



NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

NEC-11

CAPÍTULO 16

NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA

ÍNDICE

16.1 INTRODUCCIÓN	4
16.2 OBJETO	4
16.3 DEFINICIONES Y DECLARACIONES	4
16.3.1 ACOMETIDA.....	4
16.3.2 AGUA.....	4
16.3.3 ALCANTARILLA.....	5
16.3.4 ALIMENTADOR	5
16.3.5 DIÁMETRO NOMINAL (DN)	5
16.3.6 DIÁMETRO NOMINAL EXTERNO (DNE)	5
16.3.7 DIÁMETRO INTERNO (DI)	5
16.3.8 ENCAMISADO, DUCTO Ó CAMISA	5
16.3.9 FUEGO	5
16.3.10 LÍNEA HIDRÁULICA	6
16.3.11 MONTANTE Ó COLUMNA DE DISTRIBUCIÓN	6
16.3.12 MUEBLE SANITARIO	6
16.3.13 NUDO DE CONSUMO	6
16.3.14 NUDO DE REGULACIÓN, MONITOREO Y CONTROL INTERNO.....	6
16.3.15 RED PÚBLICA DE DISTRIBUCIÓN.....	6
16.3.16 RAMAL.....	6
16.3.17 SISTEMA DE BOMBEO E HIDRONEUMÁTICO	6
16.3.18 SUB-RAMAL	6
16.4 REFERENCIAS	6
16.5 SISTEMA PARA SUMINISTROS DE AGUA EN EDIFICACIONES	9
16.5.1 GENERALIDADES.....	9
16.5.2 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS.....	9
16.5.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRO-SANITARIA INTERIOR	14
16.5.3.1 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA	14
16.5.3.2 REQUISITOS DEL DISEÑO.....	14
16.5.3.3 ESTIMACIÓN DE CAUDALES:	21
16.5.3.4 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA.....	21
16.5.4 SISTEMAS DE BOMBEO E HIDRONEUMÁTICOS.....	23
16.5.4.1 SUMINISTROS QUE REQUIEREN EQUIPOS PARA INYECCIÓN DE PRESIÓN	23
16.5.4.2 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO MOTOR-BOMBA-HIDRONEUMÁTICO.....	23
16.6 SISTEMA PARA SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE.....	25
16.6.1 CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE	25
16.6.2 SISTEMAS PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE	26
16.6.3 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO E INSTALACIÓN:	28
16.6.4 EDIFICACIONES CON INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE:	30
16.7 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	30
16.7.1 CLASES DE FUEGO, ALERTA TEMPRANA Y EXTINCIÓN	30
16.7.1.1 EL FUEGO.....	30
16.7.1.2 LA EXTINCIÓN	31
16.7.1.3 LOS AGENTES EXTINTORES.....	31
16.7.1.4 COMO SISTEMAS DE DETECCIÓN	31
16.7.2 INSTALACIONES HUDRÁULICAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS.....	31
16.7.2.1 CLASES DE FUEGO	31
16.7.2.2 COLUMNA SECA	31
16.7.2.3 BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS.....	32

16.7.2.4 DEPÓSITOS	34
16.7.2.5 EXTINCIÓN POR ROCIADORES	34
16.7.2.6 EQUIPO DE BOMBEO.....	36
16.7.3 CONSIDERACIONES COMPLEMENTARIAS	38

CAPÍTULO 16 – NORMA HIDROSANITARIA NHE AGUA

16.1 INTRODUCCIÓN

16.1.1 Es técnicamente necesario y socialmente conveniente que el diseño y ejecución de instalaciones hidrosanitarias en edificios sean referidos a una norma nacional que garantice su funcionalidad, con las características físicas y topológicas apropiadas, para su operación y mantenimiento.

16.1.2 Toda nueva instalación hidrosanitaria al interior de edificaciones, bien sea por construcción nueva, por rehabilitación ó por ampliación de instalaciones previamente existentes, deberán referirse a esta norma técnica.

16.1.3 Si en algún momento se considera que existen casos, procedimientos y tópicos que no son contemplados ó amparados por esta norma técnica, deberán ser fijados, justificados y demostrados por el consultor proyectista en la memoria técnico-ejecutiva correspondiente, seguidamente analizados y aprobados por su fiscalizador.

16.2 OBJETO

16.2.1 Establecer los parámetros mínimos que deben incluirse en todo diseño y construcción de instalaciones hidrosanitarias interiores, para garantizar bajo condiciones normales de utilización, su funcionamiento suficiente en cantidad y calidad, en todo espacio y tiempo dentro del predio, casa o edificación.

16.3 DEFINICIONES Y DECLARACIONES

16.3.1 ACOMETIDA

Constituida por los elementos y accesorios que permiten el enlace entre el sistema de suministro de agua y la instalación predial o interior. Puede estar empalmada a la red pública de distribución ó en su ausencia a una fuente natural con captación privada previa autorización de la empresa municipal o suministradora encargada de brindar el servicio; para este último caso se deberán aumentar los accesorios, válvulas y grupos motor-bomba que se consideren pertinentes para cumplir con el suministro.

16.3.2 AGUA

Compuesto químico formado por dos volúmenes de Hidrógeno un volumen de Oxígeno y otros materiales sólidos, líquidos o gaseosos que pueden estar en solución o suspensión.

- a. *Agua cruda*: agua con sus características físicas, químicas, biológicas, radiológicas y microbiológicas naturales.
- b. *Agua de escurrimiento*: ó de escurrimiento; es el agua proveniente de la lluvia que discurre por la superficie del suelo.
- c. *Agua fría*: es el agua que tiene una temperatura que se afecta únicamente por las condiciones naturales (físicas) del sitio.
- d. *Agua lluvia*: es el agua atmosférica que se precipita en forma de gotas.

- e. *Agua potable*: es el agua apta para el consumo humano, sin contaminante alguno; y, cuyo consumo no genera daños o alteraciones de ningún tipo en las personas que la ingieren. Aquella que cumple con la NTE INEN 1108.
- f. *Agua pura*: es el agua que luego de su tratamiento puede ser utilizada para distintos fines. Carece de: microorganismos, impurezas, partículas y minerales contaminantes.

16.3.3 ALCANTARILLA

Conducto dispuesto para el flujo de líquidos. Pueden ser de las siguientes características:

- a. *Alcantarilla colectora*: conducto que recibe la descarga de alcantarillas ramales.
- b. *Alcantarilla pluvial*: conducto que recibe la descarga de aguas de lluvia y escorrentías.
- c. *Alcantarilla sanitaria*: conducto que recibe la descarga de aguas residuales.
- d. *Alcantarilla combinada*: conducto que recibe la descarga de aguas servidas.

16.3.4 ALIMENTADOR

Tramo de tubería que une el nudo de regulación, monitoreo y control interno con un depósito para almacenamiento de agua, (llamado reservorio ó tanque cuando es un depósito elevado; y, cisterna ó aljibe cuando se trata de un depósito enterrado).

16.3.5 DIÁMETRO NOMINAL (DN)

Es el valor del diámetro que el fabricante de tuberías y accesorios lista en su nómina de productos de venta en el mercado y cuyo valor guarda cierta relación ó con el diámetro interno ó con el externo del producto al cual se refiere.

16.3.6 DIÁMETRO NOMINAL EXTERNO (DNE)

Equivale al diámetro externo promedio. Normalmente se expresa en mm.

16.3.7 DIÁMETRO INTERNO (DI)

Es el valor promedio del diámetro que una tubería tiene por su parte interna, es decir aquella que estará en contacto con el fluido. Este valor es el que se debe utilizar para efectuar los cálculos hidráulicos.

16.3.8 ENCAMISADO, DUCTO Ó CAMISA

Es una parte constructiva de la edificación que alberga en su parte interna (hueca) con suficiente holgura las tuberías que conforman la infraestructura de fluidos del edificio o predio. Pueden tener distintas formas, como rectangular o circular. Se denomina *columna falsa* cuando son verticales y están intercaladas entre la pared y la columna; *viga falsa*, cuando son horizontales, y se sustentan entre las losas y las vigas, éstas se sustentan del piso superior y localizan arriba del techo falso ó cielo raso. La camisa le brinda a las tuberías protección y facilita su libre movimiento en las actividades de instalación ó mantenimiento.

16.3.9 FUEGO

Es una reacción exotérmica que provoca la manifestación de una oxidación violenta, que implica emisión de luz y elevación de temperatura, y cuya energía liberada alimenta la combustión.

- a. Para que exista fuego debe existir un combustible (materia que arde), comburente (agente oxidante: aire, O₂) y calor provocado por un foco de ignición.

b. El incendio es el efecto no deseado del accidente originado por causa del fuego.

16.3.10 LÍNEA HIDRAÚLICA

Es el conjunto de tuberías, accesorios y válvulas que constituyen un tramo de la red de distribución y que se instalan de forma adecuada para permitir la circulación del fluido.

16.3.11 MONTANTE Ó COLUMNA DE DISTRIBUCIÓN

Es la línea vertical que se destina para alimentar los ramales. La tubería que abastece la red interna desde un depósito superior mediante una columna descendente se conoce como bajante. La columna ascendente se conoce como montante, propiamente dicho.

16.3.12 MUEBLE SANITARIO

Mueble sanitario ó artefacto sanitario, su clasificación, tipo y tamaño se especifica en la NTE INEN 1569.

16.3.13 NUDO DE CONSUMO

Es un punto de la red en el cual se conoce que existirá una demanda de suministro, a una presión y caudal determinados. Normalmente un mueble sanitario se conecta en un nudo de consumo.

16.3.14 NUDO DE REGULACIÓN, MONITOREO Y CONTROL INTERNO

Está conformado por un filtro general, una válvula limitadora de presión interna, válvula para control de aire ó ventosa, una llave de corte interna, un contador general o banco de contadores, según corresponda, una válvula check o anti-retorno, y una caja de contador o armario de la batería de contadores.

16.3.15 RED PÚBLICA DE DISTRIBUCIÓN

Es la tubería a la cual se conecta la acometida. Pertenece al sistema de agua potable de la localidad. Se denomina también ramal predial.

16.3.16 RAMAL

Es la línea hidráulica que se alimenta de la columna de distribución o montante, y que permite el suministro de agua a los sub-ramales. Por telescopía e hidrodinámica se considera que el ramal no debe tener un diámetro mayor que el montante.

16.3.17 SISTEMA DE BOMBEO E HIDRONEUMÁTICO

Lo conforma el grupo motor-bomba y un depósito hidroneumático, que transmiten energía al fluido. Normalmente se utiliza cuando la presión disponible no es suficiente para trasegar el agua hasta el punto más crítico, con la presión requerida.

16.3.18 SUB-RAMAL

Es la línea hidráulica que conecta el ramal con el nudo de consumo; por telescopía e hidrodinámica se considera que no debe tener un diámetro mayor que el ramal.

16.4 REFERENCIAS

(1) Normativa Nacional

NTE INEN 117:75. Norma Técnica Ecuatoriana para roscas ASA para tuberías y accesorios. Especificaciones.

NTE INEN 440:84. Colores de identificación de tuberías.

NTE INEN 885:00. Artefactos domésticos a gas licuado de petróleo (GLP). Mangueras flexibles de conexión. Requisitos.

NTE INEN 1108:2011. Agua potable. Requisitos.

NTE INEN 1328:94. Tubería plástica. Accesorios de PVC rígido para presión. Dimensiones básicas.

NTE INEN 1329:09. Tubería plástica. Accesorios de PVC rígido para uso sanitario. Dimensiones básicas.

NTE INEN 1333:86. Tubería plástica. Terminología.

NTE INEN 1366:86. Tubería plástica. Tubos de PVC rígido para presión. Clasificación.

NTE-INEN 1372:2010. Tubos y accesorios plásticos para conducir agua potable. Requisitos bromatológicos y organolépticos.

NTE-INEN 1373:2010 Tubería Plástica. Tubos y accesorios de PVC rígido para presión (AA.PP.). Requisitos.

NTE-INEN 1374 Tubería Plástica. Tubería de PVC rígido para usos sanitarios en sistemas a gravedad.

NTE INEN 1569:2011. Artefactos sanitarios. Clasificación.

NTE INEN 1571:2011. Artefactos sanitarios. Requisitos.

NTE INEN 1744:09. Tubos de polietileno (PE) para conducción de agua a presión. Requisitos.

