de presión a las tuberías de distribución por medio de un sistema de bombeo; generalmente, se compone de un arreglo de bombas con variador de frecuencia y un sistema de censado de presión.

Sistema de reutilización: sistema que conduce las aguas a reutilizar dentro de una edificación.

Sumidero: accesorio sanitario, con o sin sello hidráulico, destinado a recibir aguas residuales o pluviales del piso de un baño, patio o techo.

- T -

Tanque de captación: depósito de agua potable del cual se abastecen los artefactos sanitarios de las edificaciones; puede ser elevado o enterrado, según el espacio disponible para la edificación.

Tanque elevado: tanque de captación para el almacenamiento de agua ubicado en los pisos superiores de una edificación o sobre una estructura concebida para ese fin.

Tanque hidroneumático: reservorio en el que se almacenan agua y aire a presión.

Trampa: ver interceptor.

Tubería: conducto de sección geométrica regular (generalmente circular) destinado al flujo de un fluido.

Tubería de impulsión: la comprendida entre la descarga de un equipo de bombeo y la entrada a un tanque elevado o punto de consumo.

Tubería de distribución: tubería destinada a llevar agua a todas las piezas sanitarias de una edificación.

Tubería de retorno: tubería que conduce agua de regreso al sistema de producción, en un circuito con recirculación.

Tubería de succión: la comprendida entre un tanque de captación y la entrada a un equipo de bombeo.

Tubería de ventilación: tubería con salida a la atmósfera destinada a permitir la entrada de aire a los sistemas de desagüe y la salida de gases de esos sistemas, con el objetivo de impedir la ruptura del sello de agua de los sifones sanitarios y mantener el flujo a lámina libre en los desagües.

Tubo de ventilación auxiliar: tubería vertical que une un ramal de desagüe al tubo ventilador del circuito correspondiente, o tubo que une el de ventilación principal con el bajante.

Tubo de ventilación en circuito: tubo de ventilación secundario ligado a un ramal de desagüe y que sirve a un grupo de piezas sin ventilación individual.

Tubo de ventilación individual: tubo de ventilación secundario ligado al sifón del tubo de descarga de una pieza sanitaria.

Tubo de ventilación principal: tubo de ventilación vertical en el que se conectan las ventilaciones individuales y que termina en una extensión de ventilación sobre el techo del edificio.

Tubo de ventilación secundario: tubo de ventilación que tiene el extremo superior ligado a una tubería ascendente u otro tubo de ventilación, sea principal o secundario.

Tubería horizontal: para los efectos de estas normas, es cualquier tubería o pieza de conexión instalada en posición tal que forme un ángulo menor de 45° con la horizontal.

Tubería vertical: para los efectos de estas normas, es cualquier tubería o pieza de conexión instalada en posición tal que forme un ángulo de 45° o menos con la vertical.

- U -

Unidades de accesorios: unidad empírica de caudal escogida de tal manera que la demanda de agua de las piezas sanitarias pueda ser expresada como múltiplo de esta unidad que se toma como base; la unidad de accesorio de una pieza depende del tipo de pieza, de la duración del gasto, del intervalo entre los usos y de la probabilidad del uso simultáneo; su definición varía según los distintos métodos empleados en el cálculo de los

caudales de alimentación de agua potable.

Unidades de descarga: unidad empírica de caudal similar a la anterior, donde las descargas de las piezas sanitarias pueden ser expresadas como múltiplos de esta unidad que se toma como base.

Unión flexible: ver junta flexible.

Urinario: lugar destinado para orinar y, en especial, el dispuesto para el público.

- V -

Vacío: cualquier presión menor a la presión atmosférica local.

Válvula de retención: válvula que evita la circulación del flujo en una dirección contraria a la establecida, generalmente conocida como válvula antirretorno, válvula de contraflujo o válvula "check".

Válvula de seguridad: dispositivo destinado a evitar la elevación de la presión por encima de un límite determinado, acorde con la presión normal de funcionamiento; usualmente se encuentran en sistemas de agua caliente, de vapor y de gas LP.

Válvula interruptora de vacío: interruptor de vacío.

Válvula reductora de presión: válvula de control de operación hidráulica que reduce la presión alta, aguas arriba, a una presión menor y constante aguas abajo, sin que le afecten las fluctuaciones en la demanda o en la presión de aguas arriba.

Ventilación artificial o mecánica: es la introducción de aire fresco y no contaminado en un ambiente dado de una edificación, o la remoción del aire viciado del mismo, permitiendo la entrada de aire fresco y no contaminado; para ello utiliza medios mecánicos, tales como ventiladores de impulsión o de extracción o ductos de ventilación.

Ventilación húmeda: es el método de ventilar sifones de piezas sanitarias utilizando un conducto de desagüe de una pieza sanitaria cuyo sifón esté individualmente ventilado y se instale a no menos de 40 cm sobre el nivel de piso.

3. NORMAS GENERALES

Artículo 3-1

Toda edificación destinada a uso u ocupación humana debe estar provista de un sistema de abastecimiento de agua potable. Este sistema no debe afectar en ningún momento el grado de pureza del agua destinada al consumo humano y debe garantizar su suministro (caudal y presión suficiente) en todos los puntos de consumo para su adecuado funcionamiento, según lo establecido en este Código.

Artículo 3-2

Toda edificación destinada a ocupación o habitación humana, ubicada dentro de un área servida por un abastecimiento público de agua en condiciones de prestar servicio, deberá aprovechar dicho suministro.

Artículo 3-3

Cuando el abastecimiento público no se encuentre en condiciones de prestar servicio adecuado, ya sea por calidad, cantidad o continuidad, se permitirán sistemas de suministro alternativo, siempre que la fuente de agua y su potabilización cumplan con los requisitos establecidos en este Código, así como los requerimientos establecidos por las autoridades sanitarias y administrativas correspondientes. Se debe prestar atención a la cantidad de minerales presentes en el agua que suministra el sistema alternativo, ya que el agua desmineralizada o con contenido bajo de minerales es corrosiva, así como perjudicial para la salud humana y de los animales.

Artículo 3-4

Las edificaciones podrán disponer de un abastecimiento de agua no potable o de un sistema de reutilización de agua para fines diferentes al consumo humano, de manera que se contribuya con la disminución del consumo de agua potable y a la gestión adecuada de este recurso natural. Entre las consideraciones para este tipo de sistema se encuentran: a) dicho abastecimiento deberá contar con redes separadas, sin conexión alguna con el sistema de agua potable, b) que se advierta a todos los usuarios de la edificación, por medio de avisos claramente marcados y profusamente distribuidos, acerca de la falta de potabilidad de dicho sistema, y c) que se distingan las tuberías utilizando los colores respectivos de acuerdo con el artículo 3-9.

Artículo 3-5

Todo sistema de alimentación y distribución de agua potable se protegerá contra conexiones cruzadas.

Artículo 3-6

Toda edificación destinada a ocupación humana deberá poseer un sistema independiente para la evacuación de las aguas residuales y un sistema independiente para la adecuada conducción y evacuación de aguas pluviales, conforme con lo establecido en este Código, sean estos sistemas individuales (recolección y tratamiento) o sistemas administrados por entes públicos, según corresponda. No existirán conexiones cruzadas entre los sistemas de evacuación de aguas residuales y de aguas pluviales.

Artículo 3-7

Las instalaciones sanitarias para desagüe de aguas residuales deberán diseñarse y construirse en forma tal que permitan un rápido escurrimiento de los desechos, se eviten obstrucciones, impidan el paso de gases, olores y animales de la red pública al interior de las edificaciones, que no permitan el escape de líquidos ni la formación de depósitos en el interior de las tuberías e impidan la contaminación del agua de consumo. Ningún desagüe tendrá conexión alguna con el sistema de agua potable por ningún motivo, así como tampoco con el sistema de desagüe pluvial.

Artículo 3-8

Las tuberías de ventilación sanitaria deberán permitir una evacuación adecuada de los gases que se produzcan o ingresen al sistema y garantizar condiciones de flujo a presión atmosférica, para evitar la pérdida de los sellos hidráulicos e impedir la formación de bolsas de gases dentro de las tuberías de desagüe.

Artículo 3-9

Los diversos sistemas de tuberías de las edificaciones se deberán identificar de acuerdo con la norma oficial para la utilización de colores en seguridad y su simbología establecida. Para los casos no contemplados en esta norma, se podrá utilizar como referencia la norma Inteco 31-07-03: Código de colores para la identificación de fluidos conducidos en tuberías.

Artículo 3-10

Las aguas residuales industriales, condensados calientes, las sustancias corrosivas y materias que puedan causar daños o interferir con los procesos de tratamiento existentes o previstos, no podrán ser descargadas directa ni indirectamente al alcantarillado sanitario, salvo que sean sometidas previamente a tratamiento satisfactorio de acuerdo con las directrices y normas de la autoridad sanitaria y administrativa correspondiente, que son:

- Reglamento de vertido y reuso de aguas residuales.

Artículo 3-11

No se permitirá verter o descargar aguas pluviales, superficiales, freáticas o de drenajes al alcantarillado de aguas residuales. Los sistemas de aguas residuales y de aguas pluviales de las edificaciones serán total y completamente independientes.

Artículo 3-12

Toda edificación ubicada dentro de un área servida por un alcantarillado sanitario en condiciones de prestar servicio deberá descargar sus aguas residuales en dicho alcantarillado, excepto en los casos cubiertos por los artículos 3-14 y 3-15. La interconexión de la conexión domiciliaria con el alcantarillado sanitario será realizada bajo la autorización y supervisión de la autoridad administrativa del servicio de alcantarillado.

Artículo 3-13

Cuando no exista un alcantarillado sanitario con capacidad de prestar servicio a la edificación, se permitirá el tratamiento y desecho de las aguas residuales por medio de sistemas individuales, siempre que cumplan con las normas establecidas por las autoridades sanitarias correspondientes (Ministerio de Salud y AyA).

Artículo 3-14

Cuando la conducción o descarga de las aguas residuales o de lluvia no pueda hacerse por gravedad, deberá efectuarse el bombeo de las mismas de acuerdo con lo establecido en este Código. En caso de instalaciones domésticas unifamiliares, se permitirá el desecho de las aguas residuales mediante sistemas domésticos de tratamiento.

Artículo 3-15

En las poblaciones, áreas suburbanas y rurales, así como lugares de trabajo donde no exista red de alcantarillado sanitario ni posibilidad de desecho de las excretas por arrastre de agua, estas deberán depositarse en unidades para el tratamiento seco, húmedo, por compostaje u otra forma satisfactoria, siempre que se cumplan los requisitos mínimos establecidos en este Código y por la autoridad sanitaria.

Artículo 3-16

Las instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas LP deberán diseñarse y ejecutarse teniendo en cuenta el aspecto estructural de la edificación, evitando cualquier daño o disminución de la resistencia de las paredes, columnas, vigas, cimentaciones y cualquier otro elemento estructural, tal como lo indica el Código Sísmico de Costa Rica.

Artículo 3-17

Los materiales empleados en las instalaciones de los sistemas de desagüe de los edificios deberán cumplir con los requisitos y especificaciones incluidos en este Código.

Artículo 3-18

Las instalaciones sanitarias, hidráulicas y de gas LP cubiertas por este Código deberán ser proyectadas y diseñadas por profesionales registrados en el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, quienes deberán seguir las disposiciones del presente Código.

Artículo 3-19

Los profesionales responsables de las instalaciones sanitarias, hidráulicas y de gas LP de las edificaciones están obligados a cumplir con las disposiciones del presente Código y serán responsables de las consecuencias de la mala ejecución de las instalaciones, empleo de materiales inapropiados y por cualquier alteración que sufran los planos de las obras.

Artículo 3-20

En el caso de edificios para condominios, se deben respetar las disposiciones de la ley n.º 7933, Ley Reguladora de la Propiedad en Condominios, y su reglamento.

Artículo 3-21

En el caso de construcciones donde sea notificado por la autoridad correspondiente que es necesario mantener un nivel de escorrentía del terreno, se deberá gestionar la escorrentía mediante la instalación de un sistema de retención o de detención, el cual deberá cumplir con los requisitos de este Código y los criterios dictados por la institución responsable del acueducto.

Artículo 3-22

Las instalaciones hidráulicas, sanitarias y de gas LP deberán diseñarse y ejecutarse teniendo en cuenta la seguridad humana y la protección contra incendios, evitando cualquier afectación o disminución de la protección de las barreras cortafuego y humo en las paredes, columnas, vigas, cielos, entresijos, y cualquier otro elemento de protección pasiva, tal como lo indica el Reglamento sobre seguridad humana y protección contra incendios.

4. DOTACIONES DE AGUA POTABLE**Artículo 4-1**

Las dotaciones mínimas de agua para uso doméstico, comercial, industrial, riego de jardín y otros fines se calcularán de acuerdo con lo establecido en la tabla 4.1.

TABLA 4.1 DOTACIONES MÍNIMAS DIARIAS

Clase de edificación	Dotación (Litros/persona/día)
Casas de interés social	150
Casas unifamiliares	250
Apartamentos y condominios	250
Hoteles y alojamientos ⁽¹⁾	200
Hospitales ⁽²⁾	1250
Escuelas	
Alumnado externo	50
Alumnado interno	150
Restaurantes, bares y similares ⁽³⁾	25
	50 ⁽⁴⁾
Instalaciones deportivas y baños públicos	50
Locales comerciales y edificios para oficina	50
	6 ⁽⁴⁾
Salas de baile y similares	30 ⁽⁴⁾
Cines, teatros, auditorios y templos	8
Estadios, gimnasios y similares	4
Orfanatos, asilos y similares	150
Fábricas en general (uso personal)	60
Carnicerías y pescaderías	20 ⁽⁴⁾
Mercados	5 ⁽⁵⁾
Lecherías	120
Mataderos	
Animales grandes	300
Animales pequeños	150
Aves de corral	16
Jardines	1,5
Balneario	50
Piscinas	
Con recirculación	10 ⁽⁴⁾
Sin recirculación	25 ⁽⁴⁾
Cárceles	200
Estacionamientos	2 ⁽⁴⁾
Lavanderías	
Al seco, tintorería	30 ⁽⁶⁾
Ropas en general	40 ⁽⁶⁾
Estaciones de lavado de autos	8000 ⁽⁷⁾
Criaderos de animales	(L/día/animal)
Ganado lechero	120
Bovinos	40
Ovinos	10
Equino	40
Porcino	10-30
Aves de corral	20 ⁽⁸⁾

Notas:

- (1) No incluye dotación por cocina, lavandería o restaurante.
- (2) La dotación hace referencia a litros/día por cama, según mediciones realizadas en dos hospitales nacionales (Hospital México y Nacional de Niños). Se deberá incrementar la dotación en caso de que el hospital cuente con lavandería.
- (3) En ningún caso, la dotación será menor de 2000 litros por día (2000 l/día).
- (4) Dotación en litros por metro cuadrado de área útil.
- (5) Dotación en litros por metro cuadrado.
- (6) Dotación en litros por kilogramo de ropa por lavar.
- (7) Dotación en litros por día por equipo de lavado.
- (8) Dotación en litros por día por cada 100 aves.

5. PIEZAS SANITARIAS

5.1 NÚMERO REQUERIDO DE PIEZAS SANITARIAS

Artículo 5.1-1

El número y tipo de piezas sanitarias que deberán ser instaladas en los baños, cuartos de aseo, salas de lactancia, cocinas y otras dependencias de un edificio o local serán proporcionales al número de personas servidas y según el uso a que se les destine, de acuerdo con lo requerido en el presente Código. También se podrán utilizar las indicaciones que realiza el Reglamento de Construcciones al respecto, procurando siempre utilizar la mayor cantidad de accesorios.

Artículo 5.1-2

Cuando en un local se realice un cambio en el uso al cual se destina, deberán realizarse las modificaciones necesarias para cumplir con los requerimientos de este Código.

Artículo 5.1-3

En todo tipo de edificaciones, sean públicas o privadas, donde exista concurrencia o atención al público, se deberá disponer de servicios sanitarios con facilidades de acceso para el uso de las personas adultas mayores o para personas con discapacidad. Estos baños especiales deberán cumplir con los requerimientos dados por el Reglamento de la Ley n.º 7600, Sobre la Igualdad de Oportunidades para Personas con Discapacidad y con el Reglamento de Construcciones.

Artículo 5.1-4

En todo tipo de edificaciones, sean públicas o privadas, donde laboren treinta (30) o más mujeres se deberá contar con al menos una sala de lactancia materna para que las madres, de manera discrecional, puedan dar de mamar, extraer su leche y dejarla almacenada. Esta sala será un espacio exclusivo para dicho propósito y deberá contar con un área mínima de 3m×3m, con ventilación e iluminación adecuada, preferiblemente natural, así como condiciones higiénicas, de seguridad y privacidad apropiadas. Como mínimo, la sala deberá contar con un lavatorio para el lavado de manos. El número de total de salas por edificación y sus dimensiones deberá estar en proporción razonada con el número total de mujeres en lactancia que se espera laboren en la edificación, partiendo de la experiencia de que no todas las madres la usarán de manera simultánea.

Artículo 5.1-5

En todo tipo de edificaciones, sean públicas o privadas, donde exista concurrencia o atención de público y con asistencia infantil o familiar se deberá de disponer de mesas para cambio de pañales en los cuartos de baño de hombres y de mujeres, o adecuar baños destinados únicamente para su uso y atención. Si la edificación dispone de un solo cuarto de baño unisex, este deberá disponer de una mesa para cambio de pañales. Alternativamente, y salvaguardando la privacidad y seguridad de los menores, se podrá disponer de mesas para cambio de pañales fuera de los cuartos de baño, en cuyo caso deberán de proveerse con un lavatorio, como mínimo, para el lavado de manos, así como también con un área adecuada para la disposición de los residuos sólidos. Las mesas para cambio de pañales deberán tener un espacio libre mínimo debajo del equipo de

760×1220 mm (30×48 pulgadas) y estar instalados a una altura máxima de 865 mm (34 pulgadas), cuando la mesa se encuentre abierta. Se recomienda su instalación cerca de un lavamanos y de un contenedor de residuos sólidos así como estar ubicadas en las zonas comunes del baño, fuera de las rutas de movimiento. Se debe evitar la colocación de las mesas para cambio de pañales dentro de cualquier compartimiento de inodoro, a fin de no atar innecesariamente el equipo al compartimiento. Colocarlas en un baño familiar es también una buena opción.

Artículo 5.1-6

En todo tipo de edificaciones, sean públicas o privadas, donde exista concurrencia o atención de público y con asistencia infantil o familiar, se deberá de disponer de asientos de protección para niños en los compartimientos de los inodoros; estos asientos facilitan un lugar seguro y cómodo para los infantes, por lo general con un máximo de peso de hasta 22,5 kg (50 lb). Estos asientos serán instalados dentro del compartimiento de los inodoros, para proporcionar acceso visual y físico. Se instalarán a una altura desde el piso hacia la parte inferior del asiento en modo operativo no menor de 380 mm (15 pulgadas). En su instalación se deberá evaluar la operatividad y alcance del equipo, tanto en modo activo como inactivo, y cuando el equipo esté en uso, se deberá garantizar que exista espacio suficiente para maniobrar alrededor del infante sentado.

5.1.1 EDIFICACIONES UNIFAMILIARES Y MULTIFAMILIARES

Artículo 5.1.1-1

Toda residencia unifamiliar estará dotada de al menos un cuarto de baño con inodoro, lavatorio y ducha. La cocina dispondrá de un fregadero y, en sitio aparte, se proveerá una batea o pila para lavar ropa.

Excepción: se podrá omitir la pila de lavar en edificaciones unifamiliares múltiples de un solo dormitorio o de un solo ambiente o de tipo estudio, siempre que se instalen estas piezas en sitio techado de la edificación, en proporción no menor de una batea por cada tres edificaciones unifamiliares.

5.1.2 EDIFICACIONES PARA COMERCIO U OFICINAS

Artículo 5.1.2-1

Los edificios destinados a locales comerciales u oficinas deberán dotarse, como mínimo, de servicios sanitarios en la forma, tipo y número siguientes:

- a. En locales con un área hasta de ciento cincuenta metros cuadrados (150 m²), o donde el número de empleados y clientes se estime que sea menor a quince (15), se dispondrá de por lo menos un cuarto de baño unisex dotado de inodoro y lavatorio, para los requerimientos de los empleados y consumidores, sean estos hombres o mujeres.
- b. En locales con un área mayor a ciento cincuenta metros cuadrados (150 m²) se dispondrá de servicios sanitarios separados para hombres y mujeres, dotados, cada uno, de las piezas sanitarias que indica la tabla 5.1. Al utilizar esta

tabla, se deberá usar la situación más crítica, ya sea la que establezca el número de personas o bien la que impoga el área del local.

c. Cuando se proyecte usar servicios sanitarios comunes a varios locales, se requerirá cumplir con lo especificado en el punto b de este artículo. Además, en edificio de varios pisos se proveerá por lo menos de un cuarto de baño para hombres y otro para mujeres en cada piso.

TABLA 5.1 NÚMERO DE PIEZAS SANITARIAS EN COMERCIOS Y OFICINAS

N° personas	Área Local (m ²)	Baño de Hombres			Baño de Mujeres	
		Inodoro	Lavatorio	Mingitorio	Inodoro	Lavatorio
0-15	0-300	1	1	0	1	1
16-25	301-500	2	1	1	3	1
26-40	501-800	2	2	1	3	2
41-55	801-1100	3	3	2	4	3
> 56	> 1101	1 cada 20 hombres o 400 m ²			1 cada 15 mujeres o 300 m ²	

Nota: el área del local se estima a partir del número de personas, considerando una persona cada 10 m² y que la población está igualmente dividida entre hombres y mujeres.

d. En locales comerciales de gran afluencia de público, tales como centros comerciales, supermercados, tiendas de departamentos, sucursales bancarias, parques de atracciones o de diversiones, museos y centros de convenciones, entre otros, habrán servicios sanitarios de uso público tanto para hombres como para mujeres, por lo menos uno en cada piso y accesibles a personas con discapacidad, y de acuerdo con lo indicado en la tabla 5.2. En este caso, lo indicado en la tabla 5.1 será válido para el personal permanente del local. Al utilizar esta tabla, se deberá usar la situación más crítica, ya sea la que establezca el número de personas, o bien la que imponga el área del local.

e. En locales comerciales de gran afluencia de público, tales como centros comerciales, supermercados, tiendas de departamentos, sucursales bancarias, parques de atracciones o de diversiones, museos y centros de convenciones entre otros, se deberá contar con al menos una sala de lactancia materna de uso público y discrecional para que las madres puedan dar de mamar o extraer su leche. Esta será sala un espacio exclusivo para dicho propósito y deberá contar con un área mínima de 3m×3m, con ventilación e iluminación adecuada, natural

de preferencia, así como condiciones higiénicas, privacidad y de seguridad apropiadas. Como mínimo la sala deberá contar con un lavatorio para el lavado de manos. El número de total de salas por edificación y sus dimensiones deberá estar en proporción razonada con el número total de mujeres en lactancia que se esperan en la edificación, partiendo de la experiencia de que no todas las madres las usarán de manera simultánea.

f. Se podrán instalar fuentes para beber en cada piso ocupado por personas y al menos una por cada ochenta (80) personas, las cuales deberán ser accesibles para personas con discapacidad. Estas fuentes deberán ser desinfectadas diariamente para reducir la posibilidad de contaminación bacteriana, así como ser inspeccionadas y mantenidas regularmente.

g. En todo edificio destinado a locales comerciales u oficinas, sea público o privado, debe haber al menos un servicio sanitario accesible en cada piso para el uso de hombres y otro para el uso de mujeres y, si estos son únicos, deberán ser accesibles a personas con discapacidad.

h. Se deberá instalar en cada piso una pileta para la limpieza del equipo utilizado en las labores de aseo.

5.1.3 ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

Artículo 5.1.3-1

En establecimientos industriales, si el personal excede diez personas, habrán servicios sanitarios separados para hombres y mujeres, dotados de piezas sanitarias de acuerdo con lo siguiente:

a. Los inodoros estarán en proporción de uno por cada veinte (20) hombres o fracción de esta cifra, y uno por cada quince (15) mujeres o fracción de esta cifra presentes por turno de trabajo, cuando el total de trabajadores sea menor de cien (100). Cuando el número total de trabajadores exceda de este monto, deberá instalarse un inodoro adicional por cada veinticinco (25) hombres y uno por cada veinte (20) mujeres o fracción de esta cifra presentes por turno de trabajo.

b. Los mingitorios estarán en proporción de uno por cada treinta (30) hombres o fracción de esta cifra trabajando por turno.

c. Los lavatorios estarán en proporción de uno por cada diez (10) personas o fracción de esta cifra trabajando por turno, cuando el total de personas sea menor a cien. Cuando el número de personas sea mayor a cien (100) se deberá instalar un lavatorio adicional por cada quince (15) trabajadores.

d. En aquellos trabajos que por su especial naturaleza resulten peligrosos, sea porque los trabajadores están expuestos a calor excesivo o a contaminación de la piel con sustancias o polvos venenosos, infecciosos o irritantes, se deberán disponer duchas en la proporción de una por cada diez (10) trabajadores, o fracción

de esta cifra, que cesen su trabajo simultáneamente.

e. En todo establecimiento industrial, sea público o privado, debe existir al menos un servicio sanitario accesible para el uso de hombres y otro para el uso de mujeres y, si estos son únicos, deberán ser accesibles a personas con discapacidad.

f. Se deberá instalar en cada piso una pileta para la limpieza del equipo utilizado en las labores de aseo.

Artículo 5.1.3-2

Si el personal está compuesto por diez (10) personas o menos, se dispondrá de una sala sanitaria dotada de un mingitorio, un inodoro y un lavatorio. Esta sala sanitaria deberá ser accesible para personas con discapacidad.

Artículo 5.1.3-3

En caso de que el número de trabajadores no esté especificado, se estimará basándose en la proporción de un trabajador de cada sexo por cada treinta metros cuadrados (30 m²) de área útil de piso de la edificación o local destinado a industria.

TABLA 5.2 NÚMERO DE PIEZAS SANITARIAS PARA USO DE LOS CLIENTES

Área Local (m ²)	Baño de Hombres			Baño de Mujeres	
	Inodoro	Lavatorio	Mingitorio	Inodoro	Lavatorio
0-200	1	1	1	2	1
201-500	2	2	1	3	2
501-1000	3	2	2	4	2
> 1000	1 cada 250 m ²				

5.1.4 RESTAURANTES, SALAS DE BAILE, CAFETERÍAS, BARES Y SIMILARES

Artículo 5.1.4-1

En locales de restaurantes, salas de baile, cafeterías, bares y similares con capacidad de atención hasta de diez (10) personas simultáneamente, dispondrán de al menos un cuarto de baño dotado de un inodoro y un lavatorio; este cuarto de baño deberá ser accesible para personas con discapacidad. Cuando la capacidad sobrepase las diez (10) personas, se dispondrán de servicios separados para hombres y mujeres de acuerdo a la tabla 5.3. Al menos dos (2) de estos servicios serán accesibles a personas con discapacidad, uno para hombres y otro para mujeres. Cuando en un local se le dé un cambio de uso, deberán realizarse las modificaciones necesarias para que se cumplan los requerimientos para el nuevo uso.

**TABLA 5.3 NÚMERO DE PIEZAS SANITARIAS EN RESTAURANTES,
BARES Y SIMILARES**

Capacidad del local (N° personas)	Baño de Hombres			Baño de Mujeres	
	Inodoro	Lavatorio	Mingitorio	Inodoro	Lavatorio
11 - 50	1	1	1	2	1
51-100	2	2	1	2	2
101-150	2	2	2	3	2
151-200	3	3	2	4	3
201-250	3	4	3	4	3
251-300	4	5	3	5	4
Más de 300	1 cada 80 hombres	1 cada 60 hombres	1 cada 80 hombres	1 cada 60 mujeres	1 cada 60 mujeres

Artículo 5.1.4-2

Para el personal de servicio se dispondrá de servicios sanitarios independientes de los del público, cuando el número de empleados presentes exceda de seis (6) personas. En tal caso, se dispondrá de servicios sanitarios de acuerdo con lo estipulado en la tabla 5.1. Al utilizar esta tabla, se deberá usar la situación más crítica, ya sea la que establezca el número de personas o bien la que imponga el área del local. Al menos uno de estos servicios sanitarios será accesible para personas con discapacidad.

Artículo 5.1.4-3

En las áreas de preparación de alimentos, se deberá instalar el número adecuado de accesorios, según lo indique la autoridad sanitaria (Ministerio de Salud).

Artículo 5.1.4-4

Se deberá disponer, en la cocina, de facilidades para el lavado de manos de los empleados.

5.1.5 SALAS DE ESPECTÁCULO, AUDITORIOS, ESTADIOS, TEMPLOS Y SIMILARES

Artículo 5.1.5-1

En salas de espectáculos, como cines, teatros, auditorios y similares, así como en edificaciones deportivas, tales como estadios, arenas, hipódromos, plazas de toros y similares, se proveerán cuartos de baños para el público, separados para hombres y para mujeres, según lo indicado en la tabla 5.4. Como mínimo, deberán existir dos (2) cuartos de baño accesibles, uno para hombres y otro para mujeres, exclusivamente para personas con discapacidad.

Artículo 5.1.5-2

Se deberán instalar fuentes para beber en los vestíbulos de cada cuarto de baño, nunca dentro del cuarto, de acuerdo con las siguientes proporciones:

- a. Una fuente: 1-100 personas
- b. Dos fuentes: 101-300 personas
- c. Tres fuentes: 301-500 personas
- d. Mayor a 500: agregar una por cada 400 personas

Al menos una de esas fuentes será accesible para personas con discapacidad. Estas fuentes deberán ser desinfectadas diariamente, para reducir la posibilidad de contaminación bacteriana, así como ser inspeccionadas y mantenidas regularmente.

Artículo 5.1.5-3

Se deberán proveer, además, servicios sanitarios para los actores, jugadores y empleados, según el artículo 5.9.1.1 y la tabla 5.1 (utilizando el número de personas y no el área).

TABLA 5.4 NÚMERO DE PIEZAS SANITARIAS EN SALAS DE ESPECTÁCULO

Capacidad del local (Nº personas)	Baño de Hombres			Baño de Mujeres	
	Inodoro	Lavatorio	Mingitorio	Inodoro	Lavatorio
1-100	1	2	2	3	2
101-200	2	3	3	8	3
201-400	3	4	6	11	4
Más de 400	1 cada 400 hombres		1 cada 250 hombres	1 cada 125 mujeres	1 cada 400 mujeres

Artículo 5.1.5-4

En los templos religiosos, se deberán proveer servicios sanitarios separados por sexo y la cantidad de accesorios estará de acuerdo con las siguientes proporciones:

- a. Inodoro: 1 por cada 150 hombres/75 mujeres.
- b. Lavatorio: 1 por cada 300 hombres/150 mujeres.
- c. Mingitorio: 1 por cada 75 hombres.

Como mínimo, deberán existir dos cuartos de baño accesibles para personas con discapacidad, uno para hombres y otro para mujeres.

Artículo 5.1.5-5

Los templos religiosos deberán contar con al menos una sala de lactancia materna para que las madres, de manera discrecional, puedan dar de mamar o extraer su leche. Esta será un espacio exclusivo para dicho fin y deberá contar con un área mínima de 3m×3m, con ventilación e iluminación adecuada, así como condiciones higiénicas, de privacidad y de

seguridad apropiadas. Como mínimo, la sala deberá contar con un lavatorio para el lavado de manos. El número total de salas y sus dimensiones deberá estar en proporción razonada con el número total de mujeres en lactancia que se esperan en el templo, partiendo de la experiencia de que no todas las madres las usarán de manera simultánea.

5.1.6 ESTACIONAMIENTOS Y ESTACIONES DE SERVICIO

Artículo 5.1.6-1

En el caso de estacionamientos públicos, se proveerán servicios sanitarios independientes para hombres y mujeres a razón de un mingitorio, un inodoro y un lavatorio para hombres, y dos inodoros y un lavatorio para mujeres. Cada uno de esos servicios sanitarios deberá ser accesible para personas con discapacidad.

Artículo 5.1.6-2

En las estaciones de servicio se deberán proveer de, al menos, tres servicios sanitarios. Uno de ellos será para los trabajadores y dos para uso del público, uno para mujeres y otro para hombres. Estos servicios contarán, cuando menos, con un inodoro y un lavatorio cada uno, y un mingitorio en el de hombres. Además, deberá proveerse una ducha accesible para los trabajadores.

Artículo 5.1.6-3

Los servicios sanitarios de las estaciones de servicio deberán cumplir con lo establecido por el Minae en el Reglamento para la Regulación del Sistema de Almacenamiento y Comercialización de Hidrocarburos, según el decreto 30131-Minae.

5.1.7 CENTROS DE ENSEÑANZA

Artículo 5.1.7-1

En los centros de enseñanza se proveerá para los estudiantes de servicios sanitarios separados para hombres y mujeres; la cantidad de accesorios por instalar estará de acuerdo con lo indicado en la tabla 5.5.

TABLA 5.5 NÚMERO DE PIEZAS SANITARIAS EN CENTROS EDUCATIVOS PARA ESTUDIANTES

Centro Educativo	Baño de Hombres			Baño de Mujeres	
	Inodoro	Lavatorio	Mingitorio	Inodoro	Lavatorio
Escuela	1 cada 30	1 cada 30	1 cada 30	1 cada 20	1 cada 30
Colegio	1 cada 40	1 cada 40	1 cada 30	1 cada 30	1 cada 40
Otros	1 cada 40	1 cada 40	1 cada 30	1 cada 30	1 cada 40

Como mínimo, deberán existir dos cuartos de baño accesibles para personas con discapacidad en cada piso, uno para hombres y otro para mujeres.

Artículo 5.1.7-2

Se dispondrán cuartos de baño para los maestros, profesores y demás empleados administrativos. Cuando el número de estos funcionarios sea menor a diez (10) personas, habrá por lo menos un servicio sanitario dotado de un lavatorio y un inodoro. Este servicio sanitario deberá ser accesible para personas con discapacidad. Cuando el personal docente sobrepase de diez (10) personas, se aplicará lo dispuesto en la tabla 5.6. Al menos dos de estos servicios serán accesibles para personas con discapacidad, uno para hombres y otro para mujeres.

TABLA 5.6 NÚMERO DE PIEZAS SANITARIAS EN CENTROS EDUCATIVOS PARA PROFESORES

Nº personas	Baño de Hombres			Baño de Mujeres	
	Inodoro	Lavatorio	Mingitorio	Inodoro	Lavatorio
1-15	1	1	0	1	1
16-35	2	2	1	2	2
36-60	3	2	2	3	2
Más de 60	1 cada 20 hombres			1 cada 20 mujeres	

Artículo 5.1.7-3

En residencias estudiantiles y similares se utilizarán las siguientes proporciones: para hombres, un inodoro cada diez (10) hombres, un lavatorio y una ducha por cada ocho (8) hombres, y un mingitorio por cada quince (15); para mujeres, un inodoro y una ducha por cada ocho (8) mujeres, un lavatorio cada diez (10) mujeres. Para hombres, al menos un inodoro, un lavatorio, una ducha y un mingitorio deberán ser accesibles para personas con discapacidad. Para mujeres, al menos un inodoro, un lavatorio y una ducha deberán ser accesibles a personas con discapacidad.

Artículo 5.1.7-4

Los centros de enseñanza de educación superior deberán contar con al menos una sala de lactancia materna para que las estudiantes que sean madres, de manera discrecional, puedan dar de mamar, extraer su leche y dejarla almacenada. Este será un espacio exclusivo para dicho fin y deberá contar con un área mínima de 3m×3m, con ventilación e iluminación adecuada, así como condiciones higiénicas, de privacidad y de seguridad apropiadas. Como mínimo, la sala deberá contar con un lavatorio para el lavado de manos. El número de total de salas y sus dimensiones deberá estar en proporción razonada con el número total estimado de estudiantes mujeres en lactancia en el centro de enseñanza, partiendo de la experiencia de que no todas las madres la usarán de manera simultánea,

pero deberá también guardar proporción razonada con el número de edificaciones que componen el centro de enseñanza.

Artículo 5.1.7-5

Se deberá proveer de pilas en cada piso de la institución para el aseo de los equipos de limpieza.

Artículo 5.1.7-6

Centros de preescolar y escuelas. Las piezas sanitarias serán de diseño y de dimensiones adecuadas para ser usadas por los escolares y se instalarán a una altura apropiada. La cantidad de accesorios sanitarios se podrá seleccionar de la tabla 5.7.

Artículo 5.1.7-7

En centros de preescolar y escuelas, los lavamanos deberán instalarse de manera que su borde superior no quede a una altura mayor a sesenta y cinco centímetros (65 cm) del nivel del piso terminado.

TABLA 5.7 NÚMERO DE PIEZAS SANITARIAS EN CENTROS DE PREESCOLAR

Nº de niños / as	Baño de niños / as	
	Inodoro	Lavatorio
1-20	1	1
20-50	2	2
Más de 50	1 cada 20 niño/as	

5.1.8 HOTELES Y AFINES

Artículo 5.1.8-1

Cuando no se disponga de baños exclusivos para cada dormitorio, el establecimiento deberá cumplir con lo siguiente:

- a. Un lavatorio con agua fría y desagüe en cada dormitorio.
- b. Un cuarto de baño y un lavatorio por cada tres dormitorios o por cada cinco camas; deberán ser accesibles a personas con discapacidad.
- c. Un inodoro accesible e independiente por cada tres dormitorios o por cada cinco camas y, en todo caso, uno en cada piso, como mínimo.
- d. Los servicios sanitarios no deberán encontrarse a más de cuarenta metros (40,0 m) del cuarto más alejado horizontalmente.
- e. Una fuente de beber accesible por cada setenta y cinco (75) huéspedes, mínimo una en cada piso, instalada en el vestíbulo; deberán ser desinfectadas

diariamente para reducir la posibilidad de contaminación bacteriana, así como ser inspeccionadas y mantenidas regularmente.

f. Todos los hoteles o afines deberán contar con una pileta de servicio por cada veinte dormitorios, con al menos una en cada piso.

Artículo 5.1.8-2

Los servicios sanitarios destinados al público que concurre al establecimiento y los del personal deberán ser independientes. El número de piezas sanitarias se estimará con base en la tabla 5.2. Como mínimo, deberá existir dos cuartos de baño accesibles destinados al público, uno para hombres y otro para mujeres.

5.1.9 INSTALACIONES DEPORTIVAS Y BAÑOS PÚBLICOS

Artículo 5.1.9-1

Se proveerán de servicios sanitarios para hombres y para mujeres de acuerdo con lo siguiente:

a. Hombres: un inodoro por cada veinte (20) hombres, un lavatorio por cada quince (15) hombres; una ducha por cada cinco (5) hombres y un mingitorio por cada veinticinco (25) hombres. Al menos una pieza sanitaria de cada tipo deberá ser accesible para personas con discapacidad.

b. Mujeres: un inodoro y un lavatorio por cada quince (15) mujeres y una ducha por cada cinco (5) mujeres. Al menos una pieza sanitaria de cada tipo deberá ser accesible para personas con discapacidad.

Artículo 5.1.9-2

Piscinas. Para la estimación del número de bañistas en piscinas, se considerará una persona por cada metro y medio cuadrado (1,5 m²) de superficie líquida de la piscina.

En el acceso de cada piscina se deberá ubicar al menos una ducha accesible para el lavado de los bañistas antes de entrar en ella.

Artículo 5.1.9-3

Fuentes para beber. Se podrán instalar fuera de los servicios sanitarios, en proporción de una por cada doscientas (200) personas. Esta fuente deberá ser accesible para personas con discapacidad. Las fuentes para beber deberán ser desinfectadas diariamente, para reducir la posibilidad de contaminación bacteriana, así como ser inspeccionadas y mantenidas regularmente.

5.1.10 OBRAS EN CONSTRUCCIÓN

Artículo 5.1.10-1

Toda obra en construcción deberá contar con un sistema adecuado de desecho de las excretas, con capacidad proporcional al número de trabajadores en la obra, y deberá contar con un servicio de agua potable para su aseo.

Artículo 5.1.10-2

Se deberán instalar inodoros o letrinas provisionales, a razón de uno por cada ocho (8) trabajadores.

5.1.11 HOSPITALES, CLÍNICAS Y CENTROS DE ATENCIÓN

Artículo 5.1.11-1

Las edificaciones destinadas a instalaciones de salud, que se indican a continuación, serán dotadas de servicios sanitarios y de piezas sanitarias del tipo y del número mínimo que se anota en cada caso. Como mínimo, deberá existir dos cuartos de baño accesibles para personas con discapacidad en cada piso, uno para hombres y otro para mujeres.

5.1.11.1 CENTROS CON HOSPITALIZACIÓN

Artículo 5.1.11.1-1

En centros de salud donde se cuente con servicios sanitarios de uso privado para cada habitación, se instalará un inodoro, una ducha y un lavamanos.

Artículo 5.1.11.1-2

En centros donde las habitaciones no cuenten con cuarto de baño, o en salas generales de hospitalización y para uso de los hospitalizados, se proveerá de:

- a. Servicios sanitarios separados para hombres y mujeres, a nivel de cada piso destinado a hospitalización.
- b. En cada una de los servicios sanitarios requeridos se instalará un inodoro, un lavatorio, un mingitorio y una ducha al menos por cada diez (10) pacientes, además de una pila de aseo por cada diez (10) pacientes.

Artículo 5.1.11.1-3

En los servicios sanitarios para hombres se podrá sustituir inodoros por mingitorios, pero en tal proporción que el número de mingitorios no sea mayor que la tercera parte del número total de inodoros requeridos.

Artículo 5.1.11.1-4

Para uso de los visitantes y sus acompañantes, en las salas de espera se proveerá como mínimo de un cuarto de baño para hombres y uno para mujeres. En cada una de estas se instalará un inodoro y un lavamanos como mínimo. Además, se instalará una fuente de beber en cada nivel, ubicada fuera de los servicios sanitarios, la cual deberá ser accesible a personas con discapacidad. Esta fuente deberá ser desinfectada diariamente, para reducir la posibilidad de contaminación bacteriana, así como ser inspeccionada y mantenida regularmente.

Artículo 5.1.11.1-5

El tipo y número mínimo de piezas sanitarias que debe ser instalado en salas adyacentes a quirófanos, maternidad, morgues y demás servicios del centro médico, corresponderán a las normas específicas que al respecto dicte la autoridad sanitaria competente.

Artículo 5.1.11.1-6

Para uso del personal residente, de empleados y trabajadores del centro asistencial, se proveerán adicionalmente servicios sanitarios adecuadamente ubicados, tanto para hombres como para mujeres, y en ellos se instalarán piezas sanitarias del tipo y número que, como mínimo, se señalan en la tabla 5.1. Al utilizar esta tabla se deberá usar la situación más crítica, ya sea la que establezca el número de personas o bien la que imponga el área del local. Como mínimo, deberán existir dos cuartos de baño accesibles a personas con discapacidad en cada piso, uno para hombres y otro para mujeres.

Artículo 5.1.11.1-7

Cada piso deberá contar con una pileta de aseo, al menos una por piso.

5.1.11.2 CENTROS CON CONSULTA EXTERNA

Artículo 5.1.11.2.-1

En cada consultorio se instalará un cuarto de baño con un lavamanos y un inodoro, cuando sea requerido.

Artículo 5.1.11.2-2

En las salas de espera de los consultorios y para uso de los acompañantes de los pacientes, se instalará un cuarto de baño accesible para hombres y uno para mujeres, y en cada uno se instalará como mínimo un lavamanos y un inodoro.

Artículo 5.1.11.2-3

Para uso del personal residente, de empleados y trabajadores del centro asistencial, se proveerán adicionalmente servicios sanitarios adecuadamente ubicados, tanto para hombres como para mujeres, y en ellos se instalarán piezas sanitarias del tipo y número que como mínimo se señalarán en la tabla 5.1. Al utilizar esta tabla, se deberá usar la situación más crítica, ya sea la que establezca el número de personas o bien la que imponga el área del local. Como mínimo deberá existir dos (2) cuartos de baño accesibles a personas con discapacidad en cada piso, uno para hombres y otro para mujeres.

5.1.11.3 CLÍNICAS Y CONSULTORIOS DENTALES

Artículo 5.1.11.3-1

Cada consultorio dental único deberá proveer un cuarto de baño, accesible para personas con discapacidad, para uso de pacientes y sus acompañantes, en el que se instalará un lavamanos y un inodoro como mínimo.

Artículo 5.1.11.3-2

En cada consultorio dental se instalará, como mínimo, un lavamanos directamente accesible desde la unidad dental.

Artículo 5.1.11.3-3

Las clínicas dentales donde funcionen simultáneamente varios consultorios dentales podrán ser dotadas de servicios sanitarios comunes a ellas, separados para hombres y para mujeres. En cada uno de ellos se instalará un inodoro y un lavamanos, al menos. Como

mínimo, deberá existir dos cuartos de baño accesibles a personas con discapacidad en cada piso, uno para hombres y otro para mujeres.

5.1.12 CÁRCELES Y CENTROS CORRECCIONALES

Artículo 5.1.12-1

En caso de existir celdas individuales, se instalará un inodoro y un lavamanos en cada celda.

Artículo 5.1.12-2

En caso de celdas comunes, la cantidad mínima de accesorios por instalar en los servicios sanitarios deberá cumplir con lo siguiente:

- Un inodoro por cada veinte (20) hombres.
- Un mingitorio por cada cincuenta (50) hombres.
- Un inodoro por cada quince (15) mujeres.
- Se instalará un lavamanos por cada diez (10) privados de libertad.
- Se instalará una ducha por cada cincuenta (50) privados de libertad.
- Se instalará una fuente de beber en cada piso, ubicada fuera de los servicios sanitarios; estas fuentes deberán ser desinfectadas diariamente para reducir la posibilidad de contaminación bacteriana, así como ser inspeccionadas y mantenidas regularmente.
- Se instalará una pila de servicio en cada piso.

Artículo 5.1.12-3

Para uso del personal residente, empleados y trabajadores, se proveerán adicionalmente servicios sanitarios separados para hombres y para mujeres, de acuerdo con lo establecido en la tabla 5.1. Al utilizar esta tabla se deberá usar la situación más crítica, ya sea la que establezca el número de personas o bien la que imponga el área del local.

5.2 ESPECIFICACIONES DE LAS PIEZAS SANITARIAS

5.2.1 NORMAS GENERALES

Artículo 5.2.1-1

Las piezas sanitarias deberán estar construidas de materiales duros, resistentes e impermeables, tales como porcelana, losa vitrificada, acero inoxidable, o cualquier otro con características similares a los mencionados. Las superficies de las piezas deberán ser lisas y carecer de defectos interiores o exteriores.

Artículo 5.2.1-2

Accesorios de bajo consumo. Con el fin de incluir prácticas sobre el uso racional de los recursos naturales, se recomienda el uso de accesorios que manejen caudales menores a los accesorios tradicionales. Los accesorios podrán ser identificados al poseer un sello de eficiencia dado por alguna organización mundial, por ejemplo la Usepa (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, por sus siglas en inglés).

Artículo 5.2.1-3

Conexión cruzada. Las piezas sanitarias deberán ser instaladas de modo que no presenten conexiones cruzadas que puedan contaminar el agua potable.

Artículo 5.2.1-4

Para impedir conexiones cruzadas, el espacio libre entre la boca del grifo de alimentación y el nivel de rebose en las piezas sanitarias deberá estar de acuerdo con la tabla 5.8.

TABLA 5.8 ESPACIO LIBRE MÍNIMO PARA IMPEDIR UNA CONEXIÓN CRUZADA

Pieza	Espacio libre (mm)
Lavatorio	25
Pila	35
Tina	50
Fregadero	35

5.2.1.1 INSTALACIÓN

Artículo 5.2.1.1-1

En las piezas sanitarias que tengan suministro de agua fría y caliente, el agua fría deberá entregarse por la derecha y el agua caliente por la izquierda, mirando la pieza de frente. En el caso de una única llave de regulación, se aplicará el sentido de giro según sea fría o caliente.

Artículo 5.2.1.1-2

Las piezas sanitarias deberán instalarse en ambientes adecuados, previendo los espacios mínimos necesarios para su adecuado uso, limpieza, reparación, inspección y ventilación, según lo especificado en la sección 5.3.

Artículo 5.2.1.1-3

Los accesorios conectados mediante unión de tope deberán tener un panel de acceso o un espacio útil de al menos treinta centímetros (0,30 m) en su menor dimensión. Donde sea práctico, todos los tubos provenientes de los accesorios deben estar cerca de las paredes.

Artículo 5.2.1.1-4

Toda pieza sanitaria deberá estar dotada de su correspondiente sifón para el sello de agua. El sello de agua deberá tener una altura de al menos cinco centímetros (0,05 m) como mínimo.

Artículo 5.2.1.1-5

Los inodoros, bidés y piezas sanitarias similares colocadas sobre el piso deberán estar fijadas con tornillos, pernos o por algún otro sistema que permita su desmontaje. Se instalarán sobre un accesorio adecuado (por ejemplo: brida y anillo o sello de cera).

Las piezas sanitarias de pared se fijarán por medio de soportes metálicos de forma que ningún esfuerzo sea transmitido a las tuberías y conexiones.

Artículo 5.2.1.1-6

Los pernos o tornillos deberán ser de cobre, latón u otro material resistente a la corrosión.

Artículo 5.2.1.1-7

Reflujo. Los tubos de abasto o los accesorios sanitarios deberán ser instalados para prevenir cualquier reflujo.

Artículo 5.2.1.1-8

Toda pieza sanitaria construida en obra deberá recubrirse con material impermeable vitrificado y con todas las aristas interiores y exteriores redondeadas.

Artículo 5.2.1.1-9

Accesorios prohibidos. No se permitirá la instalación, en los edificios para uso humano, de inodoros de tipo seco o químico.

5.2.2 INODOROS

Artículo 5.2.2-1

Los inodoros con tanque deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a. En el tubo de entrada de agua al tanque habrá una válvula de paso.
- b. Los tanques tendrán capacidad suficiente para asegurar la limpieza completa de la pieza.
- c. El mecanismo de accionamiento funcionará en forma tal que evite la pérdida o desperdicio de agua, reponga el sello de agua de la pieza e impida conexiones cruzadas.
- d. Los inodoros con tanque deben tener la capacidad de descargar, si se produce algún desbordamiento, dentro de él mismo.

Artículo 5.2.2-2

Los inodoros con válvula semiautomática deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Cada inodoro estará dotado de su correspondiente válvula de paso instalada cerca del mismo, en un lugar de fácil acceso para su reparación.
- b. La válvula semiautomática deberá permitir el paso del agua a un caudal y presión suficientes, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, para descargar y lavar el inodoro, y para reponer el sello de agua en cada operación.
- c. Sólo podrán instalarse cuando se asegure que en el sistema de alimentación se mantendrá la presión y caudal mínimos requeridos.

d. La válvula semiautomática de descarga será ajustable, con el fin de que se pueda regular el gasto de descarga y la presión de trabajo.

e. La tubería ramal de alimentación de varios inodoros con válvula semiautomática de descarga estará dotada de un amortiguador para absorber los efectos del golpe de ariete.

Artículo 5.2.2-3

Los asientos y las tapas de los inodoros serán de material impermeable, liso y de fácil limpieza. Los inodoros de uso público serán de tipo alargado y el asiento tendrá la parte frontal abierta.

Artículo 5.2.2-4 Piezas sanitarias infantiles.

En instituciones como jardín de infantes, preescolar y otros lugares similares donde las piezas sanitarias servirán a personas menores de siete años, las piezas sanitarias deberán tener una altura adecuada para dichas personas. Para los inodoros, se recomiendan las alturas indicadas en la tabla 5.9.

TABLA 5.9 DIMENSIONES PARA INODOROS OPERADOS POR PERSONAS MENORES DE 7 AÑOS

Elemento	Edades de 3 y 4 años	Edades de 5 a 7 años
Separación de pared y línea central	305 mm (12")	305 a 380 mm (12" a 15")
Altura para el asiento	280 a 305 mm (11" a 12")	305 a 380 mm (12" a 15")
Altura de barra de sujeción	455 a 510 mm (18" a 20")	510 a 635 mm (20" a 25")
Altura para el dispensador de papel higiénico	355 mm (14")	355 a 430 mm (14" a 17")

Artículo 5.2.2-5 Instalación.

Para lograr un funcionamiento adecuado de los inodoros se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- a. Los inodoros deberán contar con una tubería de ventilación, la cual ayuda en la descarga libre de los desechos. Esta tubería deberá ser de al menos treinta y ocho milímetros (0,038 m) de diámetro.
- b. La tubería de ventilación deberá ubicarse a una distancia de al menos treinta y tres centímetros (0,33 m) de la salida del inodoro. En caso de que esta no se pueda ubicar cercana al inodoro, esta podrá ubicarse a una distancia no mayor de tres metros (3,0 m) de la salida del inodoro.
- c. En el caso de inodoros que descargan al piso, la altura entre la salida del inodoro y la tubería de descarga deberá ser tal que evite turbulencia a la hora de la descarga y, además, que permita el desarrollo de una velocidad adecuada de descarga, la cual no debe ser muy alta, ya que puede provocar sifonaje. La distancia entre el centro del codo sanitario y el nivel del piso terminado deberá estar en el rango de veinticinco a sesenta centímetros (0,25 – 0,60 m).
- d. La pendiente de la tubería de descarga deberá ser de un 1,5%, permitiendo una variación máxima de $\pm 0,5\%$, con el fin de lograr un correcto acarreo de los sólidos.
- e. Los materiales necesarios para un correcto montaje del inodoro son: la brida plástica, los pernos de anclaje y el empaque de cera. No se recomienda el uso de cemento para fijar la taza al piso.
- f. Se debe dejar un espacio de al menos un centímetro (0,01 m) entre el tanque del inodoro y la pared, por lo que es importante la correcta ubicación del tubo de desagüe con respecto al nivel de pared terminada, según la distancia que indican los fabricantes.

5.2.3 MINGITORIOS

Artículo 5.2.3-1

Los mingitorios o urinarios deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Estar provistos de un sistema adecuado que permita el lavado de la pieza sanitaria, pudiendo ser un tanque de descarga automático para uno o más mingitorios, válvulas semiautomáticas individuales u otro sistema.
- b. Los mingitorios provistos de válvulas semiautomáticas deberán cumplir con las mismas especificaciones para los inodoros con fluxómetro.
- c. Si se utilizan mingitorios que funcionan sin agua, estos deben estar provistos de los medios apropiados para que se impida la entrada de gases al

cuarto de baño donde estén ubicados, producto del proceso químico al que están sujetos. Este tipo de mingitorios deben contar con la debida trampa, ya sea por sello o por funcionamiento hidráulico de los dispositivos de salida, lo cual puede realizarse con la aplicación de aceites, geles especiales y al utilizar diafragmas o dispositivos de látex u otros materiales semejantes.

5.2.4 DUCHAS

Artículo 5.2.4-1

Los espacios destinados para duchas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Se ubicarán en forma tal que el agua caiga sobre un área libre.
- b. El piso deberá ser de material impermeable y antideslizante en seco y en mojado, con una pendiente mínima del dos por ciento (2%) y una máxima del cuatro por ciento (4%) hacia el desagüe. Se podrá colocar un pequeño muro o grada que impida el escurrimiento de agua a otras partes del baño. El dique o grada no será menor a cinco centímetros (0,05 m) y no mayor a veintitrés centímetros (0,23 m). En el caso de que no se utilice un muro o grada con el objetivo de facilitar la accesibilidad, el piso o el plato de la ducha deberá estar a ras con el piso circundante del cuarto de baño y la pendiente de los planos inclinados que se formen para facilitar el desagüe será del 2%.
- c. El desagüe estará dotado de un sifón y provisto de una rejilla removible de material inoxidable. Los orificios de la rejilla deberán ser tales que permitan evacuar rápidamente el caudal de servicio de cada ducha, sin acumular agua.
- d. Los pisos de las duchas para uso público tendrán la pendiente dispuesta en tal forma que el agua servida de cada ducha no pase por las áreas destinadas a otros bañistas.
- e. Todas las aristas en el piso y esquinas de muros serán redondeadas.
- f. Los muros irán acabados con material impermeable hasta una altura mínima de un metro y medio (1,5 m).
- g. Las bañeras del tipo empotradas o semiempotradas deberán tener una junta impermeable entre la pared y la pieza sanitaria.

5.2.5 FREGADEROS Y LAVAMANOS

Artículo 5.2.5-1

Las pilas para lavar ropa, los fregaderos y los lavamanos deberán proveerse de dispositivos adecuados que impidan el paso de sólidos al sistema de desagüe y su sifón deberá ser fácilmente registrable para su limpieza.

Artículo 5.2.5-2

La capacidad y las dimensiones mínimas del lavamanos serán: largo de 33 cm, ancho de 23 cm, profundidad de 13 cm y deberán estar de acuerdo con el uso propuesto a juicio de la autoridad sanitaria competente.

5.2.6 SUMIDEROS

Artículo 5.2.6-1

Los sumideros de piso deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a. El sello de agua correspondiente tendrá una altura mínima de siete centímetros y medio (0,075 m).
- b. Estarán provistos de tapas removibles, perforadas o ranuradas. El área libre de la tapa será de por lo menos el 66% del área del tubo de descarga correspondiente. Las dimensiones de la tapa y de su tubo de descarga serán tales que aseguren el buen funcionamiento del aparato.

Artículo 5.2.6-2

Los sumideros de piso deberán ser instalados en los siguientes lugares:

- a. En servicios sanitarios que tengan dos o más inodoros, o un mingitorio y un inodoro, excepto en viviendas unifamiliares. El piso deberá tener una inclinación hacia el sumidero.
- b. Cocinas comerciales.
- c. En cuartos de lavado de edificios comerciales o en áreas comunes de lavado en los edificios multifamiliares.
- d. En áreas de almacenamiento de alimentos, como cuartos de almacenaje, cámaras frigoríficas accesibles y similares; estos drenajes deberán ser indirectos; un drenaje separado saldrá de cada área y será conectado indirectamente al drenaje sanitario del edificio.

