



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

FUGAS EN REDES DOMICILIARIAS
Y OPTIMIZACIÓN DEL AGUA

TESIS

Como requisito para obtener el grado de

Maestro en Ingeniería

(Hidráulica)

Presenta

HÉCTOR ANTONIO GÓMEZ BARRIOS

DIRECTOR DE TESIS

Dr. ÓSCAR ARTURO FUENTES MARILES



MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE 2005

RESUMEN	i
1 INTRODUCCIÓN	1
2 SISTEMAS DE DISTRIBUCION.....	5
2.1 TIPOS DE ABASTECIMIENTO	5
2.2 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y SISTEMA SANITARIO EN UN AVIÓN.....	6
3 NORMATIVIDAD	13
3.1 REGLAMENTO DE INGENIERÍA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS.....	13
3.2 REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.....	13
3.3 REGLAMENTO DEL SERVICIO DE AGUA Y DRENAJE PARA EL DISTRITO FEDERAL.....	14
4 FUGAS	16
4.1 FUGAS EN TUBOS	16
4.2 FUGA EN LOS MUEBLES.....	17
4.2.1 Fugas en llaves	17
4.2.2 Fugas en el inodoro.....	18
4.3 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE UNA INSTALACION.....	19
5 OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO AGUA.....	47
5.1 ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA	62
5.2 CONSUMO DE AGUA CALIENTE.....	63
5.3 EVALUACION ECONOMICA POR CAMBIO DE ACCESORIOS.....	66
6 CONCLUSIONES.....	74
7 RECOMENDACIONES.....	76
7.1 RECOMENDACIONES PARA LOS ORGANISMOS OPERADORES.....	76
7.2 RECOMENDACIONES PARA LOS USUARIOS	76
7.3 RECOMENDACIONES PARA LOS DISEÑADORES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN	77
7.4 RECOMENDACIONES PARA INSTITUCIONES DE ENSEÑANZA.....	79
8 BIBLIOGRAFÍA.....	80
ANEXO A (REGLAMENTOS).....	81
REGLAMENTO DE INGENIERÍA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS.....	82
REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.....	83
REGLAMENTO DEL SERVICIO DE AGUA Y DRENAJE PARA EL DISTRITO FEDERAL.....	85
ANEXO B (LA PLOMERIA).....	93
CÓDIGO DE PRÁCTICA DE PLOMERÍA	94
<i>Necesidad de un código</i>	94
<i>Principios de la plomería.....</i>	94
<i>Formación de un código de plomería.</i>	97
<i>Capacitación y registro de los plomeros.....</i>	97
<i>Administración de código de plomería.</i>	98
<i>Pruebas de las tuberías.....</i>	100
INDICES	
FIGURAS.....	101
FOTOGRAFÍAS.....	102
TABLAS.....	102
GRÁFICAS.....	103

FIGURAS

FIGURA 1. ABASTECIMIENTO POR GRAVEDAD.....	5
FIGURA 2. ABASTECIMIENTO DIRECTO.....	5
FIGURA 3. ABASTECIMIENTO MIXTO.....	5
FIGURA 4. DIAGRAMA GENERAL DE AGUA POTABLE Y SANITARIO DE UN AVIÓN.....	6
FIGURA 5. TANQUE DE AGUA.....	7
FIGURA 6. VÁLVULA DE CORTE MANUAL.....	7
FIGURA 7. CALENTADOR DE AGUA.....	8
FIGURA 8. TABLERO DE CONTROL.....	8
FIGURA 9. TRANSMISOR DE CANTIDAD.....	9
FIGURA 10. VÁLVULA DE DRENADO DEL TANQUE DE AGUA Y VÁLVULA DE SOBREFLUJO.....	9
FIGURA 11. VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN, FILTRO Y VÁLVULA CONMUTADORA.....	9
FIGURA 12. SISTEMAS DE SANITARIOS.....	9
FIGURA 13. TAZA DE SANITARIO.....	10
FIGURA 14. DETALLE DE ALGUNAS PIEZAS. UNIDAD DE CONTROL DE DESCARGA, VÁLVULA ANTISIFÓN, VÁLVULA DE AGUA, VÁLVULA DE DESCARGA Y VÁLVULA DE CORTE DE DESPERDICIOS.....	10
FIGURA 15. FUGA POR EMPAQUE.....	17
FIGURA 16. FUGA POR REBOSADERO.....	18
FIGURA 17. VÁLVULAS DE ASIENTO.....	19
FIGURA 18. VÁLVULA ESPECIAL.....	19
FIGURA 19. VÁLVULA DE ASIENTO INCLINADO.....	20
FIGURA 20. VÁLVULA DE COMPUERTA.....	20
FIGURA 21. VÁLVULA DE MARIPOSA.....	20
FIGURA 22. VÁLVULA DE BOLA.....	21
FIGURA 23. VÁLVULA DE BOLA, CERRADA.....	21
FIGURA 24. VÁLVULAS DE BOLA.....	21
FIGURA 25. VÁLVULA DE ESCUADRA, ASIENTO PLANO.....	21
FIGURA 26. VÁLVULA DE ESCUADRA, DE ESFERA.....	21
FIGURA 27. VÁLVULA DE MACHO CÓNICO, ABIERTA.....	22
FIGURA 27A. VÁLVULA DE MACHO CÓNICO, CERRADA.....	22
FIGURA 28. VÁLVULAS DE CLAPETA.....	22
FIGURA 29. VÁLVULA DE RETENCIÓN DE BOLA.....	23
FIGURA 30. VÁLVULA DE MEMBRANA.....	23
FIGURA 31. VÁLVULA DE DISCO.....	23
FIGURA 32. VÁLVULA VENTURI.....	23
FIGURA 33. LLAVE SIMPLE.....	25
FIGURA 34. LLAVE MEZCLADORA.....	25
FIGURA 35. DESPIEZE.....	26
FIGURA 36. LLAVE DE LAVABO.....	26
FIGURA 37. DETALLE DE LLAVE DE LAVABO.....	26
FIGURA 38. SISTEMA DE FIJACIÓN.....	26
FIGURA 39. MONTURAS.....	27
FIGURA 40. MONTURAS (SECCIONADAS).....	27
FIGURA 41. SISTEMAS DE FIJACIÓN DE EMPAQUES.....	27
FIGURA 42. SISTEMAS DE FIJACIÓN PARA CRUCETAS.....	27
FIGURA 43. LLAVE MONOMANDO.....	28
FIGURA 44. FUNCIONAMIENTO DE UNA LLAVE MEZCLADORA.....	28
FIGURA 45. FUNCIONAMIENTO DE UN MEZCLADOR DE ESFERA.....	29
FIGURA 46. FUNCIONAMIENTO DE MEZCLADORES DE DISCO.....	29
FIGURA 47. LLAVE MONOMANDO DE DISCOS.....	29
FIGURA 48. DISCOS CERÁMICOS.....	29
FIGURA 49. INVERSOR.....	30
FIGURA 50. INVERSOR (ENTRADAS Y SALIDAS).....	30
FIGURA 51. LLAVE MONOBLOQUE CON INVERSOR.....	30
FIGURA 52. DESPIEZE DE UN INVERSOR MANUAL.....	30
FIGURA 53. LLAVES TEMPORIZADAS.....	31

FIGURA 54. LLAVES TEMPORIZADA, VISTA EN SECCIÓN.....	31
FIGURA 55. FUNCIONAMIENTO DE UNA LLAVE TEMPORIZADA.....	32
FIGURA 56. DETECTORES TERMOSTÁTICOS.....	33
FIGURA 57. ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA LLAVE MEZCLADORA.....	33
FIGURA 58. FASES DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA VÁLVULA TERMOSTÁTICA.....	33
FIGURA 59. MODELOS DE VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS.....	34
FIGURA 60. LLAVE CON DESAGÜE INCORPORADO.....	34
FIGURA 61. LAVABO.....	35
FIGURA 62. DETALLE CONSTRUCTIVO DEL LAVABO.....	35
FIGURA 63. LAVABO CON CUBIERTA.....	36
FIGURA 64. PLATO DE DUCHA.....	36
FIGURA 65. BIDÉ.....	37
FIGURA 66. BAÑERA.....	37
FIGURA 67. FUNCIONAMIENTO DE UN DEPÓSITO ELEVADO.....	38
FIGURA 68. FUNCIONAMIENTO DE UNA VÁLVULA DE TURBIÓN.....	38
FIGURA 69. ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE UN INODORO DE MOCHILA.....	39
FIGURA 70. INODORO CON TRITURADOR.....	39
FIGURA 71. ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DE UN FLUXÓMETRO.....	39
FIGURA 72. PLACA TURCA.....	40
FIGURA 73. URINARIOS.....	40
FIGURA 74. LAVAVAJILLAS.....	43
FIGURA 75. COMPONENTES DE UN LAVAVAJILLAS.....	43
FIGURA 76. FUNCIONAMIENTO DE UN CALENTADOR DE PASO.....	43
FIGURA 77. CALENTADORES ELÉCTRICOS.....	43
FIGURA 78. ESQUEMA DE NIVEL DE AGUA DEPENDIENDO DEL PESO DE LA CARGA.....	43

FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. TANQUES DE AGUA.....	7
FOTOGRAFÍA 2. CALENTADOR DE AGUA.....	8
FOTOGRAFÍA 3. TAZA DEL SANITARIO.....	10
FOTOGRAFÍA 4. TANQUE DE DESPERDICIOS DEL SANITARIO.....	11
FOTOGRAFÍA 5. TABLERO DE SERVICIO DEL AGUA DE DESPERDICIO.....	12
FOTOGRAFÍA 6. ECONOMIZADOR, MODELO PARA REGADERA.....	50
FOTOGRAFÍA 7. ECONOMIZADOR, MODELO PARA LLAVE.....	50
FOTOGRAFÍA 8. REGADERA DE TELÉFONO.....	50
FOTOGRAFÍA 9. LLAVE TELESCÓPICA PARA FREGADERO.....	50
FOTOGRAFÍA 10. INODORO QUE UTILIZA EL AGUA DEL LAVAMANOS.....	54
FOTOGRAFÍA 11. JARDÍN XERÓFILO 1.....	55
FOTOGRAFÍA 12. JARDÍN XERÓFILO 2.....	55
FOTOGRAFÍA 13. JARDÍN XERÓFILO 1.....	55
FOTOGRAFÍA 14. JARDÍN XERÓFILO 1.....	55

TABLAS

TABLA 1. VÁLVULAS COMÚNMENTE USADAS EN INSTALACIONES DOMICILIARIAS.....	24
TABLA 2. DATOS TÉCNICOS DE LAS LLAVES TEMPORIZADAS.....	31
TABLA 3. DIMENSIONES DE FREGADEROS.....	41
TABLA 4. ACTIVIDADES PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA.....	47
TABLA 5. DISTRIBUCIÓN DE CONSUMOS PROMEDIO BIMESTRALES Y AHORRO.....	48
TABLA 6. MUEBLES INODOROS CON UN COSTO MENOR A \$ 500.....	51
TABLA 7. MUEBLES INODOROS CON UN COSTO DE ENTRE \$ 500 A \$1000.....	51
TABLA 8. LAVADORAS AUTOMÁTICAS CON AGITADOR.....	52
TABLA 9. LAVADORAS AUTOMÁTICAS CON IMPULSOR.....	53
TABLA 10. LAVADORAS AUTOMÁTICAS CON TAMBOR.....	53
TABLA 11. LAVADORAS SEMIAUTOMÁTICAS CON AGITADOR.....	53
TABLA 12. LAVADORAS SEMIAUTOMÁTICAS CON IMPULSOR.....	53
TABLA 13. LAVADORAS MANUALES CON AGITADOR.....	54

TABLA 14. LAVADORAS MANUALES CON IMPULSOR	54
TABLA 15. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS SOSTENIBLES.....	59
TABLA 16. ESTIMACIONES DE LAS EMISIONES, EL CONSUMO DE ENERGÍA Y LA CONCENTRACIÓN DE MATERIALES DEL SISTEMA PROPUESTO EN COMPARACIÓN CON EL SISTEMA TRADICIONAL	61
TABLA 17. CONSUMO DOMÉSTICO DE AGUA (EJEMPLO).....	63
TABLA 18. CONSUMO DE AGUA CALIENTE POR MUEBLE	64
TABLA 19. TARIFAS PARA DOMICILIOS QUE CUENTAN CON MEDIDOR	66
TABLA 20. TARIFAS PARA DOMICILIOS QUE NO CUENTAN CON MEDIDOR.....	67
TABLA 21. ANÁLISIS ECONÓMICO, CAMBIO DE REGADERA	69
TABLA 22. ANÁLISIS ECONÓMICO, CAMBIO DE LLAVES DE LAVABO	69
TABLA 23. ANÁLISIS ECONÓMICO, CAMBIO DE LLAVES DE FREGADERO	69
TABLA 24. ANÁLISIS ECONÓMICO, CAMBIO DE INODORO.....	70
TABLA 25. ANÁLISIS ECONÓMICO, CAMBIO DE REGADERA (1.3).....	70
TABLA 26. ANÁLISIS ECONÓMICO, CAMBIO DE LLAVES DE LAVABO (1.3).....	71
TABLA 27. ANÁLISIS ECONÓMICO, CAMBIO DE LLAVES DE FREGADERO (1.3).....	71
TABLA 28. ANÁLISIS ECONÓMICO, CAMBIO DE INODORO (1.3).....	71
TABLA 29. ANÁLISIS ECONÓMICO, CAMBIO DE REGADERA (0.4).....	72
TABLA 30. ANÁLISIS ECONÓMICO, CAMBIO DE LLAVES DE LAVABO (0.4).....	72
TABLA 31. ANÁLISIS ECONÓMICO, CAMBIO DE LLAVES PARA FREGADERO (0.4).....	73
TABLA 32. ANÁLISIS ECONÓMICO, CAMBIO DE LLAVES DE INODORO (0.4).....	73

GRÁFICAS

GRÁFICA 1. DISTRIBUCIÓN DE CONSUMOS PROMEDIO BIMESTRAL USO DOMÉSTICO, CUAJIMALPA.....	48
GRÁFICA 2. AHORRO PROMEDIO BIMESTRAL, CUAJIMALPA.....	48
GRÁFICA 3. CONSUMO DOMÉSTICO DE AGUA (ARREGUIN 1991).....	62
GRÁFICA 4. CONSUMO DOMÉSTICO DE AGUA (ROSALES 1998).....	63
GRÁFICA 5. TARIFAS Y COSTOS DE 1.3 DÓLARES POR METRO CÚBICO.....	67
GRÁFICA 6. TARIFAS Y COSTOS DE 0.4 DÓLARES POR METRO CÚBICO.....	67
GRÁFICA 7. COSTOS PARA 1.3 DÓLARES POR METRO CÚBICO	68
GRÁFICA 8. COSTOS PARA 0.4 DÓLARES POR METRO CÚBICO	68
GRÁFICA 9. DIFERENCIAS DE COSTOS (SUBSIDIO), PARA 1.3 DÓLARES POR METRO CÚBICO.....	68
GRÁFICA 10. DIFERENCIAS DE COSTOS (SUBSIDIO), PARA 0.4 DÓLARES POR METRO CÚBICO.....	68

RESUMEN

En todo el Mundo se afrontan serios problemas para dotar de agua potable a su población, como un ejemplo, presento el caso de la Ciudad de México, en la Introducción donde se pueden conocer las acciones a corto, mediano y largo plazo del Plan de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica y donde se puede observar que no existe una tarea específica que involucre a los domicilios. Para dar solución a éstos se debe conocer como están constituidos los sistemas de distribución actuales, los cuales abordo en el Capítulo dos, además muestro también los empleados en los aviones por ser estos diseñados bajo un concepto de control y minimización del uso de agua. En el Capítulo tres y Anexo A comento las normas que rigen su construcción, mantenimiento y operación, que contiene algunos artículos de tres reglamentos vigentes en el Distrito Federal por ser éstos los que marcar los derechos y deberes de los usuarios, en el cual se observa la falta de reglas que permitan inspeccionar las redes domiciliarias y reduzcan el consumo de agua.

En el tema sobre fugas, Capítulo cuatro, indico cuales son los sitios donde se presentan y las causas que las generan, también describo algunas características de los accesorios de una instalación domiciliaria.

Muestro en el Capítulo cinco cuales son las actividades que pueden llevar a un ahorro de agua y al final se presentan las conclusiones y recomendaciones, Capítulos seis y siete respectivamente.

ABSTRACT

All the whole world has many problems to carry water to their towns, the Mexico City situation is presented in the Introduction. In order to solve these problems everybody must know how to make the modern distribution systems, this is focused on chapter two. Another important task are the rules for build, maintenance and working, this topic is showed on Chapter three and appendix A, it has some papers of three codes in use actually in Mexico City.

In the topic about leaks, is showed what are the places where they are located and the causes that produce them. Also it describes some characteristics about the accessories of houses' network.

Chapter five is focused on the activities that can save water; and finally conclusions and recommendations.

INTRODUCCIÓN

En todo el Mundo se afrontan serios problemas para dotar de agua a su población, y más aun, cuando se trata de agua potable. El problema del suministro de agua se agudiza debido a que el proporcionar el servicio no sólo involucra aspectos técnicos y económicos, sino también la escasez de este recurso. El agotamiento de las fuentes de abastecimiento y la degradación de la calidad de agua, como consecuencia de la sobreexplotación y la creciente disposición de desechos en dichas fuentes, han obligado a utilizar fuentes cada vez más lejanas de los centros poblacionales, incrementando los correspondientes problemas de costo. Para dar una idea de la problemática a la que se enfrenta México se presenta enseguida el diagnóstico y el plan de acciones realizado por Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica; se selecciona este caso en particular por ser el que muestra de una manera clara los problemas que se deben afrontar para brindar el servicio de agua potable.

Diagnóstico y plan de acciones de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica

ABASTECIMIENTO DE AGUA

Desde el año de 1994 el abastecimiento total de agua al Distrito Federal ha fluctuado entre 34 m³/s y 37 m³/s, de los cuales cerca de 15 m³/s los proporciona la Gerencia de Aguas del Valle de México (GAVM) y el resto, unos 22 m³/s, proviene de fuentes propias. Durante lo que va del año 1998, el gasto total ha sido de 34.5 m³/s (se observa que las fuentes de abastecimiento propias ya no son suficientes y que se debe recurrir a fuentes externas).

El 67% del caudal suministrado proviene de las fuentes subterráneas, extraído a través de 856 pozos, 53 % del acuífero del Valle de México y 14 % del acuífero del Valle Lerma; en tanto, que el caudal restante se aprovecha de fuentes superficiales: 3 % de manantiales ubicados en la región poniente y sur de la ciudad y 30 % del sistema Cutzamala, de donde el agua tiene que vencer un desnivel de 1200 metros y conducirse 127 kilómetros para llegar a la Ciudad de México (se identifica otro problema más; el vencer un desnivel implica bombeo, lo que incrementa considerablemente los costos de operación y mantenimiento).

El caudal captado se transporta a través de 521 kilómetros de líneas de conducción y acueductos, de 297 tanques de almacenamiento, con capacidad conjunta de 1700 millones de litros, de donde se distribuye a los usuarios mediante 949 kilómetros de red primaria y más de 115 000 kilómetros de red secundaria. Adicionalmente, se utilizan 285 plantas de bombeo para dotar de agua a los habitantes de las partes altas.

Para mantener una calidad adecuada en el suministro, se utilizan 16 plantas potabilizadoras con capacidad conjunta de 1900 litros por segundo, de las cuales 11 operan a pie de pozo; además se cuenta con 356 dispositivos de cloración distribuidos en el sistema. La verificación de la calidad del agua se efectúa mediante constantes inspecciones sanitarias a las instalaciones del sistema y un programa permanente de monitoreo, el cual comprende la realización de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, así como lecturas de cloro (si se compara la cantidad conjunta con el suministro se obtiene un déficit de agua potabilizada).

Si se considera una población de 9 millones de habitantes, se obtiene que se entrega a la red el equivalente a 331 litros/habitante/día, los cuales se distribuyen aproximadamente de la siguiente forma:

37 % Fugas de la red ¹	122	1/hab/día
16 % Comercio, industria y servicios:	52	1/hab/día
47 % Consumo doméstico:	157	1/hab/día
TOTAL	331	1/hab/día

Esta dotación puede considerarse satisfactoria en promedio; sin embargo, existen varios problemas que complican la situación:

- a) La sobreexplotación del acuífero (que actualmente sobrepasa los 10 m³/s) produce un abatimiento promedio del nivel estático del orden de 0.5 - 2.0 m al año, dependiendo de la zona, y hundimientos del terreno que en algunas partes alcanzan los 40 cm/año.
- b) La distribución de la dotación total es muy variable, de tal forma que en algunas partes de delegaciones como Iztapalapa solo alcanzan unos 100 l/hab/día, mientras que en el poniente se estima que se entregan un promedio de 450 l/hab/día.

Existen problemas importantes de calidad del agua que se extrae del acuífero (particularmente de la zona sureste del valle) y estos problemas pueden aumentar si no se controlan las descargas de contaminantes al acuífero y se evita la sobreexplotación del mismo.

Programa de acciones

Como se comentó anteriormente, el déficit actual en el abastecimiento de agua potable sobrepasa los 10 m³/s, de tal forma que las acciones que se han planteado deben llevar a eliminar este déficit y proporcionar agua potable a los nuevos demandantes. En este sentido, las acciones necesarias pueden sintetizarse en:

- 1) Reducir el índice de fugas en un 15 % con lo que se recuperarán unos 5 m³/s.
- 2) Sustituir el uso de agua potable por agua tratada en todos los casos en que no se requiere de la primera (riego e industria principalmente), con lo que se lograrían ahorros que se estiman en unos 2 m³/s.
- 3) Para cubrir el resto del déficit será necesario tratar agua negra hasta tener un efluente que permita al menos inyectarla al acuífero cumpliendo con las normas correspondientes.

Dada la dificultad práctica de realizar inmediatamente estas acciones, en lo que sigue se plantean con mayor detalle un programa de acciones a corto, mediano y largo plazo.

¹ En este rubro están incluidas también las tomas clandestinas.

Acciones a corto plazo.

Para incrementar la entrega de agua en el sureste del D. F., se instalarán 13 plantas potabilizadoras en esa zona, con una capacidad de 780 l/s.

Se habilitarán 28 pozos de los que se espera una producción de 1000 l/s

Se incrementará la eficiencia de otros 49 pozos, con lo que se espera recuperar un caudal de 700 l/s.

Se adecua la operación de la red de distribución buscando disminuir las altas presiones en la zona poniente (con lo cual se disminuyen las fugas y desperdicios en la red y tomas domiciliarias) y recuperar gastos que pueden ser aprovechados en el sur-oriente.

Se continúa e intensifican los programas de reparación de fugas.

Se fomenta la utilización de agua de lluvia, el reúso en los domicilios, los comercios y la industria, la infiltración de agua captada en los techos.

Se trabaja en el revestimiento del túnel de la 3a. etapa del Acueducto Perimetral.

Se fomenta el uso de agua residual tratada para satisfacer demandas que no requieren de agua potable.

Se desarrollarán estudios para la inyección de agua potable al acuífero.

Acciones a mediano plazo

El déficit en la disponibilidad de agua, que se manifiesta principalmente en la sobreexplotación del acuífero, tendrá que ser cubierto mediante un uso más eficiente del recurso, entendiéndose por ello no solo evitar el desperdicio dentro de las casas, sino disminuir significativamente las fugas en la red de distribución y aprovechar la disponibilidad de agua residual, tratándola adecuadamente para aprovecharla en usos que no requieren agua potable e inclusive desarrollar procedimientos de tratamiento que permitan inyectarla al acuífero.

En tanto las acciones relativas a la reparación de fugas y el reúso del agua no permitan recuperar caudales significativos, será necesario incrementar el abastecimiento desde el Cutzamala con el reforzamiento de las fuentes de la 3a. etapa y el desarrollo de la 4a.

En relación con las fugas, además de continuar con la reparación de fugas visibles, se desarrollarán programas considerando diversos enfoques, como por ejemplo:

- Analizar todos los datos obtenidos de la medición a los usuarios en coordinación con la Gerencia de Aguas del Distrito Federal.

- Controlar y medir estableciendo "distritos piezométricos" en donde se midan las entradas y las salidas por la red y los volúmenes entregados a los usuarios, con objeto de contabilizar gastos recuperados mediante la reparación de fugas.

-Realizar los procedimientos de detección con base en mediciones piezométricas y en los reportes diarios de la población.

-Llevar a cabo los procedimientos y estrategias de reparación.

-Calibrar los métodos de simulación de la red de distribución para contar con herramientas que permitan redistribuir adecuadamente presiones y caudales en la red.

Para el aprovechamiento del agua residual se instrumentarán diversos programas, dentro de los que destacan:

Establecer un censo para definir todos los usuarios que no requieren agua potable y se realizarán las acciones necesarias para abastecerlos de agua tratada.

Incrementar los programas de inyección de agua tratada al acuífero para alcanzar caudales significativos; para ello será necesario desarrollar investigaciones y experimentaciones sobre procedimientos de potabilización a partir de agua residual.

Investigar todas las descargas de contaminantes que puedan llegar al acuífero y diseñar los requisitos y procedimientos de tratamiento (se considerarán tanto las descargas industriales como las domésticas de los sitios que no cuentan con drenaje).

Adicionalmente, se adecuarán los programas de autorización de factibilidad de acuerdo con programas de uso del suelo claramente establecidos.

Acciones a largo plazo

Las acciones a largo plazo estarán dirigidas a optimizar el uso del agua potable evitando desperdicios por fugas en la red de distribución y en las instalaciones intradomiciliarias. Incluyen la terminación del Acueducto Perimetral que permitirá una mejor distribución del agua entregada a los usuarios y un mejor control de presiones en la red, facilitando con ello el control de las fugas.

Independientemente de continuar con las acciones de corte y mediano plazo, deberán culminarse otras acciones dentro de las que destacan:

Contar con programas calibrados para simular el efecto de cualquier acción de operación en la distribución de presiones y caudales en la red primaria.

Asimismo, tener calibrados los programas de simulación de los acuíferos situados al sur de la Sierra de Guadalupe, de tal forma que se puedan conocer los efectos en el nivel freático y en los hundimientos de cualquier acción sobre el mismo.

Continuar con el programa de cierre de pozos en correspondencia con la recuperación de caudales que se logre con otras acciones y con base en los modelos de simulación de la distribución de flujos y caudales.

RESUMEN

En todo el Mundo se afrontan serios problemas para dotar de agua potable a su población, como un ejemplo, presento el caso de la Ciudad de México, en la Introducción donde se pueden conocer las acciones a corto, mediano y largo plazo del Plan de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica y donde se puede observar que no existe una tarea específica que involucre a los domicilios. Para dar solución a éstos se debe conocer como están constituidos los sistemas de distribución actuales, los cuales abordo en el Capítulo dos, además muestro también los empleados en los aviones por ser estos diseñados bajo un concepto de control y minimización del uso de agua. En el Capítulo tres y Anexo A comento las normas que rigen su construcción, mantenimiento y operación, que contiene algunos artículos de tres reglamentos vigentes en el Distrito Federal por ser éstos los que marcar los derechos y deberes de los usuarios, en el cual se observa la falta de reglas que permitan inspeccionar las redes domiciliarias y reduzcan el consumo de agua.

En el tema sobre fugas, Capítulo cuatro, indico cuales son los sitios donde se presentan y las causas que las generan, también describo algunas características de los accesorios de una instalación domiciliaria.

Muestro en el Capítulo cinco cuales son las actividades que pueden llevar a un ahorro de agua y al final se presentan las conclusiones y recomendaciones, Capítulos seis y siete respectivamente.

ABSTRACT

All the whole world has many problems to carry water to their towns, the Mexico City situation is presented in the Introduction. In order to solve these problems everybody must know how to make the modern distribution systems, this is focused on chapter two. Another important task are the rules for build, maintenance and working, this topic is showed on Chapter three and appendix A, it has some papers of three codes in use actually in Mexico City.

In the topic about leaks, is showed what are the places where they are located and the causes that produce them. Also it describes some characteristics about the accessories of houses' network.

Chapter five is focused on the activities that can save water; and finally conclusions and recommendations.

INTRODUCCIÓN

En todo el Mundo se afrontan serios problemas para dotar de agua a su población, y más aun, cuando se trata de agua potable. El problema del suministro de agua se agudiza debido a que el proporcionar el servicio no sólo involucra aspectos técnicos y económicos, sino también la escasez de este recurso. El agotamiento de las fuentes de abastecimiento y la degradación de la calidad de agua, como consecuencia de la sobreexplotación y la creciente disposición de desechos en dichas fuentes, han obligado a utilizar fuentes cada vez más lejanas de los centros poblacionales, incrementando los correspondientes problemas de costo. Para dar una idea de la problemática a la que se enfrenta México se presenta enseguida el diagnóstico y el plan de acciones realizado por Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica; se selecciona este caso en particular por ser el que muestra de una manera clara los problemas que se deben afrontar para brindar el servicio de agua potable.

Diagnóstico y plan de acciones de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica

ABASTECIMIENTO DE AGUA

Desde el año de 1994 el abastecimiento total de agua al Distrito Federal ha fluctuado entre 34 m³/s y 37 m³/s, de los cuales cerca de 15 m³/s los proporciona la Gerencia de Aguas del Valle de México (GAVM) y el resto, unos 22 m³/s, proviene de fuentes propias. Durante lo que va del año 1998, el gasto total ha sido de 34.5 m³/s (se observa que las fuentes de abastecimiento propias ya no son suficientes y que se debe recurrir a fuentes externas).

El 67% del caudal suministrado proviene de las fuentes subterráneas, extraído a través de 856 pozos, 53 % del acuífero del Valle de México y 14 % del acuífero del Valle Lerma; en tanto, que el caudal restante se aprovecha de fuentes superficiales: 3 % de manantiales ubicados en la región poniente y sur de la ciudad y 30 % del sistema Cutzamala, de donde el agua tiene que vencer un desnivel de 1200 metros y conducirse 127 kilómetros para llegar a la Ciudad de México (se identifica otro problema más; el vencer un desnivel implica bombeo, lo que incrementa considerablemente los costos de operación y mantenimiento).

El caudal captado se transporta a través de 521 kilómetros de líneas de conducción y acueductos, de 297 tanques de almacenamiento, con capacidad conjunta de 1700 millones de litros, de donde se distribuye a los usuarios mediante 949 kilómetros de red primaria y más de 115 000 kilómetros de red secundaria. Adicionalmente, se utilizan 285 plantas de bombeo para dotar de agua a los habitantes de las partes altas.

Para mantener una calidad adecuada en el suministro, se utilizan 16 plantas potabilizadoras con capacidad conjunta de 1900 litros por segundo, de las cuales 11 operan a pie de pozo; además se cuenta con 356 dispositivos de cloración distribuidos en el sistema. La verificación de la calidad del agua se efectúa mediante constantes inspecciones sanitarias a las instalaciones del sistema y un programa permanente de monitoreo, el cual comprende la realización de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, así como lecturas de cloro (si se compara la cantidad conjunta con el suministro se obtiene un déficit de agua potabilizada).

Si se considera una población de 9 millones de habitantes, se obtiene que se entrega a la red el equivalente a 331 litros/habitante/día, los cuales se distribuyen aproximadamente de la siguiente forma:

37 % Fugas de la red ¹	122	1/hab/día
16 % Comercio, industria y servicios:	52	1/hab/día
47 % Consumo doméstico:	157	1/hab/día
TOTAL	331	1/hab/día

Esta dotación puede considerarse satisfactoria en promedio; sin embargo, existen varios problemas que complican la situación:

- a) La sobreexplotación del acuífero (que actualmente sobrepasa los 10 m³/s) produce un abatimiento promedio del nivel estático del orden de 0.5 - 2.0 m al año, dependiendo de la zona, y hundimientos del terreno que en algunas partes alcanzan los 40 cm/año.
- b) La distribución de la dotación total es muy variable, de tal forma que en algunas partes de delegaciones como Iztapalapa solo alcanzan unos 100 l/hab/día, mientras que en el poniente se estima que se entregan un promedio de 450 l/hab/día.

Existen problemas importantes de calidad del agua que se extrae del acuífero (particularmente de la zona sureste del valle) y estos problemas pueden aumentar si no se controlan las descargas de contaminantes al acuífero y se evita la sobreexplotación del mismo.

Programa de acciones

Como se comentó anteriormente, el déficit actual en el abastecimiento de agua potable sobrepasa los 10 m³/s, de tal forma que las acciones que se han planteado deben llevar a eliminar este déficit y proporcionar agua potable a los nuevos demandantes. En este sentido, las acciones necesarias pueden sintetizarse en:

- 1) Reducir el índice de fugas en un 15 % con lo que se recuperarán unos 5 m³/s.
- 2) Sustituir el uso de agua potable por agua tratada en todos los casos en que no se requiere de la primera (riego e industria principalmente), con lo que se lograrían ahorros que se estiman en unos 2 m³/s.
- 3) Para cubrir el resto del déficit será necesario tratar agua negra hasta tener un efluente que permita al menos inyectarla al acuífero cumpliendo con las normas correspondientes.

Dada la dificultad práctica de realizar inmediatamente estas acciones, en lo que sigue se plantean con mayor detalle un programa de acciones a corto, mediano y largo plazo.

¹ En este rubro están incluidas también las tomas clandestinas.

Acciones a corto plazo.

Para incrementar la entrega de agua en el sureste del D.F., se instalarán 13 plantas potabilizadoras en esa zona, con una capacidad de 780 l/s.

Se habilitarán 28 pozos de los que se espera una producción de 1000 l/s

Se incrementará la eficiencia de otros 49 pozos, con lo que se espera recuperar un caudal de 700 l/s.

Se adecua la operación de la red de distribución buscando disminuir las altas presiones en la zona poniente (con lo cual se disminuyen las fugas y desperdicios en la red y tomas domiciliarias) y recuperar gastos que pueden ser aprovechados en el sur-orienté.

Se continúa e intensifican los programas de reparación de fugas.

Se fomenta la utilización de agua de lluvia, el reúso en los domicilios, los comercios y la industria, la infiltración de agua captada en los techos.

Se trabaja en el revestimiento del túnel de la 3a. etapa del Acueducto Perimetral.

Se fomenta el uso de agua residual tratada para satisfacer demandas que no requieren de agua potable.

Se desarrollarán estudios para la inyección de agua potable al acuífero.

Acciones a mediano plazo

El déficit en la disponibilidad de agua, que se manifiesta principalmente en la sobreexplotación del acuífero, tendrá que ser cubierto mediante un uso más eficiente del recurso, entendiéndolo por ello no solo evitar el desperdicio dentro de las casas, sino disminuir significativamente las fugas en la red de distribución y aprovechar la disponibilidad de agua residual, tratándola adecuadamente para aprovecharla en usos que no requieren agua potable e inclusive desarrollar procedimientos de tratamiento que permitan inyectarla al acuífero.

En tanto las acciones relativas a la reparación de fugas y el reúso del agua no permitan recuperar caudales significativos, será necesario incrementar el abastecimiento desde el Cutzamala con el reforzamiento de las fuentes de la 3a. etapa y el desarrollo de la 4a.

En relación con las fugas, además de continuar con la reparación de fugas visibles, se desarrollarán programas considerando diversos enfoques, como por ejemplo:

-Analizar todos los datos obtenidos de la medición a los usuarios en coordinación con la Gerencia de Aguas del Distrito Federal.

-Controlar y medir estableciendo "distritos piezométricos" en donde se midan las entradas y las salidas por la red y los volúmenes entregados a los usuarios, con objeto de contabilizar gastos recuperados mediante la reparación de fugas.

-Realizar los procedimientos de detección con base en mediciones piezométricas y en los reportes diarios de la población.

-Llevar a cabo los procedimientos y estrategias de reparación.

-Calibrar los métodos de simulación de la red de distribución para contar con herramientas que permitan redistribuir adecuadamente presiones y caudales en la red.

Para el aprovechamiento del agua residual se instrumentarán diversos programas, dentro de los que destacan:

Establecer un censo para definir todos los usuarios que no requieren agua potable y se realizarán las acciones necesarias para abastecerlos de agua tratada.

Incrementar los programas de inyección de agua tratada al acuífero para alcanzar caudales significativos; para ello será necesario desarrollar investigaciones y experimentaciones sobre procedimientos de potabilización a partir de agua residual.

Investigar todas las descargas de contaminantes que puedan llegar al acuífero y diseñar los requisitos y procedimientos de tratamiento (se considerarán tanto las descargas industriales como las domésticas de los sitios que no cuentan con drenaje).

Adicionalmente, se adecuarán los programas de autorización de factibilidad de acuerdo con programas de uso del suelo claramente establecidos.

Acciones a largo plazo

Las acciones a largo plazo estarán dirigidas a optimizar el uso del agua potable evitando desperdicios por fugas en la red de distribución y en las instalaciones intradomiciliarias. Incluyen la terminación del Acueducto Perimetral que permitirá una mejor distribución del agua entregada a los usuarios y un mejor control de presiones en la red, facilitando con ello el control de las fugas.

Independientemente de continuar con las acciones de corte y mediano plazo, deberán culminarse otras acciones dentro de las que destacan:

Contar con programas calibrados para simular el efecto de cualquier acción de operación en la distribución de presiones y caudales en la red primaria.

Asimismo, tener calibrados los programas de simulación de los acuíferos situados al sur de la Sierra de Guadalupe, de tal forma que se puedan conocer los efectos en el nivel freático y en los hundimientos de cualquier acción sobre el mismo.

Continuar con el programa de cierre de pozos en correspondencia con la recuperación de caudales que se logre con otras acciones y con base en los modelos de simulación de la distribución de flujos y caudales.

2. SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Para brindar los servicios sanitarios y de agua potable existen diferentes sistemas de distribución de agua potable y recolección de agua servidas. Estos sistemas se pueden separar en dos grupos, los referentes a los edificios y los empleados en los transportes. Una diferencia muy importante entre ambos sistemas es la cantidad de agua con que cuentan para brindar el servicio, mientras en los primeros se cuenta con una cantidad ilimitada, en los segundos no; el límite de la cantidad cambia la perspectiva del problema y hace que los sistemas en los transportes sean más eficientes.