NTE INEN 2124:98. Uso e instalación de calentadores de agua a gas de paso continuo y acumulativo.

NTE INEN 2187:99. Calentadores de agua a gas para uso doméstico. Requisitos e inspección.

NTE INEN 2360:04. Tubos de polietileno (PE) de pared estructurada e interior liso para alcantarillado.

NTE INEN 2470:08. Tubos de acero al carbono con costura, negros y galvanizados para conducción de fluidos. Requisitos.

NTE INEN 2474:09. Tubería plástica. Tubos de PVC rígido para uso en ventilación de sistemas sanitarios. Requisitos.

NTE INEN 2497:09. Tubería plástica. Tubos de PVC rígido unión por rosca, para conducción de agua potable a presión. Cédula 80. Requisitos.

(2) Normativa Brasileña

NBR 05626	Instalação predial de água fria
NBR 06135	Chuveiros automaticos para extincao de incêndios
NBR 07198	Projeto e execução de instalações prediais de agua quente
NBR 08160	Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto
NBR 09648	Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário
NBR 09649	Projeto de redes de esgoto
NBR 10844	Instalações prediais de águas pluviais
NBR 10897	Proteção contra incêndio por chuveiro automático

NBR 12207	Projeto de interceptores de esgoto sanitário
NBR 12208	Projeto de estações elevatorias de esgoto sanitário
NBR 13714	Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio

(3) Normativa Europea

- NIA 1975, Normas Básicas para instalaciones interiores de suministro de agua
- UNE EN 545:1995; tubos de fundición dúctil
- UNE EN 1057:1996; tubos de cobre
- UNE EN 1452:2000; tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC)
- UNE EN 12201:2003; tubos de polietileno (PE)
- UNE EN 60335-2-21 Norma para la Seguridad en los aparatos electrodomésticos y análogos.
- UNE 19-009/1: roscas para tubos en uniones con estanqueidad en las juntas. Medidas y tolerancias.
- UNE 19 047:1996, tubos de acero galvanizado
- UNE 19-049: tubos de acero inoxidable para instalaciones interiores de agua fría y caliente.
- UNE 19-152: "Bridas. Medidas de acoplamiento para presiones nominales 1 a 6".
- UNE 53 960 EX:2002; tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT)
- UNE 53 961 EX:2002; tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X)
- UNE EN ISO 15874:2004; tubos de polipropileno (PP)
- UNE EN ISO 15875:2004; tubos de polietileno reticulado (PE-X)
- UNE EN ISO 15876:2004; tubos de polibutileno (PB)
- UNE EN ISO 15877:2004; tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C)

(4) Normativa Norteamericana

- NSPC ASA 2006, National Standard Plumbing Code I.
- NFPA 10:1998, Standard for portable fire extinguishers
- NFPA 13:1999, Standard for the installation of sprinkler systems.
- NFPA 14:2000, Standard for the Installation of Standpipe, Private Hydrant, and Hose Systems
- NFPA 20:1999, Standard for the installation of stationary pumps for fire protection
- NFPA 22:1998, Standard for water tanks for private fire protection
- NFPA 24:1995, Standard for the installation of private fire service mains and their appurtenances

16.5 SISTEMA PARA SUMINISTROS DE AGUA EN EDIFICACIONES

16.5.1 GENERALIDADES

16.5.1.1 Por medio de esta norma se establecen los parámetros mínimos exigibles y las recomendaciones técnicas del diseño y ejecución de proyectos para suministro de agua en edificaciones ó también llamados proyectos de instalaciones prediales de agua fría.

16.5.1.2 Los parámetros mínimos exigibles y las recomendaciones técnicas que en este acápite se establecen, buscan garantizar tras su aplicación y cumplimiento, el buen desempeño de las instalaciones interiores de agua potable del predio o edificación, con la implícita seguridad que las instalaciones presten un servicio adecuado en cantidad y calidad.

16.5.1.3 Son los consultores-proyectistas, constructores, fiscalizadores, instaladores, fabricantes, gobiernos locales y los propios usuarios quienes deben observar y aplicar esta normativa.

16.5.1.4 Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación de esta sección de la norma se estipula para todo proyecto que prevé el consumo doméstico ó predial de agua potable, en el que se deba garantizar la seguridad sanitaria y el funcionamiento físico de la infraestructura proyectada.

16.5.2 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

16.5.2.1 Los elementos que componen el sistema para suministro de agua en edificaciones son:

(a) Acometida: La acometida está conformada por el collarín de toma, la tubería de acometida, la llave de corte general, y la tubería de alimentación.

(1) *Collarín de toma.*- o también denominado "llave de toma", se coloca de forma exterior y envolvente en una sección de la tubería de distribución -normalmente en el frente del predio a abastecer-, que permite hacer la toma en carga, sin la suspensión del servicio. Se derivará con collarín de toma cuando el diámetro de la red general tenga un diámetro mayor que 3 veces el diámetro de la acometida, caso contrario se debe instalar una T en la red y derivar con un accesorio de reducción, según corresponda.

(2) *Tubería de acometida.*- ramal que permite el enlace hidráulico desde el collarín de toma ó T hacia la llave de corte general. El material de la tubería de acometida puede ser de: acero galvanizado (AG, según NTE INEN 2470) y protegida con pintura anticorrosiva (NTE INEN 1045) del color que se especifica en la NTE INEN 440; polietileno (PE, según NTE INEN 1744), ó PVC (según NTE INEN 1372; 1373; y, 2497). Las uniones de tubería por rosca deben cumplir los requisitos de la NTE INEN 0117. Las referencias de diámetros obedecerán a la norma ASTM A 53, para el acero galvanizado (AG) la NTE INEN 2470 y para el PVC las NTE INEN 1369, NTE INEN 1370. Las acometidas de suministro deberán tener un diámetro nominal mayor que 16 mm (1/2").

Cuando la acometida principal del predio alimente a un sistema interior contra incendios con dos o más bocas contra incendio equipadas (BCIE), el diámetro mínimo de la acometida será de 60 mm.

(3) *Llave de corte general.*- o también denominada "llave de acera" ó "llave de registro", ubicada en el exterior del predio, sobre la acometida en la acera o vía pública, en el frente del edificio o inmueble. Se deben instalar válvulas de cuarto de vuelta para diámetros menores que 60 mm, y para diámetros mayores instalar válvula de compuerta.

(4) *Tubería de alimentación.*- Enlace hidráulico desde la llave de corte general hacia el contador domiciliario o batería de contadores, según corresponda. Su instalación debe facilitar el control de fugas de agua en sus extremos así como su inspección en los cambios de dirección y accesorios instalados en su trayectoria. El material para la tubería de alimentación puede ser de: acero galvanizado (AG, según NTE INEN 2470), polipropileno (PP), policloruro de vinilo clorado (PVC-C), polietileno reticulado (PER), polibutileno (PB) ó policloruro de vinilo (PVC según NTE INEN 1372; 1373; y, 2497).

(5) La conexión, maniobra, operación y mantenimiento de la acometida corresponde, como exclusivo acto, a la empresa suministradora del servicio. Luego de la acometida se debe instalar el nudo de regulación, monitoreo y control interno. La acometida debe tener la capacidad de soportar presiones hasta de 150 m c.a. (incluido en este valor la sobrepresión por golpe de ariete).

(b) Nudo de regulación, monitoreo y control interno: los componentes del nudo de regulación, monitoreo y control interno son:

(1) *Filtro general.*- debe instalarse para retener partículas entre 25 μm y 50 μm , con malla de acero inoxidable y baño de plata *-para el control del crecimiento de bacterias.* La instalación debe permitir su mantenimiento continuo y sin necesidad de un corte previo del servicio.

(2) *Válvula limitadora de presión interna.*- o reductora de presión de acción directa, se instalará por la empresa suministradora de agua, después del filtro general, sólo en aquellos nudos de regulación, monitoreo y control interno en los que la presión sea mayor que 50 m c.a. (71.11 psi), y se la calibrará (tarará) para que la presión del agua en dicho punto no sobrepase tal valor. Siempre deberá instalarse un manómetro aguas arriba y aguas debajo de la válvula reductora de presión.

(3) *Ventosa, válvula para control de aire.*- se instalará siempre antes del contador o banco de contadores y después de la válvula limitadora de presión si existiere. Su montaje, operación y mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la empresa suministradora de agua. Se instalan en un tramo elevado del nudo de regulación, monitoreo y control interno, para purgar el aire que pudiera provenir de la red general.

(4) *Válvula de retención.*- check, ó anti retorno, Se instala antes del contador para evitar el retorno del agua medida a la red de distribución. Pueden ser de clapeta, de disco partido, de bola, asiento plano, entre otros. Siempre se debe instalar en sitios con acceso para el mantenimiento.

(5) *Contador.*- Su montaje, operación y mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la empresa que brinda el suministro de agua. No se admite la instalación de un solo contador para varias viviendas. El contador debe ser de una clase metrológica B ó C, tal que garantice los siguientes aspectos:

- a) Que para el caudal mínimo el error de medición sea menor que $\pm 5\%$.
- b) Que a partir del caudal de transición el error de medición sea menor que $\pm 2\%$.
- c) El caudal máximo puede ser el doble del nominal.
- d) La clase metrológica puede ser B siempre que el rango de caudales a medir no sea muy amplio. Caso contrario elegir un contador clase metrológica C.
- e) Su diámetro depende del requerimiento y demanda del predio ó edificación.
- f) El contador domiciliario, ó banco de contadores, se utilizan para medir y registrar el consumo de agua fría en el predio, y deben cumplir con lo dispuesto en la NTE

INEN-OIML R 49-1:09; y, en cuanto a posición y sentido debe ser instalado según las recomendaciones del fabricante.

g) Debe situarse entre dos llaves de corte ó válvulas de aislamiento.

h) Se debe dar limpieza frecuente al filtro de entrada del contador, para evitar obstrucciones.

i) Para contadores domiciliarios individuales se utilizan contadores de 15 mm ó 20 mm y pueden ser de turbina de chorro único ó de chorro múltiple (hasta 50 mm), fabricados de conformidad con la norma ISO 4064.

j) Para diámetros de acometida superiores a 30 mm se debe acoplar en paralelo contadores de diferentes diámetros. A partir de los 50 mm también se puede instalar contadores de hélice (llamados tipo Woltmann).

k) Las pérdidas de carga en cada contador pueden ser entre 2.0 m c.a. (2.84 psi) y 10.0 m c.a. (14.22 psi).

l) Dependerá de la empresa suministradora considerar el hecho de instalar contadores de pulsos para lectura remota ó radio lectura.

(6) *Banco de contadores.*- o batería de contadores; se instalará un banco de contadores cuando en el inmueble se requieran conectar más de tres contadores (denominados contadores divisionarios). Se deberán instalar en una zona comunitaria del edificio. Referirse a la figura 16.1.

El banco de contadores consiste en dos circuitos cerrados conformados por máximo tres tubos horizontales y dos tubos verticales, todos de acero galvanizado (AG), que soportan y abastecen a los contadores divisionarios. Deberá procurarse el menor número de soldas (NTE INEN 128) en la conformación de la batería de contadores.

Antes y después de cada contador divisionario debe instalarse una llave de corte; aguas abajo del contador además se incluirá una válvula de retención.

La batería de contadores se deberá dimensionar de tal manera que máximo se produzca 1.0 m c.a. de pérdida de carga, hasta la llave de entrada al contador.

(1) *Llave de corte interna.*- se instalan después del contador general, tal que permita el cierre general del servicio.

(2) *Caja de contadores.*- se instalan para dar protección al contador de la inclemencia del tiempo, de la manipulación inapropiada y de posibles actos de vandalismo. Su tamaño y forma debe permitir la lectura de la carátula del contador, en el ángulo y posición que indique su fabricante; por ningún motivo la forma de la caja del contador o del armario de emplazamiento deberán obligar a rotar el contador ó instalarlo de una manera no recomendada por el fabricante.

(3) *Armario para batería de contadores,* quedarán emplazados en un sitio de fácil acceso y en un área común (y/o servidumbre) del predio o edificación; a una cota suficiente para la instalación en el piso de un drenaje directo al sistema de alcantarillado del inmueble, y a una distancia suficiente de otros armarios semejantes para la instalación de contadores de electricidad y gas, según corresponda; se dotará de iluminación artificial, así como de una señalización horizontal y vertical.

