

Séptima edición

Instalaciones hidrosanitarias, de gas y de aprovechamiento de aguas lluvias en edificaciones



ECOE
EDICIONES

Rafael Pérez Carmona

Rafael Pérez Carmona

Ingeniero civil de la Universidad La Gran Colombia. Catedrático en la Pontificia Universidad Javeriana, La Gran Colombia y Piloto de Colombia; laboró en la Universidad Católica de Colombia por cuarenta años, de los cuales estuvo como decano de la Facultad de Ingeniería Civil 18 años. Por más de 22 años prestó sus servicios en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá; fue asesor de la Agencia de Asistencia Técnica de Alemania (GTZ) y de la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Premio nacional de Ingeniería Diódoro Sánchez (1986-1989); Mención de Honor 2014 por sus obras *El Agua, Desagües y Diseño y construcción de alcantarillados* de la Sociedad Colombiana de Ingenieros *La Rana de Oro* de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, 1986. Mención AIDIS-ABES de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Río de Janeiro, Brasil, 1988. Orden al Mérito "Julio Garavito" en grado Gran Oficial otorgada por el Gobierno Nacional en ceremonia de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, 1997. Orden Civil al Mérito Cartagena Patrimonio Histórico y Cultural de la Humanidad, en el Grado de Comendador por el Concejo Distrital, octubre de 2014.

Autor de: *Auxiliar para diseño y construcción de alcantarillados; Diseño de redes hidráulicas y sanitarias para edificios; El agua; Desagües; Diseño de instalaciones hidrosanitarias y de gas en edificaciones; Agua, desagües y gas para edificaciones; Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones; Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras.*

Séptima edición

Instalaciones hidrosanitarias, de gas y de aprovechamiento de aguas lluvias en edificaciones

**La envidia y el egoísmo, son las miras con que
se mide el abismo de la ignorancia. Sé generoso.
Tus escasos conocimientos son valiosos, compártelos
con tus semejantes.**

Rafael Pérez Carmona

Tabla de contenido

Prólogo	XV
Introducción.....	XVII
Capítulo I. Suministro de agua	1
Terminología usual	3
Presión	3
Presión estática	3
Suministro de agua a las viviendas	4
Presiones recomendadas	5
Edificios en obra	5
Estimación de caudales y presiones	7
Coeficiente de simultaneidad según el número de salidas K_1	7
Coeficiente de simultaneidad K_2	8
Consumo de agua	8
Riegos	9
Dotación para edificaciones destinadas al alojamiento de animales	9
Dotación para plantas de producción e industrialización de leche y derivados	10
Asignación de caudales para aparatos	10
Consideraciones	10
Medidor	11
Recomendaciones básicas	11
Aparatos sanitarios	12
Lavamanos	12
Sanitarios	13
Lavadero	14
Orinal	14
Aseo cuerpo	15
Lavaplatos	16
Bañeras	16
Duchas	17

Tipos de abastecimiento de agua	20
A. Para tanque alto	20
B. Tanque bajo y alto	21
C. Tanque bajo, bombeo a tanque alto y equipaje de presión elevado	22
D. Tanque bajo	23
E. Tanque bajo, alto y equipo de presión	24
F. Localización de medidores	25
G. Medidores cerca al acceso de cada apartamento	26
Capítulo II. Equipos de presión	27
Definiciones	29
Presión atmosférica	29
Altura de succión	29
Altura de succión estática (D.H.)	30
Altura de succión dinámica total (T.D.H.)	30
Carga de aspiración o altura de succión	30
Carga de aspiración estática	30
Principios básicos sobre bombas	30
Clases de fluido.....	31
Bombas centrífugas	31
Principios de funcionamiento de una bomba centrífuga	31
Curvas de las bombas centrífugas	32
Principios fundamentales de una instalación	32
Capítulo III. Cálculo de pérdidas en tuberías y accesorios	61
Tablas Flamant	64
Tablas Hazen Williams	67
Pérdidas en accesorios	75
Valores prácticos	75
Tablas (pérdidas de accesorios)	76
Medidores	86
Características	87
Caudal nominal	87
Pérdida de carga	87