Artículo 5.2.6-3 Accesorios especiales.

En el caso de accesorios como estanques ornamentales, acuarios, piscinas, fuentes ornamentales, dispensadores comerciales de agua y construcciones similares deben ser protegidas contra reflujo, en el caso de que sean alimentadas directamente del sistema de agua potable.

Artículo 5.2.6-4

Los accesorios provistos con dispositivos de rebalse deberán cumplir con estos requisitos:

- a. La capacidad de rebose deberá ser suficiente para descargar el gasto máximo de alimentación de la pieza.
- b. El dispositivo de rebose deberá ser tal que el agua no quede estancada en él.
- c. El rebose desaguará entre el orificio de descarga y el sifón de la pieza sanitaria correspondiente. En el caso de los tubos de rebose de estanques de inodoros y urinarios, estos podrán descargar en el inodoro o en el urinario respectivo.

5.2.7 FUENTES PARA BEBER

Artículo 5.2.7-1

Las fuentes para beber con enfriamiento propio, o sin él, serán de diseño específico para el uso propuesto y deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Estar provistos de medios para regular la presión de descarga.
- b. Tener una llave de cierre automático de accionamiento manual o de pie.
- c. El orificio de salida del chorro deberá estar protegido, de manera que se impida el contacto directo con los labios.
- d. El ángulo de salida del chorro deberá estar inclinado entre 60 y 45 grados aproximadamente.

Artículo 5.2.7-2

Las fuentes para beber no podrían instalarse dentro de los cuartos de baño y deberán ser desinfectadas diariamente, para reducir la posibilidad de contaminación bacteriana, así como ser inspeccionadas y mantenidas regularmente.

5.2.8 BIDÉS

Artículo 5.2.8-1

Cuando se desee instalar un bidé en un cuarto de baño de uso privado, se deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Las válvulas y las demás conexiones de alimentación de la pieza sanitaria deberán permitir el paso del agua a caudal adecuado, para lavar la superficie interior de la pieza en su totalidad, desaguar las aguas residuales y reponer el sello de agua en cada operación.
- b. El diseño de la pieza deberá garantizar el lavado de la totalidad de la superficie interior de la misma, después de cada operación.
- c. El bidé podrá ser sustituido por una ducha de operación manual. La ducha se instalará cerca del inodoro, se dotará de válvulas de paso y de manguera flexible y se dotará de piezas de sostén y sujeción para evitar su permanencia en el piso y se ubicará a no menos de 30 centímetros por encima del nivel desbordamiento del inodoro.
- d. Deberá contar con un sifón o trampa de agua.

5.3 ESPECIFICACIONES DE LOS CUARTOS DE BAÑO

Artículo 5.3-1

Todos los muebles sanitarios y sus accesorios deberán ser instalados guardando su correcto espaciamiento y permitiendo su acceso y uso adecuado. La figura 5.1 indica las dimensiones mínimas sugeridas para la instalación de piezas sanitarias.

Artículo 5.3-2

En todos los servicios sanitarios para uso público se proveerán sumideros de piso que faciliten su adecuada higienización.

Artículo 5.3-3

El área mínima de los cuartos de baño en viviendas unifamiliares y multifamiliares (incluyen un lavatorio, un inodoro y una ducha) será de dos y medio metros cuadrados (2,5 m²) de área y un metro (1,0 m) de ancho.

Artículo 5.3-4 Altura de cuarto de baño.

Se deberá cumplir con lo indicado en el Reglamento de Construcciones, según el tipo de edificación. En caso de que el Reglamento de Construcciones no dé indicaciones específicas para un tipo de edificación, se podrá contemplar lo siguiente:

- a. La altura mínima de los cuartos de baño de piso a cielo raso será de dos metros cuarenta centímetros (2,40 m), siempre que la cubierta del techo o el cielo raso, si lo hubiere, sean de material aislante o reflectivo del calor.
- b. Si el material del techo no es aislante, la altura debe aumentarse a un mínimo de dos metros sesenta centímetros (2,60 m). Se podrá aceptar una altura mínima de dos metros veinticinco centímetros (2,25 m), siempre y cuando el área de ventilación se aumente en un 15%.

Artículo 5.3-5 Iluminación y ventilación.

Los cuartos de baño deberán tener iluminación y ventilación por medio de ventanas, linternillas o tragaluces, que darán directamente a patios o al espacio público. También se podrá proveer de ventilación por medio mecánico, siempre y cuando se cumpla con las normas de la autoridad sanitaria competente.

Artículo 5.3-6

Los requerimientos de los cuartos de baño con respecto a iluminación, ventilación natural, dimensiones de puertas y ventanas, y otros detalles arquitectónicos deberán cumplir con las exigencias del Reglamento de Construcciones.

5.3.1 VENTILACIÓN ARTIFICIAL

Artículo 5.3.1-1

Los servicios sanitarios podrán ser ventilados artificialmente y deberán cumplir con lo establecido en el presente Código.

Artículo 5.3.1-2

Todo sistema de ventilación artificial o mecánica de un local se fundamentará en la inyección de aire fresco y no contaminado al interior del local de una edificación y permitirá la salida de aire viciado al exterior; o bien, en la extracción del aire viciado del local permitirá, a la vez, la entrada de una cantidad de aire fresco y no contaminado desde el exterior.

Artículo 5.3.1-3

Para cualquier sistema de ventilación por desarrollar, las tomas de aire fresco y sin contaminación deberán hacerse en forma directa desde el exterior de la edificación correspondiente.

Artículo 5.3.1-4

La velocidad del aire introducido en recintos, con fines de ventilación artificial, no debe sobrepasar en más de un diez por ciento (10%) los valores anotados en la tabla 5.10.

Artículo 5.3.1-5

El aire viciado de cualquier sistema de ventilación artificial deberá descargarse directamente al exterior de la edificación y en tal forma que no pueda regresar, ni afectar en forma alguna las edificaciones vecinas.

Artículo 5.3.1-6

El número de cambios de aire por hora necesarios para la ventilación artificial de un cuarto de baño se determinará de acuerdo con el tipo de edificación y con su uso, de acuerdo con lo anotado en la tabla 5.11.

TABLA 5.10 VELOCIDADES DE ENTRADA DE AIRE EN LAS REJILLAS

Altura de las rejillas sobre el nivel del piso	Velocidad del aire en las rejillas (m/min)
Menor a 2,5 m	35
Entre 2,5 m y 4 m	75
Entre 4,0 m y 6 m	150
Mayor a 6,0 m	300

TABLA 5.11 NÚMERO MÍNIMO DE CAMBIOS DE AIRE POR HORA

Tipo y uso de la edificación	Número mínimo de cambios por hora del aire
Edificaciones frecuentadas por el público	10
Edificaciones industriales, educacionales, y similares	12
Edificaciones destinadas a oficinas y a comercios	10
Edificaciones destinadas a viviendas particulares	7

Artículo 5.3.1-7

Las servicios sanitarios en edificaciones de hasta tres pisos de altura podrán ser ventiladas artificialmente por extracción, mediante ventiladores individuales instalados en cada cuarto de baño, provista de compuertas con contraflujo y conectados a ductos destinados exclusivamente para la ventilación del cuarto de baño.

Artículo 5.3.1-8

Los ductos a que se refiere el artículo anterior deberán tener sección suficiente de manera que si todos los ventiladores se encuentran funcionando, la velocidad del aire en el ducto no sea mayor a cinco metros por segundo (5 m/s).

Artículo 5.3.1-9

Las servicios sanitarios de edificaciones de cualquier número de pisos podrán ser ventiladas artificialmente mediante extracción del aire de las mismas por un ventilador instalado en la parte más alta de un ducto vertical de ventilación, destinado exclusivamente a dicha finalidad y común para todas las servicios sanitarios.

Artículo 5.3.1-10

Las rejillas de extracción deberán estar dotadas de mecanismos de regulación individuales, con el fin de permitir regular la cantidad de aire por extraer de cada cuarto de baño.

Artículo 5.3.1-11

Las puertas de acceso de los servicios sanitarios ventilados artificialmente de acuerdo con lo especificado en los artículos anteriores, deberán estar provistas de una abertura u otro sistema que permita la entrada de aire fresco. El área mínima de esta abertura se estimará con la siguiente ecuación:

$$A_{mínima} = \frac{Q}{V}$$

Donde,

Q: caudal de aire extraído del cuarto de baño (m³/s)

V: velocidad del aire que entra por la rejilla.

Para locales comerciales y oficinas, esta presenta un rango de setenta a cien centímetros por segundo (0,7-1,0 m/s). Para edificaciones industriales, el rango es de doscientos cincuenta a cuatrocientos centímetros por segundo (2,5-4,0 m/s).

6. SISTEMAS DE AGUA FRÍA Y AGUA CALIENTE

6.1 NORMAS GENERALES

Artículo 6.1-1

La ejecución de la conexión domiciliaria estará a cargo de la autoridad administrativa del servicio de agua potable.

Artículo 6.1-2

El sistema de distribución de agua potable de las edificaciones deberá diseñarse de acuerdo con las condiciones bajo las que el abastecimiento de agua público prestará servicio.

Artículo 6.1-3

La simbología básica que se utilizará en los planos de instalaciones sanitarias e hidráulicas será la indicada en la figura 6.1.

Artículo 6.1-4 Conexiones no permitidas:

- a. No se permitirán conexiones directas entre las tuberías de la red pública y bombas u otros aparatos mecánicos de elevación de presión.
- b. El sistema de distribución de agua potable en un edificio no deberá estar conectado, directa ni indirectamente, con sistema alguno de agua no potable.
- c. Queda terminantemente prohibido realizar conexiones directas o indirectas entre el abastecimiento público de agua y el abastecimiento privado o el de emergencia.

Artículo 6.1-5 Válvulas requeridas.

El sistema de alimentación y distribución de agua estará dotado de válvulas adecuadas a la presión existente, según se muestra en las figuras 6.2 y 6.3, y como mínimo en los siguientes puntos:

- a. Una en cada conexión al servicio público después del medidor correspondiente.
- b. Una en cada piso, una para cada sección independiente en edificios de apartamentos u oficinas, o para cada sección de piso que no tenga comunicación horizontal.
- c. Una en cada baño colectivo o público, en edificios de oficinas públicas o comerciales.

Artículo 6.1-6

Para evitar posibles reflujos de agua, es recomendable colocar una válvula de retención después del medidor. Además, deberán colocarse válvulas de retención en los puntos indicados en la figura 6.2.

Artículo 6.1-7

Cuando el abastecimiento de agua público garantice servicio continuo a una presión y caudal suficientes, el sistema de distribución podrá servirse directamente de la red pública, según se muestra en la figura 6.2a.

Artículo 6.1-8 Sistemas de almacenamiento.

Cuando el abastecimiento de agua público no garantice servicio continuo, se utilizará alguno de los siguientes sistemas indirectos:

- a. Tanque elevado (figuras 6.2b y 6.3a)
- b. Tanque de captación, equipo de bombeo y tanque hidroneumático (figuras 6.2e y 6.3d)
- c. Cisterna, equipo de bombeo y tanque elevado (figuras 6.2c, 6.3b, 6.3c, 6.3e y 6.3f)

Artículo 6.1-9

Cuando el abastecimiento público de agua no garantice presión suficiente, el sistema de distribución de la edificación deberá utilizar alguno de los sistemas estipulados en los incisos b y c del artículo anterior.

Artículo 6.1-10

En edificios de gran altura, el sistema de distribución deberá proyectarse en grupos de pisos, de manera que no sobrepasen las presiones previstas en la sección 6.3.1 (ver figura 6.3).

6.2 MATERIALES PARA TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

Artículo 6.2-1

En las obras para el abastecimiento y distribución de agua deberán utilizarse únicamente tuberías y accesorios de los siguientes materiales:

- a. PVC
- b. Hierro galvanizado
- c. Cobre
- d. Polietileno de alta densidad
- e. CPVC
- f. Polipropileno
- g. Hierro negro

Indicaciones:

- Las tuberías de CPVC se pueden usar tanto para distribución de agua fría como caliente.
- En las tuberías de cobre se permite el uso de tubería tipo K, L o M. Se puede utilizar tubería M para distribución de agua, si el tubo se encuentra sobre el piso o sobre el edificio, o enterrado en un sitio que no tenga ninguna estructura.
- Las válvulas de un tamaño menor o igual a 51 mm (2 pulg.) deberán ser de bronce u otro material aprobado. Para tamaños mayores a 51 mm, el cuerpo de la válvula deberá ser de hierro fundido o de bronce.

- Las piezas de conexión por utilizarse deberán ser preferentemente del mismo material de las tuberías que unan y de características acordes.
- La conexión entre tuberías de materiales diferentes y entre los cuales no se produzca acción galvánica se hará directamente o utilizando piezas de conexión adaptadoras o convertidores adecuadas.
- Las correspondientes juntas podrán ser soldadas, electrofusionadas, termofusionadas, roscadas, a presión, de brida o mecánicas, o la combinación de estas, dependiendo en cada caso de los tipos de tuberías por unir y de sus características.
- Las juntas de las tuberías deberán estar de acuerdo con su clase; podrán ser de los siguientes tipos: espiga y campana, de brida, de rosca, soldados y de conexión, mediante aros de goma, mecánicas y a comprensión.
- Cuando se desee utilizar tuberías de otros materiales a los señalados en la presente sección, se podrá realizar de acuerdo con el análisis técnico realizado por el profesional responsable del diseño o el profesional responsable de la ejecución de la obra. Se deberá tener presentes las objeciones de la autoridad sanitaria u otras instituciones del Estado que deben realizar inspección del proyecto.

Artículo 6.2-2

Las tuberías deberán cumplir con los siguientes requisitos generales:

- a. Material homogéneo
- b. Sección transversal circular de dimensiones normalizadas
- c. Espesor de pared uniforme
- d. Dimensiones, pesos y espesores de acuerdo con las especificaciones correspondientes a las condiciones de operación respectiva
- e. Carecer de defectos tales como grietas, abolladuras y deformaciones

Artículo 6.2-3. Normativa técnica.

Para todos los tipos de tuberías, conexiones y accesorios, con la salvedad de las fabricadas en PVC y CPCV, mientras no estén vigentes en el país normas técnicas industriales, se considerarán de calidad satisfactoria si cumplen con las especificaciones más recientes de entidades calificadas, tales como la American Society for Testing and Materials (ASTM), la American Water Works Association (AWWA), o la International Organization for Standardization (ISO).

Artículo 6.2-4. Normativa PVC.

En el caso de tuberías de PVC y CPVC, las tuberías y sus accesorios deberán cumplir con las siguientes normas:

- ASTM D - 2241 para tuberías de agua potable
- ASTM D 1785 para tuberías de agua potable
- ASTM D 2466 accesorios para tuberías de agua potable
- ASTM D 2464 accesorios para tuberías de agua potable
- ASTM D 2846 para tuberías y accesorios de CPVC para agua caliente (DWG)
- ASTM D- 3350 para tuberías y accesorios de polietileno (PE)

6.3 NORMAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN

6.3.1 PRESIONES Y GASTOS MÍNIMOS

Artículo 6.3.1-1

La presión mínima en los nodos del sistema de distribución deberá permitir el funcionamiento adecuado de las piezas sanitarias correspondientes. La tabla 6.1 indica las presiones mínimas recomendadas para la operación de varios aparatos sanitarios. En ningún caso la presión a la entrada de las piezas sanitarias será menor de dos metros de columna de agua (2 mca). Si la presión máxima en los puntos de alimentación de las piezas sanitarias es mayor a cuarenta metros columna de agua (40 mca), el sistema deberá dividirse en zonas de presión, o instalar válvulas reductoras de presión.

Artículo 6.3.1-2

La presión de servicio después del medidor deberá ser mayor a diez metros de columna de agua (10 mca).

TABLA 6.1 DIÁMETROS, PRESIONES Y CAUDALES⁵ MÍNIMOS REQUERIDOS EN LOS PUNTOS DE ALIMENTACIÓN DE LAS PIEZAS SANITARIAS

Accesorio	Diámetro Mínimo ¹ (mm)	Presión Mínima ² (mca)	Unidades de accesorio (u.a)	
			Uso Privado	Uso Público
Tina de baño	12	2	2	4
Bidé	12	3	1	2
Ducha	12	2	2	4
Fregadero				
Doméstico	12	2	2	4
Comercial	12	2	-	4
Clínicas	12	4	-	8
Inodoro				
Con Tanque	12	2	3	5
Con fluxómetro ³	32	7 a 14	6	10
Fuente para beber	12	2,5	-	1
Lavatorio	12	2	1	2
Lavadora	12	3,5	4	-
Llave para riego (jardín)	12	10	2	2
Mingitorios				
Con tanque	18	2	-	3
Con fluxómetro	18	5 a 10	4 a 5	5 a 6
Lavaplatos doméstico	12	2	1,5	
Pileta de lavar	12	2	2	4

Notas:

(1) Diámetro interno mínimo de tubería de alimentación. En el caso de inodoros y lavatorios, este diámetro es del ramal de alimentación hasta la llave de paso.

(2) Presión mínima a la entrada del accesorio en metros de columna (o cabeza) de agua.

(3) La presión mínima depende del tipo de válvula semiautomática.

(4) Caudales en función de las unidades de accesorio. Estos caudales son para dimensionar tanto las tuberías que conducen solamente agua fría como aquellas que conducen agua fría y el caudal que deba calentarse. En el caso de que se trate de accesorios con suministro independiente para agua fría y agua caliente, se podrá asumir que por cada una de ellas circularán las tres cuartas partes de los caudales descritos en la presente tabla.

6.3.2 VELOCIDADES DE FLUJO

Artículo 6.3.2-1

Para el dimensionamiento de las tuberías de distribución se recomienda una velocidad mínima de sesenta centímetros por segundo (0,60 m/s) para evitar la sedimentación de partículas, y una velocidad máxima de dos metros por segundo (2,00 m/s) para evitar ruido excesivo en las tuberías y golpes de ariete.

Artículo 6.3.2-2

Para evitar pérdidas de carga excesivas se recomienda mantener las velocidades máximas según la expresión:

$$V = 10\sqrt{D}$$

Donde: V es la velocidad en metros por segundo y \sqrt{D} es la raíz cuadrada del diámetro interno de la tubería en metros y en ningún caso mayor a dos metros por segundo (2,0 m/s). Las velocidades recomendadas resultan en pérdidas por fricción que oscilan entre diez y veinte centímetros de columna de agua (0,10 y 0,20 mca) por metro lineal de tubería. La tabla 6.2 indica las velocidades y caudales máximos recomendados de acuerdo con los criterios anteriores, para tuberías de hierro galvanizado, CPCV y de PVC.

TABLA 6.2 VELOCIDADES MÁXIMAS RECOMENDADAS

Diámetro nominal (mm)	Velocidad Máxima (m/s)			Caudal Máximo (Litros/s)			Gradiente Hidráulico ⁽³⁾ (mca/m)	
	PVC ⁽¹⁾	H.G ⁽²⁾	CPVC	PVC	H.G	CPVC	PVC	H.G
12	1,34	1,30		0,35	0,30		0,138	0,173
18	1,53	1,47	1,11	0,67	0,55	0,13	0,130	0,163
25	1,71	1,67	1,35	1,17	1,04	0,35	0,123	0,153
32	1,92	1,91		2,09	2,04		0,116	0,143
38	2,00	2,00		2,85	2,80		0,106	0,132
50	2,00	2,00		4,45	4,58		0,082	0,099
62	2,00	2,00		6,52	6,29		0,065	0,082
75	2,00	2,00		9,66	10,48		0,052	0,061
100	2,00	2,00		15,97	17,65		0,039	0,045

Nota:

(1) Estimado para tubería SDR 17 (SDR 13,5 en 12 mm).

(2) Hierro galvanizado.

(3) Pérdida de carga por unidad de longitud de tubería estimada según la sección 6.3.4.a).

6.3.3 CAUDALES DE DISEÑO

Artículo 6.3.3-1

El caudal de diseño de las tuberías de distribución se calculará de acuerdo con el método de Hunter. Este método, basado en el cálculo de probabilidades de uso simultáneo y en observaciones empíricas, otorga pesos para cada tipo de aparato sanitario de funcionamiento intermitente. Dichos pesos consideran, para tal accesorio, el caudal requerido, su duración y su frecuencia usual de operación. Esto se cuantifica con las denominadas unidades de accesorio de abastecimiento de agua (u.a). Tales unidades se han seleccionado de manera que el caudal total de un sistema o subsistema con diferentes clases de accesorios y sus condiciones de servicio, pueda ser aproximado como múltiplo de ese factor.

La tabla 6.1 indica las unidades de accesorio para diferentes accesorios sanitarios, bajo diferentes condiciones de servicio. En el caso de que el accesorio no esté contemplado en dicha tabla, se podrá utilizar la tabla 6.3.

TABLA 6.3 UNIDADES DE ACCESORIO PARA APARATOS SANITARIOS
SEGÚN EL DIÁMETRO DE SU ORIFICIO DE ALIMENTACIÓN

Diámetro	Unidades de accesorio
Menor a 12 mm	1
Menor a 18 mm	3
Menor a 25 mm	6
Menor a 32 mm	9
Menor a 38 mm	14
Menor a 50 mm	22
Menor a 62 mm	35
Menor a 75 mm	50

Artículo 6.3.3-2

El caudal máximo probable en un ramal de alimentación es función de la suma de las unidades de accesorio de todos los aparatos servidos suplidos por dicho ramal. La relación entre el total de las unidades de accesorio y el caudal máximo probable está descrita formalmente por las ecuaciones de la tabla 6.4, pero pueden encontrarse según la tabla 6.5 o con el gráfico de la figura 6.4.

Artículo 6.3.3-3

Cuando un sistema no abastece ningún inodoro, el caudal correspondiente se obtiene utilizando las ecuaciones o valores correspondientes a un sistema donde predominen los inodoros con tanques de lavado.

Artículo 6.3.3-4

Para la estimación del caudal en cualquier tubería de abastecimiento de agua en una edificación, se debe sumar al caudal de los accesorios toda carga de cualesquiera otros sistemas, tales como los aspersores del sistema contra incendios (caso residencial), requerimientos del sistema de aire acondicionado, generadores de agua caliente o vapor, sistemas de irrigación, entre otros.

TABLA 6.4 ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE LA DEMANDA (L/s) A PARTIR DE LAS UNIDADES DE ACCESORIOS

Para sistemas en donde predominan los tanques de lavado	
$u.a. < 100$	$Q = 0,13 (u.a.)^{0,669}$
$1200 > u.a. > 100$	$Q = 0,0145 (u.a.) + 1,39 - 2,83 \times 10^{-6} (u.a.)^2$
Para sistemas en donde predominan los fluxómetros	
$u.a. < 150$	$Q = 0,68 (u.a.)^{0,4}$
$1200 > u.a. > 100$	$Q = 0,0122 (u.a.) + 3,37 - 2,15 \times 10^{-6} (u.a.)^2$
Para ambos sistemas	
$u.a. > 1200$	$Q = 0,121 (u.a.)^{0,676}$

Nota:

Las ecuaciones se obtuvieron de la tabulación de datos tomados del Uniform Plumbing Code (UPC) y del Código Venezolano.

TABLA 6.5 CAUDAL PROBABLE COMO FUNCIÓN DE LAS UNIDADES DE ACCESORIO (u.a.)

u.a	Sistemas con tanques de lavado (L/s)	Sistemas con fluxómetros (L/s)	u.a	Sistemas con tanques de lavado (L/s)	Sistemas con fluxómetros (L/s)
6	0,43	1,40	225	4,51	6,01
8	0,52	1,56	250	4,84	6,29
10	0,61	1,71	275	5,16	6,56
12	0,69	1,84	300	5,49	6,84
14	0,76	1,95	350	6,12	7,38
16	0,83	2,06	400	6,74	7,91
18	0,90	2,16	450	7,34	8,42
20	0,96	2,25	500	7,93	8,93
25	1,12	2,46	700	10,15	10,86
30	1,26	2,65	900	12,15	12,61
35	1,40	2,82	1000	13,06	13,42
40	1,53	2,97	1200	14,71	14,91
45	1,66	3,12	1500	17,10	
50	1,78	3,25	1750	18,98	
60	2,02	3,50	2000	20,78	
70	2,23	3,72	2500	24,17	
80	2,44	3,92	3000	27,34	
90	2,64	4,11	4000	33,22	
100	2,81	4,29	5000	38,64	
120	3,09	4,62	6000	43,71	
140	3,36	4,91	7000	48,52	
160	3,64	5,27	8000	53,11	
180	3,91	5,50	9000	57,52	
200	4,18	5,72	10000	61,77	

6.3.4 PÉRDIDAS DE CARGA

Artículo 6.3.4-1

Para el cálculo de las pérdidas de carga originadas por fricción en las tuberías de distribución y los ramales de alimentación, se recomienda la utilización de la fórmula de Darcy-Weisbach, dado que presenta la mayor precisión para calcular las pérdidas de carga en tuberías. Sin embargo, el profesional responsable de diseño podrá utilizar otras formulaciones aceptadas por las buenas prácticas de la profesión. El método de Darcy-Wisbach se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{h_f}{L} = \frac{f V^2}{D 2g}$$

Donde,

D= diámetro interno de la tubería (m)

f= factor de fricción

g= aceleración de la gravedad (m/s²)

hf= pérdidas de energía (m)

L= longitud de la tubería (m)

V= velocidad del líquido en la tubería (m/s)

Para sistemas de agua a presión se puede utilizar el siguiente arreglo de la ecuación de Darcy:

$$\frac{h_f}{L} = f \frac{8 \times 10^9 Q^2}{\pi^2 g D^5}$$

Donde,

Q= caudal en la tubería (L/s)

D= diámetro interno de la tubería (mm)

El coeficiente de fricción **f** se calcula a partir de la fórmula de Colebrook White, o su equivalente gráfico, el diagrama de Moody. La ecuación de Haaland, que se muestra a continuación, es explícita y aproxima la ecuación de Colebrook White, con un error menor del 2% en el cálculo del factor de fricción.

$$f = \frac{1}{\left[-1,8 \log_{10} \left(\frac{6,9}{R_e} + \left(\frac{\epsilon/D}{3,7} \right)^{1,11} \right) \right]^2}$$

Donde,

R_e= número de Reynolds en el conducto

v= viscosidad cinemática del fluido

D= diámetro interno de la tubería (mm)

ε= rugosidad absoluta del material de la tubería en mm (ver tabla 6.6)

La anterior ecuación es válida bajo las siguientes condiciones:

- $4000 < R_e < 1 \times 10^8$
- $1 \times 10^{-6} < \epsilon/D < 0,05$

Para tuberías lisas se recomienda utilizar la ecuación de Blasius:

$$f = \frac{0,316}{R_e^{1/4}} \text{ en el rango } R_e \leq 2 \times 10^4$$

$$f = \frac{0,184}{R_e^{1/5}} \text{ en el rango } 2 \times 10^4 < R_e \leq 2 \times 10^6$$

TABLA 6.6 RUGOSIDADES ABSOLUTAS PARA LA
FÓRMULA DE COLEBROOK WHITE

Tipo de Tubería	Rugosidad \mathcal{E} (mm)	
	Rango	Diseño
PVC, PE		0,0015
Cobre		0,0015
Hierro fundido		
nuevo		0,26
Con revestimiento de asfalto	0,06-0,20	0,12
oxidado	1,00-1,50	
Con incrustaciones	1,50-3,00	
centrifugado		0,05
Hierro galvanizado	0,06-0,25	0,15
Acero soldado		
nuevo	0,03-0,10	0,046
Con revestimiento de asfalto	0,01-0,02	0,015
con corrosión ligera	0,10-0,20	
con corrosión fuerte	1,00-3,00	
Acero remachado	0,90-9,10	1,83

Artículo 6.3.4-2

Se deberán considerar las pérdidas localizadas o pérdidas menores provocadas por cambios de dirección, válvulas, reducciones, medidores de caudal y otros accesorios. La tabla 6.7 y la figura 6.5 contienen los coeficientes de pérdidas locales necesarios para estimar las pérdidas en metros de columna de agua.

TABLA 6.7 COEFICIENTES DE RESISTENCIA (K)
EN VÁLVULAS Y ACCESORIOS

Accesorio	Diámetro nominal (mm)						
	12	18	25	32	38	50	62
	Coeficiente K						
Codo roscado 90°	2,10	1,69	1,44	1,28	1,16	0,99	0,88
Codo roscado 90° (R.L.)	1,29	0,92	0,73	0,61	0,52	0,41	0,35
Codo bridado 90°	-	-	0,43	0,41	0,39	0,38	0,35
Codo bridado 90° (R.L.)	-	-	0,41	0,37	0,34	0,30	0,26
Codo roscado 45°	0,37	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30
Codo bridado 45°	-	-	0,25	0,24	0,22	0,20	0,19
Codo roscado 180°	2,10	1,69	1,45	1,29	1,17	1,00	0,89
Codo bridado 180°	-	-	0,42	0,40	0,38	0,35	0,33
Unión en T roscada (F.L)	0,93	0,93	0,91	0,93	0,93	0,93	0,93
Unión en T roscada (F.T)	2,69	2,49	2,23	2,05	1,92	1,72	1,58
Unión en T bridada (F.L)	-	-	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17
Unión en T bridada (F.T)	-	-	0,96	0,92	0,88	0,81	0,77
Válvula globo roscada (A)	13,09	10,67	9,23	8,25	7,52	6,50	5,61
Válvula globo bridada (A)	-	-	12,40	11,14	10,20	6,89	7,96
Válvula compuerta roscada (A)	0,34	0,26	0,21	0,18	0,16	0,13	0,11
Válvula compuerta bridada (A)	-	-	0,74	0,58	0,47	0,34	0,27
Válvula antirretorno roscada	7,11	6,84	6,08	4,56	4,17	3,63	3,25
Válvula antirretorno bridada	-	-	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Válvula angular roscada	9,72	6,23	4,54	3,55	2,91	2,12	1,66
Válvula angular bridada	-	-	3,84	3,43	3,13	2,71	2,42
Válvula de pie con colador	-	-	2,75	2,46	2,25	1,95	1,75
Acoples o Uniones	0,12	0,09	0,06	0,07	0,08	0,05	0,06

Continuación

Accesorio	Diámetro nominal (mm)						
	75	100	150	200	250	300	350
	Coeficiente K						
Codo roscado 90°	0,79	0,66	0,55	-	-	-	-
Codo roscado 90° (RL)	0,30	0,23	0,17	-	-	-	-
Codo bridado 90°	0,33	0,31	0,28	0,26	0,25	0,24	0,23
Codo bridado 90° (RL)	0,24	0,21	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
Codo roscado 45°	0,29	0,28	0,26	-	-	-	-
Codo bridado 45°	0,17	0,16	0,14	0,12	0,11	0,11	0,10
Codo roscado 180°	0,80	0,69	0,56	-	-	-	-
Codo bridado 180°	0,32	0,30	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22
Unión en T roscada (FL)	0,93	0,93	0,93	-	-	-	-
Unión en T roscada (FT)	1,46	1,33	1,14	-	-	-	-
Unión en T bridada (FL)	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08
Unión en T bridada (FT)	0,73	0,67	0,60	0,56	0,53	0,50	0,48
Válvula globo roscada (A)	5,30	4,59	3,74	-	-	-	-
Válvula globo bridada (A)	7,31	6,37	5,24	4,56	4,10	3,76	3,49
Válvula compuerta roscada (A)	0,10	0,08	0,60	-	-	-	-
Válvula compuerta bridada (A)	0,22	0,16	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04
Válvula antirretorno roscada	2,98	2,59	2,13	-	-	-	-
Válvula antirretorno bridada	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Válvula angular roscada	1,36	0,99	0,83	-	-	-	-
Válvula angular bridada	2,21	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Válvula de pie con colador	1,60	1,39	1,14	0,99	0,88	0,81	0,75
Acoples o Uniones	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01

6.4 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS EN INSTALACIONES DE AGUA POTABLE

6.4.1 INSTALACIÓN Y UBICACIÓN

Artículo 6.4.1-1

En edificios de tres o más plantas, las tuberías de agua fría y agua caliente en tramos verticales se colocarán en ductos previstos para tal fin, cuyo tamaño deberá ser suficiente para su instalación, revisión, reparación y remoción convenientes.

Artículo 6.4.1-2

Entre las tuberías de agua fría y agua caliente instaladas en un mismo ducto deberá existir una separación mínima de diez centímetros (0,10 m) de borde a borde, a no ser que se protejan con un material aislante adecuado.

Artículo 6.4.1-3

Se permitirá la colocación en un mismo ducto vertical, de los bajantes de aguas residuales, de aguas pluviales y la tubería de abastecimiento o distribución de agua fría o caliente, siempre y cuando exista una separación mínima de veinte centímetros (0,20 m) de borde a borde entre ellas.

Artículo 6.4.1-4

Es recomendable que las tuberías horizontales de alimentación de agua (tanto fría como caliente) se instalen con pendiente hacia la tubería vertical de alimentación correspondiente. Siempre que sea posible, se colocarán válvulas de purga en los puntos bajos de las tuberías horizontales de la planta baja. Si el edificio dispone de sótano, se deberán colocar válvulas de purga en los puntos más bajos de las tuberías horizontales.

Artículo 6.4.1-5

Golpe de ariete. Para atenuar las sobrepresiones que pueda causar el golpe de ariete, se recomienda la instalación de cámaras de aire o de accesorios especiales para tal fin. Las cámaras de aire consisten en extensiones verticales con finales ciegos de la tubería de alimentación de lavatorios, fregaderos, duchas y bañeras. Estas extensiones serán de diámetro igual o mayor al de la tubería de alimentación y su longitud será de sesenta centímetros (0,60 m). Las cámaras de aire llegan a dejar de funcionar con el tiempo, por lo que no se recomienda su utilización en edificios comerciales, industriales, hospitalarios o de reunión pública.

6.4.2 SOPORTE DE TUBERÍAS Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Artículo 6.4.2-1

Para el paso de las tuberías a través de los elementos estructurales se colocarán camisas o manguitos. La longitud del manguito o camisa será igual al espesor del elemento y su diámetro será tal que permita el paso adecuado de las tuberías y el aislamiento, de forma que se tenga un claro entre el manguito y la tubería (o el aislamiento) de al menos doce milímetros (12 mm).

Artículo 6.4.2-2

Las tuberías colgantes horizontales y verticales estarán sujetas por abrazaderas que se fijarán al techo o muro mediante dispositivos de suspensión de material resistente. El espaciamiento entre los soportes se determinará de acuerdo con la resistencia mecánica de las tuberías, pero no será mayor que los valores dados en la tabla 6.9. En la selección del material de la abrazadera se deberá considerar la prevención de la corrosión galvánica.

Artículo 6.4.2-3

Las tuberías que atraviesen juntas de dilatación o expansión en edificios deberán estar provistas, en sitios de paso, de conexiones flexibles o uniones de expansión. De igual forma, aquellas que puedan estar sujetas a vibraciones se protegerán mediante juntas flexibles en la conexión con equipos mecánicos.

Artículo 6.4.2-4

Las dimensiones de las abrazaderas y dispositivos de suspensión deberán garantizar los requerimientos estructurales en materia de sustentación, estabilidad, esfuerzos causados en la tubería, pudiendo seleccionarse de acuerdo con la tabla 6.8.

TABLA 6.8 DIMENSIONES DE LAS ABRAZADERAS

Diámetro de la Tubería (mm)	Espesor de la abrazadera (mm)	Ancho de la abrazadera (mm)	Diámetro de la varilla (mm)
12 a 50	6,35 (1/4")	38	9,53 (3/8")
50 a 75	6,35 (1/4")	51	12,7 (1/2")
75 a 100	9,53 (3/8")	51	15,9 (5/8")
100 a 200	9,53 (3/8")	76	19,1 (3/4")
200 a 300	9,53 (3/8")	89	22,2 (7/8")

TABLA 6.9 ESPACIAMIENTO MÁXIMO ENTRE SOPORTES PARA TUBERÍAS COLGANTES

Material	Diámetro (mm)	Espaciamiento entre soportes (m)	
		Horizontal	Vertical
Hierro galvanizado	12	2,00	2,50
	18	2,50	3,00
	25	3,00	3,50
	32 a 50	3,50	4,00
	62 a 100	4,00	4,50
	Mayor de 100	4,50	5,00
Cobre	9,5	1,00	1,80
	12	1,10	1,80
	16	1,20	2,00
	19	1,30	2,20
	25	1,60	2,40
	32-38	1,70	3,00
	50	1,90	3,00
	62	2,30	3,00
	75	2,30	3,60
	89	2,60	3,80
	100	3,00	4,00
	Mayor de 100	3,40	4,00
PVC (1)	12	1,00	1,5
	18	1,25	1,8
	25	1,50	2,0
	32 a 50	2,00	2,5
	62 a 100	2,50	3,0
	Mayor de 100	3,00	3,5
Acero	10	1,5	Un soporte por piso
	15	1,7	
	20	1,9	
	25	2,1	
	32	2,4	
	40	2,5	
	50	2,8	
	65	3,1	
	80	3,4	
	100	3,8	
	125	4,1	
150	4,4	Un soporte cada 2 pisos	
	Menor de 25	0,91	Un soporte por piso
CPVC.	Mayor de 32	1,22	
	16	5,0	6,5
	25	6,0	7,8
	32	6,5	8,7
	40	7,5	9,7
PEAD	50	8,0	10,4
	63	9,0	11,7
	75	10,0	13,0
	90	11,0	14,3
	110	12	15,6
Hierro fundido y dúctil	12 - 20	2,0	Dos soportes por cada tubo
	25 - 100	3,0	
	> 100	4,5	
	Además	Dos soportes por cada junta	

Nota:

1. Se debe permitir la expansión del tubo cada 9,1 m.

6.4.3 TUBERÍAS ENTERRADAS

Artículo 6.4.3-1

Cuando las tuberías de distribución de agua potable vayan enterradas, deberán alejarse lo más posible de los desagües de aguas residuales, debiendo estar separadas de estos a una distancia mínima de un metro (1,0 m) en planta y veinticinco centímetros (0,25 m) por encima. Cuando las tuberías de agua crucen los desagües, deberán colocarse siempre por encima de estos y a una distancia vertical no menor a veinticinco centímetros (0,25 m).

Artículo 6.4.3-2

Las tuberías enterradas deberán colocarse en zanjas excavadas de dimensiones tales que permitan su fácil instalación. La profundidad mínima de la zanja será tal que haya al menos treinta centímetros (0,30 m) entre la corona del tubo y el nivel del terreno. Antes de proceder a la colocación de las tuberías, deberá compactarse el fondo de la zanja. Una vez colocadas las tuberías, rellena y compactada la zanja, serán inspeccionadas y sometidas a las pruebas estipuladas en la sección 6.8. El relleno de la zanja se efectuará utilizando un material adecuado, extendido por capas horizontales de quince centímetros (0,15 m) de espesor como máximo, debidamente compactado.

Artículo 6.4.3-3

Si se utilizan tuberías metálicas enterradas, estas deberán estar protegidas contra la corrosión con materiales adecuados. No se debe enterrar tubería de hierro galvanizado.

Artículo 6.4.3-4

Las válvulas de las tuberías que queden bajo el nivel del terreno o del piso deberán estar provistas de una caja protectora. Esta caja deberá colocarse en un sitio accesible y será tal que permita la reparación, remoción y operación de las válvulas.

Artículo 6.4.3-5

Las tuberías enterradas deberán estar alejadas de la cimentación de las edificaciones, con el fin de evitar someterla a altos esfuerzos de compresión. Las tuberías enterradas deberán ubicarse por encima de una proyección de 45° desde la placa de cimentación.

6.5 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Artículo 6.5-1

Toda edificación ubicada en sectores donde el abastecimiento de agua no sea continuo o carezca de presión suficiente, deberá estar provisto de uno o varios tanques de almacenamiento que permitan el suministro de agua en forma adecuada a todas las piezas sanitarias o instalaciones previstas. Estos tanques podrán instalarse en los niveles inferiores (tanque de captación), en pisos intermedios, o sobre el edificio (elevados), siempre que cumplan con lo estipulado en este capítulo y estén de acuerdo con las características fundamentales de los modelos que se muestran en las figuras 6.6, 6.7 y 6.8.

Artículo 6.5-2

Los tanques de agua deberán diseñarse de forma que garanticen la potabilidad del agua en todo momento e impidan la entrada de agua de lluvia, roedores u otros contaminantes. En el caso de condominios y edificaciones multifamiliares, deberán contar con acceso directo desde las áreas comunes de la edificación para su debida operación, inspección y mantenimiento.

Artículo 6.5-3

Los materiales para los tanques de almacenamiento deberán cumplir con los siguientes requisitos generales: impermeables, inodoros y que no den sabor al agua. Estos materiales pueden ser: plásticos, metales, fibrocemento, fibra de vidrio, concreto armado u otros materiales aprobados por la autoridad sanitaria.

Artículo 6.5-4

El agua proveniente del lavado, desagüe o rebose de los tanques deberá dirigirse al sistema de drenaje de aguas residuales del edificio por medio de un desagüe indirecto.

Artículo 6.5-5

La estructura de soporte de los tanques elevados deberá cumplir con lo estipulado en el artículo 3.16.

6.5.1 DIMENSIONAMIENTO Y DISPOSITIVOS

Artículo 6.5.1-1

Cuando solo exista tanque elevado, es recomendable que su capacidad sea cuando menos igual al consumo diario total de las instalaciones. En casos en los cuales las interrupciones en el abastecimiento sean esporádicas, se podrá disminuir la capacidad de dicho tanque.

Artículo 6.5.1-2

Cuando fuera necesario emplear una combinación de tanque de captación, bomba de elevación y tanque elevado, en el caso de los lugares donde se presenten problemas, como presión insuficiente del acueducto público o interrupciones continuas en el abastecimiento, la capacidad de los tanques dependerá de la jornada de bombeo, de la capacidad de las bombas y del patrón de consumo de la edificación. Si no se dispone de estos datos, es recomendable que la capacidad del tanque de captación sea al menos del 75% del consumo total diario y la del tanque elevado no menor a la mitad de dicho consumo.

Artículo 6.5.1-3 Dispositivos y conexiones.

Los tanques de almacenamiento estarán dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación, mantenimiento y limpieza, tales como registro, tubería de entrada con válvula de boya u otro mecanismo automático de control, tubería de salida con válvula de compuerta o de paso, tubería de ventilación, tubería de rebalse protegida contra la entrada de insectos y una tubería de limpieza que descargue sin provocar inundaciones (ver figuras 6.6, 6.7 y 6.8).

Artículo 6.5.1-4

Las conexiones de las tuberías al tanque deberán hacerse de tal forma que no produzcan rotura en sus paredes y mantengan al tanque en sus condiciones iniciales. Las conexiones en tanques metálicos deberán evitar la corrosión electrolítica.

Artículo 6.5.1-5

Todos los accesorios que necesiten cambio o reparación deberán instalarse en sitios accesibles. Las válvulas de los tanques que queden bajo el nivel del terreno o piso deberán estar provistas de una caja, de acuerdo con lo establecido en la sección 6.4.3.

Artículo 6.5.1-6 Control de nivel.

El control de los niveles de agua en los tanques se hará por medio de dispositivos automáticos de control de nivel cuya función será:

- a. Detener el flujo de entrada al tanque, cuando el nivel de líquido en el tanque elevado ascienda hasta el nivel máximo previsto.
- b. Arrancar la bomba, cuando el nivel de agua en el tanque elevado descienda hasta la mitad de su altura.
- c. Detener la bomba, cuando el nivel de agua en el tanque elevado ascienda hasta el nivel máximo previsto.
- d. Detener la bomba, cuando el nivel del agua en el tanque de captación descienda hasta 15 cm por encima de la canastilla de succión.

Artículo 6.5.1-7 Tanques enterrados.

Los tanques subterráneos y semienterrados deberán ser construidos con materiales apropiados y duraderos, resistentes a las sollicitaciones de cargas que serán sometidos. Todo tanque deberá tener un registro que permita su inspección, limpieza y eventual reparación. Se levantará un mínimo de quince centímetros (0,15 m) sobre el nivel del piso o terreno y estará ubicado de manera que no pueda sufrir contaminación o provocar inundación. En el caso de ser construidos con concreto, el mismo deberá ser armado o de bloques de concreto debidamente reforzados, rellenos de concreto y revestidos de mortero de cemento.

Artículo 6.5.1-8 Control de incendios.

La capacidad adicional de los tanques de almacenamiento para los fines de control de incendios, deberá estar de acuerdo con lo indicado en el Reglamento General sobre Seguridad Humana y Protección contra Incendios.

6.5.2 LOCALIZACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍA

Artículo 6.5.2-1

La distancia vertical entre el techo de un tanque y el eje del tubo de entrada del agua no podrá ser menor a quince centímetros (0,15 m). En aquellos tanques donde la tapa cubra toda su superficie y exista acceso directo a los dispositivos de entrada, esta distancia podrá disminuirse a diez centímetros (0,10 m).

Artículo 6.5.2-2

El tubo de rebalse debe ser de un diámetro mayor al del tubo de entrada y de al menos veinticinco milímetros (0,025 m) de diámetro. Este tubo deberá descargar en un sitio visible donde se adviertan claramente posibles vertidos.

Artículo 6.5.2-3

La posición del tubo de rebalse será tal que su corona quede al mismo nivel con el fondo del tubo de entrada. La distancia entre el fondo del tubo de rebalse y el nivel máximo del agua será igual al diámetro del tubo de rebalse y no menor a veinticinco milímetros (0,025 m).

Artículo 6.5.2-4

La tubería de desagüe o de limpieza se ubicará de manera que permita el vaciado completo del tanque. Tendrá un diámetro no menor a veinticinco milímetros (0,025 m) y deberá estar provista de una válvula.

Artículo 6.5.2-5

La tubería de aducción desde el abastecimiento público hasta el tanque elevado deberá calcularse para suministrar el consumo total diario en un tiempo no mayor a cuatro horas. Esta tubería deberá estar provista de su correspondiente llave de paso. Cuando se trate de edificios de una o dos plantas, el diámetro de la tubería de aducción al tanque elevado podrá seleccionarse de acuerdo con la dotación diaria y a la capacidad del tanque, según la tabla 6.10.

TABLA 6.10 DIÁMETROS INTERNOS DE TUBERÍAS DE ALIMENTACIÓN A TANQUES ELEVADOS

Consumo diario (litros)	Capacidad del tanque elevado (litros)	Diámetro ⁽¹⁾ mínimo de tubería de aducción (mm)
Menos 1500	De 500 a 1500	12
Hasta 2000	De 1000 a 2000	12
Hasta 4000	De 2000 a 4000	18
Hasta 8000	De 4000 a 8000	22
Hasta 15000	De 8000 a 15000	25
Hasta 27500	De 15000 a 27500	38

Nota:

1. Diámetro interior de la tubería.

Estos diámetros han sido calculados suponiendo un tiempo de cuatro horas para el llenado del tanque elevado.

Artículo 6.5.2-6

Los tanques de captación deberán alejarse lo más posible de muros medianeros y alcantarillados de aguas residuales o pluviales, cuya distancia entre bordes debe ser de al menos dos metros (2,00 m).

Artículo 6.5.2-6

Ningún tanque de captación podrá instalarse en un lugar sujeto a inundación o filtración de aguas de lluvia o residuales.

6.6 EQUIPOS DE BOMBEO

6.6.1 NORMAS GENERALES

Artículo 6.6.1-1

La selección de los equipos de bombeo deberá hacerse con base en las curvas características de los mismos, su región de operación de preferencia y su región aceptable de funcionamiento, así como con las condiciones de funcionamiento del sistema de distribución, determinando en forma correcta los puntos de operación que corresponden con los diferentes regímenes de funcionamiento considerados. La potencia del motor deberá estar de acuerdo con los requerimientos de potencia hidráulica del sistema.

Artículo 6.6.1-2

Para el bombeo de agua en los edificios se recomienda, en general, la utilización de bombas centrífugas.

Artículo 6.6.1-3

Las bombas instaladas en las edificaciones, destinadas al abastecimiento de agua, no podrán conectarse directamente a la red pública, únicamente será a través de un tanque de captación, según lo dispuesto en el artículo 6.1.8, incisos b y c.

6.6.2 DIMENSIONAMIENTO

Artículo 6.6.2-1

Cuando el sistema de distribución de agua esté provisto de tanque de captación y tanque elevado, la capacidad del equipo de bombeo deberá ser tal que permita llenar el tanque elevado en el tiempo establecido en la sección 6.5.2-5.

Artículo 6.6.2-2

Los diámetros de las tuberías de impulsión de las bombas se determinarán en función del caudal de bombeo y de la carga dinámica total. Los diámetros de las tuberías de succión de las bombas se determinarán de acuerdo con la carga neta de succión requerida de la bomba.

Artículo 6.6.2-3

La potencia de la bomba podrá calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{\rho g Q H}{1000 \eta}$$

Donde,

- P**= potencia absorbida por la bomba (kW)
- H**= presión desarrollada por la bomba (mca)
- Q**= caudal que suministrará la bomba (L/s)
- ρ** = densidad del agua (kg/m³)
- g**= aceleración de la gravedad (m/s²)
- η** = eficiencia de la bomba (%)

Artículo 6.6.2-4

Los motores eléctricos que accionen bombas deberán tener una potencia nominal del 130% de la absorbida por la bomba, si son trifásicos, y del 150% si son monofásicos. En caso de que se disponga de datos técnicos precisos, podrá calcularse la potencia requerida, tomando en cuenta tales características. Estos datos deberán entenderse como una guía y no como una exigencia.

6.6.3 INSTALACIÓN

Artículo 6.6.3-1

Los equipos de bombeo de los sistemas de distribución de agua instalados dentro de los edificios deberán ubicarse en ambientes adecuados y que satisfagan requisitos tales como espacio libre alrededor de la bomba suficiente para su fácil reparación o remoción, piso con pendiente hacia desagües previstos, minimización de la contaminación acústica o sónica, seguridad y ventilación adecuada para el local. Los equipos que se instalen en el exterior deberán estar protegidos adecuadamente contra la intemperie y disponerse de tal forma que la contaminación acústica o sónica se minimice.

Artículo 6.6.3-2

Los equipos de bombeo deberán instalarse sobre una fundación de concreto, dimensionada para absorber las vibraciones. Los equipos se fijarán sobre la fundación mediante pernos de anclaje, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del equipo de bombeo.

Artículo 6.6.3-3

Las conexiones de la bomba a las tuberías de succión e impulsión deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Las juntas entre la bomba y las correspondientes tuberías preferiblemente serán del tipo de brida o de tope.
- b. Las juntas inmediatamente adyacentes a las tuberías de impulsión para diámetros de treinta y dos milímetros (0,032 m) y mayores serán del tipo flexible.
- c. Las tuberías de succión y aducción deberán descansar sobre soportes independientes de las fundaciones de la bomba. Su instalación será con el menor número posible de codos o figuras.
- d. En el caso de bombas de recirculación de agua caliente, deberán usarse juntas de dilatación, tanto en la tubería de succión como la de aducción.
- e. Los diámetros de las tuberías de succión serán siempre mayores o iguales que los de las tuberías de impulsión.
- f. Para efectos de prueba de la bomba, se recomienda que la descarga tenga una prevista en forma de unión en T con su respectiva válvula de compuerta.
- g. Se recomienda instalar en la tubería de impulsión, a corta distancia de la bomba, un manómetro cuya capacidad este acorde con la presión desarrollada por la bomba. De igual manera, se recomienda instalar un manómetro en la tubería de succión, a corta distancia de la bomba, cuyo rango de medición esté en concordancia con la carga de succión que pueda experimentar la tubería.
- h. En caso de requerirse reducción de diámetro en la succión de la bomba, deberá de utilizarse una reducción excéntrica, que evite la acumulación del aire.

En las tuberías de descarga se utilizarán reducciones concéntricas cuando sea necesario.

Artículo 6.6.3-4

En la tubería de impulsión, inmediatamente después de la bomba deberá instalarse una válvula de retención y una válvula de compuerta.

Artículo 6.6.3-5

En las tuberías de succión con carga positiva se instalará una válvula de compuerta. En el caso de que trabaje con carga de succión negativa, para prevenir el descebado de la bomba, deberá instalarse una válvula de retención (o de pie) con su respectivo filtro en su extremo inferior.

Artículo 6.6.3-6

En sistemas de bombeo de alta capacidad o para cargas elevadas, deberá estudiarse la conveniencia de instalar válvulas desaireadoras, válvulas de alivio de presión o algún otro sistema para contrarrestar los efectos del golpe de ariete.

Artículo 6.6.3-7

Las bombas y motores eléctricos instalados en los sistemas de distribución de agua de los edificios deberán estar identificados con placas en las cuales figuren grabados, en forma indeleble, los datos y características de los mismos, tales como:

- a. Para la bomba: marca, modelo, tipo, número de serie, caudal, presión, velocidad y potencia hidráulica
- b. Para el motor: marca, modelo, serie, voltaje y corriente por fase, factor de potencia, factor de servicio, velocidad, frecuencia, tipo de aislamiento, clase y temperatura ambiental aceptable

Artículo 6.6.3-8

Los motores deberán tener su alimentación independiente derivada directamente del tablero de control. El equipo deberá estar dotado de una adecuada protección contra sobrecargas, cortocircuitos, pérdida de fase, inversión de fase y sobrecalentamiento.

Artículo 6.6.3-9

Los equipos de bombeo para trabajo combinado con los tanques de captación, sistemas hidroneumáticos y de extinción de incendios, deberán estar dotados de un sistema de control automático que garantice su operación adecuada.

Artículo 6.6.3-10

En equipos de bombeo que se utilicen en edificios o instalaciones que así lo requieran, deberá preverse su conexión a un sistema alternativo de energía para casos de emergencia.

Artículo 6.6.3-11

Todos los equipos de bombeo e instalaciones de abastecimiento de agua en edificios cubiertos por este reglamento deberán tener un plan de mantenimiento que asegure una condición adecuada de operación.

6.7 EQUIPOS HIDRONEUMÁTICOS

Artículo 6.7-1

En lugares donde el abastecimiento público de agua no garantice presión suficiente para los requerimientos de la edificación, podrán instalarse equipos hidroneumáticos para mantener una presión adecuada en el sistema de distribución de agua. Los tanques hidroneumáticos no deben ser utilizados para la protección contra incendios.

Artículo 6.7-2

Para la instalación de equipos hidroneumáticos, deberá disponerse de un tanque bajo con capacidad mínima para el consumo total diario del edificio.

6.7.1 BOMBAS

Artículo 6.7.1-1 Presión de trabajo.

Las bombas deben seleccionarse para satisfacer las presiones requeridas por el sistema, según lo establecido en la sección 6.3.1, incluyendo el rango de operación del tanque hidroneumático.

Artículo 6.7.1-2 Ciclos.

Para la condición de demanda máxima, se recomienda que los arranques por hora del motor del sistema de bombeo no excedan las recomendaciones del fabricante. Como guía, se sugieren los siguientes valores:

- Motores mayores de 4 kW: 6 a 8 ciclos/hora.
- Motores entre 4 y 2 kW: 8 a 15 ciclos/hora.
- Motores menores de 2 kW: 15 a 25 ciclos/hora.

Artículo 6.7.1-3

El caudal de operación de la bomba será igual al consumo máximo de la instalación servida por el sistema hidroneumático durante la duración del ciclo de operación. El consumo máximo horario de la instalación puede determinarse de dos maneras:

- a. A partir del caudal promedio diario establecido según las dotaciones indicadas en el capítulo 4, multiplicado por un factor de maximización de veinte (20) en el caso de viviendas y diez (10) en el caso de oficinas y comercios.
- b. A partir del caudal máximo instantáneo probable de la instalación, que se establece en la sección 6.3.3, según la siguiente expresión:

$$Q = \frac{Q_M C_o t_M}{1500}$$

Donde:

Q= caudal máximo durante el ciclo de operación (L/s)

Q_M= caudal máximo probable (L/s)

C_o= ciclos de funcionamiento de la bomba por hora

t_M= tiempo probable que se estima puede durar la máxima demanda en un ciclo

(se recomienda utilizar un tiempo de 60 segundos)

6.7.2 TANQUES HIDRONEUMÁTICOS

Artículo 6.7.2-1

Las bombas y los motores del sistema hidroneumático deberán cumplir, además, con los requisitos exigidos en la sección 6.6, en cuanto les sean aplicables.

Artículo 6.7.2-2 Presiones.

El ámbito de presiones de operación del tanque hidroneumático debe garantizar que las presiones máximas y mínimas en el sistema cumplan con lo establecido en la sección 6.3.1.

Artículo 6.7.2-3 Dimensionamiento.

El volumen total del tanque hidroneumático se puede determinar según las siguientes expresiones:

- a. Para sistemas no precargados:

$$V_{th} = 1650 \frac{QP_{max}P_{min}}{C_o(P_{max}-P_{min})P_a}$$

- b. Para sistemas precargados:

$$V_{th} = 1800 \frac{QP_{max}}{C_o(P_{max}-P_{min})}$$

Donde,

V_{th} = volumen del tanque hidroneumático (litros)

Q = caudal del sistema de bombeo (L/s)

P_{max} = presión absoluta máxima de operación del tanque

P_{min} = presión absoluta mínima de operación del tanque

P_a = presión atmosférica

C_o = ciclos/hora de operación de las bomba

El volumen calculado según las fórmulas anteriores incluye un 10% adicional para asegurar el sello de los tubos de entrada y salida del líquido. Además, en el caso de instalaciones con compresor, incluye un 10% adicional como margen de seguridad contra posibles pérdidas de aire en el sistema.