Sus dimensiones deberán permitir una separación interna, a cada lado de la batería, de mínimo 0.40 m y de 0.25 m entre la parte interna de la puerta y la batería de contadores. Deberá contar con un punto de iluminación, toma corriente y nodo terminal de intranet.

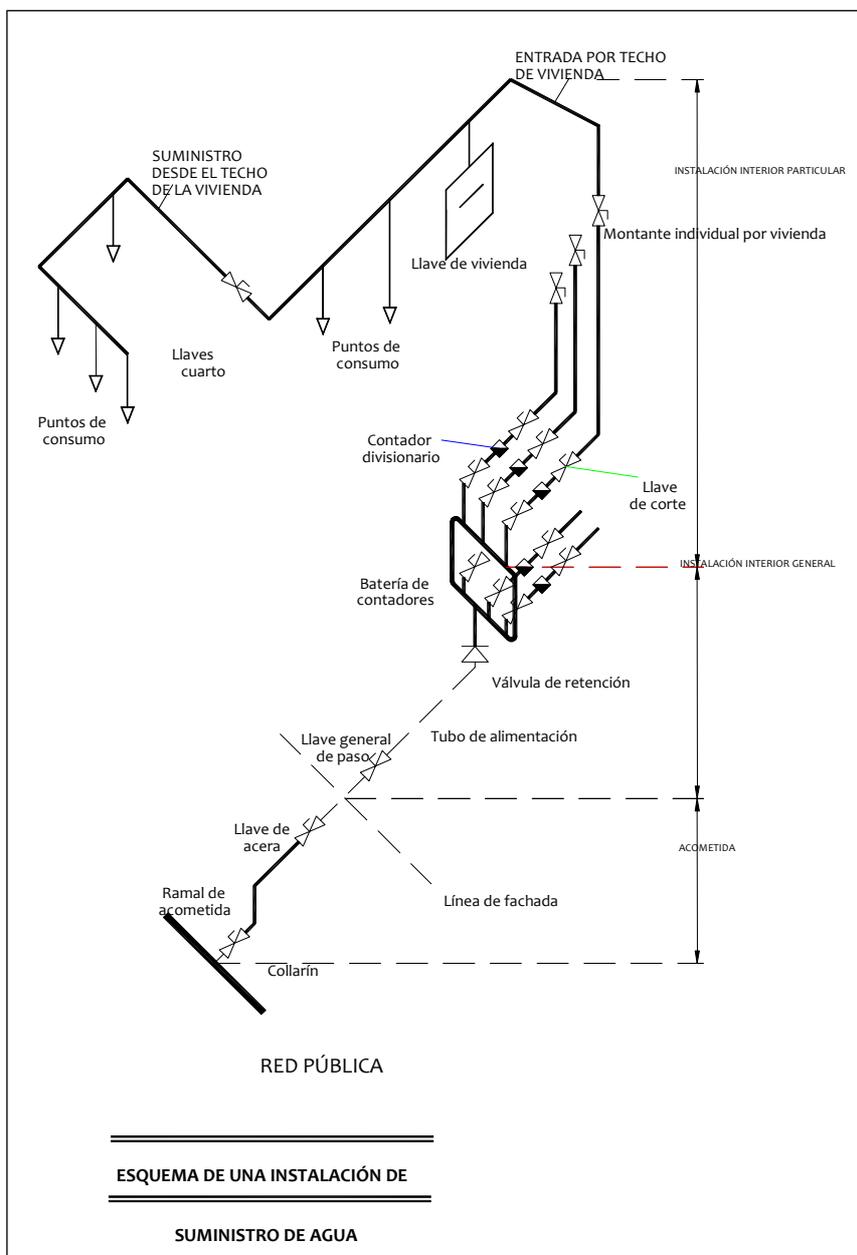


Figura 16.1. Instalación de suministro de agua con batería de contadores

a. Alimentación principal: Enlace hidráulico desde la válvula de retención hacia el montante o columna ascendente. El material de la tubería empleada como alimentación principal preferentemente debe ser de acero galvanizado (AG), aunque también de: policloruro de vinilo clorado (PVC-C), polietileno reticulado (PER), polipropileno (PP), polibutileno (PB) ó policloruro de vinilo (PVC).

b. Montantes: o columna ascendente, deben elevarse por zonas comunitarias del inmueble o edificio, dentro de un encamisado o ducto (columna falsa) tal que le brinde protección pero también accesibilidad para su libre manipulación en tareas de mantenimiento y controles de calidad. El material de la tubería empleada como alimentación principal debe ser de acero galvanizado (AG), protegida con pintura anticorrosiva (NTE INEN 1045) del color que se especifica en la NTE INEN 440 para efectos de identificación del transporte de fluidos. Referirse a la figura 16.2.

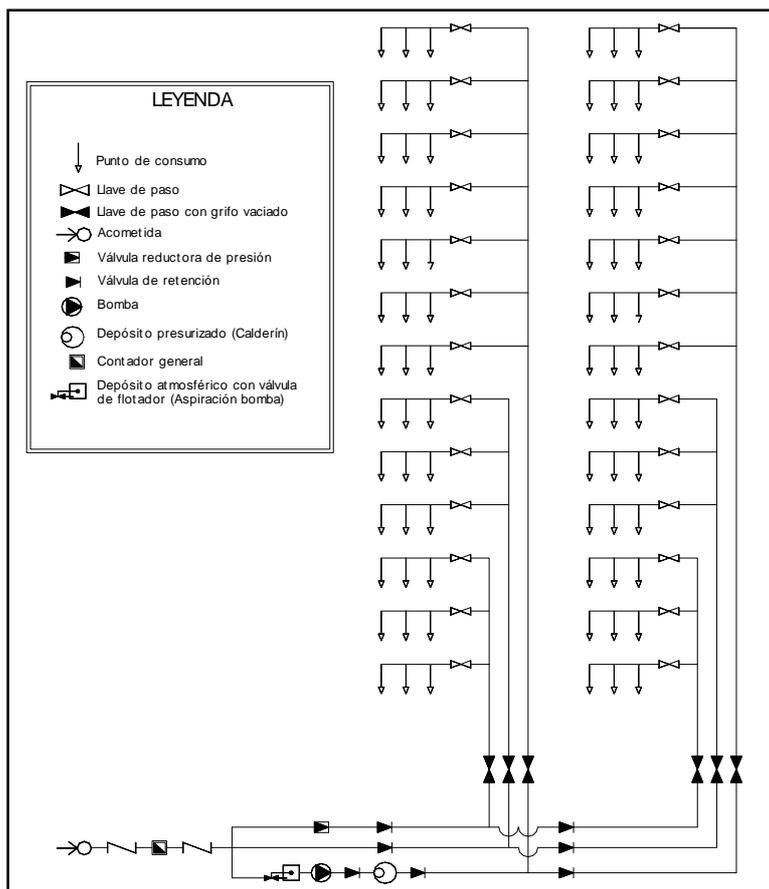


Figura 16.2. Instalación con contador único y varias columnas montantes

c. Instalaciones colectivas: Líneas hidráulicas que recorren por zonas comunitarias (dentro de un mismo predio o edificio) y que abastecen a nudos de consumo también comunitarios, como las llaves de riego, fuentes para beber, pilas ornamentales, abastecimiento de piscinas, entre otros.

d. Instalaciones particulares: Líneas hidráulicas que recorren por zonas de la subdivisión o departamentos (dentro del predio o edificio) y que abastecen a ramales, sub-ramales y derivaciones con su respectiva llave de corte, hasta los nudos de consumo también particulares. El material de las tuberías empleadas para estas instalaciones puede ser de: policloruro de vinilo clorado (PVC-C), polietileno reticulado (PER), polipropileno (PP), polibutileno (PB), policloruro de vinilo (PVC según NTE INEN 1372; 1373; y, 2497) ó cobre (según UNE – EN 1057); y, protegida o identificada con pintura (según NTE INEN 1045) del color que se especifica en la NTE INEN 440. Las uniones de tubería por rosca deben cumplir los requisitos de la NTE INEN 0117. Las referencias de diámetros obedecerán a la norma ASTM A 53, para el acero galvanizado (AG) la NTE INEN 2470 y para el PVC las NTE INEN 1369; y, 1370.

Estas instalaciones se componen de:

- (1) *Válvula de corte interna:* es una llave instalada en el interior del departamento o propiedad de subdivisión del predio, que permite el corte del suministro únicamente hacia el interior.
- (2) *Líneas hidráulicas internas:* son las derivaciones propias del departamento o propiedad de subdivisión del predio, distribuidas para abastecer con el suministro a los muebles sanitarios y nudos de consumo internos.

(3) *Puntos de reducción de la presión*: Se deberá instalar válvulas reguladoras de la presión en aquellos tramos de tuberías que abastecen a los nudos de consumo en los que se tenga presiones de servicio mayor que 50 m c.a.

(4) *Puntos de consumo*: lo constituyen todas las salidas de agua de la red de subdivisión para brindar servicio y suministro al usuario. Se incluyen principalmente grifos (NTE INEN 966, 967, 968 y 969), tanques ó depósitos, calentadores de agua (NTE INEN 2124, 2187, 1912), muebles sanitarios, entre otros.

(5) *Muebles sanitarios: o artefactos sanitarios*, (según la NTE INEN 1568, 1569, 1570 y 1571) se conectan en los puntos de consumo. Son aquellos aparatos que demandan agua para su funcionamiento y brindan un servicio directo al usuario con la consecutiva generación de un caudal de aguas servidas que requieren de un desagüe; tales como: duchas, bañeras, urinarios, bidés, inodoros, lavabos, lavaplatos, lavaderos, lavadoras, entre otros. Cada mueble sanitario debe llevar su propia llave de corte.

e) Re-tratamiento: Este sistema es considerado como de “instalación voluntaria” por cada propietario del predio o subdivisión predial. Este sistema de re-tratamiento no debe empeorar las características de calidad de agua, en sus componentes: físico, químico, bacteriológico y de radioactividad. En cualquier caso, siempre se debe cumplir con la NTE INEN 1108.

16.5.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRO-SANITARIA INTERIOR

16.5.3.1 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA

El dimensionamiento del sistema de suministro de agua se debe referir a las características y tablas siguientes. Dichos valores son las recomendaciones mínimas para las instalaciones interiores de agua en edificaciones.

Todo caso que no se pueda amparar en esta norma, se deberá someter a un estudio particular por un profesional idóneo.

16.5.3.2 REQUISITOS DEL DISEÑO

La infraestructura interior para el suministro de agua en edificaciones debe cumplir con los siguientes requisitos:

- (1) **Caudal, presión y diámetro en viviendas**: Para el funcionamiento adecuado de los aparatos sanitarios, se deberá dimensionar la red interior tal que, bajo condiciones normales de funcionamiento, provea los caudales instantáneos mínimos y a las presiones dadas en la Tabla 16.1.
 - Incrementar el caudal instantáneo 1.67 veces cuando el aparato sanitario seleccionado se diseñe para uso público.
 - Considerar como caudal instantáneo mínimo de agua caliente el 67% del caudal instantáneo mínimo de agua fría, en aquellos aparatos que corresponda uso de agua caliente.
 - Toda unidad de consumo y muebles sanitarios deberán proveerse por lo menos de una llave de corte. Deben instalarse las llaves de corte necesarias para facilitar las reparaciones en el sistema.
 - Para los diámetros de acople de otros aparatos sanitarios, referirse a la norma ASME A112.19.5.

Tabla 16.1. Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

- Si el caudal asumido para los fluxores es menor o igual que el resto de aparatos sin fluxor, entonces no será necesario incluir consideraciones especiales en el cálculo de la red de distribución interna. Si en cambio el número de fluxores es mayor que 150 ó el caudal previsto para los fluxores es mayor que el valor del caudal asumido para todos los demás puntos de consumo, entonces se deberá considerar la instalación de los fluxores de alguna de las siguientes maneras:
 - *Desde un depósito de acumulación y regulación interno:* en este caso el fluxor pasa a ser considerado en el cálculo un nudo de consumo más en una instalación normal, calculada de la misma manera que el resto de nudos de consumo, desde el depósito ubicado a una cota tal que garantice al fluxor más elevado una presión residual de 10 m c.a. (14.22 psi); y,
 - *Directo de la red pública con una red de suministro independiente para los fluxores:* en tal caso se deberá considerar la conexión de las tuberías, válvulas, accesorios y medidor independientes, todos de mayor diámetro que para las instalaciones sin fluxor. En este caso de dimensionamiento se deberá considerar por separado su factor de simultaneidad y la implícita determinación también independiente de caudales probables de consumo por fluxores.
 - *Criterio de simultaneidad:* cuando existe un predominio de fluxores la simultaneidad (k_s) del uso de ellos se calculará con la ecuación 16-1 y el caudal máximo probable con la ecuación 16-2.