Capítulo IV. Redes de distribución	95
Elevación y suministro de agua a presión y por gravedad	98
Principios generales	98
Cálculo de potencia de los sistemas de presión	99
Cálculo de la succión	100
Cálculo altura máxima de la succión	100
Cálculo de la N.P.S.H. (Altura de succión positiva)	101
Tablas de potencia de la bomba	102
Impulsión	106
Utilización de las tablas	106
Componentes de la succión y la impulsión	106
Succión	106
Impulsión	107
Sistema de suministro por gravedad	107
Sistema de suministro por presión	107
Diseño de suministro para edificios	107
Red interna	111
Distribuidor	111
Columnas	111
Derivaciones	111
Ramales	111
Sistemas de distribución	111
Sistema por gravedad	111
Sistema a presión	112
Válvulas reductoras y reguladoras de presión	112
Causas de las variaciones	112
Funcionamiento	112
Control de temperatura de mezcla en edificios con agua caliente central	114
Selección de válvulas reductoras y reguladoras	115
Rango de presiones	115
Ejemplo de cálculo por gravedad	118
Datos técnicos	118
Cálculo de la altura de impulsión	136
Cálculo de la Altura de succión	138
Cálculo de la NPSH (Altura de succión positiva)	139
Cálculo de la potencia	140

Ejemplo sistema de presión	140
1. Cálculo de la impulsión	142
2. Cálculo de la succión	155
3. Potencia de las bombas	156
Escogencia del equipo	157
Especificaciones del equipo	157
Equipo de presión para suministro	157
Equipo de bombeo al tanque alto	157
Tanque hidroacumulador	158
Sistema contra incendio	158
Eyector	158
Capítulo V. Desagües	161
Clasificación de los desagües	163
Sanitario	163
Pluvial	163
Combinado	163
Industrial	163
Domiciliaria	164
Flujo en tuberías	164
Definiciones	164
Sifonamiento	164
Sifonamiento inducido	165
Autosifonamiento	166
Tapones de inspección (T.I.)	167
Drenes de piso	170
Trampas de aceites	170
Trampas de grasas	170
Hidráulica de los desagües	172
Fuerza tractiva	172
Flujo de bajantes	172
Comportamiento del flujo en las bajantes	173
Capacidad de las bajantes	174
Valores de algunos caudales	174

Componentes adicionales, bombas y eyectores	175
Dimensionamiento del sistema de desagüe	175
Unidad de descarga	177
Tablas de caudales para fluxómetros	178
Tablas Manning	218
Dimensionamiento de bajantes	224
Procedimiento para dimensionar bajantes	224
Cambio de dirección en bajantes	224
Procedimiento	225
Cálculo de los ramales	226
Cálculo de la bajante superior	226
Cálculo del colector horizontal	226
Zona inferior de la bajante	227
Colector final	227
Ejemplo sistema de aguas negras	227
Cálculo colectores	228
Sistema pluvial	233
Sistema de aguas lluvias	233
Capacidad	233
Dimensionamiento	233
Velocidad de flujo	236
Caudales	236
Agua de infiltración	236
Tubería de drenaje	236
Tubería perforada	249
Tubería porosa	250
Materiales filtrantes	250
Desagües por bombeo	250
Dimensionamiento del tanque	250
Comportamiento de la estación de bombeo	251
Ejemplo estación de bombeo aguas negras	252
Cálculo de la potencia de la bomba en H.P.	252
Instalación	252
Ejemplo cálculo desagüe pluvial	254