En este capítulo se describen los sistemas domiciliarios y los empleados en los aviones, como los representativos del área del transporte.

2.1 TIPOS DE ABASTECIMIENTO

La alimentación de agua potable a una vivienda se puede realizar mediante un depósito (alimentación por gravedad), o por medio de la red de distribución (alimentación directa o a presión), en algunos casos se combinan estas dos maneras de alimentación (alimentación mixta, ver la figura 3), a continuación se describen brevemente los sistemas mencionados.

Si bien, los sistemas de alimentación directos son más fáciles de construir y más económicos, la mayoría de los usuarios se inclinan por los primeros, debido a que las interrupciones del servicio y bajas presiones en las redes de distribución son muy frecuentes.

Alimentación por gravedad

Este sistema cuenta con un depósito (tinaco) el cual es alimentado directamente por la red de distribución. Por lo general este depósito se localiza en la planta superior. Para controlar el flujo del tinaco cuenta con una válvula de flotador, cuando el nivel del agua desciende, también lo hace la palanca del flotador y abre la entrada de alimentación, que vuelve a cerrar cuando el agua alcanza, dentro del depósito, una determinada altura.

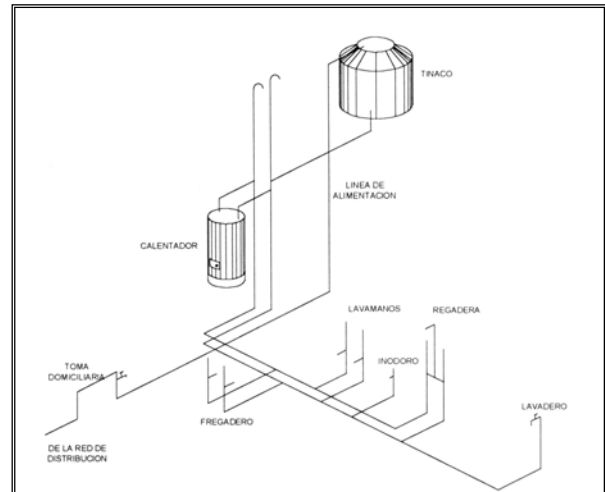


Figura 1. Abastecimiento por gravedad.

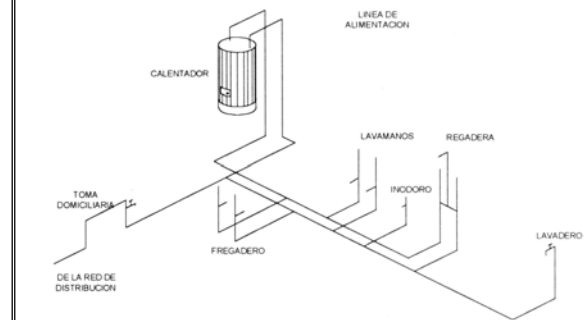


Figura 2. Abastecimiento directo.

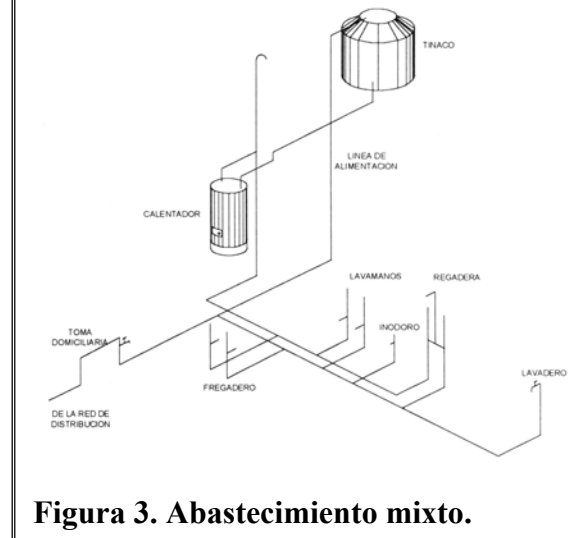


Figura 3. Abastecimiento mixto.

El tinaco abastece a la casa de agua. Generalmente desde las proximidades de su base parten dos tuberías: una alimenta las llaves de agua fría y los depósitos de los inodoros, y la otra va al depósito de agua caliente; ambas deben de contar con llaves que permitan interrumpir el suministro en caso de ser necesaria una reparación, ver la figura 1.

Este sistema tiene la ventaja de garantizar el suministro gracias al agua almacenada en el depósito en caso de interrumpirse el suministro de agua potable a la vivienda desde la red de distribución.

Alimentación directa.

En este caso el suministro de agua fría a las llaves y depósitos de los servicios se efectúa directamente de la línea de alimentación. El agua caliente parte de un calentador que es alimentado desde la toma domiciliaria, ver la figura 2.

2.2 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y SISTEMA SANITARIO EN UN AVIÓN.

Si bien cada modelo de avión tiene sistemas de distribución y recolección de aguas usadas particulares, para conocer los elementos que los conforman se describe brevemente uno de ellos.

La figura siguiente muestra un esquema de las partes que componen el sistema de distribución de agua potable y el sistema sanitario.

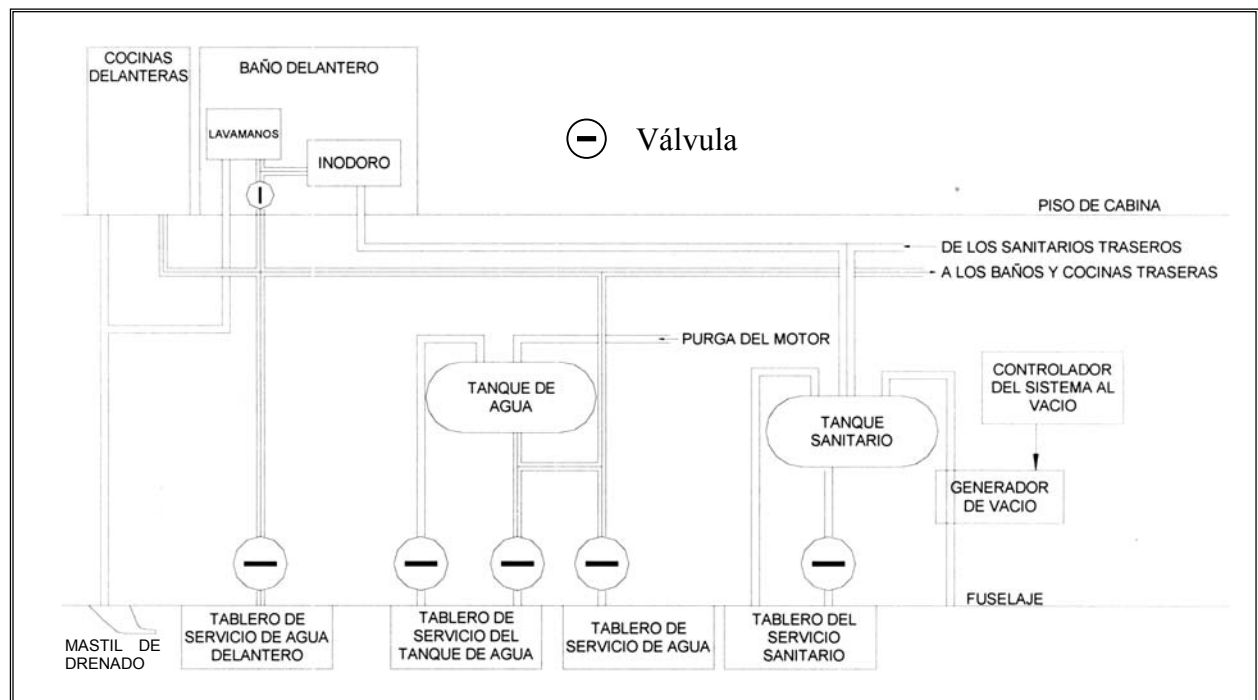


Figura 4. Diagrama general de agua potable y sanitario de un avión.

El sistema está formado por tres subsistemas: agua potable, agua de desperdicio y el sistema sanitario, el primero suministra el agua a las cocinas y lavamanos de un tanque a través de un sistema de distribución, el cual se presuriza por aire tornado del suministro del motor; el

segundo es un sistema que incluye el drenaje de los lavamanos y de los lavabos de cocina que son evacuados al exterior por los mástiles de drenaje (operación que se realiza en tierra). El último de los sistemas es el recolector de agua de desperdicio proveniente de los inodoros, para lograr la evacuación cuenta con un sistema de drenado al vacío, cabe aclarar que todos los sistemas son vigilados y controlados por medio de dispositivos en un tablero.

El sistema del agua potable esta formado por los siguientes elementos:

Almacenaje.

El agua potable se almacena en un tanque de fibra de vidrio plástico reforzado para soportar una presión de hasta 1.75 kg/cm^2 , con una capacidad de 200 litros, ver figura 5 y fotografía 1.

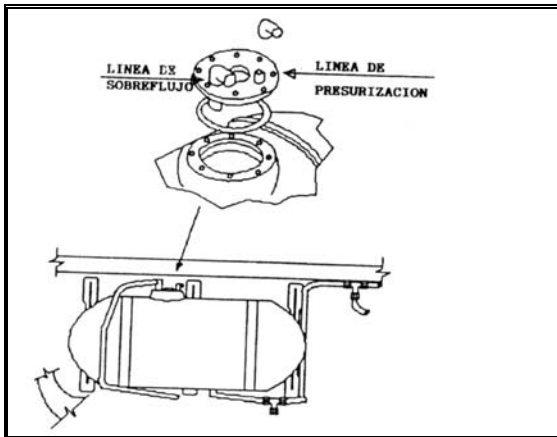
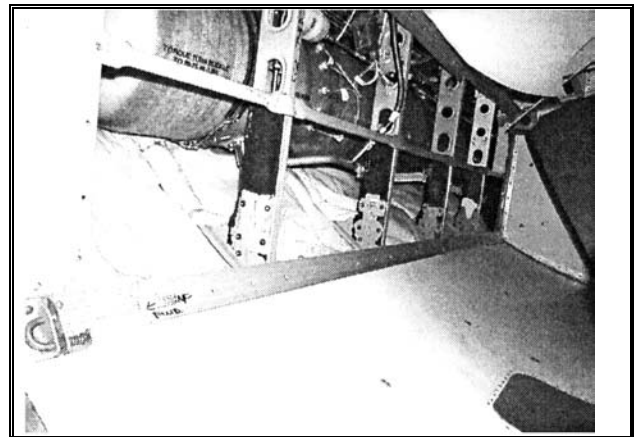


Figura 5. Tanque de agua.



Fotografía 1. Tanques de agua.

Presurización.

El sistema se presuriza con aire comprimido de las líneas cruzadas del aire suministrado por el motor, en tierra además se puede presurizar por medio de un compresor externo.

Distribución

El agua potable del depósito es distribuida a los baños y cocinas por medio de líneas de distribución que corren por debajo del piso del compartimento de pasajeros, estas líneas están cubiertas, algunas aisladas y otras están aisladas y son calentadas.

Suministro disponible

El suministro de agua a los baños y cocinas puede ser evitado en cualquier momento, por medio de una válvula de corte manual (ver figura 6). Lo que permite aislar al mueble que sufre un desperfecto y seguir brindando servicio sin mayores dificultades hasta que se solucione la avería y el mueble entre otra vez en operación.

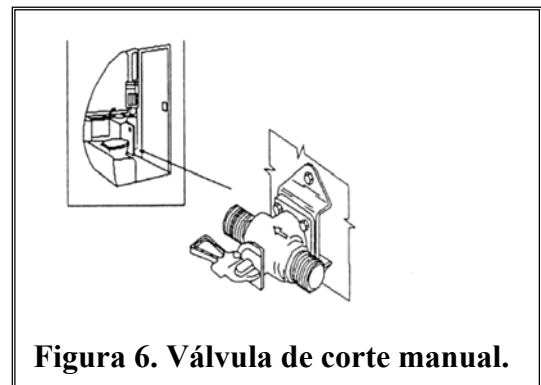


Figura 6. Válvula de corte manual.

Calentamiento

El calentamiento del agua de los baños se realiza por medio de un calentador que esta instalado dentro del gabinete del lavamanos, ver figura 7 y fotografía 2. La temperatura es

controlada por medio de un termostato, el cual permite entregar el agua a una temperatura predeterminada, cuenta además con un dispositivo de seguridad que impide que el agua exceda los $60 \pm 5^\circ\text{C}$, otro elemento de seguridad es el "interruptor de rearmado" el cual se acciona cuando el agua alcanza la temperatura máxima y que impide que el calentador funcione hasta que el instrumento sea revisado y el interruptor se vuelva a accionar manualmente.

Otras de las características de los calentadores son:

1.5 litros de capacidad.

Rango de temperatura 45°C a 48°C

Limite de temperatura $60 \pm 5^\circ\text{C}$

Limite de presión 2.59 kg/cm^2

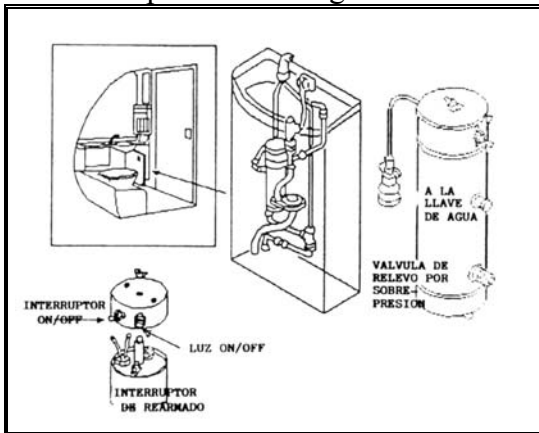


Figura 7. Calentador de agua.



Fotografía 2. Calentador de agua.

Abastecimiento

El abastecimiento de agua se lleva a cabo a través de la válvula de carga-drenado. El drenado del tanque puede ser de manera automática o manual.

Drenaje

La operación de drenaje se lleva a cabo por medio de la válvula de carga-descarga y dos válvulas motorizadas de drenado que usa el mismo control manual que el de la operación de abastecimiento. La operación manual se lleva a cabo accionando cada válvula con las manos.

Control del sistema de agua potable.

El avión cuenta con diferentes tableros que sirven para vigilar y controlar el funcionamiento del sistema de agua potable, a continuación se esquematiza solamente el tablero de control del indicador de nivel (ver figura 8) y se describe brevemente su funcionamiento.

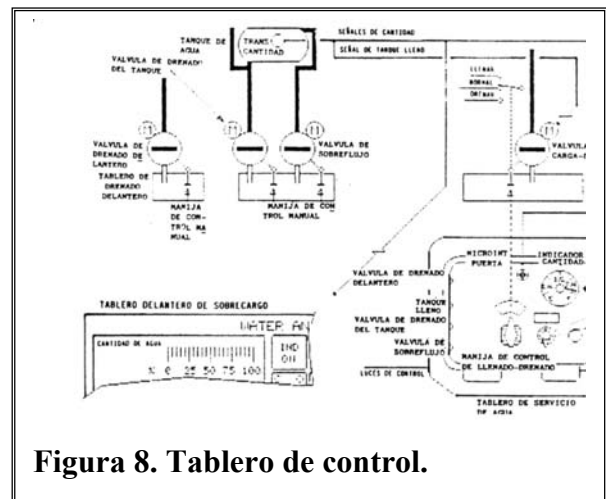


Figura 8. Tablero de control.

El sistema de indicación de cantidad proporciona una identificación visual de cuanta agua se dispone en el tanque.

Cuando el transmisor de cantidad, ver figura 9, detecta un nivel bajo, desactiva el sistema de calentamiento de agua, en los lavabos. Cuando el transmisor detecta un nivel alto cierra la válvula de llenado-drenado.

El sistema de alimentación de agua potable esta completamente controlado además para dar mayor facilidad en las actividades de mantenimiento el sistema cuenta con unidades reemplazables, como las que se pueden observar en las figuras 10 y 11.

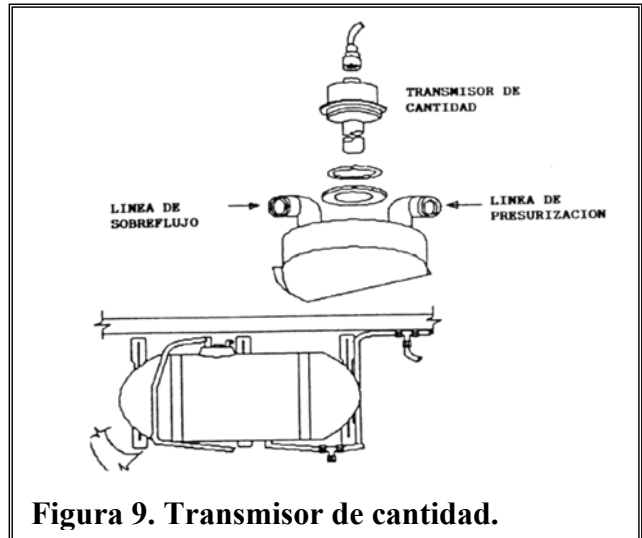
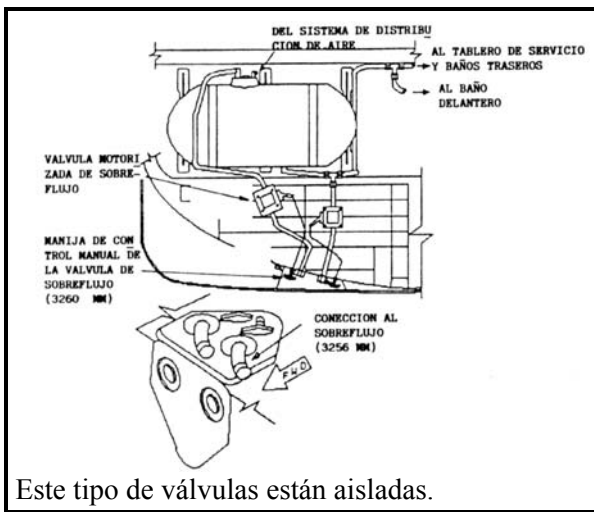


Figura 9. Transmisor de cantidad.



Este tipo de válvulas están aisladas.

Figura 10. Válvula de drenado del tanque de agua y válvula de sobreflujo.

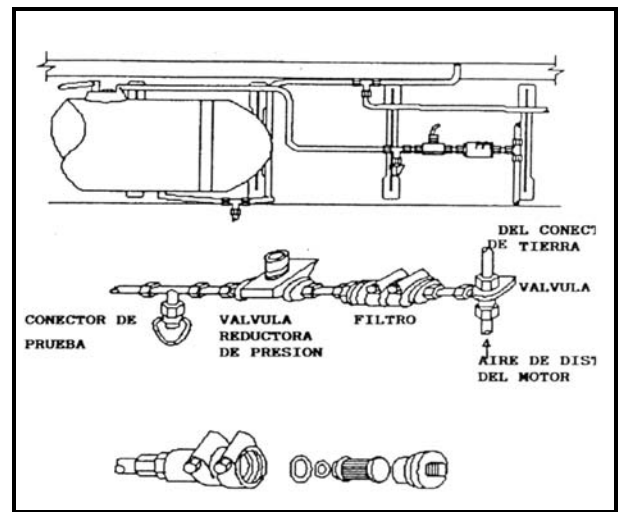


Figura 11. Válvula reductora de presión, filtro y válvula conmutadora.

Dentro de los sistemas de distribución de agua y recolección destacan, para este trabajo, los sistemas sanitarios, que básicamente son de dos tipos; los que trabajan por succión (vacío) y los de recirculación del flujo limpiador (mezcla de agua y antiséptico).

A continuación se describen los dos sistemas.

Sistema de vacío

La figura 12 muestra de manera esquemática los elementos que lo componen. A continuación, de manera resumida, se describe el funcionamiento del inodoro del sanitario, ver figura 13 y fotografía 3. La limpieza y enjuague son

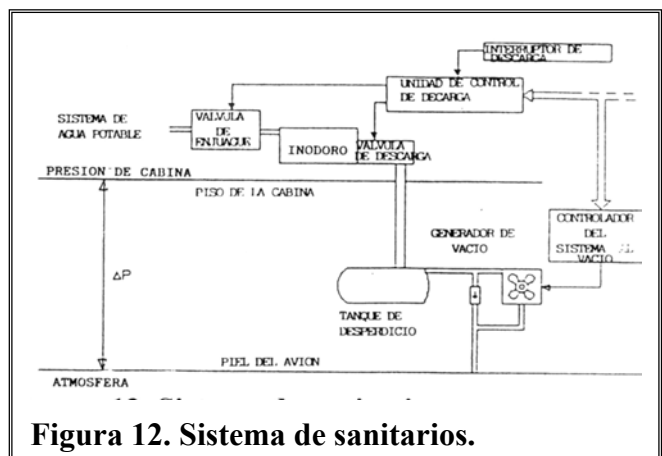


Figura 12. Sistema de sanitarios.

controlados por la unidad de control de limpieza cuando se presiona el interruptor respectivo. La válvula del agua se abre para enjuagar la taza. La válvula de limpieza abre por 4 segundos para evacuar los desperdicios, tan pronto como se inicia el ciclo de limpieza, la unidad de control de limpieza inhibe otros ciclos de limpieza por aproximadamente 15 segundos en otros inodoros. Una válvula antisifón, ver figura 14, permite que el agua fluya solamente en la dirección del drenaje, una válvula de corte manual, ver figura 14, sirve de apoyo al sistema y se usa en caso de falla de la válvula de limpieza.

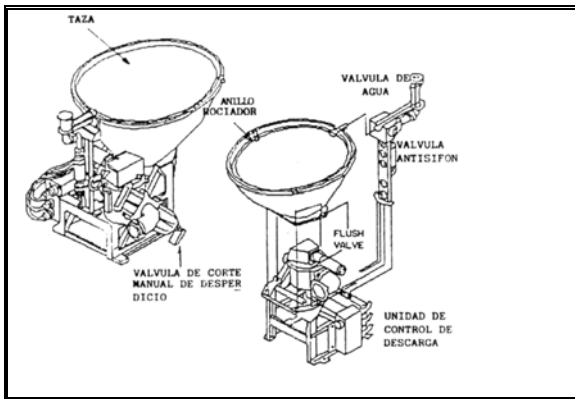
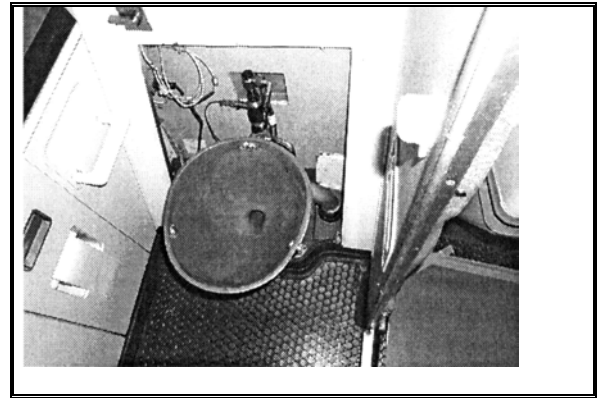


Figura 13. Taza del sanitario.



Fotografía 3. Taza del sanitario.

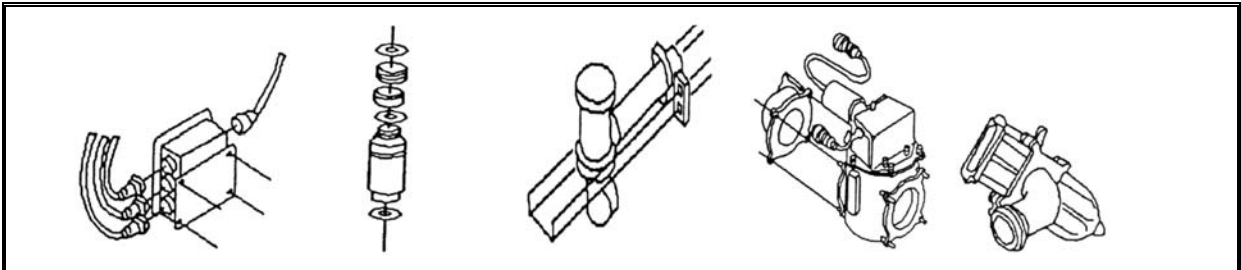


Figura. 14. Detalle de algunas piezas de la taza. Unidad de control de descarga, válvula antisifón, válvula de agua, válvula de descarga y válvula manual de corte de desperdicios respectivamente.

Cuando se opera el interruptor de limpieza de la letrina, la unidad de control de limpieza manda una señal al controlador del sistema de vacío (CSV), este dependiendo de la señal del interruptor de presión de altitud, operara o no el generador de vacío (el generador de vacío operara del nivel de tierra a 4876 m durante el ascenso o abajo de 3658 m durante el descenso).

Los desperdicios son llevados al tanque debido al diferencial de presión. En el tanque de desperdicios, un transmisor de nivel manda un serial del contenido de desperdicios al tablero delantero de sobrecargos y permite que VSC pare la operación del sistema del inodoro en caso de una señal de nivel lleno (la capacidad del tanque de desperdicios es de 170 litros).

Sistema sanitario de recirculación

Tanque de desperdicios del sanitario.

El tanque de desperdicios del sanitario esta construido de fibra de vidrio moldeada como una sola unidad para eliminar las grietas. La válvula de drenaje esta situada en el punto mas bajo del fondo del tanque. En su parte superior, el tanque tiene fija una cubierta de acero

inoxidable. El conjunto de la taza esta montado sobre el tanque, al igual que los conjuntos de la válvula de drenaje y bomba motor, ver fotografía 4.



Fotografía 4. Tanque de desperdicios del sanitario.

Conjunto de la taza del sanitario

El conjunto de la taza del sanitario esta construido de acero inoxidable, bien pulido para asegurar una buena limpieza durante el ciclo de lavado, la taza en la parte inferior, tiene soldado un arillo rociador para lavar con agua filtrada y a presión, la cual sale en forma de remolino. La sección embisagrada en la parte inferior de la taza impide que el contenido de la taza salpique o se salga. Si ocurre una falla en el mecanismo, la sección embisagrada, puede forzarse hacia atrás fuera de la salida de la taza, pudiéndose usar el sanitario sin la operación de lavado, hasta que la falla se arregle.

Válvula de drenaje del sanitario

El sanitario cuenta con una válvula de drenaje en la cubierta del tanque, normalmente cerrada contra su asiento en el fondo del tanque. La válvula esta conectada a un cable de control que se extiende desde la válvula hasta la jaladera en el tablero de servicio. Al jalar el cable, la válvula abre, permitiendo que todos los desperdicios acumulados en el tanque sean expulsados a través de una salida de 4 pulgadas. La válvula es de hule y de forma esférica y su asiento en el fondo del tanque es metálico. El resorte de la válvula esta completamente cubierto por una pieza flexible de hule para evitar falla en el cierre de la válvula.

Filtro, bomba y motor

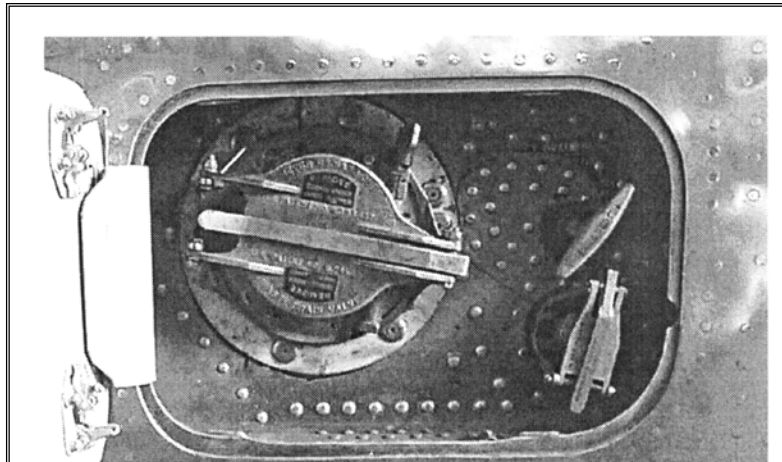
Cada tanque cuenta con un motor de corriente alterna, una bomba de tipo impulsor y un filtro de discos que no necesita lavarse. El motor impulsa a la bomba a través de un acoplamiento directo y mueve al filtro a través de una reducción de engranes. El filtro se compone de discos de acero inoxidable intercalados entre ellos unas hojas limpiadoras estacionarias de teflón. La bomba entrega agua filtrada al arillo rociador, para el lavado de la taza en cada ciclo de limpieza.

Cuando se oprime el botón de lavado se enciende la bomba gracias a un temporizador, la bomba extrae el líquido de las aguas negras del tanque, a través del filtro rotativo para la taza. El líquido entra a la taza bajo presión por el arillo de rociado, el cual le da movimiento en

remolino durante el ciclo de lavado, el tiempo de lavado dura aproximadamente 15 segundos, el temporizador desconecta el motor y el agua se drena hacia dentro del tanque.

Tablero de servicio del agua de desperdicio

Los tableros de servicio del agua de desperdicio, están localizados en el lado izquierdo del fuselaje. Cada sanitario cuenta con una conexión para el lavado y llenado del tanque de desperdicios, una salida de drenaje de aguas negras, además de ventilación e interruptor de control, ver fotografía 5.



Fotografía 5. Tablero de servicio del agua de desperdicio.

3 NORMATIVIDAD

Cuando se va a realizar una actividad donde se involucra varios participantes se debe establecer cuáles son las reglas que rigen el comportamiento de cada uno, con el fin de que la actividad se desarrolle de la mejor manera posible, por lo que se hace necesario conocer cuál es el estado actual que guardan las normas referentes al tema en estudio, sin olvidar que éstas no deben ser permanentes y que deben reflejar el desarrollo del saber humano. A continuación se comentan algunos artículos de reglamentos relativos a los sistemas de distribución, desagüe de aguas servidas y al uso eficiente. Se seleccionaron estos artículos para mostrar que se debe trabajar en la reglamentación para que ella sirva de guía para minimizar las fugas en las redes domiciliarias y optimizar el agua. En el anexo A se puede consultar todos los artículos comentados y otros relativos al tema en estudio.

3.1. REGLAMENTO DE INGENIERÍA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS.

El artículo 3 nos muestra el primer enlace entre el usuario y el prestador del servicio de agua potable y alcantarillado, este artículo no debería ser un requisito más sino una línea de comunicación para ambas partes

El artículo 51 habla de la calidad, cantidad y presión suficientes, pero ¿se sabe a ciencia cierta cuál es la calidad, cantidad y presión adecuada para cubrir una necesidad?. Así por ejemplo basta con observar a dos o más personas lavar un vaso y constatar que el volumen empleada por cada una de ellas es diferente.

Los artículos 62 y 63 indican que muebles y accesorios sanitarios deben existir, pero no se dan mayores detalles de las características que deben cumplir estos.

El artículo 73 habla de las pendientes de las tuberías de descarga de aguas servidas, implicando que la descarga sea por gravedad, y no se menciona que la descarga puede ser de otro tipo.

3.2 REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.

El título quinto nos indica que la dotación mínima por vivienda debe ser de 150 l/hab/día, también en observación a este reglamento cabe también la pregunta ¿esta es la cantidad mínima para satisfacer todas las necesidades?, recordando que según el diagnóstico de la DGCOH en Iztapalapa se tiene una dotación de 100 l/hab/día.

En ese mismo apartado se indica que para cubrir las necesidades de riego se debe tomar una dotación de 5 l/m²/día, pero como se sabe la cantidad para riego depende de varios factores, por ejemplo, del tipo de cultivo; de la temperatura, etc.

El artículo 83 marca que tipo de muebles deben existir como mínimo en una vivienda, pero tampoco ofrece más detalles de éstos.

El artículo 150 menciona que se debe contar con una cisterna en el caso de que la red de distribución tenga presiones menores de 10 mca. Las normas deben llevar a un estado de mejora y no deben, en ningún caso, permitir que un problema generado por el mal diseño o

funcionamiento de la red tenga que ser resuelto por los usuarios; como es el caso del artículo 150.

El artículo 152 indica los materiales que se pueden emplear en las instalaciones. Como se sabe constantemente surgen diferentes materiales en el mercado algunos brindan mayores ventajas que sus predecesores, pero otros no, por lo que es necesario que las autoridades realicen pruebas a todos los nuevos productos y se indiquen en las normas cuales son los que se pueden emplear.

Si bien el artículo 154 indica algunas características que deben tener de los accesorios de las instalaciones y se limita el gasto de éstos, debería de hacer una distinción entre los muebles que utilizan un determina volumen de agua (las tinas, lavadoras, etc.) en los que no importa cual es el gasto, por que el usuario los emplea hasta que se cuente con el volumen que desea.

El artículo 155 habla de dos aspectos muy importantes: el tratamiento y el reúso, aunque solo a nivel de factibilidad, y solo es aplicable a un grupo en especial.

Si bien el artículo 156 menciona que deben existir alcantarillados del tipo separado, sólo es aplicable a un sector de la población y no al total.

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

El artículo 7 muestra la magnitud del problema de la escasez del agua y menciona cuales son las prioridades si este problema se presenta.

El artículo 24 marca la obligación de mantener en condiciones adecuadas a las instalaciones y el artículo 29 menciona que el usuario será sancionado en caso contrario.

Si bien el artículo 25 fijan las descargas de los excusados, mingitorios y el de las llaves, tampoco hace distinción entre los muebles que ocupan un volumen y en el que no importa el gasto con que se alimenta al mismo mueble, por ejemplo las lavadoras.

El artículo 26 muestra que para abarcar a los usuarios que ya contaban con sus instalaciones antes de la entrada en vigor del reglamento, el Departamento será el encargado de la sustitución de muebles o instalación de aditamentos sanitarios. En este artículo se deberían de dar incentivos para captar la participación de los usuarios y poder lograr con ello que la sustitución de muebles o instalación de aditamentos se realiza lo más pronto posible.

El artículo 30 prohíbe el uso de manguera para el lavado de vehículos y vía pública, no debería prohibir el uso de la manguera, sino recomendar el volumen para el lavado.

El artículo 31 prohíbe el uso de agua potable en los procesos de compactación, riego de parques y jardines públicos, así como de campos deportivos. Si se prohíbe el uso en los jardines y parques públicos, ¿se puede hacer esta prohibición extensiva a los jardines particulares?.

El artículo 34 indica que los tinacos, cisternas y tanques deben ser lavados periódicamente, pero no se indica cual debe ser el periodo.

El artículo 87 establece que se debe realizar un estudio cuantitativo de los usos si los consumos promedio por departamento son superiores a los 200 m³, y este deberá ser realizado por el usuario. Este artículo es aplicable solamente para edificios en condominio y renta. Bajo esta idea, se puede establecer un criterio para realizar inspecciones a los usuarios.

4 FUGAS

Al igual que las redes de distribución de agua potable, las instalaciones intradomiciliarias tampoco están exentas de fugas, es más, éstas se presentan no tan solo en la red de distribución domiciliaria sino también en los accesorios o muebles de la vivienda. A continuación se describen las causas que provocan fugas en el interior de los domicilios.

4.1 FUGAS EN TUBOS

Las principales causas de fugas en los tubos de una instalación domiciliaria se describen a continuación.

Material defectuoso.

Cuando las tuberías no son fabricadas bajo los controles de calidad adecuados, se puede estar generando un producto defectuoso, que seguramente generará problemas en la instalación, por lo que es necesario, antes de la instalación, que se compruebe la calidad del material a emplear.

Presión excesiva.

Una elevada presión en las tuberías puede causar la ruptura de las tuberías. Esto puede ocurrir donde la presión del agua de alimentación es demasiado elevada. La presión se puede reducir mediante los aparatos denominados reductores de presión.

Movimiento de un edificio.

Los movimientos pueden ser generados por asentamientos diferenciales, a la expansión o contracción debida a los cambios de temperatura. No es posible prever la magnitud de estos movimientos ni donde ocurrirán.

Dilataciones térmicas de los tubos.

Se requiere tener en cuenta las dilataciones por temperatura para las tuberías de distribución de agua caliente o vapor, por ejemplo, un tubo de hierro en el cual la temperatura pase de 10° a 80° C, se dilata un milímetro por cada metro, aproximadamente. Para evitar las rupturas de tuberías por esta razón se deben emplear juntas de dilatación para tramos muy largos.

Las abrazaderas de sostén de estas tuberías deben soportar, sin bloquear a los tubos, es decir, que se permita un desplazamiento.

Alrededor de tuberías de agua caliente empotradas será necesario dejar un pequeño espacio, lo cual se puede lograr envolviendo a la tubería con cartón ondulado, de modo que el concreto no lo bloquee.

Hielo.

Al congelarse el agua aumenta su volumen, generando presiones considerables que pueden producir la rotura de la tubería.

Este peligro subsiste solamente para las tuberías en las que el agua pueda permanecer detenida aun por breve tiempo. Si el agua circula en el tubo, el peligro de la congelación está evitado.

Para impedir posibles averías en las tuberías, es aconsejable provocar en las mismas una corriente continua de agua dejando por ejemplo, abierta una llave de servicio.

El medio más seguro de eliminar este peligro es el recubrir cuidadosamente con material adecuado las tuberías instaladas al aire libre o en locales muy fríos.

Golpe de ariete.

Se generan sobrepresiones por efecto del paro brusco de la corriente en un tubo. La fuerza viva del líquido en movimiento se transforma en esfuerzo de dilatación el cual repercutiendo en las paredes de los tubos, los deteriora (para mayor información ver "Applied Hydraulic Transients", Chaudry M Hanif).

Uno de los elementos que más fácilmente genera el paro brusco de la corriente es una llave de salida con cierre automático de muelle.

La solución en este caso es la de eliminar todas las llaves de cierre rápido, y allí donde éste debe ser automático adoptar llaves especiales, que normalmente los constructores fabrican, provistos de dispositivos que retrasan el cierre, haciéndolo gradual y lento.

También se pueden instalar reductores de presión o bien amortiguadores.