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} - 0.07 \tag{16-1}$$

Donde n, en este caso representa el número de fluxores.

(1) El diámetro del tubo que abastece a un nudo de consumo, grifo u aparato sanitario, no debe ser menor que el indicado en la tabla 01, ó se adoptará aquel que recomiende el fabricante del aparato sanitario.

(2) Respecto de las presiones:

a. Si la presión disponible en la red de suministro es insuficiente, debe proveerse de un sistema de bombeo con tanque bajo y tanque alto o de un sistema de bombeo mediante un equipo de presión.

b. La presión en cualquier nudo de consumo no deberá ser mayor que 50 m c.a. (71.12 psi); y, siempre se deberá tomar en cuenta la presión residual recomendada por el fabricante del aparato a instalar.

c. Se debe exigir que toda tubería y accesorio instalado en la red interior pueda resistir la presión de 150 m c.a., en cuyo valor se garantiza la resistencia a la presión de servicio y la provocada por fenómenos transitorios ó golpes de ariete que se pudieran generar en el sistema.

(3) Respecto de las velocidades:

La velocidad de diseño del agua en las tuberías debe fluctuar entre 0.6 m/s y 2.5 m/s, valores mínimo y máximo, respectivamente. Se considera óptimo el valor de velocidad de 1.2 m/s.

La velocidad del agua en la acometida debe fluctuar el valor de 1.5 m/s.

(4) Respecto del depósito de almacenamiento

a. Debe proveerse un depósito de almacenamiento, cuyo volumen útil corresponda al consumo que se requiere en la edificación para el suministro estimado en 24 horas; en caso de diseñar depósito subterráneo y elevado, con equipo de bombeo (grupo motor-bomba), el volumen total debe dividirse en sesenta por ciento (60%) para el depósito subterráneo (cisterna) y cuarenta por ciento (40%) para el depósito elevado (tanque).

b. Los depósitos de agua deberán diseñarse y construirse de tal manera que garanticen la potabilidad del agua en el tiempo y que no permita el ingreso de ningún tipo de contaminante. Cabe en este caso la posibilidad de incluir condensadores hidráulicos (depósitos de almacenamiento presurizados).

c. El cálculo de volúmenes mínimos de los depósitos de almacenamiento en edificaciones e inmuebles destinados a usos específicos, se hará tomando en consideración las siguientes dotaciones:

Tabla 16.2. Dotaciones para edificaciones de uso específico

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	L/m ² área útil /día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	L/m ² área útil /día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en	L/ocupante/día	350 a 800

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
adelante		
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m ² /día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	L/m ² área útil/día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	L/ m ² área útil/día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*	L/s/Ha	1 a 2

* La dotación de agua para el consumo industrial, agropecuario y fábricas deberá verificarse según el tipo de producción y proceso a desarrollar particularmente en su manufactura en cada caso.

- a. Si la variación de los consumos asignados es dispersa entre algún caso particular y la tabla 2, entonces queda la posibilidad de asumir el valor del caudal máximo probable según el fabricante del aparato.
- b. El número mínimo de muebles sanitarios recomendado para edificaciones seguirá lo dispuesto por el National Standard Plumbing Code, 2006-ASA A40.8, (Minimum number of required plumbing fixtures, tabla 7.21.1).
- c. El control de llenado de los depósitos podrá ser mediante boya o flotador u otro dispositivo de apertura y cierre “todo o nada”, electroválvula, o mediante válvulas de altitud con su respectivo filtro de protección; inmediatamente antes de éste dispositivo de control de llenado debe instalarse una válvula ó llave de compuerta. Aguas abajo de todo depósito de almacenamiento, debe instalarse una llave de cierre. Antes de dicha llave de cierre se podrá instalar un sistema de filtros en línea dependiendo de la calidad de agua a suministrar.
- d. La alimentación del depósito se hará siempre por arriba del nivel de rebose. La salida (conexión a la bajante) se ubicará en la parte inferior del depósito. Referirse a la figura 16.3.
- e. Todos los depósitos atmosféricos (no presurizados), deberán estar convenientemente ventilados.
- f. Los depósitos de almacenamiento no presurizados deberá incluir un sistema de control de reboses o desbordes mediante conductos, colocados a una distancia mínima de 0.10 m entre la tapa del depósito y la clave del conducto. El diámetro del conducto para control de desbordes en depósitos deberá ser mayor que aquel que lo abastece y no menor que 50 mm; además, se deberá proteger debidamente para evitar la entrada de animales o contaminantes.

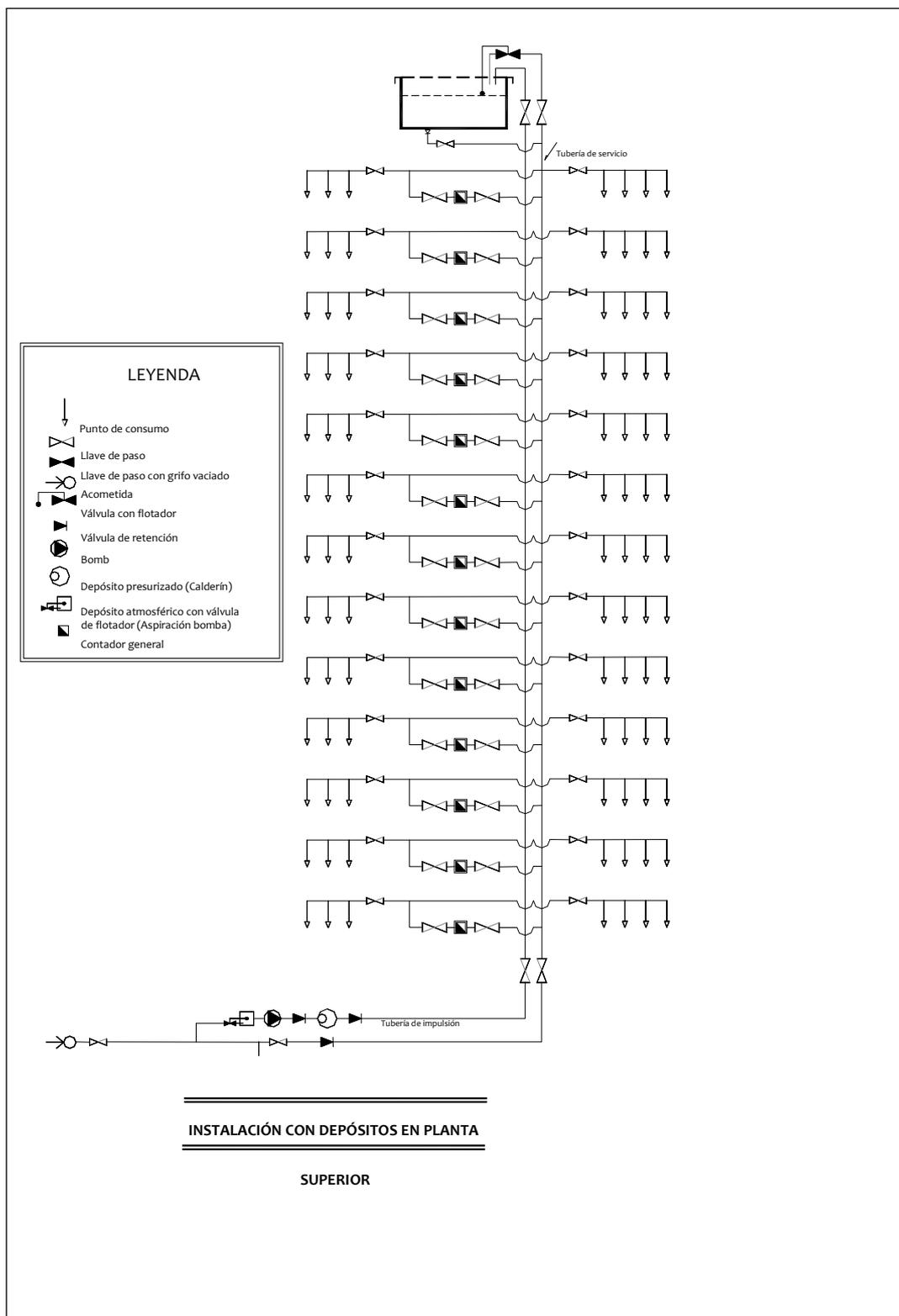


Figura 16.3. Suministro con depósito superior y contador divisionario por planta

g. Las redes de distribución internas de edificaciones que contemple depósitos, se deberán diseñar de tal manera que el agua no permanezca almacenada por más de 24 horas en los mismos.

h. Los tanques elevados, deben configurarse de tal modo que los niveles en su interior, mínimo y máximo, comanden el arranque y paro de la bomba, respectivamente.

i. Los depósitos enterrados o semienterrados para almacenamiento de agua deben construirse con algún material que brinde adecuadamente resistencia a las cargas; deben ser revestidos con aditivos impermeabilizantes; tales que, en conjunto no permitan el deterioro de la calidad del agua potable. Las paredes del depósito deben levantarse 0.30 m sobre el nivel del piso y ubicarse dentro de una caseta. En viviendas unifamiliares, bifamiliares y adosadas puede omitirse la caseta y brindársele una distribución arquitectónica armónica y concordante. Este sitio no debe utilizarse para ningún otro propósito que no sea el de brindar protección al depósito y garantizar la potabilización del agua almacenada. La boca de inspección del depósito debe ser de mínimo 0.60 m x 0.60 m.

j. Los depósitos enterrados y semienterrados, deben ubicarse a una distancia horizontal mayor que 3.0 m y a mínimo 0.50 m por arriba de la clave del conducto de los desagües de aguas negras. Deberá proveerse de un sistema de drenajes en la solera o fondo del depósito. Con relación a los muros de lindero, el depósito se deberá separar mínimo 2.0 m.

k. Ningún depósito para reserva de agua podrá tener paredes ni solera que sean porosas o absorbentes.

l. La infraestructura que brinda alojamiento al depósito deberá facilitar su limpieza periódica.

(1) Respecto de las tuberías principales:

a. La tubería hasta el depósito de almacenamiento debe calcularse para suministrar el consumo total diario en un tiempo máximo de 4 horas.

b. La tubería entre el depósito bajo y el tanque elevado debe ser independiente del resto de la red de distribución; su diámetro debe calcularse para que pueda llenar el tanque elevado en un tiempo máximo de 2 horas.

c. El material de la tubería hasta el depósito de almacenamiento puede ser de: acero galvanizado (AG, según NTE INEN 2470) y protegida con pintura anticorrosiva (NTE INEN 1045) del color que se especifica en la NTE INEN 440; polietileno (PE, según NTE INEN 1744), ó PVC (según NTE INEN 1372; 1373; y, 2497). Las uniones de tubería por rosca deben cumplir los requisitos de la NTE INEN 0117. Las referencias de diámetros obedecerán a la norma ASTM A 53, para el acero galvanizado (AG) la NTE INEN 2470 y para el PVC las NTE INEN 1369, NTE INEN 1370.

En edificaciones de gran altura (mayores a 50 m) el sistema de distribución de agua debe diseñarse en grupos de pisos, de manera que no se sobrepasen las presiones recomendadas, según la figura 16.4.