Capítulo VI. Sistemas de ventilación	287
Pérdida del sello en los sifones	290
1. Autosifonamiento	290
2. Contrapresión	291
3. Evaporación	291
4. Atracción capilar	292
5. Efectos del viento	292
Flujo de aire en bajantes	292
Longitud tubería de ventilación	293
Reventilación	296
Localización de los terminales	296
Ventilación principal	296
Ventilación de aparatos	297
Caudal de aire en los conductos horizontales	297
Distancia entre ventilación y sifón	298
Métodos de ventilación	298
Ventilación individual	298
Ventilación común	298
Ramal de ventilación	298
Pendientes en ventilaciones	299
Ventilación continua	299
Ventilación húmeda	299
En el último piso	300
En pisos intermedios	300
Ventilación del circuito	300
Ventilación en anillo	300
Ventilación de alivio	301
Ventilación en cambios de dirección de la bajante	302
Desagüe y ventilación	302
Efectos de jabones y detergentes	303
Acumulación de espumas	304
Dimensionamiento de sistemas	304
Ventilación principal	304
Terminales de ventilación	304

Múltiples de ventilación	305
Ventilaciones individuales y ramales de ventilación	305
Ventilación de alivio	307
Circuitos de ventilación	307
Diámetro necesario para los tubos de ventilación	307
Capítulo VII. Agua caliente	309
Sistema de suministro	311
Dispositivos de seguridad	312
Corrosividad	314
Caída de presión	314
Calentador indirecto con tanque	317
Caída de presión	318
Demanda y capacidad de los calentadores	318
Escogencia de los calentadores.....	321
Sistema de circulación de retorno	322
Sistemas de circulación	323
Sistema alimentado hacia arriba	324
Sistema alimentado hacia abajo	325
Sistema combinado	325
Determinación de caudales de circulación y dimensiones de la tubería de retorno	331
Tablas de agua caliente en redes	336
Capítulo VIII. Redes de distribución de gas	341
Definiciones	344
Materiales.....	355
Generalidades	355
Instalación gas natural	355
Reguladores	355
Instalaciones unifamiliares	355
Instalaciones multifamiliares y mixtas	356
Tubería matriz	356
Ductos para gas	356
Instalación unifamiliar	357
Instalación bifamiliar	357

Instalación multifamiliar	357
Instalación de medidores	357
Casetas de medición	359
Centros de medición	360
Válvula de corte	362
Pasos para el cumplimiento de un servicio.....	362
Instalación interna	362
Consideraciones de diseño	362
Demanda.....	364
Diseño de instalaciones	364
Instalaciones internas baja presión	364
Expresión de Pole (tablas).....	369
Distribución multifamiliar individual baja presión	391
Instalaciones internas media presión	431
Expresión de Mueller	432
Distribución multifamiliar media presión	436
Gases licuados del petróleo	438
Características del GLP para diseño	439
Usos domésticos.....	439
Caraterísticas del G.L.P.....	440
Instalación de tanques	440
Accesorios de los tanques	440
Cálculo de redes para G.L.P de una urbanización	446
Gasodomésticos para los apartamentos.....	446
Caudales en hora pico.....	446
Datos técnicos	446
Gas G.L.P.....	446
Caudal de diseño (Qd)	446
Construcción redes externas	450
Instalación	450
Dimensionamiento de tanques	450
Ubicación	451
Cuadro de cálculo media presión	452

Capítulo IX. Ventilación gasodomestico	463
Aire de combustión.....	465
Aire de ventilación o circulante.....	465
Aire de dilución de la combustión	465
Generalidades	466
Aire adicional	467
Aberturas superiores	467
Diseño para los sistemas de evacuación de los productos de la combustión	469
Ductos de evacuación	470
Conductos metálicos para la evacuación de los productos de la combustión	471
Tabla capacidad de evacuación de los conductores y conectores metálicos de pared sencilla.....	478
Ductos múltiples para la evacuación de los productos de la combustión de artefactos instalados en los pisos de una edificación	485
Chimeneas de mampostería	488
Recomendaciones	488
Diseño conectores	488
Procedimiento	489
Terminales de los ductos	490
Recomendaciones	490
Ductos de asbesto cemento	491
Recomendaciones	495
Capítulo X Anexos	497
Proyecto hidráulico y sanitario	499
Especificaciones generales para la instalación de materiales	499
1. Tubería y accesorios en hierro galvanizado	499
2. Tubería y accesorios PVC presión	499
3. Tubería y accesorios de cobre	501
4. Válvulas para las redes generales de distribución	502
5. Tubería y accesorios PVC sanitaria y liviana	502
6. Tubería y accesorios de grez	503
Criterios y recomendaciones para la ejecución de obras hidráulicas y sanitarias	504
Supervisión para la ejecución de instalaciones hidráulicas y sanitarias	504