Corrosión

Se puede definir a la corrosión como el ataque ejercido por el medio ambiente sobre un objeto que lo daña y que provoca un funcionamiento incorrecto y en casos extremos puede llegar a destruirlo por completo. Existen diversas causas que aceleran este proceso, así como técnicas para la prevención o retardo de la corrosión

En un sistema de distribución de agua potable la corrosión se presenta principalmente en las cercanías de las uniones de dos metales, este proceso adelgaza las paredes de las tuberías y genera fugas de agua.

4.2 FUGA EN LOS MUEBLES.

Los muebles donde se presentan mayor cantidad de fugas son: el fregadero, el lavabo, el lavadero, regadera y excusado, todos excepto el último se controlan por medio de llaves, por lo que en vez de mencionar por sus nombres se refiere a ellos en términos de sus llaves.

4.2.1 Fugas en llaves

Desgaste del empaque, el uso continuo ocasiona que el empaque no cierre correctamente (ver figura 15). Cuando estos desgastes son excesivos provocan pequeños huecos por donde se escapa el

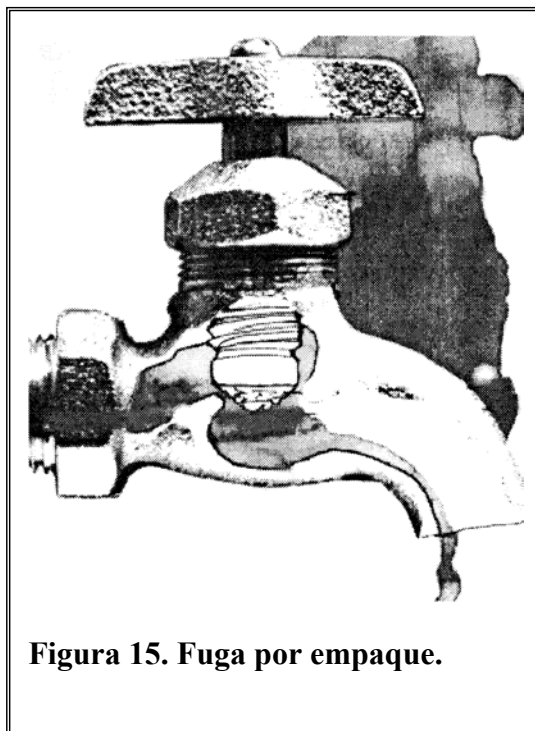


Figura 15. Fuga por empaque.

agua, manifestándose en un goteo continuo de la llave.

Este tipo de fugas son las más frecuentes en las llaves, y su reparación es relativamente sencilla, si el usuario cuenta con la herramienta básica y el empaque.

Otra parte que cuenta con empaques es el vástago, que al igual que el empaque de cierre sufre desgaste por el abrir y cerrar de las llaves, provocándose una fuga por la fisura además el vástago cuenta con una guarnición, que lo rodea, el cual en ocasiones se puede perder.

4.2.2 Fugas en el inodoro

Fuga por el rebosadero. Si el nivel del agua supera el rebosadero el agua se empieza a fugar; ver figura 16 esto puede deberse a que el flotador tenga una perforación y el agua ha invadido su interior lo que impide el cierre de la válvula de alimentación.

Fuga por la "pera". Cuando la pera o cono no asientan correctamente, o existe una fisura en estos, el paso del agua será continuo.

Fuga por el orificio de entrada de agua a la caja. El orificio por donde llega el agua al depositar tiene un empaque que rodea el tubo y sella con la caja, cuando el empaque se deteriora, no sella correctamente y hay fugas de agua por el orificio.

Fuga por la válvula del flotador. Al igual que las llaves, las válvulas cuentan con empaques como elemento obturador, cuando estos son la unión, o bien, cuando se desgastan generan pequeños orificios por donde el agua escapa.

Fugas en la taza. Estas fugas ocurren cuando la caja del excusado no asienta bien sobre la taza y el agua se fuga por la unión, o bien, cuando la taza se encuentra en desnivel con respecto al piso de baño, provocando que el agua se fugue por la base.

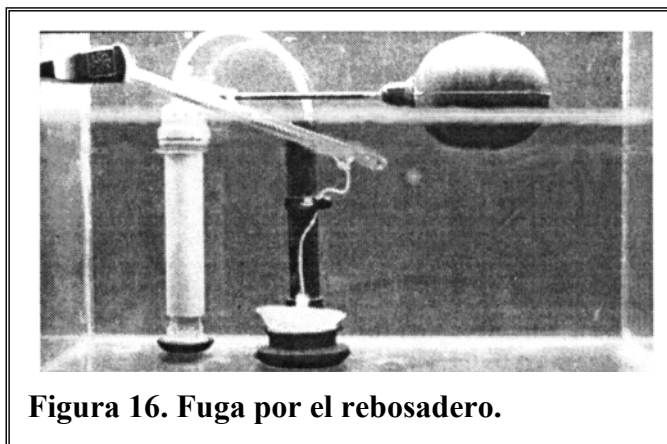


Figura 16. Fuga por el rebosadero.

4.3 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN

En este capítulo se describen los elementos de una instalación de distribución de agua, pero como existe una variedad muy grande de modelos y tipos, se procurará concentrarse en aquellos aspectos que se consideran más importantes, y cuyo conocimiento sea más interesante desde un punto de vista práctico.

Válvulas

Las válvulas que se intercalan a lo largo de las tuberías para interrumpir la corriente de agua de un tramo al siguiente de la misma tubería, o para cortar el suministro de agua a un aparato. Las válvulas cuya misión es abrir o cerrar el paso de fluido se llaman llaves; así, por ejemplo, es más común decir llave de paso que válvula de paso. Lo más frecuente es que no se hagan distinciones y se emplean como sinónimos.

Las válvulas que están colocadas en los extremos de las tuberías se llaman también llaves o grifos.

Atendiendo a los diferentes tipos de sistemas de cierre, las válvulas pueden clasificarse como de:

Asiento.

Asiento inclinadas.

Compuerta

Esfera.

Escuadra.

Macho cónico.

Válvulas de asiento. En la figura 17 se representan dos válvulas de asiento. Este tipo de válvula se distingue por que el cierre se realiza mediante una especie de pistón que se apoya sobre el asiento de paso, o sea, sobre los bordes del agujero. En el comercio se encuentran válvulas de asiento de aspecto externo muy diferente, sobre todo en lo que se refiere el sistema de accionamiento, pero el funcionamiento es similar a todas ellas, en la figura 18 se muestra un dibujo seccionado de una válvula de asiento que tiene pistón de cierre de diseño especial.

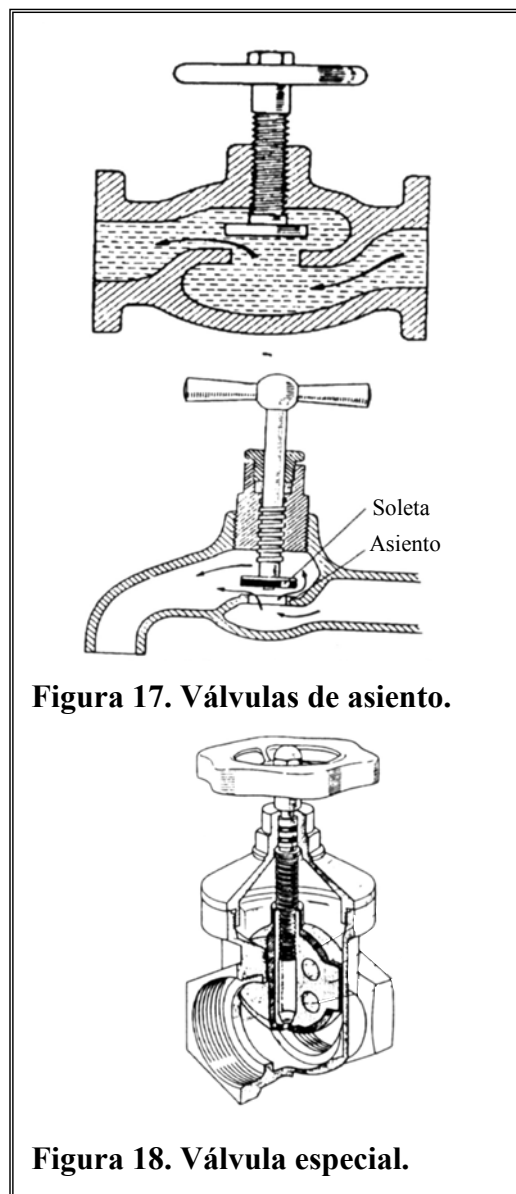


Figura 18. Válvula especial.

Las características principales de estas válvulas son las de proporcionar un cierre hermético y su facilidad de manejo; en cambio, tienen el inconveniente de ocasionar una considerable pérdida de carga, debido a que el agua cambia de dirección al pasar por la válvula; además, si se usan muy a menudo, es necesario cambiar periódicamente el empaque o pastilla del pistón. A pesar de todo son las más usadas en instalaciones corrientes.

Válvulas de asiento inclinado. Se llaman válvulas de asiento inclinadas a las dispuestas como la que se muestra en la figura 19, con el fin de resolver un problema que tienen precisamente las válvulas mencionadas en el apartado anterior. En estas válvulas, la posición inclinada de los elementos de cierre, permite un paso más directo del fluido; y en consecuencia las pérdidas de carga son menores. Por esto, las válvulas de paso directo se recomiendan especialmente para las columnas y derivaciones.

Válvulas de compuerta. En las válvulas de compuerta, ver figura 20, el elemento de cierre es una compuerta en forma de cuña que al descender ajusta perfectamente entre dos planos inclinados, impidiendo así el paso de líquido. El mando de la compuerta se consigue mediante un vástago roscado solidario a ella, el cual es accionado desde la parte exterior por medio de un volante.

Con respecto a las válvulas de asiento, las válvulas de compuerta tienen la ventaja de que el cierre se produce perpendicularmente a la tubería y por ello no obliga a un cambio de dirección del líquido a su paso por la válvula, como ocurre en las de asiento. Esta particularidad hace también que las pérdidas de carga sean menores. En cambio, el rozamiento de la compuerta y la presión que el líquido ejerce sobre ella hacen que para abrir y cerrar la válvula se necesita un mayor esfuerzo, característica que tiene importancia en las válvulas de tamaño considerable.

En la práctica, las válvulas de compuerta suelen recomendarse para su empleo en condiciones de caudales grandes, pero siempre y cuando no sea menester usarlas con frecuencia. Por lo contrario no se recomiendan para conducciones de aguas que produzcan incrustaciones, porque éstas dificultan el cierre, sobre todo teniendo en cuenta que en estas válvulas ya es bastante difícil de lograr un cierre hermético ni siquiera recurriendo a sistemas mecánicos de accionamiento.

Válvulas de mariposa. En éstas el elemento de cierre está constituido por una pancha instalada en el centro de la tubería y montada en un eje giratorio; el cierre o apertura se lleva a cabo girando la citada plancha, ésta se ajusta al asiento y obtura completamente el paso, como se aprecia en la figura 21. En cambio en posición abierta deja pasar prácticamente todo el caudal. En general, estas válvulas se utilizan para conducciones de considerable caudal y dé baja presión.

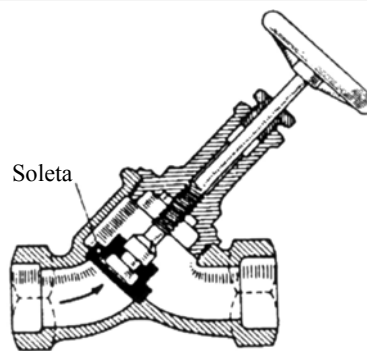


Figura 19. Válvula de asiento inclinado.

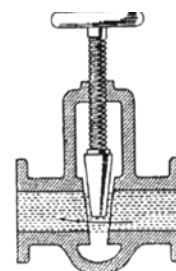


Figura 20. Válvula de compuerta.

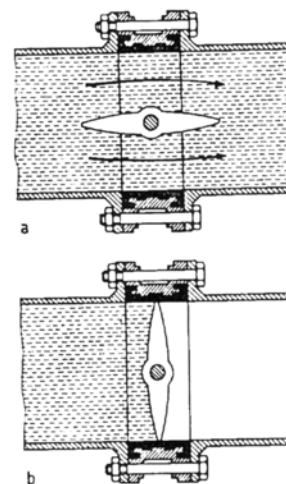


Figura 21. Válvula de mariposa.

Válvulas de esfera o de bola. Se llaman válvulas de esfera o de bola aquellas cuyo elemento de cierre es una esfera con un orificio cilíndrico. Esta esfera va colocada en el interior de la válvula de manera que puede girar; cuando el orificio queda orientado paralelamente al eje de la conducción, el agua puede circular normalmente, ver figura 22; en cambio si se hace girar la esfera hasta la posición representada en la figura 23, la esfera obtura totalmente el paso del fluido. En la figura 24 se muestran algunos modelos de válvulas de esfera para diversas aplicaciones.

Para que el cierre sea hermético, la esfera está instalada muy ajustada entre dos casquillos elásticos, generalmente de teflón. Para abrir o cerrar la válvula basta girar la maneta un cuarto de vuelta.

Las válvulas de esfera son adecuadas tanto para líquidos como para gases, resisten temperaturas y presiones grandes.

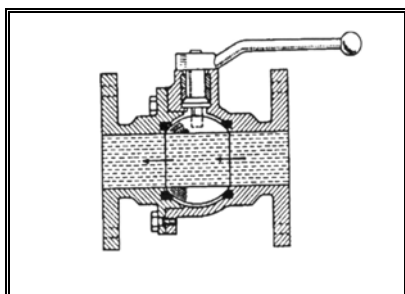


Figura 22. Válvula de bola.

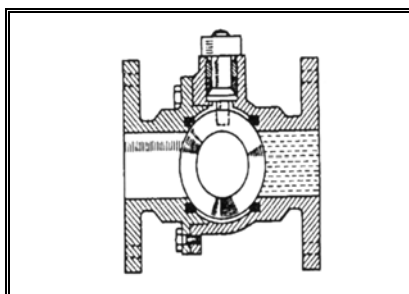


Figura 23. Válvula de bola, cerrada.

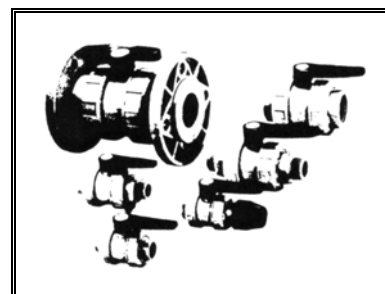


Figura 24. Válvulas de bola.

Válvulas de escuadra. Como su nombre indica, las válvulas de escuadra son aquellas que están construidas de manera que la tubería de entrada forma un ángulo de 90° con respecto de la tubería de salida, figura 25. El elemento obturador, o sea, la válvula propiamente dicha, puede ser de asiento plano o de esfera, ver figura 26.

Estas válvulas tienen el inconveniente de ocasionar considerables pérdidas de carga, especialmente las de asiento, debido al cambio de dirección del fluido.

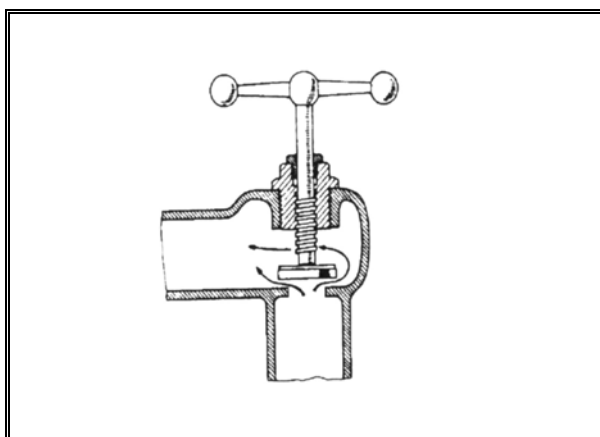


Figura 25. Válvula de escuadra, de asiento plano.

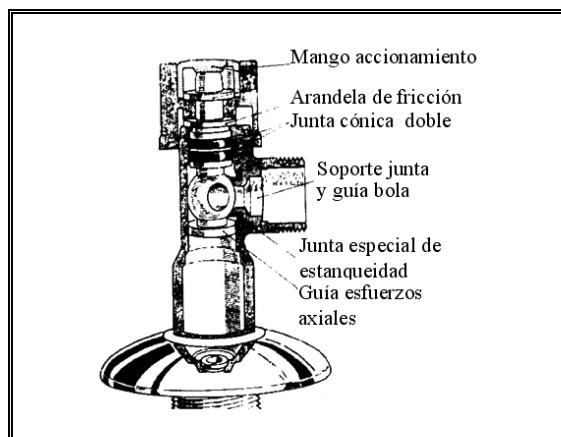


Figura 26. Válvula de escuadra, de esfera.

Válvulas de macho cónico. Las válvulas de macho cónico están constituidas por un cuerpo en el que se ajusta perfectamente una pieza cónica llamada macho, ver figura 27, la cual puede girar al rededor de su eje geométrico.

El macho tiene un agujero transversal que si está alineado con la entrada y salida del fluido, permite el paso de éste. Por el contrario, si se hace girar el macho hasta que el agujero de paso quede en posición transversal, el paso queda cerrado, como puede apreciarse en la figura 27a.

Estas válvulas o llaves se emplean especialmente para gases no siendo frecuente su empleo en instalaciones de agua por dos razones principales: 1) si las aguas son muy calcáreas la llave se agarra enseguida, y 2) el cierre es muy brusco y suele ocasionar golpes de ariete.

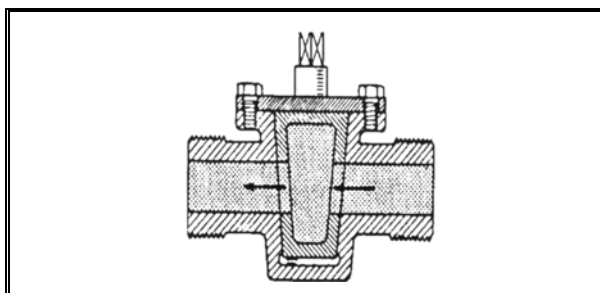


Figura 27. Válvula de macho cónico, abierta.

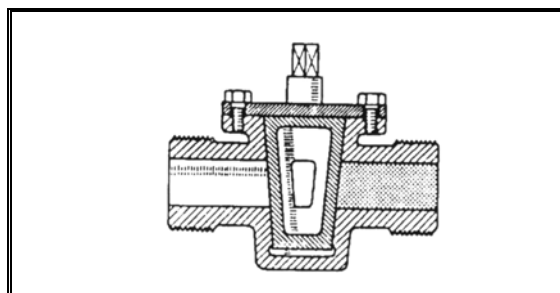


Figura 27a. Válvula de macho cónico, cerrada.

Válvulas de retención. Las válvulas de retención son aquellas que dejan pasar el fluido en una sola dirección, impidiendo el retorno, por cuya razón estas válvulas suelen llamarse también válvulas antiretorno.

El cierre suele producirse de forma automática por la propia acción del líquido sobre el elemento de cierre.

Con relación al principio de funcionamiento puede decirse que hay dos tipos principales de válvulas de retención, que son:

Válvulas de clapeta

Válvulas de esfera o de bola.

Válvulas de clapeta. Las válvulas de clapeta son las más generalizadas y están constituidas por una clapeta o compuerta articulada, ver figura 28, la cual deja pasar el agua cuando circula en el sentido correcto en este caso la que señala la flecha; en cambio en el caso de que cediera presión y se invirtiera el sentido de circulación del líquido, la propia presión del agua empuja a la clapeta aplicándola contra el asiento e impidiendo así que el líquido retroceda.

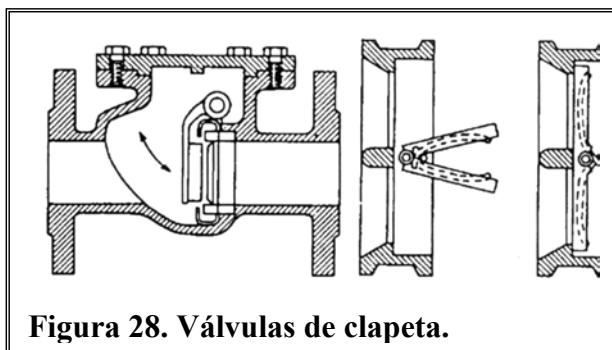


Figura 28. Válvulas de clapeta.

En general, las válvulas de clapeta se usan para instalaciones relativamente pequeñas y tiene el inconveniente de que, al ser de cierre muy rápido, con frecuencia producen golpe de ariete, aun cuando el asiento esté inclinado.

Válvula de esfera. Se llama así porque el elemento de cierre es precisamente una esfera o bola, figura 29. Cuando el líquido circula en dirección normal, la esfera es empujada hacia la cavidad lateral alojándose allí y dejando pasar el líquido. Estas válvulas se emplean para aguas sucias, con barro, fecales, etc.



Figura 29. Válvula de retención de bola.

Otras válvulas de retención

Basadas en los sistemas descritos hay una variedad bastante amplia de válvulas de retención, que se diferencian más que por el sistema de cierre, por la forma del elemento.

Válvulas de membrana. Las válvulas de membrana, figura 30, suelen emplearse en grupos motobombas, electrobombas, etc., y son resistentes a los golpes de ariete.

Válvulas de disco. En estas válvulas el elemento de cierre es similar al de las válvulas de asiento plano. La figura 31 muestra un detalle del disco y su disposición en el interior de la válvula.

Válvulas de venturi. En la figura 32 se muestra una válvula de este tipo, como puede apreciarse el sistema de cierre es muy similar al de esfera, variando la forma del obturador. En estas válvulas el obturador que suele ser de plástico tipo *Delrin* se asienta sobre un anillo tórico de caucho. El cuerpo puede ser de fundición o plástico.

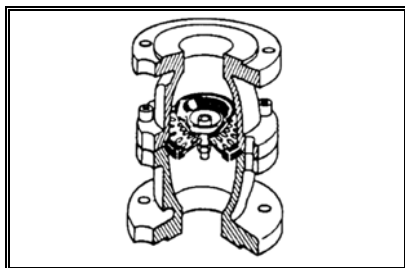


Figura 30. Válvula de membrana.

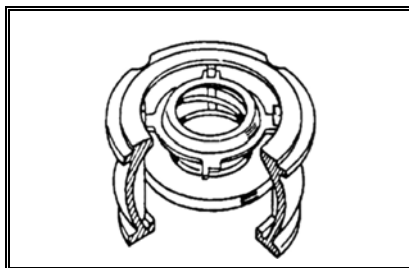


Figura 31. Válvula de disco.

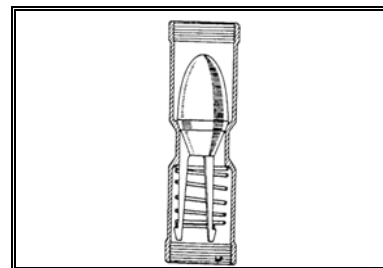


Figura 32. Válvula venturi.

Válvulas combinadas. En la actualidad se construyen también válvulas combinadas, es decir, que llevan incorporados dispositivos para cumplir las funciones de abrir y cerrar el paso de fluido (válvulas de paso) e impedir el retorno del fluido (válvulas de no retorno).

En las figuras se muestran unas válvulas de este tipo y es una combinación de válvula de cierre de esfera y válvula de retención.











La válvula de retención está colocada en el interior de la esfera, de manera que cuando la válvula está cerrada no pasa fluido en ningún sentido. Ahora bien, cuando la válvula está en

posición abierta, el líquido circula en sentido normal, pero la válvula de retención impide el posible retorno.

Estas válvulas son adecuadas, para agua, aire, productos petrolíferos, etc. Pueden funcionar a temperaturas de hasta 95°C de servicio continuo, resistiendo una temperatura máxima de hasta 105°C.

Las válvulas pueden estar construidas de materiales diversos. El cuerpo de la válvula suele ser de una sola pieza fundida de bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales, o plástico, dependiendo de las aplicaciones.

En el comercio existen diferentes tipos de válvulas de retención, lo cual viene a significar que ninguna de ellas es la ideal para todos los casos, y que unas son más adecuadas que otras según la clase y las necesidades de la instalación. La tabla siguiente en la que se indican las recomendaciones de empleo de las válvulas SOCLA, fabricadas por la firma Standard Hidráulica, S.A.

Comportamiento de los diferentes tipos de válvulas	TIPO DE VÁLVULA									
	Con guiado axial posterior al cierre			Con guiado axial anterior al cierre					Membrana	Bola
										
Válvula de retención	Si	Si	Si				Si	Si		Si
Válvula de pie				Si	Si	Si	Si	Si		Si
Funcionamiento en todas las posiciones	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si		Si	
Posición horizontal y vertical										Si
Posición vertical								Si		
Pérdida de carga	Bueno	Excelente	Medio	Excelente	Bueno	Bueno	Bueno	Excelente	Medio	Bueno
Golpe de ariete	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Medio	Bueno	Excelente
Estanqueidad a alta presión	Excelente	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Estanqueidad a baja presión	Excelente	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Medio
Funcionamiento silencioso	Bueno	Bueno	Medio	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Excelente
Temperatura de servicio (°C)	95	110	250	80	80	80	80	110	120	80
Temperatura máxima (°C)	105	205	350	80	80	80	80	110	120	80
Presión atmosférica de servicio	10	16	40	16	10	10	10	10	10	16
Presión máxima	25	40	100	40	16	16	16	16	40	25
Fluidos líquidos y limpios	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Fluidos líquidos cargados										Si
Gas	Si	Si	Si						Si	
Vapor			Si							
Acoplamiento con racores	¼" a 2 ½"	2 ½" a 8"		2¼" a 4"	¾" a 1¼"	¼" a 4"	¼" a 2"		½" a 3"	1" a 3"
Acoplamiento con bridas		50 mm a	15 mm a	50 mm a				125 mm a	40 mm a	50 mm a

		250 mm	100 mm	100 mm			800 mm	200 mm	300 mm
--	--	--------	--------	--------	--	--	--------	--------	--------

Tabla 1. Válvulas comúnmente usadas en instalaciones domiciliarias.

Llaves

En la actualidad, las válvulas que se emplean para controlar y regular la salida de agua en los aparatos sanitarios suelen estar constituidos por más de una llave, e incluso pueden tener incorporados otros dispositivos (una o dos salidas, válvulas termostáticas, etc.) y por ello, es frecuente decir la llave de la ducha, del fregadero, etc. refiriéndose al conjunto de llaves que se instala en cualquier aparato sanitario.

La variedad de llaves, es muy extensa, como ya se ha mencionado, tanto por lo que se refiere a su funcionamiento como a su forma exterior, entre otras cosas porque se han visto siempre muy influenciadas por los diseños de moda, además, de los avances y perfeccionamientos tecnológicos. En el presente apartado se dará una idea general de los modelos más representativos y comunes, así como de sus características más interesantes.

Desde el punto de vista de la función que desempeñan las llaves pueden clasificarse en los dos grupos siguientes:

Las llaves simples.

Las llaves mezcladoras.

Las primeras son aquellas que actúan solamente sobre una tubería ya sea la del agua caliente o del agua fría, pero de forma separada, sin que el agua se mezcle en su interior (ver figura 33).

Las llaves mezcladoras son las que además de permitir la salida del agua, en su interior se mezclan el agua fría con la caliente. La llave mezcladora se muestra en la figura 34.

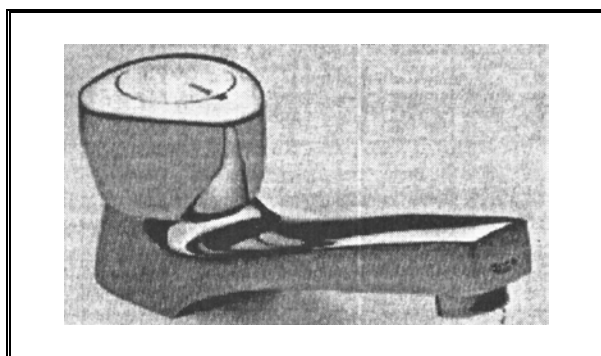


Figura 33. Llave simple.

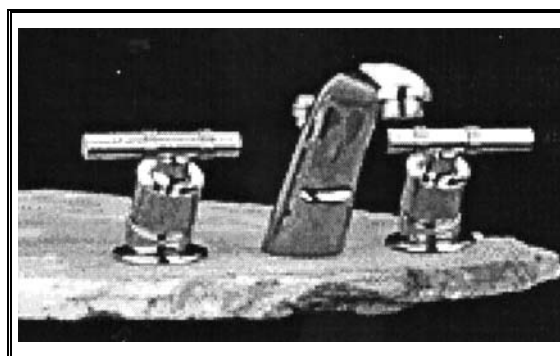


Figura 34. Llave mezcladora.

Llaves simples. Este tipo de llaves tiene su empleo limitado a las siguientes aplicaciones:

Como llaves de paso.

Como llaves simples de lavabo.

Como llaves integrados de bidé.

Como llaves para lavadero.

En la figura 35 se muestra el despiece de una llave simple para utilización como llave de paso en la que pueden apreciarse las piezas que la componen. Al girar la cruceta, la montura descende de manera que el disco o empaque de caucho obtura el paso del líquido. El principio

de funcionamiento es similar al de las válvulas de asiento que se vio anteriormente, las modificaciones afectan principalmente a una mayor suavidad en la apertura y cierre y a un mejoramiento de la estética, basada principalmente en los modernos diseños de la cruceta y del rosetón. En algunos modelos de llaves, el asiento es postizo (roscado) con el fin de poderlo cambiar cuando se desgasta o deteriora.

Llave simple para lavabo. En la figura 36 se muestra un esquema de una llave simple para lavabo donde se pueden ver las piezas que lo componen, así como los detalles de su montaje en el lavabo. Como en la llave anterior, el tipo de cierre es el de asiento plano mediante un disco o empaque que obtura el agujero de paso. Como puede apreciar en el dibujo de la figura 37; el asiento es postizo.

Una llave simple puede dividirse en cuatro partes principales (ver figura 36), el sistema de maniobra compuesto por la cruceta y los elementos de fijación de ésta; el cuerpo de la llave que constituye la parte que hace de soporte; la montura o mecanismo para abrir o cerrar la llave; por último, el sistema de fijación, compuesto por las juntas, tuercas y arandelas que permiten fijar la llave.

En la figura 38 se detalla el sistema de fijación de una llave de repisa para lavabo. Como puede verse está compuesto por dos juntas que aseguran la estanqueidad, una por la parte superior y otra por la parte inferior, una rondana y una tuerca.

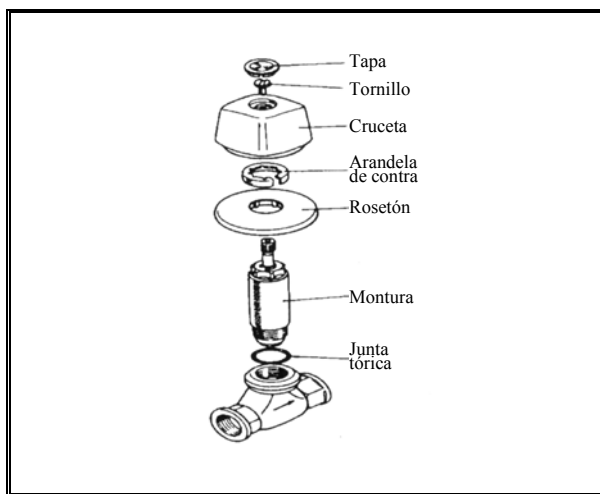


Figura 35. Despieze.

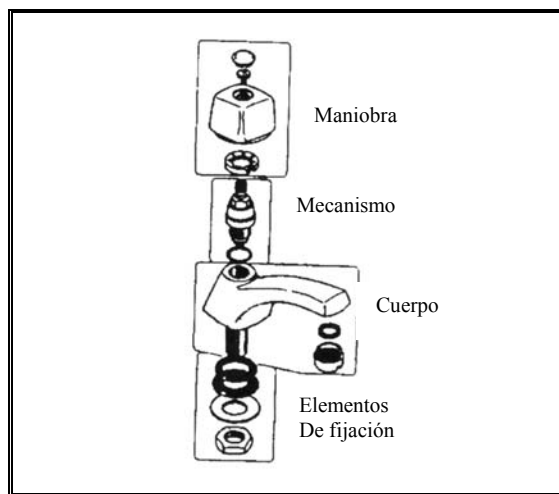


Figura 36. Llave de lavabo.

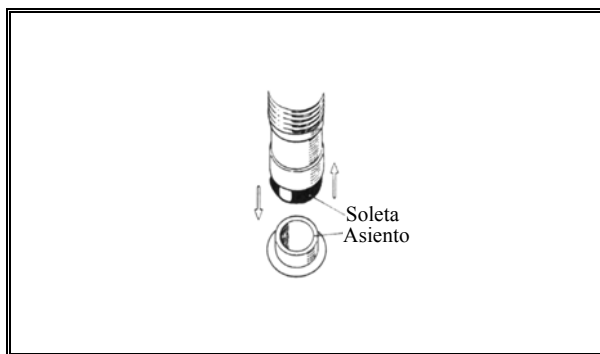


Figura 37. Detalle de la llave de lavabo.

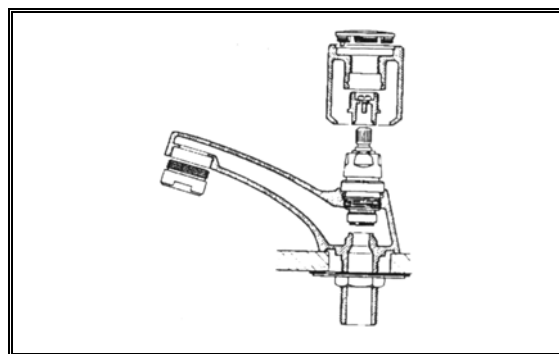


Figura 38. Sistema de fijación.

Las monturas son mecanismos más o menos ingeniosos para lograr que el cierre de la válvula sea perfecto y que su accionamiento sea suave y cómodo. En la figura 39 se muestran tres modelos y en la figura 40 dos dibujos seccionados de dos modelos diferentes en los que se señala cada una de las piezas.

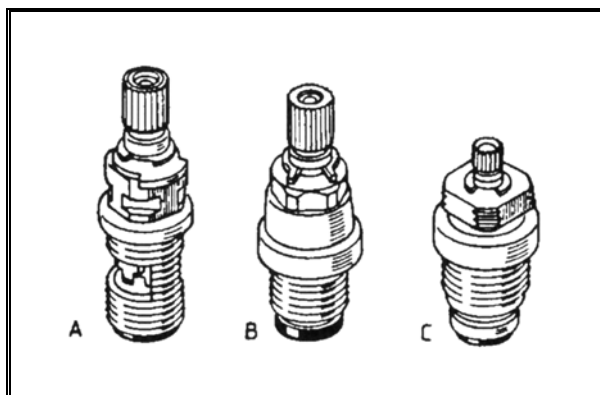


Figura 39. Monturas.

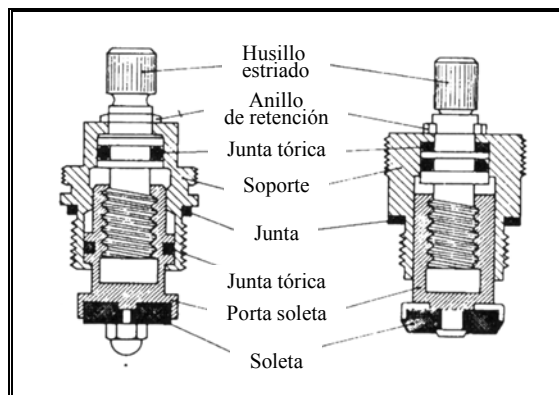


Figura 40. Monturas (seccionadas).

La principal innovación que ofrecen estas monturas con respecto a las llaves convencionales es la de utilizar un husillo no ascendente. Por otra parte, el anillo tórico situado entre el husillo impide el contacto de éste con el agua, por lo que puede decirse que trabaja en seco. En cambio, en la montura B, que no lleva anillo tórico, el agua penetra en el interior de la montura y, por consiguiente, se dice que trabaja en húmedo. Los sistemas de fijación de los empaques (soletas) son muy variados, en la figura 41 se muestra algunos de ellos, consistentes, en un empotramiento del empaque, en un portaempaques, o bien fijadas mediante tornillo.

Las crucetas puede decirse que son las que más frecuentemente cambian de forma o de color, por ser las que están más sometidas a los influjos de la moda y de la estética, los sistemas de fijación más corrientes de la cruceta al husillo son por encaje a presión, mediante tornillo o mediante índice de arrastre y funda, ver figura 42.

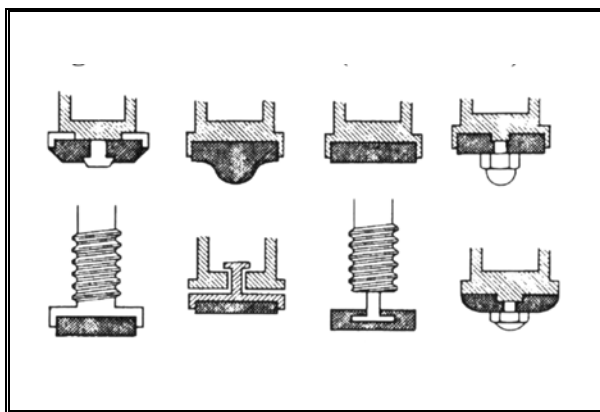


Figura 41. Sistemas de fijación de empaques.

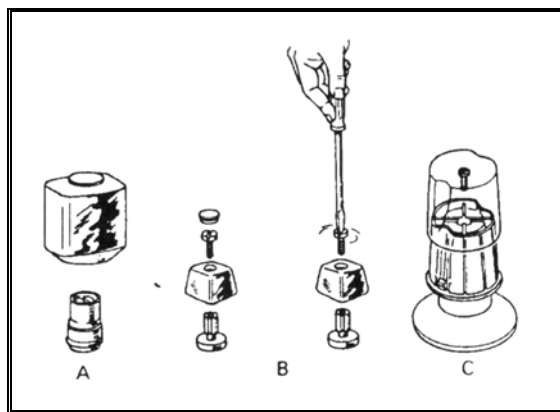


Figura 42. Sistemas de fijación para crucetas.

