

01177

---

---

**ESTUDIO DEL MODELO DE HUNTER Y  
ACTUALIZACION DE SU METODO DE CALCULO DE  
GASTOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES  
HIDRAULICAS EN EDIFICIOS**

---

---

4  
20f

Tesis

Que para obtener el grado de  
MAESTRO EN INGENIERIA AMBIENTAL  
presenta  
Ing. Enrique César Valdez

Director de Tesis  
Dr. Pedro Martínez Pereda



UNAM  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

266335

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1998



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

PAGINACIÓN

DISCONTINUA

## AGRADECIMIENTOS

---

Sean cuales sean las virtudes de este trabajo, se deben en gran parte a las personas que realizaron la investigación básica de la que vamos a ocuparnos, especialmente al Dr. Roy. B. Hunter.

Le estoy muy reconocido al Dr. Pedro Martínez Pereda, asesor de tesis, por sus comentarios críticos y estímulo permanente. Aprecio en lo que vale la minuciosa atención que dispensaron a este trabajo los profesores Dra. Georgina Fernández Villagómez, M.C. Constantino Gutiérrez Palacios, M.I. Augusto Villarreal Aranda y M.I. Francis Soler Anguiano. Deseo también dar las gracias a mis entrañables amigos y colegas profesores Alba B. Vázquez González y Miguel Angel González López, así como a Isaías Martínez Hernández, por su apoyo incondicional para la realización de las diversas etapas del estudio. Asimismo, quiero agradecer a mis apreciados alumnos Luis Enrique Maldonado Orozco, por la labor de documentación realizada, y Miguel Angel Hernández Mercado por su invaluable trabajo de campo.

También agradezco muy de veras a Pat Zunazozki de la Sociedad Americana de Ingenieros Plomeros, por la información que tan amablemente me envió.

Parte de este trabajo ha sido posible gracias al año sabático que me ha concedido la Universidad Nacional Autónoma de México en 1998. En la redacción del documento desempeñó un papel importante la meticulosa labor mecanográfica de Graciela García López.

México, D.F. a 2 de octubre de 1998.

Enrique César Valdez.

## INDICE

	Pág.
<b>Introducción.</b>	<b>1.1</b>
<b>Capítulo 1. Planteamiento del estudio.</b>	<b>1.1</b>
1.1. Objetivos del estudio.	1.5
1.2. Alcance del estudio.	1.6
1.3. Actividades del estudio.	1.6
<b>Capítulo 2. Fundamentos del método de Hunter.</b>	<b>2.1</b>
2.1. Desarrollo de la función de probabilidad con base en un sistema simple.	2.3
2.2. Valores de t, i y q propuestos por Hunter.	2.9
2.3. Extensión del modelo de Hunter a un sistema combinado.	2.12
2.4. Derivación de unidades mueble.	2.15
2.5. Discusión sobre la aplicabilidad del método de Hunter.	2.19
<b>Capítulo 3. Normas oficiales mexicanas en materia de muebles y aparatos sanitarios.</b>	<b>3.1</b>
3.1. Antecedentes.	3.1
3.2. Normas oficiales mexicanas vigentes.	3.2
3.3. Normas técnicas para el cálculo de los gastos de diseño de instalaciones hidráulicas en edificios.	3.4
3.4. Investigación experimental para el establecimiento de las normas oficiales mexicanas en materia de muebles y aparatos sanitarios.	3.5
<b>Capítulo 4. Investigación de campo para la determinación del tiempo entre operaciones sucesivas de muebles en edificios con diferente tipo de uso.</b>	<b>4.1</b>
4.1. Definición de conceptos básicos.	4.1
4.2. Objetivo del experimento.	4.2
4.3. Definición de la población en estudio.	4.2
4.4. Descripción del experimento.	4.3
4.5. Resultados del experimento.	4.8
4.6. Análisis de resultados del experimento.	4.19
4.7. Conclusiones del experimento para la determinación del tiempo entre operaciones sucesivas de inodoros en edificios con diferente tipo de uso.	4.26
<b>Capítulo 5. Simulación del modelo de Hunter mediante un programa de computadora.</b>	<b>5.1</b>
5.1. Simulación del modelo de Hunter mediante un programa de computadora.	5.2
5.2. Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en uso doméstico.	5.6
5.3. Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en uso de oficinas.	5.10
5.4. Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en edificios para educación básica y media básica.	5.10

5.5.	Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en edificios para educación media superior y superior.	5.15
5.6.	Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en restaurantes y similares.	5.18
5.7.	Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en salas de concierto, cines, teatros y similares.	5.21
5.8.	Consideraciones sobre la aplicación del método para el diseño de instalaciones con diferentes condiciones de servicio.	5.24
5.9.	Cálculo de instalaciones hidráulicas en edificios mediante el método de "unidad mueble" actualizado y comparación con los resultados obtenidos al aplicar el método ordinario.	5.25
<b>Capítulo 6.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>6.1</b>
	<b>Bibliografía.</b>	
<b>Anexo A.</b>	<b>Normas oficiales mexicanas en materia de muebles y aparatos sanitarios.</b>	<b>A.1</b>
<b>Anexo B.</b>	<b>Tablas para diseño sugeridas por las autoridades del D.F.</b>	<b>B.1</b>

## INTRODUCCION

Como es sabido, el agua potable se suministra mediante una red de distribución, y el agua residual se recoge mediante una red de alcantarillado. Para que estos servicios sean útiles a los usuarios individuales, se requiere un eslabón en la cadena de abastecimiento y evacuación constituido por conexiones que llevan el agua desde la red municipal de distribución de agua potable hasta cada propiedad; una red de distribución y accesorios sanitarios en el interior de los edificios; y desagües para transportar el agua servida y los desechos humanos desde los inmuebles hasta las alcantarillas de la red municipal. Estas conexiones, tuberías domiciliarias, accesorios sanitarios y desagües constituyen lo que se denomina *instalación sanitaria del edificio*.

En este estudio, el término "edificio" se refiere a cualquier inmueble o construcción hecha con materiales resistentes, destinada a vivienda o a otros usos en los que hay afluencia de gente, como son los colegios, las casas de huéspedes, hoteles, baños públicos, terminales de transporte y otros lugares de concentración de personas.