Desarrollo de actividades	504
Instalación de aparatos	509
Figuras detalle conexiones	512
Accesorios de aleación.....	540
Accesorios de cobre y bronce	541
Accesorios de cloruro de polivinilo (PVC).....	542
Accesorios de cloruro de polivinilo para tubería de presión (PVC)	542
Accesorios de cloruro de polivinilo para tubería sanitaria (PVC).....	544
Accesorios de tubería galvanizada.....	547
Herramientas	548
Utilización de las herramientas.....	551
Abreviaturas	554
Tablas de unidades de medidas	556
Simbología tipos de unión	559
Redes suministro de gas (convenciones)	567
Convenciones	568
Selección de aparatos.....	569
Bibliografía	571

Introducción

Encontramos un significado especial en lo referente al diseño e instalación del Sistema Hidrosanitario y de gas.

Este ofrece un conocimiento profundo, una amplia objetividad, guía útil, unas precauciones necesarias, y un registro informativo de trabajo de instalaciones y las experiencias adversas.

El reconocimiento de errores pasados y el aprendizaje de estos nos da grandes bases para el diseño y la instalación de Sistemas Hidrosanitarios y de gas.

Se ha notado el desarrollo progresivo en América. Las condiciones intolerables de salubridad y las muertes por epidemias debido a las aguas grises, obligaron a tomar medidas de protección a la Salud, para ser adoptadas en áreas altamente densificadas. Los incendios desastrosos en sitios congestionados llevaron a la construcción de grandes sistemas de abastecimiento tanto para combatirlo como para suministro de agua potable en edificios. Por otro lado, el acelerado costo de la energía eléctrica, ha traído como consecuencia, el desarrollo, normalización y uso del gas como combustible doméstico e industrial.

La hidrosanitaria en edificios trajo consigo problemas relacionados con la Salud Pública, la higiene personal, el diseño de construcción, los materiales de plomería, las técnicas avanzadas y los reglamentos estatales. Como estos problemas se desarrollan durante un período de revolución industrial las soluciones que se dieron estuvieron íntimamente ligadas a los nuevos materiales, métodos, modelos y estandarización.

La historia ofrece registro de varios errores, malos productos, burdos materiales e instalaciones insalubres que fueron creadas por la instalación del sistema de plomería en edificios. En cada caso hubo que hacerse correcciones adecuadas y tenerse las precauciones para el futuro.

El reglamento requerido para los Sistemas Hidrosanitarios en edificios, llegó a ser rápidamente un tema reconocido. Una serie de principios fue hecha y divulgada.

El objetivo amplio del funcionamiento es el de proveer protecciones Sanitarias dentro y adyacentes a las edificaciones para proteger la Salud Pública, la seguridad y bienestar para brindar protección contra peligros de instalaciones inadecuadas e insalubres.

En los viejos tiempos la plomería y la salubridad no siempre fueron primitivas. En épocas pasadas el hombre las elevó a los niveles significativos. La historia revela que una de las diferencias fundamentales entre la civilización y la barbarie, está relacionada con la instalación de sistemas de tubería para el adecuado suministro de agua potable, disposición sanitaria de las aguas grises y eficiente e inobjetable disposición de las aguas lluvias.

Esto es evidente debido a que la gente que disfrutó de civilizaciones más elevadas, en el pasado, desarrolló sistemas de plomería para la protección de la salud.