Llaves mezcladoras. En principio, la alimentación de agua fría y caliente a los aparatos sanitarios se hacía por medio de dos llaves independientes, o sea, mediante llaves sencillas, hasta que aparecieron las llaves mezcladoras.

Las llaves mezcladoras son las que, además de regular el caudal de agua mezclan agua fría con caliente. Para ello disponen de dos entradas, una para agua fría y otra para agua caliente y una salida única. La regulación del caudal puede realizarse de varias formas.

Las llaves más corrientes, además de vistas o empotradas, pueden ser de varios tipos, tales como:

Monobloque.
Monomando.
Termostáticas.

Llaves monobloque. Se llama llaves monobloque aquellas en que los mandos y la tubería de salida forman un solo cuerpo, como la mostrada en la figura 33.

Llaves monomando. Se denominan, aquellas llaves que tienen un solo mando mediante el cual se regula el caudal y la mezcla de agua. En la figura 43 se muestra un mezclador monomando para bidé. Desplazando hacia la izquierda o hacia la derecha se consigue una mezcla más caliente o más fría, y desplazándola hacia abajo o hacia arriba se regula el caudal. En figura 44 se presentan un dibujo de una llave monomando de fregadero indicando las posiciones de abierto, cerrado, agua caliente, etc.

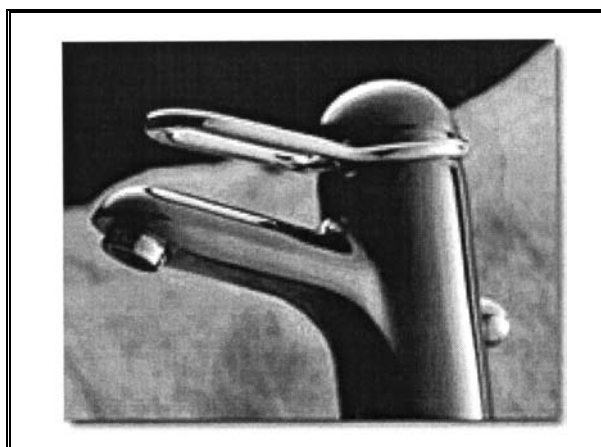


Figura 43. Llave monomando.

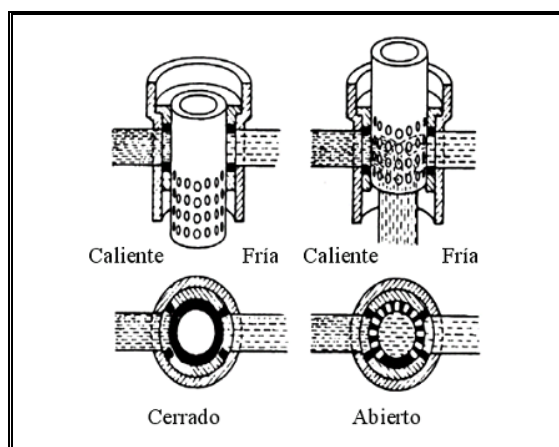


Figura 44. Funcionamiento de una llave mezcladora.

En este tipo de llaves, los sistemas de abrir y cerrar los orificios por los que pasa el agua generalmente tienen los siguientes funcionamientos:

Mediante un émbolo que se desplaza y gira en el interior de un cilindro guía cuando se acciona hacia arriba o hacia abajo la palanca de mando, ver figura 44.

Por el sistema de esfera generalmente de acero, que se acciona por la palanca mando a través de una leva y que tapa o descubre la entrada de agua caliente, ver figura 45.

Por medio de un sistema de discos metálicos o de cerámica que se deslizan uno sobre otro abriendo o cerrando los pasos de agua, como se muestra en la figura 46

De los tres sistemas mencionados, el tercero es el más moderno y el que ofrece más posibilidades de cara al futuro. En la figura 47 se muestra una llave moderna de monomando del tipo mencionado, en el que la regulación del caudal se realiza mediante discos de cerámica (óxido de aluminio, titanio o zirconio); son de extrema dureza y están rectificadas y pulidas con suma precisión hasta el punto de que su adherencia es tal que entre ellos no puede introducirse ningún cuerpo extraño por ínfimo que éste sea. Los discos de la figura 48 van instalados en un cartucho cerrado por soldadura ultrasónica que no requieren enfriamiento ni acabados posteriores.

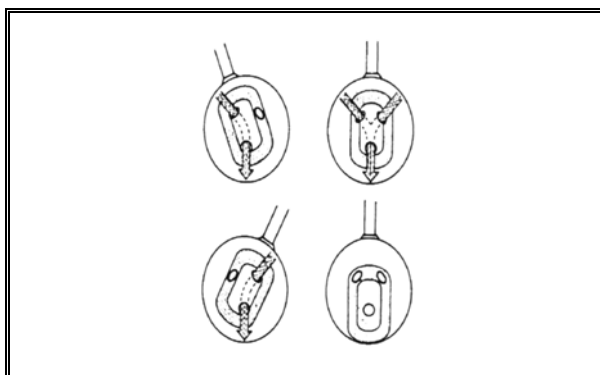


Figura 45. Funcionamiento de un mezclador de esfera.

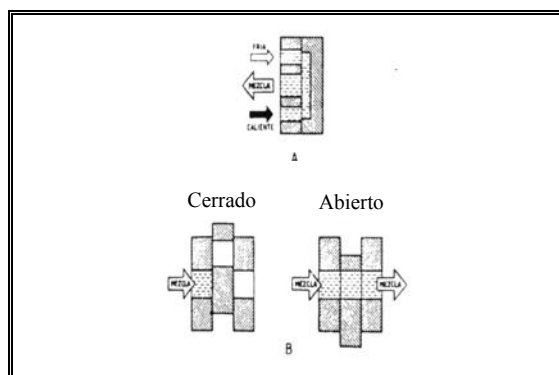


Figura 46. Funcionamiento de mezcladores de disco.



Figura 47. Llave monomando de discos.

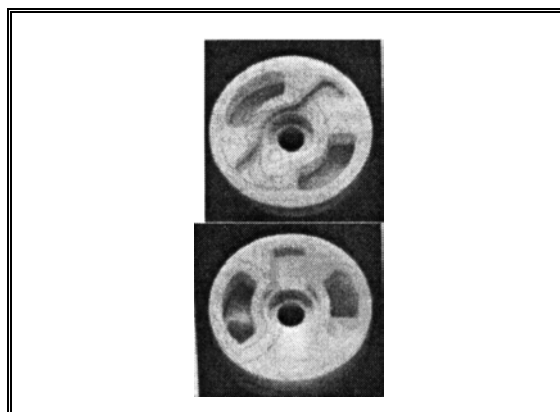


Figura 48. Discos cerámicos.

Este sistema tiene las ventajas de una gran variedad de funcionamiento, no se atasca ni por el prolongado uso ni por sales depositadas, ya que es imposible su precipitación sobre la cerámica.

Llaves mezcladoras con inversor. En este grupo están comprendidas aquellas que tienen dos salidas. Las llaves de este tipo más representativas son las de bañeras en las que el agua puede salir directamente por la regadera, o bien desviarse a través de un tubo flexible para que el agua salga por la ducha de teléfono.

Estas llaves llevan un dispositivo que permite desviar el agua hacia la salida que deseamos; el citado dispositivo se llama *inversor*, *transfusor* o *desviador*.

Los dispositivos inversores pueden ser de dos tipos: los que constituyen un elemento aparte de la llave y van empotrados en la pared y los que están integrados en la propia llave.

En la figura 49 se muestra el dibujo de un inversor con indicación de sus medidas y en la figura 50 se muestra un esquema en el que puede apreciarse las entradas de agua fría y caliente así como la salida de la mezcla hacia la ducha o hacia la tubería de la bañera, mediante el accionamiento de una manecilla cuyo giro hace que el agua fluya por una u otra salida.

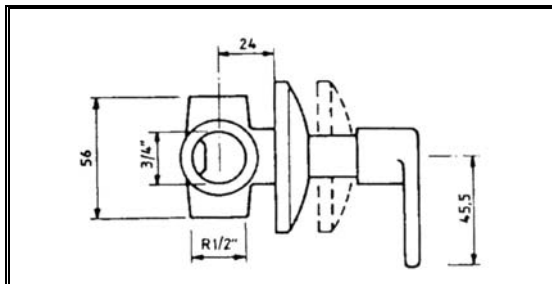


Figura 49. Inversor.

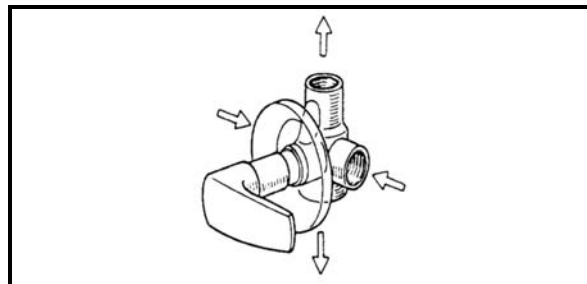


Figura 50. Inversor (entradas y salidas).

Los inversores integrados son los que van incorporados en la propia llave y que permiten que pueda utilizarse alternativamente una u otra salida.

Las llaves que generalmente llevan inversor integrado son las llaves mezcladoras para baño-ducha, las llaves mezcladoras para bidé-ducha y las llaves monobloque para fregadero con ducha para lavavajillas.

En la figura 51 se muestra un dibujo que representa una llave mezcladora, de tipo monobloque, para fregadero. La mezcla de agua caliente y fría puede salir por el caño giratorio, o bien ser desviada y salir por el cabezal y utilizarlo como ducha para lavavajillas.

Inversores manuales. Los inversores integrados pueden ser de accionamiento manual o automático, se verá seguidamente la diferencia entre estos dos sistemas.

Los inversores manuales son los que no cambian de posición si esto no se hace expresamente, lo cual tiene el inconveniente de que el usuario no se percata previamente de la posición del inversor y el agua salga por donde menos se espera. En la figura 52 se muestran los componentes de un inversor manual de un mezclador baño-ducha.

Los inversores automáticos son los que después de su utilización, vuelven automáticamente a la posición de baño.

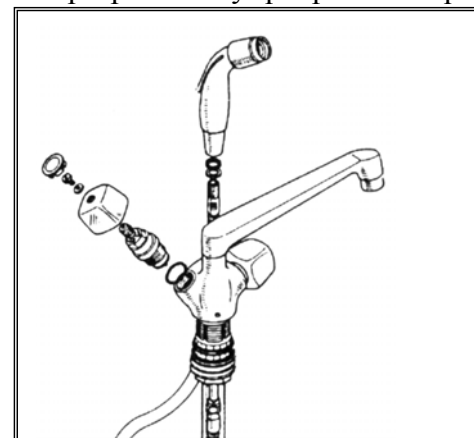


Figura 51. Llave monobloque con inversor.



Figura 52. Despiece de un inversor manual.

Llaves temporizadas. Las llaves temporizadas son aquellas que se ponen en funcionamiento apretando un botón y permanecen abiertas, dejando salir el agua durante un cierto tiempo determinado, transcurrido el cual se cierran automáticamente. Estas llaves deben ser empleadas cuando existe escasez de agua, así como en locales públicos, en colegios, oficinas, cuarteles, etc. Donde es frecuente dejar la llave abierta; también son adecuadas para lugares frecuentados por personas afectadas por minusvalías físicas. En la figura 53 se muestran tres llaves temporizadas, una de pared para lavadero, una llave de paso para ducha y otra para lavabo.

En la figura 54 puede verse una vista seccionada de una llave temporizada en donde se señalan las partes principales. Estas llaves suelen estar preparadas para presiones de servicio entre 0.5 y 6 kg/cm². Los tiempos de cierre y los caudales suelen ser los que se indican en la tabla 2, los cuales están en función de la presión del agua en la instalación.

Tipo de llave	Presión red: 1 kg/cm ²		Presión red: 3 kg/cm ²	
	Caudal (l/min)	Tiempo de cierre (s)	Caudal (l/min)	Tiempo de cierre (s)
Mezclador para lavabo	4	30 máximo	8	20 máximo
De repisa de ½"	3	15	5	11
De pared ¾"	2	15	5	11
Llave de paso	20	20	30	15

Tabla 2. Datos técnicos de las llaves temporizadas.

Las llaves temporizadas, con una ligera presión sobre el cabezal de la llave permiten la salida de agua durante un tiempo prefijado.

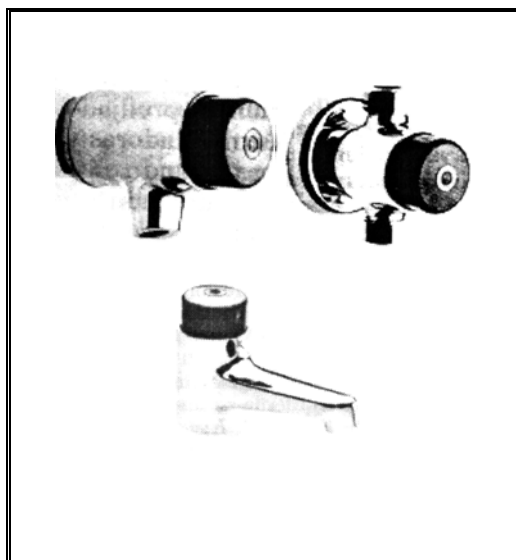


Figura 53. Llaves temporizadas.

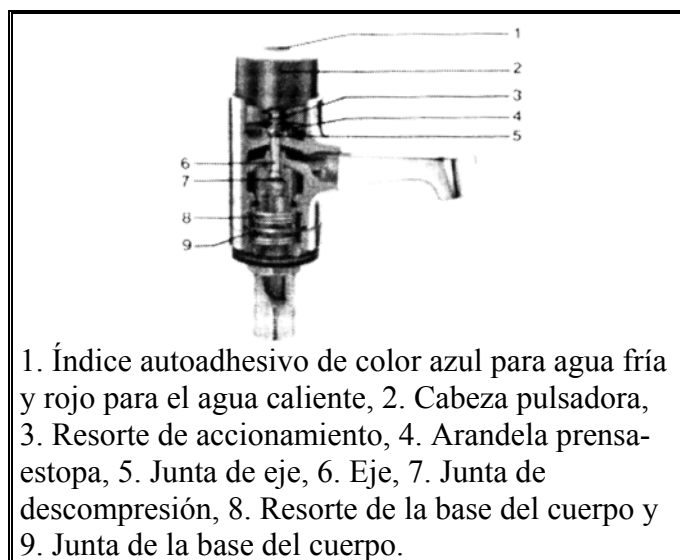


Figura 54. Llave temporizada, vista en sección.

Estas llaves pueden instalarse también en llaves mezcladoras y en tal caso permiten regular también la temperatura del agua girando el cabezal hacia la izquierda para reducirla y hacia la derecha para aumentarla.

En la figura 55 se presentan dibujos que muestran el funcionamiento de una válvula mezcladora temporizada representando las diferentes fases de funcionamiento. El ciclo se inicia con una ligera presión en el cabezal pulsador; esta llave es de funcionamiento hidráulico y en la posición de válvula cerrada existe un equilibrio de presiones entre la toma de agua y la cámara de pistón. Al pulsar el cabezal se abre el canal de descompresión, a través de cual el agua sale de la cámara, dando lugar a que el pistón se introduzca en la mencionada cámara y se produzca la apertura.

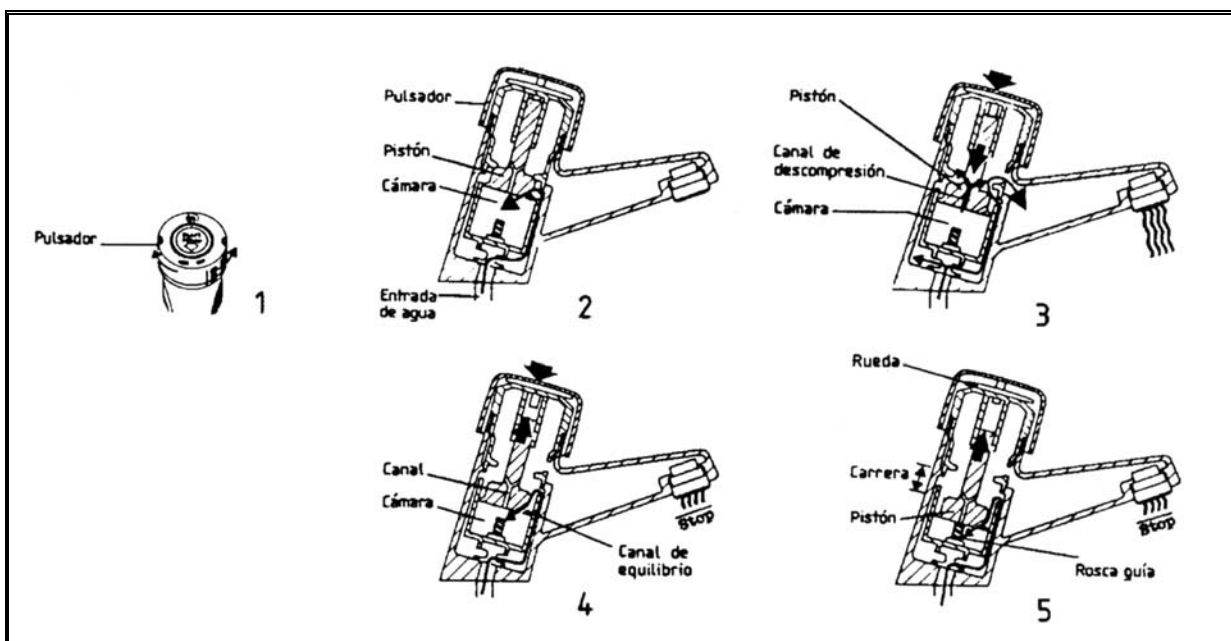


Figura 55. Funcionamiento de una llave temporizada.

El tiempo máximo de funcionamiento depende de la cámara del pistón; dicha cámara se puede ajustar mediante la rueda que está unida con la rosca guía; el ciclo puede regularse entre 10 segundos como mínimo y 50 segundos como máximo.

Para cerrar la llave antes de que termine el ciclo se pulsa por segunda vez para cerrar el canal y abrir el canal equilibrado de presiones, llevándose de nuevo la cámara, dando lugar al retroceso del pistón a su posición de cierre, sin golpe de ariete.

Si no se pulsa antes, la llave se cierra automáticamente al terminar el ciclo, al descender el pistón hasta la rosca de guía dando lugar al retroceso automático del pistón a su posición de cierre.

Llaves termostáticas. Las llaves mezcladoras termostáticas están equipadas con un dispositivo que permite regular automáticamente la temperatura del agua seleccionada por el usuario, independientemente de la temperatura del agua fría y de la caliente. Es decir, que el

dispositivo termostático abre o cierra las válvulas de agua caliente o fría según convenga con el fin de que la mezcla salga a la temperatura deseada.

El elemento principal que caracteriza a las llaves termostáticas es el propio elemento termostático, llamado también detector.

El elemento termostático es el que controla la entrada de agua fría y caliente para mantener estable la temperatura de la mezcla. Los tipos más corrientes de detectores son:

Los de muelle o láminas bimetálicas.

Los de fuelle lleno de líquido.

Los de cartucho de cera.

En la figura 56 se muestran unos dibujos esquemáticos que representan el principio de funcionamiento de los tipos de detector termostáticos citados. Como puede apreciarse, todos ellos están fundamentados en la dilatación de los cuerpos por el calor; cualquier variación de la temperatura del agua hace que la lámina, líquido o cera se dilate o contraiga, de manera que al desplazarse accionan las válvulas que controlan las entradas de agua fría y caliente, ver figura 57 y figura 58.

Los detectores constituidos por una cápsula de cera o de líquido desarrollan una fuerza muy potente, pero tienen el inconveniente de que reaccionan con demasiada lentitud, razón por la cual son poco empleados.

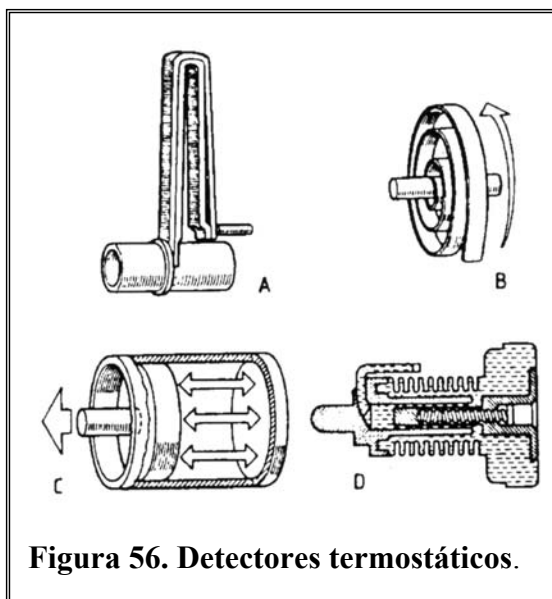


Figura 56. Detectores termostáticos.

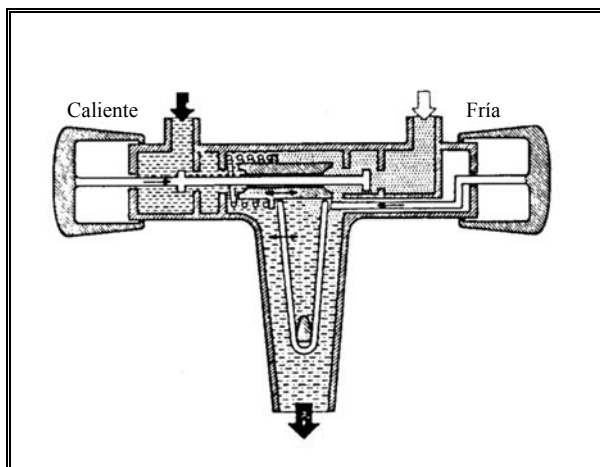


Figura 57. Esquema del funcionamiento de una llave mezcladora.

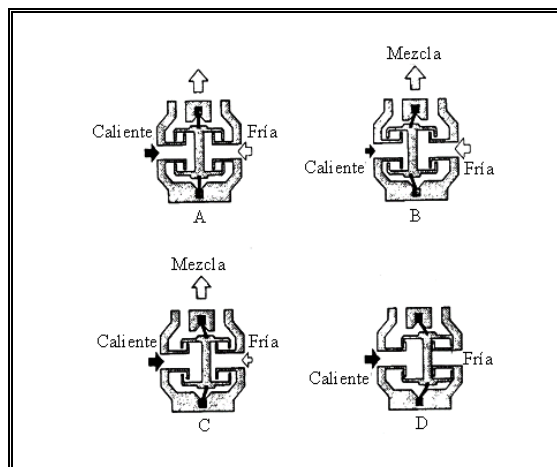


Figura 58. Fases del funcionamiento de una válvula termostática.

Los de lámina o muelle bimetálicos son muy sensibles a los cambios de temperatura por lo que su capacidad de respuesta es mucho más rápida, pero no produce una fuerza tan poderosa.

En la actualidad hay elementos termostáticos que combinan las ventajas de los de cera y muelle. En la figura 59 se muestran tres modelos de llaves termostáticas.

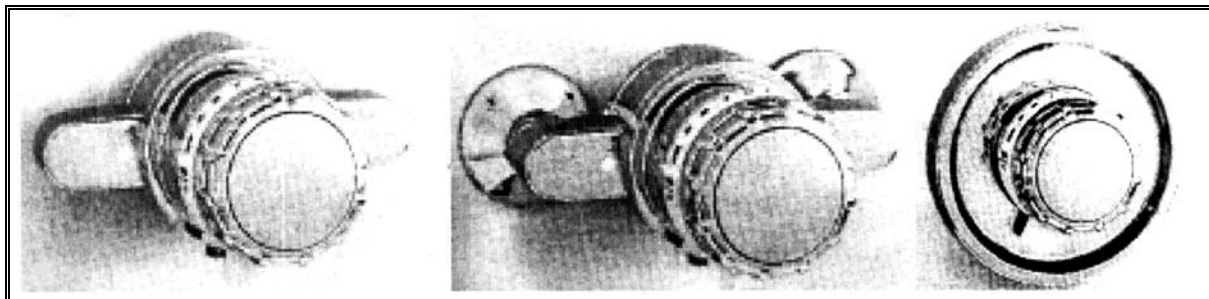


Figura 59. Modelos de válvulas termostáticas.

Las llaves termostáticas funcionan de manera similar a las demás, aparte del detector termostático, sus elementos principales son: el mando de temperatura mediante el cual se fija la temperatura a que se desea el agua. Algunas llaves llevan un dispositivo (un botón rojo) que impide que el agua sobrepase los 40 °C. Si se desea que el agua esté más caliente se pulsa dicho botón y entonces se puede obtener temperaturas de hasta 60 °C.

El caudal se regula mediante la cruceta, por medio de la cual se abre o cierra la válvula para obtener el caudal deseado.

En las llaves termostáticas se instalan unas válvulas antiretorno de las entradas de agua fría y caliente, con el fin de evitar que se intercomunicen, es decir, que el agua de mayor presión pase hacia la de menor presión.

En general las llaves termostáticas se fabrican para funcionar con presiones que van desde 0.5 a 5 kg/cm²; para presiones mayores es conveniente instalar reductores de presión.

Las diferencias máximas de presión entre el agua fría y el agua caliente suelen ser de 1 a 10 kg/cm². La temperatura del agua caliente no debe sobrepasar los 80 °C.

Llaves con desagüe incorporado. En la figura 60 se muestra una llave monobloque para bidé con sistema de desagüe. Como puede apreciarse en el dibujo, la válvula de desagüe y la llave están conectadas de manera que accionado el tirador (1) se actúa sobre el dispositivo articulado que se encarga de abrir la válvula de desagüe.

La ventaja más importante de estas llaves, sobre todo desde el punto de vista del usuario, es que al terminar la operación de lavado no hay que tirar de la cadena ni hay que introducir la mano en el agua sucia para destapar la válvula de desagüe, lo que suele resultar bastante desagradable.

Lavabos

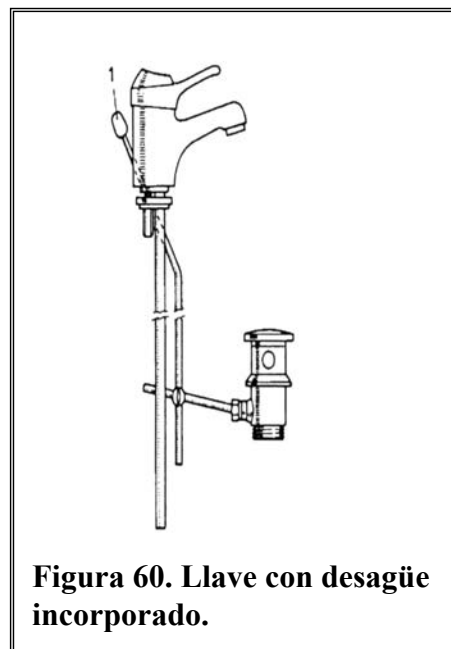


Figura 60. Llave con desagüe incorporado.

Los lavabos son unas cubetas o recipientes que reciben el agua a través de una llave y deben estar situados a una altura cómoda para que las personas puedan lavarse las manos, los brazos, el torso, la cara y la cabeza ver figura 61. Los lavabos denominados lavamanos son de dimensiones reducidas en los que una persona puede lavarse cómodamente las manos, pero que resultan un poco pequeños para lavarse la cara o la cabeza. Los lavabos están contruidos generalmente por un solo cuenco o seno, pero los hay también con dos senos, con el fin de que puedan ser utilizados simultáneamente por dos personas. No obstante, lo más corriente es disponer unidades independientes en los casos en que se desee instalar más de un lavabo.

Las formas más aceptadas por los usuarios y diseñadores son las rectangulares y la ovalada, pero lo más importante desde el punto de vista de funcionamiento es que las superficies interiores de la cubeta o seno sean finas y con la inclinación adecuada para que las aguas se dirijan al agujero de desagüe que esta situado en el fondo.

En la pared posterior, debajo de las llaves, se halla el rebosadero, destinado a evitar que por descuido el agua rebose y caiga al suelo. El rebosadero señala el límite que puede alcanzar el nivel de agua dentro de la cubeta. Si el nivel del agua alcanza el rebosadero, el agua pasa al interior del doble fondo que tiene el lavabo y es evacuada directamente a través del sistema de desagüe, ver figura 62.

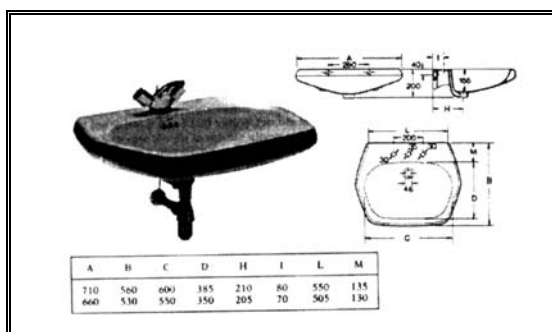


Figura 61. Lavabo.

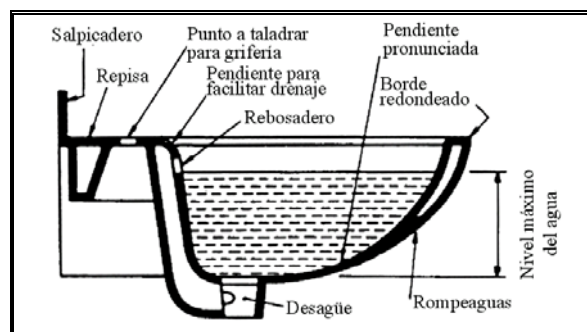


Figura 62. Detalle constructivo del lavabo.

Los lavabos suelen instalarse a una altura de 82 a 85 cm contando desde el suelo hasta la cara o borde superior del lavabo. Esta es la altura media que se considera adecuada para una persona adulta, pero que suele resultar elevada para niños, por ejemplo; por esta razón, a veces, en el diseño de cuartos de baño se instalan lavabos a 60 o 70 cm de altura. En los lavabos equipados con pie, este problema viene resuelto ya por el fabricante, pues la altura del lavabo deberá ser la adecuada para que se adapte correctamente al pie.

Mención especial merecen los lavabos llamados de encimera, que están especialmente diseñados para ser empotrados o superpuestos en muebles de cuartos de baño modernos. Estas piezas suelen tener un aspecto muy decorativo.

Se pueden distinguir dos tipos de lavabos encimera, los que van encajados en un recorte practicado en el sobre mueble y los que sustituyen por completo a la propia cubierta del mueble, ver figura 63.

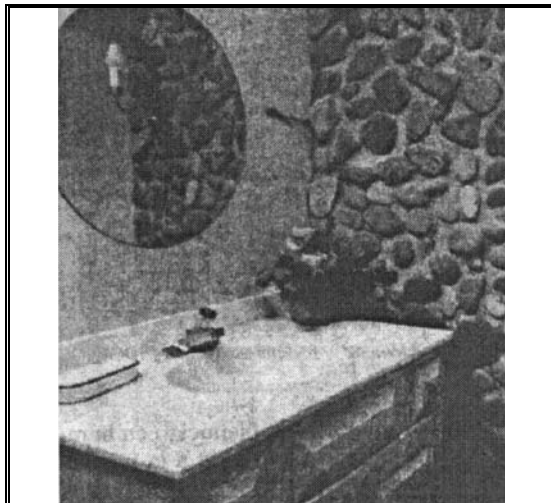


Figura 63. Lavabo con cubierta.

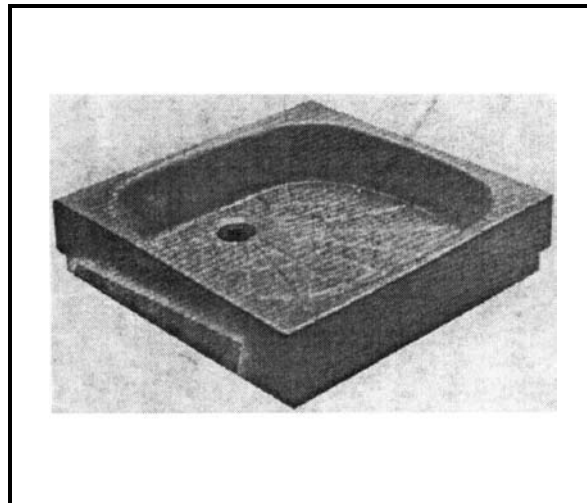


Figura 64. Plato de ducha.

Los materiales más corrientemente empleados en la construcción de lavabos son la porcelana, loza y gres.

Duchas

Por ducharse se entiende recibir agua en forma de chorro o finamente tamizada desde lo alto, de ahí que al aparato encargado de recibir y evacuar el agua en cuestión se le llama ducha o plato de ducha. Claro está, que esto también puede realizarse en la bañera, pero aquí se hace referencia concretamente a los aparatos que no tiene otra aplicación que la de ducharse.

Los platos de ducha son generalmente de forma cuadrada y suelen tener una profundidad entre los 12 y 20 centímetros. Las medidas más corrientes suelen ser 70X70 cm, y 80X80 cm, ver figura 64.

Los materiales que suelen emplearse en su construcción suelen ser el gres, la porcelana, el plástico rígido, el acero fundido esmaltado y el acero con acabado de porcelana vitrificada.

Las características constructivas de los platos de ducha dignos de mención son el piso antideslizante constituido por el ligero grabado en relieve, el material que debe ser resistente a los impactos de los objetos que se nos pueden caer y el desagüe situado en el centro o en ángulo y que debe ser de dimensiones suficientes para evacuar la misma cantidad de agua que puede salir por la regadera o rociador. El desagüe debe ser provisto de una rejilla para evitar que se cuelen objetos.

La regadera es el elemento encargado de suministrar el agua en forma de finos chorros; a veces también se le llama pulverizador.

El rociador puede estar dispuesto en la modalidad de fijo o en la de móvil. En los fijos, La regadera está fija en la pared; la mayoría dispone de un sistema de rótula que permite dar un grado de inclinación a voluntad.

Las regaderas fijas tienden a ser sustituidas por las móviles denominadas de teléfono.

Los materiales de alimentación de las regaderas móviles pueden ser de material plástico o de goma protegidos con una espiral metálica tipo flex.

En el mercado existe una gran variedad de modelos de rociadores, atendiendo tanto a su aspecto decorativo como a la función que despeñan.

Bidés

El bidé es un aparato sanitario cuya función principal es la higiene íntima, aunque también se utiliza como lavapiés. Está constituido por una cubeta y un pedestal formado un sólo cuerpo, con un agujero para instalar la válvula de desagüe y un rebosadero. La toma de agua se realiza a través de una llave situada en la parte superior. En la figura 65 se muestra un bidé.

Bañeras

Las bañeras o tinas son recipientes diseñados para que una persona pueda sumergir su cuerpo en el agua. Las bañeras están constituidas por un receptáculo llamado cubeta con desagüe que permite la rápida evacuación del agua, abierto en el punto en que la bañera alcanza su máxima profundidad, con el fin de que se evacúe por sí sola toda el agua que contiene. Para ello el fondo está diseñado con un pequeño declive.

Las bañeras disponen de un rebosadero situado en la cota de máximo nivel alcanzable por el agua, el cual debe ser capaz de evacuar el caudal máximo que puede suministrar la llave, con el objeto de que el agua no llegue a rebosar en ningún caso.

La forma más tradicional de las bañeras es la rectangular (ver figura 66), aunque moderadamente se están introduciendo las formas más variadas, diseños que hoy día son factibles gracias a la incorporación de los materiales plásticos.

Los materiales que se utilizan principalmente en la construcción de las bañeras son el acero fundido, el acero embutido, las resinas de poliéster, las resinas acrílicas y el gres. Entre ellos los más dominantes con mucho son los dos primeros.

Las dimensiones de las bañeras suelen adaptarse a las siguientes:

Ancho: 70 cm y 80 cm.

Longitud: entre 100 y 170 cm.

Altura: 38 y 45 cm.



Figura 65. Bidé.



Figura 66. Bañera.

Inodoros

Depósito elevado. El funcionamiento de un tipo de estos depósitos es el siguiente, ver figura 67.

Un depósito, se llena de agua hasta cierto nivel, a través de una llave de cierre automático R que es cerrado por el flotador G cuando el agua ha alcanzado su nivel máximo, y el mismo flotador lo mantiene abierto cuando el agua tiene un nivel inferior al máximo.

En el interior de dicho depósito hay un sifón S que en su brazo más largo tiene un apéndice con una abertura A cerrada por un tapón T que normalmente baja por su propio peso.

Con la ayuda de una cadena D y una palanca B, se puede levantar el tapón T y permitir que el agua penetre a través de A en el tubo de captación F que llega hasta el escusado.

Esta corriente de agua aspira el sifón aunque inmediatamente se vuelve a bajar el tapón y cierre el ramal A, y a través de ramal M del sifón el agua contenida en el depósito es totalmente aspirada y sale a través de SF hacia el escusado.

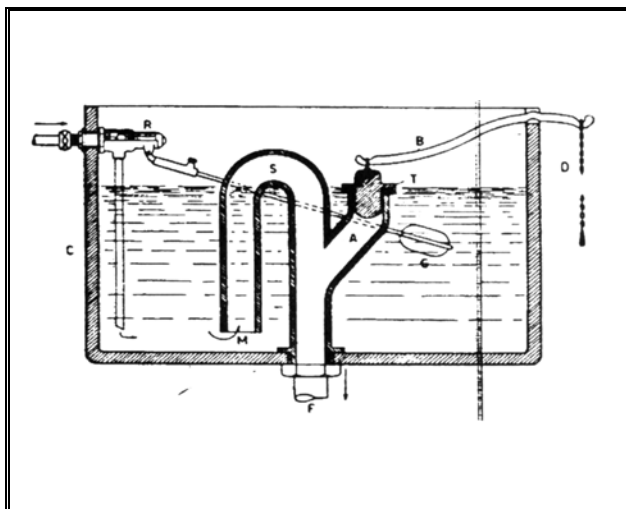


Figura 67. Funcionamiento de un depósito elevado.