Las instalaciones sanitarias de los edificios modernos constituyen la última etapa del proceso de evolución general de la técnica y las aplicaciones que iniciaron con la *fontanería* que, en principio, debe entenderse como el conjunto de funciones y operaciones requeridas para realizar las conducciones de agua.

De manera literal, el fontanero era el encargado de llevar o conducir el agua a los edificios; esto es, llevaba las fuentes a las casas, instalándolas en ellas para servicio de sus habitantes. Este cometido lo obligaba a trabajar principalmente con el plomo, ya que de este material eran las conducciones que servían para el menester tradicional de conducir el agua, de aquí el nombre de *plomero* con el que era y todavía es conocido, aunque los expertos han sugerido para este profesionista la denominación actual de *instalador-montador sanitario*, que expresa mejor el amplio campo abarcado por su actividad profesional, dado que la función que cumple consiste, precisamente, en instalar, montar o reparar aparatos de esta naturaleza.

Una simple observación nos persuade de la evolución profesional que ha experimentado la actividad del primitivo fontanero o plomero, hasta convertirse en uno de los trabajos fundamentales y cooperantes de la ingeniería civil, en cuanto que viene a dotarla de las instalaciones sanitarias convenientes para que la vida se desarrolle en los edificios que diseña y construye con mayor higiene y comodidad.

Generalmente son los propietarios de los edificios -y no las autoridades de los servicios públicos de agua y alcantarillado- quienes con los servicios de un instalador-montador sanitario independiente o a través de empresas privadas instalan y operan sus sistemas sanitarios. Pero la autoridad no debe mostrarse indiferente a la forma en que se diseñan, construyen y operan estos sistemas. Las fugas de las tuberías de servicio fabricadas con material de baja calidad o instaladas deficientemente pueden hacer perder tanta agua como una tubería de la red municipal defectuosa; errores en el diseño de la instalación pueden ocasionar la contaminación del agua en las propias tuberías públicas, poniendo en peligro la salud de otros consumidores; también el diseño inadecuado de la red de distribución interior de un edificio puede ocasionar un suministro de agua en cantidad insuficiente, sin la presión necesaria y en forma discontinua .

Habiendo sido derogado el Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos de 1955 con la expedición de la Ley General de Salud en 1988, no se derogó pero tampoco se reformó el Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios (RISRE) que emanaba del antiguo Código. En consecuencia, aunque dicho Reglamento es jurídicamente vigente y de competencia federal, puede considerarse totalmente obsoleto, lo que lo hace inútil para fines de diseño. Las disposiciones más importantes del RISRE en materia de suministro de agua a los edificios están incluidas en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, de competencia local.

Por lo anterior, para lograr el control sobre el diseño y la construcción de las instalaciones sanitarias en México, actualmente insuficiente, además de las normas oficiales mexicanas que se han expedido profusamente y actualizado de acuerdo a las innovaciones tecnológicas para la fabricación de tuberías, válvulas, muebles y aparatos sanitarios, se requiere un código de práctica integral en materia de instalaciones sanitarias, del que se carece actualmente en México.

Un código de instalaciones sanitarias en edificios debe incluir:

1. Un dispositivo legal, o reglamento de instalaciones sanitarias que designe a una autoridad local como "la autoridad que tiene jurisdicción", con poder y responsabilidad para imponer el cumplimiento de las normas de diseño, materiales y técnicas de trabajo en cualquier instalación sanitaria efectuada dentro de su área administrativa.
2. Un conjunto detallado de normas y disposiciones relativas a un modelo aprobado nacionalmente y que debe hacerse cumplir en conformidad con este dispositivo legal.
3. Uno o más métodos recomendados para calcular las dimensiones de las tuberías de las redes interiores de abastecimiento de agua y desagüe de edificios, y dichos métodos tendrían que tomar en cuenta dos aspectos:
  - a) Los hábitos en el consumo del agua potable en los edificios de diferentes usos, de acuerdo a las condiciones nacionales (o regionales) y,
  - b) Las innovaciones tecnológicas presentes en los muebles y aparatos sanitarios que se fabrican actualmente en nuestro país, tendientes a reducir el consumo del agua potable y que han dado lugar a normas oficiales mexicanas.

El presente estudio se refiere a la consideración del numeral 3 anterior, y a la manera como influyen los incisos a) y b) en el modelo de Hunter, actualmente mejor conocido como de "unidad mueble", que es un método para calcular las dimensiones de las tuberías de la red interior de un edificio.

La conclusión general de este estudio es que mediante la obtención en campo de los parámetros que intervienen en el modelo de Hunter, referentes al consumo del agua en edificios agrupados por tipo de uso, es posible obtener curvas específicas de diseño de instalaciones en función del uso a que será destinado el edificio. Como consecuencia de la aplicación diferenciada del modelo, se demuestra que se obtendría una reducción significativa en los costos de construcción, en comparación con el caso en que se utilizan los métodos de diseño convencionales.

Sin embargo, aún cuando el investigador hizo el mayor esfuerzo que le fue posible para conseguir resultados útiles para el diseño de instalaciones, dos condiciones principales repercutieron adversamente en la *validez externa* de los resultados de la investigación de campo efectuada para la obtención del intervalo entre usos sucesivos de los muebles sanitarios: 1) la carencia de recursos económicos; y 2) las dificultades que entraña la obtención de las autorizaciones que se requieren para el monitoreo de instalaciones sanitarias en edificios - sobre todo tratándose de inmuebles privados-. Por ello se observará que la mayor parte de los edificios en donde se monitorearon los sanitarios, son de dependencias de la UNAM, que dieron todas las facilidades para el desarrollo del presente estudio en sus instalaciones.



La validez externa de los resultados depende de una aleatorización adecuada. Los resultados del experimento implícito en la investigación a que se hace referencia en el párrafo anterior, carecen de validez externa debido a la imposibilidad práctica del investigador para seleccionar aleatoriamente las unidades experimentales a partir de la población, por lo que los resultados obtenidos no permiten hacer generalizaciones respecto de esa población.

En consecuencia, se hace la advertencia de que el experimento para la obtención del intervalo de usos sucesivos de los muebles sanitarios es de carácter estrictamente exploratorio debido al modelo determinístico aplicado. Sólo habiendo recurrido a un diseño experimental completamente aleatorizado podrían generalizarse los resultados del experimento.