Esto se confirma en los reportes de descubrimientos arqueológicos en varias partes del mundo, en donde se sabía del florecimiento de civilizaciones antiguas. Por ejemplo, las ruinas de un sistema de plomería estimado en unos 3.000 a 6.000 años de edad, fueron encontrados en excavaciones en el valle del río Indo en la India. En Egipto se descubrieron secciones de tubos para agua por cerca de 5.000 años, junto con apartamentos cuyas alcobas estaban al parecer provistas de un cuarto de baño.

De todas las poblaciones antiguas los romanos llevaron la sanidad del más alto y vasto grado de desarrollo. Del latín han venido tales palabras como Sanidad y Plomero, la última se ha derivado de *artifex plumbarius*, significado un trabajador en plomo. Los acueductos romanos aún adornan la campiña italiana y se encuentra entre los triunfos mundiales de la ingeniería. Sistema de alcantarillado subterráneos extensamente grandes, baños públicos y privados, sistema de tubería de plomo y bronce y accesorios de mármol con aditamentos de oro y plata han venido a ser símbolos de la civilización de la antigua Roma.

Un aspecto especialmente significativo de progreso, puede ser citado, como lo es el hecho de que mucho del sistema subterráneo de suministro público de agua fue construido con tuberías de plomo fundido estándar.

El Imperio Romano utilizó baños públicos que alcanzaron a cubrir hasta una milla y acomodar simultáneamente 3.200 bañistas. En las viviendas las tinas ocupaban a menudo un cuarto entero y estaban equipadas con agua caliente y fría. El agua caliente era conducida por medio de una tubería de bronce o plomo a través de fuegos abiertos. Las tinas de mármol sólido estaban labradas o recubiertas con azulejos de cerámica vidriada y equipadas con accesorios de oro y plata.

Después de aproximadamente mil años de dominar el mundo, el Imperio Romano se derrumbó. En el siglo V estuvo sometido a invasiones sucesivas por los Godos y Vándalos, tribus bárbaras del norte de Europa. Con el saqueo de Roma, incluyendo los metales que pudieran remover de sus obras públicas, su civilización decayó rápidamente y las normas sanitarias retrocedieron casi al punto de desaparecer.

Por muchos siglos, la gente en general puso poca atención al aseo personal y a otras necesidades domésticas, sanitarias incluyendo el uso del agua.

El bañarse era desaprobado por las personas de influencia y no se tomaba en serio aún por los miembros de la clase dominante, muchos de los cuales preferían el uso de lociones o perfumes. Las instalaciones de plomería cayeron en desuso, incluyendo los inodoros los cuales se habían incrementado y usado ampliamente en Roma durante los siglos IV y V. No fueron usados otra vez sino hasta el siglo XII y aún entonces su uso era extremadamente limitado.

Durante el siglo XIV, Europa fue azotada por la peste bubónica y se reporta que entre el continente e Inglaterra hubo aproximadamente 25 millones de personas muertas.

Para incrementar las medidas sanitarias en París en 1395, las autoridades ordenaron no arrojar las aguas negras por las ventanas, pero esta práctica continuó en otras ciudades sin tener en cuenta estas disposiciones.

En el continente americano

Los reportes disponibles del desarrollo progresivo de las normas sanitarias en Nueva York, pueden ser citadas como típico. Después de la fundación del puerto en 1626, se construyeron las casas. Ninguna de ellas tenía instalaciones para suministro de agua y disposición de aguas servidas. El agua era usada parcamente por la dificultad para su obtención. Se traía de manantiales, pozos o se compraba a vendedores ambulantes, que la transportaban en barriles de madera y carretas de tracción animal.