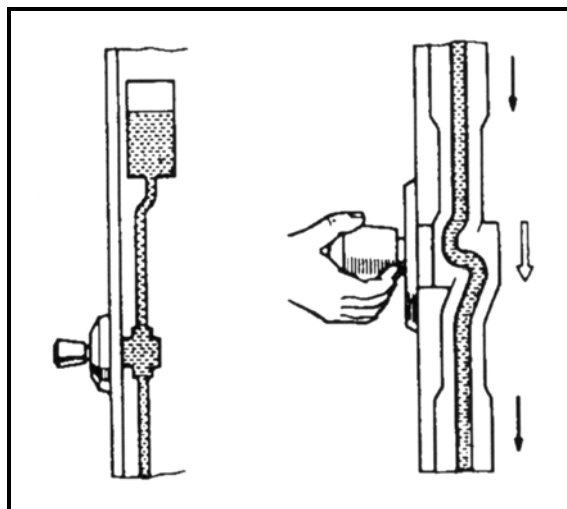


Figura 68. Funcionamiento de una válvula de turbión.

Depósito elevado con válvula de turbión. El sistema de descarga empleando la denominación válvula de turbión es un sistema mixto de cisterna y fluxor. En la figura 68 se muestra un esquema de dicho sistema, en el que puede apreciarse que dispone de una cisterna como la clásica de los inodoros, realizándose la descarga mediante una válvula colocada en el tubo de bajada de la cisterna y que se acciona tirando de un pomo en forma de disco empotrado a la pared. Tirando suavemente de dicho pomo se obtiene una rápida descarga total o parcial de la cisterna, ya que puede interrumpirse a voluntad antes de haberse producido la descarga total.

Depósito de respaldo o de mochila. Este escusado trabaja de la siguiente manera, ver figura 69, por medio de la palanca F se levanta la bola de goma H, la cual es mantenida después elevada hasta el tope G por el empuje hacia arriba del agua.

Esta agua se descarga en el escusado y el flotador L baja volviendo a abrir la llave B de alimentación. Cuando el agua ha alcanzado aproximadamente el nivel de G, la bola H empieza a descender hasta que, aspirada por la descarga del agua vuelve de golpe a colocarse en su asiento, interrumpiendo así la descarga. En este intervalo la llave B ha permanecido abierta, rellenando de agua el depósito a través del tubo D. Este tubo está doblado hacia abajo y vierte el agua al fondo del depósito para mantener una salida silenciosa.

El agua sale también por el tubo A, mediante el cual, a través del tubo E, va directamente al sifón del retrete de modo de restablecer el cierre hidráulico del sifón.

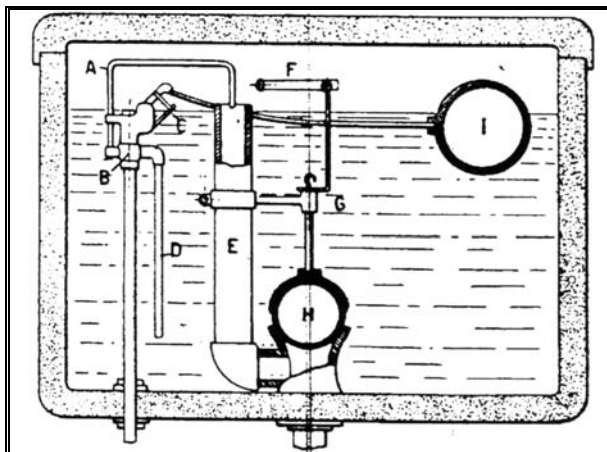


Figura 69. Esquema del funcionamiento de un inodoro de mochila.

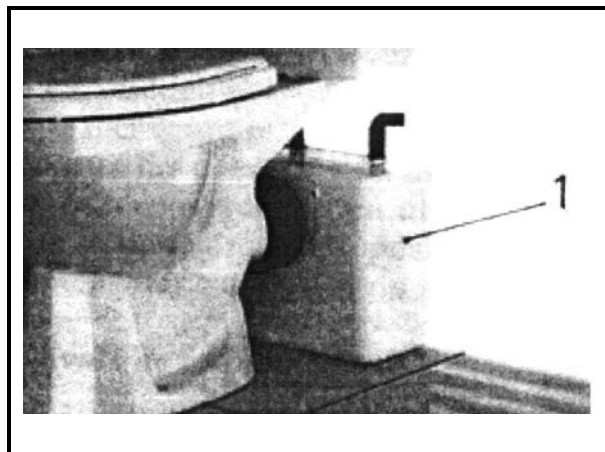


Figura 70. Inodoro con triturador.

Trituradores. Lo corriente es que los inodoros y en general todos los sanitarios estén instalados a una altura superior a la red de evacuación, de manera que las aguas residuales circulen por gravedad a la red de evacuación. Sin embargo, pueden darse casos en que el inodoro está instalado al mismo o por debajo del nivel de desagüe, en sótanos, garajes, o cualquier casa implantada en terrenos con desniveles. Estos casos pueden solucionarse con la instalación de un triturador-bombeador, ver figura 70 (1), mediante el cual se trituran las materias orgánicas y luego son bombeadas hasta la altura de desagüe.

En los apartados anteriores se ha explicado de una forma generalizada el principio de funcionamiento de los mecanismos de carga y descarga de las cisternas. Sin embargo, como es fácil suponer, en el mercado existe una amplia gama de modelos según los fabricantes, diseñadas atendiendo principalmente a mejorar la rapidez de llenado, la silenciosidad y la posibilidad de interrumpir la descarga a voluntad con el objeto de economizar agua.

Fluxómetro. Un corte de fluxómetro se muestra en la figura 71 y trabaja del siguiente modo; El agua llega por el tubo (1) y se descarga por (13). El agua a

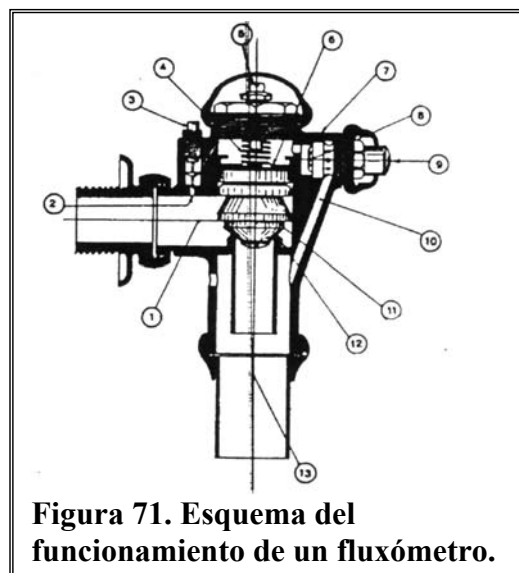


Figura 71. Esquema del funcionamiento de un fluxómetro.

presión del tubo (1) alimenta a través del orificio (2) y de una pequeña canal inclinada (3) a la cámara (4) comprimiendo hacia abajo la válvula (11) que, emplazándose en su asiento (12), cierra el acceso al tubo de desagüe (13). Oprimiendo el botón (9) se abre la pequeña válvula (8) poniendo en comunicación las cámaras (4) y (13) a través del canal (10). En (4) el agua pierde su presión y no comprimiendo más la válvula (11) permite a ésta ser empujada hacia arriba por la presión del agua en (11) levantarse abriendo así el acceso directo de regulación de la abertura del orificio (2) y por tanto la duración del desagüe. En (5) hay otro tornillo de regulación de la capacidad de la cámara (4) y por tanto de la duración del suministro.

Urinarios

Placas turcas. Las placas turcas suelen construirse de porcelana vitrificada con un orificio de 15 a 20 centímetros de diámetro y dos siluetas en forma de plantillas estriadas para no resbalar, sobre las cuales se apoyan los pies ver figura 72.

En general, las placas turcas suelen instalarse en talleres, cuarteles, y otros lugares públicos.

Los urinarios también llamados mingitorios, están destinados exclusivamente a servicios higiénicos masculinos. Los hay de dos tipos: los de taza colgante y los de placa vertical, ver figura 73.

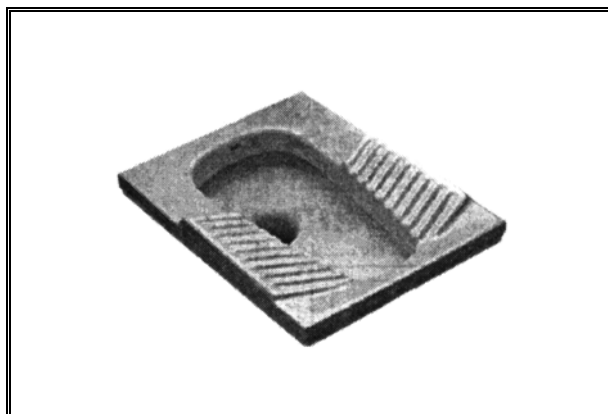


Figura 72. Placa turca.



Figura 73. Urinarios.

Los sistemas de lavado en los mingitorios son generalmente dos: la descarga mediante una válvula individual accionada por un impulsor, y la descarga mediante depósito colectivo que funciona de forma intermitente y automática; este sistema es el más empleado en urinarios públicos. El depósito se descarga cada cierto tiempo, el cual puede ser regulado a voluntad.

Los urinarios suelen fabricarse de porcelana vitrificada, loza, gres y fundición esmaltada.

Fregaderos

Por su forma, los fregaderos pueden clasificarse en: rectangulares, redondos y de otro tipo.

Los fregaderos rectangulares existen en una gran variedad de combinaciones y medidas; las dimensiones límites de anchura suelen variar desde los 40 cm para los fregaderos de una sola pila y los de 180 cm para los más grandes, con dos pilas o cubetas, plancha de trabajo y plancha de escurrir.

Los fregaderos redondos se fabrican para ir empotrados y el diámetro suele estar comprendido entre los 40 y 450 cm.

En el comercio existen también otros tipos de fregaderos, de forma cuadrada, de forma elíptica y en forma de ángulo para aquellos casos en que han de ir instalados en un rincón.

En cuanto a su forma constructiva, los más comunes son de:

Una pila.

Dos pilas.

Una pila y plancha de escurrir derecha.

Una pila y plancha de escurrir izquierda.

Dos pilas y una plancha de escurrir derecha.

Dos pilas y una plancha de escurrir izquierda.

Una pila, una plancha de escurrir y una plancha de trabajo.

Dos pilas, una plancha de escurrir y una plancha de trabajo.

Las dimensiones no se fijan por que en el mercado pueden encontrarse una extensa variedad de medidas; a pesar de ello, existe la tendencia hacia la unificación de criterios al respecto. En la tabla 3 se dan a título de orientación las dimensiones máximas y mínimas de los fregaderos más habituales.

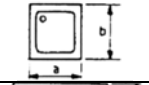
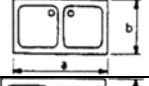
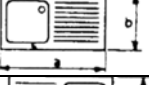
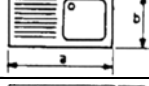
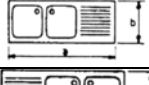

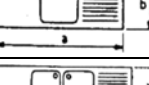
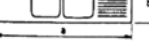
Tipos	Descripción	Medidas			
		Anchura		Profundidad	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	De una pila	40	90	39	60
	De dos pilas	76	150	39	60
	De una pila y plancha de escurrir derecha	80	145	39	60
	De una pila y plancha de escurrir izquierda	80	145	39	60
	De dos pilas y plancha de escurrir derecha	120	215	39	60
	De dos pilas y plancha de escurrir izquierda	120	215	39	60
	De una plancha de trabajo, una pila y una plancha de escurrir	120	215	39	60
	De una plancha de trabajo, dos pilas y una plancha de escurrir	180	-	39	60

Tabla 3. Dimensiones de fregaderos.

Los materiales que más corrientemente se emplean en la fabricación de los fregaderos son los siguientes:

La piedra natural

La piedra artificial
Los materiales cerámicos
El acero esmaltado
El acero inoxidable
El plástico

Vertederos

Los vertederos suelen fabricarse en gres, porcelana vitrificada, o acero esmaltado y llevan una rejilla de acero inoxidable para evitar la caída de los objetos.

El desagüe está constituido por una válvula de gran diámetro y debe llevar sifón. En general, el sistema de desagüe es más parecido al de los inodoros que al de los fregaderos.

Los vertederos no suelen tener una gran aplicación en las viviendas, siendo más utilizados en hoteles, hospitales, oficinas, y otros similares, donde con frecuencia junto con las aguas residuales se incluyen elementos sólidos como papeles, etc.

Lavaderos

En general, los lavaderos suelen fabricarse de piedra artificial, acero esmaltado, y loza vitrificada. Las dimensiones, varían considerablemente de unos modelos a otros y suelen estar dotados de una superficie ondulada e inclinada de unos 40 cm de ancho para tallar la ropa.

Lavavajillas o lavaplatos

Los lavavajillas o lavaplatos son máquinas automáticas que se han ideado para resolver el problema del fregado de la vajilla; actualmente puede decirse que están introduciendo ya en gran parte de las cocinas modernas, de manera que está dejando de ser un elemento de lujo al alcance sólo de las economías más privilegiadas.

Las máquinas lavavajillas, ver figura 74, están diseñadas pensando en que luego irán incorporadas a los elementos que forman los muebles o armarios bajos de las cocinas, por lo que sus medidas suelen ajustarse a las estandarizadas para este tipo de mueble.

En la figura 75 se presenta un esquema que, a pesar de ser muy simple, servirá para explicar brevemente el funcionamiento de una lavavajilla. Las partes principales de que está compuesto son las siguientes:

La carcasa o caja de la máquina, de forma rectangular.

La puerta de carga que está provista de cierre estanco y dotada de un dispositivo de seguridad. Este último tiene la misión de interrumpir el funcionamiento de la máquina en el mismo momento en que se abra la puerta.

La cuba, que es el recinto donde se efectúa el proceso de lavado. Entre éste y la carcasa dispone de una capa aislante termoacústica.

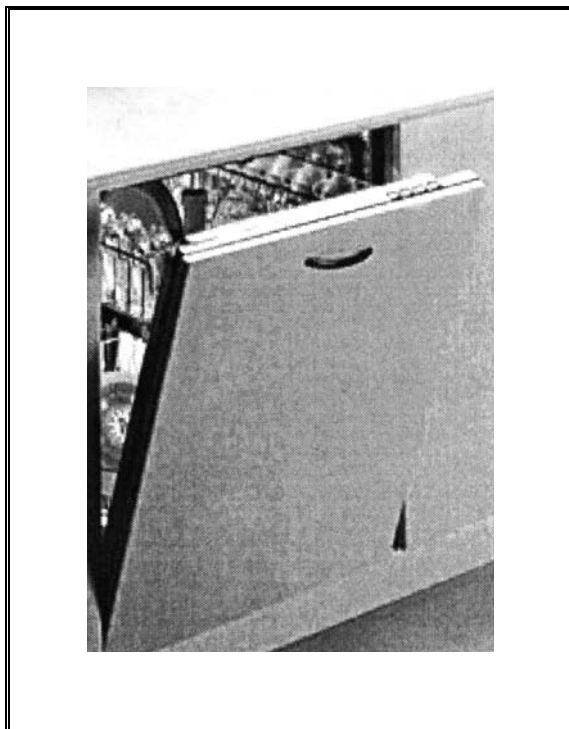
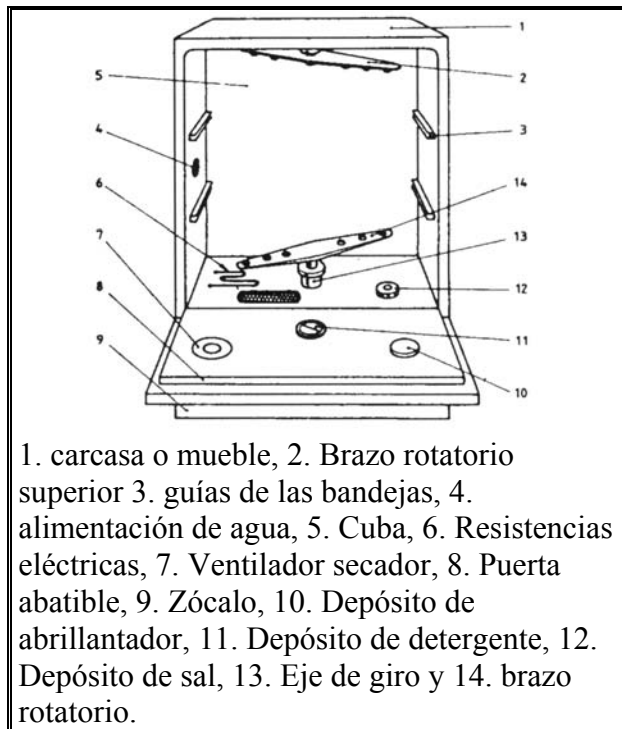


Figura 74. Lavavajillas.



1. carcasa o mueble, 2. Brazo rotatorio superior 3. guías de las bandejas, 4. alimentación de agua, 5. Cuba, 6. Resistencias eléctricas, 7. Ventilador secador, 8. Puerta abatible, 9. Zócalo, 10. Depósito de abrillantador, 11. Depósito de detergente, 12. Depósito de sal, 13. Eje de giro y 14. brazo rotatorio.

Figura 75. Componentes de un lavavajillas.

Los cestos portavajillas o bandejas que son los elementos destinados a contener las piezas que se van a lavar. Por regla general, son de alambres plastificado y pueden desplazarse por unas guías al efecto, con el fin de facilitar las operaciones de carga y descarga.

En el interior del aparato esta formado por:

Electrobomba para desagüe.

Bomba de impulsión, encargada de regular la circulación del agua.

Sistema de regulación para controlar la entrada y salida del agua en la cuba, con dispositivos de seguridad.

Depósitos que contienen el detergente, el producto abrillantador y la sal regeneradora del descalcificador.

Filtro metálico de doble acción, para retener desperdicios.

Descalcificador para suavizar el agua.

Resistencia eléctrica blindada, que hace de elemento calentador del agua y de secador de las piezas ya lavadas.

Uno o dos termostatos para el control de la temperatura prefijada mediante el programa.

Funcionamiento. Una vez colocadas las piezas a lavar en sus correspondientes bandejas, elegido el programa, al accionar el botón de mando, la máquina se pone en marcha automáticamente, dando comienzo al ciclo de lavado. Este ciclo depende del programa que se haya seleccionado.

El funcionamiento del sistema de lavado comprende tres acciones distintas y complementarias entre si:

Mecánica

Térmica

y Química

La acción mecánica es la que mueve el agua, impulsada por la bomba, que se proyecta con fuerza sobre la vajilla, a través de los agujeros que llevan los brazos rotativos.

La acción térmica está producida por la temperatura del agua, que alcanza los 50 °C.

Por último, la acción química que es la que realizan los productos que la máquina va incorporando al agua durante el desarrollo del proceso de lavado.

El agua proyectada a elevada presión sobre las piezas de la vajilla, al término de su misión, es filtrada y enviada nuevamente a los brazos rotativos para iniciar un nuevo ciclo, que se repetirá una y otra vez hasta totalizar el programa. Cuando llega este momento, la electrobomba evacua el agua, a través del orificio de desagüe.

El consumo de agua suele variar entre 40 a 80 litros, según el modelo de aparato y el programa de lavado utilizado.

Lavadoras

En su tiempo, la aparición de las lavadoras mecánicas representó un importante avance en el bienestar doméstico, al simplificar la tarea de la limpieza de la ropa sucia.

Al igual que sucede con las lavavajillas, la incorporación de la lavadora automática supone una previsión en cuanto a la alimentación y evacuación del agua. Aproximadamente, debe preverse un consumo de agua durante la operación de lavado de unos 15 a 75 litros, según modelo y sistema de trabajo que adopta la máquina.

Simplificando se pueden distinguir tres tipos de lavadoras: las de carga por arriba; las de carga frontal y las lavadoras secadoras.

Calentadores.

Calentadores instantáneos (de paso). Estos aparatos están constituidos en esencia por un tubo de cobre de pequeña sección forjado en forma de serpentín, que es calentado por un quemador de gas colocado debajo del mismo.

El calentador de agua que opera con una menor eficiencia es aquel que posee, una mayor superficie calentada de serpentín, porque el agua circula por el mismo, está sometida más tiempo a la acción del calor.

El esquema de funcionamiento de un calentador de gas está representado, en la figura 76.

El agua entra por E y sale por U, recorrido al serpentín S situado encima de las llamas del esquema de gas B. El tuno T, llamado excitador

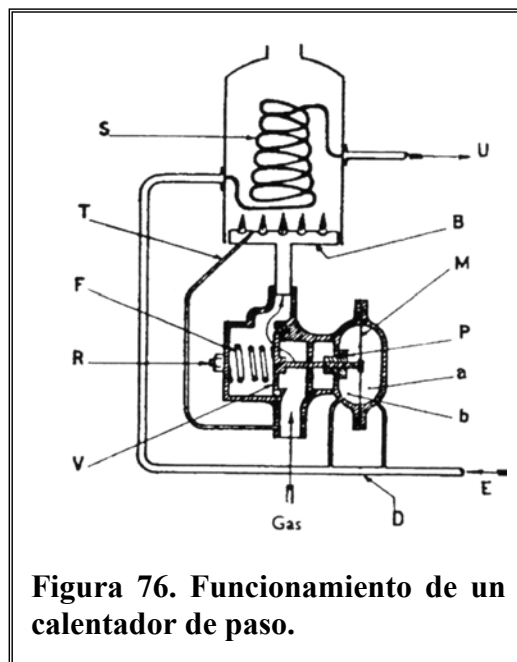


Figura 76. Funcionamiento de un calentador de paso.

(piloto) pone en comunicación directa al tubo de llegada del gas con la cámara de combustión del quemador.

El gas, para alcanzar el quemador, debe atravesar el cuerpo de una válvula V la cual se mantiene normalmente cerrada por una muelle F.

La válvula V tiene el vástago unido a una membrana M que separa las dos cámaras, ambas en comunicación con el tubo de llegada de agua E, respectivamente antes y después de un diagrama fijo D.

El prensaestopas P impide la comunicación entre la cámara del gas que fluye en el cuerpo de la válvula y la cámara b, pero permitiendo el deslizamiento del vástago de la válvula.

Si todas las llaves de salida de agua caliente conectados con el tubo V están cerrados, el agua no circula en el tubo EDU, las presiones antes y después del diagrama D y por lo tanto en las cámaras a, v, son iguales y por ello la membrana M permanece plana, la válvula V se mantiene cerrada por el muelle F y el gas no pasa.

Si se abre alguna llave de salida del agua caliente, se establece entonces una corriente de agua en el sentido EDU y después del diafragma D la presión dinámica del agua será inferior a la de adelante, debido a la resistencia al paso del agua presentada por el diafragma. En a la presión será superior que en b, la membrana M se curvará hacia la izquierda abriendo la válvula V, permitiendo el paso del gas, el cual se inflamará en el quemador B en contacto con la llama del piloto.

Calentador eléctrico. Estos calentadores pueden ser instantáneos si calientan el agua en el momento del suministro, o bien de acumulación si está proviene de un recipiente en el cual se calienta el agua y se tiene así en reserva una cierta cantidad de agua disponible para su uso.

Los calentadores eléctricos instantáneos se utilizan solamente para pequeños suministros (de 0.05 a 0.1 l/min) y se colocan directamente en la llave de paso del agua caliente.

Los calentadores eléctricos de acumulación constituidos por un recipiente metálico revestido de material calorífugo, lleno de agua en la que están sumergidas una o varias resistencias eléctricas que la calientan, pueden ser de dos tipos.

Calentador de llenado continuo y descarga libre ver figura 77 tipo A.

El agua fría entra en el calentador a través del tubo 1 y pasa al 2 con salida por la boquilla 4. El suministro no está regulado por la llave 3 colocada en el tubo de entrada. El calentador normalmente está lleno de agua caliente y cuando se quiere dar agua, se abre de abajo y hace salir desde arriba a través del tubo 2 al agua caliente, utilizada mediante la boquilla 4.

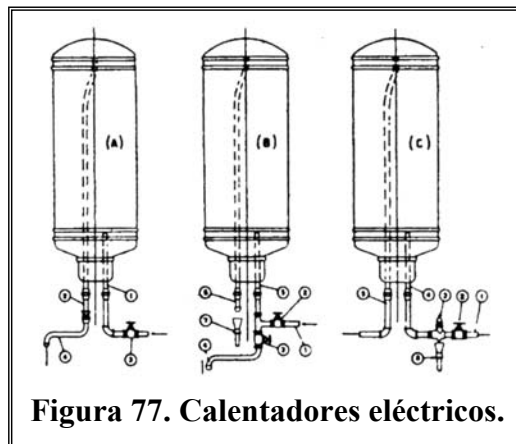


Figura 77. Calentadores eléctricos.

Calentador eléctrico de carga intermitente con descarga libre y completa, ver figura 77 tipo B).

El agua fría llega por el tubo 1 y a través de la llave 2, si la llave 3 está cerrado, entra en el calentador.

También este calentador está normalmente lleno de agua calentada por las resistencias eléctricas, tipo candela, contenidas en el mismo. Cuando la temperatura del agua ha alcanzado un determinado valor límite superior por ejemplo 80°C, el termostato desconecta la corriente. Al cabo de un poco de tiempo, al enfriarse el agua y al descender la temperatura a un valor límite inferior, por ejemplo a 70°C, el termostato conecta de nuevo la corriente.

Para vaciar el agua caliente, es necesario cerrar 2 y abrir 3.

El inconveniente de esta doble maniobra es tolerado en los casos que se quiera aprovechar la ventaja peculiar de este calentador, que es la de permitir vaciar toda el agua contenido en el mismo con la máxima temperatura de calentamiento, al contrario de los otros tipos en los cuales, al vaciar, el agua caliente del calentador penetra en ellos simultáneamente igual cantidad de agua fría que reduce la temperatura.

Calentadores de presión, ver figura 77 tipo C.

Estos son los más utilizados porque permiten suministrar agua caliente a varias tomas aunque no estén situadas debajo.

El agua fría llega por el tubo 1 a través de la llave 2 y la válvula 3 entra por la 4 en el calentador, llenándolo.

Sale caliente por el tubo 5 y se distribuye a los distintos aparatos sanitarios que utilizan agua caliente.

5 OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO AGUA

Existen diferentes actividades que nos pueden conducir a la disminución del consumo de agua potable, en la tabla siguiente se listan algunas de ellas, con sus ventajas y desventajas, cabe hacer notar que existe cierta relación entre ellas y que la implantación de alguna de ellas o más depende del sitio en particular.

Actividad	Ventajas	Desventajas	Reducción del consumo (%) residencial
Medición	Alto potencial de ahorros	Altos costos. Requiere cambios en la estructura tarifaria	25
Reparación de fugas	Potencial medio de ahorro. Elimina molestias de ruido.	Los costos pueden sobrepasar los del agua ahorrada	10 a 1 35
Tarifas	Pueden inducir el ahorro	Objeción de los usuarios Requiere de estructuras bien diseñadas para ser efectivas	10
Dispositivos ahorradores y cambio de llaves	Ahorros inmediatos	Desconocimiento de los dispositivos Requiere la cooperación del usuario No aplicables a todos los domicilios En algunos casos caros	Al menos 10
Reglamentación	Gran potencial de ahorro	Solo aplicable a edificaciones nuevas	Más del 10
Reuso y jardines eficientes	Ahorros significativos Bajo mantenimiento de las plantas nativas	Baja aceptación de los usuarios Preferencia por determinados estilos de jardines Posible carencia de plantas nativas	25
Utilización de nuevos productos domésticos	Ahorros potenciales	Desconocimiento de los productos Resistencia al cambio	2
Implantación de sistemas integrales sostenibles	Gran potencial de ahorro Manejo integral de agua potable, aguas grises, aguas negras, residuos sólidos.	Cambio radical en las costumbres de los usuarios	Hasta el 41
Educación	Cambio de hábitos Resultados a largo plazo Promueve la participación voluntaria	Requiere de un gran esfuerzo	5

Tabla 4. Actividades para reducir el consumo de agua.

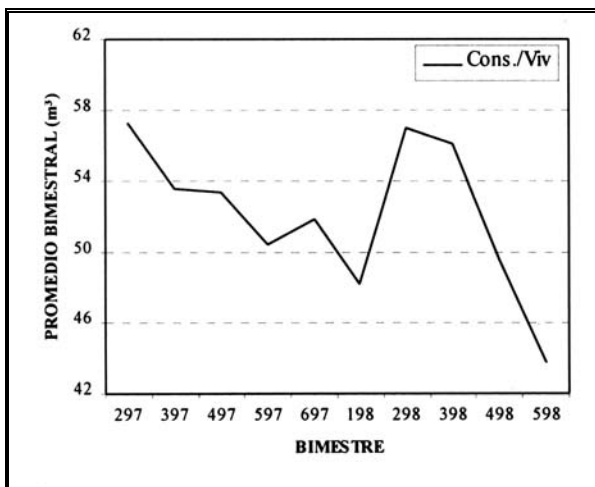
Medición

Un ejemplo del ahorro que puede conseguirse con la medición lo marca el estudio realizado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (Ochoa L, et al. 1990) en la Ciudad de Guaymas, Son. el cual consistió en instalar medidores ocultos en los tres sectores socioeconómicos y realizar mediciones en un periodo de dos meses, después de este periodo los equipos se instalaron visiblemente en los mismos lugares y se les informó a los usuarios que el costo del agua estaría regido por el volumen registrado en los medidores, y se tomaron lecturas nuevamente por un periodo igual al anterior, al comparar los consumos bimestrales se observó que la clase media experimento un descenso de consumo del 50%, mientras las clases alta y baja no experimentaron cambios.

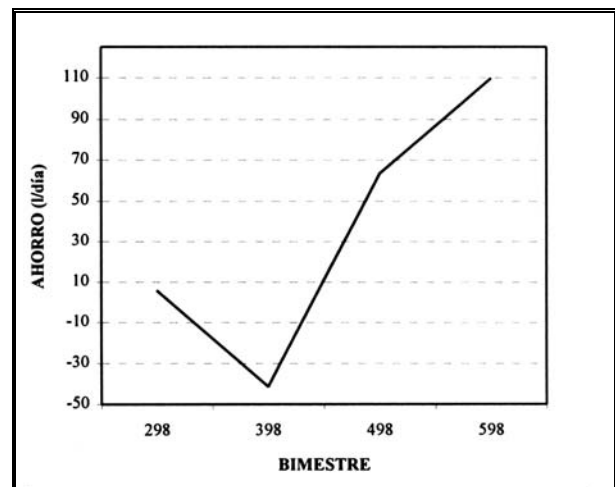
Otro ejemplo lo muestran los datos registrados, por la compañía Agua de México, en diferentes colonias del Distrito Federal, en donde se observa que la tendencia en la mayoría de los casos es a consumir menor cantidad de agua en promedio bimestral, ver tabla 5 y gráficas 1 y 2. Cabe destacar que el periodo mínimo de medición fue de 20 meses, y que el número de viviendas aumentaba en el tiempo, lo que permite observar las fluctuaciones de consumo en un año y comprobar que la disminución del consumo es real y no es la debida al cambio de estación.

Bimestre	Consumo (m ³)	Viviendas	Cons/viv	Ahorro (l/día)	Viviendas adicionales servidas	Ahorro por viviendas adicionales (l/día)
297	840 722	14 665	57.3	---	---	---
397	785 835	14 665	53.6	---	---	---
497	783 623	14 665	53.4	---	---	---
597	739 037	14 665	50.4	---	---	---
697	760 514	14 665	51.9	---	---	---
198	715 604	14 861	48.2	---	---	---
298	860 040	15 094	57.0	5.7	429	2458
398	849 356	15 136	56.1	-41.5	471	-19 529
498	752 687	15 205	49.5	63.4	540	34 249
598	664 707	15 212	43.7	109.8	547	60 066

Tabla 5. Distribución de consumos promedio bimestrales y ahorro.



Gráfica 1. Distribución de consumos promedio bimestral uso doméstico, Cuajimalpa.



Gráfica 2. Ahorro promedio bimestral, Cuajimalpa.

Reparación de fugas

No todas las fugas en los domicilios son visibles, pero para identificarlas se pueden realizar las siguientes actividades:

Detección de fugas en sistemas de distribución por gravedad (son los que cuentan con un tinaco en las azoteas)

- 1) Cerrar la llave de alimentación, localizada en la toma domiciliaria, marcar el nivel del agua en el tinaco con un gis o plumón y esperar un par de horas, mantener cerradas todas las llaves en este periodo y finalmente observar el nivel del agua, si el nivel observado es menor que el marcado, existe una fuga. Sería más recomendable que el tiempo de espera para ver el segundo nivel del agua fuera de más de un par de horas, para poder detectar fugas pequeñas; por lo que sería recomendable que la primera marca del nivel de agua se realizará en la noche y la segunda a "primera" hora del día siguiente. Si se presento una diferencia del nivel de agua, el paso siguiente es detectar el lugar donde esta ocurriendo la fuga.
- 2) En los depósitos de los retretes, abrir la tapa y verificar visualmente que el nivel de agua no reboza por el tubo de ventilación.
- 3) Observar que alrededor de la tasa del escusado no exista agua.
- 4) Colocar el oído a un lado del depósito, si se escucha algún sonido, existe una fuga, también se puede depositar colorante en la caja y ver si el agua del inodoro cambia de color.
- 5) Verificar que la cabina del quemador del calentador no esta mojada o que las paredes exteriores estén mojadas.
- 6) Si al hacer todas las actividades anteriores no se ha detectado el lugar de la fuga, lo recomendable es que se comunique con un plomero.

Tarifas.

Para que las tarifas sean promotoras del ahorro de agua se deben de evitar los subsidios o permitir tener accesos a ellos solo en el caso de que el consumo del usuario no exceda un máximo establecido. Si la tarifa del agua esta ligada a rangos de consumo, la diferencia de precio entre los diferentes rangos debe ser marcada.

Dispositivos ahorradores

Podemos dividir a dispositivos ahorradores en dos grandes grupos:

- a) los que disminuyen el consumo y
- b) los que reusan el agua.

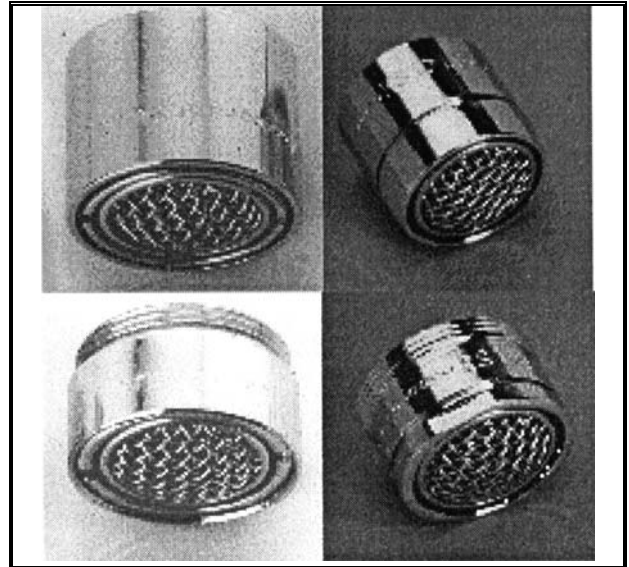
Dentro de los primeros tenemos:

Aireados, estos accesorios logran el ahorro de agua al incorporar aire y dispersar el chorro, incrementando el área de cobertura y brindando una sensación de abundancia, existen en el mercado modelos para regaderas, ver fotografía 6, y para llaves en general, ver fotografía 7. Es necesario destacar que para la instalación de este tipo de dispositivos se requiere una presión de trabajo mínima, la cual depende de cada accesorio en particular, por lo que antes de

su instalación se debe comprobar la presión existente en la red y comprobar que esta sea mayor que la mínima.



Fotografía 6. Economizador, modelo para regadera.

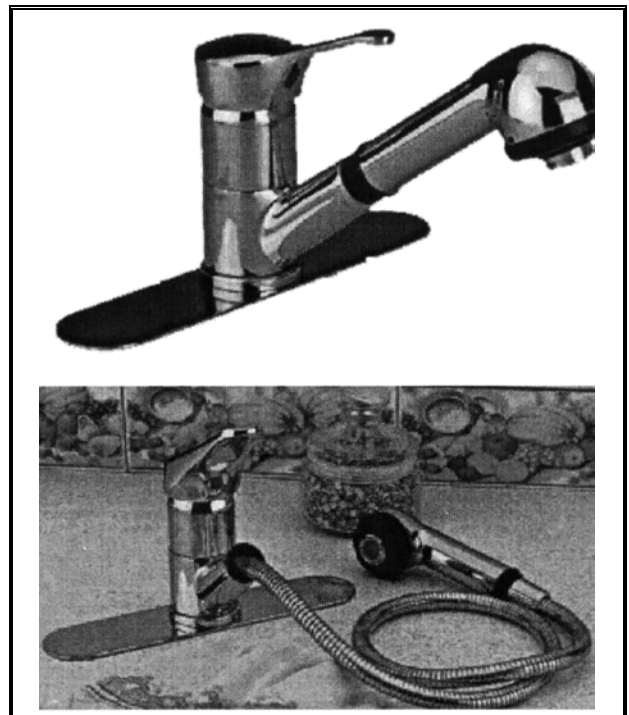


Fotografía 7. Economizador, modelo para llave.

Llaves telescópicas que permiten tener una mayor área de trabajo, gracias a su tubería flexible, se encuentran disponibles modelos para regaderas, llamadas regaderas de teléfono, y para llaves de fregadero, ver fotos 8 y 9. Estos modelos cuentan con dispositivos ahorradores y/o aereadores.



Fotografía 8. Regadera de teléfono.



Fotografía 9. Llave telescópica para fregadero.