Artículo 6.7.2-4

El nivel mínimo de agua en el tanque hidroneumático deberá ser tal que cubra las conexiones de entrada y salida del agua, así como que evite que el aire escape por dichas conexiones. Se recomienda que el volumen de agua ocupado por el sello no sea inferior al 10% del volumen total del tanque.

Artículo 6.7.2-5 Reposición del aire.

Los tanques hidroneumáticos deberán tener un sistema de carga de aire del tipo automático; los tanques con una capacidad igual o mayor a los tres mil litros (3000 L) deberán disponer de un compresor de aire para tales efectos.

Artículo 6.7.2-6 Capacidad del compresor.

La capacidad de los compresores para sistemas hidroneumáticos debe ser tal que comprima un volumen de aire igual a la capacidad del tanque, desde la presión atmosférica hasta la presión mínima de trabajo del tanque (Pmin) en un plazo de al menos una hora y media.

Artículo 6.7.2-7 Dispositivos requeridos.

El sistema hidroneumático deberá dotarse de los implementos que se indican a continuación:

- a. Dispositivo de control automático y manual
- b. Interruptor de presión para arranque a presión mínima y parada a presión máxima
- c. Manómetro en el tanque de agua
- d. Válvula de seguridad
- e. Válvulas de compuerta con uniones de tope que permitan la operación y desmontaje de equipos y accesorios
- f. Válvulas de retención en las tuberías de descarga de la bomba al tanque hidroneumático
- g. Llave de compuerta colocada de tal forma que con ella se pueda drenar todo el contenido del tanque
- h. Dispositivo automático para detener el funcionamiento de las bombas y compresor (si lo hubiera) en caso de falta de agua
- i. Uniones flexibles para absorber las vibraciones
- j. Se debe proveer un sistema de desvío (by pass) que permita el abastecimiento de la edificación directamente de la red, en caso de avería o de mantenimiento del sistema hidroneumático.

La figura 6.9 muestra un modelo de un sistema hidroneumático.

Artículo 6.7.2-8 Instalación.

Los tanques hidroneumáticos se apoyarán sobre soportes adecuados y, además, a los horizontales se les colocará sobre los soportes láminas de material aislante, para absorber las expansiones a que estarán sometidos. Estos tanques horizontales se instalarán con pendiente mínima de un 1% hacia el drenaje o limpieza previsto.

6.8 INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LAS INSTALACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Artículo 6.8-1

Las instalaciones de abastecimiento de agua deberán inspeccionarse y probarse antes de que entren en servicio.

Artículo 6.8-2

Para verificar el cumplimiento del proyecto aprobado, el profesional responsable de la obra deberá inspeccionarla regularmente, según las estipulaciones establecidas en la normativa del CFIA, exigiendo, en casos de alteración, las correcciones a que hubiere lugar, como requisito indispensable para aprobar la obra.

Artículo 6.8-3

El profesional responsable de la obra está en la obligación de probar el sistema, como garantía de su buena ejecución y diseño, según la prueba de ensayo hidrostático que se describe a continuación:

- a. La prueba debe realizarse antes de instalar las piezas sanitarias, colocándose tapones en los lugares correspondientes. Las tuberías por probar deberán estar libres de materiales ajenos y de residuos.
- b. Inyectar agua con la ayuda de una bomba hasta lograr una presión de 700 kPa.
- c. Observar que dicha presión se mantenga constante en el manómetro durante un lapso mínimo de quince (15) minutos, admitiéndose una disminución no mayor de 15 kPa sin acción de la bomba.
- d. Si el manómetro indica descenso de la presión, buscar los puntos de posibles fugas, los cuales deben ser adecuadamente corregidos hasta que se cumpla lo suscrito en el inciso c de este artículo.
- e. Para los efectos de seguridad de la prueba, deberán usarse manómetros con sensibilidad suficiente para indicar cambios de presión pequeños, del orden de 5 kPa o inferiores.

Artículo 6.8-4

En casos determinados o especiales, la autoridad sanitaria podrá someter las instalaciones a las pruebas adicionales que considere pertinentes.

6.9 DESINFECCIÓN SANITARIA

Artículo 6.9-1

Después de que la red interior de agua potable o cualquier parte de ella haya sido instalada o reparada, deberá ser lavada y desinfectada. El procedimiento de desinfección, mientras la autoridad sanitaria no indique otro procedimiento, será el siguiente:

- a. El sistema de tuberías deberá ser llenado con agua potable, hasta que reboce en los accesorios. Las tuberías por desinfectar deberán estar libres de materiales ajenos y de residuos.
- b. El sistema se llenará usando una solución de al menos 50 mg/L de cloro, la que deberá actuar en el interior de la tubería durante al menos tres (3) horas. Durante el proceso de la cloración, todas las válvulas y otros accesorios serán operados repetidas veces, para asegurar que todas sus partes entren en contacto con la solución de cloro.
- c. Después de la desinfección, el agua con cloro será totalmente expulsada de la tubería llenándola con el agua dedicada al consumo.
- d. El proceso se deberá repetir, si mediante exámenes bacteriológicos se comprueba la persistencia de elementos contaminantes o una alta concentración de cloro.

Artículo 6.9-2

Antes de llevar a cabo la desinfección de los tanques de almacenamiento, se deberán llenar con agua para detectar filtraciones. En el caso de estructuras de concreto, se recomienda

realizar una impermeabilización del tanque. Una vez detectadas las filtraciones, en caso de haberlas, se drenará el tanque y se llevará a cabo su reparación. La desinfección se hará de la siguiente manera:

- a. Las paredes del tanque se lavarán con una escoba o cepillo de acero, usando una solución concentrada de hipoclorito de calcio o de sodio (150 a 200 mg/L).
- b. El tanque se llenará con una solución que presente como mínimo 50 mg/L de cloro y deberá permanecer en el tanque durante 12 horas, como mínimo. Durante este tiempo, las válvulas se deberán accionar repetidamente, de modo que estas y los accesorios también entren en contacto con el desinfectante.
- c. Después de la desinfección, el agua con cloro se drenará completamente del tanque.
- d. Cuando no se disponga de hipoclorito de calcio o de sodio para realizar la desinfección, se podría utilizar, con previa autorización de su uso por parte de la autoridad sanitaria competente, otros compuestos biocidas para el proceso de desinfección. Estos compuestos deberán poseer una certificación de que no son dañinos para la salud humana, otorgada por alguna organización mundial, por ejemplo la Organización para la Salud y Seguridad Pública (NSF International, por su siglas en inglés).

6.10 INSTALACIONES DE AGUA CALIENTE

6.10.1 NORMAS GENERALES

Artículo 6.10.1-1

Para la producción, almacenamiento y distribución de agua caliente se deberán cumplir las disposiciones de la presente sección, además de lo establecido en los artículos anteriores para sistemas de agua potable.

Artículo 6.10.1-2

Las instalaciones de agua caliente en los edificios deben satisfacer los requerimientos de consumo y no deberán presentar riesgos de accidentes.

Artículo 6.10.1-3

Los equipos para la generación de agua caliente serán construidos de manera que sean resistentes a las presiones y temperaturas máximas que puedan darse en el sistema, así como ser resistentes a la corrosión y estar provistos de todos los dispositivos de seguridad y de limpieza requeridos según la normativa vigente y la buena práctica constructiva.

Artículo 6.10.1-4

Todo equipo de generación de agua caliente estará provisto de dispositivos automáticos para el control de temperatura y para el corte de la fuente de energía. Dichos dispositivos deberán instalarse en forma tal que suspendan el suministro de energía antes de que el agua en el tanque alcance una temperatura de 60 °C para viviendas; 70 °C para restaurantes, hoteles y similares; 80 °C para hospitales, clínicas y afines. El sensor de temperatura deberá

ubicarse en la zona de máxima temperatura del agua.

Artículo 6.10.1-5

Los sistemas de generación de agua caliente dispondrán de válvulas de seguridad para controlar el exceso de presión. Dichos dispositivos se graduarán de modo que inicien su operación a una presión un 10% mayor que la del funcionamiento normal del sistema. Su ubicación será en el equipo de generación o en su tubería de salida a una distancia máxima de treinta centímetros (0,30 m) del equipo, siempre que no existan válvulas entre la válvula de seguridad y dicho equipo.

Artículo 6.10.1-6

Los sistemas de generación de agua caliente que operan con gas combustible y sean del tipo abierto no deberán instalarse en cuartos de baño, dormitorios, cuartos de duchas o de limpieza. En este tipo de recintos solo se podrán usar aquellos de tipo estanco.

6.10.2 INSTALACIÓN

Artículo 6.10.2-1

El sitio donde se realice la instalación de un calentador de agua deberá ser accesible para su inspección, mantenimiento o reemplazo.

Artículo 6.10.2-2

Los calentadores de agua deberán ubicarse en piezas no habitables de la casa, a excepción de los calentadores de agua instantáneos, siempre y cuando sean eléctricos o ventilados directamente.

Artículo 6.10.2-3

Cuando el sistema de alimentación de agua caliente del edificio es del tipo simple o sin recirculación, deberá instalarse una válvula de retención en la tubería de alimentación de agua caliente.

Artículo 6.10.2-4

Deberá instalarse una válvula de control en la tubería de abastecimiento de agua fría al sistema de generación de agua caliente. Además, para separar el tanque de agua caliente de las tuberías y facilitar su mantenimiento, las conexiones de entrada y salida serán de uniones de tope.

Artículo 6.10.2-5

Los escapes de vapor o agua caliente provenientes de los dispositivos de seguridad y control deberán evacuarse en forma indirecta al drenaje. Las descargas estarán ubicadas de manera que no causen accidentes, molestias, ni daños a estructuras, equipos y propiedades, pero que permita su observación por los ocupantes del edificio. El diámetro de la tubería de descarga deberá ser como mínimo el diámetro de salida de la válvula de alivio. La tubería de descarga deberá permitir el drenaje por gravedad y su parte final deberá estar a una distancia no mayor a quince centímetros (0,15 m) sobre el nivel del piso.

Artículo 6.10.2-6

Materiales. En los sistemas de agua caliente, las tuberías de distribución podrán ser de hierro galvanizado, cobre o CPVC. Se podrán utilizar tuberías de otros materiales,; sin embargo, se debe tener presente la revisión por parte de la autoridad sanitaria competente y otras instituciones del Estado.

Artículo 6.10.2-7

En las tuberías del sistema de agua caliente se deberán instalar las juntas de dilatación suficientes para evitar pandeo, desplazamiento excesivo o rotura de las tuberías.

Artículo 6.10.2-8

Los calentadores de agua deberán encontrarse a una distancia no menor a treinta centímetros (0,30 m) de cualquier muro lateral o trasero. Esto en el caso de que el fabricante del equipo no realice indicación al respecto.

Artículo 6.10.2-9

Los calentadores a base de gas que se instalen en edificaciones residenciales deberán ser instalados de tal forma que los quemadores o dispositivos de ignición se encuentren a una distancia mínima de cincuenta centímetros (0,5 m) del piso.

Artículo 6.10.2-10.

e deberán instalar válvulas para controlar el exceso de presión, además de instalarse una válvula de retención en la tubería de abastecimiento de agua fría.

Artículo 6.10.2-11

La instalación de calentadores de agua a gas deberá cumplir además con lo estipulado en la norma NFPA 54 Código Nacional de Gas Combustible o NFPA 58 Código del Gas Licuado de Petróleo.

Artículo 6.10.2-12

La instalación de calentadores de agua eléctricos deberá cumplir con lo estipulado en el Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad o, en su defecto, a la norma NFPA 70 Código Eléctrico Nacional.

6.10.3 AIRE DE COMBUSTIÓN**Artículo 6.10.3-1**

Los calentadores de agua que utilicen combustibles deberán instalarse en sitios con buena ventilación, que permitan una adecuada combustión del equipo y ventilación de los gases de escape.

Artículo 6.10.3-2

En edificios que presenten una alta hermeticidad respecto a la infiltración de aire, el aire de combustión deberá obtenerse desde fuera. Para edificios con una hermeticidad ordinaria, todo o una porción del aire requerido para la combustión podrá ser obtenido por infiltración, si el volumen de aire encerrado es de al menos un metro cúbico (1 m³) por cada doscientos cinco watts (205 W) de capacidad del calentador.

Artículo 6.10.3-3

El área neta libre de las aberturas o ductos para suplir el aire necesario de la combustión se presentan en la tabla 6.11.

TABLA 6.11 TAMAÑO DE LAS ABERTURAS DE AIRE O DUCTOS PARA CALENTADORES DE AGUA DE GAS

Edificios de hermeticidad ordinaria		Edificios de alta hermeticidad	
Ubicación del artefacto	Tamaño de la abertura o ducto	Ubicación del artefacto	Tamaño de la abertura o ducto
Sitio no confinado ¹	Se podrá contar solamente con infiltración	Sitio no confinado. Aire tomado de un espacio con comunicación libre hacia afuera	Proveer de dos aberturas , cada una de 4,4 cm ² por kW
Sitio confinado		Sitio confinado	
Todo el aire tomado de adentro del edificio. (Ver fig. 6.10 a)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proveer de dos aberturas, de 22 cm² por cada kW, hacia otro espacio libre confinado. 2. El área mínima debe ser de 645 cm² 	Sitio confinado. Obtiene el aire desde las afueras del edificio o a través de un espacio con comunicación libre hacia afuera	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proveer de dos ductos verticales, cada uno de 5,5 cm² kW. 2. Proveer de dos ductos horizontales, cada uno de 11 cm² por kW. (ver fig. 6.10 c) 3. Proveer de dos aberturas en un muro exterior del sitio, cada una de 5,5 cm² por kW. (ver fig. 6.10 d) 4. Proveer de una abertura en el cielo raso, y un ducto vertical para ventilar el ático, cada apertura de 5,5 cm² por kW. 5. Proveer de una abertura en un cielorraso cerrado para ventilar el ático, y una abertura en el piso cerrado. Cada abertura de 5,5 cm² por kW.
Parte del aire tomado de adentro del edificio (Ver fig. 6.10 b)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proveer de dos aberturas hacia otro espacio confinado, cada una de 645 cm² 2. Agregar un ducto con comunicación al exterior, con un área de 4,4 cm² por cada kW 		
Todo el aire tomado de afuera del edificio (tomado de un espacio con comunicación libre hacia afuera)	Usar cualquier método enlistado para espacio sitio confinado en edificios herméticos		

Nota:

Se considera un sitio no confinado a todo aquel cuarto o lugar que tenga un volumen de al menos 1 m³ por cada 205 W de capacidad del calentador de agua. Habitaciones que se comuniquen directamente con este espacio, a través de aberturas sin aditamentos, tales como puertas, se consideran como parte del sitio confinado.

Artículo 6.10.3-4

Las aberturas para el ingreso de aire deberán localizarse de tal forma que:

- Una apertura debe localizarse a una distancia, por sobre la parte más alta del calentador de agua, no menor a 30 cm.
- Otra apertura debe localizarse por debajo del nivel de cielorraso del cuarto, a una distancia no menor de 30 cm.
- Las aberturas deben ser de mayor tamaño que el calentador, debiendo terminar a una distancia mínima de 7,5 cm por sobre los lados o frente del calentador.
- Las aberturas deben servir a un solo cuarto cerrado.

Artículo 6.10.3-5

Los requerimientos indicados en la tabla 6.11 son solo una referencia. La forma en que se supla el aire de combustión podrá diseñarse de acuerdo con principios reconocidos y buenas prácticas de la Ingeniería, mientras no contravenga con las disposiciones de las autoridades relacionadas.

6.10.4 VENTILACIÓN Y GASES DE COMBUSTIÓN

Artículo 6.10.4-1

Los calentadores de agua que requieran de chimeneas o ductos para expulsar los gases de ventilación deberán cumplir con lo dispuesto por el fabricante del equipo; además, para el diseño dimensionamiento se podrá utilizar las indicaciones de la norma NFPA 54, Código Nacional de Gas Combustible.

Artículo 6.10.4-2

Los ductos de chimenea deberán ser adecuados para llevar los gases de combustión y deberán cumplir con las especificaciones del fabricante del calentador, así como también lo dispuesto por la NFPA 54 Código Nacional de Gas Combustible.

Artículo 6.10.4-3

El sistema de ventilación deberá diseñarse para que este desarrolle un flujo positivo que transporte todos los productos de la combustión hacia las afueras del edificio.

Artículo 6.10.4-4

La descarga de los ductos que atraviesan muros o salen hacia el techo deberá finalizar en un tipo de sombrerete adecuado, el cual debe ser instalado según las instrucciones del fabricante.

Artículo 6.10.4-5

La descarga de los ductos que finalicen sobre el techo deberá sobrepasar en al menos sesenta centímetros (0,60 m) el punto más alto del techo ubicado en un radio de tres metros (3 m).

Artículo 6.10.4-6

La descarga de los ductos deberá finalizar respetando las siguientes dimensiones:

- a. Deberá encontrarse a una distancia no menor a ciento veinte centímetros (1,20 m) por debajo de cualquier puerta, ventana (que sirva para efectos de ventilación), o entradas de aire (por gravedad).
- b. Deberá estar a una distancia no menor a ciento veinte centímetros (1,20 m) horizontalmente de cualquier puerta, ventana (que sirva para efectos de ventilación), o entradas de aire (por gravedad).
- c. Deberá estar a una distancia no menor a treinta centímetros (0,30 m) por encima de cualquier puerta, ventana (que sirva para efectos de ventilación), o entradas de aire (por gravedad).
- d. Deberá estar a una distancia no menor a noventa centímetros (0,90 m) por encima de cualquier entrada de aire forzada, localizada en un radio de tres metros (3 m).
- e. Deberá estar a una distancia no menor a sesenta centímetros (0,60 m) por encima de cualquier muro o baranda, localizada en un radio de tres metros (3,0 m).

6.10.5 DISTRIBUCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA CALIENTE

Artículo 6.10.5-1

Se podrán utilizar calentadores de agua eléctricos, de gas o de energía solar, ya sean del tipo de alimentación directa o con tanque.

Artículo 6.10.5-2

El abastecimiento de agua potable para los calentadores se podrá realizar por cualquiera de los siguientes medios:

- a. Directamente de la red pública.
- b. De un tanque de captación de agua fría.
- c. De un tanque hidroneumático.

Artículo 6.10.5-3

La distribución de agua caliente se podrá realizar mediante los siguientes métodos: sistema con recirculación y sistema sin recirculación. El primero podrá ser del tipo forzado o por gravedad.

- *Sistema con recirculación:* este se recomienda en edificaciones de tres (3) o más plantas, o en aquellos casos donde las piezas sanitarias o los puntos donde se requiera agua caliente se encuentren distribuidos en áreas extensas, con especial atención a los casos en que sea necesario un abastecimiento de agua constante e instantáneo, tales como hospitales, clínicas y hoteles, entre otros.

- *Sistema sin recirculación:* se utiliza en instalaciones pequeñas, viviendas unifamiliares y edificaciones de hasta tres plantas.

Artículo 6.10.5-4

Las dotaciones para agua caliente estarán de acuerdo con lo establecido para sistemas de agua fría en el capítulo 4, de la siguiente manera:

- a. Uso doméstico. La dotación diaria mínima será una sexta parte de la dotación fijada para agua fría.
- b. Hospedaje y alojamiento. La dotación diaria mínima será de una cuarta parte de la dotación fijada para agua fría.
- c. Restaurantes y similares. La dotación diaria mínima será de dos litros por persona servida.
- d. Residencias estudiantiles. La dotación diaria mínima será de una cuarta parte de la dotación fijada para agua fría.
- e. Gimnasios. La dotación diaria mínima será de cinco litros por metro cuadrado (5,0 L/m²) de área efectiva.
- f. Hospitales, clínicas y similares. La dotación diaria mínima para clínicas y hospitales será de dos quintas partes de la dotación fijada para agua fría. La dotación diaria para clínicas dentales será de un octavo de la dotación fijada para agua fría.

Artículo 6.10.5-5

Para el cálculo de la capacidad del equipo de generación de agua caliente, cuando disponga de un tanque de captación, se utilizarán las relaciones que se indican en la tabla 6.12, de acuerdo con el consumo de agua caliente asignado.

TABLA 6.12 CAPACIDAD DE LOS TANQUES Y EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE

Tipo de edificación	Capacidad del tanque de captación de agua caliente	Capacidad horaria del equipo de producción
	(Fracción del consumo diario de agua caliente)	
Residencial	1/2	1/2
Hoteles y similares	1/7	1/10
Restaurantes y similares	1/5	1/10
Gimnasios	2/5	2/5
Hospitales, clínicas y similares	2/5	1/6

7. SISTEMAS DE DESAGÜE DE AGUAS RESIDUALES

7.1 NORMAS GENERALES

Artículo 7.1-1

Las instalaciones sanitarias de aguas residuales deberán diseñarse y construirse de forma que permitan la rápida evacuación de los desechos, eviten obstrucciones, impidan el paso de gases y olores del sistema al interior de las edificaciones, no permitan el escape de líquidos ni formación de depósitos en el interior de las tuberías y no contaminen el agua de consumo.

Artículo 7.1-2

Las tuberías y accesorios de los sistemas de desagüe de aguas residuales serán de un material duradero, libre de defectos y cumplirán con los requisitos y especificaciones indicadas en los artículos de la sección 7.2 de este Código.

Artículo 7.1-3

Cada mueble sanitario o accesorio conectado directamente con el sistema de desagüe de aguas residuales deberá equiparse con un sello de agua o sifón para evitar la entrada de malos olores al interior de la edificación.

Artículo 7.1-4

Todo sistema de desagüe de aguas residuales deberá estar dotado de un número suficiente de cajas de inspección y registro para su limpieza y mantenimiento.

Artículo 7.1-5

El sistema de desagüe de aguas residuales deberá contar con tuberías de ventilación que permitan una aireación adecuada, garantizando flujo a presión atmosférica.

Artículo 7.1-6

Ningún mueble sanitario deberá instalarse en una habitación que no tenga ventilación ni iluminación adecuadas. Además, se respetarán las dimensiones indicadas en la sección 5.3 de este Código.

Artículo 7.1-7

Las descargas de los sistemas de desagüe de aguas residuales deberán desecharse según lo indicado en el capítulo 3 de este Código.

Artículo 7.1-8

En un sistema de desagüe de aguas residuales serán inadmisibles las siguientes condiciones:

- a. Que las descargas de una edificación ingresen a las tuberías de otra edificación.
- b. Que las tuberías de desagüe crucen el interior de tanques de almacenamiento de agua potable, ni que crucen sobre el techo o losa de cobertura de los mismos (ver sección 6.5.2).
- c. Cajas de registro en habitaciones o lugares cerrados.

- d. Conexiones cruzadas con otros sistemas.

Artículo 7.1-9 Protección contra roedores.

Se debe instalar en la entrada de la tubería de drenaje un dispositivo o tapa perforada, donde la mayor abertura no debe ser mayor a 12 mm, que no permita el ingreso de roedores a las edificaciones.

7.2 MATERIALES PARA TUBERÍAS DE DESAGÜES, TUBOS DE VENTILACIÓN, SUS UNIONES Y CONEXIONES

Artículo 7.2-1

En los conductos para desagüe de aguas residuales, domiciliarios o industriales deberán utilizarse tuberías de los siguientes materiales, según las indicaciones de los artículos siguientes.

- Hierro fundido
- PVC (DWV)
- Acero galvanizado
- Polietileno
- Concreto
- Polipropileno

Artículo 7.2-2 Acero galvanizado.

Se permitirá el uso de tuberías y piezas de conexión de acero o de hierro forjado galvanizados para conductos o ramales de desagüe, bajantes y alcantarillado sanitarios de la edificación, siempre que se usen con las correspondientes conexiones para desagüe de los mismos materiales y que no se coloquen bajo tierra. Se deberán mantener a una altura sobre el suelo de al menos quince centímetros (0,15 m).

Artículo 7.2-3 Arcilla vitrificada.

El uso de arcilla vitrificada extra fuerte será admisible únicamente en tuberías enterradas y para casos excepcionales. No se recomienda su uso por su fragilidad. Tampoco se debe utilizar en aquellos casos donde la tubería de drenaje este presurizada por una bomba.

Artículo 7.2-4 Concreto.

El uso de tubos de concreto será admisible únicamente para colectores situados por fuera del área de construcción y retirados de los cimientos estructurales de la edificación, debiendo encontrarse a una distancia no menor a un (1) metro de estas últimas. En las edificaciones de una sola planta se permitirá el uso de estos materiales aun debajo de la zona de construcción.

Artículo 7.2-5

Las tuberías de desagüe que conduzcan líquidos corrosivos y las correspondientes tuberías de ventilación serán construidas de material resistente a la corrosión.

Artículo 7.2-6

Para todos los diferentes tipos de tuberías, conexiones y accesorios, con la salvedad de

las fabricadas en PVC y CPVC, mientras no estén vigentes en el país normas técnicas industriales para los diferentes tipos de tuberías, conexiones y accesorios, se considerarán de calidad satisfactoria si cumplen con las especificaciones más recientes de entidades calificadas tales como:

- American Water Works Association (AWWA)
- American Standards Association (ASA)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- British Standards Institute (BSI)
- International Organization for Standardization (ISO)
- Deutsche Institute für Normung (DIN)

En el caso de tuberías de PVC, se deberá cumplir con la correspondiente de las siguientes normas, según sea el caso:

- ASTM D 3034 tubería y accesorios de PVC para alcantarillado sanitario.
- ASTM D 2665 tubería y accesorios de PVC para drenaje, sistemas sanitarios y ventilación (DWV).
- ASTM D 3350 tubería y accesorios de polietileno.
- ASTM F-949. tubería y accesorios de PVC de pared corrugada (estructurada) con interior liso.

Artículo 7.2-7 Uniones.

Las uniones para las tuberías de desagüe y ventilación deberán estar de acuerdo con la clase y tipo de las tuberías respectivas, y deberán garantizar la estanqueidad del sistema.

Artículo 7.2-8 PE.

Las tuberías de polietileno se podrán exponer a la radiación ultravioleta, siempre y cuando estas sean estabilizadas por medio de carbono negro bien dispersado en un compuesto, en una concentración no menor al 2%.

Artículo 7.2-9 PVC.

Las tuberías de PVC podrán estar expuestas al ambiente, siempre y cuando estén en una zona no expuesta a daño físico y sean protegidas de los rayos ultravioleta.

7.3 NORMAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTOS DE DESAGÜE DE AGUAS RESIDUALES

7.3.1 MÉTODOS DE DIMENSIONAMIENTO

Artículo 7.3.1-1

Las dimensiones de los colectores primarios y secundarios se calcularán tomando como base el caudal que pueda descargar cada pieza sanitaria que desagüe en los mismos. El caudal máximo de un colector se obtendrá considerando la probabilidad de uso simultáneo de las piezas sanitarias conectadas al mismo. Se sugiere utilizar cualquiera de los dos métodos que se indican a continuación:

a. Primer método: este consiste en estimar el caudal de descarga de forma similar a la sección 6.3.3, utilizando las unidades de accesorio como unidades de descarga, pero se debe utilizar solamente los datos para sistemas con fluxómetros. Una vez obtenido el caudal máximo probable, el diámetro de desagües y bajantes se estima mediante los procedimientos indicados en la sección 7.3.

b. Segundo método: la segunda manera consiste en utilizar tablas que relacionan directamente las unidades de descarga en una tubería de desagüe con el diámetro requerido. Las tablas 7.1 y 7.2 se utilizan para estos efectos.

7.3.1.1 PRIMER MÉTODO

Artículo 7.3.1.1-1

De forma similar a los sistemas de abastecimiento de agua potable, los sistemas de drenaje de aguas residuales se dimensionarán utilizando el concepto del caudal máximo probable. El método de Hunter, explicado en la sección 6.3.3, puede utilizarse también para estimar los caudales de descarga de aguas residuales.

En este caso, a cada accesorio sanitario se le asignan un peso mediante las unidades de descarga de aparatos sanitarios. El valor de las unidades de descarga (ver tabla 7.3) se basa en el volumen promedio descargado, la duración normal de la descarga y la frecuencia de uso del aparato sanitario. En general, las unidades de descarga de los aparatos son iguales o similares a las unidades de accesorio indicadas en la tabla A1 (u.a.), a excepción de aquellos casos en los cuales las descargas de los aparatos resultan diferentes que sus caudales de alimentación, tales como inodoros con tanques, fregaderos, entre otros. La tabla 7.3 indica los valores de las unidades de descarga (u.d.) para diferentes tipos de aparatos.

Artículo 7.3.1.1-2

Como recomendación para estimar el caudal de las unidades de descarga, se podrá utilizar los datos para sistemas con fluxómetros.

Artículo 7.3.1.1-3

Una vez obtenido el caudal máximo probable a partir de la sección 7.3.2 y del método de Hunter en la sección 6.3.3, el diámetro de los desagües y bajantes se estima mediante los procedimientos indicados en la sección 7.3.3.

7.3.1.2 SEGUNDO MÉTODO

Artículo 7.3.1.2-1

La segunda forma consiste en utilizar tablas que relacionan directamente las unidades de descarga en una tubería de desagüe con el diámetro requerido. Las tablas 7.1 y 7.2 se utilizan para estos efectos.

**TABLA 7.1 CARGAS MÁXIMAS PERMISIBLES PARA TUBERÍAS
DE DESAGÜE VERTICALES (BAJANTES)**

Diámetro bajante (mm)	Bajantes de menos de tres pisos	Bajante de más de tres pisos	
		Total bajante	Total por piso
	Unidades de descarga		
31 ⁽¹⁾	2	2	1
38 ⁽¹⁾	4	8	2
50 ⁽¹⁾	10	24	6
62 ⁽¹⁾	20	42	9
75	30 ⁽³⁾	60 ⁽³⁾	16 ⁽²⁾
100	240	500	90
125	540	1100	200
150	960	1900	350
200	-	3600	600
250	-	5600	1000

Notas:

1. No se permiten inodoros.
2. No se permiten más de dos inodoros.
3. No se permiten más de seis inodoros.

Tabla 7.2 CARGAS MÁXIMAS PERMISIBLES PARA TUBERÍAS DE DRENAJE HORIZONTALES

Diámetro del tubo (mm)	Cualquier ramal horizontal de accesorio	Desagües y ramales principales			
		Pendiente (%)			
		0.5	1.0	2.0	4.0
Unidades de descarga					
32 ⁽¹⁾	1	np	np	np	np
38 ⁽¹⁾	3	np	np	np	np
50 ⁽¹⁾	6	np	np	21	26
62 ⁽¹⁾	12	np	np	24	31
75	20 ⁽²⁾	np	20 ⁽²⁾	27 ⁽²⁾	36 ⁽²⁾
100	160	np	180	216	250
125	360	np	390	480	575
150	-	np	700	840	1000
200	-	1400	1600	1920	2300
250	-	2500	2900	3500	4200
300	-	3900	4600	5600	6700

Notas:

1. No se permiten inodoros.
2. No se permiten más de dos inodoros.
3. No se permiten más de seis inodoros.

7.3.2 UNIDADES DE DESCARGA Y DIÁMETROS MÍNIMOS DE LOS CONDUCTOS DE DESAGÜE

Artículo 7.3.2-1

Para la estimación de las capacidades de descarga de las diferentes piezas sanitarias, así como los diámetros mínimos de los sifones y de los conductos de descarga de dichos aparatos, se utilizarán los valores dados en la tabla 7.3. Para todo aparato que no aparezca en dicha tabla se utilizarán los datos indicados de la tabla 7.5, de acuerdo con las unidades de descarga.

TABLA 7.3 UNIDADES DE DESCARGA Y DIÁMETROS MÍNIMOS DE SIFONES Y CONDUCTOS DE DESCARGA DE APARATOS SANITARIOS

Accesorio	Diámetro mínimo sifón y conducto de descarga ⁽¹⁾ (mm)	Unidades de descarga (u.d.)	
		Uso Privado	Uso Público
Tina	38	2	4
Bidé	38	1	2
Ducha	50	2	4
Fregadero doméstico	38	2	4
Fregadero Comercial	50	-	1
Inodoro con tanque	100 ⁽²⁾	3	5
Inodoro con válvula semiautomática	75	6	10
Lavatorio (uso residencial)	31	1	2
Lavatorio (uso colectivo)	38	4	-
Lavadora ⁽³⁾	50	2	2
Mingitorio corrido (por metro)	50	0.5	-
Mingitorio con válvula semiautomática de 19 mm	50	3	
Pileta de lavar	38	4 a 5	5 a 6
Lavaplatos doméstico	12	1.5	-
Fregadero (clínicas)	12	8	-
Pileta de lavar	12	2	4

Notas:

1. Diámetro interior mínimo
2. Se permitirá el uso de tuberías de setenta y cinco milímetros (0,075 m) para inodoros de seis litros (6,0 l) por descarga. También, en edificaciones en donde las dimensiones entre la loza de concreto y el cielo raso sean reducidas.
3. Para edificios donde existan áreas de lavado comunes, con baterías de tres o más lavadoras, se deberán considerar al menos seis u.d. por cada una, para el dimensionamiento de los drenajes comunes, tanto los horizontales como verticales.
5. En el caso de artefactos o equipos con flujo continuo o semicontinuo, tales como el resultado de bombas de agua residuales, lavaderos automáticos, equipos de aire acondicionado y similares, el número de unidades de descarga correspondiente se calculará a razón de una unidad de descarga por cada 0,06 litros por segundo del gasto. En caso de descarga de dichos artefactos o equipos cuyo drenaje se efectúe por bombeo, el diámetro mínimo del conducto o del ramal de desagüe que reciba tal descarga será 7,62 cm (3").
3. El receptor del drenaje indirecto deberá ser dimensionado basado en el total de la descarga del drenaje que le llega, de acuerdo con la tabla 7.4.

TABLA 7.4 DIMENSIONAMIENTO DE LOS DESAGÜES INDIRECTOS

Caudal de descarga (l/s)	Equivalencia (u.d.)
0,00 a 0,47	1
0,50 a 0,95	2
1,00 a 1,89	4
1,95 a 3,15	6

Nota:

- Para desagües de baja demanda, por ejemplo refrigeradores, expendedores de café y de agua, se utilizará un sifón de al menos 38 mm.
- Para desagües con una demanda moderada o considerable, por ejemplo fregaderos comerciales y lavaplatos, se utilizará un sifón de al menos 50 mm.

TABLA 7.5 DIÁMETROS MÍNIMOS DE SIFONES Y CONDUCTOS DE DESCARGA DE APARATOS SANITARIOS NO ESPECIFICADOS

U.D.	Diámetro mínimo (mm)
1	32
2	38
3	50
4	62
5	75
6	100

7.3.3 PENDIENTES Y VELOCIDADES

Artículo 7.3.3-1

La pendiente de los tramos horizontales de los conductos de descarga, así como la de los colectores primarios y secundarios será uniforme. Para determinar su diámetro y su pendiente se tendrán las siguientes consideraciones:

- El diámetro de un conducto horizontal de desagüe no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de las piezas que en él descarguen.
- El conducto deberá funcionar a canal abierto con velocidades entre 0,6 y 2,5 m/s.
- Para el caudal de diseño, la descarga llenará como máximo la mitad de la altura del colector, en condiciones de flujo uniforme. En edificios de varios pisos, la descarga podrá llenar hasta un máximo de 3/4 partes de la altura del colector, en condiciones de flujo uniforme.
- Para la estimación del diámetro y pendiente requeridos, se recomienda la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1000}{n} A_M (R_H)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Donde,

Q= caudal de diseño del colector (L/s)

n= coeficiente de rugosidad de Manning (ver tabla 7.7)

A_M= área mojada (m²)

R_H= radio hidráulico = área mojada/perímetro mojado (m)

S= Pendiente del conducto (m/m)

Para el cálculo del área mojada y del radio hidráulico para las dos condiciones de flujo, se podrán utilizar las ecuaciones de la tabla 7.6.

TABLA 7.6 ECUACIONES PARA CALCULAR EL AREA MOJADA Y EL RADIO HIDRÁULICO EN CONDUCTOS CIRCULARES

Para sistemas donde la descarga alcanza la mitad del tubo	
A_M	$A_M = \frac{\pi d^2}{8}$
R_H	$R_H = \frac{d}{4}$
Para sistemas donde la descarga alcanza 3/4 partes del diámetro del tubo	
A_M	$A_M = \frac{d^2}{2} \left(\frac{\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{8} \right)$
R_H	$R_H = \frac{d}{4} \left(1 + \frac{3\sqrt{3}}{8\pi} \right)$

Nota:

Donde, d es el diámetro interno de la tubería (m).

e. En el caso de conductos de descarga y colectores de menos de ciento cincuenta milímetros de diámetro (0,15 m) se respetarán las pendientes mínimas indicadas en la tabla 7.8.

Tabla 7.7 COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE MANNING

Material	Coeficiente de Manning		
	Mínimo	Medio	Máximo
Hierro fundido	0,011	0,014	0,016
PVC y PE	0,009	0,010	0,012
Hierro galvanizado	0,013	0,016	0,017
Concreto	0,011	0,013	0,014
Arcilla vitrificada	0,011	0,014	0,017
Tubería ADS (PE corrugado)			
75 mm a 250 mm	0,015	0,016	0,017
300 mm a 600 mm	0,018	0,019	0,020

Tabla 7.8 PENDIENTE MÍNIMA DE LOS CONDUCTOS DE DESCARGA Y COLECTORES

Diámetro (mm)	Pendiente mínima (%)
50	2,0
75	2,0
100	1,5
150	1,0
200	1,0

7.4 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA LOS DESAGÜES DE AGUAS RESIDUALES

7.4.1 INSTALACIÓN Y LOCALIZACIÓN

Artículo 7.4.1-1

En edificios de tres o más plantas, los bajantes deberán colocarse en ductos previstos para tal fin. Sus dimensiones serán tales que permitan su instalación, revisión, reparación o remoción.

Artículo 7.4.1-2

No deben colocarse tuberías de drenaje de aguas residuales o de ventilación en las escaleras, fosos de elevadores, ni de forma que estorben la operación normal de ventanas o puertas.

Artículo 7.4.1-3

No se permitirá la colocación de tuberías de drenaje directamente por encima de tanques de suministro de agua, de los registros de limpieza de dichos tanques o de áreas de piso usadas para la fabricación, preparación, empaque, almacenamiento o exhibición de alimentos.

Artículo 7.4.1-4

La instalación de los conductos de desagüe y ventilación deberá cumplir con los artículos de la sección 6.4 que le correspondan.

Artículo 7.4.1-5

Los conductos y ramales de desagüe de aguas residuales de la edificación se instalarán en alineamientos rectos y con pendiente uniforme.

Artículo 7.4.1-6

Tuberías enterradas. Los colectores de desagüe situados bajo tierra deberán colocarse en zanjas excavadas de dimensiones tales que permitan su fácil instalación y cumplir con las siguientes condiciones:

- a. La profundidad de las zanjas estará de acuerdo con el diámetro de la tubería a instalar y en ningún caso habrá una distancia menor a treinta centímetros (0,30 m) entre la corona del tubo y la superficie del terreno. En caso de que se trate de una zona transitada, esta distancia no deberá ser menor a un metro (1,0 m), salvo que mediante cálculos se demuestre que un valor menor es seguro.
- b. Antes de proceder a la colocación de las tuberías, deberá compactarse el fondo de la zanja con el fin de evitar posibles desperfectos por asentamientos. Los tubos deberán estar en contacto con el terreno firme en toda su longitud y de manera que queden apoyados en al menos veinticinco por ciento (25%) de su superficie exterior.
- c. Cuando existan posibilidades de movimiento de tierra se deberán tomar las previsiones respectivas asentando los tubos sobre bases especiales y utilizando conexiones flexibles.
- d. Una vez colocadas las tuberías, rellena y compactada la zanja, serán inspeccionadas y sometidas a las pruebas correspondientes de acuerdo con lo estipulado en la sección 7.10.
- e. Ningún punto del colector de aguas residuales se deberá encontrar a una distancia menor de las indicadas a continuación:

Tabla 7.9 DISTANCIAS A GUARDAR POR LOS COLECTORES DE AGUAS RESIDUALES

Distancia horizontal mínima requerida desde el colector de aguas residuales	
Lindero de propiedad o muros medianeros	1 m
Pozos de agua	15 m
Alimentación agua pública	3 m
Acometida residencial	0,3 m

f. Las tuberías de desagüe residual y pluvial de la edificación situadas a un nivel inferior y paralelas a las fundaciones, deberán ser retiradas de las mismas en forma tal que el plano formado por el borde inferior de la fundación y el eje de la tubería forme un ángulo no mayor a cuarenta y cinco grados (45°) con la horizontal.

g. Cuando las tuberías de alcantarillado sanitario o pluvial de la edificación fueren colocadas sobre terrenos de relleno, se deberán usar tubos de hierro fundido colocados sobre base bien compactada. No obstante, se permitirá usar otros materiales aprobados, cuando los tubos sean colocados sobre una base de concreto cuyo espesor y resistencia estén de acuerdo con la profundidad y característica del relleno.

7.4.2 CONEXIONES ENTRE TUBERÍAS

Artículo 7.4.2-1

Los empalmes entre colectores, bajantes y los conductos de desagüe, se harán a un ángulo no mayor a cuarenta y cinco grados (45°), salvo que se hagan en una caja de registro, en cuyo caso el fondo de la caja será tal que acondicione el flujo.

Artículo 7.4.2-2

Para evitar el retroceso del flujo de los conductos de desagüe de aguas residuales hacia los ramales, cada conexión de ramal al conducto de desagüe debe hacerse preferiblemente en su mitad superior o en la porción de espacio de aire.

Artículo 7.4.2-3

Donde dos o más bajantes de aguas residuales descarguen a un ramal principal horizontal, deberán conectarse a la mitad superior del ramal.

Artículo 7.4.2-4

Cuando se requiera dar un cambio de dirección a un bajante, los diámetros de la parte inclinada y del tramo inferior del bajante se calcularán de la manera siguiente:

a. Si la parte inclinada forma un ángulo de 45 grados o más con la horizontal, se calculará como si fuera un bajante.

- b. Si la parte inclinada forma un ángulo menor de 45 grados con la horizontal, se calculará de acuerdo con su caudal de diseño y como si tuviera una pendiente del 4%.
- c. Por debajo de la parte inclinada, el bajante tendrá un diámetro no menor que el del tramo inclinado.

Artículo 7.4.2-5

Los cambios de dirección horizontales de las tuberías de desagüe de aguas residuales deben hacerse por medio de uniones en Y de 45°, codos de curva abierta de 60°, 45° o 22,5°, o con combinaciones apropiadas de estos aditamentos o de sus equivalentes.

Artículo 7.4.2-6

Los cambios de dirección del flujo de horizontal a vertical se harán mediante el uso de:

- a. Uniones en T sanitarias sencillas o dobles.
- b. Codos de 45° con uniones en Y de 45° sencillas o dobles.
- c. Codos de 90°.
- d. Pieza de conexión especial, aprobadas previamente por la autoridad sanitaria competente.

Los cambios de dirección del flujo, de vertical a horizontal, se harán mediante el uso de:

- e. Codos de 90°, de radio corto (radio menor que 1,5 d), cuando el diámetro de conductos sea mayor de 75 mm, o codo de 90° de radio largo (radio mayor que 1.5 d), cuando el diámetro del conducto sea de 75 mm o menor.
- f. Codos de 45° y uniones en Y de 45°.

Artículo 7.4.2-7 Accesorios prohibidos.

Se prohíbe la utilización de las piezas de conexión que se señalan a continuación, para los empalmes o cambios de dirección en los sistemas de desagüe de aguas residuales y de lluvia de las edificaciones:

- a. Los codos de más de 45°.
- b. Las uniones en T rectas, a 90°, en cualquier conducción, excepto en tubería de ventilación.
- c. Las uniones en T sanitarias, sencillas o dobles, en empalmes o cambios de dirección horizontal a horizontal a 90°. Estas piezas podrán utilizarse en cambios de dirección de horizontal a vertical, instalándose precedidas de codos de 45°.
- d. Las uniones en Y dobles a 45°, de empalmes o cambios de dirección de horizontal a horizontal, a menos que sean dotadas de tapón de limpieza

ubicado directamente aguas arriba del empalme respectivo.

e. Las piezas de conexión dotadas de campana ubicada en la dirección opuesta al flujo.

f. Los codos provistos con conexión lateral o posterior, cuando esta última es horizontal.

7.5 SIFONES

Artículo 7.5-1

Toda pieza sanitaria deberá dotarse de un sifón o trampa cuyo sello de agua tendrá una altura no inferior a cinco centímetros (0,05 m) ni mayor a diez centímetros (0,10 m), excepto en aquellos casos en que se especifique la altura del sello por usar, o que por su diseño especial requiera una altura de agua no contemplada dentro del ámbito establecido en este artículo.

Artículo 7.5-2

Los sifones se colocarán lo más cerca posible de los orificios de descarga de las piezas sanitarias correspondientes, pero a una distancia vertical no mayor a sesenta centímetros (0,60 m) entre el orificio de descarga y el vertedero del sifón.

Artículo 7.5-3

En ningún caso, el diámetro nominal del sifón podrá ser menor que el especificado en la tabla 7.3.

Artículo 7.5-4

En piezas especiales, tales como pilas de lavar ropa, fregaderos de cocina y otros similares, de dos o tres compartimientos, o en el caso de tres lavatorios cercanos en el mismo cuarto, se permitirá el uso de un sifón común, siempre que se cumplan los siguientes requisitos:

a. El fondo de cualquiera de los compartimientos no podrá quedar a más de quince centímetros (0,15 m) por debajo del fondo de los restantes.

b. La distancia horizontal entre el sifón y el orificio de descarga del compartimiento más alejado no deberá ser mayor a setenta y cinco centímetros (0,75 m).

c. En el caso de piezas de tres compartimientos, la trampa común deberá estar colocada debajo del compartimiento central.

Artículo 7.5-5

Se permitirá el uso de un sifón común para un máximo de cinco de los aparatos sanitarios siguientes: duchas y sumideros de piso.

Artículo 7.5-6 Boca de limpieza.

Los sifones de las piezas sanitarias estarán dotados de un tapón de limpieza, a no ser que

el sifón sea fácilmente removible o forme parte integral de la pieza.

Artículo 7.5-7 Prohibiciones.

Se prohíbe el uso de sifones en los cuales el sello dependa de la acción de palancas o de cualquier pieza movible. También se prohíbe el uso de trampas tipo S, tipo campana o de botella. Ningún accesorio deberá tener más de un sifón.

Artículo 7.5-8 Sumideros.

Los sumideros deberán tener su sifón de agua, instalado de tal forma que permita su acceso para limpieza. Su dimensionamiento deberá ser acorde con las necesidades que haya. Cuando el sumidero tenga la probabilidad de verse expuesto a reflujos, el drenaje deberá contar con una válvula de retención.

7.6 BOCAS DE LIMPIEZA Y CAJAS DE REGISTRO

Artículo 7.6-1

Los sistemas de desagüe de aguas residuales, de aguas de lluvia y de aguas residuales industriales estarán dotados de bocas de limpieza y cajas de registro de acuerdo con lo que se establece en los artículos siguientes.

7.6.1 BOCAS DE LIMPIEZA

Artículo 7.6.1-1

Las bocas de limpieza se ubicarán en sitios fácilmente accesibles.

Artículo 7.6.1-2

Se colocarán bocas de limpieza de acuerdo con lo que se indique a continuación:

- a. Cuando no haya cajas de registro, al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe de una batería de piezas sanitarias, o en tramos horizontales en los que han descargado otros ramales.
- b. En los conductos horizontales de desagüe, cada diez metros (10 m).
- c. Al pie de cada bajante, salvo cuando descargue en un colector recto con una caja de registro que se encuentre a no más de cinco metros (5 m) del pie del bajante.
- d. En la parte inferior de los sifones de las piezas sanitarias de acuerdo a lo establecido en el artículo 7.5.6.
- e. En los conductos horizontales de desagüe, cada dos cambios de dirección (cada 180°).
- f. En bajantes, al menos cada dos pisos.
- g. Excepciones:

1. La boca de limpieza se puede omitir en drenajes horizontales de menos de ciento cincuenta centímetros (1,5 m) de largo, a menos que esta línea este sirviendo a un fregadero o un mingitorio.
2. En drenajes horizontales con una pendiente tal que forme un ángulo igual o mayor a 18° respecto a una línea horizontal, excepto en las tuberías que vayan hacia las trampas de grasa.

Artículo 7.6.1-3

El sifón de una pieza sanitaria se aceptará como equivalentes a una boca de limpieza, siempre que sea fácilmente removible.

Artículo 7.6.1-4 Materiales.

Las bocas de limpieza serán piezas de hierro fundido, bronce, PVC o cualquier otro material que resulte aceptable y estarán provistas de tapón en uno de sus extremos. Los tapones serán de los materiales antes citados, roscados y dotados de una ranura o un saliente que facilite su remoción.

Artículo 7.6.1-5

En conductos con menos de cien milímetros (0,10 m) de diámetro, las bocas de limpieza serán del mismo diámetro que el de la tubería que sirven; en las de diámetro mayor, deberán utilizarse bocas de limpieza de al menos cien milímetros (0,10 m).

Artículo 7.6.1-6 Tuberías enterradas.

Cuando las tuberías vayan ocultas o enterradas, deberán extenderse utilizando conexiones de cuarenta y cinco grados, hasta terminar a ras con la pared o piso acabado, o se alojarán en registros de piso de dimensiones tales que permitan la remoción del tapón y la efectiva limpieza del sistema.

Estos registros estarán provistos de tapas adecuadas, de metal o de concreto, fácilmente removibles (ver figura 7.1).

Artículo 7.6.1-7 Registros de piso.

En los registros de piso, tanto la tapa como el borde superior del cuerpo deberán quedar a ras con el piso terminado. Estos registros deberán encontrarse a una distancia no menor a seis metros (6,0 m) de cualquier puerta de acceso.

Artículo 7.6.1-8

Para prevenir la salida de las aguas residuales, las bocas de limpieza se instalarán en forma que abran en dirección opuesta a la del flujo y formando un ángulo de cuarenta y cinco grados (45°) con la tubería de desagüe.

Artículo 7.6.1-9

La distancia mínima entre el tapón de cualquier boca de limpieza y una pared, techo o cualquier elemento que pudiera obstaculizar la limpieza del sistema, será de cuarenta y cinco centímetros (0,45 m) para tuberías de cien milímetros (0,10 m) o más de diámetro y de treinta centímetros (0,30 m) para tuberías de setenta y cinco milímetros (0,075 m) o

menos. La figura 7.1 ilustra las diferentes posiciones de las bocas de limpieza.

Artículo 7.6.1-10

Ninguna pieza sanitaria ni desagüe de piso podrá descargar a las bocas de limpieza.

7.6.2 CAJAS DE REGISTRO

Artículo 7.6.2-1

Es recomendable que la conexión del desagüe de aguas residuales a la red pública se haga mediante una caja de registro con un sifón de edificio. Este sifón debe estar equipado con dos bocas de limpieza del mismo diámetro del sifón, y no menores a cien milímetros (0,10 m). Las bocas de limpieza deben ser accesibles, de modo que permitan limpiar el interior del sifón y limpiar aguas arriba y aguas abajo del mismo. La figura 7.2 muestra un modelo de dicho registro.

En la medida de lo posible, este registro debe instalarse dentro de la línea de propiedad. El sifón de edificio debe colocarse aguas abajo de todos los ramales de drenaje de la edificación, excepto en aquellos colocados para recibir descargas de separadores de aceite, o de un sistema elevador de aguas residuales.

Debe proveerse una ventilación al sifón de edificio a una distancia no mayor a ciento veinte centímetros (1,20 m). Debe tener un diámetro de al menos la mitad del diámetro del desagüe de la edificación en el punto de conexión, pero no menor a cincuenta milímetros (0,05 m). Esta ventilación debe extenderse desde el punto de conexión hasta la atmósfera fuera de edificio, según se especifica en la sección 8.3 referente a los sistemas de ventilación.

Artículo 7.6.2-2

Se instalarán cajas de registro en las redes de tuberías exteriores en todo cambio de dirección, pendiente o diámetro, en cada conexión con un ramal, y a cada diez metros (10,0 m) en tramos rectos. En los drenajes que pasan por debajo de una edificación se deberán instalar cajas de registro a la entrada y salida del tubo de la edificación.

Artículo 7.6.2-3

Las cajas de registro deberán construirse con materiales impermeables y podrán ser de concreto o de mampostería, con marco y tapa de hierro fundido, bronce o concreto u otros materiales que demuestren tener las características necesarias para formar parte del sistema.

Artículo 7.6.2-4

El interior de las cajas será pulido de manera que no presenten superficies rugosas o ásperas. Las cajas de registro construidas con mampostería deberán llevar un repello mínimo de un centímetro de espesor (0,01 m). El fondo de las cajas deberá llevar medias cañas del diámetro de las tuberías a las que se conecta (ver figura 7.3).

Artículo 7.6.2-5

Las tapas deberán soportar las cargas por el tránsito al que estarán sometidas. El acabado final de la superficie de las mismas podrá ser de otro material acorde con el piso en que se

instalen. La tapa deberá sellarse para prevenir el escape de los gases y olores. En caso de que no se pueda garantizar lo anterior, se utilizará una doble tapa o contratapa.

Artículo 7.6.2-6

Las dimensiones de las cajas de registro se determinarán según la tabla 7.10. Además, deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- a. La separación mínima entre el tubo y las paredes de la caja será de setenta y cinco milímetros (0,075 m).
- b. En las conexiones de un solo ramal, el ancho mínimo de las cajas estará dado por el diámetro de la tubería mayor más treinta centímetros (0,30 m), distribuidos como diez centímetros (0,10 m) y veinte centímetros (0,20 m) de separación entre el tubo y las paredes (ver figura 7.3).
- c. En las conexiones de dos ramales, el ancho mínimo de las cajas estará dado por el diámetro de la tubería mayor más cuarenta centímetros (0,40 m), de manera que la separación entre el tubo y las paredes sea de al menos veinte centímetros (0,20 m). Estos deben entrar a la caja de registro en forma opuesta el uno del otro.

TABLA 7.10 DIMENSIONES DE LAS CAJAS DE REGISTRO

Profundidad máxima (m)	Dimensiones interiores de la caja (m)	
	Ancho	Longitud
0,45	0,35	0,50
0,60	0,40	0,50
0,90	0,50	0,65
1,20	0,65	0,75
2,00	0,60	1,00
4,50	0,80	1,00

7.7 DESAGÜES INDIRECTOS

Artículo 7.7-1

Los desagües provenientes de equipos y accesorios en los cuales una obstrucción del sistema de drenaje de aguas residuales al cual descargan pueda causar contaminación, deberán descargar en los conductos de desagüe en forma indirecta. Los siguientes equipos deben contar con desagües indirectos:

- a. Esterilizadores, autoclaves y cualquier recipiente o equipo similar usado en laboratorios, hospitales, clínicas y establecimientos similares.
- b. Refrigeradores comerciales, congeladores, máquinas de hacer hielo, dispensadores de café, dispensadores de agua, fuentes de agua y otros equipos similares.

- c. Las tuberías de rebalse y de limpieza de tanques de almacenamiento de agua potable, tanques hidroneumáticos, piscinas y de los sistemas de bombeo en general.
- d. Las tuberías de los dispositivos y equipos dotados con válvulas de alivio de presión o de temperatura de los sistemas de generación o almacenamiento de agua caliente o de las instalaciones de vapor.
- e. Máquinas lavaplatos, fregaderos y equipos usados para la preparación, conservación y expendio de alimentos y bebidas en fuentes de soda, bares, restaurantes y fábricas de productos alimenticios.
- f. Todo aquel artefacto o equipo que no se considere un accesorio de plomería pero que esté equipado con alguna forma de bombeo, o que tenga un goteo o cualquier salida de drenaje.
- g. Todos aquellos desagües que la autoridad sanitaria respectiva considere conveniente en resguardo de la salud pública.

Artículo 7.7-2

El desagüe indirecto se llevará a cabo de acuerdo con los siguientes lineamientos:

- a. La tubería de descarga del accesorio se llevará hasta una caja, sumidero, embudo u otro dispositivo receptor adecuado.
 - b. La tubería de descarga deberá ser igual o mayor a la de drenaje del accesorio, pero nunca menor a veinticinco milímetros (0,025 m). En el caso de las refrigeradoras y máquinas de hacer hielo, el tubo de drenaje no podrá ser menor a dieciocho milímetros (0,018 m).
 - c. Deberá dejarse un espacio libre entre la salida de la tubería de descarga y el dispositivo receptor, el cual no será menor a dos veces el diámetro de la tubería de descarga. Esta separación deberá ser la adecuada para evitar la contaminación por regreso de las aguas residuales.
 - d. Excepto para refrigeradores y máquinas de hacer hielo, el dispositivo receptor debe localizarse a una distancia no mayor a cuatro y medio metros (4,5 m) de la salida de desechos del accesorio o equipo.
 - e. La tubería de desagüe del dispositivo receptor debe estar provista de su respectivo sello de agua y conexión de ventilación.
- En la figura 7.4 se muestran esquemas tipo de desagües indirectos.

Artículo 7.7-3

Los dispositivos receptores de los drenajes indirectos deberán ser de tal forma y capacidad que prevengan las salpicaduras o que se inunde; además, deberán instalarse en lugares bien ventilados y de fácil acceso para su inspección y limpieza. Ningún receptor deberá

instalarse en un cuarto de baño o de aseo, o en cualquier área de la edificación que sea de uso general de los ocupantes. Estos dispositivos estarán dotados de rejillas o tapas removibles cuando sea necesario para proteger la seguridad de las personas.

Artículo 7.7-4

Con excepción de lo que se indica en esta sección, los desagües indirectos deberán cumplir con las secciones que le apliquen referentes a drenaje y ventilación de este Código. Ningún tubo de ventilación proveniente de un desagüe indirecto se podrá combinar con ningún tubo de ventilación del sistema de drenaje.