En Estados Unidos, que estaba dedicado casi exclusivamente a la agricultura, la plomería casi no progresó hasta 1800. Algunas personas pudientes de la época construyeron en sus residencias instalaciones de plomería con poca eficacia. Las instalaciones consistían de una pila o fregadero y una tina de baño portátil. La letrina exterior era el medio común para deshacerse de los desperdicios y excrementos. En algunos casos se usaban inodoros importados de Inglaterra, pero es muy dudoso que en las instalaciones de aquella época se utilizaron principios científicos.

Después de la guerra civil norteamericana, el desarrollo de la plomería empezó lenta pero sistemáticamente. Se expidieron patentes de sifones y de métodos de ventilación. La utilidad de los sistemas de abastecimiento de agua y los de eliminación de aguas negras se hizo más evidente y se empezó a considerar la plomería como una necesidad en vez de un lujo, como se le consideró veinte años antes. Hasta el año 1900, muy pocas residencias de localidades urbanas contaban con algo más que un vertedero de aguas sucias y un hidrante o fuente de columna para eliminar los desperdicios.

A principios del siglo XX, la plomería empezó a progresar más rápidamente. En los interiores de los edificios se instalaron inodoros de los de tipos de fondo entolva o con descarga de agua, así como fregaderos, lavamanos y bañeras. Se aplicaron métodos científicos a la construcción de las instalaciones de plomería.

Los sifones de los aparatos sanitarios fueron ventilados y se introdujo el agua corriente caliente y fría.

Durante este período apareció el inodoro de descarga por sifón y los estados establecieron leyes para el control sanitario. El mayor progreso de la plomería tuvo lugar después de 1910, que es muy reciente, dada la antigüedad de miles de años que tiene este oficio.

Los métodos modernos de manufactura suministraron equipo y materiales que podían usarse científicamente en un sistema de plomería. Los edificios se construyeron más grandes y la gente que los ocupaba exigía más instalaciones y equipos sanitarios.

Aunque todavía existen muchos hogares que no cuentan con sistemas completos de fontanería, su progreso corregirá al fin esta condición de insatisfacción.

Otros títulos de su interés

Diseño y construcción de
alcantarillados
Rafael Pérez Carmona

Diseño geométrico de
carreteras
James Cárdenas Grisales

Geometría descriptiva
Germán Valencia García

Administración para
ingenieros
Miguel David Rojas

Evaluación de proyectos para
ingenieros
Miguel David Rojas López

Instalaciones hidrosanitarias, de gas y de aprovechamiento de aguas lluvias en edificaciones



Colombia es uno de los países con mayor riqueza hídrica. De hecho, en los años noventa llegó a ocupar el cuarto lugar en el mundo después de Rusia, Canadá y Brasil. Sin embargo, el uso no planificado de aguas lluvias, el control insuficiente de la contaminación, las inundaciones periódicas, la falta de servicios de agua potable y la ausencia de sistemas de riego en grandes extensiones de tierra fértil han disminuido ostensiblemente su disponibilidad. Por esta razón las autoridades en medio ambiente deben trabajar conjuntamente en la planeación y proyección de embalses para regular corrientes hídricas y mantener reservas suficientes para épocas de sequía.

En el presente libro el autor –una de las autoridades más reconocidas de la hidrosanitaria en Colombia– trata ampliamente y en forma didáctica todos los aspectos relacionados con este campo de la ingeniería, con temas como suministros de agua, equipos de presión, pérdidas en tuberías y accesorios, redes de distribución de gas, ductos de evacuación de los productos de la combustión, sistemas de desagües de aguas residuales, sistemas de desagües de aguas lluvias y estructuras para el aprovechamiento de las aguas lluvias.

Esta obra es una de las más completas sobre hidráulica escritas originalmente en castellano. Así mismo, está adaptada al contexto colombiano pues utiliza la terminología usada en la más reciente legislación nacional y distrital (Decreto N.º 528 del 24 de noviembre de 2014) sobre uso y administración de recursos hídricos.

Colección: Ingeniería y salud en el trabajo

Área: Ingeniería civil

ECOE
EDICIONES



www.ecoediciones.com

ISBN 978-958-771-195-0



9 789587 711950