Inodoros, en el mercado existe una extensa gama de modelos, todos ellos con un consumo prácticamente menor a los seis litros por descarga, las tablas siguientes muestran los resultados de un estudio de calidad desarrollado por la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO), sólo se mencionan los muebles con precios menores a 1000 pesos, los que nos brindan un comportamiento general del consumo de agua y funcionamiento de todos los muebles.

Marca	Modelo	País de Origen	Consumo de agua (litros)	Funcionamiento	Precio (\$)	Evaluación global de calidad
Vitromex	Marathon	México	5.778	Excelente	414.00	98
Alpha Cerámica	Victoria	México	5.771	Excelente	383.00	97
Nacesa	Alfa	México	5.890	Excelente	326.00	97
Kerdal	Perdiz	México	5.789	Bueno	417.00	95
Lamosa	Vienna	México	5.770	Bueno	399.00	95
Porcelamex	Tauro T.E.	México	6.000	Bueno	466.00	94
Porcelamex	Tauro	México	5.859	Bueno	466.00	94
Anfora	Mallorca	México	5.823	Bueno	310.00	93
Nacesa Plus	Galaxia	México	5.660	Excelente	373.00	92
Lamosa	Sahara	México	5.980	Bueno	399.00	90
Procelesa	Sagitario	México	5.827	Bueno	333.00	87
Nacesa	Galaxia	México	5.734	Bueno	349.00	86
Kerdal	Tucán	México	6.011	Bueno	435.00	82
Procemosa	Imperial	México	5.904	Regular	333.00	80
Kisson	Premier	México	5.672	Regular	267.00	74

Tabla 6. Muebles inodoros con un costo menor a \$ 500.

Marca	Modelo	País de Origen	Consumo de agua (litros)	Funcionamiento	Precio (\$)	Evaluación global de calidad
Orion	Iris	México	5.910	Excelente	729.00	100
Procemex Línea Capizzi	Jumbo	México	5.585	Excelente	815.00	99
Ideal Standard	Zafiro	México	5.908	Excelente	794.00	98
Procemex	Lerma	México	5.470	Excelente	516.00	97
Vitromex	San Marino	México	5.538	Excelente	912.00	97
Vitromex	Apolo	México	5.496	Excelente	670.00	96
Porcelamex	Aries	México	5.630	Excelente	806.00	95
Lamosa	Vienna EL	México	5.750	Excelente	706.00	93
Ceramosa	Mónaco	México	6.000	Bueno	600.00	90
Orion	Novara	México	5.949	Bueno	820.00	89
Orion	Argos	México	5.841	Bueno	850.00	87
Lamosa	Mercurio	México	5.886	Bueno	706.00	87
Kerdal	Perdiz Alargada	México	6.011	Bueno	524.00	84
Fanalozza	Savex	Chile	6.246	Regular	655.00	61

Tabla 7. Muebles inodoros con un costo de entre \$ 500 y \$ 1000

Inodoros que trabajan al vacío, estos aparatos son empleados en los aviones, barcos y trenes, trabajan por medio de succión y sólo emplean una pequeña cantidad de agua

(aproximadamente 100 ml) inyectada a presión para la limpieza de la pared del inodoro, para una descripción general consulte la página 9

Inodoros químicos, estos muebles también son utilizados en los aviones, trabajan con una mezcla de agua y desinfectante que es filtrada y reutilizada, la cantidad de agua usada por mezcla es de 30 litros y son necesarios además 30 litros para realizar la limpieza de éstos, estos inodoros dan servicio a más de 180 personas que realizan vuelos largos, con un promedio de visita a los sanitarios de 3 veces por persona, lo que nos da más de 540 servicios y un consumo de agua por servicio de aproximadamente 110 ml, para más información consulte la página 10.

Lavadoras, a medida que pasa el tiempo los fabricantes ofrecen lavadoras que utilizan menos aguas al contar con diferentes niveles de operación, además una nueva innovación, conocida con el nombre de "carga media", permite determinar la cantidad de agua por utilizar dependiendo de la cantidad de ropa por lavar, lo que equivale a tener una lavadora con más niveles de operación, la figura siguiente muestra esquemáticamente esta innovación.

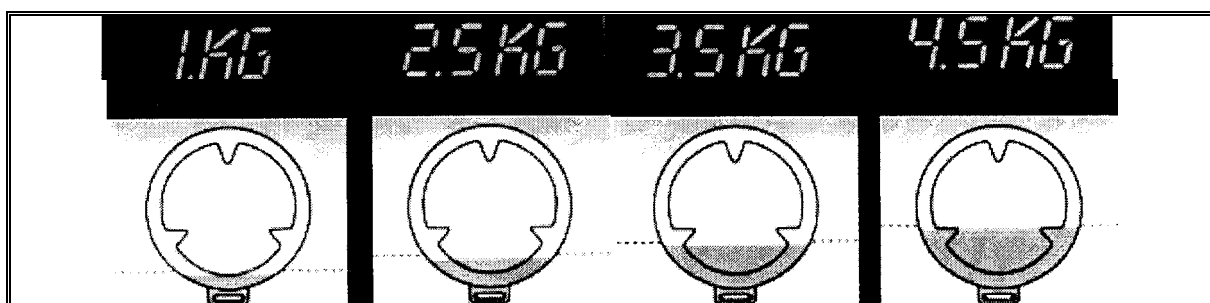


Figura 78. Esquema del nivel de agua dependiendo del peso de la carga.

Los límites de consumo por kilogramo de ropa en los modelos del mercado mexicano son 10.23 y 43.92 litros. La PROFECO realizó un estudio de calidad a 47 modelos de 16 marcas. Las tablas siguientes muestran los resultados en lo que respecta a las pruebas de consumo de agua, además del precio y evaluación global, como se puede observar todos los modelos probados tienen una calificación global aceptable.

Marca	Modelo	Consumo de agua (l/kg)	Precio (\$)	Evaluación global
Easy	LEA 10500L	27.14	5825	98
Easy	LEA 10600B	27.10	5900	98
Easy	LEA 10000B	27.10	5400	98
General Electric	TL160B	25.20	5285	98
Whirlpool	WLA7824BQ0	33.80	4139	98
Admiral	LATA 400	21.60	5300	96
Whirlpool	7LSR8244FQI	26.20	5275	96
Whirlpool	7LSC9245FQ0	26.20	5435	96
Whirlpool	WLA8924	33.80	4499	95
Whirlpool	WLC8924BNO	33.80	4499	95
Speed Queen	AWM-593L2	30.15	5980	92
Acros	7MAX4222	24.50	3900	87
General Electric	TL80B	31.92	4200	87

Electrolux	EWX233	35.52	4340	86
Blue point	LB2472DEBO	33.30	3289	84

Tabla 8. Lavadoras automáticas con agitador.

Marca	Modelo	Consumo de agua (1/kg)	Precio (\$)	Evaluación global
Daewoo	DWFI110P	38.10	600	96
Daewoo	DWF9010(P)	39.00	5800	96
Daewoo	DWF8002P	43.92	4499	88
Daewoo	DWF6580(P)	34.60	3499	88

Tabla 9. Lavadoras automáticas con impulsor.

Marca	Modelo	Consumo de agua (1/kg)	Precio (\$)	Evaluación global
Maytag Neptune	MAH 3000	11.03	11 339	98
Electrolux	EW805F	18.78	6700	88

Tabla 10. Lavadoras automáticas con tambor.

Marca	Modelo	Consumo de agua (1/kg)	Precio (\$)	Evaluación global
Acros	ALC405 CA	16.60	1699	98
Ultraclean by Koblenz	L230	12.71	1900	98
Mabe	LCM-453	21.60	1890	98
Acros	ALG755RA	14.00	1545	97
Supermatic	SLG755RA	14.00	1545	97
Ultraclean by Koblenz	L310	12.85	1950	97
Ultraclean by Koblenz	L2100	11.53	1610	97
Ultraclean by Koblenz	L210	12.71	1740	97
Daewoo	DWM-7010	14.20	2190	97
General Electric	LGC-18 ^a	16.20	1900	93
Daewoo	DW-6010P	13.70	3055	90
Philips	PLS5110	17.30	1890	87
Blue Point	LB2251 SEBI	17.30	1890	87
Daewoo	DW-6010	13.70	2880	87

Tabla 11. Lavadoras semiautomáticas con agitador.

Marca	Modelo	Consumo de agua (1/kg)	Precio (\$)	Evaluación global
Hoover	KLW 503BYH	16.14	1279	98
Acros	ALC405CI	16.60	1699	98
General Electric	LGC44L	21.90	1730	95
Acros	ALC355RI	16.70	1530	95
Ultraclean by Koblenz	L60	18.57	1040	95
Acros	ALC305CI	21.00	1000	95

Daewoo	DWM-4210(P)	14.82	2400	89
Daewoo	DWM-6110	10.23	1540	89
Long	XPB70-2	12.50	1999	88

Tabla 12. Lavadoras semiautomáticas con impulsor.

Marca	Modelo	Consumo de agua (l/kg)	Precio (\$)	Evaluación global
Ultraclean by Koblenz	L300	12.8	1820	97
Ultraclean by Koblenz	L200	12.71	1564	97

Tabla 13. Lavadoras manuales con agitador.

Marca	Modelo	Consumo de agua (l/kg)	Precio (\$)	Evaluación global
Supermatic	SLC3001	21.00	799	95

Tabla 14. Lavadoras manuales con impulsor.

Lavavajillas, al igual que las lavadoras las lavavajillas se van modernizando y con ello se logra aparatos más eficientes, una de las nuevas innovaciones que brindan algunas lavavajillas es la de contar con dos niveles de carga.

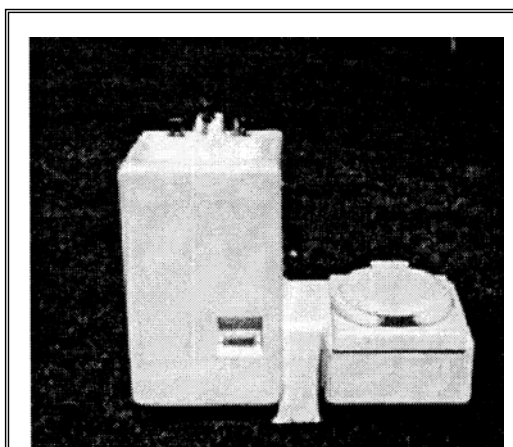
Dentro de los dispositivos ahorradores que reusan el agua, encontramos:

Inodoros de reuso de agua, el agua que es empleada para el lavado de manos se deposita en la cisterna del inodoro, ver Fotografía 10.

Inodoros de compostaje, estos muebles no requieren de agua, pero requieren de otras instalaciones para su funcionamiento.

Inodoros incineradores, al igual que los anteriores no emplean agua, y como su nombre lo indica, el manejo de los residuos humanos se lleva en una cámara de incineración.

Reglamentación. La reglamentación al introducir los avances obtenidos en: conocimientos, materiales, procesos, equipos, muebles, etc. logra disminuir el consumo de agua, por ejemplo como se menciona en el artículo 154 del Reglamento de Ingeniería Sanitaria relativo a Edificio que solo se deben instalar llaves que tengan un consumo máximo de 10l/min, para más detalles del reglamento referirse al capítulo de Normatividad.



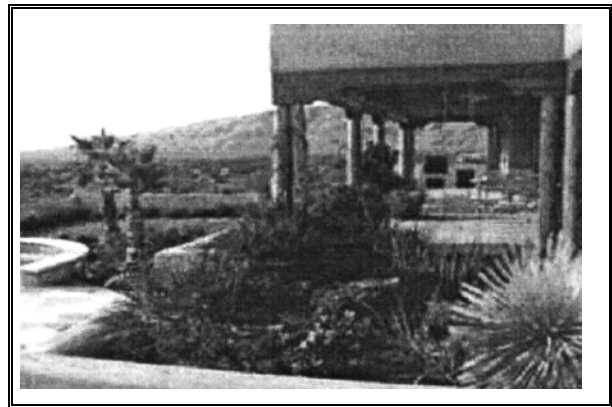
Fotografía 10. Inodoro que utiliza el agua del lavamanos.

Utilización de nuevos productos domésticos. Las investigaciones que realizan diferentes empresas brindan a los usuarios nuevos productos que pueden ser utilizados de manera inmediata, logrando un ahorro de agua sin la necesidad de cambiar o instalar ningún equipo especial, un ejemplo de este tipo de productos es el Eart Smart Laundry CD, este es un producto limpiador, sustituto del detergente, blanqueador y suavizante, que se utiliza en lavadoras y no requiere del ciclo de enjuague, entre otras de sus ventajas es que simplemente se coloca en la tina y uno se olvida del producto por un periodo de siete años o 2500 cargas.

Jardines eficientes. Este tipo de jardines se conoce con el nombre de jardines xerófilos, la principal característica de estos es el bajo consumo de agua. El jardín xerófilo es llamado también el "jardín natural" porque propicia el cultivo de las plantas nativas y destaca las cualidades y belleza que ellas poseen, las fotografías siguientes muestran ejemplos de jardines xerófilos.



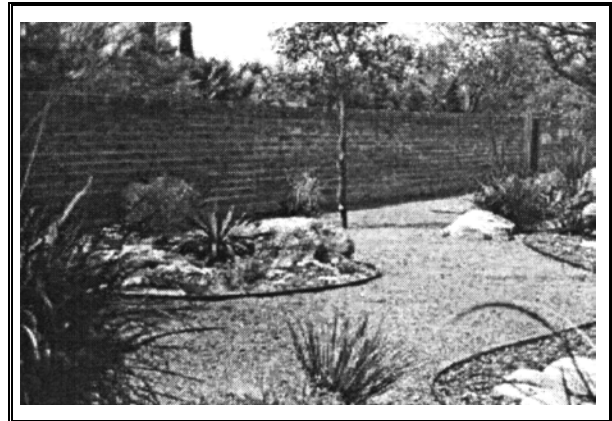
Fotografía 11. Jardín xerófilo 1.



Fotografía 12. Jardín xerófilo 2.



Fotografía 13. Jardín xerófilo 3.



Fotografía 14. Jardín xerófilo 4.

La utilización de los jardines xerófilos equivale a ahorrar entre 60% y 80% del agua empleada en los jardines. (Estudio realizado por South Florida Water Management District. EE.UU.).

A continuación se mencionan las principales técnicas que emplea este tipo de jardinería y se da una breve descripción de cada una de ellas:

Agrupar las plantas según sus necesidades de agua.

Seleccionar las plantas que necesitan poca agua.

Limitar el uso del césped.
 Regar eficientemente.
 Mejorar el suelo.
 Usar cobertores sobre la superficie de la tierra.
 Practicar un buen mantenimiento.

Agrupar las plantas según sus necesidades de agua. Toda planta necesita agua para vivir pero unas necesitan menos que otras. El agrupar las plantas de acuerdo a esta necesidad nos permitirá el uso racional de ésta porque se regará con menos frecuencia aquellas plantas que menos la necesiten. Es recomendable colocar las plantas que necesitan más cerca a la zona del césped para así facilitar el riego.

En las plantas de poca agua el exceso de riego es perjudicial tanto como la falta en las plantas que si necesitan abundante.

Es recomendable agrupar las plantas en tres zonas: las que necesitan mucha, las de riego moderado y las que necesitan poca.

Seleccionar las plantas que necesitan poca agua. Las plantas nativas de la zona, así como aquellas que vienen de lugares con condiciones climáticas similares. Son innumerables las plantas que necesitan poca; ellas son bellas, frondosas, muy atractivas y poseen características físicas y mecanismos para resistir su falta. Las hay de raíces profundas con las que llegan a obtenerla del subsuelo; otras poseen muchas raíces extendidas buscándola en todas direcciones. Hay especies que tienen la raíz tuberosa, gruesa y carnosa en la que almacenan gran cantidad.

En general las plantas que son de hojas pequeñas y divididas ofrecen menor superficie de exposición al sol por lo que transpiran menos y las de hojas coriáceas como el Laurel serán más resistentes a la sequedad. En general las plantas aromáticas como el Eucalipto y las hierbas aromáticas como el Romero y la Manzanilla, tienen condiciones para retener la humedad.

Asimismo las plantas de hojas vellosas requieren poco agua, estos vellos protegen a las hojas del sol y el viento, ayudan a retener el agua y reflejan el sol y el calor.

Hay ciertos tipos de plantas o familias que se desarrollan bien con poca agua. Entre ellas mencionaremos a las suculentas que generalmente tienen el tallo y las hojas gruesas, carnosas y cubiertas de una sustancia cerosa que evita su pérdida y están llenas de savia que retiene la humedad; casi todas son nativas de zonas áridas o semiáridas.

La familia de las Gramíneas es muy grande y muchas de ellas son recomendadas para un jardín xerófilo.

Las leguminosas crecen en suelos muy secos y aún infértiles, muchas de ellas poseen largas y profundas raíces que van creciendo en la tierra en busca de agua.

Limitar el uso del césped. El césped consume 4 veces más agua que cualquier otra planta por lo que su uso debe ser restringido a las zonas necesarias para la recreación y donde pueda ser bien mantenido. El césped puede ser substituido por los innumerables cubresuelos de poca

agua que darían un bello colorido. Es importante y posible cambiar la idea del paisaje urbano. Este debe ir acorde al medio ambiente de una ciudad, lo que lo hará más sostenible y atractivo, porque es algo propio de ella.

En los jardines de casas particulares, el césped es necesario cultivarlo en aquellas zonas que son destinadas a la recreación o zonas de tránsito; generalmente se lo coloca a continuación de la terraza, será el lugar dedicado al juego de los niños o a las reuniones familiares, pero puede reducirse el tamaño.

En la zona de entrada a la casa puede ser substituido creándose un jardín más interesante y alegre.

Regar eficientemente. El riego tiene por objeto el que las plantas reciban la cantidad de agua que necesitan para su desarrollo y en el momento adecuado. Importante es también el control de la cantidad, no regar más de lo que necesita la planta así como evitar que ella se pierda por efecto de la evaporación.

Más del 50% de agua se pierde en los jardines por el riego ineficiente.

Cada planta tiene una necesidad específica. La exposición al sol y al viento que contribuye a la transpiración de la planta, la humedad del ambiente, la temperatura, el tipo de suelo, las plantas que la rodean y la disposición genética de la planta determinan cuanto y con que frecuencia hay que regar; por ello la necesidad de la planta varia de especie en especie y de lugar en lugar. Las plantas seleccionadas por su adaptación a suelos secos son las que finalmente toleran más la sequedad.

El suelo es un elemento importante para el mejor aprovechamiento del riego. El suelo, con materia orgánica suficiente, retiene mejor la humedad porque ella es como una esponja que absorbe y retiene el agua que recibe.

Toda planta recién sembrada necesita recibir riego regular hasta que este bien establecida, porque al tener un limitado sistema de raíces, les llega poca agua de la tierra que la circunda. En general un árbol o arbusto estará bien establecido luego de 1 año de haber sido plantado pero ciertas especies pueden demorar hasta 2 años. Las flores y herbáceas estarán establecidas en 2 semanas, luego de este periodo, las especies de poca agua solo necesitaran riegos espaciados.

Los árboles y arbustos deben recibir un riego profundo y espaciado. Un riego superficial y continuo desarrollara raíces superficiales. Es necesario que la planta desarrolle una raíz fuerte y profunda capaz de soportar la masa de su tronco y follaje.

Las raíces de los árboles y arbustos crecen proporcionalmente al tamaño de la copa y las raíces que más absorben la humedad son las raíces terminales; por ello conviene que la planta reciba el agua de acuerdo el diámetro de la copa.

Existen en la actualidad diversos sistemas para aprovechar al máximo el agua con que contamos, por ejemplo, el sistema de aspersión es considerado un método muy eficaz que

consiste en suministrar el agua en forma de lluvia. Este sistema es usado mucho en campos de césped.

El sistema de riego por goteo es el método mas usado para ahorrar agua; se considera que su utilización permite ahorrar hasta un 70%. El riego por goteo permite que ésta penetre en la tierra muy lentamente y en forma directa en la planta, promueve el desarrollo profundo de la raíz, impide su desparrame y evita que se pierda por la evaporación.

Mejorar el suelo. Casi todas las plantas resistentes a la sequedad son poco exigentes en cuanto al suelo, sin embargo, la planta se desarrollara mejor en tierra con materia orgánica suficiente. La materia orgánica es el nutrimento natural resultante de la descomposición de plantas y animales ayudados por los microorganismos que hay en el suelo; la materia orgánica es necesaria en todo tipo de suelo porque al suavizar la tierra facilita el desarrollo de la raíz, ayuda a la aireación de la tierra y mejora la absorción del agua. La materia orgánica es particularmente importante en suelos arcillosos y arenosos porque en ambos mejora la estructura del suelo, haciéndolo más esponjoso y apropiado para las necesidades de la raíz.

Usar cobertores sobre la superficie de la tierra. La técnica de cubrir la tierra alrededor de las plantas con materiales orgánicos secos como pedazos de madera recortados, viruta gruesa, cascarilla de arroz o paja tiene dos objetivos bien precisos que son:

Mantener la tierra húmeda al protegerla del calor del sol y el viento que contribuyen a la evaporación del agua de la superficie.

Evitar el crecimiento de la hierba mala que consume el agua y los nutrientes que la planta necesita. La mala hierba compite con la planta que deseamos desarrollar por lo que impedir su crecimiento es imperativo.

El uso del cobertor controla la erosión alrededor de la planta, previene la compactación de la tierra y como es orgánico, mejora la calidad del suelo. Para que sea efectivo debe tener un espesor no menor de 10 cm. Existen otros cobertores inorgánicos como el plástico y las Piedras que son utilizados en muchas ocasiones, estos ayudan a conservar el agua aunque no proporcionan a la tierra los beneficios del cobertor orgánico.

Practicar un buen mantenimiento. El jardín xerófilo por ser más natural y apropiado al clima demandara menos mantenimiento, pero no esta libre de él. Entre las especificaciones para el cuidado del jardín xerófilo se mencionan:

Controlar y mantener en buen estado el sistema de irrigación.

Seleccionar el fertilizante apropiado. En general una tierra con suficiente materia orgánica no necesita ser fertilizada, pero si se encuentra alguna deficiencia se puede recurrir a los fertilizantes. Estos deben ser aplicados cuando la planta esta en su periodo de crecimiento, es también importante aplicarlo junto con el agua para que libere sus estimulantes.

Deshierbar es importante para que, como se ha dicho, la hierba mala no absorba el agua y los nutrientes que son para la planta.

Las podas adecuadas reducen la demanda de agua de la planta.

Implantación de sistemas integrales sostenibles

Hay una gama amplia de soluciones que involucren sistemas de saneamiento sostenibles, considerando las diferentes calidades del agua por utilizar. Cada lugar en donde éstos ya están siendo utilizados ofrece ciertas ventajas, como ejemplos de estos sistemas se tienen los siguientes:

VC-Digestor. "Sanitarios al vacío", tratamiento anaerobio con higienización y tratamiento conjunto de residuos domésticos orgánicos (plantas de biogas), aplicación del fertilizante líquido (plantas de biogas separativas y semiseparativas con tuberías al vacío, plantas opcionales de biogas más grandes y granjas con necesidades de nutrientes y gas).

Compostaje. El compostaje de las heces y residuos domésticos orgánicos, aplicación de la composta a la agricultura. La humedad debe mantenerse entre el 50% y el 60%, lo que es difícil en los climas cálidos.

Secado. El secado de las heces fecales en los climas cálidos en aseos de desecación con paneles solares, la humedad debe ser menor del 20%, (mejor cuanto mas seco). No es apropiado en climas fríos, requiere una gran cantidad de energía.

Separación de orina. Sistemas de descarga tradicionales con inodoros que separan la orina; almacenaje selectivo de la orina estabilizada y descargada por control remoto al sistema de alcantarillado a primeras horas de la mañana, de acuerdo con el tiempo necesario de transporte; tratamiento de los fluidos con alta concentración de nutrientes.

WC-Riego. Inodoros de descarga de agua cerrada, tratamiento aerobio, digestor para el lodo, use de los efluentes para riego y como fertilizante, lodos no contaminados para la agricultura. Aplicable en lugares sin estación invernal, o con invernaderos o acuicultura.

La tabla siguiente pretende dar un panorama general de cuales son las ventajas y las desventajas de los diferentes sistemas, se destaca la fila correspondiente al consumo de agua, donde se observa que el menos apropiado es el sistema tradicional de abastecimiento y alcantarillado tradicional.

Tema	VC-Digestor	Compostaje	Secado	Separación de orina	WC-Riego	WC
Patógenos	+	+	+	-	-	-
Reciclaje de nutrientes para la agricultura	++	++	++	+	++	--
Depósito de carbono frente al calentamiento global	+	++	++	--	-	--
Consumo de agua	+	++	++	+	reutilización	--
Tratamiento conjunto de residuos domésticos orgánicos	Posible	Necesario	Posible	No	No	no
Eficiencia energética total	++	++	++	+	+	-
Regiones áridas	+	++	++	+	-	--
Climas con estaciones frías	+	++	--	+	--	-
Centros de grandes ciudades	+	--	-	++	-	++
Ciudades pequeñas y suburbios	++	++	+	++	-	+
Zonas rurales	-	++	++	-	++	-

Funcionamiento y mantenimiento	-	+	++	--	-	--
Soluciones de tecnología sencilla	--	++	++	--	-	--

+Sistemas apropiados

Tabla 15 Ventajas y desventajas de los sistemas sostenibles. (Ralf Otterpohl, Alemania).

Para tener una mejor idea de lo que es un sistema sostenible se describe a continuación un proyecto piloto de sanitarios al vacío y planta de biogas.

El sistema será construido en el nuevo barrio de "Flintenbreite" en la ciudad alemana de Lubeck, junto al mar Báltico. La zona abarca un total de 3.5 hectáreas y no estará conectada al sistema general de alcantarillado brindando un servicio a 300 habitantes. El sistema es un proyecto de Ralf Otterpohl, Matthias Grottker y Jorg Lange, para la compañía constructora Trautsch Bau. El sistema esta constituido principalmente por:

Sanitarios al vacío (VC), con recogida y tratamiento anaerobio, y tratamiento conjunto con los residuos orgánicos domésticos en plantas de biogas (separativas o semiseparativas); el reciclaje de los lodos de digestión anaerobia se empleara en la agricultura, con almacenamiento para épocas de cultivo.

Cogenerador de calor y electricidad, el cual es alimentado por el biogas generado en el digestor (calor para las viviendas y el digestor), además de la producción de gas natural.

Lechos filtrantes artificiales, para el manejo de las aguas grises.

Recogida de aguas pluviales para su reutilización, sistema de drenaje y filtrado por zanjas.

El Cogenerador (calor y electricidad), adaptado para usar biogas cuando el depósito esté lleno, producirá la calefacción de las viviendas. También se utilizará para calentar la planta generadora de biogas. Además habrá sistemas solares pasivos de apoyo a la calefacción de las viviendas, y sistemas solares activos para el agua caliente.

En el digestor se instalara una estación de bombeo. Se cuenta con una unidad de bombeo extra en caso de avería. La presión del sistema es de 0.3 bar, que se utiliza tanto para los sanitarios al vacío como para las conducciones al vacío. Los conductos tienen una dimensión de 50 mm para facilitar un buen transporte impulsado por aire. Deben situarse a una profundidad suficiente para estar protegidos frente a las heladas, y deben tener sifones cada 30 metros para crear tapones de material transportado que impidan la salida de los gases al exterior.

Las heces mezcladas con los residuos orgánicos triturados (para la mezcla, sólo los procedentes de las aguas negras) son saneadas calentando la mezcla a 70 °C durante 30 minutos. Un intercambiador de calor que calienta previamente el flujo de entrada reutiliza la energía. El digestor funciona termofílicamente a una temperatura de unos 55 °C con una capacidad de 35 m³, lo que es la mitad de la necesaria para el funcionamiento mesofílico (a unos 37 °C). Sin embargo, en la operación pueden darse problemas debidos a las altas concentraciones de NH₄ y NH₃ (acidoamónico y amoniaco), que se han estimado en cerca de 2000 mg/l. En caso de dificultades, la operación se detendrá en condiciones mesofílicas, en las que la proporción de NH₃ es menor en la misma medición del pH con un tanque adicional.

Otro aspecto es la cantidad de sulfuro en el biogas. Ésta puede reducirse mediante un control sobre el suministro de oxígeno en el digestor o en la corriente de gas.

La planta de biogas se concibe también para ser una unidad de producción de líquido fertilizante. Es importante considerar el recorrido de las sustancias contaminantes desde el origen. Una fuente importante de metales pesados son las tuberías para el agua corriente de cobre o de zinc. Se evitarán estos materiales, utilizando tuberías de polietileno. Los lodos de aguas residuales no se desecarán, por estar compuestos de buen fertilizante, y para no tener que tratar el agua resultante. La relativamente poca cantidad de agua añadida a las aguas negras consigue un volumen lo suficientemente pequeño para el transporte. Habrá un tanque de almacenaje durante 2 semanas para la recolección de los flujos del digestor. El biogas se almacenará en el mismo tanque dentro de un contenedor, lo que proporciona una mayor flexibilidad de funcionamiento. El fertilizante será sacado por un camión y transportado a una granja que tenga un tanque de almacenaje para 8 meses.

Las aguas grises en Flintenbreite se tratarán en lechos filtrantes separativos alimentados verticalmente con una extensión de 2 m² por habitante. Éstos son relativamente baratos en cuanto a la construcción y especialmente en el funcionamiento. Los pozos de bombeo servirán como una cámara de arena, para la separación de grasas y tendrán filtros para las partículas de gran tamaño por encima del nivel del agua. Los efluentes se filtrarán preferiblemente mediante un sistema de zanjas de drenaje para las aguas pluviales.

De este proyecto se espera la reducción de vertidos al mar, el ahorro de energía, materia acumulado por persona, además con una vida media de 70 años, se esperan ahorros de agua potable del orden de los 700 m³. La Tabla 16 muestra una comparación en el sistema propuesto y un sistema tradicional, donde podemos observar que estos además de ahorrar agua son más eficientes en otros aspectos.

Sistema tradicional avanzado		Nuevo sistema de saneamiento	
COD	3.60 kg/P/a	COD	0.30** kg/P/a
BOD ₅	0.40 kg/P/a	BOD ₅	0.10** kg/P/a
P total	0.07 kg/P/a	P total	0.01** kg/P/a
N total	0.73 kg/P/a	N total	0.13** kg/P/a
K total	1.40 kg/P/a*	K total	0.20* kg/P/a
*aproximación		*aproximación	
		**datos oficiales del HH-Allermöhe	
Demanda de energía para el abastecimiento de agua 0.5 kWh/m ³ a 25 kWh/m ³		Demanda de energía para el abastecimiento de agua (ahorro de agua mayor del 20%) 20 kWh/P/a	
Demanda típica para el tratamiento de agua 85 kWh/P/a		Sistema mediante vacío 25 kWh/P/a	
		Tratamiento de aguas grises 2 kWh/P/a	
		Transporte de lodo (en 2 meses a 50 km) 20 kWh/P/a	
		Ganancias netas en biogas (12.5 W) -110 kWh/P/a	
Demanda total 12.5 W =110 kWh/P/a		producción total 5 W = -43 kWh/P/a (cifras del proceso de diseño)	

Concentración de materia 3.6 t/P/a (estudio MIPS de Reckerziigl,1997)	Concentración de materia 1.3 t/P/a (estudio MIPS de Reckerziigl,1997)
---	---

Tabla 16. Estimación de las emisiones, el consumo de energía y la concentración de materiales del sistema propuesto en comparación con el sistema tradicional.

Educación. La educación debe ser la actividad que permita establecer el camino a un uso racional del agua. Debe ser la generadora y difusora de todas las actividades anteriormente mencionadas. Además de ser la causante de buenos hábitos.

A continuación se menciona un ejemplo, basado en un mensaje sobre consejos de uso racional de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Chihuahua, Chihuahua:

En la regadera

La regadera arroja 20 lt/min. Es necesario tomar duchas rápidas.

Cerrar la llave mientras nos enjabonamos.

Colocar un balde que recoja el agua fría mientras esperamos la caliente, es agua limpia que se puede utilizar posteriormente.

Si escuchamos música o cantamos durante el baño, que sea con la llave cerrada.

En el lavabo

Utilizar un vaso con agua para cepillarse los dientes.

Cerrar la llave mientras nos enjabonamos las manos o la cara.

Utilizar un recipiente o el tapón del lavabo para afeitarse.

En el WC

No lo utilizemos como basurero, gasta agua y obstruye el drenaje. Coloquemos un cesto al lado. Si el depósito es de 20 lt cambiarlo por uno de 6 lt o colocar una botella con agua dentro del depósito nos ayudara a economizar

En la cocina

Utilizar una tina para lavar todos los trastes y otra para enjuagarlos. Nunca debajo del chorro de la llave.

Utilizar el agua de la bandeja con la que se lavan las verduras para regar las plantas.

En el exterior

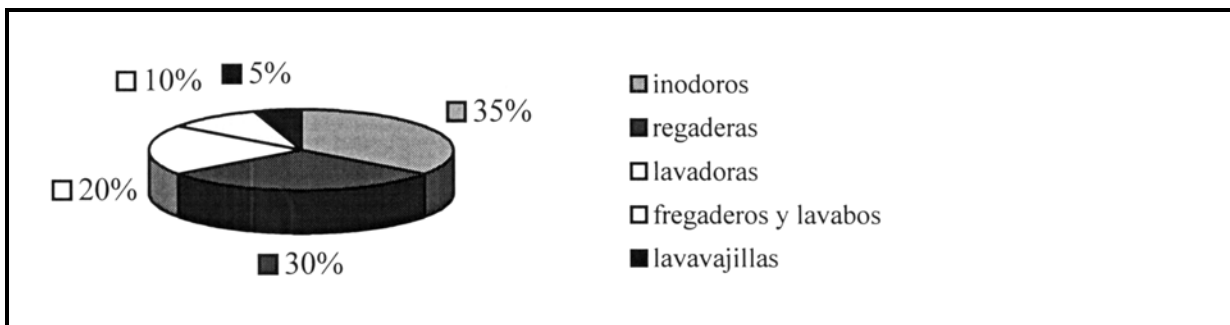
Respetar el horario de riego de jardines (7:p.m a 8:00 a.m.) y no regar en exceso.

Para limpiar la banqueta o la cochera es necesario hacerlo con la escoba y el recogedor. Lavar el carro con una cubeta, nunca con el chorro de la manguera.

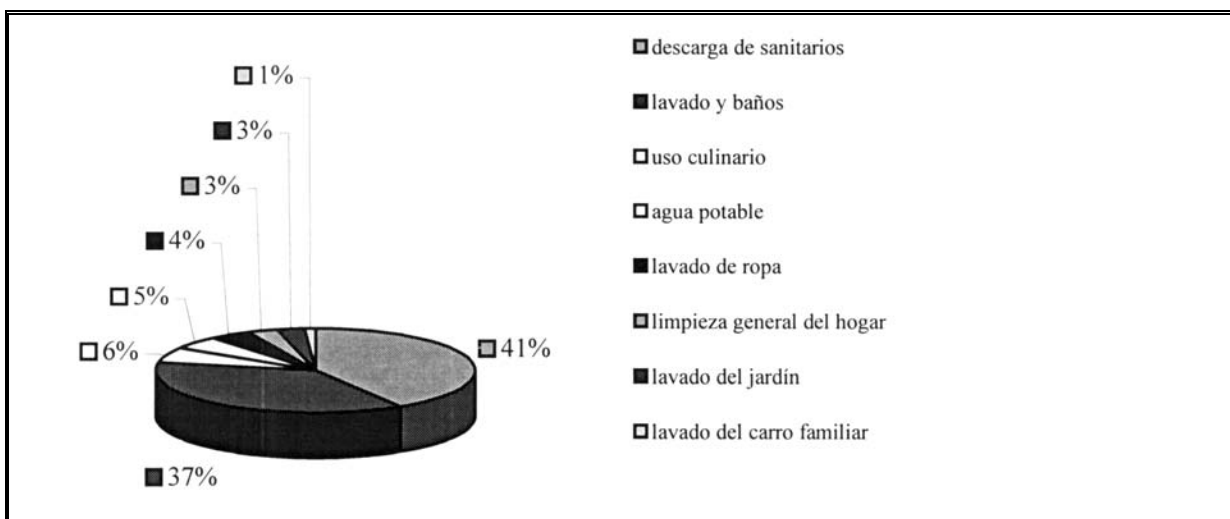
5.1 ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA

Volúmenes utilizados en las diversas actividades domésticas.

Las gráficas siguientes muestran el porcentaje de consumo de cada una de las actividades domésticas, donde podemos observar que el mayor consumo se realiza en el inodoro.



Gráfica 3. Consumo doméstico de agua (Arreguin 1991).



Gráfica 4. Consumo doméstico de agua (Rosales 1998).

A manera de ejemplo, con los porcentajes de la gráfica 4 y con los registros bimestrales se estima el consumo por actividad en un caso en particular, estos datos se observan en la tabla siguiente.

Actividades	Porcentajes	Consumo en m ³ por bimestre					
		1	2	3	4	5	6
Lavado de carros	1	0.46	0.78	0.87	0.49	0.48	0.48
Lavado del jardín	3	1.38	2.34	2.61	1.47	1.45	1.43
Limpieza general	3	1.38	2.34	2.61	1.47	1.45	1.43
Lavado de ropa	4	1.84	3.12	3.48	1.96	1.93	1.90
Agua potable	5	2.30	3.90	4.35	2.45	2.41	2.38
Uso culinario	6	2.76	4.68	5.22	2.94	2.89	2.85
Lavabo y baños	37	17.03	28.89	32.18	18.14	17.83	17.60
Inodoros	41	18.87	32.01	35.65	20.10	19.75	19.51

Tabla 17. Consumo doméstico de agua (ejemplo).

5.2 CONSUMO DE AGUA CALIENTE

Datos necesarios para el cálculo de una instalación de agua caliente centralizada. Para diseñar una instalación de agua caliente se precisan conocer los siguientes datos.