Artículo 7.7-5

Las tuberías de los desagües indirectos que sean mayores a un metro y medio (1,5 m) y menores a cuatro metros y medio (4,5 m) deberán tener su propio sifón, el cual no requiere ser ventilado. Si en esta tubería se realizan cambios de dirección, se deberá proveer de bocas de limpieza.

Artículo 7.7.6 Supermercados.

Los sumideros de piso que sirven a las cámaras de refrigeración se podrán conectar a una línea de drenaje que descargue en un receptor en las afueras del piso. El nivel de llenado del receptor deberá estar como mínimo a quince centímetros (0,15 m) por debajo del punto más bajo del drenaje de piso. Cada sumidero deberá tener su sifón y su ventilación individual. Se deberán instalar bocas de limpieza, si se realiza cambios de dirección de al menos noventa grados (90°).

7.1.1 DRENAJE DE CONDENSADOS, VAPOR Y AGUA CALIENTE

Artículo 7.7.1-1

Ningún tubo de vapor o de agua caliente (temperatura mayor a 60 °C) será conectado directamente al sistema de drenaje. La tubería de descarga de los generadores de agua caliente o de vapor deberán disponerse según lo indicado en el Reglamento de Calderas, de tal forma que se evite la entrada de condensados a presión mediante el uso de fosa de purgas u cualquier otro medio aprobado por la autoridad sanitaria. Las fosas de purga que drenen hacia el sistema de drenaje de la edificación deberán tener una ventilación adecuada y el drenaje deberá contar con un sifón de sello profundo que se extienda quince centímetros (0,15 m) por debajo de la fosa.

La tubería de drenaje de la fosa de purga y el tubo de ventilación podrán elegirse a partir del tamaño de la línea de purga del generador, según se indica en la siguiente tabla.

TABLA 7.11 DIMENSIONES DE LAS TUBERÍAS DE LAS FOSAS

Línea de purga de la caldera	Línea de drenaje de la fosa	Tubo de ventilación
18 mm	18 mm	50 mm
25 mm	25 mm	64 mm
32 mm	32 mm	75 mm
38 mm	38 mm	100 mm
50 mm	50 mm	125 mm
64 mm	64 mm	150 mm

Artículo 7.7.1-2

Los sumideros, fosas o tanques interceptores que sean construidos de concreto deberán tener paredes de al menos diez centímetros (0,10 m) de espesor, con un repello interno de cemento no menor a trece milímetros (0,013 m) de espesor.

Artículo 7.7.1-3

Los sumideros o fosas deberán contar con un acceso adecuado para realizar la limpieza.

Artículo 7.7.1-4

El volumen de agua por mantener en la fosa no podrá ser menor a dos veces la cantidad de agua que se purga de la o las calderas.

7.7.2 DRENAJE DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Artículo 7.7.2-1

Todas aquellas aguas residuales que puedan dañar o incrementar los costos de mantenimiento del sistema de drenaje sanitario, o que puedan afectar los procesos de tratamiento, deberán ser tratadas previamente, antes de ser descargadas al sistema de drenaje sanitario de las edificaciones. El sistema de tuberías que transporte estas aguas, desde su punto de origen hasta los sistemas de tratamiento, deberá ser de un diseño y materiales adecuados, de forma que satisfagan los requerimientos de la autoridad sanitaria competente. Las tuberías de descarga que salen de los sistemas de tratamiento o de los interceptores deberán cumplir con los requerimientos de los drenajes comunes.

Artículo 7.7.2-2

Cualquier tubería que reciba la descarga de accesorios que drenen sustancias químicas ácidas o corrosivas deberá ser de materiales adecuados, como vidrio resistente a químicos, tubería de hierro revestida de silicón o arcilla vitrificada, entre otros. Todas las juntas deberán ser del tipo y material aprobado.

Artículo 7.7.2-3

Donde sea práctico, todas estas tuberías deberán ser accesibles e instaladas lo más lejos

posible de otras tuberías o equipos.

Artículo 7.7.10

Ninguna tubería de ventilación de desagüe de químicos deberá conectarse con el sistema de ventilación general.

Artículo 7.7.11

Las indicaciones de esta sección no son necesarias en instalaciones pequeñas de fotografía o en cuartos oscuros de rayos-X o en pequeños laboratorios de investigación donde se descargan cantidades mínimas de químicos adecuadamente diluidos.

7.8 INTERCEPTORES

Artículo 7.8-1

Cuando las aguas residuales contengan grasas, aceites, materiales inflamables, sustancias ácidas o alcalinas, arena, tierra o cualquier otro sólido o líquido objetable que pudieran afectar el buen funcionamiento de las tuberías del edificio o de los colectores sanitarios y pluviales públicos, será necesaria la instalación de interceptores o separadores.

Artículo 7.8-2

La capacidad, tipo, dimensiones y ubicación de los interceptores o separadores serán los adecuados para crear condiciones óptimas de separación de los sólidos o líquidos objetables a los que se refiere el artículo anterior.

Artículo 7.8-3

Los interceptores se ubicarán en sitios donde puedan ser inspeccionados y limpiados con facilidad y, en la medida de lo posible, fuera de los edificios. No se permitirá colocar encima o inmediato a ellos, maquinaria o equipos que pudieran impedir su adecuado mantenimiento. La boca de inspección tendrá una dimensión tal que permita el ingreso de una persona y deberá sellarse para prevenir el escape de los gases y olores.

7.8.1 INTERCEPTORES Y TRAMPAS DE GRASA

Artículo 7.8.1-1

Se instalarán separadores o trampas de grasa en los conductos de desagüe de fregaderos, lavaplatos u otras piezas sanitarias instaladas en restaurantes, cocinas de hoteles, hospitales y similares, en donde existe el peligro de que al sistema de desagüe entre grasa en cantidad suficiente para afectar su buen funcionamiento. No será necesaria la instalación de estas en viviendas unifamiliares.

Artículo 7.8.1-2

Los interceptores y trampas de grasas deberán cumplir los siguientes requisitos generales:

- a. Deberán instalarse de tal forma que sea fácilmente accesible para su limpieza y cerca del accesorio que descarga los desperdicios grasosos. La limpieza consiste en la remoción completa de todo el contenido, incluidos los materiales flotantes, el agua de desechos, lodos y sólidos. La limpieza deberá correr por cuenta

del usuario, el cual deberá realizarla de forma periódica con el objeto de mantener una operación eficiente

b. Tendrá el tamaño adecuado para garantizar una superficie de agua suficiente para el rápido enfriamiento y solidificación de la grasa. El tiempo de retención mínimo deberá ser de veinticuatro minutos (24 min), de acuerdo con el flujo máximo real.

c. Disponer de entrada y salida sumergidas para que la grasa pueda flotar en la superficie sin ser perturbada por la descarga. Se recomienda instalar una unión en T, tanto en la entrada como en la salida, las cuales tendrán un diámetro de al menos setenta y cinco milímetros (0,075 m). La unión en T de entrada se extenderá en el líquido en al menos un veinticinco por ciento (25%) y la unión en T de salida en al menos un cincuenta por ciento (50%).

d. La tapa de registro deberá estar sellada.

e. Disponer de una ventilación adecuada que permita el flujo a través de la unidad sin crear problemas de olor. La tubería de ventilación deberá ser de al menos cincuenta milímetros (0,050 m).

f. Es recomendable que en el fondo de la trampa se instale una bandeja perforada de hierro inoxidable, con agarraderas para facilitar la remoción de grasa.

g. Deberá tener una profundidad total de al menos ochenta centímetros (0,80 m), dejando un espacio libre entre el nivel de líquido y la parte superior de al menos veinte centímetros (0,20 m).

h. La relación entre el largo y ancho deberá estar comprendida entre 2:1 a 3:2.

i. Tener un flujo de baja velocidad en la tubería de salida.

j. Tener aberturas de acceso sobre la entrada, la salida y en cada compartimento interno del interceptor de grasas.

k. La diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y la de salida no deberá ser mayor a cinco centímetros (0,05 m).

l. Se podrá aceptar diseños con un depósito adjunto para almacenamiento de grasas, cuando la capacidad total supere los seiscientos litros (0,6 m³) o donde el establecimiento trabaje en forma continua por más de 16 horas diarias.

m. La trampa de grasa y el compartimento de almacenamiento de grasa estarán conectados a través de un vertedor de rebose, el cual deberá estar a 0,05m por encima del nivel de agua. El volumen máximo de acumulación de grasa será de por lo menos 1/3 del volumen total de la trampa de grasa. Ver esquema en las figuras 7.5 y 7.6.

Artículo 7.8.1-3

Los interceptores de grasa deberán tener al menos dos compartimentos, las trampas de grasa tendrán solo uno. El muro intermedio de separación se encontrará a una distancia entre $\frac{2}{3}$ y $\frac{3}{4}$ del largo total desde la pared de ingreso. La comunicación entre las cámaras se llevará a cabo por medio de un codo de radio largo o te, de igual tamaño a la T de entrada, pero no menor a cien milímetros (0,10 m), colocado del lado del compartimento de entrada. Este accesorio deberá instalarse a una altura mínima equivalente al 28% de la altura del líquido y como máximo un 50%.

Además, todos los interceptores y trampas deberán contar con una pequeña cámara a la salida, la cual permita la toma de muestras del efluente para la realización de análisis.

Artículo 7.8.1-4

Las trampas de grasa deberán tener un sifón, el cual tenga un sello de agua de al menos cinco centímetros (0,05 m).

Artículo 7.8.1-5

Se podrá utilizar una trampa de grasa para el servicio de un solo accesorio cuando la distancia horizontal entre la salida del accesorio y la trampa no exceda un metro con veinte centímetros (1,20 m) y la distancia vertical sea menor a setenta y cinco centímetros (0,75 m).

Artículo 7.8.1-6

La selección del tamaño de una trampa de grasa debe basarse en su eficiencia y en el tipo y número de accesorios de los que recibe descarga. Una capacidad mínima de 9,5 litros por persona atendida es suficiente para llevar a cabo una separación apropiada de la grasa. La capacidad mínima permisible debe ser de cerca de cuatrocientos setenta litros (470 L) para pequeñas instalaciones que atienden hasta 50 personas. En instalaciones más pequeñas, que utilicen tanque séptico, puede resultar más económico utilizar una fosa séptica de mayor tamaño.

Artículo 7.8.1.7

Cada accesorio que descargue en una trampa de grasa deberá tener su sifón y ventilación respectiva.

Artículo 7.8.1.8 Cocinas comerciales.

En el caso de interceptores que se instalen lejos de los accesorios a que sirve, se podrán seguir los lineamientos del apéndice A.

7.8.2 INTERCEPTORES DE SÓLIDOS Y OBJETOS FLOTANTES

Artículo 7.8.2-1

Se deberá instalar interceptores de sólidos en lugares como embotelladoras, lavanderías, mataderos, fábricas y otros establecimientos sujetos a la descarga voluntaria o accidental de materiales tales como arena, tierra, vidrios, pelos, hilos, vísceras de animales, plumas u otros sólidos en el sistema de desagüe (ver figura 7.7).

Artículo 7.8.2-2

El interceptor de sólidos deberá ser instalado siempre que la autoridad sanitaria responsable

de las descargas al sistema de alcantarillado (Ministerio de Salud, AyA, municipalidades), así lo considere necesario.

Artículo 7.8.2-3

Se podrán descargar sumideros de piso de varios pisos en un solo interceptor de sólidos.

Artículo 7.8.2-4 Construcción y tamaño.

El interceptor deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Deberá ser construido de ladrillo, concreto u otro material hermético. El interceptor deberá tener un deflector interior de manera que forme dos compartimentos como mínimo.
- b. El tubo de ingreso al interceptor y el de salida deberán ser del mismo tamaño, y no menor a setenta y cinco milímetros (0,075 m). En el deflector se deberán realizar dos aberturas del mismo tamaño que el tubo de salida.
- c. Deberá tener un sello de agua de al menos quince centímetros (0,15 m) en el lado del efluente.
- d. Deberá tener una dimensión mínima de dos mil centímetros cuadrados (0,2 m²) de área neta de abertura de la sección de entrada, y una profundidad de líquido de sesenta centímetros (0,60 m) como mínimo.
- e. Por cada diecinueve litros por minuto de flujo de entrada (19 L/min), por encima de un caudal de setenta y cinco litros por minuto (75 L/min), el área de la sección de entrada del interceptor se deberá incrementar en novecientos centímetros cuadrados (0,09 m²).
- f. La sección de salida deberá tener un área mínima igual al 50% del área de la sección de entrada.
- g. En lugares donde también exista acarreo de líquidos, aceites o sólidos flotantes, la tubería de la sección de salida deberá introducirse en el líquido en al menos un 50% de la altura del nivel del líquido.

Artículo 7.8.2-5

Se podrán instalar interceptores de sólidos de diseño diferente al expuesto en esta sección, siempre y cuando se cumpla con el objetivo de esta sección y con los requerimientos de la autoridad sanitaria responsable de velar por el acatamiento de las normas vigentes acerca de las descargas al sistema de alcantarillado (Ministerio de Salud, AyA, municipalidades).

7.8.3 INTERCEPTORES DE COMBUSTIBLES

Artículo 7.8.3-1

Se deberán instalar interceptores de combustibles (aceite, gasolina, diésel y similares) en el sistema de desagüe de las edificaciones donde exista la posibilidad de introducir aceite u

otro material inflamable en el sistema de drenaje, ya sea en forma accidental o voluntaria, tales como estaciones de servicio, talleres mecánicos y estaciones de lavado de vehículos y otros edificios a criterio de la autoridad sanitaria. La instalación de los interceptores de combustible estará sujeta a las situaciones descritas en la tabla 7.7 (ver figuras 7.8 y 7.9).

Artículo 7.8.3-2

Los interceptores deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Se deberá instalar una ventilación adecuada a cada compartimento, mediante un tubo de ventilación de al menos cincuenta milímetros (0,050 m).
- b. La ventilación será independiente del sistema de ventilación de las tuberías del edificio y deberá sobresalir al menos tres metros (3,0 m) sobre el nivel del piso donde se proyecte, de manera que esté a una distancia segura de cualquier fuente de ignición.
- c. Bajo ninguna circunstancia se permitirá descargar las aguas provenientes de servicios sanitarios a los interceptores de combustibles.
- d. El interceptor deberá ser ventilado en el lado del desagüe. Este tubo de ventilación no deberá ser conectado con los que ventean los compartimentos.
- e. El diámetro mínimo de la tubería de descarga deberá ser de al menos setenta y cinco milímetros (0,075 m).
- f. En el caso de que el interceptor requiera una tubería de desborde, se deberá instalar una tubería no menor a cincuenta milímetros (0,050 m), la cual descargará en un tanque adecuado para el almacenamiento de los líquidos de desechos, con una capacidad no menor a dos mil litros (2000 L).
- g. El nivel del líquido en el interceptor deberá tener una altura mínima de sesenta centímetros (0,60 m).
- h. El tubo de entrada no deberá tener ningún accesorio. El tubo de salida deberá sumergirse dentro del líquido en al menos un 80% de la altura del nivel de líquido. En el caso de interceptores de una sección, que se utilicen también para recolectar sólidos, el tubo de salida deberá sumergirse menos del 80%, dependiendo del tipo y la cantidad de sólidos a retener, pero no sobrepasar el 65% de la altura del nivel del líquido.
- i. La tubería de entrada al interceptor deberá tener un sello de agua de al menos treinta centímetros (0,30 m) de altura.
- j. Es los casos donde sea conveniente, se podrá instalar una válvula de contraflujo en la tubería de descarga del interceptor.

**TABLA 7.12 SITUACIONES EN LAS QUE SE DEBE
INSTALAR INTERCEPTOR DE COMBUSTIBLE.**

Situación	Requerimientos
Estacionamiento abierto para vehículos	Ninguno
Estacionamiento cerrado hasta para 10 vehículos	Interceptor de una sección, ver artículo 7.8.3.3
Estacionamiento cubierto entre 10-50 vehículos	Interceptor de una sección, ver artículo 7.8.3.4
Estacionamiento cubierto para + de 50 vehículos	Interceptor de una sección, ver artículo 7.8.3.4
Talleres mecánicos hasta 10 vehículos	Interceptor de una sección, ver artículo 7.8.3.3
Talleres mecánicos para más de 10 vehículos	Interceptor de dos secciones, ver artículo 7.8.3.5
Estaciones de servicio (gasolineras)	Ver artículo 7.8.3.6

Artículo 7.8.3-3

En los lugares donde se guarden o se les dé servicio (reparación o lavado) a no más de tres automóviles, deberá instalarse un interceptor de cámara simple, cuya capacidad no deberá ser menor a doscientos litros (200 L). Para una cantidad mayor de autos, se deberá agregar, a la capacidad anterior, treinta litros (30 L) por cada vehículo hasta llegar a diez (10) vehículos.

Excepción:

- No se requiere cumplir este artículo en edificios multifamiliares, donde se tenga un estacionamiento para guardar menos de cinco autos.

- Aquellos establecimientos donde la autoridad sanitaria indique lo contrario.

Artículo 7.8.3-4

En lugares de parqueo de automóviles, la capacidad del interceptor será proporcional al área de la superficie que será drenada hacia el interceptor, de manera que tendrá una capacidad de ciento setenta litros (170 L) por los primeros doscientos ochenta metros cuadrados (280 m²). Por cada noventa y dos metros cuadrados (92 m²) adicionales de superficie a drenar, se incrementará la capacidad del interceptor en veintiocho litros (28 L).

Artículo 7.8.3-5

La capacidad de un interceptor instalado en un centro de lavado o taller automotriz será proporcional al área de la edificación que será drenada hacia el interceptor. Por cada diez metros cuadrados (10 m²) de superficie a drenar el interceptor tendrá una capacidad efectiva de treinta y dos litros (32 L), debiendo tener una capacidad no menor a doscientos litros (200 L).

Artículo 7.8.3-6

Los interceptores que se vayan a instalar en estaciones de servicio deberán cumplir con los requerimientos dictados en la regulación del sistema de almacenamiento y comercialización de hidrocarburos (ver figura 7.8).

7.9 BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LLUVIA

Artículo 7.9-1

Cuando las aguas residuales o de lluvia provenientes de la edificación no puedan ser descargadas por gravedad a la red pública respectiva, deberá instalarse un sistema de bombeo, para su descarga automática a dicha red (ver figura 7.10 y 7.11).

Artículo 7.9-2

El equipo de bombeo deberá instalarse en un sitio protegido contra inundaciones, fácilmente accesible y bien ventilado y con amplias facilidades para su inspección y mantenimiento.

Artículo 7.9-3

El equipo de bombeo será de diseño específico para aguas residuales.

Artículo 7.9-4

Los pozos o estaciones de bombeo de aguas residuales y de aguas de lluvia deberán ser impermeables, de paredes lisas, resistentes a las presiones internas y externas, y resistentes a las posibles acciones químicas que pueda producir el agua contenida. Las conexiones de la tubería al pozo de bombeo serán tales que no produzcan fugas ni la rotura de las paredes del mismo.

Artículo 7.9-5 Capacidad del pozo.

Para el dimensionamiento del pozo se podrán utilizar las siguientes recomendaciones:

- a. En general, el periodo de permanencia de las aguas residuales en el pozo debe ser como máximo diez (10) minutos.
- b. Cuando se estime que la descarga sea menor a la descarga media, se aconseja adoptar un periodo de retención igual o menor a 30 minutos, ya que si el tiempo de retención fuera mayor se producirían malos olores, desprendimiento de gases y acumulación de lodos en el fondo.
- c. Se recomienda que la diferencia entre el nivel de agua máximo y el mínimo no sea mayor a un metro. Sin embargo, en estaciones de bombeo pequeñas se podrá adoptar un valor menor, con la previa justificación técnica y operativa del caso.
- d. La relación entre los periodos de funcionamiento, el caudal de bombeo y el caudal que llega al pozo se muestran a continuación:

$$\text{Periodo de funcionamiento (P}_1\text{): } P_1 = \frac{C_{\text{UTIL}}}{Q_B - q}$$

$$\text{Periodo de parada (P}_2\text{): } P_2 = \frac{C_{\text{UTIL}}}{q}$$

Donde,

C_{UTIL} = capacidad útil del pozo

Q_B = caudal bombeado del pozo

q = caudal que descarga en el pozo

$P_1 + P_2$ = ciclo de operación de la bomba entre dos arranques consecutivos

- e. La capacidad útil del pozo es la parte comprendida entre el eje de la tubería de llegada de aguas residuales y una cota, situada como mínimo a una distancia de tres veces el diámetro por encima de la boca de entrada de la bomba o de la tubería de succión, si esta existe.
- f. El fondo del pozo deberá tener una superficie lo más pequeña posible para minimizar los depósitos de sólidos.

Artículo 7.9-6 Pozo de bombeo.

El pozo de bombeo de aguas residuales deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Su capacidad será no mayor al volumen equivalente a 12 horas del gasto medio diario, ni menor que el equivalente a cuatro horas del mismo.
- b. Deberá estar provisto de un tubo de ventilación, que se extenderá sobre el piso a una altura de al menos dos metros y medio (2,5 m), o bien, podrá integrarse al sistema de ventilación del edificio, siempre que las condiciones lo permitan. El tubo de ventilación deberá ser capaz de mantener las condiciones de presión atmosférica dentro del pozo, bajo las condiciones normales de operación. El dimensionamiento del tubo de ventilación se realizará de acuerdo a lo indicado en la sección 8.10.4, pero nunca deberá ser menor a treinta y ochomilímetros (0,038 m) de diámetro nominal. En los sistemas de bombeo donde se utilicen sistemas eyectores, no se deberá combinar el tubo de ventilación del pozo con cualquier otro tubo de ventilación
- c. Estará dotado de una tapa metálica, sellada con un empaque de hule u otro material similar, de manera que permita el acceso para realizar limpieza, mantenimiento y reparaciones.
- d. Estará dotado de escalera de acceso.
- e. Estará dotado de tubería de desfogue y rebalse.
- f. Cuando existan dos pozos, uno para recibir las aguas residuales, denominado "pozo húmedo", y otro para la instalación de las bombas, denominado "pozo seco", el pozo seco deberá tener ventilación natural o mecánica en aquellos casos en que, por su profundidad y características, puedan presentar problemas de acumulación de gases.
- g. Deberá proveerse facilidades para eliminar las aguas que puedan acumularse en el pozo seco.
- h. El fondo del pozo deberá tener una inclinación de entre 30° a 45° (55% a 100%) hacia la boca de succión de la bomba.

Artículo 7.9-7 Requisitos de las bombas.

Las bombas para los sistemas de bombeo de aguas residuales deberán cumplir con los

siguientes requisitos:

- a. Ser de diseño especial para que durante su operación se garantice protección adecuada contra obstrucciones. Es recomendable que los impulsores sean abiertos.
- b. Su capacidad deberá ser de por lo menos de dos veces el caudal máximo que recibe el pozo de bombeo.
- c. Los caudales se determinarán de acuerdo con las secciones 7.3.1.1 y 7.3.2
- d. Las tuberías de succión de las bombas deberán instalarse de manera que eviten excesiva turbulencia cerca del punto de succión. Para efectos de dimensionamiento se aconseja adoptar velocidades que no superen los ciento cincuenta centímetros por segundo (1,5 m/s) en el tramo de succión y de doscientos cuarenta centímetros por segundo (2,4 m/s) en el tramo de impulsión. En ningún caso, el diámetro de la tubería de succión debe ser inferior a cien milímetros (0,10 m).
- e. Se recomienda que los periodos de funcionamiento de la bomba sean como máximo de tres a cinco arranques para bombas verticales y horizontales. Para bombas sumergibles, el número permitido de arranques por hora es de diez como máximo, para bombas pequeñas. Para bombas grandes, el tiempo de un ciclo de operación no debe ser menor a veinte (20) minutos El ciclo de operación no deberá ser nunca menor a cinco (5) minutos
- f. La tubería de descarga de la bomba deberá conectarse al colector de desagüe del edificio a una distancia mínima de tres metros (3,0 m) del bajante más próximo aguas abajo de la conexión, con el fin de prevenir turbulencias y entrada de aire a la línea.
- g. Las tuberías estarán dotadas de válvulas de compuerta para remover o instalar los equipos, y de válvulas de retención para evitar el flujo inverso. Para tamaños mayores a cien milímetros (0,10 m), estas válvulas deberán tener el cuerpo de hierro fundido y, para tamaños menores, el cuerpo deberá ser hierro fundido o bronce.
- h. Las tuberías se instalarán de manera que se evite ruido y la transmisión de vibraciones. Las juntas entre la bomba y la tubería de descarga serán del tipo flexible.
- i. Los equipos de bombeo se fijarán adecuadamente por medio de placas, pernos y juntas amortiguadoras para prevenir la transmisión de vibraciones y para su fácil remoción.
- j. Para determinar el tiempo y la frecuencia de operación de la bomba se deberán considerar las características del motor de la misma. Como norma general, se recomienda que el tiempo de operación de la bomba no sea menor a

dos minutos (2,0 min.) y que su frecuencia de operación sea menor a cinco veces por hora.

k. Deberá cumplir con lo dictado en las secciones 6.6.2 y 6.6.3, en los artículos que le correspondan.

Artículo 7.9-8 Controles.

Los motores de los equipos de bombeo deberán tener controles automáticos accionados por los niveles en el pozo de bombeo. Se proveerán, además, controles manuales. El pozo deberá ser vaciado hasta el nivel mínimo fijado cada vez que operen los equipos. Igualmente, deberán proveerse dispositivos de seguridad para sobrenivel.

Artículo 7.9-9

Cuando el suministro normal de energía no pueda garantizar servicio continuo a los equipos de bombeo, estos deberán disponer de una fuente de energía alterna.

Artículo 7.9-10

Cuando las aguas residuales contengan grasas, aceites, materias inflamables, arena, u otros sólidos o líquidos objetables será obligatoria la instalación de interceptores antes del pozo de bombeo, los cuales cumplirán con lo estipulado en la Sección 7.8.

Artículo 7.9-11 Descarga de inodoros.

En el caso de estaciones de bombeo que reciben las descargas de inodoros y de mingitorios, deberán de cumplir además con lo siguiente:

- a. Deberá tener una capacidad de descarga de al menos setenta y cinco litros por minuto (75 L/s).
- b. En residencias unifamiliares, la bomba o eyector deberá ser capaz de manejar sólidos con un diámetro de treinta y ocho milímetros (0,038 m). La tubería de descarga deberá ser de al menos cincuenta milímetros (0,05 m) de diámetro.
- c. En otras edificaciones, la bomba o eyector deberá ser capaz de manejar sólidos con un diámetro de cincuenta milímetros (0,05 m). La tubería de descarga deberá ser al menos setenta y cinco milímetros (0,075 m).

Artículo 7.9-11 Colectores.

Los colectores de drenaje que reciben la descarga de cualquier bomba o eyector deberán ser adecuadamente dimensionados para prevenir cualquier sobrecarga. Por cada setenta y seis mililitros por segundo (0,076 L/s) de caudal del equipo de bombeo, se deberá agregar dos unidades de accesorio, para dimensionar el drenaje.

Artículo 7.9-12 Edificios públicos.

En el caso de edificaciones de uso público, se deberá instalar dos sistemas de bombeo o eyectores, de manera que trabajen independiente uno del otro, como forma de prevención de alguna falla mecánica o sobrecarga del sistema.

7.10 INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LOS SISTEMAS DE DESAGÜE DE AGUAS RESIDUALES

Artículo 7.10-1

Los sistemas de desagüe de aguas residuales deberán ser inspeccionados y sometidos a las pruebas que se especifican en la presente sección. El cumplimiento de este requisito será responsabilidad del profesional responsable de la obra.

Artículo 7.10-2

Los ramales de desagüe, bajantes y colectores de aguas residuales se someterán a la prueba de agua o a la de aire según se describe en los artículos siguientes. Estas pruebas se podrán realizar por secciones o para todo el sistema.

Artículo 7.10-3

Para la prueba de agua se procederá de la siguiente manera:

- a. Ninguna pieza sanitaria deberá estar instalada. Las tuberías por probar deberán estar libres de materiales ajenos y de residuos.
- b. Se pondrán tapones en todos los orificios de la tubería por probar, excepto en el punto más alto.
- c. Se llena la tubería en el punto más alto; tras un tiempo prudencial, para considerar las pérdidas de agua, se llena la tubería hasta rebosar.
- d. Se deberá someter la tubería a una presión no menor de veintinueve mil cuatrocientos pascales (29,4 kPa).
- e. Se aceptarán las secciones o el sistema cuando el volumen de agua se mantenga constante durante quince minutos. Si el resultado no es satisfactorio, se harán las correcciones necesarias y se repetirá la prueba hasta tanto no sean evidentes filtraciones.

Artículo 7.10-4

Para la prueba de aire, se procederá de la manera siguiente:

- a. Se conecta un compresor a uno de los orificios de la sección o sistema, cerrando el resto de ellos.
- b. Se somete la sección o el sistema a una presión uniforme de treinta y cinco mil pascales (35 kPa).
- c. Se aceptarán las secciones o el sistema probados cuando la presión no baje en el transcurso de quince (15) minutos, una vez desactivado el compresor. Si el resultado no es satisfactorio, se procederá a hacer las correcciones necesarias y se repetirá la prueba hasta que no existan filtraciones evidentes.

Artículo 7.10-5

Las obras complementarias, tales como los tanques de aguas residuales, tanques sépticos, interceptores, separadores, cajas de registro y ceniceros deberán ser sometidos a una prueba de agua de la siguiente manera:

- a. Se llenan de agua y se dará un tiempo prudencial para tomar en cuenta las pérdidas por absorción.
- b. Se llenarán de nuevo y se dejarán reposar por 48 horas, al cabo de las cuales el nivel de agua no deberá bajar más de veinticinco milímetros (0,025 m).

8. VENTILACIÓN SANITARIA

8.1 NORMAS GENERALES

Artículo 8.1-1

El sistema de desagüe de aguas residuales de toda edificación debe estar provisto con un sistema auxiliar de tuberías de ventilación, diseñado de tal manera que los gases y olores de todas las tuberías de desagüe circulen hacia arriba y escapen a la atmósfera por encima de la edificación. Además, este sistema debe permitir la entrada y salida del aire de todas las partes del sistema, de modo que las condiciones de sifonaje, aspiración o contrapresión no causen una pérdida de los sellos de los sifones.

Artículo 8.1-2 Variación de la presión.

Los diámetros, la disposición y la instalación de las tuberías de ventilación deben elegirse de manera que limiten la variación de la presión en el sistema de desagüe de aguas residuales a un máximo de doscientos cuarenta y cinco pascales (245 Pa), por encima o por debajo de la presión atmosférica.

Artículo 8.1-3 Materiales.

Las tuberías del sistema de ventilación, sus uniones y conexiones deberán cumplir con lo especificado en la sección 7.2, en los artículos que le sean aplicables.

Artículo 8.1-4 Sifonaje.

El sello de agua de todo aparato sanitario deberá ser protegido contra sifonaje mediante el uso adecuado de ramales de ventilación, tubos auxiliares de ventilación, ventilación en circuito, ventilación húmeda o una combinación de estos métodos, de acuerdo a lo especificado en la presente sección.

Artículo 8.1-5

Las tuberías de ventilación principales y los bajantes de aguas residuales deberán prolongarse, sin disminuir su diámetro, hasta conectarse a una extensión de ventilación a través del techo, o bien hasta un colector de ventilación, de modo que proporcionen ventilación a todas las partes del sistema de drenaje con la circulación de aire por gravedad.

Artículo 8.1-6

Las tuberías de ventilación horizontales deberán tener una pendiente uniforme no menor al 1%, de tal forma que lo que pudiera condensarse se lleve al desagüe.

Artículo 8.1-7

Los tubos de ventilación conectados a tramos horizontales del sistema de desagüe se elevarán verticalmente o en un ángulo no menor de cuarenta y cinco grados (45°) con la horizontal, hasta una altura no menor a quince centímetros (0,15 m) por encima del nivel de rebose del aparato sanitario más alto al cual sirve, antes de iniciar su trayectoria horizontal. En el caso de que la altura sea inferior a quince centímetros (0,15 m) por encima del nivel de rebose, la instalación deberá ser adecuada para poder realizar una función de drenaje.

Artículo 8.1-8

La descarga a un bajante de desagüe que quede opuesta y al frente de otro ramal que sirva a uno o más inodoros deberá realizarse por encima de este último, o a una distancia de al menos veinte centímetros (0,20 m), si la conexión se hace por debajo del ramal que sirve a los inodoros.

Artículo 8.1-9

La conexión de la tubería de ventilación deberá quedar ubicada por encima del nivel del vertedero del sifón correspondiente. Con excepción de las tuberías de ventilación de los sifones de aquellas piezas sanitarias que reponen automáticamente los correspondientes sellos hidráulicos, tales como los inodoros y otras piezas sanitarias similares.

Artículo 8.1-10 Aguas jabonosas.

Con el objetivo de prevenir los efectos desfavorables en los sistemas de drenaje debidos a las presiones producidas por las espumas de jabones y detergentes, en edificaciones de dos o más pisos donde se instalen bateas, lavadoras mecánicas, fregaderos y similares, se recomienda que los conductos o ramales de desagüe que reciben los desechos líquidos de dichas piezas no se conecten en las zonas de presión de espumas que se indican a continuación:

- a. En el segmento de bajante comprendido entre las bases del mismo hasta una altura de cuarenta (40) veces su diámetro.
- b. En el segmento de tubería comprendido entre el pie del bajante hasta una longitud de diez (10) veces el diámetro de dicho tubo, medido sobre la misma.
- c. En los cambios de dirección de los bajantes de aguas residuales, cuya parte inclinada forme un ángulo mayor de 60° con la vertical así:
 - c.1 En el segmento del bajante, antes del cambio de dirección cuarenta (40) veces el diámetro del bajante aguas arriba de dicho cambio.
 - c.2 En el tramo inclinado del bajante, diez veces el diámetro de dicho tramo, aguas abajo del cambio de dirección.

c.3 En el tramo inclinado del bajante, cuarenta (40) veces el diámetro de dicho tramo, aguas arriba del cambio de dirección a la vertical.

Cuando no sea posible evitar las conexiones de los conductos y ramales de desagüe en las zonas indicadas, deberán proyectarse tuberías de ventilación auxiliares, cuyo diámetro deberá ser igual al de la tubería principal de ventilación o tres cuartos ($\frac{3}{4}$) del diámetro de la tubería donde se presente la presión de espuma, en el caso de que el diámetro de esta última sea menor que el de la tubería principal de ventilación y en ningún caso menor a cincuenta milímetros (0,05 m) e instaladas de acuerdo con lo establecido en el presente capítulo.

8.2 TERMINALES DE VENTILACIÓN

Artículo 8.2-1

Las tuberías de ventilación se prolongarán al aire exterior y hasta por encima del techo de la edificación, o bien podrían conectarse a una tubería de ventilación principal, o a un colector de ventilación o a la prolongación del correspondiente bajante de aguas residuales que las comunica con el aire exterior (ver figura 8.1).

Artículo 8.2-2

Las terminales de ventilación deberán extenderse verticalmente a través de los techos y deberán terminar a una distancia de al menos quince centímetros (0,15 m) por encima de ellos, y a una distancia de al menos treinta centímetros (0,30 m) de cualquier superficie vertical.

Artículo 8.2-3

El final de las terminales de ventilación deberá cubrirse con una coladera que impida la entrada de animales e insectos.

Artículo 8.2-4

Cuando las terminales de ventilación terminen en una terraza accesible o con algún uso determinado, se deberá prolongar las tuberías hasta una altura por encima del piso de al menos doscientos cincuenta centímetros (2,50 m), si esta se encuentra dentro de un radio de tres metros (3,0 m) de cualquier punto de la terraza.

Artículo 8.2-5

Las bocas de las terminales de ventilación deberán ubicarse a una distancia de al menos noventa centímetros (0,90 m) por encima de cualquier ventana, puerta o cualquier entrada de aire del edificio.

Artículo 8.2-6

La terminal de ventilación que se instale adyacente a un edificio existente de mayor peralte deberá ser tal que evite molestias a los ocupantes del edificio más alto. Para el caso en mención, toda extensión, elemento u obra necesaria para ello correrá por cuenta del propietario del edificio de menor peralte.

Artículo 8.2-7

En los casos donde sea impráctico la extensión de la tubería de ventilación hasta el techo de la edificación, se podrá realizar la terminal a un lado del edificio. Esta tubería deberá tener su terminal de ventilación con dirección hacia abajo.

8.3 TUBERÍA PRINCIPAL DE VENTILACIÓN

Artículo 8.3-1

Todo bajante de aguas residuales que reciba la descarga de ramales de desagüe provenientes de dos o más pisos que requieran ventilación individual, ventilación en circuito, o por medio de tubos auxiliares, deberán estar provistos de un tubo principal de ventilación, con las siguientes características:

- a. La tubería principal de ventilación se instalará tan recta como sea posible y sin disminuciones de diámetro.
- b. El extremo inferior se conectará al bajante de aguas residuales correspondientes por debajo de la conexión del ramal de desagüe del nivel más bajo (ver figura 8.1.b).
- c. El extremo superior se conectará al bajante de aguas residuales correspondiente (ver figura 8.1.c), a una altura no menor a quince centímetros (0,15 m) por encima de la línea de rebalse de la pieza sanitaria más alta, o se podrán conectar varias tuberías de ventilación a un colector de ventilación (ver figura 8.1.d)), del cual saldrá un único tubo de ventilación hacia el techo, en su defecto, se prolongará al exterior de la edificación mediante una terminal de ventilación (ver figura 8.1.a).
- d. Es permisible realizar una ventilación húmeda (ver sección 8.5), entre el extremo inferior del tubo de ventilación y el bajante, cuando dicho tubo reciba la descarga de un ramal de desagüe, a no ser que esta provenga de inodoros.

Artículo 8.3-2 Colector de ventilación.

Cuando se desee instalar un colector de ventilación al cual se conecten las prolongaciones de los bajantes de aguas residuales o las tuberías de ventilación principales correspondientes, tales conexiones se harán en el extremo superior de dichas tuberías y nunca a menos de ciento cincuenta centímetros (1,50 m) por encima del último piso de la edificación servido por ellas. El colector de ventilación se extenderá hasta por encima del techo, cumpliendo con lo establecido en la sección 8.2.

8.4 VENTILACIÓN INDIVIDUAL DE LOS ACCESORIOS

Artículo 8.4-1

Los sifones y sellos de agua de todos los aparatos sanitarios deberán tener ventilación individual, a no ser que puedan usarse los métodos especiales de ventilación indicados en los siguientes artículos bajo los títulos de "ventilación húmeda", "ventilación de bajante", "ventilación en circuito", y "ventilación única", de acuerdo con las condiciones especiales

dadas para tales instalaciones (ver figura 8.2.a).

Artículo 8.4-2

Toda pieza sanitaria conectada a un ramal de desagüe aguas abajo de un inodoro deberá ventilarse en forma individual con excepción de lo indicado en los artículos 8.4-3 y 8.4-5.

Artículo 8.4-3

Una ventilación común puede servir como una ventilación individual para no más de dos sifones de accesorios. Esta ventilación común debe conectarse en la unión de los dos desagües de los accesorios y elevarse verticalmente desde la conexión antes de salir horizontalmente.

Artículo 8.4-4

La conexión de ventilación se instalará de tal manera que la distancia entre el sello de agua y la conexión de ventilación correspondiente no sea menor a dos diámetros del tubo de desagüe y no mayor a lo especificado en la tabla 8.1. Esta distancia se medirá a lo largo del conducto de desagüe, desde la salida del sello de agua hasta la conexión del tubo de ventilación.

Artículo 8.4-5

La conexión de ventilación para el desagüe del accesorio debe estar por encima del nivel de rebose del sifón del accesorio, excepto en el caso de desagües de inodoros y mingitorios del tipo de salida por el piso y de modelos con céspedes del mismo tipo para fregaderos de servicio.

Artículo 8.4-6

La conexión de ventilación con un tubo horizontal de aguas residuales debe hacerse en la mitad superior de este.

TABLA 8.1 DISTANCIA MÁXIMA ENTRE LA CONEXIÓN DE VENTILACIÓN Y LOS SIFONES

Diámetro nominal conducto de desagüe de la pieza (mm)	Distancia horizontal máxima entre el sello de agua y el tubo de ventilación (m)
32	0,75
38	1,10
50	1,50
75	1,80
100	3,00

Artículo 8.4-7 Consideraciones de dimensionado.

Las ventilaciones individuales deben ser de al menos treinta y dos milímetros (0,032 m) de diámetro y no menor a la mitad del diámetro del desagüe del accesorio al que estén conectadas, excepto en el caso en donde se instale un desagüe de accesorio de cien milímetros (0,10 m) de diámetro para un inodoro o accesorio similar, en el que puede instalarse una ventilación individual de treinta y ocho milímetros (0,038 m) de diámetro.

8.5 VENTILACIÓN HÚMEDA

Artículo 8.5-1

En un grupo de piezas sanitarias instaladas en un mismo piso, se permitirá utilizar el conducto de desagüe al que descargan hasta dos (2) accesorios sanitarios elevados, por ejemplo lavamanos, piletas, fregaderos u otros, cuyo número total de unidades de descarga no sea mayor a cuatro (4), como tubería de ventilación húmeda para uno o varios sifones de las otras piezas sanitarias del grupo, siempre y cuando cumpla con los siguientes requisitos:

- a. El diámetro de la tubería de ventilación húmeda será de al menos cincuenta milímetros (0,05 m).
- b. El total de unidades de descarga (u.d.) de los accesorios que constituyen el grupo no podrá ser mayor a catorce (14).
- c. No podrá proyectarse la instalación de más de un inodoro en el grupo.
- d. La longitud de los conductos de desagüe de cada pieza, hasta su conexión con la tubería de ventilación húmeda, no excederá lo requerido en la tabla 7.9.
- e. La tubería principal de ventilación, a la cual se conecten las tuberías y ramales de ventilación de las piezas cuyas descargas sirvan de ventilación húmeda, se dimensionará en función del número total de unidades de descarga de las piezas sanitarias que constituyen el grupo.

Artículo 8.5-2

En caso de utilizar una ventilación húmeda para ventilar el desagüe de un inodoro, el ramal de drenaje horizontal debe conectar al bajante de desagüe a un nivel igual o inferior al del drenaje del inodoro. Se permite también que el ramal de la ventilación húmeda conecte a la mitad superior de la porción horizontal del desagüe del inodoro, en un ángulo no mayor a cuarenta y cinco grados (45°) con la dirección del flujo.

Artículo 8.5-3

En el piso superior de una edificación, el desagüe de un lavatorio o de un fregadero de cocina puede servir como una ventilación para los sifones de tinajas, duchas e inodoros, siempre que se cumpla con las siguientes condiciones:

- a. El lavatorio o fregadero tenga ventilación individual.

- b. No más de una unidad de descarga (1 u.d.) que desagüe por una ventilación húmeda de treinta y ocho milímetros (0,038 m), o que no más de cuatro unidades de descarga (4 u.d.) desagüen por una ventilación húmeda de cincuenta milímetros (0,050 m).
- c. La longitud entre la ventilación húmeda y el sello de agua de los accesorios debe cumplir con lo dispuesto en la tabla 8.1.
- d. Ver esquema ilustrativo en la figura 8.6 a.

Artículo 8.5-4

En el piso superior de una edificación, el desagüe de uno o varios lavatorios con ventilación individual puede servir como ventilación húmeda para los sifones de una o varias tinas de baño o duchas, bajo las siguientes condiciones:

- a. La tubería de ventilación húmeda y su extensión al bajante de ventilación tenga por lo menos cincuenta milímetros (0,050 m) de diámetro.
- b. Cada inodoro por debajo del piso superior esté ventilado individualmente.
- c. La longitud entre la ventilación húmeda y el sello de agua de los accesorios cumpla con lo dispuesto en la tabla 8.1.
- d. El tubo de desagüe vertical que realice la función de ventilación húmeda tenga sus diámetros de acuerdo con la tabla 8.2.

TABLA 8.2 DIÁMETRO DEL TUBO DE VENTILACIÓN
HÚMEDA PARA GRUPOS DE BAÑO

Número de accesorios con ventilación húmeda	Diámetro nominal bajante de ventilación (mm)
1-2 tinas o duchas	50
3-5 tinas o duchas	62
6-9 tinas o duchas	75
10-16 tinas o duchas	100

Artículo 8.5-5 Inodoros.

En los pisos donde se realice la ventilación de grupos de baño mediante ventilación húmeda, se podrá realizar la ventilación de los inodoros instalados por debajo del piso (donde se ubica el grupo de baño) mediante la conexión de la tubería horizontal de drenaje del inodoro con una tubería proveniente de una ventilación húmeda. Esta conexión deberá realizarse con una tubería de al menos cincuenta milímetros (0,05 m), y se deberá conectar con la mitad superior del desagüe del inodoro, con un ángulo no mayor a 45° con respecto a la dirección del flujo (ver figura 8.6 b).

8.6 VENTILACIÓN DE BAJANTE

Artículo 8.6-1

Donde un accesorio descargue directamente en un bajante de aguas residuales a un nivel por encima de todas las demás conexiones de desagüe del bajante, la extensión del bajante puede servir como ventilación para el sifón del accesorio, con las siguientes condiciones:

- a. La conexión del desagüe del accesorio al bajante se encuentre por encima del nivel de la parte más baja del sifón, excepto para desagües de inodoros y mingitorios del tipo de salida por el piso.
- b. Que la distancia entre el sifón del accesorio y la conexión con el bajante esté de acuerdo con las distancias dadas en la tabla 8.1.
- c. En el caso donde se ventilen inodoros, se podrá utilizar este método siempre y cuando se cumpla con los siguientes requerimientos:
 - c.1 El bajante sea de al menos cien milímetros (0,1 m) de diámetro.
 - c.2 El bajante no debe ser alimentado por más de dos inodoros.

Artículo 8.6-2

Donde dos accesorios colocados al mismo nivel descarguen directamente en un bajante de aguas residuales a un nivel por encima de todas las demás conexiones de desagüe al bajante, los sifones de ambos accesorios pueden ventilarse por la extensión del bajante, con las siguientes condiciones:

- a. El bajante de aguas residuales tenga un diámetro mayor que el desagüe del accesorio más alto y no menor que el desagüe del accesorio inferior.
- b. Ambos desagües tengan sus sifones menores a las distancias estipuladas en la tabla 8.1.

Artículo 8.6-3

Excepto por lo previsto en los artículos 8.6-1 y 8.6-2, puede instalarse un grupo de baño (inodoro, lavatorio y ducha) y un fregadero de cocina, todos en un mismo piso, sin ventilación individual para los sifones de estos accesorios, cuando se trate de un edificio de un solo piso o en el piso superior de un edificio, con las siguientes condiciones:

- a. Cada desagüe de accesorio tenga conexión independiente con el bajante de aguas residuales.
- b. Los desagües del inodoro y de la tina o ducha se conecten al bajante en el mismo nivel.
- c. Se cumpla con las distancias estipuladas en la tabla 8.1.

Nota: En este caso la extensión del bajante de aguas residuales funciona como ventilación.

8.7 VENTILACIÓN EN CIRCUITO

Artículo 8.7-1

Cuando un ramal horizontal de desagüe de diámetro uniforme sirva de desagüe a un número de piezas sanitarias (ver figura 8.2b), no mayor a ocho (8), colocados en alineamiento contiguo, se podrá utilizar ventilación en circuito, la cual consiste en lo siguiente:

- a. Cuando se trate del último piso o único piso de la edificación, el tubo de ventilación iniciará en el desagüe entre el penúltimo y último accesorio, contados a partir del bajante de desagüe, y se conectará a la tubería principal de ventilación.
- b. En pisos inferiores, el tubo de ventilación se complementará con un tubo de ventilación auxiliar conectado al ramal de desagüe entre el bajante y la primera pieza sanitaria.
- c. Los lavatorios o accesorios similares pueden conectarse en circuito o en lazo, con la condición de que los sifones de tales accesorios estén protegidos por ventilaciones individuales.

Artículo 8.7-2 Consideraciones de dimensionamiento.

Las tuberías de ventilación en circuito o en lazo tendrán al menos la mitad del diámetro del ramal horizontal de aguas residuales al que estén conectadas y en ningún caso menor a treinta y ocho milímetros (0,038 m).

8.8 VENTILACIONES DE ALIVIO

Artículo 8.8-1

En edificios de gran altura se deberá conectar el tubo principal de ventilación al bajante de aguas residuales con tubos auxiliares de ventilación por lo menos una vez cada diez pisos contados del último piso hacia abajo.

Artículo 8.8-2

El diámetro del tubo auxiliar de ventilación, será igual al del tubo principal de ventilación, y nunca será inferior al bajante de aguas residuales.

Artículo 8.8-3

Las conexiones del tubo auxiliar de ventilación al bajante de aguas residuales se harán con accesorios tipo Y en un punto por debajo del ramal horizontal proveniente del piso correspondiente. La conexión al tubo de ventilación principal se hará por medio de un accesorio tipo Y y a no menos de un metro (1,0 m) por encima del nivel del piso correspondiente (ver figura 8.7).

Artículo 8.8-4

Cuando un bajante de desagüe de aguas residuales tenga en su recorrido un cambio de dirección de más de cuarenta y cinco grados (45°) con la vertical, será necesario ventilar los tramos del bajante que queden por encima o por debajo de dicho cambio. Estos tramos se podrán ventilar por medio de tubos auxiliares de ventilación, uno para el tramo superior

inmediatamente antes del cambio y otro para el tramo inferior. Cuando el cambio de dirección del bajante sea menor a cuarenta y cinco grados (45°) con la vertical no será necesaria la ventilación auxiliar.

8.9 VENTILACIÓN MEDIANTE BAJANTE ÚNICO

Artículo 8.9-1

Se podrá emplear el bajante de desagüe de aguas residuales como único tubo de ventilación, conocido como sistema de bajante único de desagüe (ver figuras 8.2c, 8.4 y 8.5), si se cumplen las siguientes condiciones:

- a. Las piezas sanitarias deberán estar cerca entre sí y cada ramal de desagüe estará conectado en forma individual y directa al bajante.
- b. Las piezas sanitarias deberán tener trampas con sello de agua de setenta y cinco milímetros (0,075 m) a excepción del inodoro cuyo sello podrá ser de cincuenta milímetros (0,05 m).
- c. La descarga a un bajante de aguas residuales que quede opuesta al de otro ramal que sirva a uno o más inodoros deberá estar por encima de este último, o a una distancia de al menos veinte centímetros (0,20 m) si la conexión se hace abajo del ramal que sirve a los inodoros.
- d. Las longitudes, diámetros y pendientes máximas de los desagües de las piezas sanitarias estarán dadas según las tablas 8.3 y 8.5.
- e. El bajante deberá estar unido a la tubería horizontal de desagüe por medio de codos de radio largo. La distancia entre la conexión de la última pieza sanitaria y la tubería horizontal de desagüe (al pie del bajante) deberá no ser menor a:
 - e.1 Cuarenta y cinco centímetros (0,45 m) para edificios hasta de tres pisos.
 - e.2 Setenta y cinco centímetros (0,75 m) para edificios hasta de cinco pisos.
 - e.3 Tres metros (3,0 m) para edificios de más de cinco pisos.
- f. El bajante de desagüe deberá prolongarse como extensión de ventilación, según lo estipulado en la sección 8.2.
- g. Se proveerán ventilaciones auxiliares de acuerdo con lo estipulado en la sección 8.8.

TABLA 8.3 LONGITUD Y PENDIENTE MÁXIMA DE LOS RAMALES DE DESAGÜE PARA EL SISTEMA DE BAJANTE ÚNICO

Pieza	Nº piezas	Diámetro trampa (mm)	Longitud máx. de ramal (m)	Diámetro ramal (mm)	Pendiente ramal (%)	Codos en ramal de descarga
Lavatorio	1	32	Tabla 8.4	32	Tabla 8.4	No más de 3 radio>75mm
Lavatorio	1	32	3,0	38	1,8-4,5	No más de 2 r>75mm
Lavatorio	<5	32	3,0 r.p. 0,7 r.d.	50 r.p. 32 r.d.	1,8-4,5	Ninguno
Ducha, pila, fregadero, tina	1	38	3,0	38	1,8-9,0	Radio>75mm
		38	4,0	50	1,8-9,0	Radio>75mm
Lavadora	1	38	3,0	38	1,8-4,5	Radio>75mm
Lavadora	1	38	4,0	50	1,8-4,5	Radio>75mm
Inodoro	1	75	6,0	75	>1,8	Radio largo
Inodoro	<8	75	15,0	100	0,9-9,0	Radio largo
Mingitorio individual	1	38	3,0	38	1,8-9,0	Radio>75mm
Mingitorio individual	5	38	4,0	50 r.p. 40 r.p.	1,8-9,0	Radio>75mm
Mingitorio corrido	-	62-75	3,0	62-75	1,8-9,0	Radio largo

Notas:

- La longitud del ramal se mide desde la trampa hasta la conexión con el bajante.
- r.p.: ramal principal; r.d.: ramal de descarga
- Los radios de curvatura de la última columna están referidos a la línea centro de la pieza.

TABLA 8.4 LONGITUD Y PENDIENTE MÁXIMA DEL TUBO DE DESAGÜE DE UN ACCESORIO DE 32 mm EN SISTEMAS DE BAJANTE ÚNICO

Distancia del tubo de desagüe desde la trampa al bajante (m)	Pendiente máxima (%)
1,70	2,2
1,30	3,5
1,00	5,2
0,82	7,0

**TABLA 8.5 DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE DESAGÜE
PARA UN SISTEMA DE BAJANTE ÚNICO**

Tipo	Diámetro bajante (mm)	Desagüe para un de piezas sanitarias en cada piso	Desagüe para dos grupos de piezas sanitarias en cada piso
Viviendas uno o dos pisos	75		
Edificios			
Hasta 5	100		Bajante único
De 6 a 10	100	Bajante único	Ventilación 50 mm
De 11 a 15	100	Bajante único	Ventilación 50 mm
De 16 a 20	100	Ventilación 38 mm	Ventilación 62 mm
Hasta 12	125	Ventilación 38 mm	Bajante único
De 12 a 15	125	Bajante único	Ventilación 50 mm
Hasta 25	150	Bajante único	Bajante único

Notas:

1. Los bajantes de ventilación adicionales tendrán una conexión con el bajante de aguas residuales cada dos pisos.
2. Cada grupo de piezas sanitarias consiste de un inodoro, una ducha, un lavatorio, un fregadero y una pila.

8.10 ASPECTOS DE DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

8.10.1 RAMALES DE VENTILACIÓN

Artículo 8.10.1-1

Los ramales que conecten más de una ventilación individual a un bajante de ventilación o a un ventilador vertical, deben ajustarse a los valores indicados en la tabla 8.6. Al determinar el tamaño de esa tubería, la columna titulada Diámetro del bajante de aguas residuales debe pasarse por alto y el diámetro debe basarse en el número de unidades de descarga conectadas al tubo de ventilación y en su longitud desarrollada. Esta longitud se mide desde la conexión del ramal de ventilación con el bajante principal de ventilación hasta la conexión del desagüe del accesorio servido más alejado.

TABLA 8.6 TAMAÑO DE LOS BAJANTES Y RAMALES DE VENTILACIÓN

Diámetro bajante aguas residuales (mm)	Unidades de descarga (u.d.)	Diámetro tubería de ventilación (mm)										
		32	38	50	62	75	100	125	150	200	250	300
		Longitud máxima de la tubería de ventilación (m)										
32	2	9										
38	2	9										
38	8	15	46									
38	10	9	30									
50	12	9	23	61								
50	20	8	15	46								
62	42	n.p.	9	30	91							
75	10	n.p.	13	44	108	317						
75	21	n.p.	10	36	82	245						
75	53	n.p.	8	29	70	207						
75	102	n.p.	8	26	64	189						
100	43	n.p.	n.p.	11	26	70	297					
100	140	n.p.	n.p.	8	20	69	229					
100	320	n.p.	n.p.	7	17	50	194					
100	530	n.p.	n.p.	6	15	48	177					
125	190	n.p.	n.p.	n.p.	9	25	98	300				
125	490	n.p.	n.p.	n.p.	6	19	75	232				
125	940	n.p.	n.p.	n.p.	5	16	63	204				
125	1400	n.p.	n.p.	n.p.	5	15	58	178				
150	800	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	10	40	122	306			
150	1100	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	8	30	94	236			
150	2000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	7	26	79	200			
150	2900	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	6	23	73	161			
200	1800	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	9	29	73	207		
200	3400	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	7	28	56	219		
200	5600	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	6	19	47	184		
200	7600	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	5	17	43	169		
250	4000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	9	24	93	293	
250	7200	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	7	18	72	224	
250	11000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	6	16	81	191	
250	15000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	5	14	55	174	
300	7300	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	9	37	118	287
300	13000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	7	29	90	219
300	20000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	6	24	78	188
300	26000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	5	22	69	169
375	15000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	12	38	93
375	25000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	9	29	72
375	38000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	8	25	61
375	50000	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	n.p.	7	23	55

Notas:

- Esta tabla se refiere a diámetros nominales
- n.p.= diámetro no permitido
- u.d.= unidades de descarga

8.10.2 VENTILACIONES PARA LOS POZOS COLECTORES Y LOS TANQUES RECEPTORES DE AGUAS RESIDUALES

Artículo 8.10.2-1

Los diámetros de las tuberías de ventilación para pozos colectores y tanques receptores de aguas residuales de las edificaciones deben dimensionarse como ramales de ventilación.

8.10.3 COLECTORES DE VENTILACIÓN

Artículo 8.10.3-1

Las secciones de un colector de ventilación y su extensión de ventilación a través del techo deben estar de acuerdo con la tabla 8.6. Al determinar el tamaño de esa tubería, la columna titulada diámetro de bajante de desagüe de aguas residuales debe pasarse por alto y el diámetro debe basarse en la suma de las unidades de descarga de los tramos ventilados con esa sección del colector. La longitud desarrollada es la del bajante de ventilación con mayor longitud total hasta el aire libre.