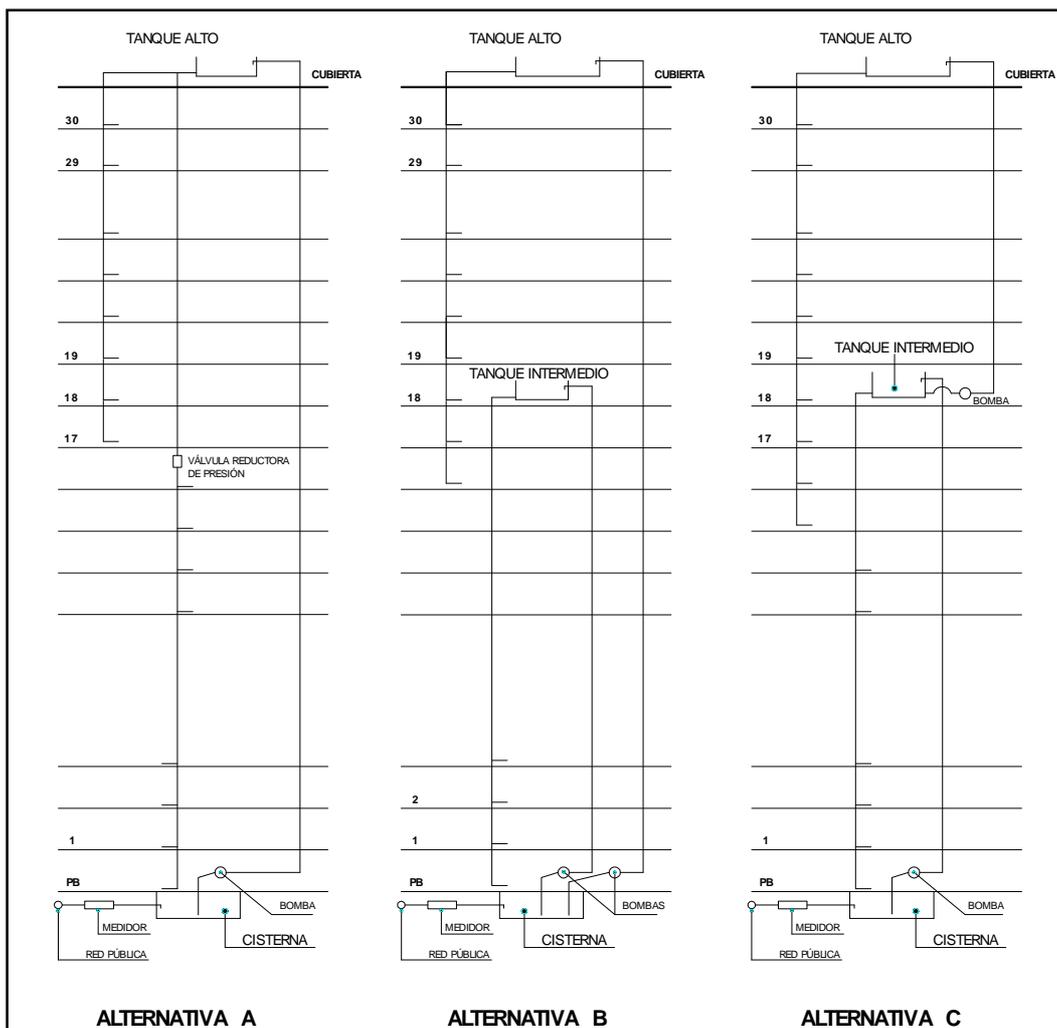


Figura 16.4. Distribución esquemática para edificaciones altas

- a. Queda prohibido la utilización de conductos (ó tubos) cuyos materiales que la constituyen (principalmente la que estará en contacto directo con el agua) contenga aluminio y plomo.
- b. El diámetro de la columna de distribución o línea vertical deberá ser calculada para cada caso, sin embargo se considerará como diámetro mínimo los expuestos en la Tabla 16.3.

Tabla 16.3. Diámetro mínimo del montante

Altura del edificio	Diámetro del montante en mm		
	$Q < 0.9 \text{ L/s}$	$0.9 \text{ L/s} < Q < 1.75 \text{ L/s}$	$1.75 \text{ L/s} < Q < 2.5 \text{ L/s}$
Menor a 15 m	25	32	40
Mayor a 15 m	32	40	50

a. El diámetro de la línea de suministro por piso o por subdivisión atenderá al cálculo correspondiente; sin embargo, siempre deberá considerar el criterio de telescopía con el ramal al cual se empata, esto significa que el diámetro aguas arriba del nudo de análisis deberá tener al menos el mismo diámetro o uno superior que el de aguas abajo.

16.5.3.3 ESTIMACIÓN DE CAUDALES:

(a) El caudal máximo probable (Q_{MP}) se calculará con la ecuación 16-2, el coeficiente de simultaneidad (k_s) se lo determinará con la ecuación 16-3.

$$Q_{MP} = k_s \times \sum q_i \quad (16-2)$$

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0.04 + 0.04 \times \log [\log (n)]) \quad (16-3)$$

Donde:

n = número total de aparatos servidos

k_s = coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

q_i = caudal mínimo de los aparatos suministrados (Tabla 16-1)

F = factor que toma los siguientes valores:

$F = 0$, según Norma Francesa NFP 41204

$F = 1$, para edificios de oficinas y semejantes

$F = 2$, para edificios habitacionales

$F = 3$, hoteles, hospitales y semejantes

$F = 4$, edificios académicos, cuarteles y semejantes

$F = 5$, edificios e inmuebles con valores de demanda superiores

(b) Cuando se trate de calcular el coeficiente de simultaneidad para varias viviendas, casas, o departamentos semejantes pertenecientes a un mismo predio ó complejo habitacional, se puede utilizar las ecuaciones 16-4 y el caudal máximo probable de estas viviendas con la ecuación 16-5.

$$k_{ss} = \frac{19 + N}{10 \times (N + 1)} \quad (16-4)$$

$$Q_{MP} = k_s \times k_{ss} \times \sum Q_i \quad (16-5)$$

Donde:

N = número de viviendas, casas y departamentos iguales, del predio

K_s = simultaneidad para el número de aparatos de la vivienda tipo

K_{ss} = simultaneidad entre viviendas, casas y departamentos iguales

Q_i = caudal instalado por vivienda

16.5.3.4 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA

(1) Para el cálculo de pérdidas de carga por longitud (en m c.a.) se aplicará la ecuación 16-6.

$$h_f = m \times L \times \left(\frac{V^{1.75}}{D^{1.25}} \right) \quad (16-6)$$

Donde:

- N = número de viviendas, casas y departamentos iguales, del predio
 V = velocidad, en metros sobre segundo (m/s)
 D = diámetro, en metros (m)
 L = longitud de tubería, en metros (m)
 m = constante del material del tubo, que adopta los siguientes valores:
 m = 0.00070, acero
 m = 0.00092, acero galvanizado varios años de uso
 m = 0.00056, cobre
 m = 0.00054, plástico

(2) Para las pérdidas de carga por accesorios se utilizará las tablas desde la B.9.7.A, hasta la tabla B.9.7.E del National Standard Plumbing Code, 2006-ASA A40.8, tomando en cuenta el cambio de unidades respectivo.

Tabla 16.4. Factores para el cálculo de longitudes equivalentes

Accesorio	Factor A	Factor B
Codo de 45°	0.38	+ 0.02
Codo radio largo 90°	0.52	+ 0.04
Entrada normal	0.46	- 0.08
Reducción	0.15	+ 0.01
Salida de tubería	0.77	+ 0.04
Tee paso directo	0.53	+ 0.04
Tee paso de lado y tee salida bilateral	1.56	+ 0.37
Tee con reducción	0.56	+ 0.33
Válvula de compuerta abierta	0.17	+ 0.03
Válvula de globo abierta	8.44	+ 0.50
Válvula de pie con criba	6.38	+ 0.40
Válvula de retención	3.20	+ 0.03

(3) También se podrá calcular las longitudes equivalentes con la ecuación 16-7.

$$L_e = \left(A \times \left(\frac{d}{25.4} \right) \pm B \right) \times \left(\frac{120}{C} \right)^{1.8519} \quad (16-7)$$

Donde:

L_e = longitud equivalente, en metros

A, B = factores que dependen del tipo de accesorio, según Tabla 16.4

d = diámetro interno, en milímetros

C = coeficiente según material de tubería (acero: 120, ... plástico: 150, etc.)

16.5.4 SISTEMAS DE BOMBEO E HIDRONEUMÁTICOS

16.5.4.1 SUMINISTROS QUE REQUIEREN EQUIPOS PARA INYECCIÓN DE PRESIÓN

(1) Requieren instalación de equipos para inyección de presión (grupo motor-bomba-hidroneumático) aquellas viviendas (ó plantas, ó departamentos) que se ubiquen por arriba del valor de la altura suministrada (A_{sum}), cuyo cálculo obedece a la ecuación 16-8.

$$A_{sum} = P_{minA} - 15 \quad (16-8)$$

Donde:

A_{sum} = altura suministrada, en metros de columna de agua (m c.a.)

A_{sum} = considera desde la calzada la altura del edificio que se puede servir sin sistema hidroneumático.

P_{minA} = presión mínima en la acometida, en m c.a..

(2) Si el valor de la altura suministrada (A_{sum}) es menor que cero, (es decir cuando la presión mínima en la acometida es menor que 15 m c.a.) entonces se requiere un sistema hidroneumático desde la planta baja.

Todas aquellas viviendas ó departamentos, cuyo techo se ubique por debajo de la A_{sum} , podrán ser abastecidas directamente de la red.

16.5.4.2 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO MOTOR-BOMBA-HIDRONEUMÁTICO

(1) El equipo para inyección de presión deberá situarse en la planta baja del edificio o en el sótano en caso de existir, en una habitación independiente que permita aislar el ruido y que sea de fácil acceso para las acciones de operación y mantenimiento.

(2) El encendido y apagado del grupo motor-bomba será gobernado por un sensor de presión ó presostato que mantendrá la fluctuación de presión entre dos valores, el mínimo (de encendido) que deberá ser al menos 15 m por arriba del valor de la altura del techo del último departamento o vivienda a abastecer. El máximo valor de presión en el grupo hidroneumático (de apagado) deberá ser de hasta 20 m por arriba de la mínima presión o de la de encendido.

(3) La bomba debe ser elegida con base en la altura manométrica y el caudal requeridos para el suministro.

(4) El caudal de arranque de la bomba (a presión mínima) debe ser mayor que el caudal punta de suministro.

(5) Las bombas deberán conectarse para que operen en alternancia., tal que cada semana una de ellas actúe como de reserva.

(6) El número máximo de arranques y paros del grupo motor-bomba debe estar referido a lo estipulado en la Tabla 16.5.

Tabla 16.5. Ciclos por hora de encendido y apagado del grupo motor-bomba

Potencia (HP)	Máximo número de Ciclos / hora	Tiempo mínimo (minutos)
Hasta 10.0	20	3
De 10.0 a 20.0	15	4
De 20.0 a 30.0	12	5
De 30.0 a 50.0	10	6
Desde 50.0	6	10

El número de ciclos reducirá cuando en el grupo de presión se prevea que funcionen bombas de velocidad variable; en tal caso, se deberá acatar las características propuestas por el fabricante.

(1) El volumen del tanque hidroneumático se deberá calcular con la ecuación 16-9.

$$W_{\text{thn}} = \frac{19 R_{\text{aire}} Q_b (P_{\text{OFF}} + 10.33)}{N_{\text{bombas}} N_{\text{ciclos}} (P_{\text{OFF}} - P_{\text{ON}})} \quad (16-9)$$

Donde:

W_{thn} = volumen total del tanque hidroneumático, en litros

Q_b = caudal de bombeo medio, en litros por minuto

N_{bombas} = número de bombas en funcionamiento (excepto la de reserva)

N_{ciclos} = número de ciclos por hora

P_{ON} = presión de encendido o arranque

P_{OFF} = presión de apagado o paro

R_{aire} = coeficiente que relaciona el tipo de renovación de aire.

$R_{\text{aire}} = 1.0$, para hidroneumático de membrana con revisión periódica de la masa de aire

$R_{\text{aire}} = 1.5$, para renovación de aire con compresor automático

$R_{\text{aire}} = 2.0$, para renovación de aire mediante inyección manual

(2) Para el cálculo de la succión se deberá tomar en consideración la altura estática (diferencia de nivel entre la válvula de pie o criba de entrada y el eje de la bomba), las pérdidas de carga por accesorios y por longitud (según Darcy-Weisbach) y la carga cinética.