- Números de usuarios.
- Numero de puntos y su naturaleza.
- Consumo de agua caliente por usuario y el punto de consumo, (ver Tabla 18).
- Temperatura de uso del sistema de agua caliente.

Los consumos de agua caliente y, en consecuencia, las necesidades de producción de esta son muy variables en función del tipo de uso del edificio, en uno de viviendas existen periodos del día en los que se produce un mayor consumo horario. El día de la semana también influye en el comportamiento del consumo de agua caliente, así como la estación del año, siendo, en general, mayor en invierno que en verano.

Para el cálculo y dimensionamiento de una instalación, conviene diferenciar entre los siguientes conceptos:

Consumo diario de agua caliente. Es el que se estima, se produce a lo largo de un día tipo y se calcula en función del consumo medio diario por persona en viviendas.

Consumo en horas punta. (Pico). Es el consumo máximo de agua caliente de un edificio referido a un determinado periodo horario, precisamente aquel en el que se produce el mayor consumo.

Para calcular la capacidad de los depósitos de acumulación o almacenamiento de agua caliente es fundamental partir del dato de consumo pico de agua caliente, ya que la capacidad de acumulación deberá satisfacer la demanda del periodo pico en cualquier caso.

Mueble	Consumo ²	Temperatura de consumo (°C)	Tiempo de llenado (minutos)	Consumo (litros a 50°C)
Lavamanos	1-2	35	1-2	1
Lavabo	9	35	2-3	5
Fregadero 40x40 cm	25-30	45-50	3-4	20-25
Bañera 150 l	150	40	15	100
Ducha	40-50	40	6	30-35
Baño de asiento	30	42	4	25
Bidé	5	38	2	4

Tabla 18. Consumo de agua caliente por mueble.

Así, por ejemplo, en una vivienda que cuenta con un cuarto de baño, una cocina y un baño de servicio, se puede considerar que los aparatos siguientes estén en servicio: tina del baño, fregadero o la regadera, fregadero, si de la tabla de consumo por mueble se obtiene el volumen requerido.

² Consumo para llenado en litros en función de la temperatura de consumo.

Bañera - 100 l regadera 35 l
 Fregadero - 20 l fregadero 20 l

La capacidad del calentador tendría que ser de 120 en un caso y en el otro de 55 litros.

Por otro lado los diámetros de las tuberías estarían regidos por el gasto máximo instantáneo. En la práctica por el tamaño de las casas y muebles a instalar se utilizan diámetros de 13 mm, sin realizar un análisis de cada caso en particular, lo que conlleva el mal funcionamiento de las instalaciones hidráulicas.

Véase el sistema centralizado desde el punto de vista del ahorro del agua. Cuando se requiere de agua caliente en algún punto el usuario generalmente abre la llave de agua caliente, en este momento el tubo de alimentación se encuentra lleno de agua fría, por lo que el usuario tendrá que esperar un tiempo pequeño (entre 5 a 10 segundos) para que salga el agua caliente, después esta agua, generalmente, se encuentra a una temperatura mas elevada de la que soporta el cuerpo, el consumidor empezara a regular la temperatura abriendo la llave del agua fría, hasta lograr la temperatura adecuada.

Por otro lado, el calentador se localiza fuera de los puntos de consumo y el recorrido de las tuberías de alimentación puede ser de un par de metros hasta decenas de metros.

Para tener una idea del volumen desperdiciado en la espera se muestra el ejemplo siguiente: en un hogar formado por 4 integrantes, se necesitara agua caliente en los siguientes cuartos

Baño: 4 (regadera-lavamanos)
 Cocina: 2 (fregadero)

Con una distancia media a los aparatos de 8 metros y una tubería de distribución de 13 mm de diámetro (sin considerar el tiempo de adecuación de la temperatura), se tiene:

El volumen desperdiciado en un día es $V = \pi (0.013)^2 (8)6 = 6.371$

5.3 EVALUACION ECONÓMICA POR CAMBIO DE ACCESORIOS.

Para realizar cualquiera de las actividades, para obtener un ahorro de agua, se tienen que realizar ciertos gastos. Los gastos pueden ser cubiertos por los usuarios o el organismo operador, por lo tanto el análisis económico se vera desde dos puntos de vista, se menciona primero el punto de vista del usuario, el cual se encuentra ligado a las tarifas que establece el organismo operador, y posteriormente el punto de vista del organismo operador cuyos costos son los generados en los trabajos de captación, conducción, potabilización y distribución del agua, como no existe ningún dato oficial del costo total por metro cúbico se elegirán los costos de Alemania y Canadá que son respectivamente 1.3 y 0.4 Mares por metro cúbico.

Tarifas. Para realizar el análisis económico se tomaran los datos de la tarifa de 1999 para tomas de use doméstico del Distrito Federal, la cual se muestra a continuación.

En caso de que haya medidor instalado, los derechos señalados se pagaran de acuerdo a:

Consumo en m ³		Tarifa	
Límite inferior	Límite superior	Cuota mínima (\$)	Cuota condicional por metro cúbico excedente del límite inferior
0.00	10	11.50	0.00
10.1	20	11.50	1.36
20-1	30	25.06	1.58
30.1	50	40.84	2.42
50.1	70	89.22	3.09
70.1	90	150.99	3.95
90.1	120	229.95	7.86
120.1	180	465.67	9.94
180.1	240	1,061.76	14.28
240.1	420	1,918.42	16.44
420.1	660	4,877.45	19.16
660.1	960	9,475.18	20.70
960.1	1,500	15,684.97	23.81
1,500.1	EN ADELANTE	28,543.48	25.38

Tabla 19. Tarifas para domicilios que cuentan con medidor.

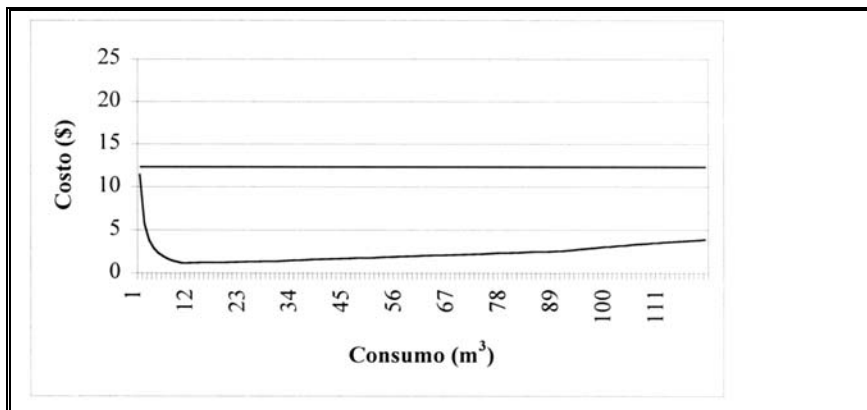
En el caso de que no haya medidor instalado, se pagara considerando el consumo promedio que corresponda a la colonia catastral en que se encuentre el inmueble en que este instalada la Toma, siempre que en dicha colonia catastral el número de Tomas con medidor sea mayor o igual al 70% del total de Tomas existentes en esa colonia. En los casos en que no se cumpla con esa condición se aplicara la cuota fija correspondiente de la tarifa siguiente.

Tipo de Colonia Catastral en que se ubique el Inmueble y éste instalada la Toma de Agua	Cuota Bimestral expresada en pesos
0	13.81
1	20.74
2,3 y 8	41.48
4,5 y 7	177.07
6	414.89

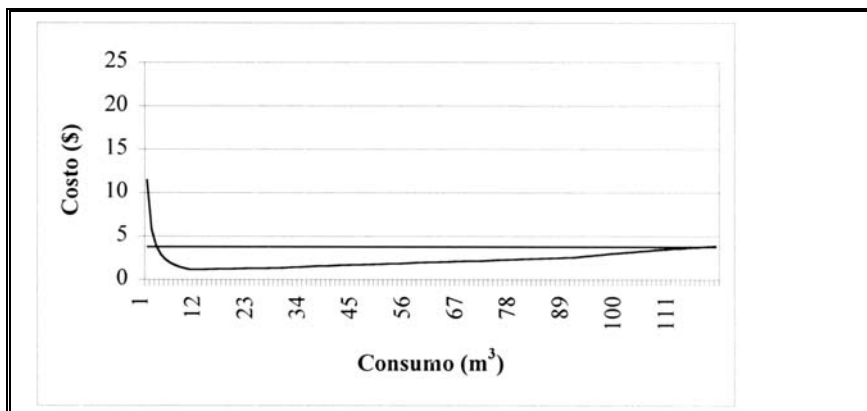
Tabla 20. Tarifas para domicilios que no cuentan con medidor.

Los inmuebles ubicados en las colonias tipo 6 y 7 que tengan un valor catastral que corresponda al rango marcado con la literal "M" a la "S" pagaran \$968.08

A continuación se muestra la representación gráfica de las tarifas y de los costos del organismo operador.

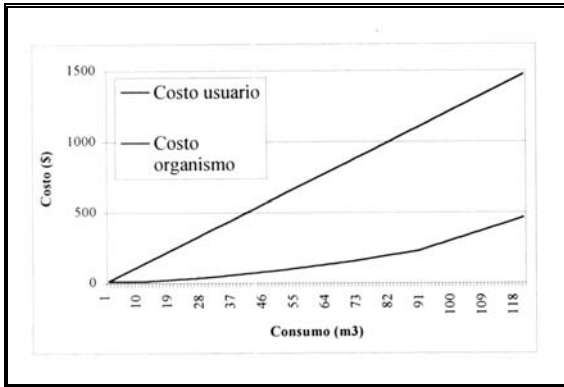


Gráfica 5. Tarifas y costos de 1.3 dólares por metro cúbico.

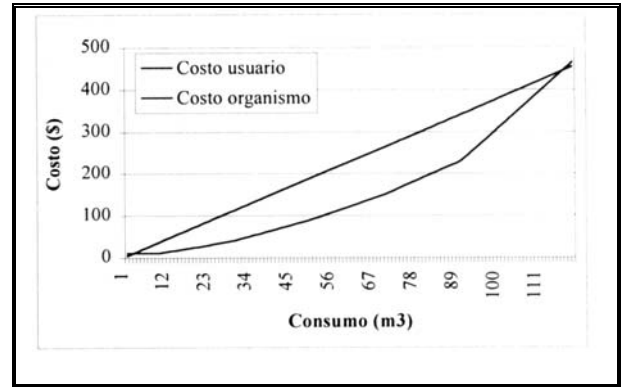


Gráfica 6. Tarifas y costos de 0.4 dólares por metro cúbico.

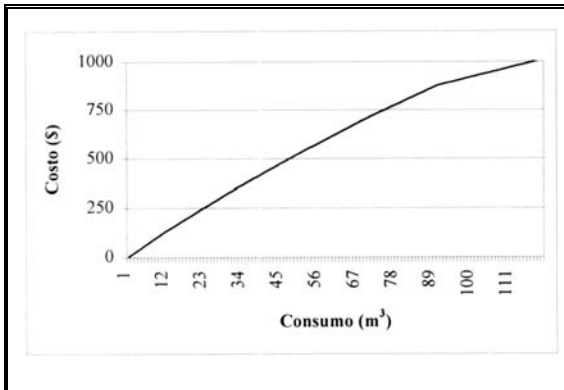
En las gráficas se observan dos cosas interesantes, los costos para el usuario muestran una curva cóncava, lo que quiere decir que al usuario no le conviene consumir poca agua por que el costo por m^3 es mayor al inicio, si bien es cierto que el consumidor hasta los $10 m^3$ pagara la misma cantidad. Al parecer los beneficios se van reduciendo al incrementar el consumo, empero obsérvese las siguientes gráficas, las primeras muestran los costos y las ultimas la diferencia entre los costos del organismo y los costos de los usuarios.



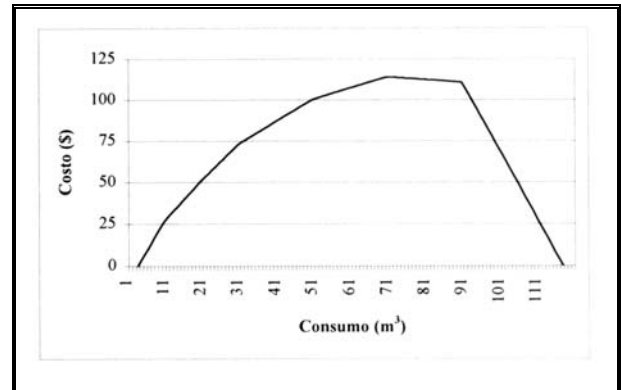
Gráfica 7. Costos para 1.3 dólar/ m^3 .



Gráfica 8. Costos para 0.4 dólar/ m^3 .



Gráfica 9. Diferencia de costos (subsidio), para 1.3 dólar/ m^3 .



Gráfica 10. Diferencia de costos (subsidio), para 0.4 dólar/ m^3 .

Nuevamente se observa en la gráfica del primer caso que los que reciben menos beneficios económicos son los usuarios que consume menos, y en el segundo caso los que reciben un mayor beneficio son los consumidores medios, aunque la magnitud de este sea pequeña.

Una vez que se analizo el comportamiento de las tarifas, se evalúa los costos por cambio de accesorios y se presentan varios casos, cada tabla representa el cambio de un accesorio, es necesario mencionar que los precios empleados fueron los más bajos de cada producto, y que en el caso de la regadera no se sustituyen las laves.

REGADERA SIN CAMBIO DE LLAVES							
Consumo bimestral (m ³)	Número de accesorios	Costo total con IVA	Consumo accesorio (m ³)	Costo (\$)	Ahorro de agua (m ³)	Ahorro (\$)	Recuperación de la inversión (años)
10	1	328.53	2.00	2.30	0.20	0.23	138.07
13	1	328.53	2.60	4.20	0.26	0.42	130.25
30	1	328.53	6.00	5.01	0.60	0.50	109.25
34	1	328.53	6.80	15.91	0.68	1.59	34.41
60	1	328.53	12.00	24.02	1.20	2.40	22.79
85	1	328.53	17.00	34.15	1.70	3.41	16.03
100	1	328.53	20.00	77.43	2.00	7.74	7.07

Tabla 21. Análisis económico, cambio de regadera.

MONOMANDO PARA LAVABO							
Consumo bimestral (m ³)	Número de accesorios	Costo total con IVA	Consumo accesorio (m ³)	Costo (\$)	Ahorro de agua (m ³)	Ahorro (\$)	Recuperación de la inversión (años)
10	1	1040.15	0.70	0.81	0.07	0.08	2153.52
13	1	1040.15	0.91	1.47	0.09	0.15	1178.19
30	1	1040.15	2.10	1.75	0.21	0.18	988.25
34	1	1040.15	2.38	5.57	0.24	0.56	311.28
60	1	1040.15	4.20	8.41	0.42	0.84	206.17
85	1	1040.15	5.95	11.95	0.60	1.20	145.05
100	1	1040.15	7.00	27.10	0.70	2.71	63.97

Tabla 22. Análisis económico, cambio de llaves de lavabo.

MONOMANDO PARA FREGADERO							
Consumo bimestral (m ³)	Número de accesorios	Costo total con IVA	Consumo accesorio (m ³)	Costo (\$)	Ahorro de agua (m ³)	Ahorro (\$)	Recuperación de la inversión (años)
10	1	1815.37	1.00	1.15	0.10	0.12	2630.96
13	1	1815.37	1.30	2.10	0.13	0.21	1419.40
30	1	1815.37	3.00	2.51	0.30	0.25	1207.35
34	1	1815.37	3.40	7.96	0.34	0.80	380.29
60	1	1815.37	6.00	12.01	0.60	1.20	251.88
85	1	1815.37	8.50	17.07	0.85	1.71	177.21
100	1	1815.37	10.00	38.72	1.00	3.87	78.15

Tabla 23. Análisis económico, cambio de llaves de fregadero

INODORO							
Consumo bimestral (m ³)	Número de accesorios	Costo total con IVA	Consumo accesorio (m ³)	Costo (\$)	Ahorro de agua (m ³)	Ahorro (\$)	Recuperación de la inversión (años)
10	1	424.90	4.00	4.60	2.60	2.99	23.68
13	1	424.90	5.20	8.41	3.38	5.47	12.96
30	1	424.90	12.00	10.02	7.80	6.52	10.87
34	1	424.90	13.60	31.82	8.84	20.69	3.42
60	1	424.90	24.00	48.05	15.60	31.23	2.27
85	1	424.90	34.00	68.30	22.10	44.39	1.60
100	1	424.90	40.00	154.86	26.00	100.66	0.70

Tabla 24. Análisis económico, cambio de inodoro.

De lo anterior se observa que el único cambio de accesorios que brinda un beneficio económico es el del inodoro.

Ahora si se observa desde el punto de vista del organismo operador los resultados serían los siguientes:

Con un costo de 1 .3 dólares por metro cúbico.

REGADERA SIN CAMBIO DE LLAVES							
Consumo bimestral (m ³)	Número de accesorios	Costo total con IVA	Consumo accesorio (m ³)	Costo (\$)	Ahorro de agua (m ³)	Ahorro (\$)	Recuperación de la inversión (años)
10	1	328.53	2.00	24.57	0.20	2.46	22.29
13	1	328.53	2.60	31.94	0.26	3.19	17.14
30	1	328.53	6.00	73.71	0.60	7.37	7.43
34	1	328.53	6.80	83.54	0.68	8.35	6.55
60	1	328.53	12.00	147.42	1.20	14.74	3.71
85	1	328.53	17.00	208.85	1.70	20.88	2.62
100	1	328.53	20.00	245.70	2.00	24.57	2.23

Tabla 25. Análisis económico, cambio de regadera (1.3).

MONOMANDO PARA LAVABO							
Consumo bimestral (m ³)	Número de accesorios	Costo total con IVA	Consumo accesorio (m ³)	Costo (\$)	Ahorro de agua (m ³)	Ahorro (\$)	Recuperación de la inversión (años)
10	1	1,040.15	0.70	8.60	0.07	0.86	201.59
13	1	1,040.15	0.91	11.18	0.09	1.12	155.07
30	1	1,040.15	2.10	25.80	0.21	2.58	67.20
34	1	1,040.15	2.38	29.24	0.24	2.92	59.29
60	1	1,040.15	4.20	51.60	0.42	5.16	33.60
85	1	1,040.15	5.95	73.10	0.60	7.31	23.72
100	1	1,040.15	7.00	86.00	0.70	8.60	20.16

Tabla 26. Análisis económico, cambio de llaves de lavabo (1.3).

MONOMANDO PARA FREGADERO							
Consumo bimestral (m ³)	Número de accesorios	Costo total con IVA	Consumo accesorio (m ³)	Costo (\$)	Ahorro de agua (m ³)	Ahorro (\$)	Recuperación de la inversión (años)
10	1	1815.37	1.00	12.29	0.10	1.23	246.28
13	1	1815.37	1.30	15.97	0.13	1.60	189.45
30	1	1815.37	3.00	36.86	0.30	3.69	82.09
34	1	1815.37	3.40	41.77	0.34	4.18	72.44
60	1	1815.37	6.00	73.71	0.60	7.37	41.05
85	1	1815.37	8.50	104.42	0.85	10.44	28.97
100	1	1815.37	10.00	122.85	1.00	12.29	24.63

Tabla 27. Análisis económico, cambio de llaves de fregadero (1.3).

INODORO							
Consumo bimestral (m ³)	Número de accesorios	Costo total con IVA	Consumo accesorio (m ³)	Costo (\$)	Ahorro de agua (m ³)	Ahorro (\$)	Recuperación de la inversión (años)
10	1	429.90	4.00	49.14	2.60	31.94	2.22
13	1	429.90	5.20	63.88	3.38	41.52	1.71
30	1	429.90	12.00	147.42	7.80	95.82	0.74
34	1	429.90	13.60	167.08	8.84	108.60	0.65
60	1	429.90	24.00	294.84	15.60	191.65	0.37
85	1	429.90	34.00	417.69	22.10	271.58	0.26
100	1	429.90	40.00	191.40	26.00	319.41	0.22

Tabla 28. Análisis económico, cambio de inodoro (1.3).

De lo anterior se observa que el cambio de inodoro brinda un tiempo de recuperación de la inversión muy pequeño; el cambio de las regaderas también brinda un beneficio económico, pero las llaves monomando no son rentables.

Con un costo de 0.4 dólares por metro cúbico.

REGADERA SIN CAMBIO DE LLAVES							
Consumo bimestral (m ³)	Número de accesorios	Costo total con IVA	Consumo accesorio (m ³)	Costo (\$)	Ahorro de agua (m ³)	Ahorro (\$)	Recuperación de la inversión (años)
10	1	328.53	2.00	7.56	0.20	0.76	72.43
13	1	328.53	2.60	9.83	0.26	0.98	55.71
30	1	328.53	6.00	22.68	0.60	2.27	24.14
34	1	328.53	6.80	25.70	0.68	2.57	21.30
60	1	328.53	12.00	45.36	1.20	4.54	12.07
85	1	328.53	17.00	64.26	1.70	6.43	8.52
100	1	328.53	20.00	75.60	2.00	7.56	7.24

Tabla 29. Análisis económico, cambio de regadera (0.4).

MONOMANDO PARA LAVABO							
Consumo bimestral (m ³)	Número de accesorios	Costo total con IVA	Consumo accesorio (m ³)	Costo (\$)	Ahorro de agua (m ³)	Ahorro (\$)	Recuperación de la inversión (años)
10	1	1040.15	0.70	2.65	0.07	0.26	655.17
13	1	1040.15	0.91	3.44	0.09	0.34	503.98
30	1	1040.15	2.10	7.94	0.21	0.79	218.39
34	1	1040.15	2.38	9.00	0.24	0.90	192.70
60	1	1040.15	4.20	15.88	0.42	1.59	109.20
85	1	1040.15	5.95	22.49	0.60	2.25	77.08
100	1	1040.15	7.00	26.46	0.70	2.65	65.52

Tabla 30. Análisis económico, cambio de llaves de lavabo (0.4).

MONOMANDO PARA FREGADERO							
Consumo bimestral (m ³)	Número de accesorios	Costo total con IVA	Consumo accesorio (m ³)	Costo (\$)	Ahorro de agua (m ³)	Ahorro (\$)	Recuperación de la inversión (años)
10	1	1815.37	1.00	3.78	0.10	0.38	800.43
13	1	1815.37	1.30	4.91	0.13	0.49	615.71
30	1	1815.37	3.00	11.34	0.30	1.13	266.81
34	1	1815.37	3.40	12.85	0.34	1.29	235.42
60	1	1815.37	6.00	22.68	0.60	2.27	133.40
85	1	1815.37	8.50	32.10	0.85	3.21	94.17
100	1	1815.37	10.00	37.80	1.00	3.78	80.04

Tabla 31. Análisis económico, cambio de llaves para fregadero (0.4).

INODORO							
Consumo bimestral (m ³)	Número de accesorios	Costo total con IVA	Consumo accesorio (m ³)	Costo (\$)	Ahorro de agua (m ³)	Ahorro (\$)	Recuperación de la inversión (años)
10	1	424.90	4.00	15.12	2.60	9.83	7.21
13	1	424.90	5.20	19.66	3.38	12.78	5.54
30	1	424.90	12.00	45.36	7.80	29.48	2.40
34	1	424.90	13.60	51.41	8.84	33.42	2.12
60	1	424.90	24.00	90.72	15.60	58.97	1.20
85	1	424.90	34.00	158.52	22.10	83.54	0.80
100	1	424.90	40.00	151.20	26.00	98.28	0.72

Tabla 32. Análisis económico, cambio de inodoro (0.4).

Para este caso se observa que el inodoro también es el único mueble que brinda un beneficio económico, y que el cambio de regaderas es conveniente para consumo de entre los 85 y 100 m³.

El análisis anterior es para tener una idea global de los beneficios que se tendrían al cambiar algunos accesorios, pero cada caso se tendrá que analizar por separado.

6 CONCLUSIONES

Al iniciar el presente trabajo se tenían muchas inquietudes y preguntas, al terminarlo algunas se han satisfecho o contestado, pero aún así se han generado más interrogantes. Las conclusiones a las que se llegaron son las siguientes:

En la actualidad se cuenta con los elementos necesarios para obtener un ahorro importante de agua a corto plazo, el problema a vencer es la aceptación e implantación de éstos.

La cultura como se mencionó genera en si misma un ahorro pequeño, con un gran esfuerzo, pero debe ser la fuerza motriz de todas las demás actividades.

Si se compara las instalaciones de un domicilio con las de un avión, se observa que la vigilancia que se tiene en las primeras es casi nula, mientras en las segundas extrema, es decir, que todos los elementos que conforman al sistema son supervisados, otra diferencia importante es que en los sistemas de los aviones se cuentan con accesorios para aislar los muebles y controlar las variables del sistema (temperatura, gasto, presión, etc.). De lo anterior se puede tomar la idea de vigilancia y control de los sistemas de los aviones a los sistemas domiciliarios, para actuar oportunamente en el caso de presentarse algún desperfecto.

Los reglamentos deben de ser capaces de reflejar los avances de la ciencia y la tecnología, además de ofrecer las bases para tener bajo vigilancia a los sistemas de distribución particulares.

Las campañas de uso eficiente de agua comunican ideas prácticas que se pueden adoptar inmediatamente, algunas de ellas implican trabajo para el usuario, sería mejor que estas ideas las tomaran los proyectistas, diseñadores y investigadores y se ofrecieran sistemas o productos que las incluyan, evitando dar trabajo al usuario o disminuir su confort.

Se debe estar en una búsqueda constante de nuevas soluciones que conduzcan a una mayor eficiencia en el uso de agua.

El inodoro es el mueble de mayor consumo, si bien en la actualidad se producen inodoros de bajo consumo (menos de 6 litros por descarga) a largo plazo puede ser el mueble que no requiera agua.

Los sistemas al vacío y los inodoros químicos son otra opción para hacer más eficiente el servicio del inodoro, recordando que estos sistemas emplean aproximadamente 100 ml por descarga.

Al parecer los sistemas sostenibles son la mejor opción para abordar el uso eficiente del agua, además de que ellos ofrecen la solución a otros problemas.

Las tinas (para baño) son muebles que utilizan mucha agua, y su instalación debería tener implícita la instalación de equipos que permitieran su reúso.

Las tarifas actuales en el Distrito Federal benefician al usuario que tiene mayor consumo, por lo que el ajuste de tarifas si podría generar un ahorro de agua.

El cambio de inodoros es una actividad que no solamente brinda un ahorro de agua sino también un ahorro de dinero, tanto a los usuarios como al organismo operador.

El cambio de regaderas desde el punto de vista del usuario no en todos los casos es rentable pero si el organismo operador tiene costos de orden de un dólar/m³, le conviene cambiarlas a los consumidores que estén entre los 20 y 120 m³.

7 RECOMENDACIONES

Para tener sistemas de agua potable domiciliarios que brinden un servicio adecuado con el menor consumo posible se requiere de la participación de los organismos operadores, de las personas que habitan los inmuebles, de los diseñadores, de los centros de investigación y de las instituciones educativas. Cada uno de éstos debe estar consciente de lo importante de su participación.

A continuación se mencionan algunas actividades que se pueden realizar para reducir el consumo de agua.

7.1 RECOMENDACIONES PARA LOS ORGANISMOS OPERADORES

Regalar empaques para las llaves, además de brindar el servicio gratuito de reparación de llaves.

Fomentar el cambio de llaves y otros muebles otorgando financiamiento, los pagos podrían ser incluidos en el recibo de pago.

Realizar inspecciones periódicas de todos los sistemas de distribución de agua potable particulares, para lo cual se tendrá que crear la normatividad que permita su realización.

Dar a conocer periódicamente los nuevos productos que utilicen más eficientemente el agua, para lo cual se pueden utilizar los recibos de cobro del servicio

Realizar proyectos pilotos con nuevas tecnologías.

Crear un enlace "directo" entre los organismos operadores y los usuarios, donde los organismos sean los promotores de la comunicación, por ejemplo, visitar a las escuelas y mostrar por que es necesario ahorrar agua y la manera en que se puede lograr.

Crear un centro de capacitación para plomeros.

7.2 RECOMENDACIONES PARA LOS USUARIOS

Colocar tuberías flexibles (tipo manguera) en los fregaderos y regaderas, para permitir una mayor área de trabajo, así en los fregaderos se permitiría llevar el agua hasta los bordes e interiores de trastes, logrando un menor consumo de agua. Por ejemplo, para lavar un vaso, por la posición de la llave, el agua que se utiliza para limpiar las paredes interiores se deposita en el fondo del mismo vaso, junto con el detergente, lo que implica tener que utilizar más agua para desplazar hacia el exterior este detergente, en cambio si se contará con una llave flexible se podría colocar en el fondo del vaso (el vaso boca abajo) y solamente se emplearía el agua para limpiar las paredes.

Colocar calentadores instantáneos prácticamente en las llaves de uso.

Cambio de regaderas antiguas por otras que brinden una mayor eficiencia.

Utilización de pulverizadores para el lavado de pisos, paredes, muebles, ventanas, aseo de animales domésticos, etc.

Colocación de llaves en las piletas para su descarga, permitiéndose con ello colocar una cubeta y usar esa agua en otra tarea, logrando además eliminar las fugas por usar trapos o tapones desgastados para tapar los orificios de descarga.

Colocar llave de paso y válvulas con flotador en las piletas (también en llaves que se utilicen para llenar cualquier recipiente) para evitar el desbordamiento por no cerrar la llave, situación muy común por que las amas de casa realizan diversas tareas al mismo tiempo.

En las cocinas instalar llaves tipo manguera, para obtener un área mayor de trabajo (poder lavar utensilios grandes).

En lugares donde el suministro de agua sea intermitente o con presiones variables, se deberá de contar con una cisterna y sistemas de gravedad, para evitar el desperdicio de agua, ocasionada, por tener que purgar las tuberías.

Cuando algún baño este conectado directamente a la red y en éste algunas veces se presentan fugas por el rebosadero y en otras ocasiones no se llena la caja, se debe colocar una válvula reductora de presión.

Colocar válvulas de paso en cada mueble sanitario o llave, lo que permite aislar ese punto y realizar reparaciones, sin tener que suspender el servicio en otros muebles.

Cuando se va a realizar la compra de aparatos que empleen agua revisar los estudios de calidad que realiza la PROFECO.

Instalar en los fregaderos y lavabos un bebedero, esto les permitiría beber agua o lavarse los dientes sin la necesidad de emplear un vaso (con ellos se ahorra el agua empleada en lavar el vaso, que puede ser del orden de dos veces la capacidad del vaso).

Emplear las técnicas de jardinería xerófila.

Mantener el nivel dentro del depósito en el nivel que indica el fabricante, es común encontrar que el flotador no se encuentra en la posición adecuada, y que el nivel del agua no es el correcto, si el flotador se encuentra en una posición que permita que el nivel del agua se encuentre por encima del marcado por el fabricante, el sifón si se produce pero se genera un desperdicio de agua al emplearse más de la requerida, en el caso contrario cuando el nivel esta por debajo del indica puede ocurrir que a veces funcione correctamente y en otras se tenga que repetir la operación de limpieza, estos desperdicios se podrían evitar si se coloca el flotador en su posición correcta.

7.3 RECOMENDACIONES PARA LOS DISEÑADORES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Probar el funcionamiento de los escusados de depósito alto.

Diseñar sistemas de distribución con tableros de control de las condiciones de operación en tiempo real y poder detectar inmediatamente cualquier problema que se presente en la red de distribución.

Hacer que el escusado tenga dos descargas de agua, una para limpiar los orines y otra para limpiar las heces fecales.

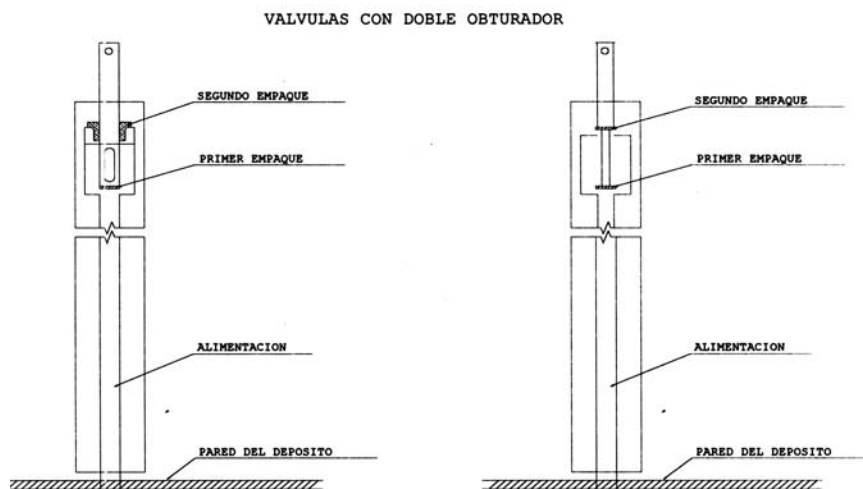
Diseñar escusados que empleen menos cantidad de agua para su limpieza (por ejemplo, escusados con trituradores de heces).

Diseñar escusados que indiquen el nivel del depósito y que no permitan que se accione la palanca si este nivel no es el necesario para producir el sifón.

Diseñar dispositivos en los escusados que indiquen cuando esta ocurriendo una fuga. Por ejemplo, para detectar la fuga por el rebosadero, se puede utilizar los electroneveles empleados para activar las bombas, pero en vez de activar la bomba pueden activar una sirena.

Diseñar regaderas (por ejemplo, regaderas pulverizadoras de agua)

Diseñar llaves que tengan doble sistema de obturación. Como se ha mencionado anteriormente una causa por la que se generan fugas es la falla de los empaques por lo que sería recomendable el empleo de válvulas que cuenten con dos sistemas de empaque que trabajen en serie, logrando con ello que si uno de los dos empaques falla el otro evite la fuga, a continuación se muestran dos proposiciones de este tipo de válvulas



Diseñar aparatos de limpieza que no utilicen o minimicen el consumo de agua.

Diseñar aparatos que sirvan para enfriar utensilios de cocina sin necesidad de utilizar agua, por ejemplo, las cocineras emplean agua fría para enfriar las ollas express y poderlas abrir de inmediato.

Modificar el diseño clásico de sistemas de distribución de agua potable marcando no solamente los gastos mínimos de cada mueble sino también su gasto máximo. Por ejemplo en el diseño en vez de colocar un solo calentador para dar servicio a toda la red se podrían colocar varios calentadores de diferente capacidad cercanos a los puntos donde se utilizara agua caliente, con lo que se evitaría los recorridos largos del agua caliente y en consecuencia un ahorro de agua al reducir el tiempo de espera, además de ofrecer una temperatura sin variaciones cuando se utiliza más de una llave simultáneamente. Otro ejemplo, Si se instala un calentador central se puede utilizar válvulas termostáticas (sistemas de termosifón) para evitar el desperdicio de agua al contar con agua caliente en la tubería.

Conocer tecnologías de otros países y comprobar si estas son aplicables al entorno nacional.

Diseñar llaves que entreguen el agua a una temperatura preestablecida.

Diseñar programas para computadora, por ejemplo estos podrían enseñar los conocimientos de la jardinería xerófila y como aplicarlos a un caso en particular. Otro ejemplo, como se mencionó anteriormente el análisis económico se debe realizar para cada caso en particular, se podría diseñar un programa donde el usuario eligiera sus accesorios de un catálogo; mencionara el número de accesorios con los que cuenta e introdujera el historial de su consumo, entregándole el programa los ahorros de agua y dinero.

Diseñar dispositivos de seguridad. Por ejemplo, podemos observar otro desperdicio de agua que ocurre, en el inodoro, ocasionado cuando el depósito no se encuentra en el nivel adecuado de agua y la palanca es accionada, este desperdicio se genera al no producirse el sifón y tener que volver a jalar la palanca; esto ocurre generalmente en dos ocasiones, la primera cuando el baño es ocupado inmediatamente por dos personas, y la segunda, cuando el caudal del agua que llena el depósito es muy pequeña, lo que implica que el llenado llevará más de un par de minutos, este desperdicio se podría evitar si se implementa un dispositivo que impida que la palanca accione el obturador hasta que el nivel del agua sea el adecuado para producirse el sifón, Además se puede implementar un semáforo que indique el estado actual del nivel de agua de la caja (una luz verde si el nivel del agua es el adecuado para producir el sifón, una luz amarilla si se esta llenando la caja y una luz roja si el nivel excede al rebosadero o no alcanza a cubrir la pera).

7.4 RECOMENDACIONES PARA INSTITUCIONES DE ENSEÑANZA

Difundir a todos los niveles educativos la problemática actual del abastecimiento de agua potable y mostrar cuales son las acciones que se tienen que realizar para dar solución al problema.

Recomendación especial para la Maestría en Ingeniería Hidráulica impartida por la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, crear asignaturas que aborden los temas de: instalaciones sanitarias intradomiciliarias y sistemas sostenibles.

8 BIBLIOGRAFÍA

Libros

Miranda Ángel Luis, Biblioteca de Instalaciones de Agua, Gas y Aire Acondicionado

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (1989), Optimización de las instalaciones de calefacción y agua caliente. Madrid

Lawrence Mike, Plomería y calefacción. DGCOH, El Plomero Práctico. IMTA, Uso Eficiente del Agua (1994).

Centro internacional de Referencia para el Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento, Guía sobre Aspectos Sanitarios de la Plomería (1986).

Manuales

Aeroméxico, Mantenimiento de interiores, MD-80.

Aeroméxico, Mantenimiento de interiores, DC-9.

Aeroméxico, Mantenimiento de interiores, B-757.

Aeroméxico, Mantenimiento de interiores, B-767.

Artículos

Revista del consumidor, Calentadores de Agua (febrero de 1999).

Revista del consumidor, Lavadoras (abril de 1998).