8.10.4 BAJANTES DE VENTILACIÓN

Artículo 8.10.4-1

El tamaño de los bajantes de ventilación se determina de acuerdo con la tabla 8.6, según el tamaño de los bajantes de aguas residuales servidos por ellos, en las unidades de descarga de estos bajantes y en la longitud desarrollada del bajante de ventilación. Tal longitud total debe medirse desde la conexión más baja del bajante de ventilación con el bajante de aguas residuales, hasta la terminal de ventilación con el aire libre.

9. NORMAS PARA SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS DE LLUVIA

9.1 NORMAS GENERALES

Artículo 9.1-1

Las aguas de lluvia provenientes de techos, azoteas y áreas pavimentadas o impermeables de las edificaciones deberán conducirse a los sistemas públicos de recolección de aguas de lluvia utilizando un sistema de recolección independiente al de las aguas residuales. La excepción es cuando las aguas de lluvia de una vivienda unifamiliar podrán ser descargadas hacia la calle pública, solamente cuando no se provoque inconvenientes a otros vecinos ni ocasione contaminación.

Artículo 9.1-2

No se permitirá descargar las aguas pluviales a la red pública de alcantarillado sanitario ni a la red de evacuación de aguas residuales de la edificación.

Artículo 9.1-3

Cuando sistemas separados de desagüe sanitario y pluvial existan en una misma propiedad, estos podrán ubicarse juntos en una misma trinchera.

Artículo 9.1-4

Para los sistemas de recolección y evacuación de aguas de lluvia se recomienda realizar diseños de bajo impacto, los cuales pretenden aumentar los tiempos de entrada a los sistemas pluviales, con el fin de disminuir los caudales dentro de los mismos. Algunas maneras de lograr esto es utilizando biorretenedores, almacenado el agua de lluvia en áreas inundables como plazas, parques, parques perimetrales y lagos intermitentes, entre otras.

9.2 MATERIALES PARA TUBERÍAS Y ACCESORIOS PARA DESAGÜE PLUVIAL

Artículo 9.2-1

En los conductos de desagüe para aguas de lluvia situados en el interior de las edificaciones deberán utilizarse tuberías de hierro dúctil, de cloruro de polivinilo (PVC) u otros materiales resistentes a la corrosión, con previa aprobación de la autoridad sanitaria. Los bajantes de agua de lluvia colocados exteriormente a las paredes podrán ser hierro dúctil o de láminas de hierro galvanizado. Las tuberías de PVC se podrán utilizar siempre que no estén directamente expuestas a la luz solar, pudiendo protegerse con pintura.

Artículo 9.2-2

Las canoas o canales colectores de los techos y azoteas dentro del área de la edificación podrán ser de láminas de hierro galvanizado, PVC u otros materiales adecuados para tal fin.

Artículo 9.2-3

Se permitirá el uso de tuberías de concreto solamente para la construcción de colectores

enterrados situados por fuera del área de construcción y retirados de la cimentación de la estructura de la edificación.

Artículo 9.2-4

Se permitirá el uso de canales de concreto o de mampostería en los patios y jardines exteriores de la edificación.

Artículo 9.2-5

Las tuberías y accesorios para desagüe de aguas de lluvia deberán cumplir con las normas estipuladas en la sección 7.2.

9.3 NORMAS PARA EL CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DE DESAGÜE PLUVIAL

Artículo 9.3-1

Para la determinación de los caudales de diseño de los sistemas de desagüe de aguas pluviales en las edificaciones se recomienda el uso del método racional:

$$Q = \frac{CiA}{3600}$$

Donde:

Q= caudal de diseño de la tubería, bajante o canal de desagüe (L/s)

i= intensidad de la lluvia (mm / hora)

A= área de drenaje tributaria (m²)

C= coeficiente de escorrentía superficial (adimensional)

Para la determinación de los parámetros anteriores se recomiendan los valores dados a continuación.

a. *Coeficiente de escorrentía.* Para la estimación del coeficiente de escorrentía se recomiendan los valores indicados en la tabla 9.1; sin embargo, el profesional responsable del diseño podrá utilizar otros valores aceptados por las buenas prácticas de la profesión. Los valores indicados en la tabla 9.1 corresponden a periodos de retorno iguales o inferiores a diez años. Tormentas menos frecuentes con intensidades mayores requieren la modificación del coeficiente de escorrentía debido a que la infiltración y otras pérdidas tienen un efecto proporcionalmente menor en la escorrentía. El ajuste del coeficiente de escorrentía para tormentas mayores se puede hacer al multiplicar el valor de C por el valor del factor de frecuencia Cf indicado en la tabla 9.2. El producto de CxCf no debe exceder la unidad (1,00).

TABLA 9.1 COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA EN LA FÓRMULA RACIONAL

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno (%)				
		Pronunciada	Alta	Media	Suave	Despreciable
		> 50	20 - 50	5 - 20	1 - 5	0 - 1
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, vegetación densa	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
Tipo de área o zona	C	Tipo de superficie				C
Comercial céntrico	0,70 a 0,95	Sin pavimentar				0,10 a 0,30
Comercial periférico	0,50 a 0,70	Pavimentos	Asfálticos		0,85 a 0,90	
Oficinas comerciales	0,50 a 0,70		Mezclas bituminosas		0,90 a 1,00	
Industrial espaciada	0,50 a 0,80		Adoquinado	Ordinario		0,50 a 0,70
Industrial densa	0,60 a 0,90			Rejuntado		0,80 a 0,85
Residencial unifamiliares	0,30 a 0,50			Con juntado	Estancas	0,70 a 0,80
Residencial multifamiliar espaciada	0,40 a 0,60					Abiertas
Residencial multifamiliar densa	0,60 a 0,75		Empedrado	Ordinario		0,15 a 0,30
Residencial semiurbana	0,25 a 0,40			De mosaico		0,40 a 0,50
Deportivas	0,20 a 0,35		Macadán	Ordinario		0,25 a 0,50
Parques	0,20 a 0,35			Bituminoso		0,70 a 0,90
Estaciones ferrocarril	0,20 a 0,40		Hormigón			0,90 a 1,00
Condominios	0,40 a 0,60		Ladrillo		0,70 a 0,95	
Apartamentos	0,60 a 0,80		Grava		0,20 a 0,30	
Cementerios	0,20 a 0,35		Cubiertas	Techos		0,80 a 0,95

TABLA 9.2 FACTORES DE FRECUENCIA PARA EL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Período de retorno (años)	Factor de frecuencia C_f (-)
25	1,10
50	1,20
100	1,25

b. *Intensidad de la lluvia.* La intensidad de la lluvia es función de la frecuencia o periodo de retorno de la tormenta o aguacero de diseño y de su duración. En el caso crítico, la duración de la lluvia se toma igual al tiempo de concentración del área tributaria. La intensidad de la precipitación se estimará a partir de la curva de intensidad-duración-frecuencia (curva IDF) correspondiente a la estación meteorológica que el profesional responsable del diseño del sistema de desagüe pluvial, a través del estudio hidrológico correspondiente, considere como representativa para el área del proyecto. En caso de que las curvas IDF de la estación no estén disponibles se podrán utilizar los valores que se indican en las tablas 9.3 y 9.4.

TABLA 9.3 INTENSIDADES DE LLUVIA (mm/hr) PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS

Región climática	5 minutos	10 minutos	15 minutos	30 minutos
Caribe	240	185	175	140
Norte	200	175	160	130
Valle Central	265	210	180	140
Pacífico Norte	285	200	180	135
Pacífico Central	275	220	200	150
Pacífico Sur	285	225	190	145

TABLA 9.4 INTENSIDADES DE LLUVIA (mm/hr) PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS

Región climática	5 minutos	10 minutos	15 minutos	30 minutos
Caribe	275	205	190	160
Norte	235	200	185	150
Valle Central	310	245	210	160
Pacífico Norte	340	235	205	160
Pacífico Central	320	250	225	170
Pacífico Sur	335	255	215	165

a. *Periodo de retorno*. La frecuencia o periodo de retorno del aguacero de diseño se determinará de acuerdo con los daños, perjuicios o molestias que inundaciones periódicas puedan ocasionar a los ocupantes de la edificación. Se recomienda utilizar como mínimo un periodo de retorno de 10 años.

b. *Tiempo de concentración*. En general, en áreas urbanizadas pequeñas (menores de 1 Ha) el tiempo de concentración es pequeño y, para efectos prácticos, se puede suponer inferior a cinco minutos. Consecuentemente, en estas áreas urbanizadas pequeñas el tiempo de concentración se puede considerar igual a cinco minutos. Para áreas mayores, se pueden utilizar las siguientes fórmulas:

Para un plano inclinado:

$$t_c = \frac{6,9}{i_e^{0,4}} \left(\frac{nL}{\sqrt{S}} \right)^{0,6}$$

Donde:

t_c = tiempo de concentración (minutos)

n = factor de rugosidad de Manning de plano inclinado (ver valores de tabla 9.5)

L = longitud del plano inclinado (m)

S = pendiente del plano inclinado

i_e = precipitación efectiva de lluvia (mm/ hora), aproximadamente igual a **$C*i$** .

TABLA 9.5 RUGOSIDAD DE MANNING EN PLANOS INCLINADOS

Tipo de superficie	n
Concreto liso	0,015
Pavimentos lisos	0,02
Suelo compactado, sin piedras	0,10
Cobertura pobre de pasto o superficie moderadamente rugosa	0,20
Cobertura de pasto regular	0,40
Cobertura de pasto densa	0,80

Para un canal rectangular que recibe agua lateralmente de un plano inclinado:

$$t_c = 0,0125L_c \left(\frac{b}{Q}\right)^{0,4} \left(\frac{n}{\sqrt{S_c}}\right)^{0,6}$$

Donde:

Q= caudal total drenado por el canal (m³/s)

b= ancho del canal (m)

n= factor de rugosidad de Manning del canal (ver valores en tabla 9.5)

L_c= longitud del canal (m)

S_c= pendiente de fondo del canal

Artículo 9.3-2

Para la determinación de los diámetros de los conductos y canaletas horizontales de desagüe de aguas de lluvia se seguirán las indicaciones de la sección 7.3.3. Se aceptará en este caso que para el caudal de diseño la descarga llene como máximo 3/4 partes de la altura del colector o canal de desagüe.

Artículo 9.3-3

Para la determinación de los diámetros de los bajantes de desagüe de aguas de lluvia se utilizará la tabla 9.6. Como regla práctica se puede utilizar un centímetro cuadrado de área transversal de bajante por cada metro cuadrado de área de techo.

TABLA 9.6 CAUDALES MÁXIMOS EN BAJANTES DE DESAGÜE DE AGUAS DE LLUVIA

Diámetro (mm)	Caudal máximo (l/s)
50	0,90
63,5	1,65
75	2,50
100	5,10
125	8,95
150	14,10
200	28,95

Notas:

1. Para bajantes no circulares se puede utilizar un área equivalente.
2. Caudales estimados suponiendo control a la entrada del bajante, y sin obstrucciones.

9.4 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

Artículo 9.4-1

En la construcción de los sistemas para aguas de lluvia se deberá cumplir con las especificaciones fijadas para las tuberías de aguas residuales en la sección 7.4 y con los artículos siguientes.

Artículo 9.4-2

Es recomendable que los sumideros, registros y otros receptores de agua de lluvia estén dotados de una trampa de arena cuando estén situados en patios o terrazas.

Artículo 9.4-3

Los sumideros y receptores de aguas de lluvia deberán estar provistos de rejillas de protección contra el arrastre de hojas, papeles, basura y similares. El área total libre de las rejillas será por lo menos dos veces el área del orificio de desagüe.

Artículo 9.4-4

En aquellos casos en los cuales los colectores de aguas de lluvia no puedan descargar por gravedad deberá proveerse un tanque recolector y un sistema de bombeo para su descarga automática.

Artículo 9.4-5 Tanque colector.

En el caso de utilizarse un tanque recolector de aguas de lluvia, su volumen se escogerá para que sea capaz de almacenar como mínimo la escorrentía producto de la precipitación para un evento con un periodo de retorno de 10 años y una duración de 30 minutos. El volumen se estimará mediante la siguiente expresión:

$$V_t = 1200Q(10,30)$$

Donde:

V_t = volumen del tanque de captación (m^3)

$Q(10,30)$ = caudal máximo para un aguacero con un periodo de retorno de 10 años y una duración de 30 minutos (m^3/s)

Artículo 9.4-6

Los tanques colectores de aguas de lluvia deberán cumplir con lo estipulado en la sección 7.9.

Artículo 9.4-7

El caudal de diseño del sistema de bombeo será como mínimo $(2/3) * Q(10,30)$, donde $Q(10,30)$ es el caudal máximo producto de un aguacero con un periodo de retorno de 10 años y una duración de 30 minutos.

Artículo 9.4-8

Las bombas de agua de lluvia deberán cumplir con lo estipulado en la sección 7.9.

9.5 CAJAS DE REGISTRO Y BOCAS DE LIMPIEZA

Artículo 9.5-1

Los sistemas de desagüe de aguas de lluvia deberán estar dotados de bocas de limpieza y cajas de registro de acuerdo con lo establecido para los sistemas de desagüe de aguas residuales en la sección 7.6. Las tapas de las cajas de registro podrán ser de rejilla metálica.

9.6 INSPECCIÓN Y PRUEBA DE LOS SISTEMAS DE DESAGÜE DE AGUAS DE LLUVIA

Artículo 9.6-1

Los sistemas de desagüe de aguas de lluvia deberán ser inspeccionados y sometidos a las pruebas especificadas en la sección 7.10 para sistemas de desagüe de aguas residuales.

9.7 SISTEMAS DE RETENCIÓN Y DE DETENCIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Artículo 9.7-1

Los sistemas de detención y de retención de aguas de lluvia son uno de los medios utilizados para gestionar las descargas de escorrentía provenientes de una edificación así como para minimizar la degradación de las condiciones ambientales del cuerpo receptor de las aguas. En su diseño, el profesional responsable deberá emplear las buenas prácticas profesionales de la hidrológica y de la hidráulica así como las técnicas y procedimientos de diseño más apropiados. Los tanques colectores a que hace referencia la sección 9.4 no podrán considerarse como sistemas de retención o de detención salvo que se dimensionen siguiendo lo establecido en esta sección.

Artículo 9.7-2

Los sistemas de detención o lagunas de detención se caracterizan por almacenar de forma temporal la escorrentía y verterla de manera mesurada hacia un cuerpo de agua receptor o hacia un alcantarillado pluvial; sin embargo, este vertido se realiza mediante una estructura de salida que generalmente no tiene control. Comúnmente las lagunas de detención se mantienen vacías cuando no se encuentran operando y su volumen de almacenamiento se inunda cuando ocurre el evento de precipitación, al finalizar este evento se da su vaciado a través de la estructura de salida. Por esta razón, en ocasiones se les denominan lagunas de detención secas.

Artículo 9.7-3

Los sistemas de retención o lagunas de retención almacenan el agua por un periodo prolongado. Estas lagunas mantienen agua permanentemente y cuentan con un volumen adicional para el almacenamiento de volúmenes provenientes de crecientes, por ello se les conoce también como lagunas húmedas. Pueden contar o no con una estructura de salida para proveer algún tipo de regulación especial.

Artículo 9.7-4

Para el diseño de sistemas de detención o de retención la autoridad administrativa correspondiente podrá definir uno de los siguientes tres criterios:

- a) Fijación de un volumen mínimo de almacenamiento y de un valor de caudal permisible a verter de acuerdo con el área de proyecto, el uso del suelo o el cambio en área impermeable
- b) Especificación de un valor de caudal permisible a verter para la tormenta de diseño seleccionada sin fijación de un volumen mínimo de almacenamiento
- c) Establecimiento del requisito de no exceder los caudales picos producidos por la condición existente antes del desarrollo, esto para un rango específico de frecuencia de tormentas de diseño

Las primeras dos condiciones son por lo general adoptadas por la autoridad administrativa luego del desarrollo de una estrategia regional de control de inundaciones, un plan maestro de drenaje de la cuenca o un plan de manejo de aguas pluviales de la cuenca. El tercer criterio se adopta generalmente en ausencia de dicha estrategia o plan. El periodo de retorno mínimo para la tormenta de diseño de los sistemas de detención o de retención será de 10 años.

Artículo 9.7-5

El uso de sistemas de detención o retención tiene problemas potenciales asociados. Entre estos potenciales problemas se pueden enumerar los siguientes:

- a) La creación de picos de creciente coincidentes que podrían causar problemas de inundación en los tramos aguas abajo del cuerpo receptor.
- b) Incrementos acumulativos de flujos hacia aguas abajo de varios sistemas como resultado de la superposición de los limbos descendentes de varios hidrogramas de salida.
- c) Incremento en el potencial de erosión acelerada del cuerpo de agua en el tramo aguas abajo de los sistemas de detención o de retención.
- d) Periodos extendidos de inundación en el área de la laguna especialmente durante los eventos más frecuentes.
- e) Intrusión potencial de sales en lagunas excavadas poco profundas.
- f) Acumulación de basura, de sedimentos, la obstrucción de sus desagües, así como la ocurrencia de criaderos de mosquitos u otros insectos así como de otros tipos de situaciones indeseables.
- g) Riesgos asociados con el área de inundación del sistema de retención o detención y con la estructura de salida.

Muchos de estos problemas se pueden evitar a través de la planificación detallada de la cuenca, el mantenimiento frecuente del sistema y la demarcación adecuada de la zona de inundación, entre otras medidas.

Artículo 9.7-6

En ningún caso el uso de un sistema de detención o de retención podrá causar un incremento inaceptable de los niveles de inundación, ya sean estas aguas arriba o aguas abajo del sistema. Un incremento inaceptable de inundaciones incluye cualquier cambio de las características de las inundaciones en las propiedades de los alrededores que puedan ocasionar daños, o perjudique el valor del bien o el uso potencial del terreno, o causar problemas derivados de los cambios en la velocidad del flujo o de la distribución del flujo dentro de esa tierra.

Artículo 9.7-7

El dimensionamiento preliminar del sistema de detención o de retención se realizará con el fin de determinar el orden de magnitud de la capacidad de almacenamiento requerido. El volumen útil inicial del sistema (V_s) puede obtenerse por medio de la comparación de al menos los siguientes procedimientos de estimación:

$$a) \frac{V_s}{V_i} = \frac{r(1+2r)}{3}$$

$$b) \frac{V_s}{V_i} = r$$

$$c) \frac{V_s}{V_i} = \frac{r(3+5r)}{8}$$

$$d) \frac{V_s}{V_i} = \frac{r(2+r)}{3}$$

Donde r es la relación de reducción adimensional calculada como:

$$r = \frac{Q_i - Q_o}{Q_i}$$

Las expresiones anteriores pueden dar resultados muy diferentes y, por ello, deben utilizarse con precaución. Si el método racional es utilizado para la determinación del caudal entrante Q_i , el volumen entrante (V_i) puede determinarse como

$$V_i = \frac{4}{3} t_c Q_i$$

Donde t_c es el tiempo de concentración del área de drenaje hasta la ubicación del sistema y Q_o es el caudal efluente.

En el dimensionamiento preliminar, el profesional responsable del diseño podrá incorporar en la comparación supra citada otros procedimientos siempre y cuando estén acorde con las buenas prácticas de la profesión.

Artículo 9.7-8

El dimensionamiento final del sistema de detención o de retención se realizará mediante el tránsito del hidrograma de creciente a través del reservorio. Se recomienda el uso de modelos de computadora para realizar este tránsito. Independientemente de la técnica de solución utilizada, se debe ser capaz de simular detalladamente el comportamiento hidráulico de las estructuras de salida, especialmente cuando el conducto de descarga fluye parcialmente lleno o cuando ocurran condiciones de sumergencia en el conducto de descarga.

Artículo 9.7-9

El diseño del sistema y de sus estructuras de salida debe basarse en un rango de duraciones de tormenta y de distribuciones temporales apropiadas con el fin de identificar las dimensiones hidráulicas críticas. No es suficiente determinar simplemente la duración de tormenta que produce el caudal pico mayor en el área de drenaje. A pesar de que una tormenta de mayor duración que la duración tormenta crítica del área de drenaje produce un caudal pico menor, podría requerir un volumen mayor de almacenamiento para prevenir un aumento del caudal máximo de esa tormenta.

Artículo 9.7-10

Los sistemas de detención o de retención contarán con una estructura de salida principal, la cual regulará el caudal efluente hacia el cuerpo receptor o el alcantarillado pluvial. Generalmente, esta estructura será un orificio simple o una tubería aunque se permitirán otros tipos de estructuras. Sin embargo, en cualquier caso el área de toma de la estructura debe protegerse contra el bloqueo por escombros y diseñarse para minimizar el riesgo para una persona atrapada contra dicha estructura. El nivel de protección dependerá de las consecuencias ocasionadas por la falla debida a la obstrucción de la toma y de la frecuencia potencial en que pueda ocurrir dicha obstrucción. Debe considerarse, además, la obstrucción total de la estructura de salida principal.

Artículo 9.7-11

Los sistemas de detención o de retención contarán además con una estructura de salida auxiliar o de emergencia la cual tendrá capacidad suficiente para evacuar el caudal máximo que ingrese al sistema. La descarga a través de esta estructura hacia el cuerpo receptor o el alcantarillado pluvial deberá hacerse de forma segura. Esta estructura tendrá flujo libre (sin control) y ejemplos de ella son vertederos de cresta ancha y de cresta delgada, vertedores o aliviaderos, entre otros.

Artículo 9.7-12

El diseño de los sistemas de detención y de retención deberá minimizar los riesgos de seguridad para el público y los usuarios de la infraestructura circundante. El uso de cercas o mallas perimetrales alrededor de los sistemas debe considerarse como un último recurso. De preferencia deben utilizarse pendientes laterales de 1 en 6 (1V:6H) o más planas para permitir la salida fácil de la superficie mojada. Áreas con pendientes mayores a 1 en 4 (1V:4H) requerirán escaleras y pasamanos para asistir en la salida. Estas recomendaciones aplican especialmente a sistemas que incorporan actividades de uso dual como la recreación activa o pasiva.

Artículo 9.7-13

Indicadores de profundidad deben instalarse dentro del reservorio cuando la profundidad de almacenamiento es mayor a un metro (1,0 m). El indicador debe tener su nivel cero con respecto al punto más bajo del reservorio.

10. SISTEMAS INDIVIDUALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS U ORDINARIAS

10.1 ASPECTOS GENERALES

Artículo 10.1-1

Se considerarán sistemas para el tratamiento individual de aguas residuales domésticas aquellas soluciones técnicas sanitarias a ubicar en un solo lote y en beneficio de un solo edificio, evacuando aguas residuales del tipo ordinario. Estos sistemas de tratamiento individual o de tecnologías alternativas podrán estar constituidos por varias unidades (colocadas en serie) para mejorar la remoción de contaminantes e incrementar la eficiencia del proceso de depuración. Las aguas residuales ordinarias podrán recibir en forma separada tratamiento antes de su disposición. Por una línea se podrá dar tratamiento y vertido a las aguas de los inodoros y, por otra línea, se podrá dar tratamiento y vertido a las aguas grises o jabonosas. Sin embargo, todas las aguas residuales ordinarias deberán recibir tratamiento antes de su disposición final en la naturaleza.

Artículo 10.1-2

Para los sistemas de tratamientos tradicional y alternativos por utilizar es necesario establecer las tipologías básicas que permitirán remover cargas orgánicas (DBO, DQO) y nutrientes (compuestos de nitrógeno y fósforo), con el propósito de mejorar la calidad del agua antes de su retorno al medio. Los parámetros mínimos que caractericen cada tipo de sistema de tratamiento individual procurarán la mejor calidad posible del agua antes de su vertido final (por infiltración o descarga), según las condiciones del proyecto, adecuándose según sea su ubicación urbana o rural y densidad de población en el sitio.

Artículo 10.1-3

Los sistemas alternativos para el tratamiento de excretas y aguas residuales pueden ser: simples, como las letrinas y unidades de compostaje; separando o no las heces de la orina, al no utilizar agua, y más complejos como cuando se utiliza agua en volúmenes menores a un litro o aire para la evacuación de residuos. Al respecto, es también básico tomar en cuenta las posibilidades que tendrá la disposición final de los efluentes tratados, ya sea por infiltración en el sitio o por descarga en cursos permanentes de agua, así como la materia fecal y orina, luego del tratamiento correcto.

Artículo 10.1-4

Como técnicas para el tratamiento individual de excretas y aguas residuales se podrá considerar para su utilización en el país las siguientes:

- a. Letrinas en pozo seco, letrinas con sello de agua, letrinas aboneras, letrinas aplicando lumbricultura o unidades de compostaje

- b. Inodoros secos o inodoros separadores de orines y heces secos o con agua, con sus correspondientes sistemas de recolección y de tratamiento.
- c. Tanques sépticos u otras unidades simples de sedimentación/biodigestión en sitios con capacidad de infiltración.
- d. Tanques sépticos mejorados (es el tanque funcionando con otras unidades o técnicas adicionales colocadas en serie) u otras unidades simples mejoradas para sitios con deficiente capacidad de infiltración o nivel freático a poca profundidad; para complementar con otras unidades individuales el proceso para el tratamiento de aguas residuales en un tanque séptico, en segunda, tercera o siguiente etapa, es posible utilizar, entre otros, filtros anaeróbicos de flujo ascendente, filtros percoladores, biojardineras (humedades artificiales).
- e. Tanques sépticos, otras unidades simples utilizadas como unidades interceptoras o de primer tratamiento en el sitio de cada emisor, cuyos efluentes pueden recibir tratamiento posterior centralizado previo a su vertido.
- f. Sistemas para el tratamiento de las aguas provenientes de inodoros, separados de los sistemas para el tratamiento de las aguas jabonosas (o grises).
- g. Sistemas para el tratamiento de las aguas jabonosas (grises) separados de los sistemas para el tratamiento de aguas que contengan excretas.
- h. Sistemas para recolección de aguas residuales tratadas en pequeño diámetro con agua o por medios neumáticos al vacío.
- i. Aquellas otras técnicas para tratamiento individual (in situ) que cuenten con respaldo técnico-científico, preferiblemente con acreditación por norma de referencia o recomendación de organismo internacional, así como cuando cuente con evaluación reciente (menos de tres años) y respaldo de un centro de investigación.
- j. Sistemas para la recolección, tratamiento y disposición de lodos

Artículo 10.1-5

La disposición final de las aguas tratadas se hará por medio de infiltración o por descarga en cursos permanentes de agua. Por ello, es importante tener claro que la calidad del agua residual mejorará de acuerdo con la cantidad de los pasos de tratamiento que a ella se le den. En consecuencia, de acuerdo con las calidades de los puntos de vertido (fragilidad ambiental) y pasos de tratamiento se pueden ubicar las siguientes posibilidades:

- a. Remoción de materia orgánica e infiltración directa
- b. Remoción de materia orgánica y de nutrientes e infiltración directa
- c. Remoción de contaminantes, infiltración y evacuación de excedentes de

agua a cuerpos receptores de agua por sobresaturación o por no infiltración en el mismo terreno (deberá cumplirse sin embargo con lo estipulado en el Reglamento de Vertido y Reuso de aguas residuales vigente).

d. Remoción de contaminantes y descarga directa a cuerpos de agua, incluso por líneas paralelas a los alcantarillados existentes (deberá cumplirse lo estipulado en el Reglamento de Vertido y Reuso de aguas residuales vigente).

e. Remoción de contaminantes, exposición de efluentes a evapotranspiración y utilización en riego (debe cumplirse lo estipulado en el Reglamento de Vertido y Reuso de aguas residuales vigente).

Artículo 10.1-6

El retiro de las unidades para el tratamiento individual de aguas residuales y los elementos requeridos para infiltración que se ubiquen en el terreno de una vivienda o edificación será al menos de un metro (1,0 m) de los linderos. Esas unidades y elementos también se deben ubicar a distancias seguras para no poner en riesgo aspectos estructurales de paredes o tapias, de la infraestructura vecina o la estabilidad geotécnica del terreno.

10.2 UTILIZACIÓN DE LA TÉCNICA TANQUES SÉPTICOS: DRENAJES, EL TANQUE Y MANEJO DE LODOS

Artículo 10.2-1 Propósito.

Estas normas proponen fijar parámetros básicos para el funcionamiento correcto de la técnica sanitaria de los tanques sépticos cuando se utiliza para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Se resalta esta técnica por ser la más utilizada en el país; sin embargo, se remarca que hay otras técnicas sanitarias para el tratamiento individual de excretas y aguas residuales. Se enfatiza en características a cumplir para los drenajes, el dimensionamiento y mantenimiento del tanque y en la importancia de darle tratamiento adicional a los lodos sépticos o material fecal por extraer periódicamente.

Artículo 10.2-2 Definición.

El tanque séptico es un sistema anaerobio para el tratamiento individual de residuos que utiliza la capacidad que tiene el suelo para absorber, en condiciones tradicionales y básicas de la técnica, porque esta técnica, según las circunstancias, puede mejorar su funcionamiento al complementarse con otras unidades o técnicas sanitarias. Por lo tanto, el buen funcionamiento depende de que el tanque sedimentador/biodigestor cumpla apropiadamente con la retención de los sólidos más pesados y de las grasas que viajan con los líquidos, así como de que los terrenos donde se colocan estos sistemas de tratamiento tengan la capacidad de permitir que se infiltre en ellos toda el agua que se procesa con esta técnica sanitaria.

Periódicamente, debe realizarse una remoción parcial de las grasas y de los lodos acumulados. Los lodos o materia fecal removida requieren de tratamiento adicional para su completa estabilización y no afectar negativamente el ambiente.

Artículo 10.2-3 Principio científico.

Todo proceso para el tratamiento de aguas residuales pretende quitar elementos contaminantes y transformar algunos de ellos en componentes más simples. Los sistemas individuales de tratamiento quitan cosas del agua, pero no varían la cantidad de la misma. Se producen gases y se obtienen residuos conocidos como lodos mineralizados. Se respeta y reconoce el principio de que la materia no se destruye, sino que se transforma. Así como se establece que cualquiera que sea el volumen de agua que entre al tanque sedimentador/ biodigestor, será ese mismo volumen de agua el que deba contar posteriormente para el vertido correcto.

Artículo 10.2-4 Aguas por tratar.

Todas las aguas utilizadas y que se descarguen como aguas residuales deben recibir tratamiento antes de su reincorporación en la naturaleza. Es fundamental tener clara la valoración apropiada del volumen y tipos de agua residual por colocar en el sistema de tratamiento, de acuerdo con la descarga que se realice por día, por ejemplo:

- a. El volumen y tipo de todas las aguas usadas de origen doméstico y de acuerdo a la población usuaria en una edificación: inodoros, lavamanos, duchas, fregaderos de cocina, pilas o lavanderías.
- b. La determinación de ese volumen de aguas residuales ordinarias se puede hacer siguiendo los criterios de dotación y determinación de caudales de retorno promedio. Se recomienda un valor para ese factor de retorno de 82% de la dotación promedio que se asuma. Sin embargo, utilizar el profesional responsable del diseño podrá utilizar otro valor siempre y cuando esté de acuerdo con las buenas prácticas de la profesión.
- c. Los datos por dotaciones es posible revalorarlos cuando se tenga información con la que se tipifican los consumos de una determinada comunidad y cuando en la obra se colocan artefactos para el bajo consumo de agua y las familias tienen definidos principios ahorradores.

Sin embargo, por este concepto de calidades y cantidades es necesario adecuar la aplicación del sistema individual para el tratamiento de aguas residuales al utilizar la técnica del tanque séptico o cualquier otra, cuando por razones culturales o costumbres de la sociedad moderna, se definen actividades domésticas descargando volúmenes extraordinarios de agua residual en tiempos muy cortos. Este tipo de descargas alteran el contenido de los tanques, "lavan" el sistema biológico y perturban la materia sedimentada o en suspensión, reduciendo en consecuencia la eficiencia para la remoción de contaminantes del sistema. Algunas de esas actividades extraordinarias son el lavado de ropa en forma concentrada en solo uno o dos días de la semana, así como la descarga del agua proveniente de una tina de baño. Para estos casos, es conveniente dar tratamiento por separado a las aguas que contienen excretas y por separado a todas las otras aguas residuales (grises) que se evacúen.

Artículo 10.2-5

Elementos básicos de esta técnica individual de tratamiento:

- a. Capacidad de absorción del suelo.
- b. Separación suficiente entre el fondo de los puntos de descarga en el subsuelo y niveles subterráneos del agua freática.
- c. El tanque es un sedimentador y a la vez es un biodigestor anaerobio.
- d. El volumen de almacenamiento del tanque deberá concordar con la cantidad de usuarios que tenga el sistema y los volúmenes diarios de agua usada por ellos.
- e. Necesidad de realizar una remoción periódica de grasas y de lodos.
- f. Existencia de sistemas para la remoción, traslado, el tratamiento y correcta disposición de lodos sépticos.

Artículo 10.2-6 Prueba de infiltración.

Las pruebas de infiltración son requisito básico para determinar la aceptabilidad o rechazo del sitio escogido, como la zona donde se tendrá colocado el subsistema de drenaje. Este subsistema complementa el proceso para el tratamiento de aguas residuales ordinarias, realizándose en forma individual. El drenaje o sitio de disposición por infiltración de las aguas residuales tratadas para una solución individual se determina con mayor certeza al contar con resultados de la prueba de infiltración realizada, directamente en el espacio y la profundidad, en el terreno donde se ubicará el drenaje.

Artículo 10.2-7 Consideraciones de la prueba de infiltración.

Esta prueba debe considerar lo siguiente:

- a. Mediciones o lecturas directas en el sitio y en los estratos donde estará colocado el sistema de infiltración pretendido.
- b. Condiciones de plena saturación para determinar las velocidades de infiltración reales del agua tratada en ese terreno. Estos sistemas deben funcionar correctamente en las épocas de lluvia y de alta saturación de los terrenos.
- c. El número de agujeros para ejecutar una prueba de infiltración se define de acuerdo con la importancia del proyecto y tamaño del terreno. Un criterio es la ubicación de agujeros de prueba definiendo para cada uno un radio de influencia de treinta metros (30 m), criterio que tradicionalmente se ha propuesto para separar la ubicación de una zona de drenajes y un pozo para el abastecimiento de agua.

Artículo 10.2-8

Condiciones para ejecutar la prueba. Es indispensable que el trabajo de campo se realice en dos etapas, a saber:

- a. Apertura, preparación del o los agujeros de prueba y saturación del suelo durante 24 horas. Acciones a realizar en un primer día de trabajo.

- b. Lecturas o toma de datos de campo, para cada agujero de prueba, en un segundo día de trabajo y posterior a un periodo de saturación iniciado 24 horas antes. Estas lecturas se harán a intervalos de 30 minutos, durante cuatro horas. Si el terreno tiene alta tasa de percolación, se reduce el intervalo de tiempo entre lecturas.

Artículo 10.2-9 Cálculo de la tasa de infiltración.

Para ello se utiliza el dato del último periodo de lecturas obtenido con la prueba de infiltración (no se hace un promedio de los datos obtenidos por agujero de prueba). La tasa de infiltración se obtiene al dividir el intervalo de tiempo utilizado entre lecturas y la última diferencia de altura que se determinó. El definir una primera caracterización por su capacidad de percolación del terreno para un proyecto de varias viviendas o edificaciones, donde se hayan realizado varias pruebas de infiltración, se hará al promediar las tasas de infiltración obtenidas para cada uno de los agujeros de prueba.

Artículo 10.2-10 Protección de mantos de agua subterráneos.

Es complemento básico de esta prueba la realización de exploraciones a mayor profundidad, en el mismo agujero donde se realice la prueba de infiltración, con el propósito de verificar la existencia o no de agua subterránea. Los niveles del agua subterránea en un campo de infiltración deben ubicarse por lo menos a 2,0 m más abajo del fondo que vayan a tener las zanjas de drenaje o del fondo de los pozos de absorción.

Artículo 10.2-11 Drenajes.

Los drenajes pueden ser lechos de infiltración formados por zanjas y distribuidos en superficies amplias del terreno o más concentrados definidos por pozos de infiltración. Los drenajes se calculan al establecer una relación hidráulica entre la velocidad de infiltración que caracterice al terreno bajo estudio (determinado con la prueba de infiltración) y el caudal o gasto de agua por producir por los usuarios de la técnica utilizada para el tratamiento de las aguas residuales.

El cálculo del drenaje es la definición de longitud y sección transversal de zanjas o profundidad y diámetro de pozos de absorción. En el anexo B a esta normativa se presenta un procedimiento para ejecutar el cálculo de dichas dimensiones (sección transversal longitud de zanjas).

Artículo 10.2-12 Características de las zanjas para drenaje.

En un sistema de infiltración compuesto por zanjas o drenajes superficiales, también suceden fenómenos de biodegradación (dada la adherencia de microorganismos en las paredes del material filtrante) y de evapotranspiración por efecto de la radiación del sol y de las plantas que pudieran crecer en las inmediaciones. Por tanto, se debe considerar los siguientes puntos:

- a. Las zanjas para drenajes se deben rellenar, del ducto o tubería de distribución de efluentes del tanque hacia abajo, con piedra en tamaños entre 7 y 10 cm (aportan mayor superficie de contacto y menos vacíos que la piedra bruta o de gran tamaño tradicionalmente usada).

- b. No se deben colocar plásticos u otros materiales impermeables, porque se debe permitir la salida de gases y la evapotranspiración que se obtendrá de la actividad biológica por desarrollar y con los rayos solares que incidan en esa zona.
- c. De esa manera, la sección transversal de una zanja para drenaje se caracteriza por los siguientes elementos y estratos:
 - c.1 Una tubería preferiblemente lisa en su superficie interna, con perforaciones para la distribución de líquidos con materia orgánica disuelta y percolación hacia abajo.
 - c.2 Material granular entre 7 y 10 cm, bajo esa tubería de distribución.
 - c.3 Material granular en tamaños menores (de 9 mm y mayores), a ambos lados de la tubería de distribución y sobre ella. Esa otra piedra se coloca en variación granulométrica gradual (de mayor a menor, de abajo hacia arriba) para impedir la saturación o atascamiento como consecuencia del relleno superficial que se hace con suelo del lugar.
- d. Al tener cubiertas las superficies del terreno (aceras, losas, pavimentos, adoquines) donde se colocan las zanjas o cuando se utilizan pozos de absorción, no se estarán aprovechando las ventajas de otras etapas de biodegradación que pueden realizar las bacterias en las piedras del drenaje y las reducciones de volúmenes de agua por evapotranspiración.
- e. En terrenos con pendiente, las zanjas de drenaje se construyen en paralelo a las curvas de nivel (siguiendo el contorno). Para lograr la longitud total requerida es posible que haya que utilizar varios niveles del terreno, de manera que el agua se pasará por rebalse de la zanja en el nivel superior a la zanja en el nivel inferior. La separación horizontal entre zanjas debe ser de al menos cinco metros (5,0 m).

Artículo 10.2-13 Definición de dimensiones para las zanjas de drenaje.

Las dimensiones, sección transversal y longitud de las zanjas de drenaje se definen con los resultados que determinan la capacidad de infiltración del terreno donde se vayan a colocar y la cantidad de agua que se pretenda infiltrar. Cada resultado de esas pruebas de infiltración es propio a cada sitio, por ello las extrapolaciones son muy inciertas. Es importante relacionar la cantidad de agua por colocar en ese terreno con la velocidad de infiltración obtenida. El área de infiltración que entonces se obtiene se refiere a la relación con las paredes y el fondo de las zanjas. Sin embargo, ese perímetro mojado debe corregirse con un factor reductor, dada la variación hidráulica que da el suministro por gravedad y relativas bajas velocidades del agua efluente de la tubería de distribución en relación con las paredes de las zanjas.

Artículo 10.2-14 Superficie de infiltración.

Es el espacio del terreno donde se permite la acción de infiltración. Esto es el área de influencia que al menos (mínima) debe destinarse hacia los dados de las zanjas o pozos de infiltración para que el agua percole en el terreno utilizado, tomando en cuenta efectos de

lluvia y por recubrimientos por colocar sobre este terreno.

Artículo 10.2-15 Pozos de absorción como drenajes.

Igual que las zanjas de infiltración, los pozos de absorción o de infiltración se ubican después de los sistemas individuales utilizados para el tratamiento de aguas residuales, para cumplir con el mismo objetivo de conducir los volúmenes de agua tratada hacia los estratos inferiores del suelo. Estos pozos son excavaciones, por lo general cilíndricas, en diámetros de un metro o mayores y en profundidades de 3 metros o más. El fondo de estos pozos, igual que las indicaciones anteriores, debe estar a por lo menos 2,0 m sobre los niveles subterráneos de agua que puedan existir en cada sitio. Comprobación a realizarse cuando se ejecutan las pruebas de infiltración de campo.

Artículo 10.2-16 Componentes de un pozo de absorción.

Un pozo de absorción se construye como una excavación más profunda, la cual requiere de elementos internos para el almacenamiento de agua y otros para la distribución del agua hacia las zonas permeables del suelo. La estructura general de un pozo puede estar compuesta por los siguientes elementos:

- a. El elemento para el almacenamiento de agua es una estructura autosoportante y permeable internamente (con aberturas para el paso del agua del interior hacia el suelo), la cual es posible levantar con diferentes materiales como bloques de concreto, ladrillos de barro cocido, alcantarillas de concreto o PVC, entre otros materiales.
- b. Para el paso del agua hacia el suelo, se coloca piedra quebrada (19 mm) en el fondo (30 cm) y en el espacio (15 cm) que se debe dejar entre la pared de la excavación y la pared de la estructura que se levante.
- c. El agua por filtrar se descarga en el espacio vacío, al centro de la estructura que se levante, a través de la tapa o losa superior de esta unidad.

Artículo 10.2-17

Dimensiones para un pozo de absorción. El cálculo de las dimensiones de un pozo de absorción también se determina a partir de los resultados de la prueba de infiltración y de los volúmenes de agua que se vienen procesando con una técnica sanitaria para el tratamiento individual.

Para determinar las dimensiones de un pozo de absorción debe tenerse claro que las pruebas de infiltración ahora se deben realizar en cada uno de los estratos, niveles o capas de suelo que tenga el terreno (por ejemplo, a cada metro de la profundidad pretendida) y el valor por utilizar en los cálculos será un promedio de los datos finales obtenidos (tasa de infiltración por cada estrato).

Artículo 10.2-18 Zona filtrante en un pozo de absorción.

El área de filtración que se considera para determinar las dimensiones de un pozo de absorción es la que formarán las paredes del pozo, hacia abajo del nivel que tenga la tubería de entrada de líquidos. Para la determinación de esa área cilíndrica no se incluye

el fondo o piso del pozo, ni las paredes que estén encima de la entrada de líquidos o en estratos intermedios formados por suelos impermeables.

Artículo 10.2-19 Distancia entre pozos de absorción o infiltración.

Si se utiliza esta técnica para la disposición de efluentes tratados, cada pozo utilizado debe estar separado uno del otro a lo menos una distancia igual a tres veces el diámetro de excavación de ellos. Para pozos de más de seis metros (6 m) de profundidad, el espacio mínimo entre pozos debe ser de seis metros. La separación mínima de un pozo de absorción a linderos y a edificaciones debe ser de al menos tres metros (3,0 m).

Artículo 10.2-20 Tanque séptico.

El buen funcionamiento del tanque (remoción igual o mayor al 50% de la carga orgánica inicialmente contenida en el agua residual) con esta técnica de saneamiento debe respetar principios básicos de sedimentación y de biodigestión, debiéndose entonces guardar:

- a. Una relación recomendada de 1:3 entre el ancho y el largo, de la unidad que se construya o sea prefabricada, para una correcta sedimentación, procurando la retención de la mayoría de sólidos acarreados y en suspensión.
- b. Una profundidad útil de líquidos entre 1,0 m y 2,5 m, para correctas acciones de sedimentación y ubicación de estratos para la biodegradación.
- c. Un tiempo de retención hidráulica por sedimentación no menor a 24 horas.
- d. Un tiempo de retención por biodigestión no menor al requerido por la temperatura del agua y carga aplicada.
- e. Un tiempo de almacenamiento de lodos de acuerdo con la carga y valoración lógica de costos con los que se defina el tiempo conveniente entre limpiezas. Este espacio para almacenamiento se recomienda para al menos dos años y no mayor a cinco años.

Otras proporciones, formas o características de los tanques pueden funcionar como unidades de tratamiento para esta técnica sanitaria, pero obteniéndose otras eficiencias para la remoción de carga orgánica, principalmente.

Artículo 10.2-21 Zonas o estratos que se identifican en un tanque.

En estos tanques debe contarse con espacio para definir varias capas, las cuales de abajo hacia arriba son:

- a. Zona para el almacenamiento de materia, sitio para la acumulación de sólidos o lodos digeridos
- b. Zona de biodigestión, donde se realiza la digestión principal del material sólido y disuelto

- c. Zona de sedimentación, donde también se ubican gran cantidad de bacterias activas y viajan los líquidos con materia orgánica disuelta
- d. Zona para las grasas o natas superiores y del espacio libre requerido para que se ubiquen los gases del proceso anaerobio

Artículo 10.2-22 Dimensionamiento del tanque sedimentador/biodigestor.

El dimensionamiento de cada uno de los tanques sépticos, adicionalmente a considerar los principios anteriores, debe basarse en fórmulas de diseño donde se tomen en cuenta la cantidad de usuarios, la cantidad y tipo de agua por día utilizada, la temperatura del agua residual y el periodo apropiado para la remoción de materia líquida y sólida. En el anexo C a esta reglamentación se presenta un procedimiento de cálculo que, incluso, toma en cuenta la temperatura del agua prevaleciente en condiciones tropicales.

Artículo 10.2-23 Elementos a la entrada y salida en un tanque.

Todo tanque séptico debe contar con elementos reguladores de flujo (pantallas) en la entrada y en la salida; estos elementos reducen alteraciones del proceso de tratamiento y son útiles para impedir la salida de grasas y lodos hacia la siguiente etapa.

Para las condiciones más sencillas de una vivienda unifamiliar, los elementos de entrada y salida en un tanque séptico se logran con la colocación de uniones en T, extendidas con niples de tubería, en longitud apropiada (40% de la profundidad de líquidos). De esta forma, estas pantallas permiten el flujo en la zona de sedimentación del tanque. Esas mismas uniones en T se deben prolongar hacia arriba dejando dos centímetros (0,02 m) libres antes de la losa superior o tapa. Ese espacio libre superior permitirá la salida de gases por los mismos elementos de entrada (ductos que vienen de la edificación) y salida (hacia los drenajes).

Artículo 10.2-24 Calidad de los materiales para un tanque.

El tanque, por el proceso anaerobio que se realiza, requiere ser hermético. Las paredes y el piso del tanque deben ser impermeables.

Los materiales que se utilicen en su construcción o fabricación para paredes, piso y tapa, deben resistir el ataque de ácidos y sulfatos acarreados por el agua o formados con el proceso de tratamiento. Los tanques internamente deben estar revestidos o pintados con productos apropiados para impedir el ataque químico al material del tanque.

Artículo 10.2-25 Ancho mínimo de un tanque en concreto.

El ancho interno mínimo de un tanque en concreto o en mampostería (con bloques) es de aproximadamente 70 cm. En ese ancho apenas cabe la persona que va a impermeabilizar y a colocar los recubrimientos aislantes protectores (pinturas bituminosas o productos a base de epoxi).

Artículo 10.2-26 Elementos que complementan un tanque séptico.

Todo tanque requiere:

- a. La colocación de dos registros en la losa o tapa superior, exactamente

sobre la posición que ocupen las uniones T de entrada y salida de líquidos. Estos registros servirán para revisar a través de ellos el nivel de lodos almacenados. En tanques de concreto estos registros pueden ser en piezas de PVC de 100 mm, con tapones con rosca.

- b. La colocación de al menos un registro principal para facilitar las labores de extracción de materia y limpieza. Este registro debe hacerse con dimensiones no menores a 40 cm x 60 cm y debe construirse con rebordes sobre la losa o tapa (para evitar el ingreso de agua superficial) y los rebordes con sello flexible sanitario (silicón o pasta bituminosa) contra la misma tapa del registro para evitar la salida de gases. No es correcto la colocación de tapas con bordes chaflán a ras de la losa o tapa del tanque, porque estos tanques deben ser herméticos e impermeables y, con este estilo de construcción, se forman grietas o ranuras por donde salen gases.
- c. Mantener una diferencia de niveles de 7 cm entre el fondo de la tubería de entrada y el fondo de la tubería de salida, siendo la tubería de salida la más baja.
- d. De medios correctos y apropiados para evacuar los gases que se producen.

Artículo 10.2-27 Evacuación de gases.

La salida de los gases se puede provocar dirigiéndolos por la parte superior y abierta de las uniones en T hacia las líneas de ventilación que le corresponden a las tuberías que evacúan las aguas de la edificación. Esta posibilidad demanda la no colocación de un sifón antes de la entrada del tanque, ya que ese sifón impediría la salida de gases del tanque hacia la línea de ventilación del alcantarillado dejada en la edificación. También es posible dirigiendo los gases hacia el drenaje, a través de la unión en T de salida.

Otra posibilidad para evacuar los gases formados en el tanque es por medio de ventilaciones directas y exclusivas que se coloquen en el mismo tanque. Esas líneas de ventilación directa deben salir de la parte superior del interior del tanque y dirigirse hacia una pared cercana, subiéndose hasta la altura del techo. No es correcto dejar tubos de ventilación en forma aislada y suelta sobre la losa o tapa del tanque.

Artículo 10.2-28 Manejo de lodos.

Todos los sistemas para el tratamiento de excretas y aguas residuales al transformar la materia, producirán lodos como materia básica, ya sea flotando, sedimentada o mineralizada. En general, se establece que los lodos son los sólidos que se han separado de las aguas contaminadas, integrados a cantidades de agua que ahora forman parte de su consistencia. Los lodos son una masa acuosa y semilíquida.

Por la concentración de bacterias involucradas en el proceso de tratamiento, en la mayoría de los casos, los lodos son más contaminantes que las mismas aguas que los traían.

Artículo 10.2-29 Ubicación de los lodos.

En un tanque séptico los lodos se ubican en dos secciones principales: algunos son pesados y se depositan en el fondo de los tanques; otros de origen grasoso, son livianos y flotan como natas sobre las zonas o capas antes mencionadas. Al extraerse los lodos de

un tanque se sacan lodos viejos, de los primeros días de funcionamiento, los cuales ya se estabilizaron y lodos frescos de reciente deposición. Esta es la razón básica (degradación no uniforme del material extraído) para requerir de otros pasos de estabilización.

10.3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN TANQUE SÉPTICO

Artículo 10.3-1

Debe realizarse mantenimiento preventivo mediante la inspección periódica de los tanques. Esta actividad debe ejecutarse por lo menos una vez al año.

Artículo 10.3-2 Nivel de sólidos.

Verificación del nivel de los lodos en el fondo: esto se hará a través de los registros (uniones en T) a la entrada y salida del tanque. Para evitar la contaminación con las grasas, se introduce una vara con mechas o pedazos de tela atadas en toda la parte por sumergir. De esta forma, por impregnación es posible registrar y medir la cantidad de lodos acumulados en el fondo del tanque.

El nivel se compara con la posición de la boca de salida de aguas en el niple (longitud adicional dada hacia abajo) inferior de la unión en T de salida. El espacio libre entre la salida de aguas y la parte superior del acumulado de los lodos no debe ser menor a veinte centímetros (0,20 m).

Artículo 10.3-3 Capa de sólidos flotantes.

Verificación del espesor de la capa de natas flotando: en forma semejante, con la ayuda de un instrumento como una pieza de madera con un final en L y por medio de los registros o entradas superiores, se puede inspeccionar el espesor de la capa de natas. Se mide la profundidad a la que se encuentra la boca inferior de la unión en T de salida y la profundidad de la parte inferior o fondo de las natas.

El nivel se compara con la posición de la boca de salida de aguas en el niple (longitud adicional dada hacia abajo) inferior de la unión en T de salida. La cercanía de las natas o espacio libre entre el fondo de ellas y la salida de aguas no debe ser menor a cinco centímetros (0,05 m).

Artículo 10.3-4 Periodo entre limpiezas.

Debe hacerse la limpieza de los tanques al final del periodo de diseño (n = número de años previsto para el almacenamiento de materia) o como consecuencia de una inspección previa que indique la necesidad de llevar a cabo tal función anticipadamente. Esto es cuando las natas o los lodos están muy cerca de la boca inferior de la unión en T de salida ya que los lodos o natas podrían ser arrastrados hacia los drenajes y éstos se podrían atascar. Cuando el tanque es inspeccionado, la profundidad del lodo y de la nata debe medirse en la vecindad de la unión en T de salida. El tanque debe limpiarse si: a) el fondo del conjunto de natas está a menos de 7,5 cm del borde inferior de la unión en T; o b) el lodo llega a los límites especificados en la tabla 10.1.

TABLA 10.1 ACUMULACIÓN PERMISIBLE DE LODO

Volumen total de líquidos (litros)	Profundidad del líquido (m)			
	0,76	0,91	1,22	1,52
	Distancia del borde inferior de la unión en T de salida hasta la porción superior del lodo (cm)			
2840	12,5	15	25,5	33
3408	10	10	17,5	25,5
3785	10	10	15	20,5

Artículo 10.3-5 Aspectos sobre la limpieza del tanque

- a. Deben realizarse las limpiezas, preferiblemente, en el periodo seco o de no lluvias de la región donde la estructura se encuentre. Esta condición de clima es conveniente porque al pasar la materia fecal o los lodos a otras unidades de tratamiento para su homogenización de calidad o estabilización, una de ellas se utiliza con el propósito de eliminar el agua que contienen y la época seca es más favorable.
- b. Deben extraerse los lodos o sólidos depositados en el fondo del tanque y las natas que flotan.
- c. Para las labores de limpieza se utilizará la apertura mayor ubicada en la tapa o losa superior de los tanques.
- d. El primer paso por realizar es sacar las natas. Después de eso, se procede a mezclar el contenido del tanque para revolver su contenido y poder luego extraer material viejo y material fresco simultáneamente.
- e. Al hacer este trabajo, en el caso de no contar con equipo de bombeo apropiado, se podrán extraer las natas, los lodos y líquidos con baldes que se van depositando en recipientes mayores, con tapa (pudiendo ser barriles u otros similares).
- f. De un tanque sedimentador/biodigestor, se debe extraer solamente el 80% de su contenido, dejando dentro de él un volumen equivalente al 20% del total, este material se deja como semilla de bacterias activas, para que el funcionamiento del sistema de tratamiento continúe, con material biológico apropiadamente adaptado.
- g. Los lodos y líquidos extraídos requieren de tratamiento. El proceso para el

tratamiento de materia fecal proveniente de un tanque séptico o de lodos fecales es diferente al proceso centralizado para aguas residuales. Esto porque en los lodos hay otras concentraciones de la materia y sus componentes son otros. Lo apropiado es que en los sitios para el tratamiento centralizado de aguas residuales urbanas se cuente con unidades especializadas y adicionales, para darle tratamiento a esta otra materia que, de no existir las instalaciones propias, el proceso requerido debe ser sustituido por etapas alternas de tratamiento como lo es un paso más de biodegradación y la eliminación de agua (lodos en un biodigestor adicional, no menos de cuatro semanas y luego en lechos de secado durante el tiempo que corresponda a las condiciones climatológicas, principalmente de precipitación y evaporación del lugar).

h. El lodo doméstico estabilizado generado del tratamiento de las aguas residuales ordinarias es valioso como fuente de nutrientes y como acondicionador del suelo, por lo que podría emplearse en agricultura. El uso de los lodos debe fomentarse donde sea posible, siempre y cuando se provea la debida protección para la salud de las personas.

Artículo 10.3-6 Prohibición.

Tirar los lodos y líquidos extraídos de un tanque séptico, directamente, sin tratamiento previo, a un cuerpo de agua o a un terreno porque es una acción directa y grave de contaminación.

11 INSTALACIONES DE GAS LP

11.1 NORMAS GENERALES

Artículo 11.1-1 Instalación.

Las tuberías de gas no deberán estar sometidas a ningún esfuerzo. Los equipos de consumo de gas deberán estar firmemente instalados, de manera que no transmitan ningún esfuerzo a la tubería de alimentación.

Artículo 11.1-2 Prevención.

Las instalaciones de gas deberán cumplir con estándares reconocidos, deberán ser aceptados por la autoridad administrativa, estar conformes con la normativa vigente sobre incendios (norma NFPA 54 Código Nacional de Gas Combustible y NFPA 58 Código del Gas Licuado de Petróleo) y cuando corresponda también acorde con el Reglamento para la regulación del sistema de almacenamiento y comercialización de hidrocarburos.

Artículo 11.1-3 Equipos e instalaciones.

Las instalaciones de gas no deberán ubicarse en ningún pozo ni sótano, ni debajo de ventanas o celosías, debajo de escaleras interiores o en cuartos que alberguen calderas, calentadores o medidores eléctricos.

Artículo 11.1-4 Fosos y sótanos.

Las instalaciones de gas no deberán alimentar ningún calentador de agua ubicado en un foso o sótano, a menos que cuente con una adecuada ventilación.

Artículo 11.1-5 Válvulas de alivio.

Se debe procurar que la descarga de las válvulas de alivio se realice en una zona abierta y ventilada. La descarga no se debe realizar dentro o debajo de un edificio. Además, deberá encontrarse a una distancia horizontal de al menos noventa centímetros (0,9 m) de cualquier apertura de una edificación que se encuentre por debajo del nivel de la descarga cuando el contenedor es del tipo cilindro y de al menos ciento cincuenta centímetros cuando el contenedor es del tipo ASME.

11.2 MATERIALES PARA TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Artículo 11.2-1 Las tuberías de gas, ya sea para instalación, reparación o modificación, deberán ser de los siguientes materiales:

- Hierro forjado
- Acero (negro, galvanizado, al carbono)
- Cobre (tipo K y L)
- Polietileno (PE)
- Acero inoxidable corrugado

Artículo 11.2-2 Toda tubería por instalar deberá ser nueva.