No obstante las limitaciones de todo tipo que se tuvieron para efectuar la investigación de campo, en opinión del autor el presente estudio muestra resultados alentadores que justifican el aplicar un diseño experimental adecuado y ampliar el monitoreo de instalaciones sanitarias considerando las particularidades y costumbres regionales de nuestro país.

## CAPITULO 1

### PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

La demanda de agua de un edificio depende de la clase y cantidad de accesorios, así como de la probabilidad de su operación simultánea. Por conveniencia y variación de aplicación, los diferentes accesorios se alimentan con gastos distintos.

Es poco probable que todos los accesorios del sistema de un edificio consuman agua o la descarguen al mismo tiempo. Un estudio de probabilidad fue desarrollado al respecto por el Dr. Roy B. Hunter y publicado en 1940 como parte de una serie de artículos cuyo propósito fue reunir de manera organizada el cúmulo de información obtenida por el autor durante muchos años, comenzando en 1921 con la investigación de plomería de pequeñas viviendas, hasta sus investigaciones realizadas de 1937 a 1940, sobre plomería para viviendas de bajo costo. En general, el método de Hunter consiste en asignar factores de carga a los diferentes muebles y aparatos sanitarios a la máxima frecuencia de uso asumida, tomando en cuenta que los muebles son empleados intermitentemente, por lo que en un sistema integrado por varios grupos de diferentes tipos de muebles el cálculo de la demanda no es cuestión de una simple adición de los gastos demandados por cada mueble. Hunter asumió que la participación de un mueble simple no depende solamente de su gasto de alimentación, sino también de la frecuencia y duración de uso correspondientes a una operación sencilla del mueble.

Con la aplicación de la teoría de la probabilidad para la estimación del gasto demandado, Hunter determinó el número de muebles que operan simultáneamente en cualquier instante. El desarrollo del modelo requiere información sobre la frecuencia de uso de cada tipo de mueble ( $i$ ), el tiempo de funcionamiento ( $t$ ), o sea la duración de la descarga de agua potable por la válvula de admisión de cada mueble, y el volumen de agua consumido en cada uso. Los valores de  $i$  y  $t$  propuestos por Hunter para tres de los muebles sanitarios se muestran en el Cuadro 1.1.

Cuadro 1.1. Valores asumidos por Hunter para la frecuencia de uso ( $i$ ) y la duración de uso ( $t$ ), en segundos, de tres muebles sanitarios.

MUEBLE SANITARIO	FRECUENCIA DE USO ( $i$ )	DURACION DEL USO ( $t$ )	PROBABILIDAD ( $t/i$ )
WC con fluxómetro	300	9	0.030
WC con tanque	300	60	0.20
Tina de baño	900	60	0.067

Fuente: National Plumbing Code Handbook. Vincent T. Manas. Primera Edición, 1957.

Utilizando estos valores puede contruirse una gráfica que represente la sucesión de los hidrogramas de consumo de los muebles y aparatos sanitarios de una edificación, que es el punto de partida para el desarrollo del modelo de Hunter.

Sin embargo, durante el tiempo transcurrido desde la publicación del estudio de Hunter en 1940<sup>1</sup>, los

<sup>1</sup> Hunter, R.B. Methods of Estimating Loads in Plumbing Systems. NBS Building Materials and Structures Rept. BMS 65. US Dept. Of Commerce, Washington. D.C. (1940).

valores del tiempo de funcionamiento, los gastos promedio y total de un accesorio por una operación sencilla y, en general, el diseño de los muebles y aparatos sanitarios, son factores que han cambiado bastante, por lo que resulta de interés conocer la repercusión de dichos cambios en la estimación de la demanda para el diseño de instalaciones (Figuras 1.1 a 1.3).