Ingeniería Hidráulica en México, Programa de Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de México (mayo-agosto de 1991),

Páginas electrónicas

<http://www.ep-international.com/tien21.es/lavadoras.htm> (1999)

<http://www.quercus.es/RedQuercus/Articulos/jardin.htm> (1999)

<http://www.online.com.mx/jmas/consejos.html> (1998)

<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/aaguas.html> (1999)

<http://www.mexcenter.com/LaundryCD.html> (1999)

<http://www.arrakis.es/~jcarlop/apd/precios.htm> (1998)

<http://www.iberdrola.es/actualidad/agua/4.htm> (1998)

http://www.df.gob.mx/secretarias/tesorerialagua/agua_ud.html (1999)

Anexo A

ANEXO A (REGLAMENTOS)

A continuación se transcriben los artículos de algunos reglamentos relativos a los sistemas de distribución, desagüe de aguas servidas y al uso eficiente del agua, cabe aclarar que únicamente se hace mención de los artículos que abordan el tema del agua.

REGLAMENTO DE INGENIERÍA SANITARIA RELATIVO A EDIFICIOS.

Capítulo 1. Disposiciones Generales

Art. 1°. Para efectos de este Reglamento, con el nombre de edificios se comprenden, las construcciones destinadas a habitaciones, establecimientos comerciales, fábricas, escuelas, lugares de reunión, así como las bodegas y todo local cualquiera que sea el uso a que se destine.

Art. 3°. Los interesados en la construcción de un edificio, deberán presentar una solicitud por duplicado, en la que se expresarán los datos siguientes:

- Números de manzana y lote;
- Alimentación y número oficial
- Nombre de la colonia o fraccionamiento, y de la calle;
- Zona Postal;
- Nombre del propietario, domicilio y firma;
- Nombre del constructor y su domicilio.

En la Solicitud deberá aparecer la certificación de las autoridades que tengan a su cargo la presentación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, haciendo constar si en el lugar señalado para la ejecución de la construcción, existen o no dichos servicios.

Capítulo IV. De la provisión de agua

Art. 51. Los edificios, cualquiera que sea el uso a que estén destinados, estarán provistos de agua potable, en cantidad y presión suficientes para satisfacer las necesidades y servicios de los mismos.

La potabilidad del agua reunirá los requisitos especificados en el Reglamento sobre Obras de Provisión de Agua Potable vigente, y provendrá:

De los servicios públicos establecidos.

De pozos que reúnan condiciones para proporcionar agua potable, previa autorización de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y de las autoridades sanitarias.

De otras fuentes de abastecimiento que llenen las condiciones que sobre el particular fijen las autoridades sanitarias.

Art. 60. La entrega del agua se hará por la parte superior de los depósitos y será interrumpida por una válvula accionada con un flotador, o por un dispositivo que interrumpa el servicio cuando sea por bombeo.

La salida del agua se hará por la parte inferior de los depósitos y estará dotada de una válvula para aislar el servicio en casos de reparaciones en la red distribuidora.

Art. 61. Las fuentes que se instalen en patios y jardines, no podrán usarse como depósitos de agua potable, sino únicamente como elementos decorativos o para riego.

Capítulo V, de los excusados, mingitorios, fregaderos, vertederos e instalaciones sanitarias en general

Art. 62. En todo edificio habrá un excusado por lo menos. Cuando el número de habitantes pase de 10, se instalarán excusados a razón de uno por cada 10 personas o fracción que no llegue a este número.

Art. 63. En los edificios en que cada departamento o vivienda cuente con un local destinado a baño y excusado, esta pieza tendrá cuando menos, las instalaciones sanitarias siguientes: Regadera, lavabo y excusado.

En los baños en que solamente existan regaderas, sin tener tina, la parte del piso sobre el que descargue la regadera estará separada del resto por medio de un reborde de 10 centímetros de altura mínima y será provista dicha superficie de coladera de obturación hidráulica y tapa a prueba de roedores.

Art. 64. Por excepción se permitirá en los edificios construidos con anterioridad a la vigencia del presente Reglamento, llamados casas de vecindad, que un baño de regadera sirva para varias viviendas en la proporción de uno por 15 habitantes (considerándose a razón de 5 personas por vivienda), el que estará provisto de un espacio separado por un murete, para vestidor. Además, en dichas casas de vecindad se permitirá que como mínimo haya un excusado por 15 habitantes y un mingitorio por cada 20. Los baños, excusados y mingitorios de que se trata serán de tipo individual e instalados en locales que tengan luz y ventilación directas. Los excusados estarán dotados de taza e instalación hidráulica con agua a presión y descarga a voluntad. Tanto el local de baño de regaderas como el de excusados, estará formado por dos departamentos separados y destinados, uno para hombres y otro para mujeres con instalaciones propias e independientes.

Capítulo VI. De las instalaciones de albañales, conductos de desagüe y plantas de tratamiento de aguas negras.

Art. 73. Se entiende por albañales, los conductos cerrados que con diámetro y pendiente necesarios se construyan en los edificios para dar salida a toda clase de aguas servidas.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.

Titulo Quinto. Proyecto Arquitectónico, Capítulo III. Requerimientos de higiene servicios y acondicionamiento ambiental

Las edificaciones deberán de estar provistas de servicios de agua potable capaz de cubrir las demandas mínimas de acuerdo a la siguiente tabla:

Tipología	Subgénero	Dotación mínima	Observaciones
I. Habitación	Vivienda	150 lt/hab/día	(a)

Observaciones

(a) Las necesidades de riego se considerarán por separado a razón de 5 l/m²/día.

Art. 83. Las edificaciones estarán provistas de servicios sanitarios con el número mínimo, tipo de muebles y sus características que se establecen a continuación:

Las viviendas con menos de 45 m² contarán, cuando menos con un excusado, una regadera y uno de los siguientes muebles: lavabo, fregadero o lavadero;

Las viviendas con superficie igual o mayor a 45 m² contarán cuando menos, con un excusado, una regadera, un lavabo, un lavadero y un fregadero;

IX. En los espacios para muebles sanitarios se observarán las siguientes dimensiones mínimas libres:

Usos domésticos y baños en cuartos de hotel	Frente (m)	Fondo (m)
Excusado	0.70	1.05
Lavabo	0.70	0.70
Regadera	0.70	0.70

En baños y sanitarios de uso doméstico y cuartos de hotel, los espacios libres que quedan al frente y a los lados de excusados y lavabos podrán ser comunes a dos o más muebles.

Capítulo VI. Instalaciones. Sección primera. Instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Art. 150. Los conjuntos habitacionales, las edificaciones de cinco niveles o más y las edificaciones ubicadas en zonas cuya red pública de agua potable tenga una presión inferior a diez metros de columna de agua, deberán contar con cisternas calculadas para almacenar dos veces la demanda mínima diaria de agua potable de la edificación y equipadas con sistema de bombeo.

Las cisternas deberán ser completamente impermeables, tener registros con cierre hermético y sanitario y ubicarse a tres metros cuando menos, de cualquier tubería permeable de aguas negras.

Art. 151. Los tinacos deberán colocarse a una altura de, por lo menos, dos metros arriba del mueble sanitario más alto. Deberán ser de materiales impermeables e inocuos y tener registros con cierre hermético y sanitario.

Art. 152. Las tuberías, conexiones y válvulas para agua potable deberán ser de cobre rígido, cloruro de polivinilo, fierro galvanizado o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes.

Art. 153. Las instalaciones de infraestructura hidráulica y sanitaria que deban realizarse en el interior de predios de conjuntos habitacionales y otras edificaciones de gran magnitud, previstas en la fracción II del artículo 53 del Reglamento, deberán sujetarse a lo que disponga el Departamento para cada caso.

Art. 154. Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua; los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas y los mingitorios, tendrán una descarga máxima de

diez litros por minuto, y dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio; y los lavabos, y las tinas, lavaderos de ropa y fregadero tendrán llaves que no consuman más de diez litros por minuto.

Art. 155. En las edificaciones establecidas en la fracción II del artículo 53 de este Reglamento, el Departamento exigirá la realización de estudios de factibilidad de tratamiento y reúso de aguas residuales, sujetándose a lo dispuesto por la ley Federal de Protección al Ambiente y demás ordenamientos aplicables.

Art. 156. En las edificaciones de habitación unifamiliar de hasta 500 m² y consumos máximos de agua de 1000 m³ bimestrales, ubicadas en zonas donde exista el servicio público de alcantarillado de tipo separado, los desagües serán separados, uno para aguas pluviales y otro para aguas residuales. En el resto de las edificaciones los desagües se harán separados y estarán sujetos a los proyectos de uso racional de agua, reúso, tratamiento, regularización y sitio de descarga que apruebe el Departamento.

Art. 157. Las tuberías de desagüe de los muebles sanitarios deberán ser de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, cloruro de polivinilo o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes.

Las tuberías de desagüe tendrán un diámetro no menor de 32 mm, ni inferior al de la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima de 2% para diámetros hasta 75 mm y de 1.5% para diámetros mayores.

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

TITULO PRIMERO CAPÍTULO ÚNICO

DISPOSICIONES GENERALES

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

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

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

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

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

Artículo 4.- Corresponde a la Secretaría de Obras y Servicios:

IV. Fijar las especificaciones a que deberán sujetarse las obras y servicios hidráulicos a cargo de la Secretaría de Obras y Servicios y de los usuarios.

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

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

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

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

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

Estas atribuciones y funciones se ejercerán por la Secretaría de Obras y Servicios, por conducto de las Unidades Administrativas que señale su Ley Orgánica y Reglamento Interior.

TITULO SEGUNDO
DEL SERVICIO PÚBLICO DEL AGUA POTABLE
CAPÍTULO I
DISPOSICIONES PRELIMINARES

Artículo 6.- El agua de que disponga la Secretaría de Obras y Servicios deberá aprovecharse conforme al siguiente orden de relación:

I. Usos domésticos y unidades hospitalarias;

II. Servicios públicos urbanos;

III. Industria y comercio;

IV. Agricultura;

V. Acuicultura;

VI. Abrevaderos de ganado;

VII. Usos recreativos, y

VIII. Otros.

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

CAPÍTULO III DEL USO RESPONSABLE, RACIONAL Y EFICIENTE DEL AGUA

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

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

Los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas tendrán una descarga máxima de diez litros por minuto; los mingitorios tendrán una descarga máxima de cuatro litros por servicio.

Todos estos muebles deberán cumplir con la Norma Oficial Mexicana y contarán con dispositivos de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio. Los lavabos y fregaderos tendrán llaves con aditamentos economizadores de agua para que su descarga no sea mayor de diez litros por minuto.

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

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

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

Artículo 28.- Las fuentes ornamentales deberán contar con equipo de recirculación del agua.

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

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

Artículo 31.- Se prohíbe el uso de agua potable en los procesos de compactación, riego de parques y jardines públicos, así como campos deportivos. En estos casos, se deberá solicitar el suministro de agua residual tratada a la Secretaría de Obras y Servicios.

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

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

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

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

TITULO QUINTO CAPÍTULO ÚNICO DE LA VERIFICACION DEL CONSUMO DE AGUA

Artículo 84.- Todo usuario deberá solicitar o permitir la instalación de aparatos medidores en lugar visible, a efecto de que la Secretaría de Obras y Servicios realice la verificación del consumo de agua potable, agua residual tratada en su caso, o de pozos propios, en los términos del Código Financiero del Distrito Federal.

Artículo 85.- Los usuarios serán responsables del correcto uso y conservación de los aparatos medidores que se instales en sus predios, casas habitación, establecimientos, giros mercantiles o industrias, y deberán reportar todo daño o desarreglo de los mismos, así como permitir la práctica de las inspecciones que ordene la Secretaría de Obras y Servicios.

Artículo 86.- Cuando en las visitas de inspección practicadas por la Secretaría de Obras y Servicios se compruebe que los desperfectos a los aparatos medidores fueron causados intencionalmente, o resultaron de alguna imprudencia de los usuarios, los responsables se harán acreedores a las sanciones que fija el Código Financiero del Distrito Federal.

Artículo 87.- Si de la lectura de los aparatos medidores se detecta que un establecimiento, giro mercantil o industrial consume bimestralmente más de quinientos metros cúbicos de agua proveniente de las tuberías de distribución o de pozos propios, los usuarios estarán obligados a presentar a la Secretaría de Obras y Servicios un estudio cuantitativo de los usos del agua en sus diversas fases, dentro de los noventa días siguientes a la fecha en que se conozca el volumen del consumo.

Si del estudio cuantitativo del uso del agua, la Secretaría de Obras y Servicios considera que es posible establecer un sistema para reducir el consumo, lo hará del conocimiento del usuario, a efecto de que lo lleve a cabo a su costa, dentro de los doce meses siguientes a la fecha en que se le notifique.

Tratándose de edificios en condominio o en renta, la obligación de presentar el estudio cuantitativo de los usos del agua existirá cuando el consumo promedio bimestral supere los doscientos metros cúbicos por cada departamento, vivienda o local.

Artículo 88.- La Secretaría de Obras y Servicios podrá determinar presuntamente el consumo de agua de acuerdo a lo estipulado por el Código Financiero del Distrito Federal.

TITULO SÉPTIMO
CAPÍTULO ÚNICO
DE LA PARTICIPACION CIUDADANA

Artículo 120.- La Secretaría de Obras y Servicios nombrará a los inspectores honorarios que apoyen el cumplimiento del presente Reglamento.

Artículo 121.- El cargo de inspector honorario será de servicio social y lo cumplirá el vecino nombrado para tal efecto, en los horarios que le resulten más convenientes. Ya que su función no será considerada administrativa, no percibirá remuneración alguna. En ningún caso podrá aplicar sanciones ni intervenir en la aplicación de este Reglamento.

Las organizaciones vecinales y los organismos legalmente constituidos, propondrán a la Secretaría de Obras y Servicios a los vecinos que en cada colonia cumplirán la función de inspectores honorarios. Lo anterior no exceptúa que cualquier ciudadano pueda formular su propuesta.

Para el mejor desempeño de sus funciones, se dotará al propio inspector de una credencial que lo identifique y en la que se especificará el carácter no oficial, honorario y gratuito de su labor.

Artículo 122.- Corresponde a los inspectores honorarios proceder con veracidad y certidumbre al:

I. Informar a la autoridad competente la falta, escasez o fuga de agua, así como de las anomalías o desperfectos que impidan el correcto suministro de dicho líquido;

II. Comunicar a la autoridad la falta de tapa de tinacos, cisternas y tanques de almacenamiento;

III. Informar a la autoridad acerca de los encharcamientos: la falta de tapas en pozos de visita y de coladeras pluviales, hundimientos, taponamientos y otras anomalías en el aprovechamiento del agua potable y del sistema, y

IV. Apoyar la elaboración de denuncias populares en los términos de la Ley Ecológica.

Artículo 123.- Con el objeto de que las políticas de distribución de aguas se den en un marco de justicia social y de que los procesos de extracción y recarga de acuíferos se realicen preservando el equilibrio ecológico, la ciudadanía podrá participar en la formulación de propuestas alternativas para el mejor uso y aprovechamiento del agua. Las autoridades correspondientes considerarán las propuestas hechas por la población para ser integradas en los programas que ejecuten.

Artículo 124.- La Secretaría de Obras y Servicios atenderá y resolverá en un plazo que no excederá de 36 horas, los reportes de los usuarios, de los inspectores honorarios y de la ciudadanía en general, acerca de la escasez o fugas de agua en la red de distribución, así como de las anomalías o desperfectos que impidan el correcto suministro de dicho líquido y el correcto funcionamiento en el drenaje y el alcantarillado.

En las delegaciones en que se presente el problema de escasez de agua y existan las instalaciones para su distribución, las autoridades garantizarán una distribución equitativa, atendiendo las propuestas de la población afectada.

TITULO OCTAVO
DE LA INSPECCIÓN, SANCIONES Y RECURSO
CAPÍTULO I
DE LAS VISITAS DE INSPECCIÓN

Artículo 125.- La Secretaría de Obras y Servicios ejercerá las funciones de inspección y vigilancia que corresponda, de conformidad con lo previsto en el presente Reglamento y demás disposiciones, sin perjuicio de las facultades que a otras dependencias de la Administración Pública Federal confieren los ordenamientos aplicables.

A fin de que se lleven a cabo las inspecciones, el usuario tendrá la obligación de permitir el acceso al lugar y mostrar la documentación necesaria a los inspectores comisionados.

Artículo 126.- Las inspecciones tendrán por objeto exclusivo verificar que las instalaciones hidráulicas interiores del predio, obra en construcción, establecimiento, giro mercantil o industria, reúna las condiciones señaladas en este Reglamento y demás disposiciones legales aplicables.

El inspector deberá contar con orden por escrito mecanografiada que contendrá el nombre del inspector, la fecha, ubicación del predio, industria, giro mercantil o establecimiento por inspeccionar, el objeto de la visita, la fundamentación y motivación, así como el nombre y la firma autógrafa de la autoridad que expida la orden.

Artículo 127.- La Secretaría de Obras y Servicios deberá imprimir en el reverso de las órdenes de inspección, el articulado del Capítulo I del Título Octavo del presente Reglamento, así como el Artículo 146 relativo al recurso de inconformidad y el segundo párrafo del Artículo 16 Constitucional. Asimismo deberá indicarse la sanción a que se hace acreedor el usuario que obstaculiza una inspección.

Artículo 128.- El inspector deberá identificarse, con la credencial vigente que para tal efecto proporcione el Departamento a su personal y entregará al visitado la orden de inspección que constatará en acta que se levante al efecto y de la cual deberá entregar una copia al visitado.

Artículo 129.- Al iniciarse la diligencia, el visitado será requerido para que proporcione su nombre y designe a dos testigos de asistencia que participen en el acto. En caso de negativa del visitado, el inspector queda facultado para designar los testigos de asistencia. Para el supuesto de estar ausente el responsable, o representantes del propietario o poseedor, se levantará acta

haciendo constar los hechos y dejará citatorios pegados en la puerta de entrada señalando la hora para realizar la visita con quien se encuentre en el lugar al día hábil siguiente.

Artículo 130.- El inspector deberá levantar acta circunstanciada sobre el desahogo de la diligencia con la intervención de dos testigos de asistencia, en el caso de no encontrar persona alguna. En todas las actas que levante el inspector deberá constar cuando menos los siguientes datos:

I. Hora y fecha, lugar, nombres de las personas que practican la diligencia y cargo que desempeñan, nombres de los testigos de asistencia y domicilio donde se constituye;

II. Denominación o razón social de la industria, giro mercantil o establecimiento y ubicación del predio o lugar objeto de la inspección, con nombres de los representantes o interesados que concurren al acto, describiendo los documentos de identificación de cada uno.

III. Expresión del cargo de las personas con quienes se entiende la diligencia y objeto de la misma, para conocimiento de los interesados;

IV. Narración de los hechos y obtención de las muestras que se requieran;

V. Día y hora en que concluye el levantamiento del acta, nombre de quienes intervinieron en el levantamiento del acta y de los testigos de asistencia; firma en cada una de las hojas. Para el caso de que los participantes se negaran a firmar, se anotará al final del acta el hecho de que se negaron a firmar, previa lectura, dejando en su poder copia de la misma;

VI. Las demás circunstancias relevantes de la inspección, y

VII. Las observaciones, comentarios y manifestaciones que previamente a la terminación del acta desee formular el visitado.

Artículo 131.- El visitado podrá inconformarse de los hechos asentados en el acta respectiva, en los términos previstos por este Reglamento.

CAPÍTULO II DE LAS SANCIONES

Artículo 132.- La Secretaría de Obras y Servicios, en los términos de este capítulo, sancionará con multa o clausura, a los propietarios o poseedores de los predios, construcciones, titulares o propietarios de giros, establecimientos mercantiles o industrias y a quienes resulten responsables de las infracciones derivadas de las visitas de inspección a que se refiere el Capítulo anterior.

Artículo 133.- Cuando de manera flagrante se viole lo dispuesto en los Artículos 29 y 30, la Secretaría de Obras y Servicios procederá a levantar de inmediato la infracción correspondiente que ascenderá a tres días de salario mínimo diario general vigente en el caso del artículo 29 y a seis días de salario mínimo diario general vigente en el supuesto del artículo 30.

Artículo 134.- La Secretaría de Obras y Servicios para fijar la sanción deberá tomar en cuenta las condiciones personales del infractor, la gravedad de la infracción, las modalidades y demás circunstancias en que la misma se haya cometido.

Si el infractor fuese jornalero, obrero o trabajador, no podrá ser sancionado con multa mayor del importe de su jornal o salario de un día.

Tratándose de trabajadores no asalariados, la multa no excederá del equivalente a un día de su ingreso.

Artículo 135.- En caso de que el usuario no cumpla con las disposiciones giradas dentro del término establecido las mismas con base en este Reglamento y los demás ordenamientos aplicables, la Secretaría de Obras y Servicios estará facultada para ejecutar a costa del propio usuario las obras, reparaciones y adaptaciones que haya ordenado.

Artículo 136.- Al infractor que dentro del período de un año, reincida en la misma falta, se le aplicará el doble de la sanción que corresponda a la última multa impuesta.

Artículo 137.- Al que incumpla las disposiciones contenidas en este Reglamento, relacionadas con la facultad de comprobación y verificación de las instalaciones hidráulicas, impida u obstaculice su inspección o visita, se le sancionará administrativamente en los términos previstos por el Código Financiero del Distrito Federal y sus correlativos del Código Fiscal de la Federación, la Ley de Salud para el Distrito Federal y la Ley Ecológica.

Artículo 139.- Se sancionará con multa de 30 días de salario mínimo diario general vigente en el Distrito Federal, a quien infrinja lo dispuesto en los Artículos, 27, 32, 55, 65, 98 y 100.

Artículo 144.- La imposición y cumplimiento de las sanciones, no eximirá al infractor de la obligación de corregir la irregularidad que hayan constituido la infracción. En caso de no hacerlo el usuario, lo hará a la Secretaría de Obras y Servicios a su cargo. Cuando con la infracción a las disposiciones del presente Ordenamiento se presuma la comisión de un delito se consignarán los hechos al Ministerio Público.

A n e x o B

ANEXO B (LA PLOMERIA²)

CÓDIGO DE PRÁCTICA DE PLOMERÍA

Necesidad de un código

En cada propiedad deben existir, sistemas de tuberías internas, uno para transportar agua y otro para transportar los desechos, A estas tuberías, junto con los propios accesorios se les conoce como los sistemas de plomería de la propiedad, o sistema de instalaciones sanitarias.

Se han desarrollado prácticas modernas de plomería, en lo que respecta al diseño, los materiales y la mano de obra para asegurar que no exista interconexión entre el sistema de abastecimiento de agua u el de eliminación de desechos (interconexión a la que se conoce con el término técnico de "conexión cruzada", que sean eliminados los riesgos para la salud de los ocupantes y para la estructura del edificio, que los elementos del sistema de plomería sean duraderos y estén protegidos contra daños accidentales, que los desperdicios de agua sean eliminados y que el sistema funcione eficientemente. Si no se observan esas prácticas es posible que los efectos nocivos no queden circunscritos a los predios afectados, sino que también afectan adversamente a los servicios públicos a los que esté conectado el sistema de plomería, inclusive hasta el punto de poner en peligro la salud de otros usuarios.

Las fugas y el desperdicio de agua representan un gasto recurrente importante para el organismo de abastecimiento de agua. Una fuga relativamente pequeña (3 mm) en una tubería de servicio o una llave que gotea pueden desperdiciar, bajo presión de trabajo normal, hasta 340 litros diarios. Una multiplicidad de estas fugas representan, una pérdida importante y continua, la cual puede ser reducida al mínimo si la calidad de los materiales y la calidad del trabajo empleados en la instalación de los sistemas de plomería son de un nivel suficientemente alto.

En forma similar, las vías de aguas hacia el interior de las tuberías de desagüe (infiltraciones) pueden conducir o sobrecargar las alcantarillas y las instalaciones de aguas residuales, con el consiguiente gasto adicional para la autoridad responsable del alcantarillado.

Si se busca reglamentar todos los aspectos de la plomería y minimizar los riesgos para la salud, tanto pública como individual, es importante que se combinen todas las condiciones pertinentes en un código de práctica único que cubra los requisitos de todos los organismos involucrados.

Principios de la plomería

La plomería es básicamente una aplicación de la hidráulica para conducir el agua a los aparatos sanitarios internos de los inmuebles y evacuar los desechos desde los mismos.

² Tomado de la Guía sobre aspectos sanitarios de la plomería

Pueden definirse algunos otros principios, u objetivos, de un buen sistema de plomería. Aunque todos no puedan alcanzarse de inmediato, deben ser considerados como metas a lograr donde quiera que sea posible y tan pronto como las circunstancias lo permitan.

Principio N° 1 Todo mueble ocupado debe tener un abastecimiento interno de agua.

Principio N° 2 El agua que es suministrada para beber, cocinar o para otros propósitos domésticos, debe ser potable en todo momento.

Basado en el supuesto que la calidad del agua suministrada a través de la red pública está sujeta a un control que garantiza que es potable, no debe permitirse nada en el sistema de plomería que pueda degradarla de alguna manera. Debe estar protegida de interconexiones con fuentes no confiables o con sistemas de agua residuales, contra los riesgos del reflujo o retrosifonaje y contra los contactos con materiales de plomería inadecuados que puedan ocasionar contaminación.

Principio N° 3 El agua debe conservarse.

Los sistemas de tuberías y los accesorios y aparatos de plomería deben diseñarse, mantenerse y usarse de tal modo que se suman la cantidad mínima de agua compatible con un rendimiento y una limpieza adecuada.

También deben evitarse las fugas protegiendo las tuberías y los accesorios y aparatos contra la corrosión accidental, incluidos aquellos producidos por las heladas.

Principio N° 4 El agua debe suministrarse a través de un número adecuado de aparatos y accesorios higiénicos y accesibles.

Toda unidad de vivienda debe tener como mínimo un inodoro un fregadero, un lavadero de cocina y una bañera o ducha. Otros inmuebles, ya sea que se usen como vivienda o para otros propósitos, deben contar con número adecuado de aparatos, de acuerdo con sus necesidades respectivas.

Todos los aparatos y accesorios usados en plomería deben ser hechos de material durable, liso, impermeable y resistente a la corrosión y deben estar diseñados de modo tal que sean de fácil limpieza, que no posean superficies ocultas fáciles de ensuciarse y que no puedan contaminar el abastecimiento de agua por sifonaje. Deben estar ubicados y espaciados de tal manera que sean accesibles para el uso que se les desea dar y para su fácil limpieza, igualmente, las paredes y otras superficies que puedan ensuciarse accidentalmente durante el uso del aparato deben ser accesibles para su limpieza.

Principio N° 5 Los desechos deben ser evacuados rápidamente y su disposición efectuada en forma higiénica.

Principio N° 6 Las instalaciones o sistemas de desagüe deben ser de tamaño adecuado y fácil limpieza.

Principio N° 7 Debe proveerse trampas de sello hidráulico.

Principio N° 8 Todos los conductos de desagüe deben estar adecuadamente ventilados.

Principio N° 9 Se debe excluir de las alcantarillas las sustancias deletéreas.

Principio N° 10 Se debe tomar precauciones para evitar el reflujo de las aguas negras.

Principio N° 11 Todo lo que contienen los inmuebles debe estar protegido de los efectos del mal funcionamiento de plomería.

Deben tomarse precauciones contra los daños a la propiedad o contra los riesgos para la salud de sus ocupantes, en el caso de mal funcionamiento del sistema. Debe proveerse aparatos y accesorios con capacidad de rebose adecuada. De manera similar, los tanques en los techos y otros elementos ocultos del sistema deben contar con rebose que se descargue de tal manera que "avise" lo que está ocurriendo.

Principio N° 12 Debe proveerse iluminación y ventilación adecuada a todos los aparatos sanitarios.

Principio N° 13 Es deseable la existencia de un sistema de agua caliente en todos los predios de vivienda.

En todos los predios de vivienda, debe considerarse como una comodidad deseable tener un medio adecuado de calentar el agua y distribuir hacia todos los aparatos que normalmente requieren agua caliente para su uso apropiado. El equipo para calentar almacenar el agua debe estar diseñado e instalado de modo tal que esté protegido contra los peligros de explosión o sobrecalentamiento, y las tuberías utilizadas para conducir el agua caliente deben ser de un material adecuado como para soportar la temperatura de ésta.

Principio N° 14 La calidad de las tuberías y del trabajo de plomería deben conformarse a normas aceptables.

Las tuberías, uniones, aparatos, accesorios y otros elementos de un sistema de plomería deben satisfacer normas de calidad reconocidas y deben ser lo suficientemente durables como para dar un servicio satisfactorio durante un largo tiempo.

La instalación de sistemas de plomería debe ser responsabilidad solamente de plomeros que hayan tenido capacitación adecuada y hayan dado evidencias de su competencia.

Principio N° 15 Los sistemas de plomería deben ser probados antes de ser puestos en servicio.

Las autoridades responsables del agua y alcantarillado, así como las responsables de otras áreas afines deben especificar las pruebas adecuados para los diferentes tipos de sistemas de plomería. Ningún sistema debe ser puesto en servicio hasta que se hayan completamente satisfactoriamente dichas pruebas.

Principio N° 16 Los sistemas de plomería deben recibir mantenimiento.

Debe ser obligación e incumbencia del propietario, identificar y reparar con prontitud cualquier falla que se pueda presentar, sea cual sea su causa.

Formación de un código de plomería.

Un código de plomería cubre básicamente dos grandes áreas. Primeramente, se ocupan de las facultades legislativas necesarias para hacer cumplir las normas respecto al diseño, materiales y mano de obra. En segundo lugar, brindan una definición de esas normas.

La primera parte, necesita de una ley específica dada por el poder legislativo que confiera a una autoridad determinada poderes estatutarios para formar y poner en vigencia un código de práctica. Delegando la responsabilidad de implantación a un organismo individual identificable, cuyos límites de autoridad están claramente especificados.

Este concepto de responsabilidad única es particularmente importante, puesto que, pueden existir varias autoridades independientes cuyos criterios deben ser satisfactorios. Un código de plomería debe ser lo suficientemente amplio como para incluir todas estas consideraciones, pero, al mismo tiempo, el propietario o constructor del inmueble en el que se va a instalar un sistema de plomería debe tratar con un sólo organismo y satisfacer los requerimientos de éste.

Una forma de lograr esto es mediante la formulación de un código nacional que se aplique en todo el país, y de cuyo cumplimiento obligatorio se encargue un organismo gubernamental. Un método alternativo es la preparación y publicación a nivel nacional de normas y reglamentaciones modelos, que incorporen los requerimientos de todas las autoridades interesadas y la responsabilidad delega a los Estados, Municipios o Delegaciones.

Estas normas (necesitarán de revisión y actualización periódica) pueden ser adoptadas total o parcialmente por las autoridades locales. En las ciudades grandes se puede instalar un comité conjunto "junta de inspectores de plomería" o algún otro organismo de concertación que represente todos los intereses en juego y que se encargue de asesorar a la autoridad local de arbitrar en propuestas o disputas complejas que surjan de un conflicto de intereses.

Entre las facultades que puede otorgar el código están el registro de plomeros y la concesión de licencias a los mismos, el derecho de ingresar a locales de condiciones bajo las cuales se pueden conceder los permisos para efectuar instalaciones de plomería, y la autoridad de llevar ante la justicia los casos de infracciones, entre otras.

Capacitación y registro de los plomeros.

La eficiencia y el tiempo de vida útil de cualquier sistema de plomería dependerá de tres factores: el nivel de excelencia de su diseño, la calidad de sus materiales y la habilidad y escrupulosidad de los plomeros que lo instalaron. El código de plomería establece los principios del diseño, y la aprobación por parte de la autoridad de los planos para un nuevo sistema implica que ella está satisfecha en el sentido de que estos principios han sido cumplidos en la propuesta. La calidad de los materiales usados puede salvaguardar insistiendo

en que esté de acuerdo con las especificaciones nacionales o internacionales, las cuales también deben citarse en el código.

Asegurarse de que el trabajo sea de alta calidad puede no ser algo tan simple, aun cuando personal representado a las autoridades realice inspecciones y comprobaciones de la obra, en ciertas etapas de su ejecución. Es menester depositar una gran confianza en la honradez y habilidad del plomero, especialmente por el hecho de que gran parte de la obra terminada no será visible por quedar enterrada bajo los pisos, o empotrada en las paredes del edificio, No resulta práctico ni económico que la autoridad esté en la obligación de emplear personal técnico como para inspeccionar todas las operaciones de plomería en todas las etapas de la obra de instalación.

La plomería es un oficio que exige conocimiento teórico unido á habilidad práctica. La admisión al oficio se traduce generalmente después de un período de aprendizaje que dura entre cinco y siete años; una alternativa es tomar un curso en una institución de capacitación técnica, seguido por un período corto de trabajo, generalmente tres años, como prácticamente bajo la tutela de un supervisor para ganar experiencias prácticas. Al final del período aprobado y el postulante puede rendir un examen teórico y práctico, probándolo puede designarse como oficial plomero.

También se reconoce un tercer grado de plomero el "maestro plomero" que es un oficial calificado, con muchos años de experiencias, capaz de supervisar, inspeccionar y aprobar el trabajo de otros plomeros menos experimentados y de tomar y capacitar aprendices.

Administración de código de plomería.

La autoridad, tiene que asumir ciertas responsabilidades para asegurar que el código se implemente apropiadamente. Estas responsabilidades incluyen:

Inspección y aprobación de los planos y especificaciones para toda nueva obra de plomería

Inspección de la nueva obra para asegurar que se está ejecutando de acuerdo con los planos y con el código.

Realización de las pruebas de suficiencia de la nueva obra, tras su terminación, y la emisión de un certificado en el sentido de que la obra ha sido completada en forma satisfactoria.

Inspección y pruebas periódicas de los sistemas existentes.

Materiales

Ningún sistema de plomería puede ser más durable que sus partes componentes; ningún sistema, a pesar de que esté bien diseñado, puede funcionar higiénicamente si los materiales con los que está construido no son satisfactorios.

Al decidir sobre los materiales que pudieran ser aceptables, se debe tomar en consideración diferentes factores. Por ejemplo, para las tuberías de agua potable, tanto las enterradas como las que van dentro del inmueble, no deben contener ningún material dañino, deben tener una

fortaleza capaz de resistir las presiones de trabajo; deben estar protegidas contra corrosión, los métodos de empalme y unión deben ser suficientemente familiares para los plomeros que las instalen y les darán mantenimiento.

Básicamente existen tres materiales de uso común; al acero galvanizado, cobre y cloruro de polivinilo no plastificado.

De estos tres materiales, el primero es generalmente el más barato pero, por su rigidez y peso, es algo difícil de trabajar y manipular, en el entubado dentro de la vivienda. Si el agua o el suelo tienden a ser ácidos puede haber algún peligro de corrosión. A pesar de lo galvanizado que esté el metal, siempre se producirán algunos daños en el recubrimiento protector durante el transporte, almacenamiento y su instalación. Los accesorios son simples y el empalme es directo, pero puede ser conveniente normalizar los tamaños y roscados, pues el intento de combinar roscas métricas con otras no métricas puede conducir a un empalme deficiente que parezca seguro al hacerse pero que causará problemas en el futuro.

El cobre tiene una mejor presentación, su diámetro total es menor para una misma capacidad interna y es más fácil de doblar para darle la forma deseada. Es más liviano, y por lo tanto necesita ménsulas y soportes más livianos; también es fácil de transportar y manejar.

Los empalmes y uniones pueden hacerse mediante accesorios roscados de compresión o por uniones soldadas. Las tuberías de cobre son particularmente útiles cuando se van a instalar sistemas de agua caliente, pero es necesario tener cilindros de cobre, para evitar el riesgo de corrosión electrolítica; las llaves y accesorios de bronce son compatibles con las tuberías y cilindros de cobre.

Actualmente existen en el mercado una gran gama de tipos de tuberías plásticas y es necesario ser cuidadoso respecto a la composición de aquellos que van a usarse para la plomería. No sólo deben ser capaces de resistir la presión hidráulica interna y los posibles daños accidentales mientras están nuevas, sino que tampoco deben deteriorarse bajo las condiciones en las que se van a utilizar.

Algunos plásticos, por ejemplo, cuando se les usa enterrados durarán casi indefinidamente pero se pondrán duros y quebradizos si se les expone a la luz del sol. Obviamente, estos plásticos serían inadecuados para usarse en las conexiones a un tanque expuesto a la intemperie en el techo.

Sin embargo, el peligro mayor de ciertos tipos de plástico es la posibilidad de que en su fabricación se hayan utilizado sustancias tóxicas, y que éstas puedan disolverse en el agua que está siendo transportada. Este es un problema complejo que ha sido objeto de estudio por parte de organizaciones de investigación en una serie de países. Es necesario tener particular cuidado al escoger los tipos de plástico que se van a aprobar, pues continuamente salen al mercado nuevos compuestos; en todo caso es mejor esperar a que la ISO u otro organismo de normalización los haya aprobado antes de permitir su uso en sistemas de plomería.

Siempre que cumplan las normas exigidas en cuanto a salud, seguridad y durabilidad, las tuberías plásticas tienen muchas ventajas para los sistemas de plomería, son ligeras, fáciles de manejar y transportar, y debido a que están disponibles en longitudes mayores, necesitan menos empalmes que las tuberías de metal. Por lo tanto, usualmente, su instalación es más barata y cuentan con la ventaja adicional de que su fabricación es relativamente sencilla.

Los empalmes y uniones pueden efectuarse mediante acoplamientos plásticos de compresión roscados, mediante uniones cementadas o por termofusión. Las tuberías plásticas son generalmente más resistentes a la corrosión que las tuberías de metal, con las cuales pueden acoplarse, utilizando accesorios especiales, sin peligro de acción electrolítica.

Pruebas de las tuberías

Las tuberías de agua se verifican comprobando su resistencia mediante bomba hidráulica a una presión por lo menos del doble de la de trabajo y sosteniendo esta por 15 minutos.

Una vez conseguida la presión deseada y cerrada la válvula del tubo de espiración de la bomba, la aguja del manómetro debe permanecer fija, cualquier cambio indicaría la presencia de fuga.

La prueba se debe efectuar primero parcialmente sobre cada tramo de la red y después sucesivamente para toda la red.