Se podrá utilizar tubería usada siempre y cuando no haya sido utilizada para otro propósito que transportar gas; además, esta deberá estar en buenas condiciones y libre de obstrucciones internas.

Artículo 11.2-3

Todas las tuberías, las válvulas y los accesorios utilizados en los sistemas de tuberías de gas deberán estar diseñadas y certificadas para su uso con gas LP.

Artículo 11.2-4

Las válvulas de un tamaño igual o menor a cincuenta milímetros (0,05 m) deberán ser de bronce o de otro material aprobado por la autoridad administrativa.

Artículo 11.2-5

Todos los accesorios utilizados deberán ser de hierro maleable, del mismo material de las tuberías o ser accesorios plásticos certificados para su uso en gas.

11.3 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

Artículo 11.3-1

Todas las juntas que se realicen en las tuberías de gas, excepto en el caso en que sean soldadas, deberán ser roscadas, con un tipo de rosca estándar aprobada.

Artículo 11.3-2

Las juntas roscadas, en el caso en que lo requieran, deberán realizarse con un material sellante aprobado, el cual no debe reaccionar en presencia del gas combustible. Este debe ser colocado solamente en la rosca macho.

Artículo 11.3-3

Ninguna tubería de gas deberá ser instalada en o sobre el piso, debajo de cualquier edificio o estructura a menos que sea instalado dentro de un conducto o camisa hermética. Los términos edificio y estructura hacen referencia a balcones y escaleras, sean estos techados o no, pasadizos o azoteas-corredores.

El conducto deberá ser de un material aprobado para su uso bajo tierra y su cédula deberá ser de al menos 40. El diámetro interior del conducto deberá ser de al menos doce milímetros mayor que el diámetro de la tubería interna que transporta el gas.

El conducto deberá extenderse más allá del punto de consumo o de su salida del muro una distancia de al menos treinta centímetros (0,30 m) y su terminal no debe ser sellada. En el caso en que el conducto no salga del muro, este deberá ser accesible y el espacio entre el conducto y la tubería de gas deberá ser sellada para prevenir fugas de gas dentro del edificio.

Artículo 11.3-4

Todas las tuberías de gas expuestas se deberán encontrar a una distancia de al menos quince centímetros (0,15 m) por sobre el piso o cualquier estructura.

Artículo 11.3-5

Las tuberías de hierro ubicadas en sitios exteriores de las edificaciones deberán ser protegidas adecuadamente de la corrosión, ya sea que se encuentren enterradas o expuestas al ambiente.

Artículo 11.3-6

Toda tubería metálica enterrada deberá estar cubierta por una capa de tierra, u otro material protector, de al menos treinta centímetros (0,30 m). En el caso de tuberías plásticas enterradas, la protección deberá ser de al menos cuarenta y cinco centímetros (0,45 m). Los tubos ascendentes deberán ser metálicos y deberán estar cubiertos o protegidos en una distancia de quince centímetros (0,15 m) por encima del nivel de piso que sobresale. Cuando un tubo ascendente plástico se conecta con un tubo horizontal metálico enterrado, se deberá elevar una porción de este último una distancia de al menos sesenta y seis centímetros antes de conectarlo con la tubería plástica.

Artículo 11.3-7

Toda tubería de hierro que esté enterrada deberá ser aislada, eléctricamente, del resto del sistema de gas, por medio de la instalación de accesorios de aislamiento. Estos deberán instalarse a una distancia de al menos quince centímetros (0,15 m) por sobre el nivel del piso.

Artículo 11.3-8 Revestimientos.

Los revestimientos protectores usados en tuberías de gas deberán cumplir con estándares de calidad reconocidos. Los revestimientos de zinc (galvanizado) no se consideran adecuados para la protección de tuberías de gas enterradas. Las tuberías con recubrimientos protectores deberán ser probadas e inspeccionadas, debiéndose reparar cualquier daño, imperfección o huecos visibles.

Artículo 11.3-9 Soportes.

Las tuberías de gas deberán estar adecuadamente apoyadas sobre soportes, los cuales deberán estar distanciados según los valores mostrados en la tabla 11.1. Las tuberías de gas enterradas deberán estar soportadas efectivamente en toda su longitud. En la selección del material de los soportes se deberá considerar la prevención de la corrosión galvánica.

TABLA 11.1 ESPACIAMIENTO MÁXIMO ENTRE SOPORTES
PARA TUBERÍAS DE GAS

Disposición	Diámetro (mm)	Espaciamiento entre soportes (m)
Horizontal	≤ 12	1,8
	18 - 25	2,4
	≥ 32	3,0
Vertical		1 soporte por piso

Artículo 11.3-10

Las instalaciones de gas que suplen a más de un local o edificio deberán estar equipadas con válvulas de cierre según el número de locales o edificios que alimenten. Estas válvulas deberán ubicarse fuera del edificio o del local respectivo y encontrarse en un sitio que sea fácilmente accesible.

Artículo 11.3-11 Válvulas de operación.

Las salidas de gas utilizadas para alimentar equipos para parrilladas o chimeneas deberán tener instaladas válvulas de operación, las cuales deberán instalarse en el mismo cuarto donde se ubica el equipo, lejos de la fuente de calor y a una distancia no mayor a ciento veinte centímetros (1,20 m) de la terminal del tubo de alimentación. En el caso en que la tubería de descarga de las válvulas de operación sea de hierro galvanizado, esta deberá estar embebida o cubierta por una capa de al menos cinco centímetros (0,05 m) de concreto o mampostería.

Artículo 11.3-12 Válvulas de corte.

Se deberán colocar válvulas de corte en los puntos de consumo de los equipos, sin importar la presencia de cualquier válvula perteneciente al artefacto. Estas deberán ser instaladas aguas arriba de la unión entre la tubería de alimentación de gas y la tubería del equipo. La válvula de corte deberá ubicarse cerca del equipo que alimenta, debiendo estar a una distancia máxima de noventa centímetros (0,9 m) del equipo; además, deberá ubicarse en el mismo cuarto en que se encuentra el equipo y ser fácilmente accesible.

Artículo 11.3-13 Válvulas sísmicas.

Deberán proveerse válvulas sísmicas en aquellas edificaciones en las que su instalación sea requerida por la autoridad administrativa. Estas válvulas deberán colocarse sólidamente a la salida del regulador y ser fijadas a un muro o columna. En caso de no poder fijar

la válvula a un muro o estructura sólida se recomienda instalarla en áreas sin circulación constante de vehículos o personas. Las válvulas sísmicas no podrán colocarse en cajas o registros, tampoco sobre aceras o en áreas que tengan circulación constante de vehículos o personas. Las válvulas sísmicas son dispositivos que cortan automáticamente el suministro de gas cuando se produce un sismo de suficiente intensidad en la zona donde está ubicada la edificación.

Artículo 11.3-14 Cambios de dirección.

Los cambios de dirección realizados en las tuberías de gas deberán realizarse con accesorios apropiados, con excepción de las tuberías de PE para gas, las cuales podrán ser dobladas en un radio no menor a veinticinco veces el diámetro nominal de la tubería.

Artículo 11.3-15 Conexión de los equipos de gas.

Los equipos de consumo de gas deberán estar conectados a la tubería de alimentación de gas por medio de juntas o conectores adecuados y cumplir con lo siguiente:

- a. Los conectores metálicos de los equipos deberán tener una longitud que no exceda los noventa y dos centímetros (0,92 m), con excepción de los secadores, en los cuales el conector podrá tener una longitud máxima de ciento ochenta centímetros (1,80 m).
- b. Los conectores de los equipos no deberán ocultarse o extenderse a través de cualquier pared, piso o del hogar del equipo.
- c. Se deberá instalar aguas arriba del conector una válvula accesible para el equipo, la cual deberá tener un diámetro mayor o igual que el conector del equipo.
- d. Los conectores deberán ser de un tamaño adecuado para que puedan satisfacer la demanda total del equipo conectado, para lo cual se podrá utilizar las tablas 11.2 y 11.3.
- e. Los conectores fabricados con aleaciones de aluminio se podrán utilizar únicamente en espacios interiores y fuera de contacto de cualquier mampostería, aislamiento o repello.
- f. Se prohíbe conectar un equipo ubicado en el interior de una edificación mediante cualquier tipo de manguera para gas, con excepción de los equipos que requieran movilidad durante su operación. Cuando se utilizan mangueras para gas, estas deberán tener una longitud máxima de ciento ochenta centímetros (1,8 m). Las mangueras de gas, solo en casos de equipos especiales, no deberán extenderse de un cuarto a otro, ni atravesar paredes, cielos rasos o pisos. Las mangueras de gas no deberán usarse en casos donde puedan estar expuestas a excesiva temperatura (mayor a 50 °C) y nunca deberán utilizarse en sustitución del conector estándar del equipo.
- g. Se podrán realizar conexiones de los equipos de gas por medio de dispositivos de desconexión rápida.

**TABLA 11.2 CAPACIDADES DE LOS CONECTORES METÁLICOS
PARA USO CON PRESIONES DE GAS**

Conector semirrígido D. ext. (mm)	Conector flexible D. int. (mm)	Capacidad de los conectores según su longitud (kW)				
		31 cm	46 cm	61 cm	76 cm	92 cm
9,5	6,4	18,72	15,52	13,60	12,64	11,68
12,7	9,5	43,68	35,68	30,88	29,12	27,20
15,9	12,7	88,64	72,64	62,88	58,56	54,40
	19,1	189,44	154,72	134,56	124,64	114,40
	25,4	376,48	309,92	268,64	250,40	234,40

Notas:

1. Las capacidades mostradas son válidas para presiones mayores o iguales a 0,203 mca.
2. Los conectores flexibles se indican según su diámetro interno nominal.
3. Los conectores semirrígidos se indican según su diámetro externo.
4. Las capacidades mostradas están basadas en el uso de accesorios y válvulas suplidas con el conector del equipo.

**TABLA 11.3 CAPACIDADES DE LOS CONECTORES METÁLICOS
PARA USO CON PRESIONES DE GAS**

Conector semirrígido D. ext. (mm)	Conector flexible D. int. (mm)	Capacidad de los conectores según su longitud (kW)				
		31 cm	46 cm	61 cm	76 cm	92 cm
9,5	6,4	13,12	10,72	9,44	8,96	8,00
12,7	9,5	30,88	25,28	22,08	20,64	19,20
15,9	12,7	62,88	51,52	44,48	41,28	38,40
-	19,1	133,60	109,28	94,72	88,16	81,60
-	25,4	265,76	218,88	189,92	177,28	165,44

Notas:

1. Las capacidades mostradas son válidas para presiones menores a 0,203 mca.
2. Los conectores flexibles se indican según su diámetro interno nominal.
3. Los conectores semirrígidos se indican según su diámetro externo.
4. Las capacidades mostradas están basadas en el uso de accesorios y válvulas suplidas con el conector del equipo.

Artículo 11.3-16 Reguladores.

Los reguladores deberán instalarse en sitios donde sean accesibles para su revisión y mantenimiento; además, deberán estar en sitios con buena ventilación. Los reguladores de presión del artefacto que requieran acceso a la atmósfera para su operación adecuada, deben estar equipados con una tubería de evacuación que conduzca al exterior o, si la ventilación del regulador forma parte integral del artefacto, dentro de la cámara de combustión adyacente al piloto continuo, a menos de que esté construido o equipado con un medio limitador de ventilación para reducir el escape de gas desde el orificio de evacuación de gas, en caso de falla del diafragma.

Artículo 11.3-17 Depósitos fijos.

La ubicación e instalación de los depósitos fijos en edificaciones deberá cumplir con lo estipulado en la normativa nacional vigente que emita la autoridad administrativa. Además, deberán cumplir con las distancias indicadas en la norma NFPA 58 Código del Gas Licuado de Petróleo.

11.4 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS

Artículo 11.4-1

Los sistemas de tuberías deberán dimensionarse e instalarse para proveer gas en cantidad suficiente para suplir la máxima demanda de todos los equipos que lo utilicen. El diámetro de la tubería de gas deberá estar acorde con las buenas prácticas de la Ingeniería y de la Arquitectura.

Artículo 11.4-2 Presiones de trabajo.

Las instalaciones de gas podrán ser de una o dos etapas de regulación, siendo la primera etapa denominada como de alta presión y la segunda etapa como de baja presión.

Artículo 11.4-3 Presión máxima.

La presión máxima a la que puede trabajar cualquier tubería de un sistema de gas ubicado dentro de una edificación no deberá ser mayor a 34 kPa (o 5 PSI) a menos de que cumpla con una o más de las siguientes condiciones:

- a. El sistema de tuberías es soldado.
- b. La tubería se encuentra en una canaleta ventilada o, si no, protegida contra la acumulación accidental de gas.
- c. La tubería se encuentra dentro de un edificio o en área separada de un edificio destinado exclusivamente para procesos industriales o de calefacción, investigación, almacenamiento, cuartos de calderas o salas de equipos mecánicos.
- d. La tubería suministra gas a aparatos o equipos utilizados para propósitos agrícolas.
- e. La tubería es un sistema de gas LP con una presión de operación mayor a 138 kPa (20 psi) y cumple con lo dispuesto en la norma NFPA 58 Código del Gas Licuado del Petróleo.

Artículo 11.4-4 Consumo de los equipos.

La capacidad horaria de gas requerida en cada salida de alimentación no deberá ser menor al valor máximo especificado por el fabricante del equipo a ser conectado en dicha salida.

Artículo 11.4-5

En los casos donde la capacidad de los equipos a instalar no se tenga especificada, se podrá utilizar como referencia los datos de la tabla 11.4.

TABLA 11.4 CONSUMO APROXIMADO DE EQUIPOS COMUNES DE GAS

Equipo	Consumo	
	(W)	(BTU/hr)
Cocina doméstica	19.050	65.000
Horno, uso doméstico	7.330	25.000
Calentador de agua		
Con tanque (113 a 150 L)	13.190	45.000
Con tanque (150 a 190 L)	16.120	55.000
Instantáneo (7 L/s)	41.615	142.000
Instantáneo (15 L/s)	83.525	285.000
Instantáneo (22 L/s)	125.435	428.000
De recirculación (doméstico)	10.260	35.000
Secador de ropa (doméstico)	10.260	35.000

Artículo 11.4-6

El diámetro de la tubería de salida de alimentación para cualquier equipo deberá ser de, al menos, doce milímetros (0,012 m).

11.5 INSPECCIÓN Y PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES DE GAS**Artículo 11.5-1**

Las instalaciones de abastecimiento de gas deberán inspeccionarse y probarse, antes de que entren en servicio con el fin de determinar si los materiales, el diseño, la fabricación y la instalación cumple con los requerimientos de este código. La inspección consistirá en una revisión visual detallada durante o después de la manufactura, fabricación, montaje o las pruebas de presión, según sea apropiado.

Artículo 11.5-2

Para verificar el cumplimiento del proyecto aprobado, el profesional responsable de la obra deberá inspeccionarla regularmente, según las estipulaciones establecidas en la normativa del CFIA, exigiendo en casos de alteración las correcciones a que hubiere lugar, como requisito indispensable para aprobar la obra.

Artículo 11.5-3

El profesional responsable de la obra está en la obligación de probar el sistema como garantía de su buena ejecución y diseño, según la prueba de ensayo de presión que se describe a continuación:

- a. Un sistema de tuberías podría ser probado como una unidad completa o en secciones. Las tuberías por probar deberán estar libres de materiales ajenos y de residuos.
- b. Todas las conexiones de las tuberías, incluyendo las soldadas, deberán estar expuestas durante la prueba. Se exceptúan aquellas uniones o extremos de tuberías que estén cubiertos u ocultos y que ya han sido probadas de acuerdo con este Código.
- c. Entre los gases de ensayo por utilizar se encuentran: aire, nitrógeno, dióxido de carbono o un gas inerte. El oxígeno nunca deberá usarse.
- d. Se deberá verificar el cierre de todas las válvulas de corte. En ningún caso, una válvula en una línea podrá ser utilizada como mampara entre el gas en una sección de la tubería y el gas de ensayo en la sección adyacente, a menos de que dos válvulas se instalen en serie con una válvula indicadora de presión colocada entre ellas dos. Una válvula no debe someterse a la presión de prueba a menos de que se pueda determinar que la válvula, incluyendo su mecanismo de cierre, está diseñada para soportar de manera segura la presión.
- e. Donde la tubería esté conectada a aparatos, equipos o componentes de equipos diseñados para presiones de operación inferiores o iguales a la presión de prueba, estos artefactos deberán ser desconectados y las salidas de las tuberías taponadas. Si la presión de operación de los artefactos es superior a la presión de prueba, los artefactos deberán de aislarse de la tubería cerrando la válvula de corte respectiva.
- f. La presión de prueba deberá medirse con un manómetro u otro dispositivo de medición de presión diseñado para leer, registrar o indicar pérdidas de presión debidas a fugas durante el periodo de duración de la prueba. La fuente de presión deberá ser aislada antes de que el periodo de la prueba inicie. Los dispositivos mecánicos de medición de presión deberán tener un rango de presión tal que el valor máximo de la escala no sea mayor a cinco veces la presión de prueba.
- g. La presión de prueba a utilizar no debe ser inferior a 1,5 veces la presión máxima de trabajo propuesta, pero no inferior a 20 kPa (3 PSI), independientemente de la presión de diseño. Cuando la presión de diseño sea superior a 862 kPa (20 PSI), la presión de prueba no debe ser superior a un valor que produzca un esfuerzo anular en la tubería superior al 50% del esfuerzo de elasticidad del tubo.
- h. La duración de la prueba no debe ser inferior a 30 minutos por cada 14 m³ (500 pies³) de volumen de tubería o fracción de ella. Cuando se pruebe un

sistema que tenga un volumen inferior a 0,28 m³ (10 pies³) de volumen de tubería o un sistema en una vivienda unifamiliar, la duración de la prueba debe ser de 10 minutos como mínimo. No se requiere que la duración de la prueba sea superior a 24 horas.

i. El sistema de tuberías deberá resistir la presión de prueba especificada sin mostrar ninguna evidencia de fugas u otros defectos. Cualquier reducción de la presión de prueba indicada por los medidores de presión deberá ser considerada como una indicación de la existencia de una fuga. Donde una fuga u otro defecto sea localizado, la porción afectada de la tubería debe ser reparada o reemplazada y la prueba de presión debe repetirse.

Artículo 11.5-4

Cuando reparaciones o adiciones son realizadas luego de efectuada la prueba de presión, la tubería afectada deberá probarse nuevamente. En el caso de reparaciones o adiciones menores no es obligatorio que estas sean probadas mediante ensayos de presión, siempre y cuando el trabajo sea inspeccionado por un profesional responsable y las conexiones se pongan a prueba con un fluido no corrosivo de detección de fugas u otro método de detección de fugas aprobado por la autoridad administrativa.

Artículo 11.5-5

En casos determinados o especiales, la autoridad administrativa podrá someter las instalaciones a las pruebas adicionales que considere pertinente.

12. BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, G. y AZEVEDO, J.M. Manual de Hidráulica, Ed. Harla, 1976.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Instalações Prediais de Agua Fria, Norma Brasileira NB 92, 1968.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Instalações Prediais de Agua Quente, Norma Brasileira NB 128, ABNT, 1968.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Instalações Prediais de Esgotos Sanitarios, Norma Brasileira NB 19, ABNT, 1950.

BOVAY, H. E. Handbook of Mechanical and Electrical System for Buildings. McGraw Hill. 1981.

BRIGAUX, G., y GARRIGOU, M. Fontanería e Instalaciones Sanitarias. 3.^a ed. Barcelona, Ed. Gustavo Gili, 1976.

BUILDING RESEARCH STATION. Sanitary pipework: Part 2. Design of pipework. Building Research Establishment Digest No. 249, Inglaterra, mayo, 1981.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ. Reglamento Nacional de Construcciones, Instalaciones Sanitarias, 1973.

COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA. Código Sísmico de Costa Rica. Cartago, Ed. Tecnológica de C.R., 2002.

COMISIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS. Reglamento Política de Control de Grasas. Gobierno de la Ciudad de Winston-Salem, Carolina del Norte. USA, 2003.

DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA DE ILLINOIS. Illinois Plumbing Code. 2004.

FLORIDA DEPARTMENT OF COMMUNITY AFFAIRS. The Florida Building Code: Fuel Gas Volume. USA, 2001.

FLORIDA DEPARTMENT OF COMMUNITY AFFAIRS. The Florida Building Code: Plumbing Volume. USA, 2001.

ILHA Sangoi de Oliveira, Marina y MARACCINI G, Orestes. Sistemas Prediais de Agua Fria. Texto Técnico- Serie TT/PCC. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Sao Paulo. Ed: EPUSP, 1994. P. 113.

ILHA Sangoi de Oliveira, Marina y MARACCINI G, Orestes. Sistemas Prediais de Agua Quente. Texto Técnico- Serie TT/PCC. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Sao Paulo. Ed: EPUSP, 1994. P. 60.

- INCESA STANDARD. Manual de Instalación y Fontanería, San José, Costa Rica, 1983.
- INDUSTRIA PAVCO S.A. Manual Técnico Tubosistemas. Colombia, 2004.
- INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS. Proyecto de Reglamento de Prestación de Servicios y de Instalaciones Sanitarias, 1984.
- INSTITUTO DE VIVIENDA Y URBANISMO. Reglamento de Construcciones. Imprenta Nacional, Costa Rica, 1987.
- MÉNDEZ, G., Correspondencia DIS 1606 89 dirigida a Comisión de Redacción de Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones, 1989.
- MERRICK, C. Instalaciones en los edificios, Ed. Gustavo Gili S.A., 6ta ed., Barcelona, 1982.
- MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2000, Sección 2, título D. 2000.
- MINISTERIO DE SALUD. Programa Nacional de Saneamiento Ambiental. Programa de Control de la Contaminación del Agua, Depto. de Saneamiento Ambiental, abril, 1982.
- MINISTERIO DE SANIDAD Y ASISTENCIA SOCIAL. Notas Técnicas de Normas Sanitarias para Edificaciones, Gaceta Oficial de la República de Venezuela, No. 4044 Extraordinario, 18 de setiembre de 1988.
- MISTERIO DE VIVIENDA Y SERVICIOS BÁSICOS DE LA REPÚBLICA DE BOLIVIA. Reglamento Técnico de Diseño para Proyectos de Estaciones Elevatorias de Aguas Residuales. 2001.
- NACOBRE S.A. Criterios de Diseño para Redes de Agua Potable Empleando Tuberías de PVC. Industrias Nacobre S.A de C.V. Manual Técnico.
- NACOBRE S.A. Criterios de Diseño para Redes de Alcantarillado Empleando Tuberías de PVC. Industrias Nacobre S.A de C.V. Manual Técnico.
- NIELSEN, L. S., Diseño Estándar en Plomería, Compañía Ed. Continental, 1era ed. en español, México, 1965.
- Pump Handbook, Klein, Schanzlin & Becker, Germany, 1968.
- RODRÍGUEZ Avial, M., Instalaciones en los edificios. Fontanería y saneamiento., Ed. Dossat, Madrid., 1953.
- ROJAS Castro, Víctor. Instalaciones mecánico sanitarias en edificios. UCR.
- SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS S.A. Manual para el cálculo y selección del sistema de bombeo. Venezuela, 1998.

Specification Drainage Engineering Guide: Oil, sand and sediment interceptor. (Folleto técnico). Zurn S.A.

URALITA. Catálogo Técnico de Tuberías para la Edificación. Departamento Técnico División Sistemas de Tuberías. Grupo Uralita. Madrid, 2004.

U.S. Environmental Protection Agency. Onsite Wastewater Treatment Manual System. Office of Water of the Office of Research and Development. 2002.

VAHRSON, W.G., y DERCKSEN, P. Lluvias de altas intensidades y obras de conservación de suelos en Costa Rica, América Central. Agronomía Costarricense, Vol. 14, No. 2, 1990.

WATER RECLAMATION (NETWORK) DEPARTMENT. Code of Practice on Sewerage and Sanitary Works. Public Utilities Board. Singapore, 2004. 82 p

En Internet

Illinois Plumbing Code On Line

<http://www.ilga.gov/commission/jcar/admincode/077/07700890sections.html>

Manuales y Reglamentos del Ministerio de Vivienda y servicios Básicos de Bolivia

<http://www.aguabolivia.org/>

Agencia de Protección Ambiental de U.S.A (USEPA)

<http://www.epa.gov/>

Manuales técnicos de Nacobre S.A

<http://www.nacobre.com.mx/>

Florida Building Code On line

http://www2.iccsafe.org/florida_building_code/

13. ANEXOS

13.1 ANEXO A. RECOMENDACIONES DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE INTERCEPTORES DE GRASA

Artículo A-1

Las disposiciones de este anexo son una serie de recomendaciones para el diseño, construcción e instalación de interceptores de grasa para cocinas de comercio.

Artículo A-2

Todo el material drenado de los accesorios deberá entrar en el interceptor solamente por el tubo de entrada.

Artículo A-3 Diseño y localización.

Deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Los interceptores deberán ser construidos de acuerdo con las normas aprobadas por el Ministerio de Salud y el ente administrador del acueducto.
- Deberán ser instalados de manera que permitan un fácil acceso para limpieza, inspección y remoción de la grasa. Deberán poseer un número adecuado de registros de manera que permitan el acceso para realizar la limpieza del interceptor. La tapa de registro deberá evitar el ingreso y salida de líquidos y gases, teniendo una abertura mínima de sesenta centímetros (0,60 m).
- En áreas donde pueda existir tráfico vehicular, el interceptor deberá ser diseñado para soportar esta carga.
- No podrán ser instalados en los sitios de la edificación donde se maneje alimentos.
- Los interceptores deberán ser instalados lo más cerca posible de los accesorio a que sirve.

Artículo A-4 Requerimientos constructivos.

Los interceptores de grasas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- En el caso de negocios que deben presentar informes sobre el estado de sus desagües, se deberá dejar a la salida del interceptor una caja de registro u otro elemento que permita a la autoridad correspondiente tomar muestras del drenaje del interceptor.
- Los planos deberán contener todas las dimensiones, capacidades, refuerzos y, en el caso en que se requiera, los cálculos del diseño estructural.
- El interceptor de grasa deberá tener dos compartimentos. El compartimento de entrada deberá tener una capacidad igual a las dos terceras partes (2/3) del volumen total, teniendo un volumen de líquido de al menos mil doscientos (1200) litros. El compartimento de salida deberá tener una capacidad mínima de un tercio (1/3) del volumen total.

- La profundidad del líquido no deberá ser menor a treinta y seis centímetros (0,36 m) y no mayor a ciento ochenta centímetros (1,80 m).
- Los interceptores de grasa deberán tener al menos mil centímetros cuadrados (0,1 m²) de área superficial por cada ciento ochenta y tres litros (183 L) de capacidad.
- Se deberá proveer de registros de acceso para cada compartimento del interceptor. Para el caso de interceptores que tengan una longitud mayor a seis metros (6 m), los accesos deberán encontrarse cada tres metros (3 m). Los registros de acceso tendrán una dimensión mínima de cincuenta centímetros (0,50 m), ya sea de diámetro o por lado.
- Tanto en la tubería de entrada como en la de salida, se deberá instalar una unión en T o un dispositivo de flujo similar. Cada unión en T se deberá extender como mínimo diez centímetros (0,10 m) sobre el nivel del líquido.
- La división entre los compartimentos se deberá realizar con material adecuado. La división deberá extenderse sobre el nivel de líquido al menos quince centímetros (0,15 m). La comunicación entre los compartimentos se realizará por medio de un codo (90°) de igual tamaño al de la unión en T de entrada.
- El nivel de líquido se debe encontrar a una distancia mínima de veintidós centímetros (0,22 m) de la parte superior del interceptor. La cámara de aire deberá tener una capacidad mínima del 12,5% del volumen de líquido del interceptor.
- Las paredes del interceptor deberán tener un espesor mínimo de setenta y cinco milímetros (0,075 m).

Artículo A-5

Los interceptores de grasas deberán ser sometido a inspección y prueba para verificar su estanqueidad. La prueba consiste en llenar de agua el interceptor hasta la línea de flujo del tubo de salida y verificar la existencia de fugas. Las tuberías de entrada y salida al interceptor deberán ser probadas de igual forma a las tuberías de drenaje.

13.1.1 CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO

Artículo A-6

Los parámetros para el dimensionamiento de un interceptor de grasa son la carga hidráulica y la capacidad de almacenamiento de la grasa, para uno o más accesorios.

Artículo A-7

El tamaño del interceptor se podrá calcular con cualquiera de los dos métodos que se indican a continuación:

Método 1. El tamaño del interceptor se estimará a partir del número máximo de comidas que se servirá por hora, a partir de los datos de la tabla A.1.

TABLA A.1 PRIMER MÉTODO DE DIMENSIONAMIENTO DEL INTERCEPTOR DE GRASA

$N^{\circ} \text{ COMIDAS}^1 \times F^2 \times t_{\text{RETENCION}}^3 \times f_{\text{ALMACENAMIENTO}}^4 = V_{\text{INTERCEPTOR}}^5$	
1. Comidas residuales por hora (máxima)	
2. Rango de flujo de drenaje (F)	
a. Con máquina lavaplatos	22 Litros
b. Sin máquina lavaplatos	19 Litros
c. Cocina de servicio sencilla	8 Litros
3. Factor de retención (t)	
a. Cocina comercial con lavaplatos	2,5
b. Cocina sencilla	1,5
4. Factor de almacenamiento (f)	
a. Cocina comercial, 8 horas de operación	1
b. Cocina comercial, 16 horas de operación	2
c. Cocina comercial, 24 horas de operación	3
d. Cocina sencilla	1,5
5. Capacidad líquida del interceptor	

Método 2. El tamaño del interceptor se estimará a partir de las unidades de descarga y del tiempo de retención.

TABLA A.2 SEGUNDO MÉTODO DE DIMENSIONAMIENTO DEL INTERCEPTOR DE GRASA

$U.D.^1 \times t_{\text{RETENCION}}^2 \times f_{\text{ALMACENAMIENTO}}^3 = V_{\text{INTERCEPTOR}}^4$	
1. Suma de la unidades de descarga	
2. Tiempo de retención (t)	
a. Mínimo	18 minutos
b. Máximo	30 minutos
c. Diseño	24 minutos
3. Factor de almacenamiento (f)	
a. Cocina comercial	11 L/min
b. Cocina sencilla	7 L/min
4. Capacidad líquida del interceptor	

13.2 ANEXO B. Recomendaciones sobre sistemas individuales para el tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas u ordinarias

Lechos de drenaje con zanjas de infiltración

Artículo B-1

A continuación se detalla el procedimiento recomendado para calcular la longitud adecuada de un drenaje en lechos con zanjas de infiltración.

A. Con la tasa de infiltración T obtenida (min/cm) del terreno se deduce, de referencias vigentes, la velocidad máxima de aplicación de aguas (m/s o litros/(m² día)). Estas velocidades (v) han sido sugeridas, para el caso de Costa Rica, por el Ministerio de Salud o por el AyA.

Datos:

- T (tasa de infiltración)= tiempo entre lecturas/última diferencia de niveles de agua en agujero; unidades: (min/cm).
- V_p (Velocidad de infiltración)= $127,75/\sqrt{T}$; unidades: (litros/m²/día). El profesional responsable del diseño podrá utilizar otras formulaciones aceptadas por las buenas prácticas de la profesión y que se ajusten adecuadamente a las condiciones del sitio.
- El medio alternativo es obtener el dato para esa velocidad de infiltración de los datos indicados en la tabla B.1:

TABLA B.1 VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN

T (min/cm)	V _p (l/m ² /día)	V (×10 ⁷ m/s)
2	90	10,5
3	74	8,5
4	64	7,4
5	57	6,6
6	52	6,0
7	48	5,6
8	45	5,2
9	43	4,9
10	40	4,7
11	39	4,5
12 ⁽¹⁾	37	4,3
14	34	4,0
16	32	3,7
18	30	3,5
20	29	3,3
22	27	3,2
24 ⁽²⁾	26	3,0
25	26	3,0

Notas:

1. Resultado mayor, inadecuado para pozos de absorción
2. Resultado mayor, inadecuado para sistemas de absorción

B. Es necesario, a este nivel del proceso de cálculo, conocer la cantidad de agua que estará aportando la vivienda o el sistema bajo análisis, lo cual sería el volumen o aporte diario de aguas (litros/día).

• Caudal o gasto (Q) de agua que por día recibirá el suelo. Por ejemplo, una persona podría representar una descarga (caudal de retorno) de 162 litros/día (sin la utilización de artefactos de bajo consumo de agua) ==> una casa con 6 personas producirá (162 x 6)= 972 L/día; por lo que haciendo las conversiones, ese valor es: $Q = 972 \text{ L/día} = 0,972 \text{ m}^3/\text{día} = 0,00001125 \text{ m}^3/\text{s} = 1,125 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$

C. Con la comparación de los datos anteriores (velocidad de infiltración y caudal de retorno por disponer), se deduce el área de absorción o área de infiltración (A_i) requerida en metros cuadrados, mediante la siguiente ecuación:

$$A_i = \frac{Q}{V_p}$$

D. Adicionalmente, en este proceso de cálculo para definir el campo de infiltración requerido, se aplican otros factores. Estos son coeficientes que toman bajo consideración el efecto de la lluvia y la limpieza o tipo de cobertura (solo zacate, adoquines, huellas de concreto, entre otros) que tendrá la superficie donde estará colocada el área de infiltración. A partir de las condiciones prevalecientes y la aplicación de esos coeficientes, se incrementa el valor anteriormente calculado como área de absorción, para obtener en consecuencia, como nuevo dato, el valor de la superficie del terreno requerida para el campo de infiltración que se busca.

- Precipitación (F_p) (factor mayor o igual a 2,5). Ese valor de 2,5 se supone para San José de acuerdo con su precipitación promedio anual y se ajusta hacia arriba, según sea la proporción que la precipitación promedio anual del lugar bajo estudio tenga.
- Revestimiento superior (r_c). Se considera cero (0) si nada está cubriendo la superficie del terreno y casi uno (1) si está cubierta.

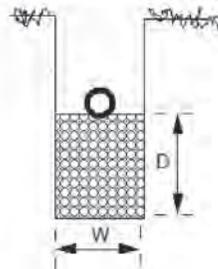
Entonces,

- Superficie o área verde requerida: $A'_c = A_i F_p$
- Superficie del campo de infiltración: $A_c = \frac{A'_c}{1-r_c}$

E. La geometría de ese campo de infiltración calculado se obtiene al fijarse características como el ancho de zanja y la profundidad de material filtrante graduado bajo las tuberías de drenaje. Según ese ancho y esa profundidad de material bajo los drenes, también de valoraciones hidráulicas, se obtiene un factor de corrección con el que se fija un nuevo parámetro, conocido como el perímetro efectivo (P_e = perímetro mojado corregido).

• Se fija un valor para el ancho (W) de la zanja. Se fija una distancia (D) de grava bajo el tubo.

- Se calcula el perímetro efectivo: $P_e = 0,77 \frac{(W+0,56+2D)}{W+116}$



• Con W y D en centímetros, en esa ecuación (también ese valor de P_e se puede tomar también de tablas existentes).

F. La longitud de las zanjas por utilizar se obtendrá de la relación que es posible hacer entre el área de absorción calculada (A_i) y ese dato de perímetro efectivo. Queda entonces por establecer otra relación entre el valor de la superficie por ocupar por todo el campo de infiltración y la longitud calculada de las zanjas. De esta manera se estará estableciendo la separación entre zanjas o el ancho requerido por la superficie total del campo de infiltración pretendido.

- Longitud total de las zanjas: $L_z = \frac{A_i}{P_e}$
- Separación entre zanjas, ancho de la superficie de infiltración: $L_s = \frac{A_c}{L_z}$
- L_s es la longitud a centros, que debe ser mayor o igual a 2,0 m.
- La superficie requerida para colocar el campo de infiltración es de: $L_z \times L_s$ (m^2 (extensión de patio o zona verde necesaria)).

G. Nivel freático. Es necesario no olvidar la importancia que tiene la determinación y verificación de la profundidad a la que se encuentra el agua subterránea.

13.3 ANEXO C. RECOMENDACIONES SOBRE SISTEMAS INDIVIDUALES PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS U ORDINARIAS

DIMENSIONES DE UN TANQUE SEDIMENTADOR/BIODIGESTOR (TANQUE SÉPTICO)

Artículo C-1

A continuación se detalla el procedimiento recomendado para definir las dimensiones de un tanque sedimentador/biodigestor, mediante el uso del método racional.

Artículo C-2

El procedimiento se basa en las fórmulas propuestas por las investigaciones de los doctores D.D. Mara y G.S. Sinnatamby, cuyo método racional es para calcular el funcionamiento apropiado de un tanque séptico en lugares de clima tropical. De esta manera, se establecen los medios analíticos apropiados para lograr la magnitud de cada uno de los volúmenes que son definibles en el proceso de tratamiento que se lleva dentro de un tanque séptico. De esta manera, se presenta lo siguiente:

A. Volumen para sedimentación, en metros cúbicos: $V_s = 10^{-3} \times P \times q \times t_h$; donde:

- P es la población o cantidad total de personas por atender
- q el caudal de aguas por tratar (en litros/persona×día)
- t_h es el tiempo de retención hidráulica por considerar para este proceso (en cantidad de días)

B. Volumen para biodigestión, en metros cúbicos: $V_d = 0,5 \times 10^{-3} \times P \times t_d$; donde:

- P es la población o cantidad total de personas por atender
- t_d es el tiempo de retención requerido para la biodigestión de la materia orgánica, por calcular con la siguiente expresión: $(t_d = 28 (1,035)^{35-T})$, en función de la temperatura en grados Celsius estimada del agua por tratar y dadas las condiciones ambientales de la zona

C. Volumen para el almacenamiento de lodos digeridos, en metros cúbicos:

$$V_a = 10^{-3} r P \left(n - \left(\frac{t_d}{365} \right) \right)$$

Donde:

- r es un factor que caracteriza las aguas y, en consecuencia, los lodos que se producirán (esto es: $r = 40$ L/pers×año, cuando se envían todos los residuos líquidos de una vivienda; $r = 30$ L/pers×año, cuando se envían solo las aguas provenientes de inodoros)

- P es la población o cantidad total de personas por atender
 - n es el periodo entre limpiezas o remoción de lodos que se desea definir en años
 - t_d es el tiempo, en días, de retención requerido para la biodigestión de la materia orgánica, por calcular con la misma fórmula en el punto anterior y en función de la temperatura en grados Celsius estimada del agua por tratar
- D. Volumen total de líquidos en el tanque sedimentador/biodigestor, en metros cúbicos:

$$V_{tL} = V_s + V_d + V_a$$

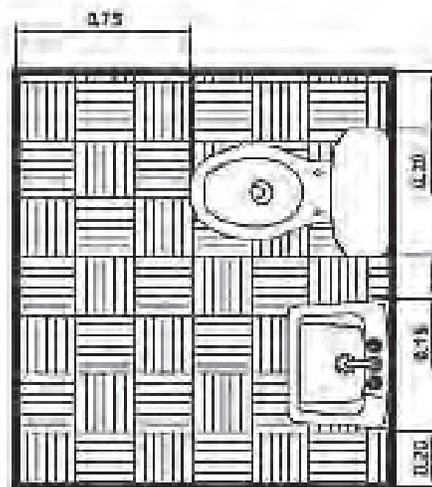
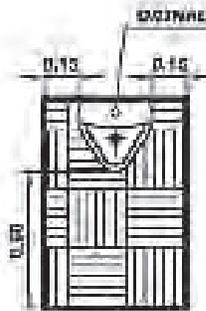
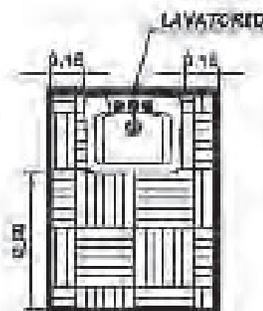
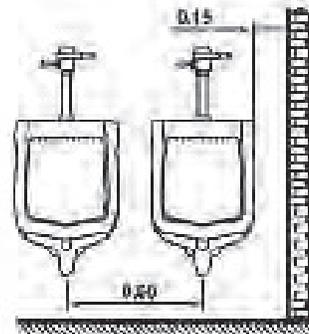
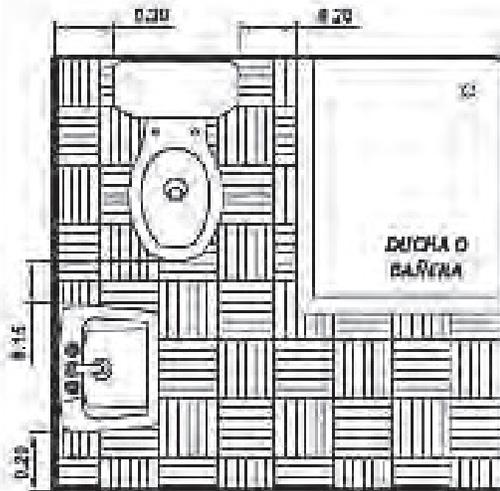
- E. El volumen interior total del tanque séptico es mayor a ese valor total de líquidos calculado, ya que se requiere un espacio libre sobre los líquidos por almacenar. Este espacio libre adicional sirve para el almacenaje de las grasas y el flujo libre de los gases hacia la tubería de ventilación. Se recomienda que la distancia entre el nivel del líquido y la parte superior de la losa del tanque séptico sea aproximadamente igual al 20% de la profundidad del líquido.

14. FIGURAS

Una gran parte de las figuras a continuación son adaptadas del Proyecto de Reglamento de Prestación de Servicios y de Instalaciones Sanitarias, del AyA. La figura 5.1 es adaptada del Manual de Instalación y Fontanería, de Incesa Standard, facilitadas por el Arq. Mario Peraza. A todos ellos se agradece el permitir su reproducción.

Figura 5,1

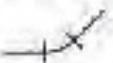
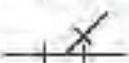
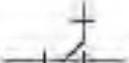
**DIMENSIONES MINIMAS PARA LA
INSTALACION DE PIEZAS SANITARIAS**



Notas:
1) Las distancias a cumplir en el caso de
biñets, deben ser las mismas que las dadas
para inodoros.

Figura 6,1

**SIMBOLOS GRAFICOS DE
INSTALACIONES SANITARIAS**

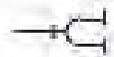
	TUBERIA DE AGUA FRIA
	TUBERIA DE AGUA CALIENTE
	TUBERIA DE AGUA CONTRA INCENDIO
	TUBERIA DE DESAGUE DE AGUAS NEGRAS
	TUBERIA DE VENTILACION
	TUBERIA DE DRENAJE DE AGUAS DE LLUVIA
	CODO A 45°
	CODO A 90°
	TEE
	TEE CON REDUCCION EN RAMAL
	YEE
	TEE SANITARIA
	CRUZ
	REDUCCION
	BOCA DE LIMPIEZA
	UNION SENCILLA
	UNION DE TOPE
	UNION DE CAMPANA
	TAPON HEMBRA
	TAPON MACHO



UNION CON BRIDAS



UNION FLEXIBLE



CONEXION SCARF



CODO A 90° SUBIENDO



CODO A 90° BAJANDO



TEE SUBIENDO



TEE BAJANDO



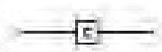
SIFON TIPO "P"



SIFON TIPO "U"



SIFON TIPO "U" CON REGISTRO



CENICERO

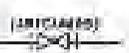


CAJA DE REGISTRO

(LAVADERO, COCINA, COMEDOR, ETC.)



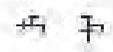
SUMIDERO DE PISO



VALVULAS VC= GLOBO
VC= COMPUERTA
RP= REGULADORA DE PRESTION
VT= DETENSION



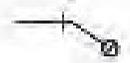
VALVULA DE RETENCION (CHECK)



LLAVE O GRIFO



VALVULA ANGULAR



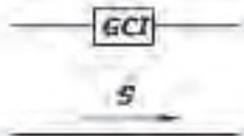
VALVULA FLOTADOR (BOYA)



MEDIDOR DE AGUA



BOMBA



GABINETE CONTRA INCENDIO

DIRECCION DE LA PENDIENTE



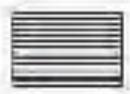
VALVULA DE PIE



TANQUE HIDRONEUMATICO



DESAGÜE EN PISO O PARED



CAJA DE REGISTRO CON REJILLA



SENTIDO DE FLUJO

NOTA:

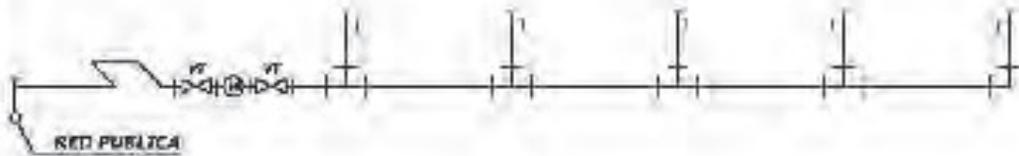
- 1- SE DEBE INDICAR LA CLASE DE SERVICIOS QUE PRESTAN LAS TUBERIAS.
- 2- A CADA LINEA DE TUBERIA SE LE INDICARA EL DIAMETRO, MATERIAL Y CLASE DE TUBO.
- 3- EN TUBERIAS DE DESAGÜE SE INDICARA, ADENAS DE LO ANTERIOR, LA PENDIENTE.

Figura 6.2

ESQUEMAS DE DIVERSOS TIPOS DE SISTEMAS DE ALIMENTACION DE AGUA EN EDIFICACIONES

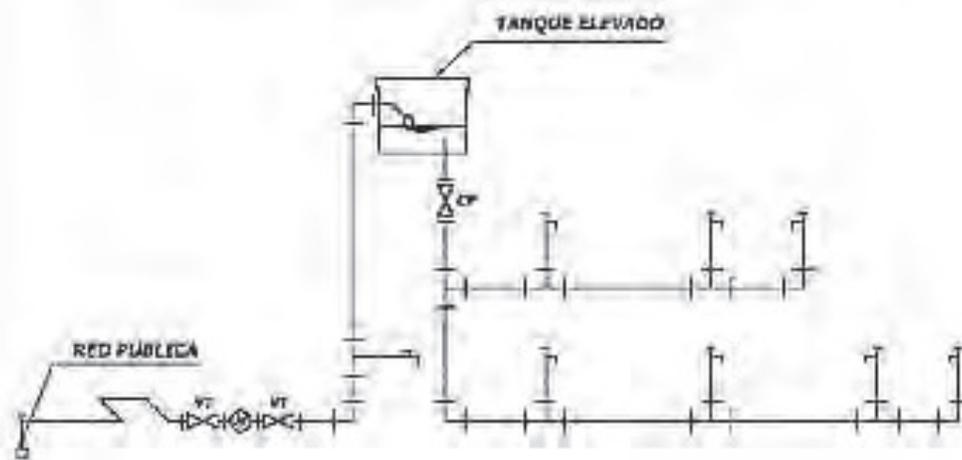
a) SISTEMA DIRECTO

**PRESION SUFICIENTE
SERVICIO CONTINUO**

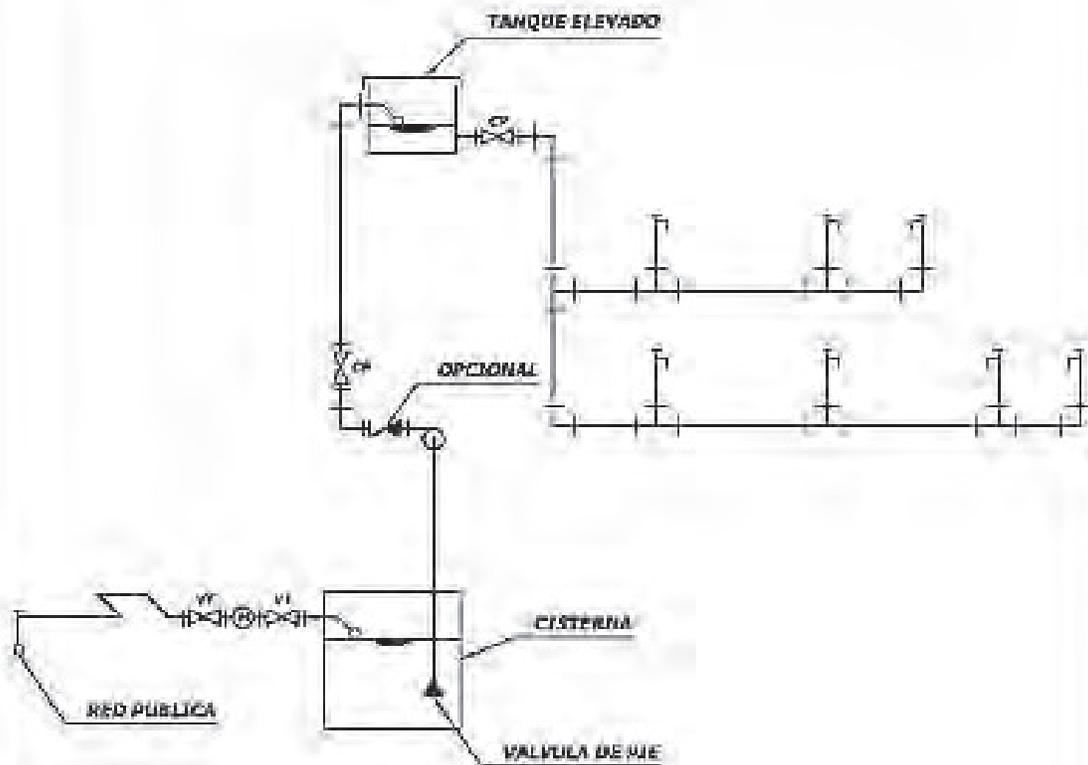


b) SISTEMA INDIRECTO

**PRESION SUFICIENTE
SERVICIO NO CONTINUO (INTERMITENTE)**



c) SISTEMA INDIRECTO Y DISTRIBUCION POR GRAVEDAD UTILIZANDO BOMBA Y TANQUE ELEVADO



d) SISTEMA DIRECTO CON TANQUE AUXILIAR
SERVICIO CONTINUO O INTERMITENTE
CON PRESION VARIABLE



e) SISTEMA INDIRECTO CON BOMBA Y
TANQUE HIDRONEUMATICO

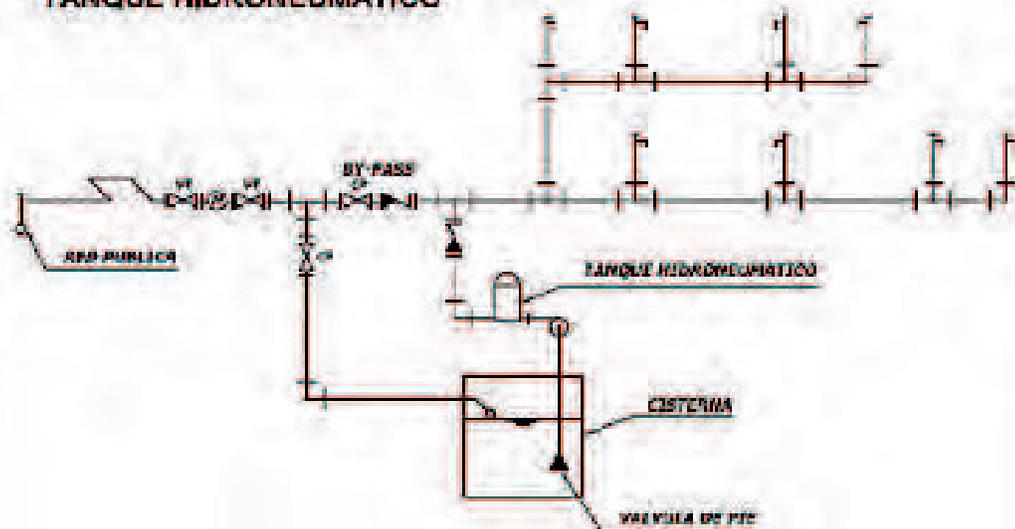
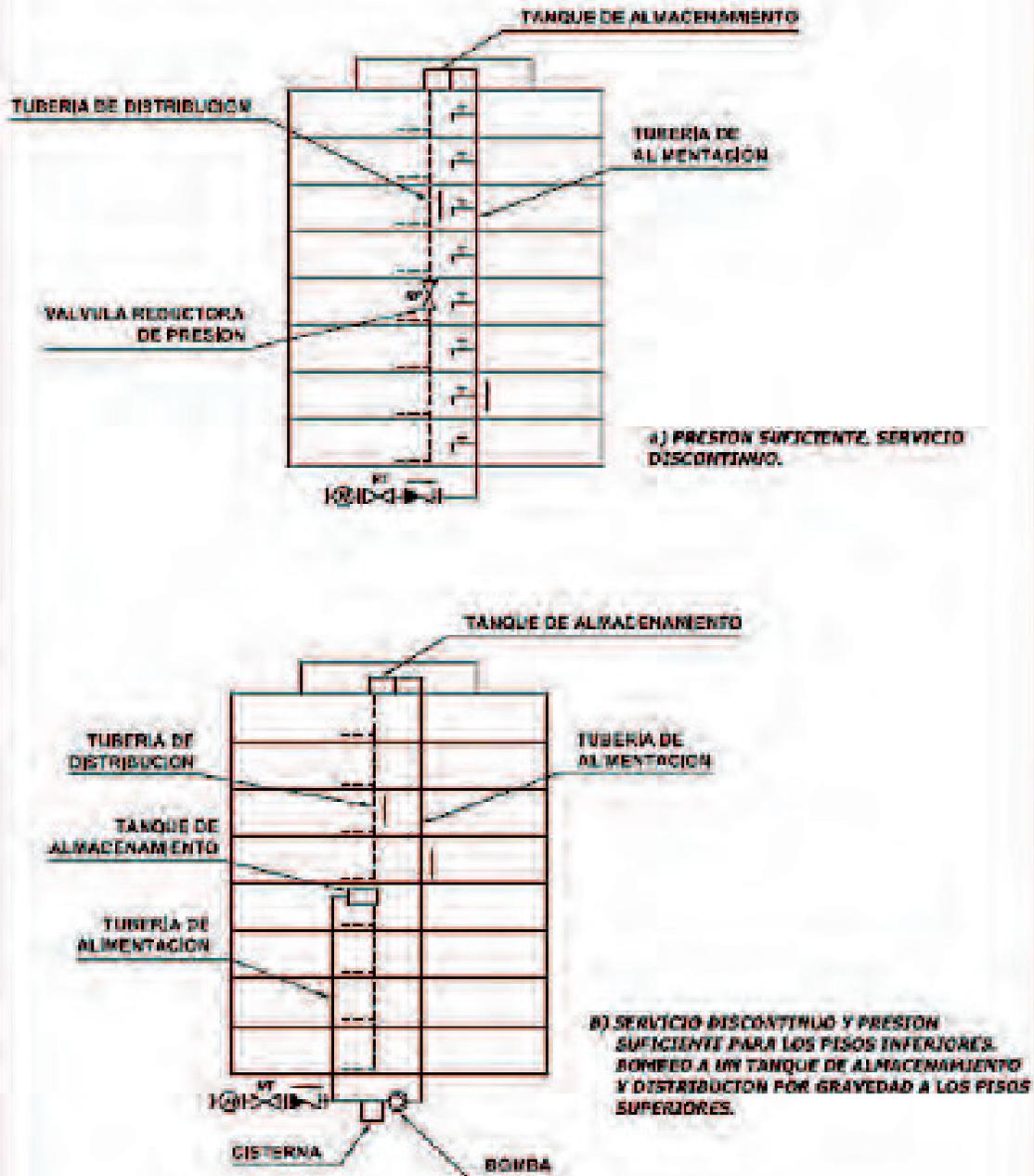
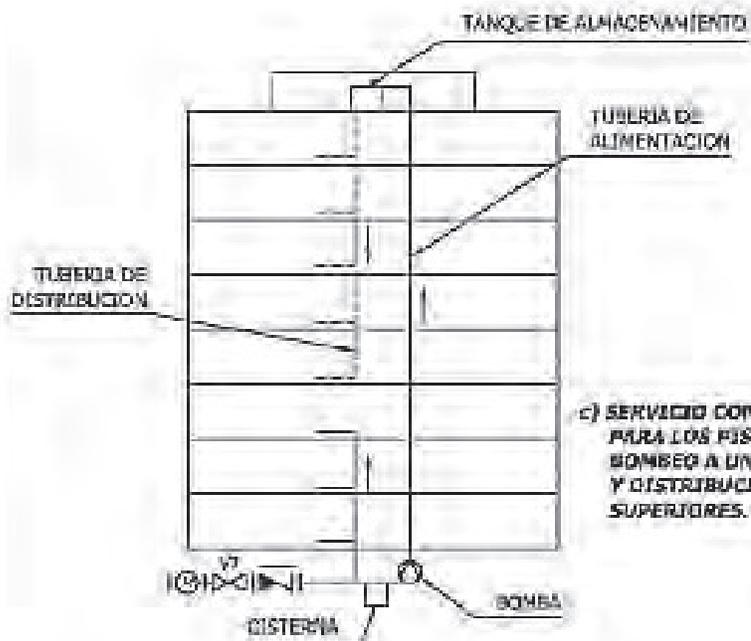


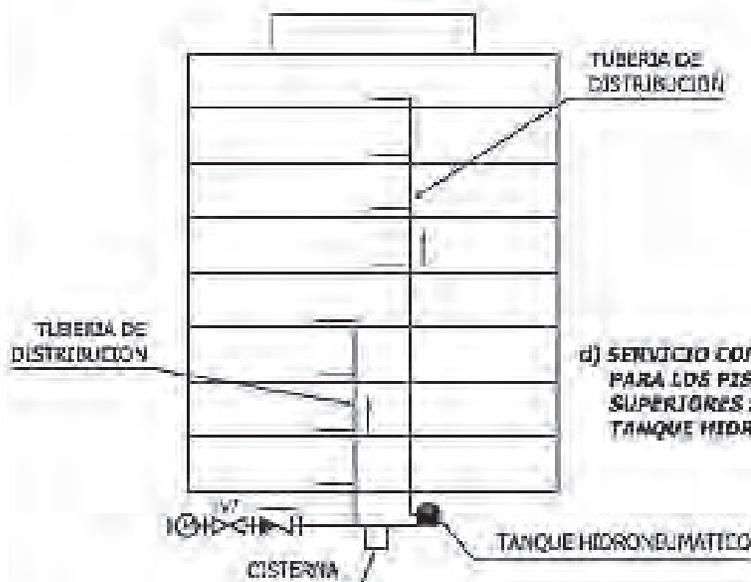
Figura 6.3

MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EDIFICIOS DE VARIOS PISOS

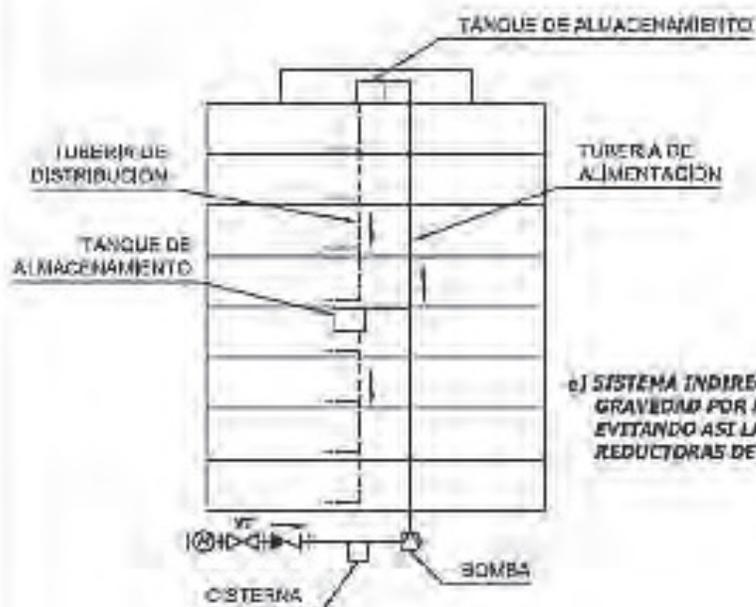




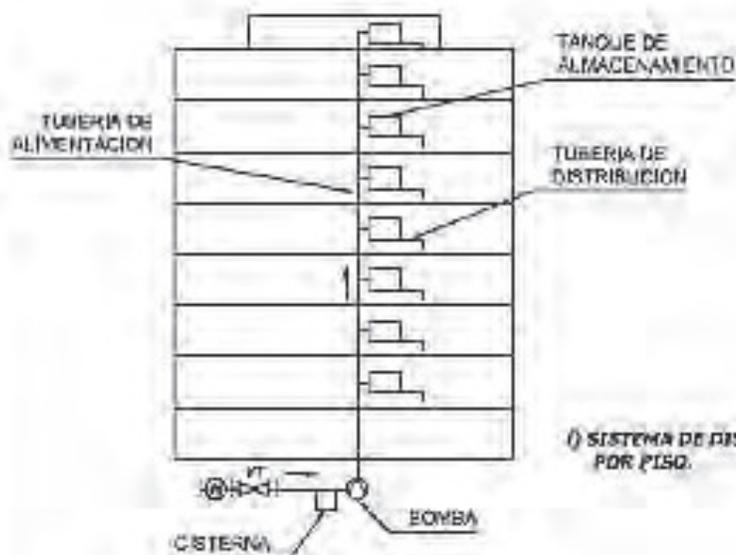
c) SERVICIO CONTINUO Y PRESION SUFICIENTE PARA LOS PISOS INFERIORES. BOMBEO A UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION POR GRAVEDAD A LOS PISOS SUPERIORES.



d) SERVICIO CONTINUO Y PRESION SUFICIENTE PARA LOS PISOS INFERIORES. LOS PISOS SUPERIORES SE ABASTECEN POR MEDIO DE TANQUE HIDRONEUMÁTICO.