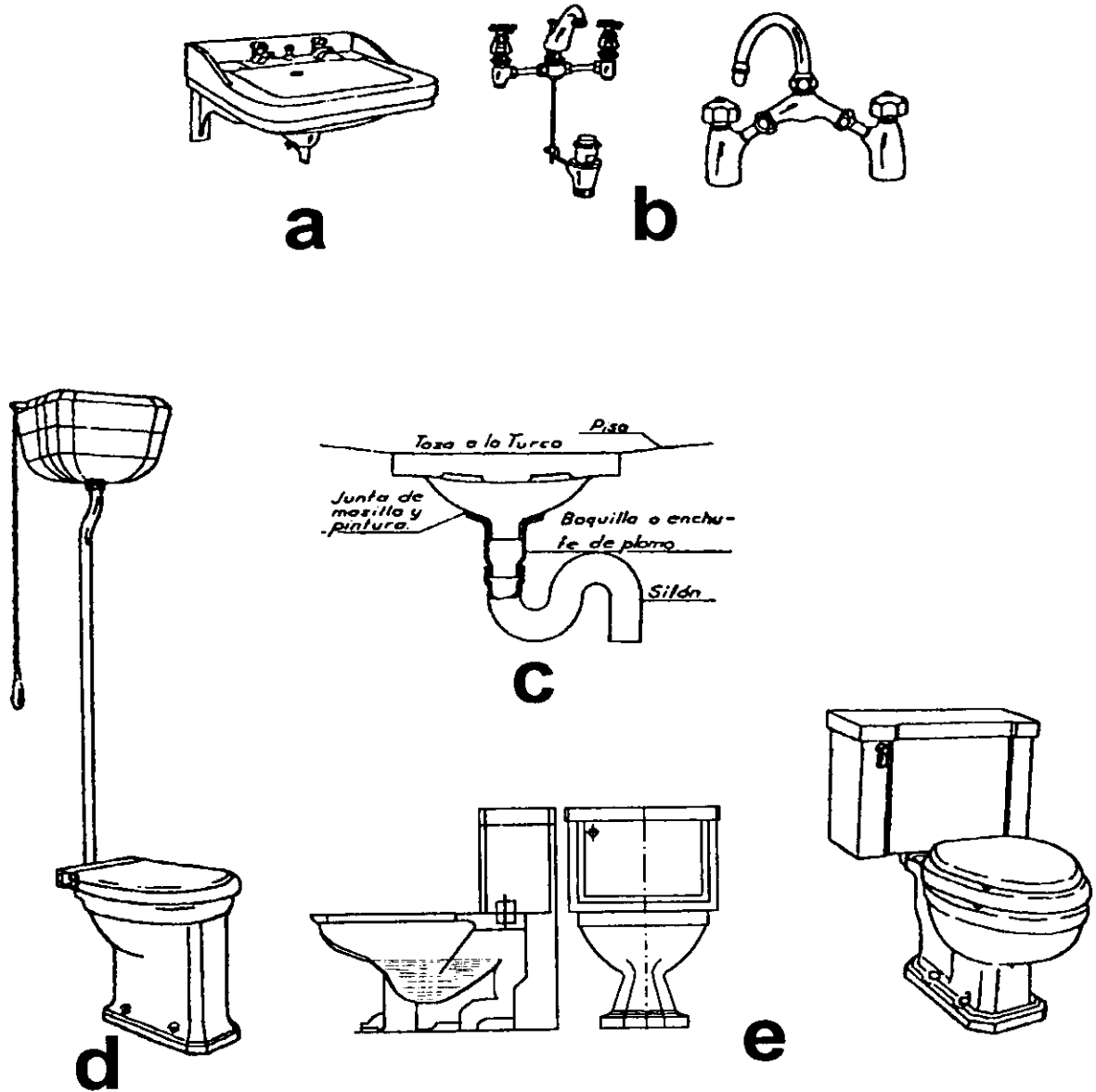


Figura 1.1. Evolución del diseño de muebles sanitarios. a. Lavabo con llaves independientes para el agua fría y caliente, actualmente en desuso; b. Llaves con mezcladora; c. Taza a la turca; d. Inodoro de cisterna alta; e. Inodoro de cisterna baja.

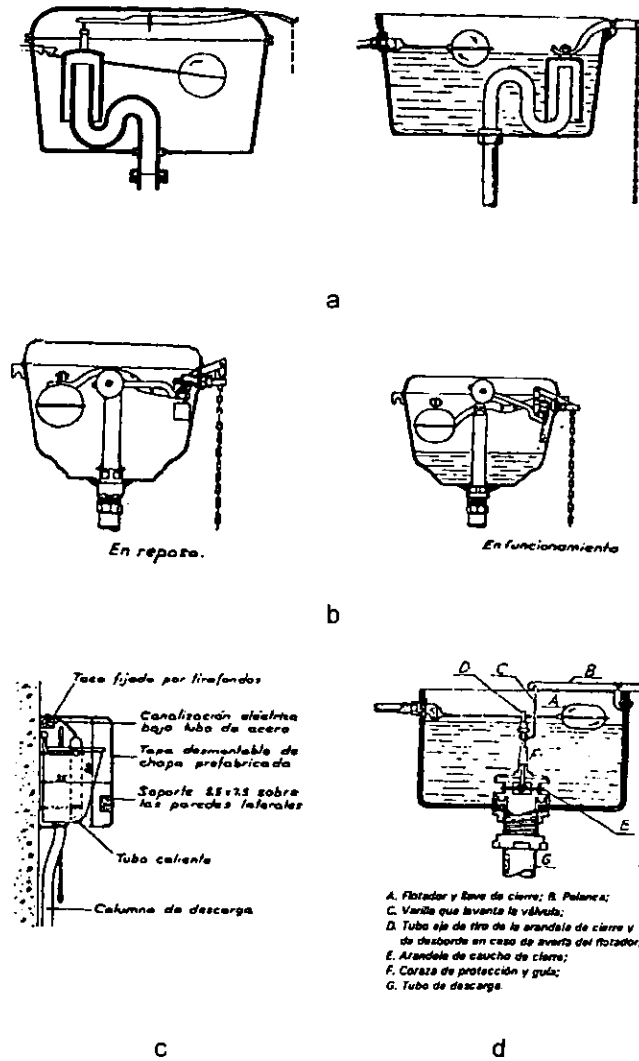


Figura 1.2. Evolución del diseño de muebles sanitarios: a. Cisterna alta de sifón que podían ser de 8, 10 o 12 litros de agua; b. Cisterna alta modelo incongelable, en donde el depósito estaba normalmente vacío, llenándose sólo en el momento de jalar la cadena; c. Cisterna alta modelo incongelable con dispositivo de calentamiento del agua; d. Cisterna alta.