(3) Se deberá comprobar la altura máxima de succión - H_{MS} , con la ecuación 16-10;

$$H_{\text{MS}} = 10.33 - h_{\text{temp}} - h_{\text{vac}} - h_{\text{fr}} - h_{\text{msnm}} - h_{\text{bar}} - h_v \quad (16-10)$$

Donde:

h_{temp} = pérdida por temperatura

h_{vac} = pérdida por vacío imperfecto en la bomba

- h_{fr} = pérdida por fricción y accesorios
- h_{msnm} = pérdida por altitud
- h_{bar} = pérdida por depresión barométrica
- h_v = pérdida por velocidad

(4) Se deberá comprobar que la altura neta positiva de succión disponible (NPSH_d), calculada con la ecuación 16-11, sea mayor que la altura neta positiva de succión requerida (NPSH_r) dada por el fabricante de la bomba.

$$NPSH_d = \frac{10(P_{Atm} - P_v)}{\gamma} - h_f - Z_s \tag{16-11}$$

Donde:

- P_{Atm} = presión atmosférica del sitio, (kg/cm²)
- P_v = presión de vapor a la temperatura del agua, (kg/cm²)
- γ = peso específico del agua, (kg/dm³)
- h_f = pérdida de carga en succión, (m)
- Z_s = altura estática de aspiración, (m)

(5) La línea de succión deberá ser lo más corta posible, con el menor número de accesorios y cuyo diámetro debe ser mayor que aquel de entrada a la bomba. La succión también deberá evitar la conformación de bolsas de aire en su trayecto.

16.6 SISTEMA PARA SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE

16.6.1 CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE

El consumo, y la temperatura del agua en los suministros, deberán referirse a la Tabla 16.6.

Tabla 16.6. Temperaturas y consumos de agua en aparatos sanitarios

Tipo de edificación	Aparato	Temperatura (°C)	Consumo por llenado (L)	Tiempo de llenado (minutos)
Vivienda	Bañera	38	150	15
	Bidet	35	5	2
	Ducha	40	45	6
	Lavamanos	35	2	2
Casas de salud y hospitales	Bañera	38	250	4
	Baño de asiento	38	60	2
	Baño medicinal	36	200	3
	Ducha	38	100	5
	Hidromasaje	36	600	5
	Lava brazos	40	30	25
	Lavapiés	40	35	20
	Para esterilizar	85 a 90	---	---
Hoteles y restaurantes	Bañera	38	200	15
	Ducha	38	60	6
	Lavamanos	35	6	1

16.6.2 SISTEMAS PARA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE

Los sistemas alternativos para producción de agua caliente en una red de suministro predial se dividen en:

(1) Instalaciones puntuales de servicio instantáneo.- se deberán utilizar instrumentos, normalmente eléctricos, para calentar el agua inmediatamente antes de la salida del aparato sanitario, en el mismo momento del suministro. El dispositivo puntual sólo se utiliza para calentar el agua (entre 35°C y 45°C), mediante una mini cámara de calentamiento con niquelina ó resistencia eléctrica sumergida, para suministrar un mueble a la vez, con acople de 16 mm, hasta 0.10 L/s y con presiones entre 2.0 m c.a. y 10.0 m c.a.. En cualquier caso, la inclusión de calentadores de agua eléctricos de uso doméstico, en la red de suministro en la vivienda, se deberá acoger a lo que indica la NTE INEN 1912:92.

(2) Instalaciones autónomas.- Se deberá instalar sistemas autónomos para el calentamiento de agua cuando se requiera individualizarlos, uno para cada vivienda o departamento del edificio; de tal modo que, en un mismo edificio podrán existir varios sistemas autónomos, y cada uno para producir el agua caliente que una vivienda o departamento necesite. Los calentadores de agua pueden ser del tipo “eléctrico” ó “a gas”. La temperatura de producción de agua caliente debe ser de 60 °C.

a) El calentador de agua mediante resistencia eléctrica ó niquelinas sumergidas, deben utilizarse según lo que indica la NTE INEN 1912:92. Para condiciones particulares de los termos eléctricos también se podrá referir a la norma UNE EN 60 335-2-21.

b) El calentador a gas, debe ser del tipo quemador de encendido automático, para suministrar agua caliente a varios aparatos de una misma vivienda. Debe ubicarse en un sitio de fácil acceso, bien ventilado y deberá contar con un ducto de ventilación (*respiradero*) de 100 mm en su parte superior, con el fin de expulsar de forma segura los gases. En cualquier caso, la inclusión de calentadores de agua a gas de uso doméstico, en la red de suministro en la edificación por cada vivienda, se deberá acoger a lo que indica la NTE INEN 2187:99 y 2124:98.

(c) Dependiendo de cada caso, y previa autorización de la autoridad competente, se podrá optar por sistemas de calentamiento alternativo, siempre que su impacto ambiental no sea peor que los sistemas de calentamiento anteriormente descritos. Se pueden aprovechar otras fuentes de energía, bien con calentadores solares, bien con calentadores geotérmicos, u otros.

(3) Instalaciones centralizadas con acumulación.- Se deberá instalar un sistema de calentamiento de agua centralizado, cuando se requiere calentar grandes cantidades de agua para múltiples viviendas y varias plantas del mismo edificio.

a. Para determinar el mínimo volumen de agua (V_w) necesario para satisfacer un volumen demandado (V_d) a una determinada temperatura de uso (T_s) se deberá utilizar la ecuación 16-12.

$$V_w = \frac{(T_s - T_{in})}{(T_{out} - T_{in})} V_d \quad (16-12)$$

Donde:

V_w = volumen de agua acumulado, capacidad del termo (L)

V_d = volumen de agua demandado para consumo, (L)

- T_s = temperatura de uso del agua en el mueble sanitario (°C)
 T_{in} = temperatura del agua fría que ingresa al calentador (°C)
 T_{out} = temperatura del agua a la salida del calentador (°C)

b. Para calcular la energía requerida (E_r) para elevar la temperatura del volumen de agua acumulado (V_w) desde T_{in} hasta T_{out} , se deberá utilizar la ecuación 16-13.

$$E_r = V_w (T_{out} - T_{in}) \quad (16-13)$$

Donde:

- E_r = energía útil requerida, en Kcal
 V_w = volumen de agua acumulado, (L)
 T_{in} = temperatura del agua fría que ingresa al calentador (°C)
 T_{out} = temperatura del agua a la salida del calentador (°C)

c. La potencia calorífica (Pot_{ca}), se deberá calcular con la ecuación 16-14.

$$Pot_{ca} = \frac{E_r}{0.9 t_{pro}} \quad (16-14)$$

Donde:

- Pot_{ca} = potencia calorífica, en Kcal / hora
 0.9 = factor por rendimiento de la potencia de la resistencia
 t_{pro} = tiempo necesario para calentar el agua (V_w), en horas

(4) Las pérdidas de calor:

a. Para el cálculo de las pérdidas de calor (h_{fca}) por cada metro de tubería y por grado de diferencia de temperatura entre el exterior y el interior de la conducción, se deberá calcular con la ecuación 16-15.

$$h_{fca} = \left[\frac{5.43 Y}{\ln \left(\frac{2 E_{ais} + D_x}{D_x} \right)} \right] L (T_{med} - T_{ext}) \quad (16-15)$$

Donde:

- h_{fca} = pérdidas de calor, en Kcal / hora
 Y = conductividad térmica, en w / (m °C)
 $Y = 0.040$ w / (m °C), para el aislante de referencia a 20 °C
 $Y = 0.035$ w / (m °C), para la coquilla elastomérica negra
 D_x = diámetro externo de la tubería, en m
 T_{med} = temperatura media, en °C
 T_{ext} = temperatura ambiente, del exterior, en °C
 E_{ais} = espesor del aislante, en m
 L = longitud de la conducción, en m

b. Para determinar las pérdidas de calor por hora por metro de tubería (*sin aislamiento*) por grado de diferencia de temperatura entre el exterior y el interior de la conducción, se deberá utilizar la Figura 16.5.

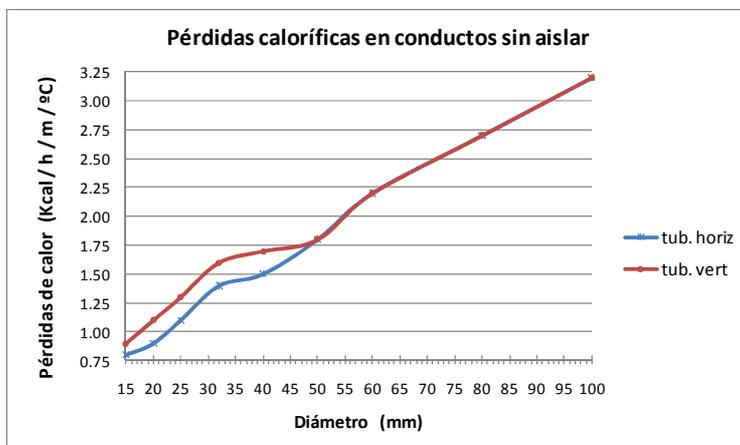


Figura 16.5. Pérdidas de calor en conductos sin aislar

16.6.3 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO E INSTALACIÓN:

- (1) Las instalaciones de agua caliente en viviendas, departamentos y de los edificios en general, deberán satisfacer las necesidades de consumo en todo espacio y tiempo, así como también ofrecer todas las seguridades contra accidentes por su instalación, uso, operación y mantenimiento.
- (2) Para conectarse a la red de agua fría, los depósitos de agua caliente con capacidad para 10 litros o más, junto a la entrada del depósito y en el mismo sentido de circulación del agua, deberán instalarse los dispositivos que se mandan en la norma NIA 2.3, referidas a "agua caliente".
- (3) Se deberá contemplar la instalación de dispositivos que permitan controlar el aumento de presión en el sistema de calentamiento del agua. Dispositivos que se ubicarán en la tubería de agua fría previo al acople del calentador; y, se calibrarán (tararán) hasta con un margen máximo del 10% adicional a la presión requerida para su normal funcionamiento.
- (4) Todo depósito para almacenamiento de agua caliente, termo, o caldera deberá tener al menos: una válvula para el control de temperatura instalada donde ésta última es lo más alta; y, una válvula de seguridad (ó válvula para escape de presión) instalada inmediatamente después de la salida del calentador.
- (5) Dimensionado:
 - a) Considerar como caudal instantáneo mínimo de agua caliente los de la tabla 5; ó en aquellos aparatos que no se listan, asignar el 67% del caudal instantáneo mínimo de agua fría (tablas 1 y 2), ó aquel que recomiende el fabricante para cada aparato. Las pérdidas de carga se deberán calcular de la misma forma que para redes de agua fría.
 - b) Para el cálculo del volumen del termo para instalaciones individuales con acumulación, se deberá acudir al concepto de consumo por llenado para los aparatos de uso simultáneo, cuyo volumen en litros se agrega como volumen equivalente a una temperatura de producción de 60 °C. El volumen calculado se

deberá aumentar entre un 15% hasta un 20% para compensar las pérdidas de calor por el propio consumo en el termo o caldera, y en la longitud de desarrollo de la conducción.

c) El coeficiente de simultaneidad se deberá calcular con la ecuación 16-16, donde n es el número de aparatos y m un factor entre 1.0 y 1.2

$$k_s = \frac{m}{\sqrt{n-1}} \quad (16-6)$$

d) El cálculo del caudal punta o máximo probable para consumo de agua caliente es similar que el descrito para el suministro de agua fría. Para sistemas con red de retorno se deberá aumentar el caudal mínimo en un 10% por caudal de retorno.

(6) Las salidas de las válvulas de control de temperatura no deben conectarse directamente a los sistemas de desagüe o ventilación. Toda salida de escape o purga deberá descargar sin generar peligro alguno.

(7) En el caso de instalaciones centralizadas:

a. Instalar contadores para agua caliente. No se permite contadores centralizados.

b. Las tuberías pueden ser metálicas (acero galvanizado y cobre); y, plásticos (CPVC, PER, PP), con la capacidad de soporte térmico y de presión.

c. Se deberá considerar la dilatación por temperatura de los materiales, para ello se incluirán tiras de dilatación ó juntas de expansión cada 15 m de tramo recto.

d. Las válvulas deberán ser de bronce, fundición ó acero.

e. Se deberá aislar aquellas conducciones que permitan el trasiego del agua a más de 40 °C.

f. En los edificios con sistema centralizado y acumulación, se deberá mantener las garantías de calidad de agua e higiene en todos los puntos de consumo.

g. Se deberá ubicar columna de retorno en todas aquellas instalaciones con 15 m o más de distancia entre el acumulador y el punto más alejado de suministro.

h. La temperatura del agua en el montante se deberá encontrar a máximo 3 °C menos que la salida del calentador.

i. El caudal de recirculación se estimará en 6 L/h/m de conducción; y una vez conocido el caudal recirculado, el diámetro se deberá seleccionar con el criterio de máximo generar una pérdida de carga de 0.04 m c.a./m de conducción, a una velocidad máxima de 2.0 m/s.

j. Conocido el caudal recirculado también se podrá seleccionar los diámetros del sistema de retorno con base en la Tabla 16.7.