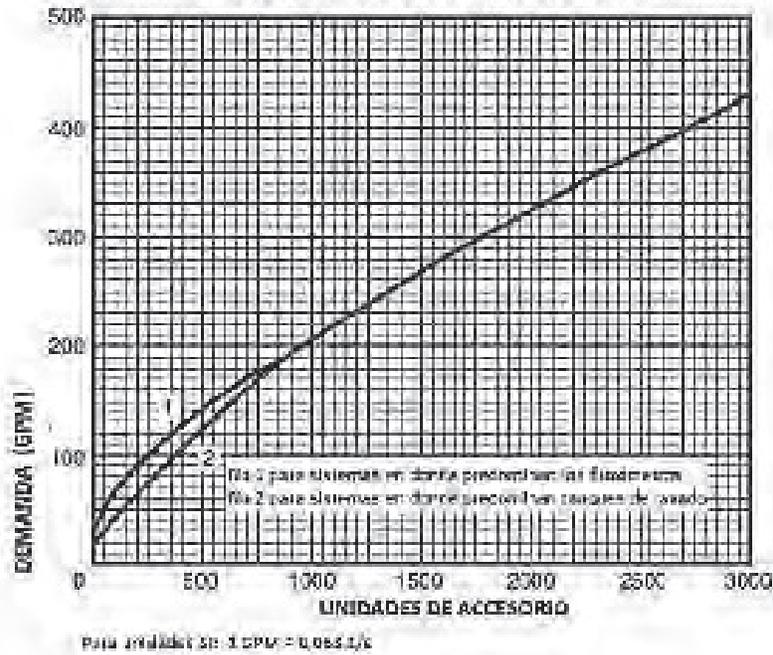
e) SISTEMA INDIRECTO, DISTRIBUCION POR GRAVEDAD POR MEDIO DE VARIOS TANQUES, EVITANDO ASI LA COLOCACION DE VALVULAS REDUCTORAS DE PRESSION.



f) SISTEMA DE DISTRIBUCION INDIVIDUAL POR PISO.

Figura 6.4 GRÁFICOS DE DEMANDA

CUADRO A
CURVAS ESTIMADAS DE DEMANDA DE CARGA



CUADRO B
ESCALA AMPLIADA DE DEMANDA DE CARGA

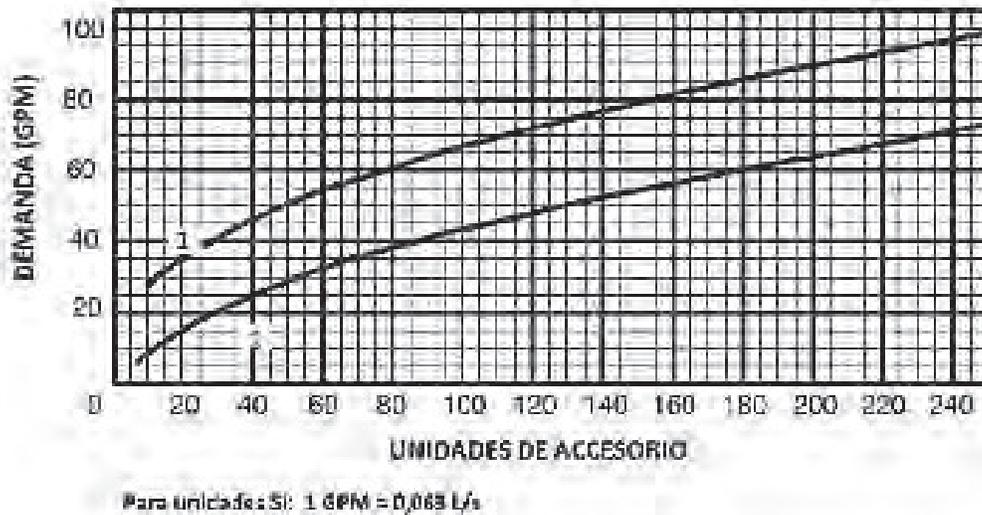


Figura 6.5

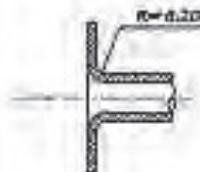
COEFICIENTES DE PÉRDIDAS LOCALES

$$h_L = K \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

- h_L = PÉRDIDAS LOCALES EN METROS COLUMNA DEL LÍQUIDO
- V = VELOCIDAD MEDIA EN TUBO AGUAS ABAJO DE LA PÉRDIDA (m/s)
- g = 9.8 m/s²
- K = COEFICIENTE DE PÉRDIDAS LOCALES
- D = DIÁMETRO DEL TUBO (m)

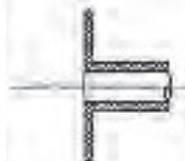
NOTA: ADAPTADO DEL "PIPEFLECTION MANUAL", 3^{ra} ED., (HYDRAULIC INSTITUTE, NEW YORK, 1961)

Fig. a)



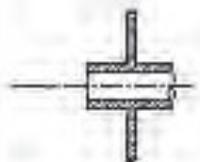
ENTRADA REDONDEADA
 $K = 0.05$

Fig. b)



ENTRADA DE FILOS CUADRADOS
 $K = 0.5$

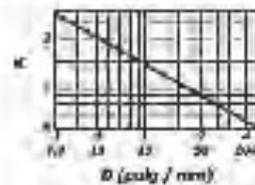
Fig. c)



ENTRADA PROYECTADA DENTRO DE TANQUE
 $K = 0.5 + L/D$

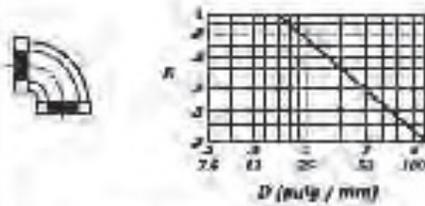
NOTA: K DISMINUYE AL AUMENTAR EL ESPESOR DE LA PARED DEL TUBO

Fig. d)



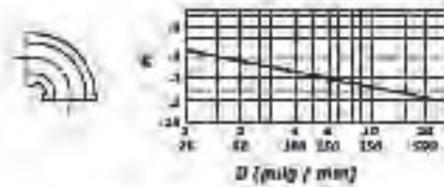
CODO REGULAR DE 90° CON ROSCA

Fig. 6)



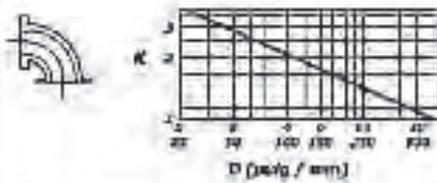
**CODO 90° ROSCADO
CON RADIO GRANDE**

Fig. 7)



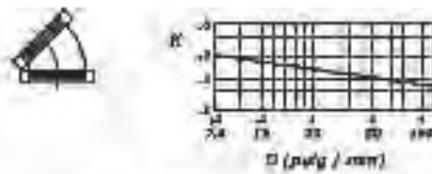
**CODO REGULAR DE 90°
CON BRIDAS**

Fig. 8)



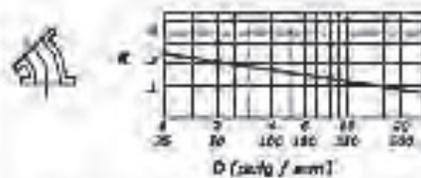
**CODO 90° BRIDADO
CON RADIO GRANDE**

Fig. 9)



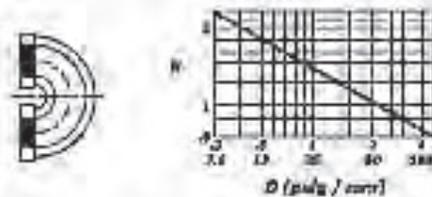
**CODO REGULAR DE 45°
CON ROSCA**

Fig. 10)

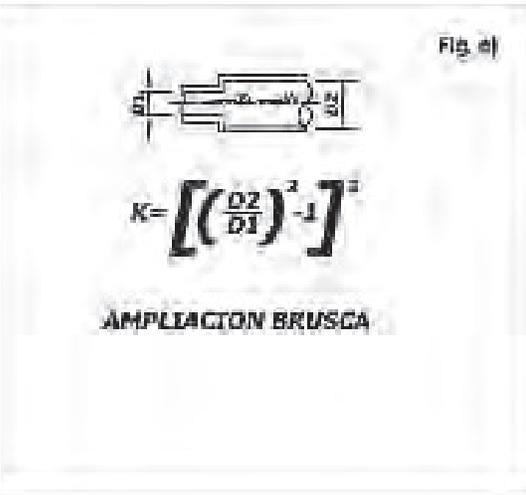
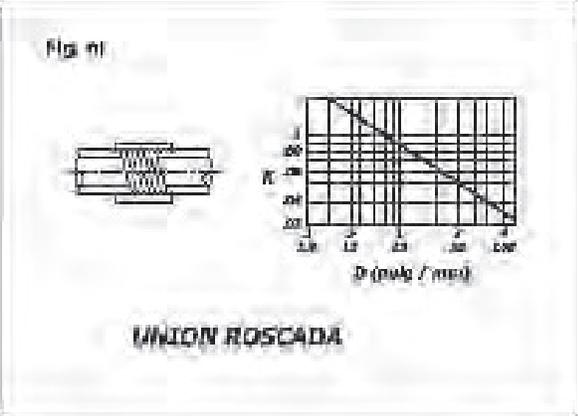
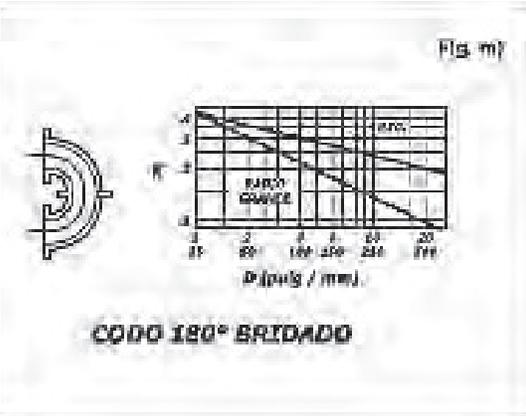
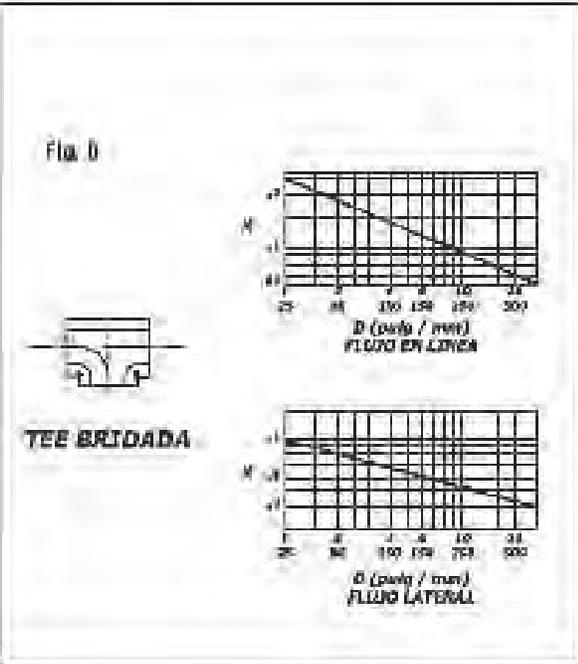
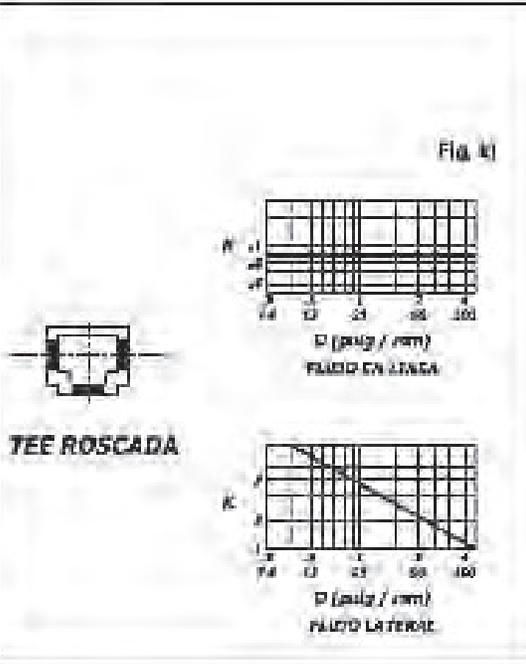


**CODO 45° BRIDADO
CON RADIO GRANDE**

Fig. 11)



**CODO 180°
ROSCADO**



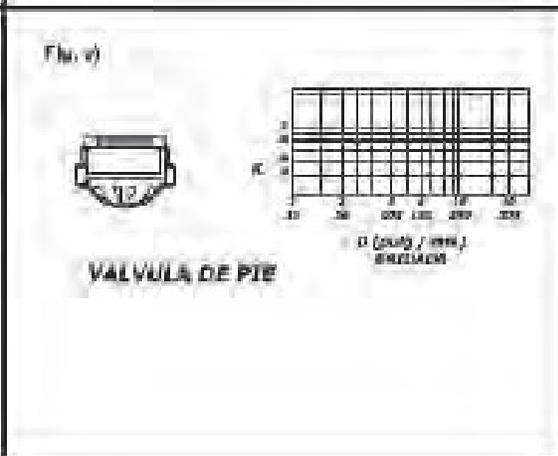
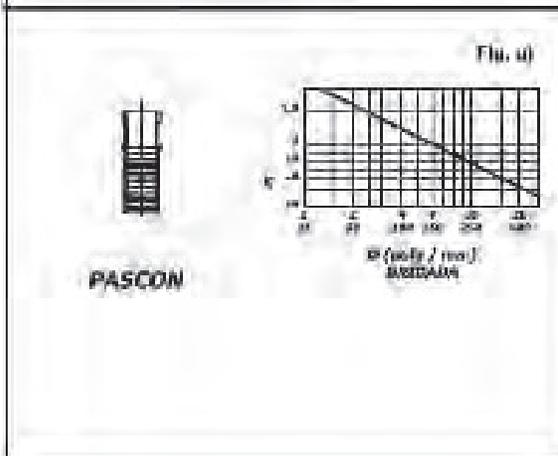
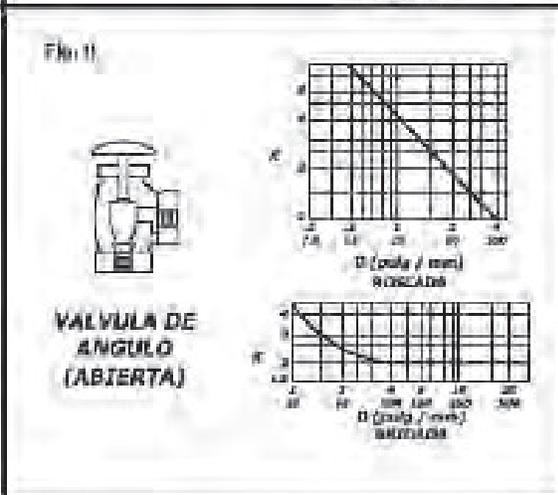
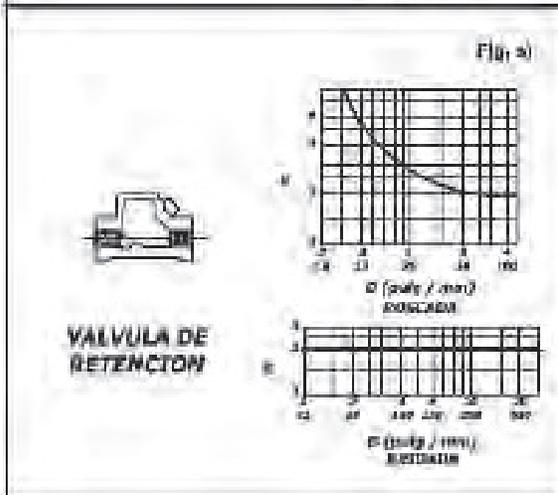
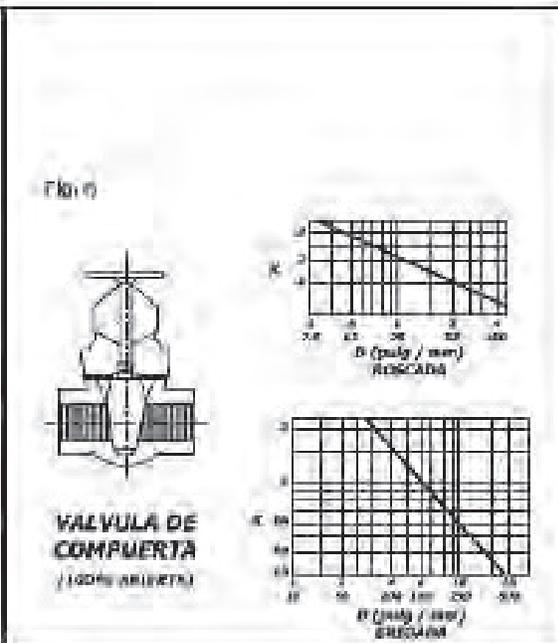
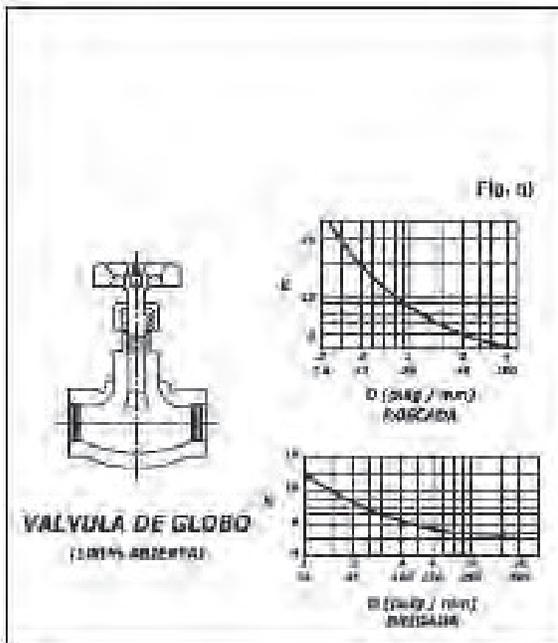
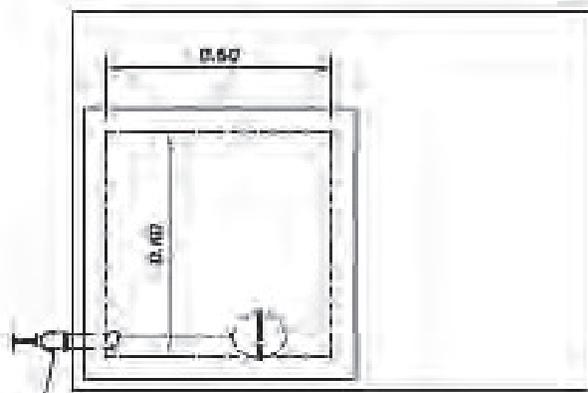
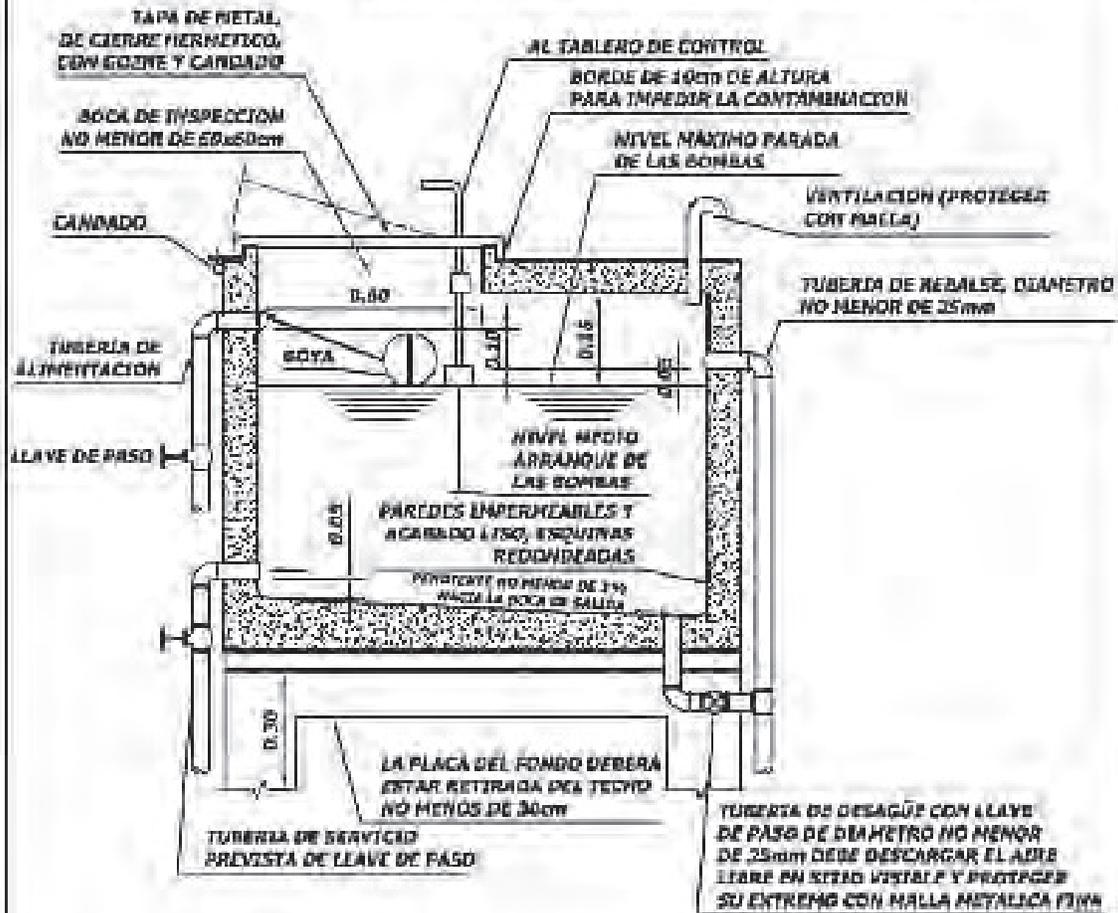


Figura 6.6

TANQUE ELEVADO ALMACENAMIENTO DE AGUA

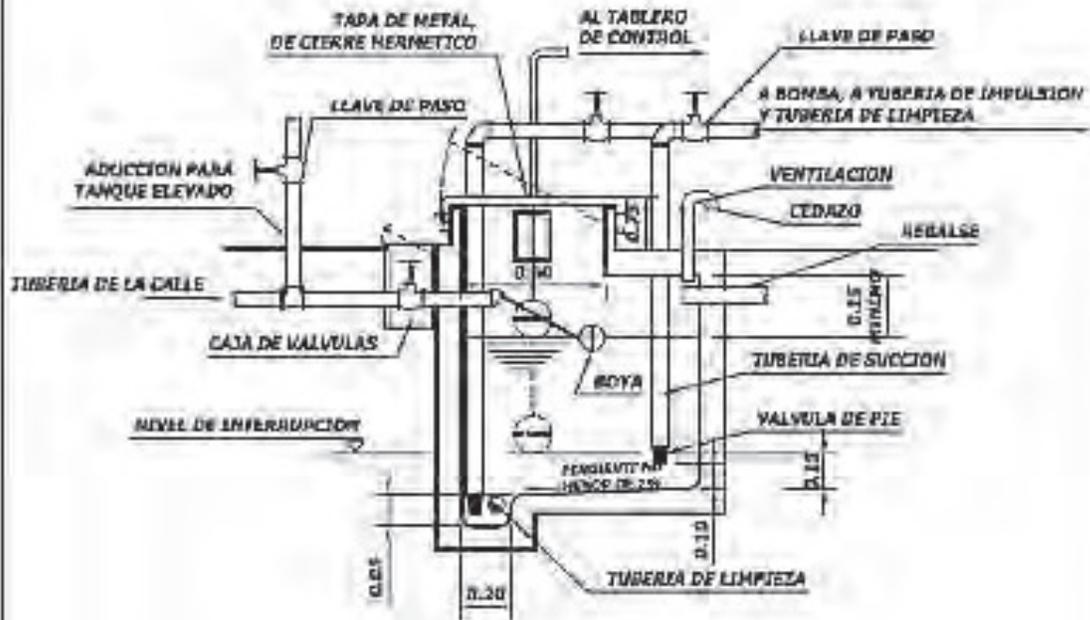


COLOCAR BOYA LATERALMENTE PARA QUE NO ESTORBE CUANDO SE REQUIERA INSPECCION

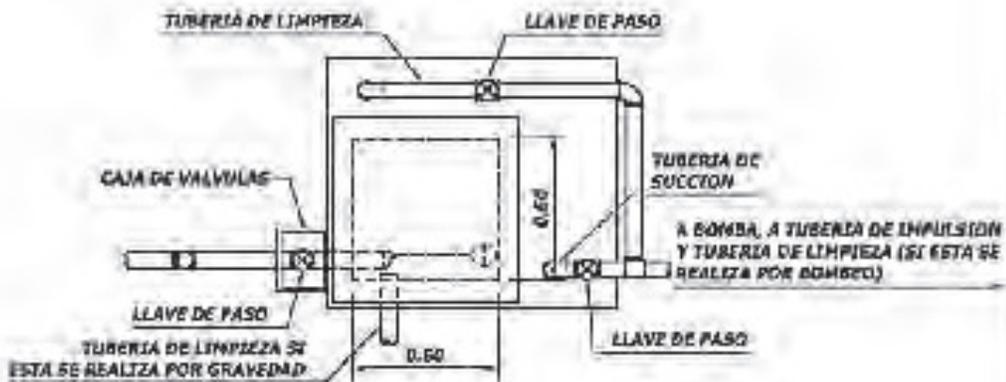
NOTA:
DIMENSIONES EN METROS

Figura 6.7

TANQUE SUBTERRANEO ALMACENAMIENTO DE AGUA



CORTE



PLANTA

Figura 6,8

**RED DE AGUA POTABLE:
EDIFICIO TÍPICO CON SOTANO**

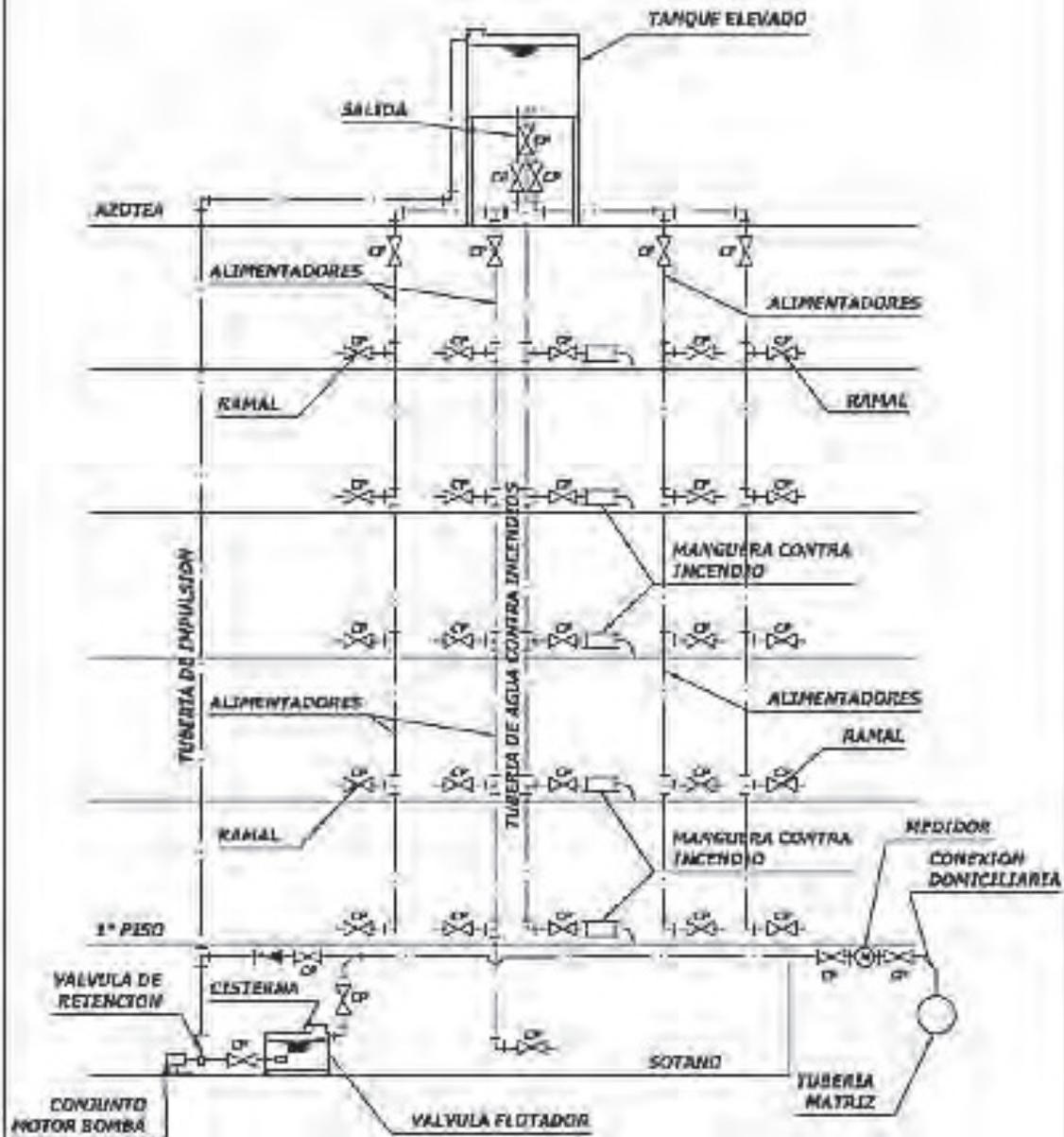
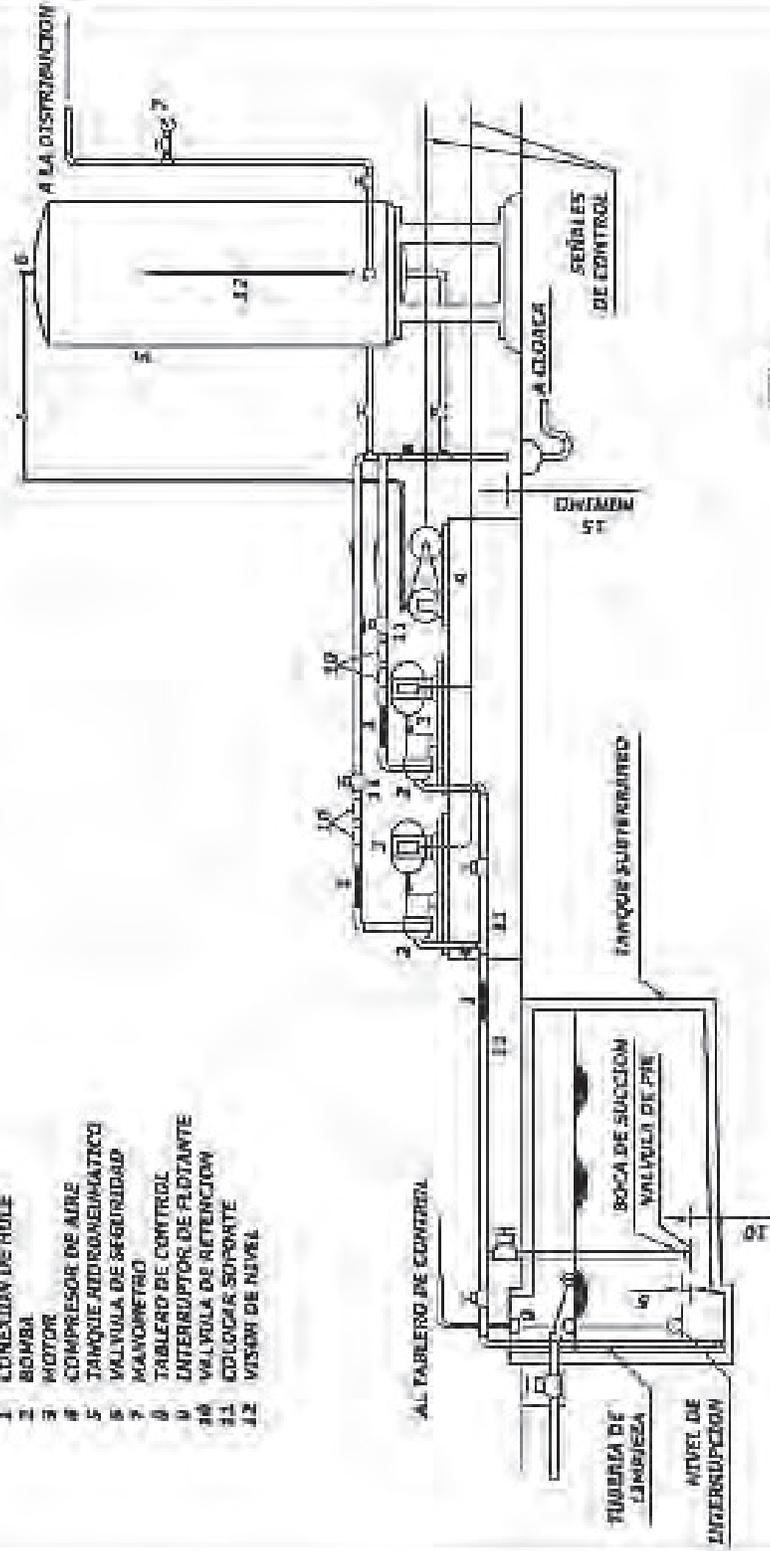


Figura 6.9

**MODELO DE SISTEMA HIDRONEUMÁTICO
CON TANQUE VERTICAL**

- 1 CONEXION DE HULE
- 2 BOMBA
- 3 MOTOR
- 4 COMPRESOR DE AIRE
- 5 TANQUE HIDRONEUMÁTICO
- 6 VALVULA DE SEGURIDAD
- 7 MANOMETRO
- 8 TABLERO DE CONTROL
- 9 INTERRUPTOR DE FLOTANTE
- 10 VALVULA DE RETENCION
- 11 CILINDRO SOPORTE
- 12 VISOR DE NIVEL



VISTA SUPERIOR DEL CILINDRO

Figura 6.10

ESQUEMAS DE TOMAS DE AIRE PARA EQUIPOS CALENTADORES DE AGUA

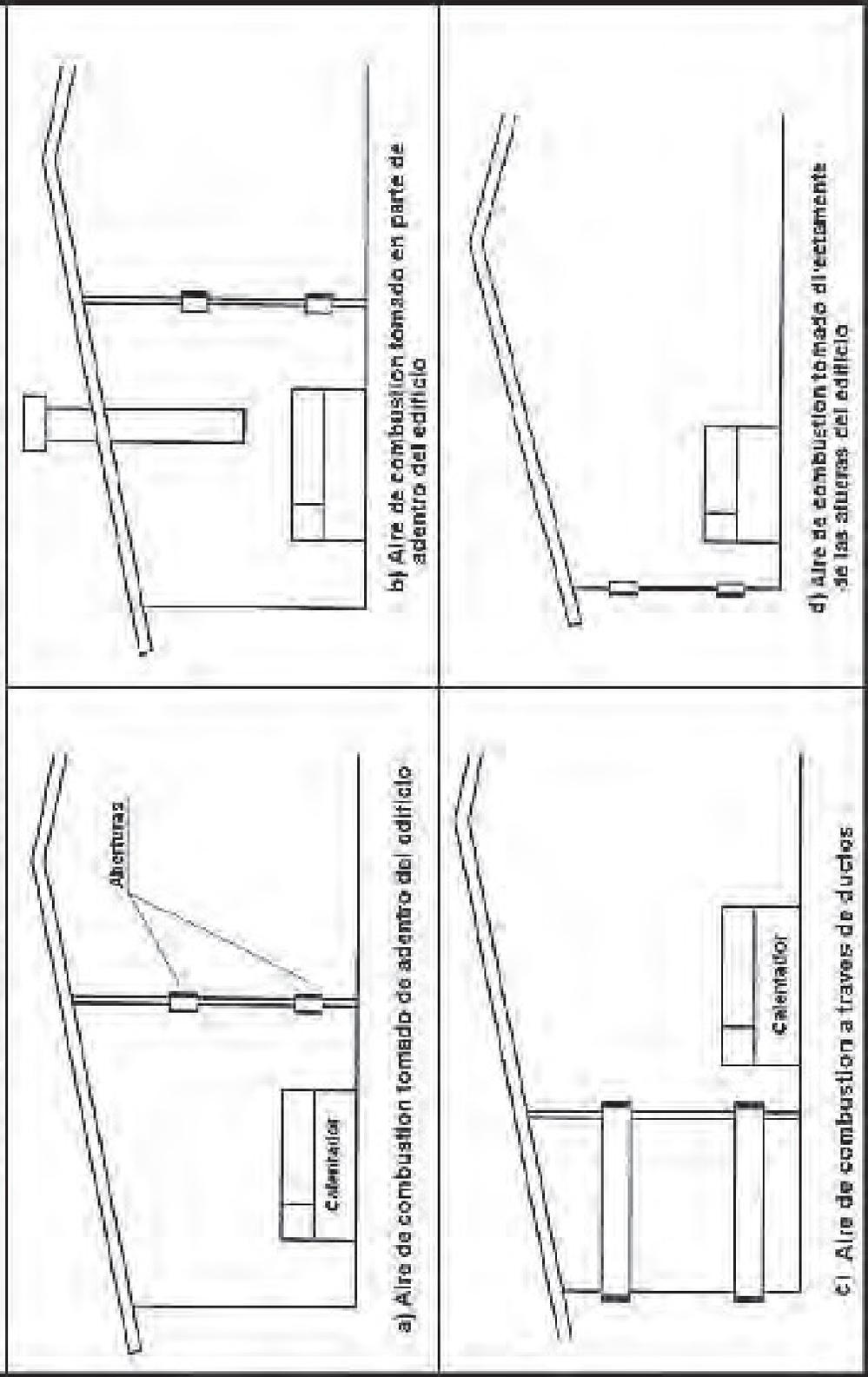
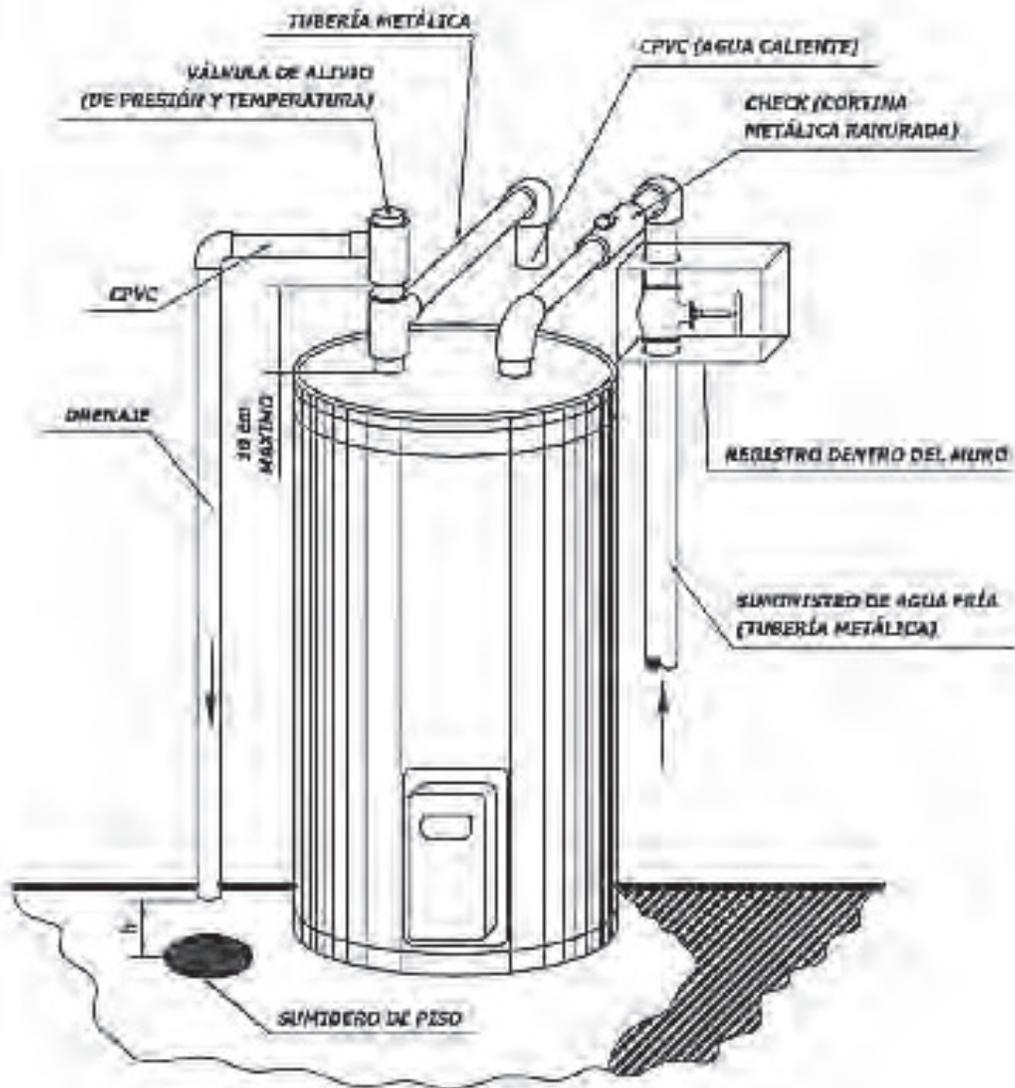


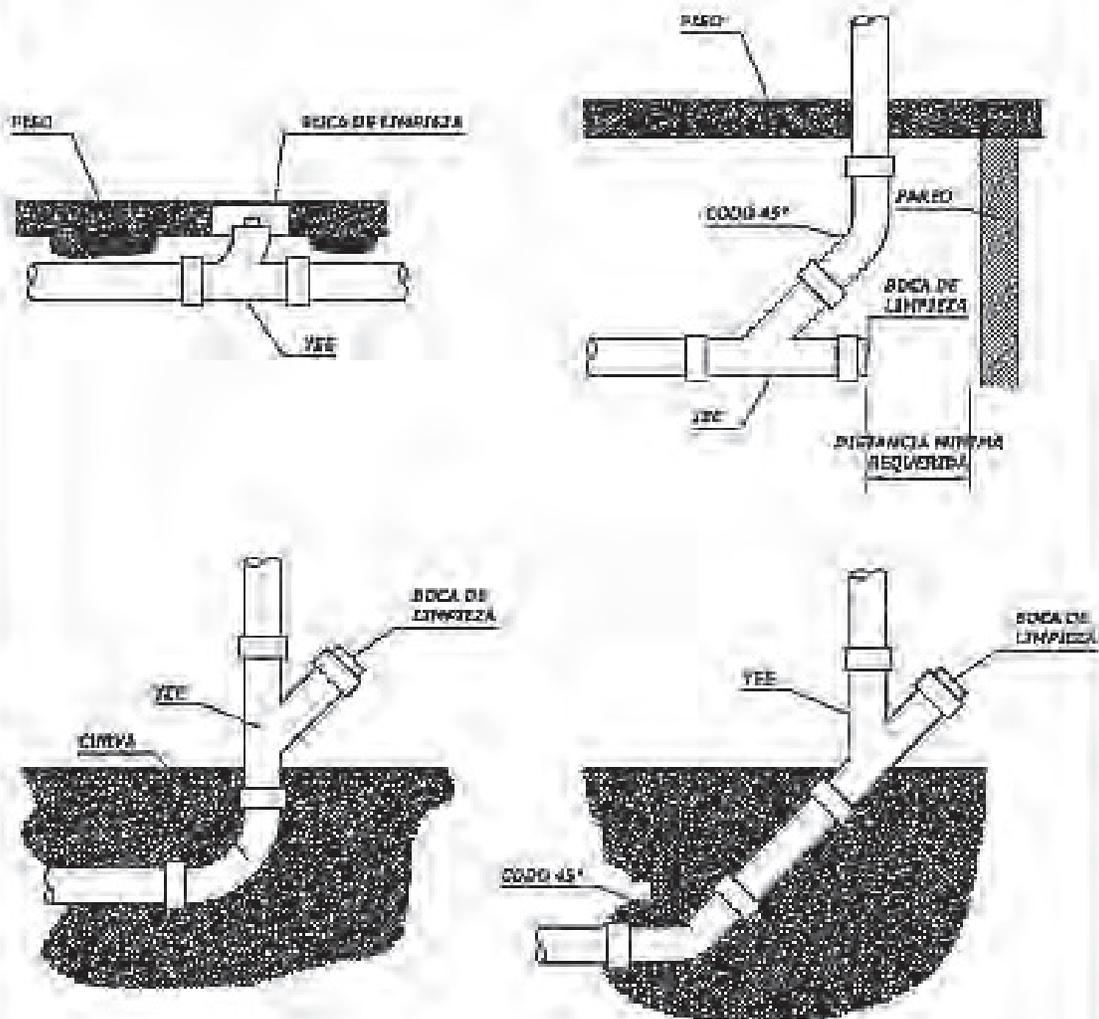
Figura 6.11

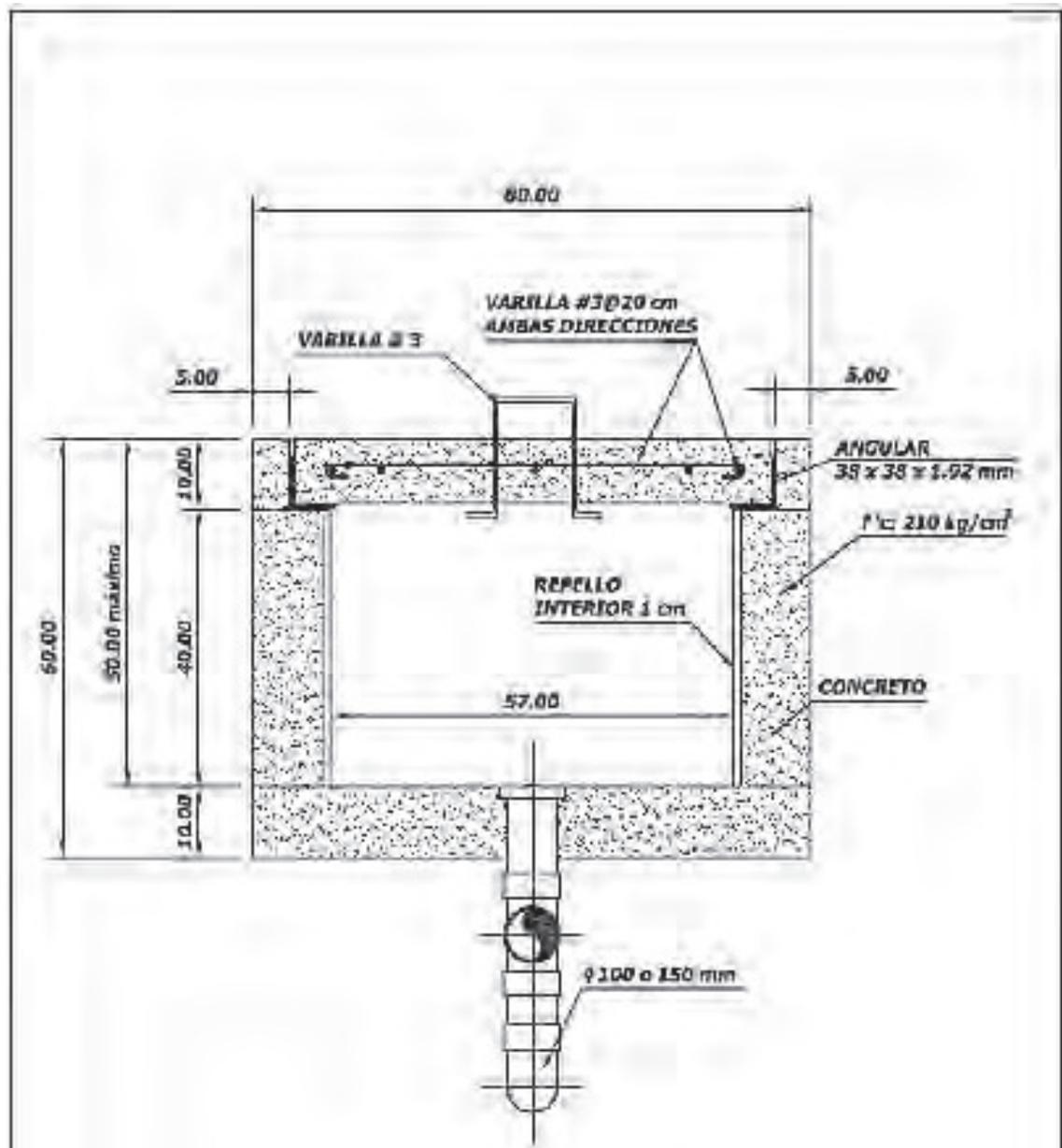
**ESQUEMA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS:
CALENTADOR DE AGUA**



NOTA:
LA ALTURA ENTRE LA PLUMBA DE DESAHUE Y
EL SUMIDERO DE PISO DEBE SER AL MENOS
3 VECES EL DIÁMETRO DEL TUBO DE DESAHUE.