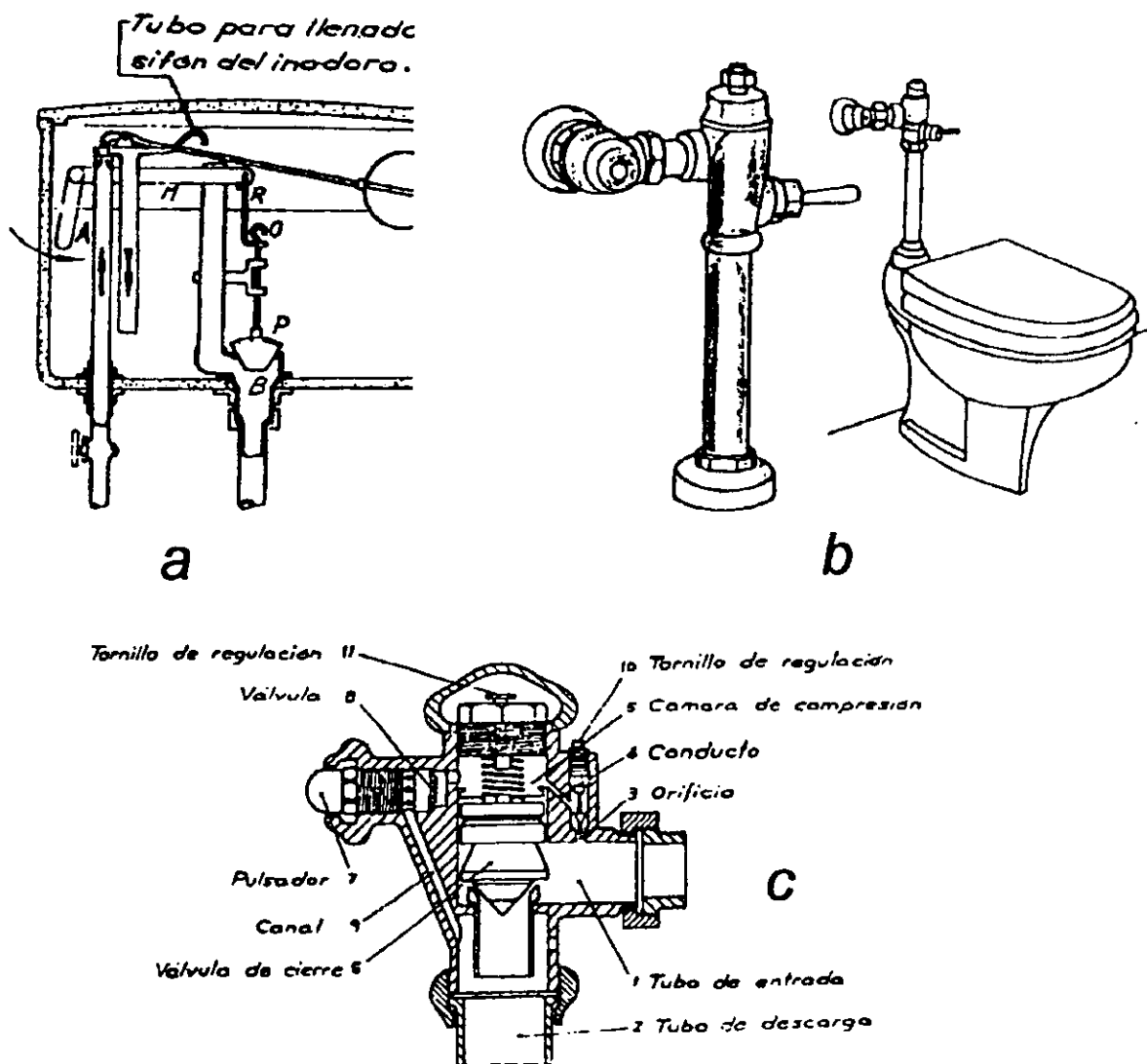


Figura 1.3. Evolución del diseño de muebles sanitarios: a. Cisterna baja para inodoro con capacidad de aproximadamente 16 litros; b. Inodoro con fluxómetro; c. Fluxómetro visto en sección.

Diversas investigaciones han sido llevadas a cabo con el fin de conocer la repercusión de los cambios referidos en la estimación de la demanda para el diseño de instalaciones, por ejemplo, T.P. Konen y D. Monihan<sup>2</sup> investigaron el efecto de las innovaciones en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua en edificios multifamiliares altos, mientras que Chan y Konen<sup>3</sup> condujeron una prueba experimental para obtener datos de campo con el fin de establecer valores más adecuados de la frecuencia y duración de uso en el diseño de sistemas de distribución de agua.

Por otra parte, algunos investigadores han puesto en duda la precisión de los resultados obtenidos por el método de Hunter para el cálculo de la demanda máxima de agua de una edificación. Por ejemplo, James S. Braxton<sup>4</sup> efectuó mediciones que en su opinión, "muestran una imprecisión tan grande que invalida completamente los resultados obtenidos cuando solamente se hace referencia a las curvas proporcionadas por Hunter". Braxton refiere que la demanda máxima calculada con el método fue 127% mayor de la real medida directamente en el edificio.

En este capítulo se describen los objetivos y alcances del presente estudio para la obtención de los parámetros más importantes que intervienen en la aplicación de la teoría de la probabilidad a la determinación de gastos de diseño en instalaciones, de acuerdo con el modelo de Hunter.

### 1.1. Objetivos del estudio.

El estudio parte de la hipótesis de que, en general, puede observarse un patrón de consumo del agua relacionado con las actividades de los ocupantes de un edificio de determinado tipo de uso. Por ejemplo, en un edificio de uso habitacional se tienen tres periodos de actividad "pico": uno en la mañana, cuando las personas se levantan, asean y toman el desayuno, otro a la hora de la comida y finalmente en la noche, cuando se preparan para dormir. En un edificio institucional, como el de una escuela preparatoria o de licenciatura, se tendrán tantos periodos de punta como intermedios haya en la jornada de actividades, esto es, entre clase y clase. La forma de uso del agua será diferente en cada caso y por lo tanto la demanda de agua también variará dependiendo del uso del edificio.

Con base en esta hipótesis se plantearon los siguientes objetivos del estudio:

- a) Obtener datos de la forma de consumo del agua por medio de monitoreo en edificios ubicados en la Ciudad de México, con diferente tipo de uso, específicamente los valores de frecuencias de uso (i), estableciendo el tiempo de funcionamiento (t) y el gasto de cada mueble sanitario (q), mediante el análisis de pruebas de laboratorio.
- b) Recalcular las curvas de demanda máxima en función de las unidades mueble de acuerdo con el modelo de Hunter, contando con los parámetros del inciso a) para cada tipo de uso y mueble sanitario.
- c) Revisar los factores de carga de los muebles y aparatos sanitarios analizando su importancia relativa, de acuerdo al tipo de edificación a que servirán.
- d) Proponer los factores de carga convenientes en función del tipo de mueble o aparato sanitario y del uso del edificio basando dicha selección en la revisión del inciso c).

<sup>2</sup> Konen, T.P. & Monihan, D. The Significance of Innovations in the Design of Water Supply Systems in High Rise Multifamily Dwellings. Davidson Laboratory Rept. SIT-DL-74-1975. Stevens Inst. Of Technology, Hoboken, N.J. (1975).

<sup>3</sup> Konen, T.P. & Chan, W.Y. An Investigation of the Frequency of Use and Duration of Use Parameters in Sizing Water Distribution Systems, Davidson Laboratory Rept. Stevens Inst. Of Technology. Hoboken, N.J. (1979).

<sup>4</sup> A paper presented on May 24, 1996, at the Annual Conference, Bal Harbour, Fla., by James S. Braxton, Asst. Chief Engr., Metropolitan San. Dist. of Greater Chicago, Chicago.

## 1.2 Alcance del estudio.

1. Efectuar la investigación de campo necesaria para proporcionar un amplio ámbito de datos sobre frecuencias de utilización de muebles sanitarios en edificios, representativos de varias clases de uso ubicados en la Ciudad de México, así como los tiempos de funcionamiento y gasto de los diferentes tipos de muebles fabricados de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas.
2. Elaborar curvas que relacionen gasto versus unidad mueble con propósitos de diseño para edificaciones de diferente tipo de uso.