(8) Cuando el suministro de agua caliente sea con tuberías plásticas de PVC y CPVC, aguas arriba y aguas abajo del calentador debe dejarse un tramo mínimo de 1 m de tubería metálica.

Tabla 16.7. Diámetros del conducto de retorno en función del caudal recirculado

Caudal recirculado (L/min)	Diámetro del conducto de retorno (mm)
2.50	16
5.00	20
10.00	25
18.50	32
30.00	40
55.00	50

16.6.4 EDIFICACIONES CON INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE:

Deberán proveerse con un sistema de agua caliente todos aquellos edificios que se listan a continuación:

- (1) Los edificios destinados a brindar servicio de:
 - a) Salud, (hospitales, clínicas, centros de salud, y consulta ambulatoria).
 - b) Asistencia social, (acilos, orfanatos, casas hogar, y similares).
 - c) Formación y rehabilitación, (cuarteles militares, cuarteles de policías, centros de formación religiosa, centros de rehabilitación social, y similares).
 - d) Los edificios destinados a brindar servicio de hospedaje (hoteles, posadas, y similares).
- (2) Edificios destinados a vivienda, pueden seleccionar el sistema de agua caliente que mejor convenga a sus propietarios.
 - a) Para una vivienda de una familia, con máquinas para lavado de platos y ropa se puede estimar un calentador de hasta 250 L, con una demanda máxima esperada de 230 litros por cada 20 minutos.
 - b) En edificaciones con hasta dos familias, no es obligatorio el sistema de recirculación. No así, en sistemas centralizados para grandes edificios con extensos sistemas de agua caliente.

16.7 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La presente normativa para la protección contra incendios se deberá concatenar con lo estipulado en el Código Ecuatoriano de la construcción, (parte I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII), CPE INEN 005 parte 8:86. El equipo contra incendios en la NTE INEN 0744:87; 0745:87; 006:09; 0731:09; 0739:87; 0743:87; 1076:87; y 0756:87 principalmente.

La determinación de la resistencia al fuego de elementos constructivos se refiere a lo que estipula la NTE INEN 0804:87; y la susceptibilidad de ignición de los materiales y estructura en la NTE INEN 0751:87. El potencial calorífico de los materiales de construcción se deberá referir a la NTE INEN 0757:87.

16.7.1 CLASES DE FUEGO, ALERTA TEMPRANA Y EXTINCIÓN

16.7.1.1 EL FUEGO

Puede ser de las siguientes clases:

- a) De combustible gaseosos (como el gas licuado de petróleo)
- b) De combustibles líquidos (arde la superficie que está en contacto el oxígeno).

- c) De combustibles sólidos (forma brazas porque existe oxígeno en el interior del sólido).
- d) Combustibles metálicos (como el aluminio en polvo, magnesio, uranio, etc.).

16.7.1.2 LA EXTINCIÓN

Puede ser por dilución (eliminando el combustible), enfriamiento (eliminando el calor), sofocación (eliminando el oxígeno) e impidiendo la transmisión de calor entre partículas del combustible. La extinción puede ser del tipo:

- a) Móvil: todos los equipos manuales y extintores (como bocas de incendio equipadas, hidrantes, etc.). La efectividad de este sistema depende de la destreza de la persona que los utiliza y del estado en el que se encuentran los equipos. No se puede prescindir de estos sistemas bajo ningún motivo.
- b) Fija: es un sistema automático que se encarga de la detección y descarga del agente extintor, como el sistema de rociadores de agua pulverizada ó CO₂.

16.7.1.3 LOS AGENTES EXTINTORES

Pueden ser: agua, espuma física (agua y espumógeno), polvo químico, CO₂ (nieve carbónica), gases (halón 1301 y el 1211, pero son dañinos para la vida y reducen la capa de ozono).

16.7.1.4 COMO SISTEMAS DE DETECCIÓN

Se pueden recomendar los siguientes tipos:

- a) Detectores de ionización: para la fase latente ó fase en la que aún no existe ni humo ni llama, sólo desprendimiento de partículas que ionizan el ambiente.
- b) Detectores de humo: para la fase en la que existe humo visible.
- c) Detectores de llamas: para esta fase del incendio se puede utilizar rayos infrarrojos, ultravioleta y de luz.
- d) Detectores de calor o detectores térmicos: pueden ser termo-velocimétricos o fijos.
- e) Todas las señales de los detectores deberán ser enviadas a un centro de proceso para dar inicio inmediatamente con las acciones que el plan de emergencia dicta.

16.7.2 INSTALACIONES HUDRAÚLICAS PARA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

16.7.2.1 CLASES DE FUEGO

Se podrá utilizar las instalaciones hidráulicas para la extinción de incendios cuando el fuego sea de las dos siguientes clases:

- (1) Fuego de sólidos (muy adecuado con agua pulverizada; y, adecuado con chorro de agua).
- (2) Fuego de líquidos (aceptable con agua pulverizada).
- (3) En fuegos con presencia de tensión eléctrica, no deberá utilizarse el agua como agente extintor.

16.7.2.2 COLUMNA SECA

- (1) La columna seca se deberá diseñar como una conducción vacía con posibilidad de alimentación desde la fachada del edificio. Referirse a la figura 16.6.
- (2) La columna seca deberá contar con salidas, tipo siamesas de 64 mm, a lo largo de su recorrido, al menos una por cada planta.
- (3) Las columnas secas en el edificio deben ser verticales, y horizontales en aquellos lugares de difícil acceso para los bomberos por tener que extender grandes longitudes

de manguera. La tubería que la compone debe ser metálica (AG) con un diámetro mínimo de 75 mm. El color de identificación de la tubería se acogerá a la NTE INEN 440:1984.

(4) El número de columnas secas depende de la distancia entre el origen de evacuación y las bocas de salida de la columna seca, así entonces se deberá instalar una por cada 30 m horizontales del edificio.

(5) Las salidas de las columnas secas deberán situarse junto a las escaleras y previo a los vestíbulos.

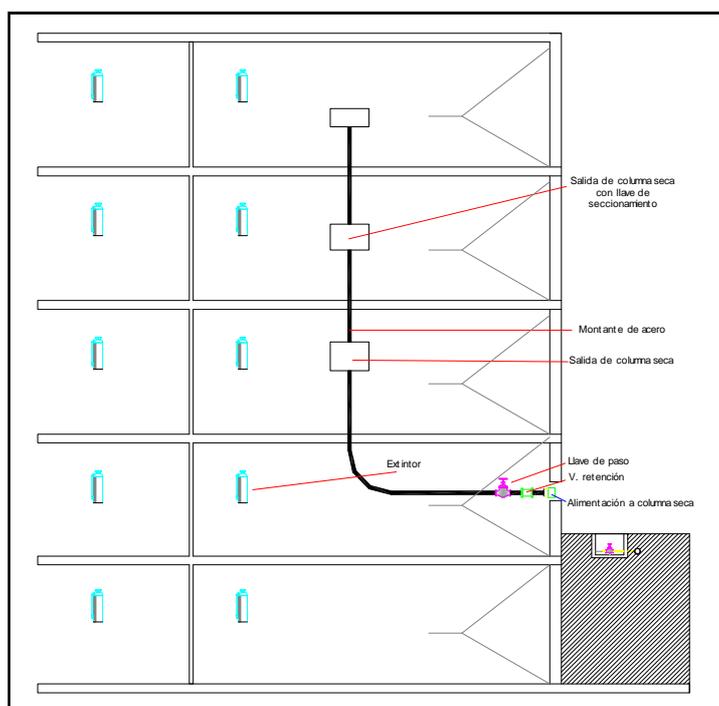


Figura 16.6. Instalación de columna seca

(6) La alimentación de las columnas secas se realizará a través de una toma en la fachada, o en un sitio de total facilidad para permitir el acceso a los bomberos. En el sitio de la alimentación de la columna seca se deberá incluir la indicación “USO EXCLUSIVO PARA BOMBEROS”

(7) Aguas arriba de la toma de fachada se deberá incluir una válvula de retención y una llave de paso.

16.7.2.3 BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS

(1) Se denominan también gabinetes contra incendios y constan de: llave de hidrante, manguera, soporte de manguera, llave de sujeción, hacha y extintor, todo ordenado en un armario metálico empotrado en el muro o pared lo más cercano posible a las escaleras.

(2) Se instalará mínimo un gabinete por cada planta, dotadas con conexiones para mangueras las que deberán ser en número tal que cada manguera cubra un radio de 30 metros. Su separación no deberá ser mayor que 60 m.

(3) Las mangueras deberán ser tipo standard de 38 mm (1 ½”) de diámetro, fabricadas en material sintético, con uniones de bronce y deberá colocarse plegadas para facilitar

su uso, estarán previstas en el extremo de la manguera de una boquilla de niebla (chiflones de neblina).

(4) El caudal mínimo que se deberá considerar en el diseño de la red contra incendios, en cada gabinete es de mínimo 2.5 L/s a una presión mínima remanente de 30 m c.a. en el gabinete más alejado. La presión máxima en cualquier gabinete no deberá sobrepasar los 70 m c.a.

(5) El depósito de reserva debe tener un volumen mínimo que permita suministrar 6.3 L/s durante 30 minutos.

(6) La simultaneidad mínima del uso de los gabinetes se puede referir en la tabla 16.8.

Tabla 16.8 Consumos simultáneos de gabinetes equipados contra incendio

Plantas del edificio	Gabinetes simultáneos
Hasta 2	1
De 2 a 4	2
De 4 a 8	3
Más de 8	4

(1) La ubicación del armario debe ser empotrada en la mampostería o muro/pared a una altura de 1.20 m sobre el piso de la planta, con una puerta batiente, con vidrio estirado y transparente de 3 mm de espesor. En el vidrio debe tener la indicación “RÓMPASE EN CASO DE INCENDIO”.

(2) Las características hidráulicas de las bocas de incendio equipadas con mangueras planas se especifican en la norma UNE-EN 671-2.

(3) El caudal mínimo se calculará con la ecuación 16-17

$$Q = k_{boquilla} \sqrt{P_m} \tag{16-17}$$

Donde:

p_m = presión manométrica (bar)

$k_{boquilla}$ = factor función del diámetro de la boquilla, otorgado por el fabricante

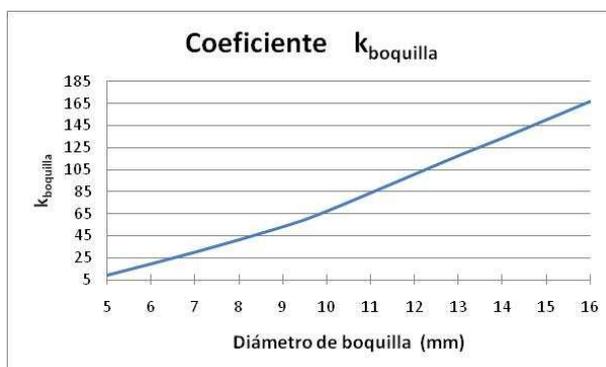


Figura 16.7. Coeficientes de caudal para boquillas, referido en UNE 23.410-1

(1) Para el cálculo de pérdidas de carga se deberá aplicar la ecuación de Hazen – Williams.

(2) Se deberá mantener una velocidad del flujo mínima de 3.0 m/s y máxima de 4.57 m/s.

16.7.2.4 DEPÓSITOS

(1) El sistema contra incendios debe tener un almacenamiento de 5 L / m² de construcción (incluyendo pisos, muros y cubiertas).

(2) El volumen mínimo de almacenamiento no podrá ser inferior a 18 m³ en edificios de hasta 4000 m² de construcción.

(3) Este volumen almacenado puede combinarse en una misma cisterna con el volumen destinado a servicios sanitarios del edificio. Sin embargo, se debe dejar siempre libre el tirante de succión destinado exclusivamente al sistema contra incendio.

16.7.2.5 EXTINCIÓN POR ROCIADORES

(1) El diseño, instalación y mantenimiento de un sistema de rociadores automáticos, se deberá referir a lo dispuesto por la norma UNE-EN 12845 (04).