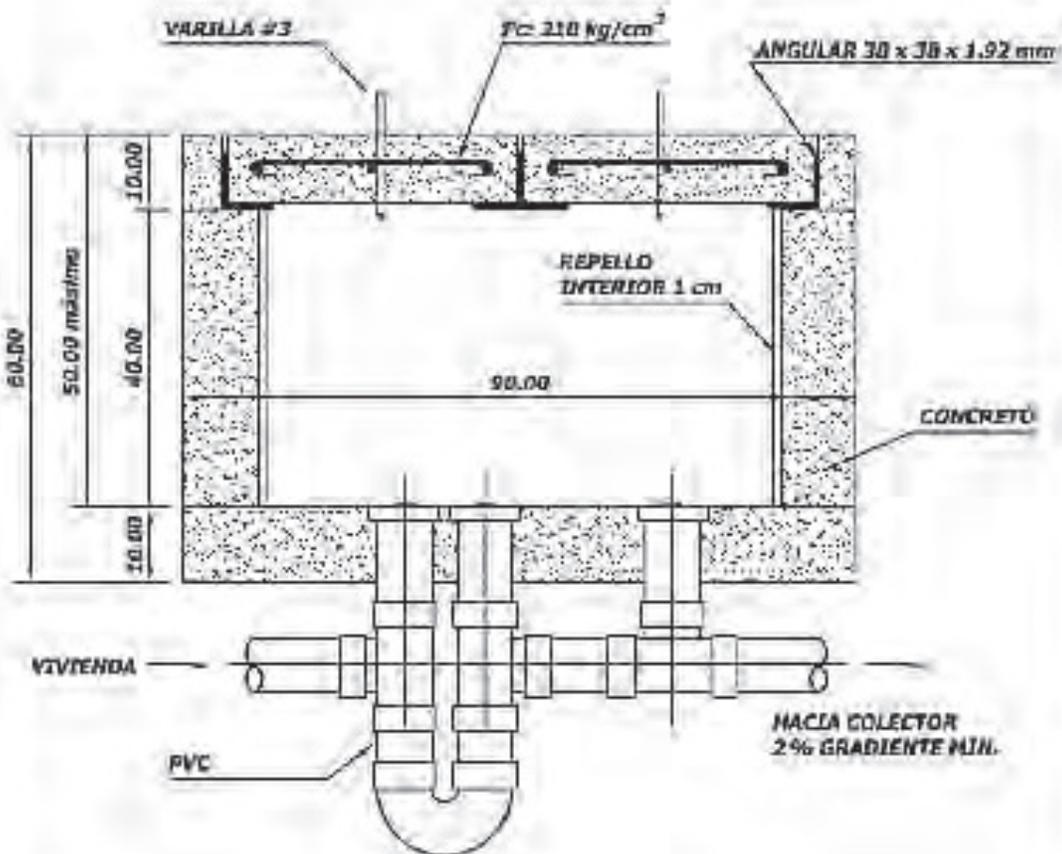
Figura 7.1
BOCAS DE LIMPIEZA





b) VISTA SECCION A-A

NOTA:
DIMENSIONES EN CENTIMETROS

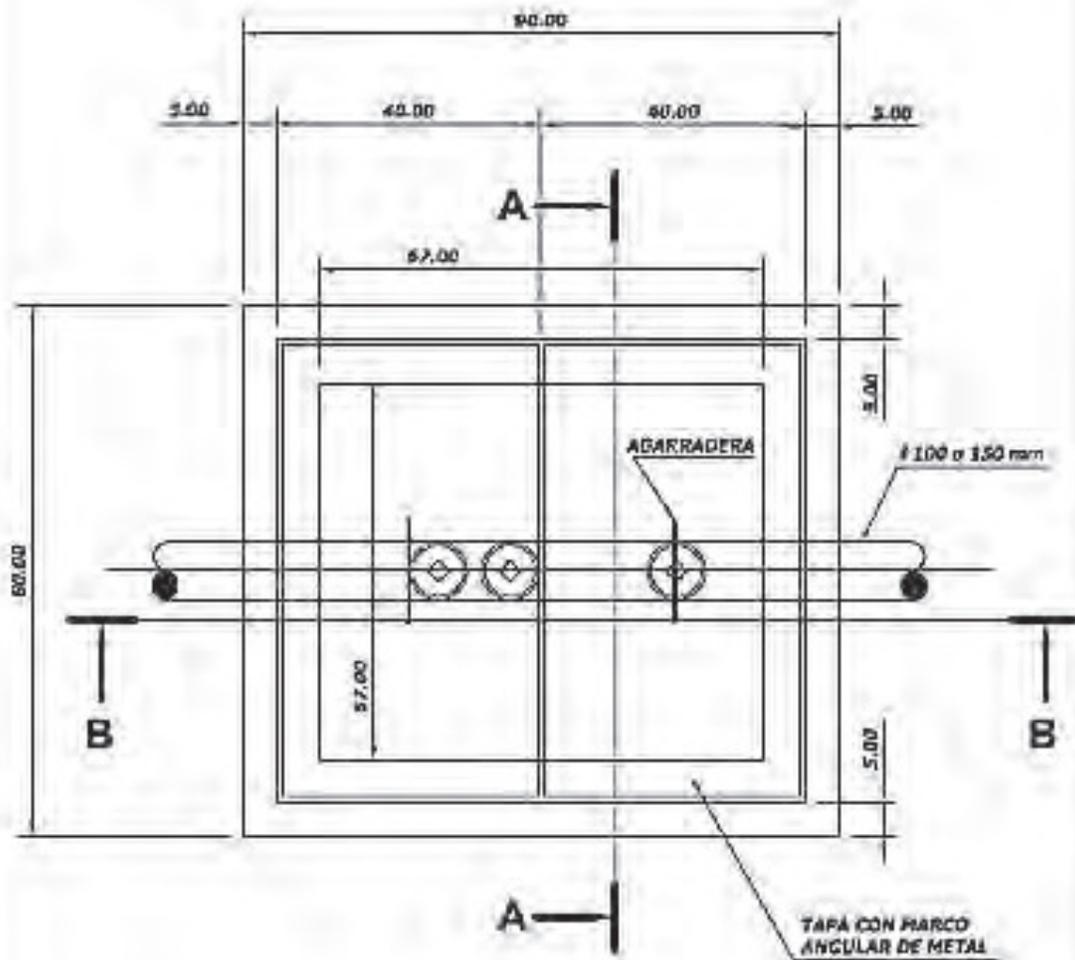


e) VISTA SECCION B-B

TIPO:
CONCRETO EN CENTROS

Figura 7,2

DETALLE DE CAJA DE REGISTRO DOMICILIAR CON SIFON



a) VISTA SUPERIOR

NOTA:
DIMENSIONES EN CENTÍMETROS

Figura 7.3
CAJA DE REGISTRO

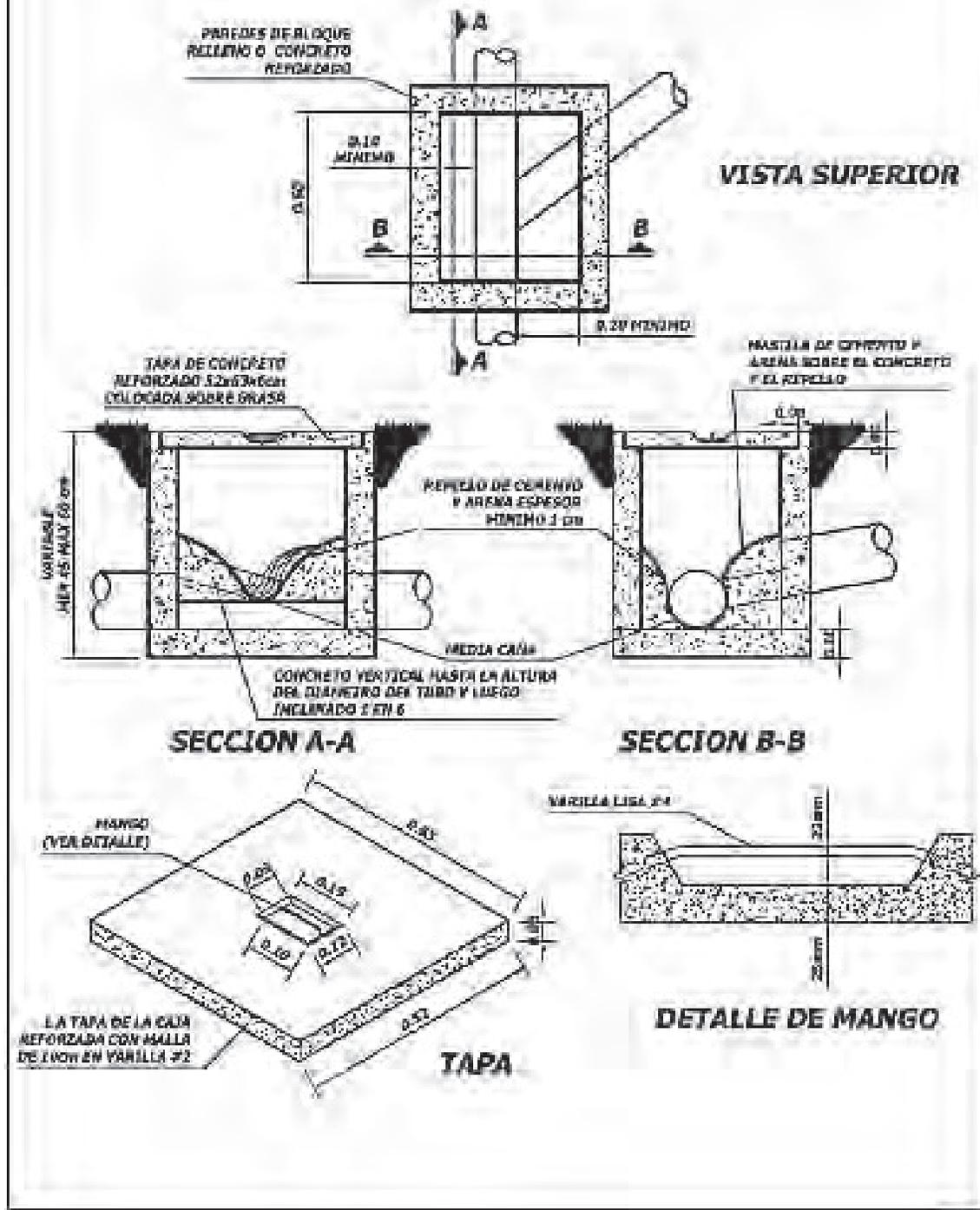


Figura 7.4

DESAGÜES INDIRECTOS

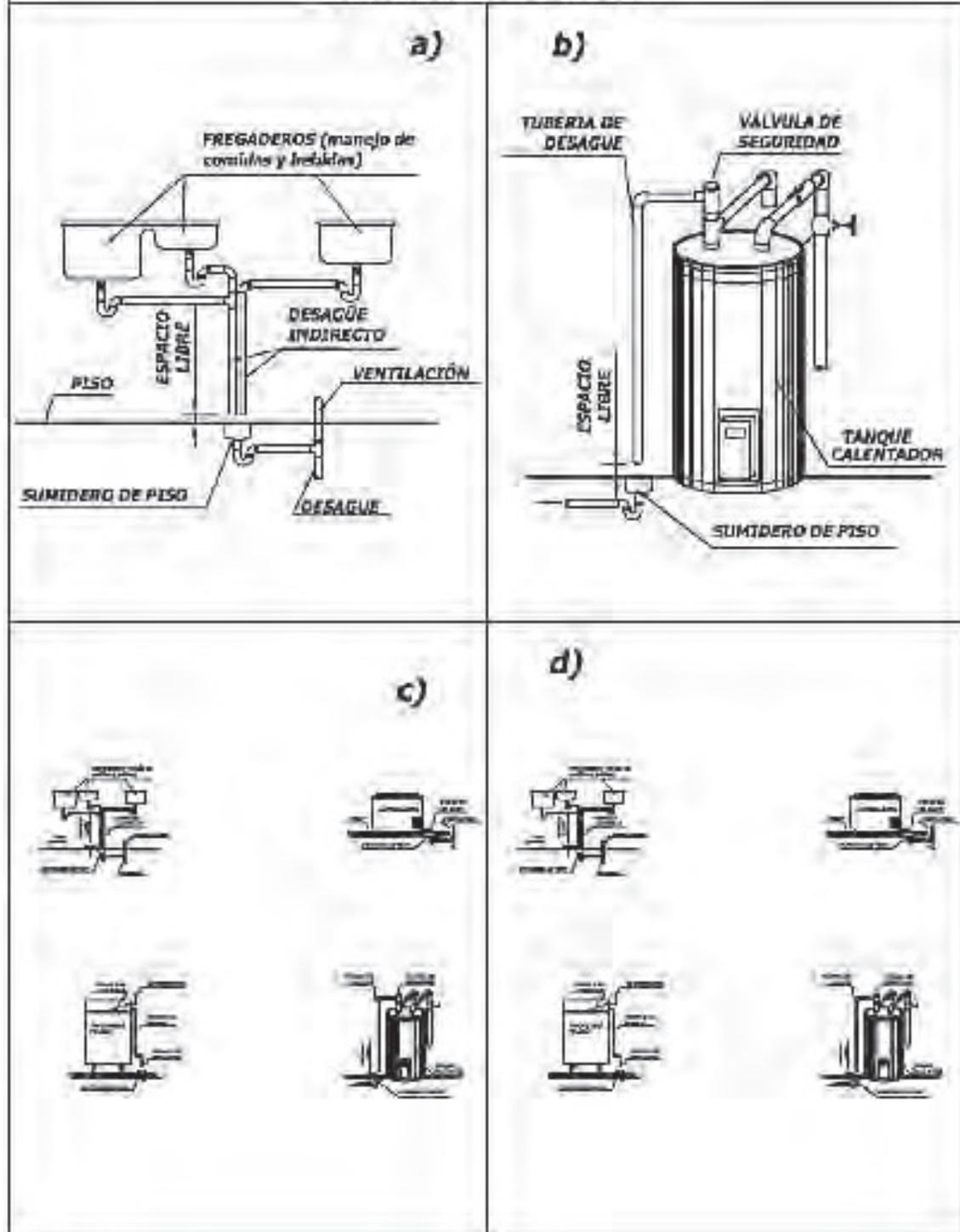
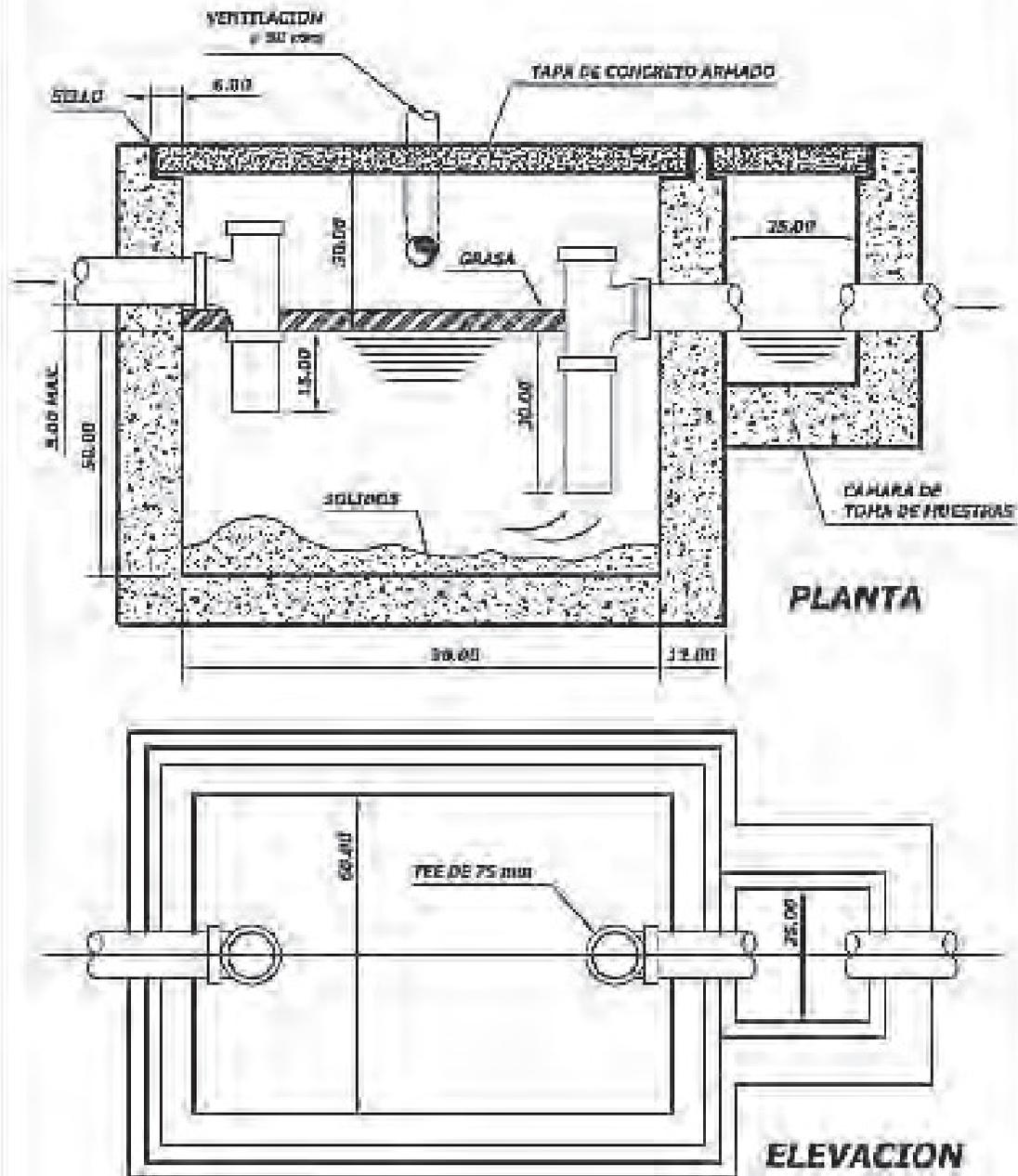


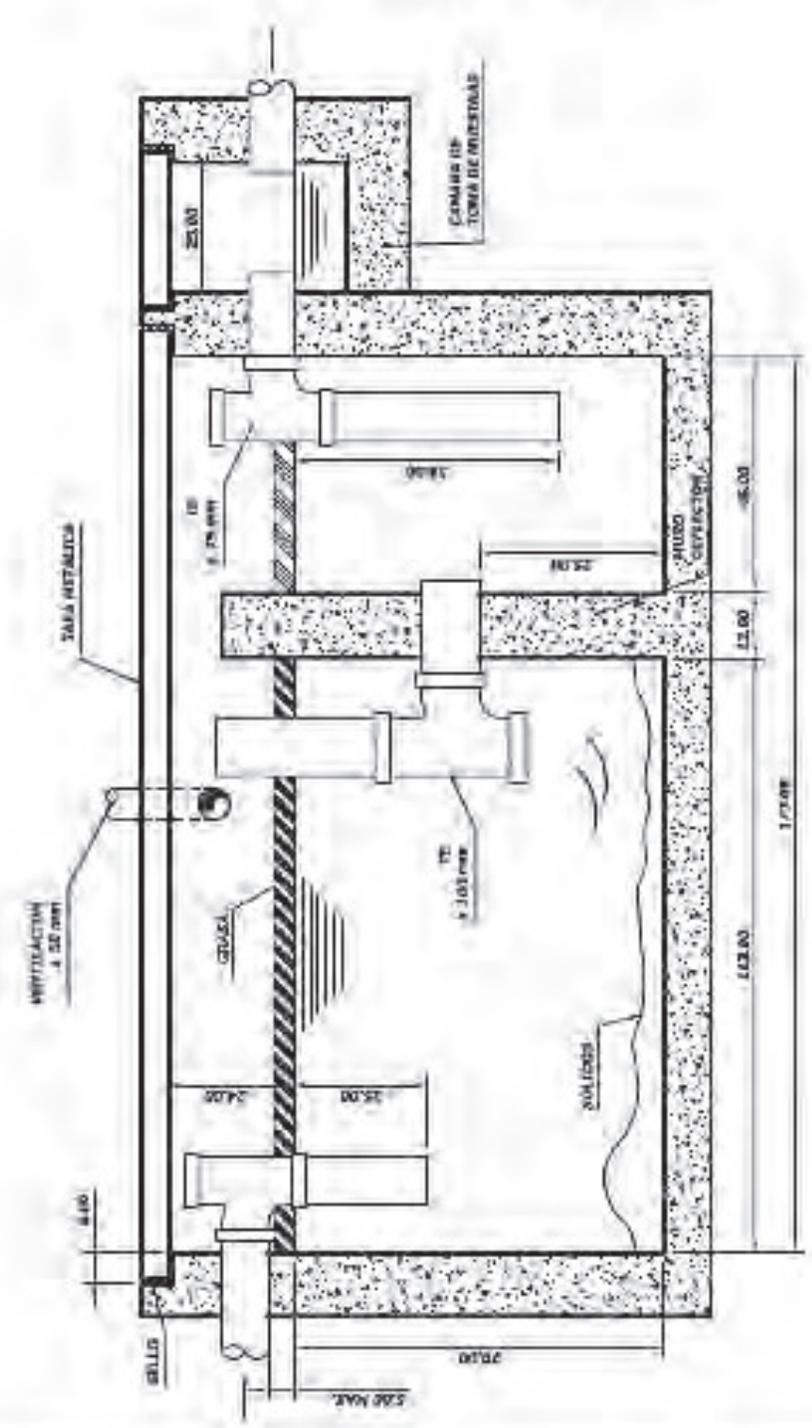
Figura 7.5

TRAMPA DE GRASA



- NOTAS
- 1- DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
 - 2- CLASIFICACION DE LA TRAMPA 250 LITROS (8.5 GAL) 2.5
 - 3- SELECCION LARGO-ANCHO 2.5

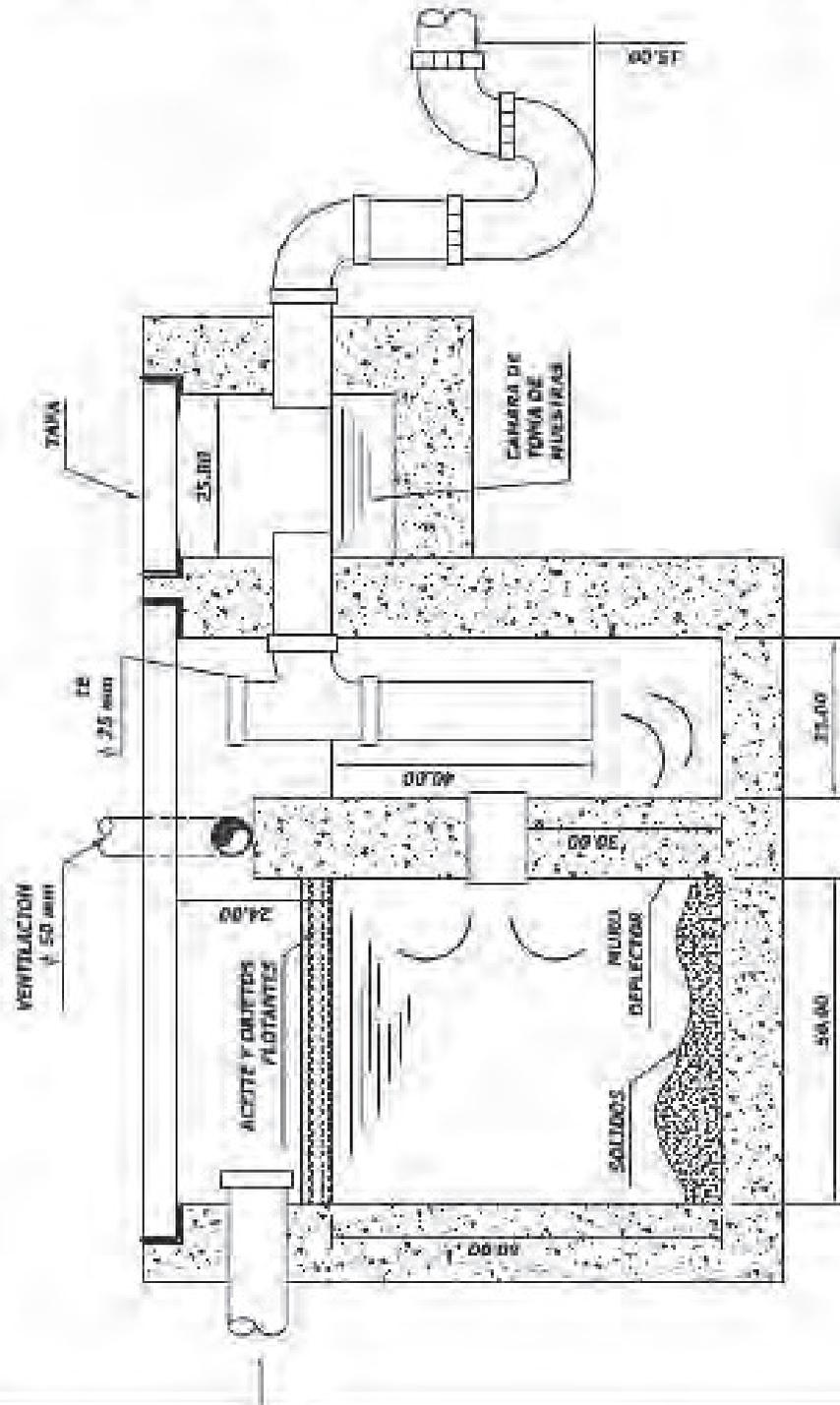
Figura 7.6
INTERCEPTOR DE GRASA



Nota:
 1- Dimensiones en Centímetros
 2- Dimensiones en pulgadas de 1/4" a 1/2"
 3- Indica la zona de absorción (zona ligera)

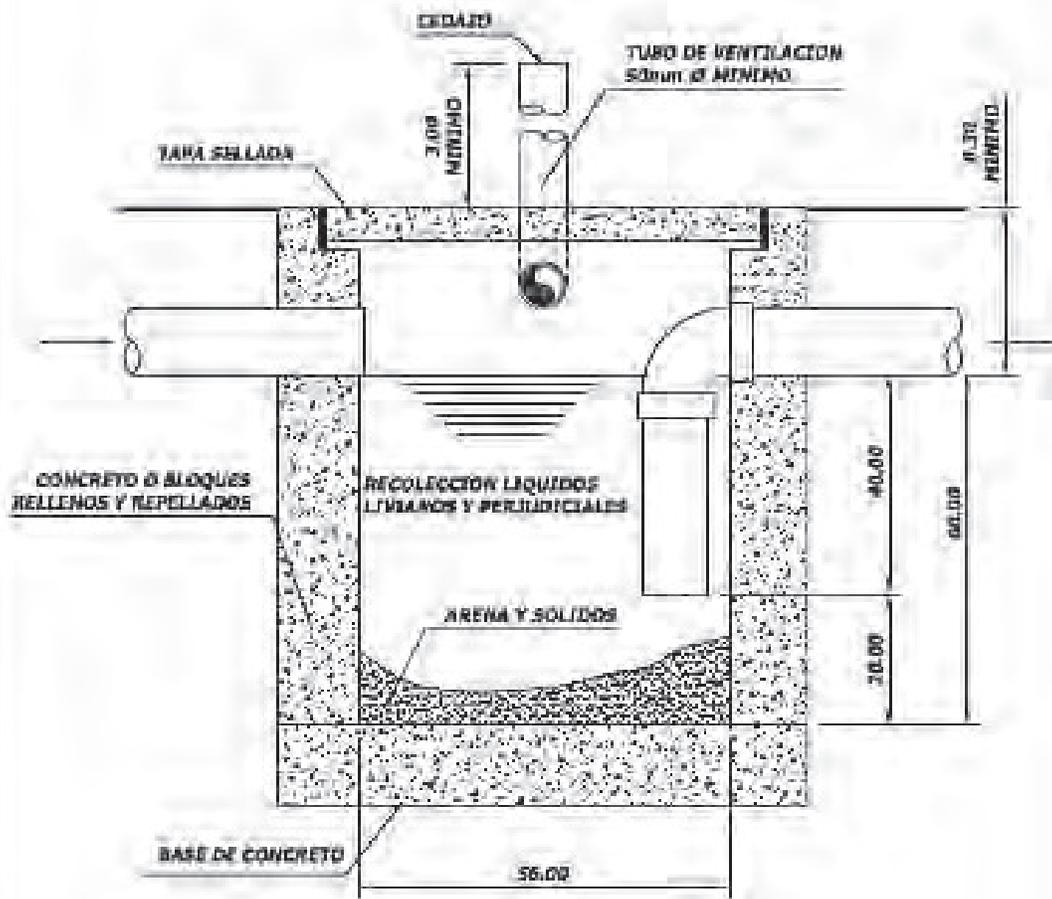
Figura 7.7

INTERCEPTOR DE SÓLIDOS Y OBJETOS FLOTANTES



NOTAS:
1. PARED LATERAL DE INTERCEPTOR
2. BARRERAS DE CEMENTO ARMADO

Figura 7.8
INTERCEPTOR DE COMBUSTIBLE
DE UNA SECCION



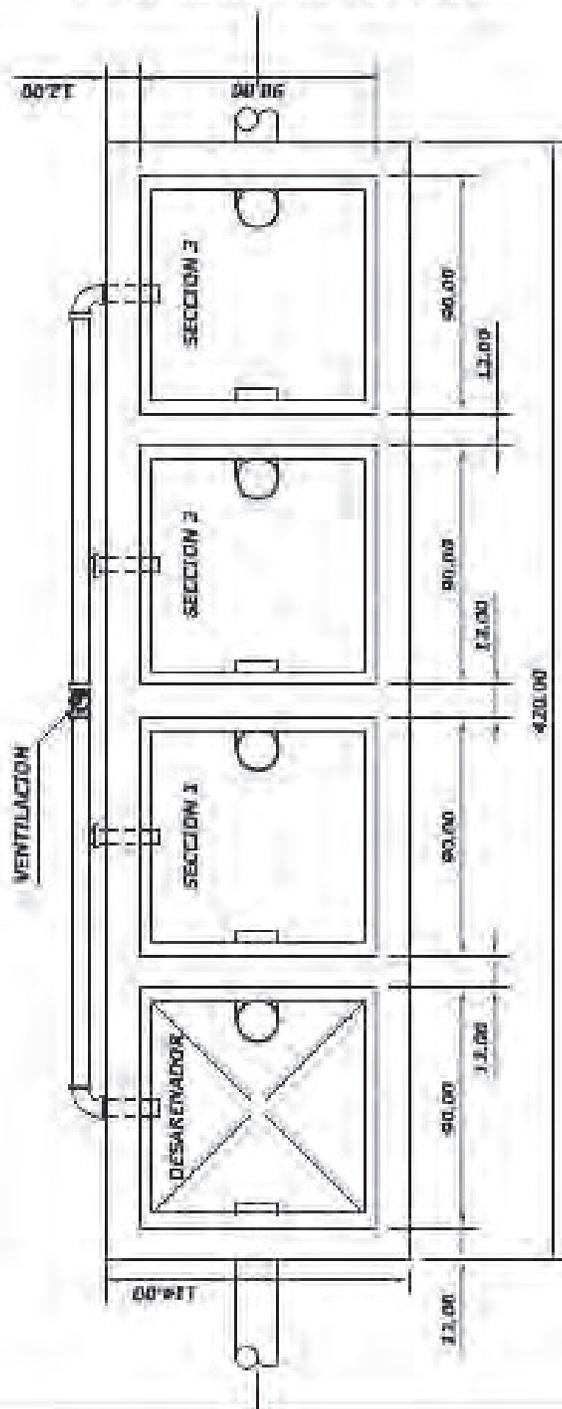
NOTAS:

- 1- DIMENSIONES EN METROS.
- 2- EN CASO DE PARQUEO ARREGLADO DE SISTEMA UVA (TAMPOQUELLA O SUMO DE VENTILACION) NO ES NECESARIO.
- 3- EL ESPESOR DEL INTERCEPTOR ES DE 15 CM (ALMEDIADO).

Figura 7.9

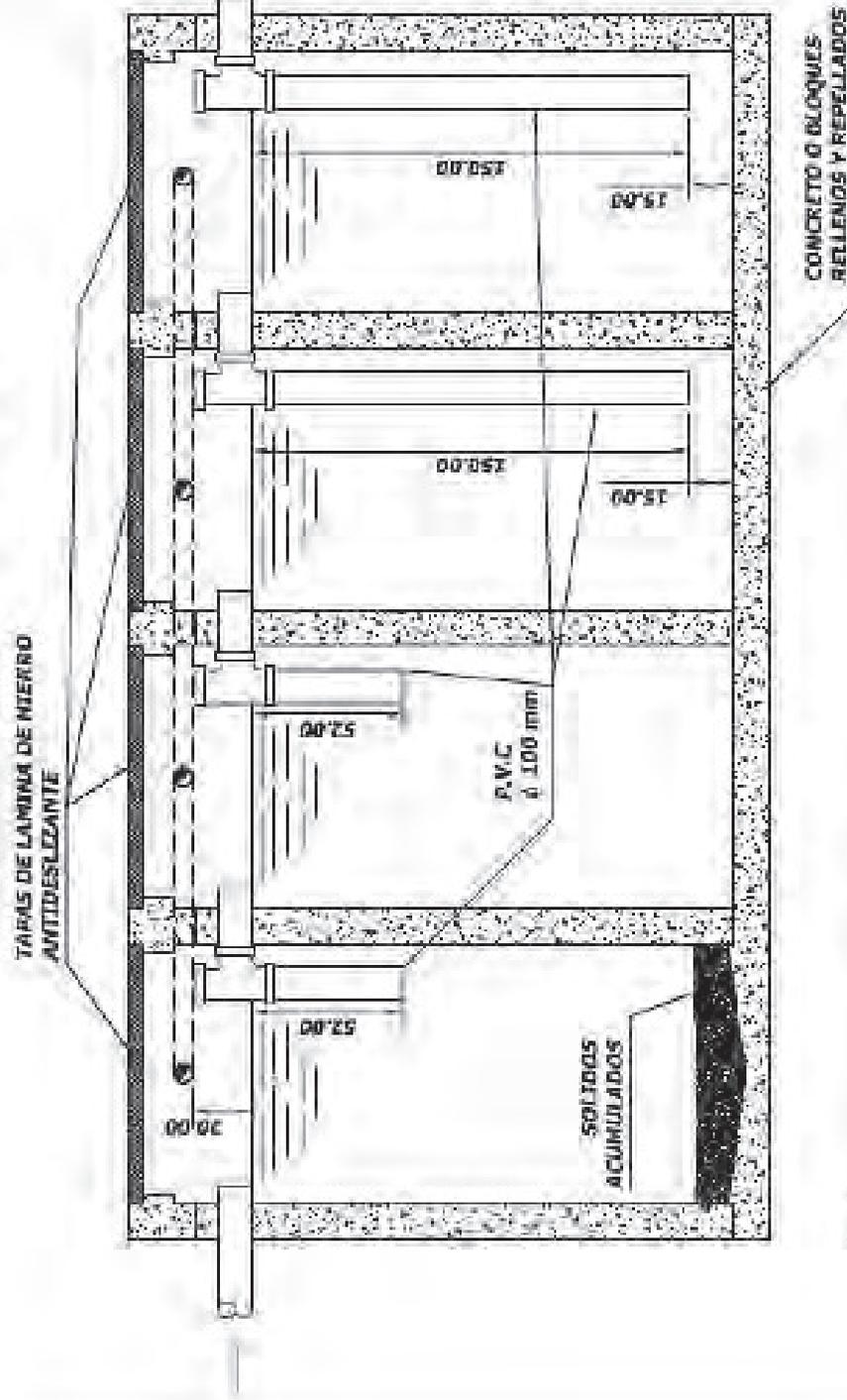
**INTERCEPTOR DE COMBUSTIBLE
ESTACIONES DE SERVICIO**

a) PLANTA



NOTAS:
1- DIMENSIONES EN CENTIMETROS.

b) CORTE

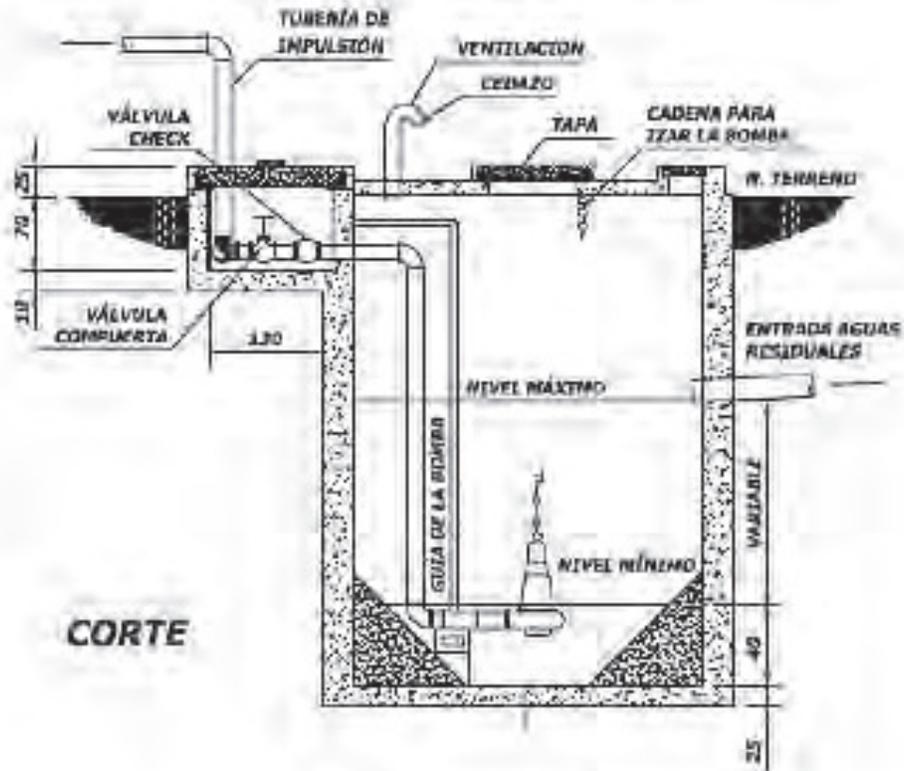


NOTAS:

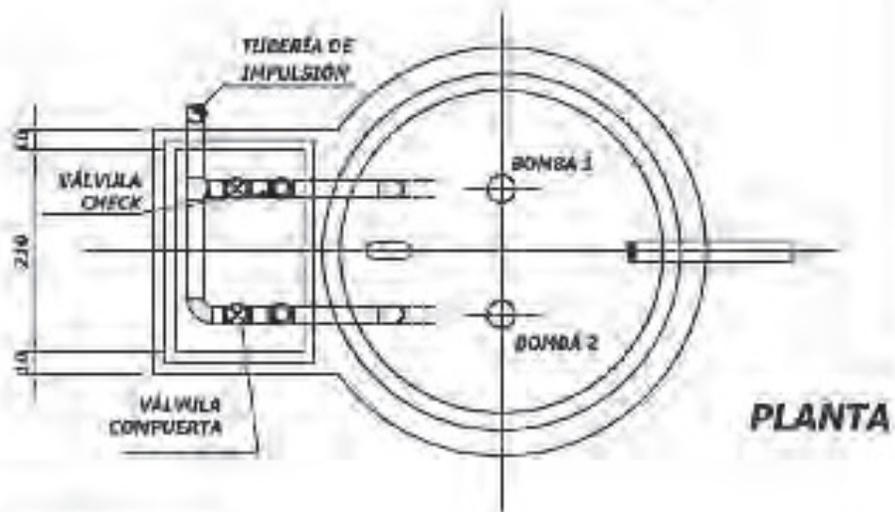
- 1- DIMENSIONES EN CENTIMETROS.
- 2- VOLUMEN DE CADA SECCION ES DE 1276 LITROS

Figura 7.10

ESQUEMA DE POZO DE BOMBEO



CORTE



NOTA
DIMENSIONES EN CENTIMETROS

Figura 7.11

**RED DE DESAGUE Y VENTILACION:
EDIFICIO TIPICO CON SOTANO**

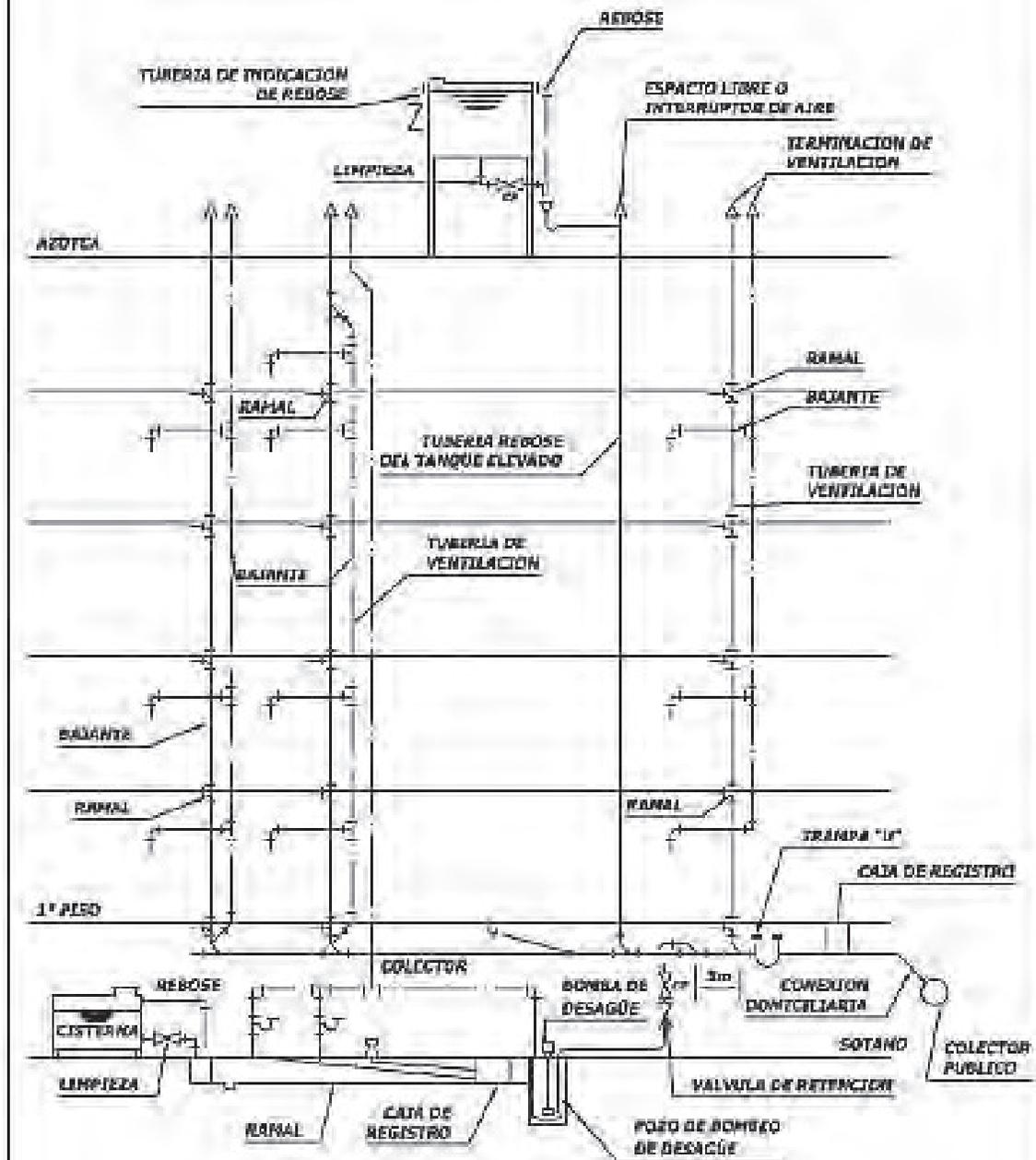
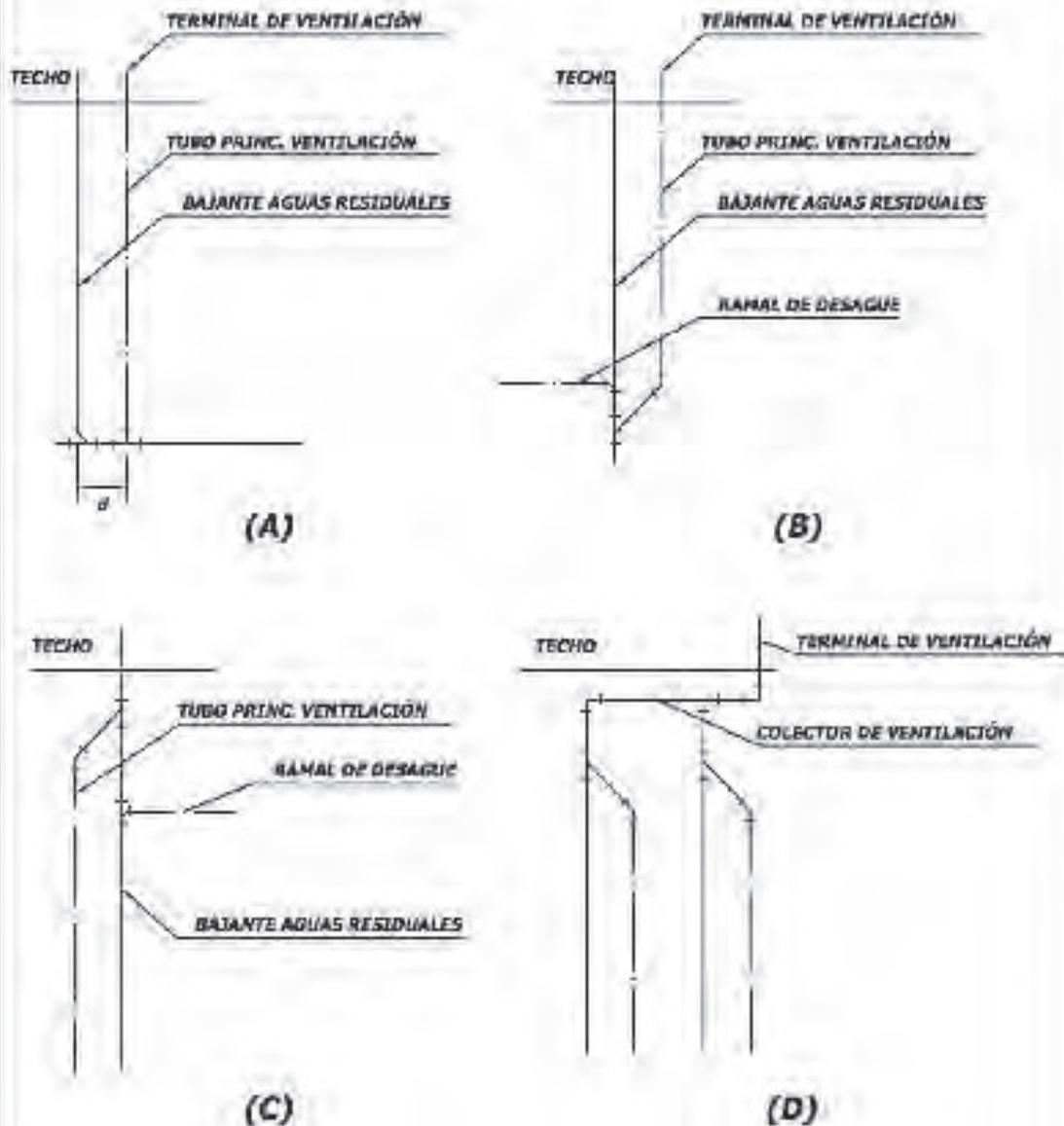


Figura 8.1

DETALLES DE LA TUBERIA DE VENTILACION DE VENTILACION



NOTAS:

1) LA DISTANCIA d EN LA FIG A DEBE SER MENOR A 30 VECES EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA.

Figura 8.2

DIFERENTES TIPOS DE SISTEMAS DE VENTILACIÓN PARA DESAGUES

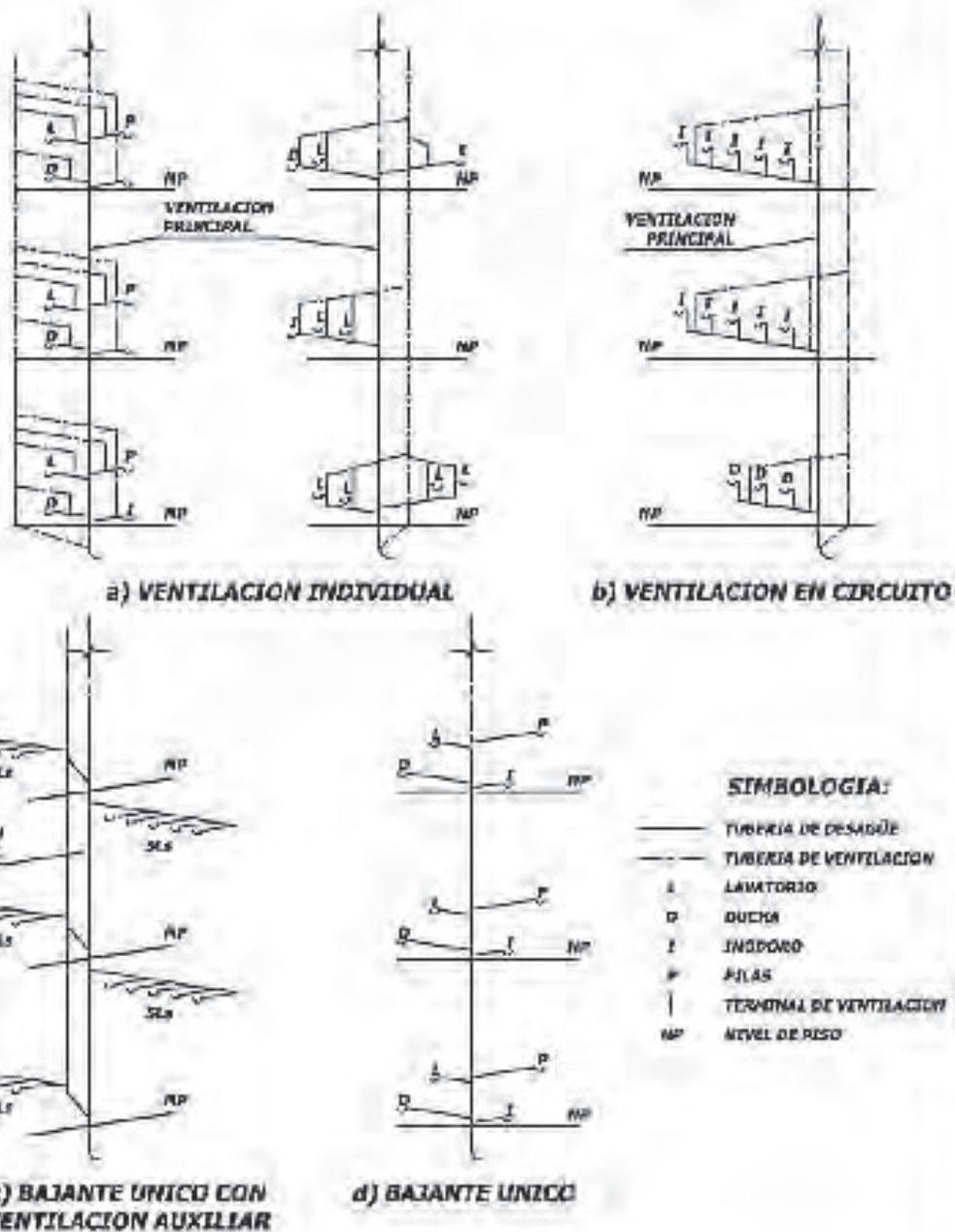
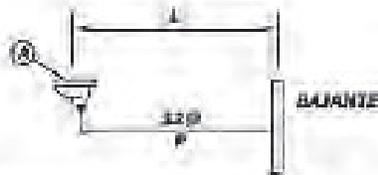


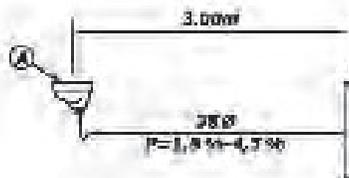
Figura 8.3

**DESAGUES PARA LAVATORIOS
SISTEMA DE BAJANTE UNICO**



L = LONGITUD DEL TUBO DE DESAGÜE
P = PENDIENTE

LAVATORIO CON DESAGÜE DE 32φ	
LONGITUD DEL DESAGÜE (m)	PENDIENTE (P)
1.70	3,2 %
1.30	3,5 %
0.90	5,3 %
0.83	7 %



SISTEMA DE VENTILACION COMPLETO CON
BAJANTE Y TUBO DE VENTILACION



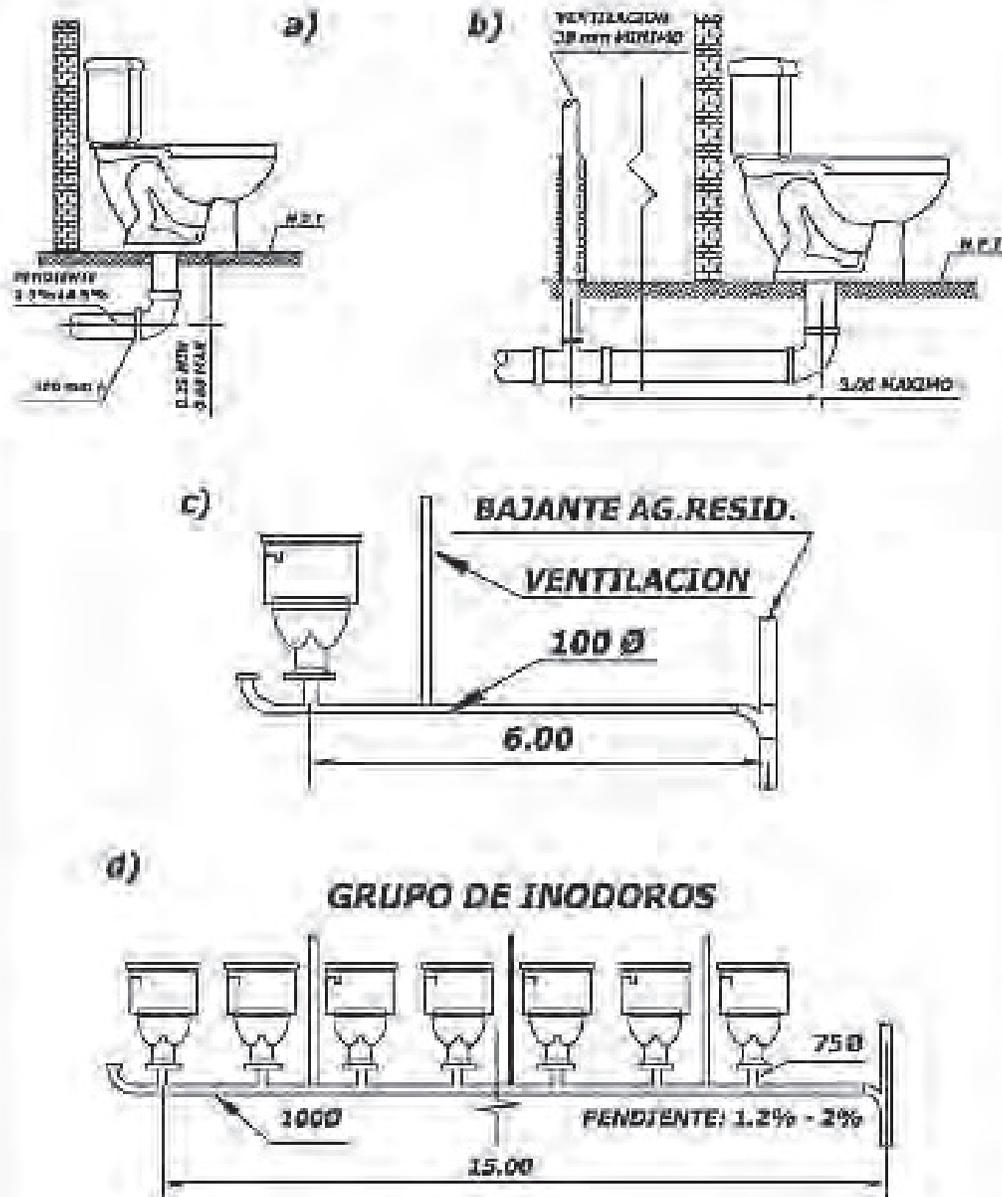
LAVATORIO TIPO (A)



LAVATORIO TIPO (B)

Figura 8.4

RAMALES DE DESAGUE PARA SISTEMAS DE BAJANTE UNICO: INODOROS



NOTAS:

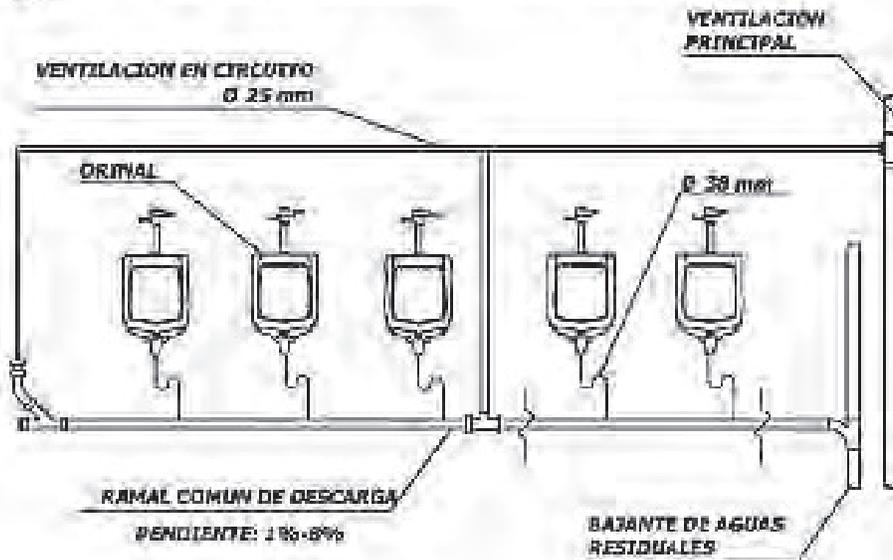
- 1- SE REQUIERE COLOCAR TUBOS DE VENTILACION AGUAS ABAJO DEL ULTIMO INODORO, CUMPLIENDO CON LOS 3 *mitos* ESTIPULADOS EN EL PRESENTE CODIGO (VER FIG 6).
- 2- CUANDO SE INSTALEN CURVAS EN EL RAMAL DE DESAGUE SE NECESITARA INSTALAR UN TUBO DE VENTILACION AL ULTIMO INODORO.
- 3- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS.

Figura 8.5

RAMALES DE DESAGUE PARA SISTEMAS DE BAJANTE UNICO: ORINALES Y OTROS

a)

GRUPO DE ORINALES CONECTADOS EN SERIE



Nº ORINALES EN SERIE	Ø HORIZO DEL RAMAL COMUN	Ø TUBO VENTILACION EN CIRCUITO
3 - 2	30 mm	NO REQUIERE
3 - 5	30 mm	25 mm
6 - 10	38 mm	38 mm

b)

INDICACIONES PARA PILAS, TINAS, DUCHAS, Y FREGADEROS

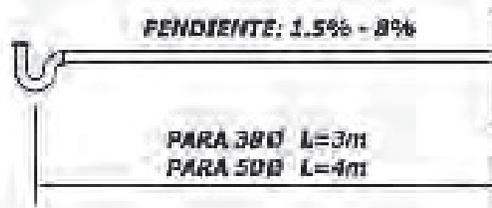
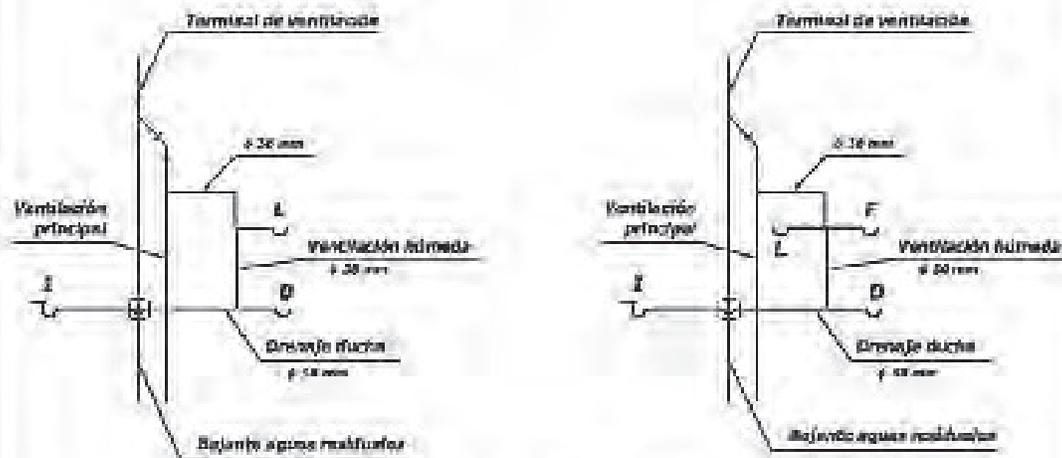
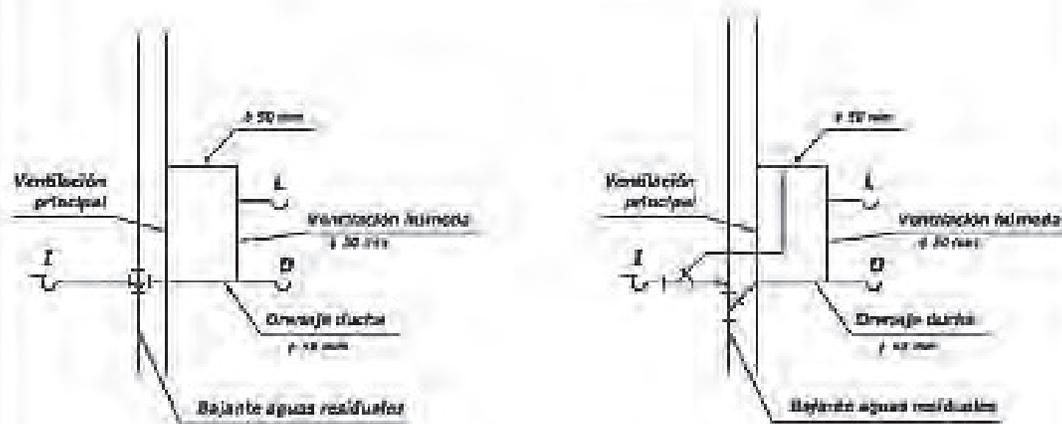


Figura 8.6
ESQUEMAS DE VENTILACION HUMEDA



a) VENTILACIÓN HÚMEDA EN EL PISO SUPERIOR



b) VENTILACIÓN HÚMEDA EN PISOS INFERIORES