## 1.3 Actividades del estudio.

Para la realización del estudio se llevaron a cabo las actividades que se describen a continuación, divididas en tres etapas:

- a. Primera etapa: investigación documental;
- b. Segunda etapa: investigación directa o "de campo"; y
- c. Tercera etapa: simulación en computadora del gasto demandado por la instalación de suministro de agua de edificios de diferentes tipos, mediante el modelo de Hunter.

### 1.3.1. Primera etapa: investigación documental.

La investigación documental estuvo enfocada a la obtención de la siguiente información:

- a. Estudios o trabajos de investigación relativos al tema o con planteamiento de objetivos similares.

Se investigó en bibliotecas especializadas como la de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica y en la del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. En los archivos de estas bibliotecas se indagó acerca de las Normas Oficiales Mexicanas existentes en materia de muebles y aparatos sanitarios de bajo consumo de agua. Asimismo se investigó con el fin de saber de la existencia de estudios contratados o elaborados por las dependencias del mismo nombre, relativos al diagnóstico de consumo del agua en edificios, así como con referencia al diseño de los muebles y aparatos sanitarios fabricados de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) vigentes.

- b. Estudio de la teoría del Dr. Roy B. Hunter.

Se recopiló la información referente al modelo de Hunter desarrollada por él mismo y otros investigadores, con el fin de establecer el marco teórico de la presente investigación. Para ello se recurrió a los acervos de la Biblioteca Enzo Levi (Conjunta de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería e Instituto de Ingeniería), y a los de dependencias públicas como son la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Asimismo se efectuó la búsqueda de información a través de INTERNET, y utilizando este medio fue posible establecer contacto con la Sociedad Americana de Ingenieros Plomeros (American Society of Plumbing Engineers) para solicitarle el envío de los siguientes documentos no disponibles localmente:

Recommended Minimum Requirements for Plumbing, Report of the Subcommittee on Plumbing of the Building Code Committee, U.S. Department of Commerce Bureau of Standards, BH13, 1932.

Hunter, Roy B.: Methods of Estimating Loads in Plumbing Systems, National Bureau of Standards Building Materials and Structures. Report BMS65, 1940.

Plumbing Manual, Report of Subcommittee on Plumbing Central Housing Committee on Research, Design and Construction Report BMS66, 1940.

En la Biblioteca Enzo Levi se consultó el acervo de las siguientes revistas especializadas:

- ASCE Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 1929 a 1943; enero de 1944 a enero de 1950; enero de 1966 a diciembre de 1981.
- ASCE Journal of Construction Division.
- ASCE American Society of Civil Engineers, de enero de 1937 a agosto de 1991.
- ASCE News, de diciembre de 1979 a julio de 1988.
- Journal American Water Works Association, de enero de 1933 a noviembre de 1997

De la revisión cuidadosa de cada una de las revistas se identificaron 15 artículos relacionados con el tema, los cuales fueron estudiados y considerados para la realización de la investigación.

### 1.3.2. Segunda etapa: investigación directa o "de campo".

De acuerdo a los alcances propuestos en el apartado 1.2, se planeó obtener experimentalmente los parámetros que intervienen en la aplicación de la teoría de Hunter, los cuales son:

- La duración media de un servicio (t);
- La frecuencia de uso (i), es decir, el intervalo medio que transcurre entre un servicio y el siguiente durante el período de punta;
- La duración media diaria del período de punta (h); y
- El gasto (q) de los muebles y aparatos sanitarios.

Sin embargo, como resultado de la investigación documental, se conoció un estudio elaborado por una empresa de consultoría<sup>5</sup> para la DGCOH, en el cual se recopila información experimental referente a las duraciones medias (t) y los gastos demandados en cada descarga (q), por cada mueble o aparato.

Las pruebas que integran el estudio mencionado se llevaron a cabo en los laboratorios de la DGCOH denominados "Cerro de la Estrella", "Coyoacán" y "San Juan de Aragón", con la finalidad de verificar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas relativas a la fabricación de muebles y aparatos sanitarios.

Debido a la abundante información reportada en dicho estudio y a la amplitud y características de las pruebas efectuadas, se consideró suficiente la información para emplearla en el presente estudio.

En virtud de lo anterior, sólo fue necesario idear los métodos convenientes para la obtención de datos de campo relativos a la frecuencia de uso de los muebles, así como de la duración del período de punta. La metodología aplicada se describe en el Capítulo 4.

### 1.3.3. Tercera etapa: simulación en computadora del gasto demandado por la instalación de suministro de agua de edificios de diferentes tipos, mediante el modelo de Hunter.

Al proceso de experimentar con una representación del objeto real se le llama simulación. La Figura 1.4 muestra los componentes principales de la modelación matemática; con base en ese diagrama de flujo se llevó a cabo la simulación. A partir de la teoría general expuesta en el Capítulo 2 y utilizando como insumos los datos de laboratorio y campo, se diseñó el modelo matemático que después fue resuelto mediante un programa de computadora elaborado como parte del presente estudio.

Se hicieron aplicaciones del modelo y se compararon los resultados con aquéllos que se obtienen utilizando el modelo convencional.

<sup>5</sup>

Evaluación y Control de Calidad de Muebles Sanitarios y Accesorios de Bajo Consumo de Agua  
RUMI INGENIEROS, S.A. de C.V., Contrato No. 1-33-1-2084. Diciembre de 1991.