(2) El diseño de los componentes para sistemas de rociadores automáticos para protección contra incendios se deberá basar a lo dispuesto por la norma UNE-EN 12259-1 (02).

(3) El diseño de los conjuntos de válvulas de alarma de tubería mojada y cámaras de retardo para los sistemas de protección contra incendios se debe diseñar con base a lo dispuesto por la norma UNE-EN 12259-2 (00); y, para tubería seca lo dispuesto por la norma UNE-EN 12259-3 (01).

(4) Lo que se refiere a las alarmas hidromecánicas se deberá diseñar según lo dispuesto por la norma UNE-EN 12259-4 (00); y los detectores de flujo de agua con la UNE-EN 12259-5 (03).

El proceso de diseño de un sistema de rociadores para lucha contra incendio, es:

a. Se debe determinar la clase de riesgo.

i. Riesgo ligero, (**RL**) para usos no industriales, con superficies menores que 126 m², con poca combustibilidad y con resistencia al fuego de 30 minutos o más. Por ejemplo centros de enseñanza escolar, oficinas pequeñas, cárceles, y otros similares.

ii. Riesgo ordinario, para sitios con materiales combustibles, cuya carga de fuego y combustibilidad es media, además usos comerciales e industriales. **RO1**: centros de salud y hospitales, colegios, hoteles, restaurantes, bibliotecas, salas de ordenadores; **RO2**: talleres, panaderías, laboratorios, lavanderías, museos, parqueaderos; **RO3**: centros comerciales, fábricas de telas, carpinterías, fábricas de inyección de plásticos y derivados de petróleo; **RO4**: salas de cine, teatros, recintos feriales, salones de baile y conciertos, destilerías de alcohol, talleres de pintura, entre otros.

iii. Riesgo extraordinario, (**REP 1, 2, 3, 4**) edificaciones en donde se manipulan materiales sumamente peligrosos y muy combustibles, que pueden generar incendios violentos y muy intensos; y, zonas ó bodegas que exceden las alturas de almacenamiento preestablecidas.

b. Se deberá determinar los valores de:

- A (m²), superficie que cubren los rociadores cuando se activan.
- Den(L/min/m²), densidad de aplicación del agua.
- Ar (m²), área máxima que cubre un rociador automático.
- Arp (m²), área máxima que cubre un rociador automático de pared.
- Lr, Dr (m), separación entre rociadores, según el riesgo. Referirse a figura 16.8.
- t (min), tiempo de funcionamiento del sistema.

c. Calcular el número mínimo de rociadores (Nr), con la ecuación 16-18.

$$N_r = \frac{A_T}{A_r} \tag{16-18}$$

Donde:

A_T = área total del local (m²)

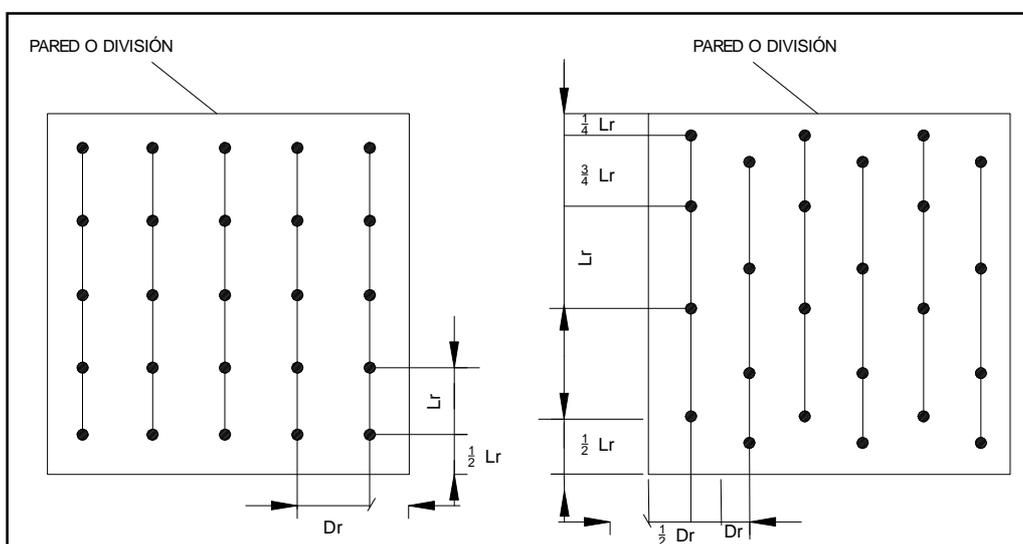


Figura 16.8. Distribución de rociadores

a. Selección del tamaño del rociador por el tipo de riesgo, según Tabla 16.9.

Tabla 16.9. Tamaño de rociadores según el tipo de riesgo

Tipo de riesgo	Densidad de diseño (L/ min/ m ²)	Diámetro del rociador (pulg)	Coefficiente de descarga K	Q (L/s)
RL	2.25	3/8"	57	0.790
RO	5.00	1/2"	80	0.790
REA y REP (rociadores de techo)	≤ 10	1/2"	80	0.943
	> 10	3/4"	115	1.360
REA (rociadores intermedios)	---	1/2"	80	1.890
		3/4"	115	2.710

- b. El caudal mínimo de cada rociador se deberá determinar multiplicando la densidad de diseño $Den(L/min/m^2)$ por el área cubierta por el rociador $Ar(m^2)$. Este valor se compara con el caudal propuesto en la Tabla 16.8, y se diseña con el mayor de ellos.
- c. El caudal total requerido se deberá obtener con la suma de los caudales que se vierten por cada uno de ellos obtenidos del análisis hidráulico respectivo.
- d. Se debe comprobar que la densidad real de cada rociador es mayor que la densidad mínima.
- e. El grupo motor-bomba se deberá seleccionar con base en el requerimiento de caudal y presión a la entrada del sistema, dadas para el cálculo hidráulico del rociador crítico.
- f. Se deberá contemplar los siguientes criterios:
 - g. Cuando un ramal de 25 mm de diámetro se alimenta por un extremo, no se deberá instalar más de 8 rociadores.
 - h. Cuando un ramal de 25 mm de diámetro se alimenta por ambos extremos entonces se pueden instalar hasta 16 rociadores.

La velocidad máxima en las conducciones deberá ser menor que 10 m/s y en los dispositivos de control y válvulas menores que 6 m/s.

Las pérdidas de carga se deberán calcular con la expresión de Hazen-Williams.

El coeficiente C_{HW} para acero galvanizado debe ser de 120

El coeficiente C_{HW} para acero inoxidable y cobre debe adoptarse igual a 140

El coeficiente C_{HW} para fundición gris debe adoptarse igual a 100

El coeficiente C_{HW} para fundición dúctil sin revestimiento igual a 110

El cálculo del volumen de reserva se obtiene de multiplicar el caudal requerido para el área de funcionamiento y el tiempo de autonomía del sistema, según Tabla 16.10.

Tabla 16.10. Tiempos de funcionamiento del sistema para volumen de reserva

Tipo de riesgo	Tiempo de autonomía (minutos)
RL	30
RO	60
REA y REP	90

- a. Las tuberías aéreas deben ser de acero o de cobre (ISO-274). Las de acero deben ser protegidas externamente con pintura anticorrosiva, del color que dicta la norma NTE INEN 440:1984.
- b. Las válvulas de control, se deberán instalar según la norma UNE-EN 12259.
- c. Las válvulas de seccionamiento deben abrir hacia la izquierda.
- d. La presión de prueba debe ser de 120 m c.a.

16.7.2.6 EQUIPO DE BOMBEO

- (1) Las estaciones de bombeo deben contar con:

a. Equipo principal: suministra el caudal y presión nominales. Puede conformarse por una o más bombas en paralelo.

Puede ser bomba única cuando el motor funciona a diesel o eléctrico con fuente de energía independiente.

Puede ser bomba doble (una a diesel y otra eléctrica), ó dos a diesel ó dos eléctricas con grupo electrógeno. Referirse a figuras 16.9 y 16.10.

b. Equipo auxiliar: para mantener la presión en el sistema (bomba Jockey), enciende y apaga según la presión en el depósito hidroneumático del colector de impulsión.

c. Los grupos motor-bomba principales podrán arrancar automáticamente o manualmente. La parada debe ser únicamente manual.

d. La bomba deberá ofrecer una altura superior al 70% de la altura nominal cuando entregue un caudal de 140% del nominal.

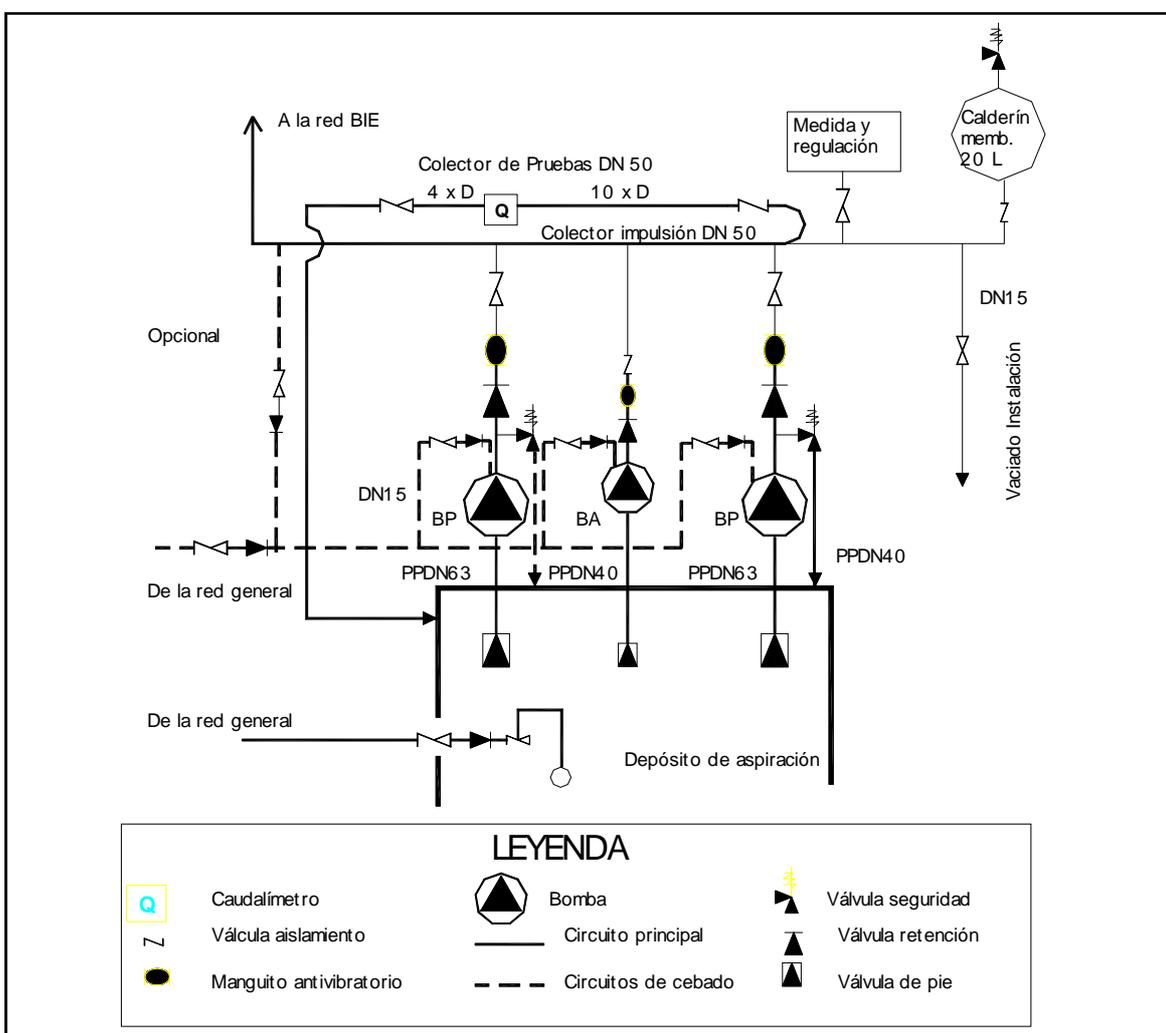


Figura 16.9. Ejemplo de instalación de sistema contra incendios con 2 bombas principales eléctricas y bomba auxiliar, más grupo electrógeno.