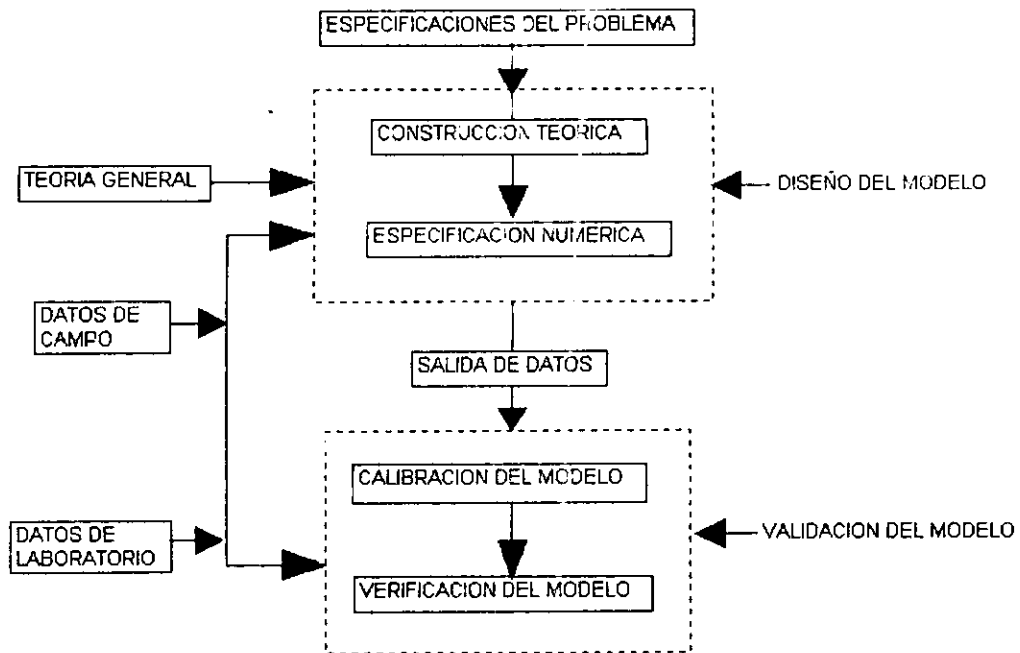


Figura 1.4. Componentes principales de la modelación matemática.

## CAPITULO 2 FUNDAMENTOS DEL MODELO DE HUNTER

El diseño del sistema de distribución de agua de un edificio se lleva a cabo en dos partes: (1) determinación del gasto en cada tramo de tubería, y (2) determinación del diámetro de la tubería en dichos tramos con el gasto correspondiente. Naturalmente, también existe el problema de seleccionar el material de la tubería, pero la solución de ese problema no es el propósito del presente estudio.

La determinación del gasto de cada tramo de tubería es uno de los problemas más complejos de la ingeniería sanitaria porque, debido a la gran variedad de los muebles y aparatos sanitarios, la subjetividad de su empleo y la variedad del número de servicios habituales, costumbres y necesidades peculiares de cada individuo, sin contar los casos fortuitos, es imposible dar reglas fijas sobre este particular.

Los diferentes tipos de muebles y aparatos sanitarios no se usan uniformemente durante el día. En el hogar, los muebles de baño están en uso más frecuente cuando los ocupantes se levantan por la mañana; en las interrupciones que ocurren durante los programas de televisión; y justo antes de retirarse a descansar por la noche. Los fregaderos de cocina se usan intensamente justo antes y después de cada comida. Y desde la media noche hasta aproximadamente las 6 a.m. existe relativamente poco uso de los muebles. El hecho de que la operación de los muebles es intermitente y que el tiempo total que están en operación real es bastante pequeño en comparación con el tiempo en que no están operando significa que es innecesario -excepto en sistemas muy pequeños- diseñar para el gasto máximo potencial, esto es, el gasto que sería causado por todos los muebles al operar simultáneamente. Esto es afortunado, ya que si fuera necesario diseñar para este gasto potencial, los diámetros de los tubos serían mucho mayores de lo que son en realidad, y el costo de un sistema de plomería sería oneroso.

Existen varios métodos para calcular el gasto de diseño de las partes del sistema de distribución de agua de un edificio:

- . Métodos empíricos.
- . Método alemán de la raíz cuadrada.
- . Métodos probabilísticos.

En los métodos empíricos, para una cantidad dada de muebles en el sistema, se toma una decisión acerca del número de muebles que pueden asumirse en operación simultánea. En varios países, grupos de investigadores con experiencia en el diseño de sistemas de plomería han elaborado tablas de "probable demanda simultánea". Entre estos métodos se tiene el desarrollado por Dawson y Bowman<sup>1</sup> de la Universidad de Wisconsin.

El método alemán de la raíz cuadrada<sup>2</sup> utiliza como unidad de flujo la descarga de una llave de

---

<sup>1</sup> Dawson, F.M., y J.S. Bowman: *Interior Water Supply Piping for Residential Buildings*, University of Wisconsin. Engineering Experiment Station Series, Bulletin 77, 1933.

<sup>2</sup> Richtlinien für die Berechnung der Kaltwasserleitungen in Hausanlagen (reglas para el cálculo de líneas de distribución de agua fría en edificios), *Gas-und Wasserfach*, Vol. 83:29, 1940, p.345.

9.5 mm de diámetro, bajo ciertas condiciones, y se asigna un "factor de carga" de uno (1) a este gasto. Para cualquier otro mueble o aparato que tenga un gasto diferente, se establece un factor de carga obteniendo la proporción del gasto de ese mueble al de la llave de 9.5 mm y elevando al cuadrado el resultado. Entonces el factor de carga de cada tipo de mueble existente en el edificio es multiplicado por la cantidad de muebles de ese tipo en el edificio servidos por la línea en cuestión; los productos se suman y se obtiene la raíz cuadrada. El resultado es multiplicado por el gasto de la llave de 9.5 mm de diámetro, obteniendo así el gasto de diseño de la línea de alimentación principal del edificio. Para tuberías que sirven sólo a parte de los muebles del edificio, sólo aquéllos muebles servidos por la tubería en análisis son tomados en cuenta. El proceso de obtener la raíz cuadrada permite considerar de manera arbitraria que no todos los muebles están en uso simultáneo.

Una de las primeras aplicaciones de la teoría de la probabilidad a la determinación de gastos de diseño en instalaciones hidráulicas para edificios fue hecha por el Dr. Roy B. Hunter de la Oficina Nacional de Estándares de E.E.U.U. (National Bureau of Standards), habiendo aparecido la primera exposición del método en 1924. Este es el más racional de los tres métodos mencionados, ya que toma en cuenta factores que afectan al gasto de diseño y que son ignorados por los otros métodos. En la aplicación de la teoría de probabilidad al problema de determinar los gastos de diseño, Hunter asumió que la operación de los principales muebles y aparatos sanitarios que constituyen el sistema de plomería podrían considerarse como eventos puramente aleatorios. Aunque esto no es del todo cierto, sirve de base para la aplicación de la teoría al problema. Hunter determinó las frecuencias de uso de los principales muebles y aparatos que producen el gasto en la instalación hidráulica de un edificio habitacional, basando sus valores de las frecuencias en registros obtenidos en hoteles y edificios de departamentos<sup>3</sup> durante el periodo de máximo consumo (periodo de punta). También determinó valores característicos de los gastos promedio de uso del agua en diferentes muebles y aparatos sanitarios, y el tiempo de una operación sencilla de cada uno de ellos.

El desarrollo teórico se aplica sólo a grandes grupos de muebles y aparatos sanitarios, tales como los de edificios de departamentos, hoteles, oficinas etc. La razón de esto es que aunque el gasto de diseño tiene cierta probabilidad de no ser excedido, no obstante puede excederse en raras ocasiones. En un sistema que incluya sólo unos cuantos accesorios, si se ha diseñado de acuerdo con la teoría de la probabilidad, el gasto adicional impuesto sobre él por un accesorio más que el dado por la teoría de la probabilidad podría sobrecargar el sistema lo suficiente para causar inconvenientes e incluso interferir con la operación del sistema de drenaje. Por otra parte, si se está tratando con un sistema grande, una sobrecarga de uno o varios accesorios sería raro que se notara.

Considérese el sistema de distribución de agua de un edificio de departamentos o un hotel, por ejemplo. En tales edificios, los accesorios de la instalación sanitaria estarán sujetos a gestionamiento a cierta hora del día. Los muebles y aparatos instalados son una gran cantidad de inodoros, regaderas, lavabos, fregaderos, etc. El problema consiste en determinar qué gasto de diseño debe asignarse a las varias tuberías de la instalación hidráulica para que el sistema proporcione un servicio satisfactorio. Hunter definió como "servicio satisfactorio" a aquél en el que las interrupciones del servicio debido a factores controlables como el diámetro y disposición de las tuberías no es frecuente y es de suficientemente corta duración como para no ocasionar inconvenientes en el uso de los muebles y aparatos sanitarios o una condición de insalubridad en la instalación.

Es decir, se asumirá que el sistema brindará servicio satisfactorio, o estará "adecuadamente diseñado", si las tuberías en el sistema se han dimensionado de manera que abastezcan satisfactoriamente el gasto demandado para una cantidad  $r$  de un total de  $n$  accesorios del edificio de modo tal que no más de  $r$  accesorios serán probablemente encontrados en uso simultáneo más de 1 por ciento del tiempo.

---

3

Es muy importante que considere esto el lector, ya que tal como se ha venido aplicando el modelo desde su publicación hasta el presente, se han usado los resultados que obtuvo Hunter en la simulación de edificios habitacionales. Por esta razón, la presente investigación se avocó al estudio de edificios de uso habitacional y de otros tipos.

---

El valor de 1 por ciento referido, fue elegido arbitrariamente por Hunter en su aplicación original de la teoría de probabilidad al problema de diseño de gastos en las instalaciones hidráulicas, y se ha usado desde 1940 con buenos resultados, dado que el uso de este valor no lleva al subdiseño de los sistemas. Por el contrario, podría ser que los sistemas estén siendo sobrediseñados, y es posible que con un valor de 2 por ciento se alcancen diseños adecuados.

Una reflexión adicional es la siguiente: si se excede el gasto de diseño, ¿cuál será el efecto en el sistema? Si el sistema incluye un gran número de muebles y aparatos, y el valor de  $r$  se establece para reunir el criterio establecido en el párrafo precedente, entonces la probabilidad de que  $r+1$  accesorios estén siendo usados simultáneamente es bastante remota; la probabilidad de que  $r+2$  accesorios estén siendo usados simultáneamente es todavía más remota, etc. Sobrecargas leves no tendrán un efecto apreciable en el sistema si el número total de accesorios es razonablemente grande.

Kessler hizo la siguiente recomendación para asegurar que el flujo del agua a los accesorios sea adecuado: el proyectista no deberá permitir la instalación de una tubería para el uso de sólo un accesorio principal a un tiempo. Debe insistirse en una tubería para uso promedio adecuado, de manera que varios accesorios puedan usarse simultáneamente.

### 2.1. Desarrollo de la función de probabilidad con base en un sistema simple.

La descarga de agua por la llave de un mueble o aparato sanitario puede representarse por medio de un hidrograma, en el cual la abscisa representa el tiempo y la ordenada el gasto producido por la llave o válvula.

Considérense para esta exposición los casos de la válvula de admisión de un inodoro de cisterna y el de un fluxómetro de inodoro, ambos dispositivos mostrados en la Figura 1.3. La Figura 2.1a corresponde al hidrograma que representa la salida de agua por la válvula de admisión de un depósito para inodoro. Como es sabido, dicha válvula llamada "de flotador", se cierra lentamente a medida que el agua se va introduciendo al depósito. La Figura 2.1b es el hidrograma correspondiente a un fluxómetro, que tiene una rápida abertura y un cierre lento y gradual.

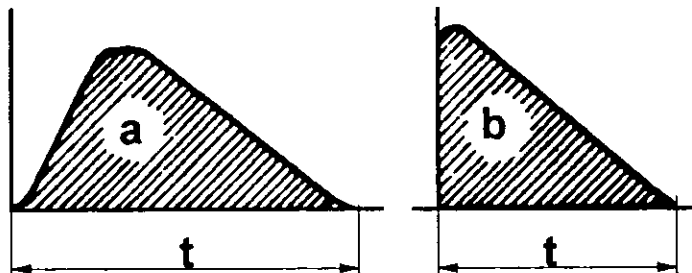


Figura 2.1. Hidrogramas de erogación: a) de una válvula de admisión de un depósito para inodoro, y b) de un fluxómetro.

Supóngase ahora que se tiene una instalación sanitaria entre cuyos aparatos se encuentran tres inodoros de fluxómetro, como se muestra en la Figura 2.2. Por otra parte, la Figura 2.3 representa la sucesión de los hidrogramas de dichos aparatos en el periodo de máximo consumo de la instalación, es decir, en el periodo de punta "h".

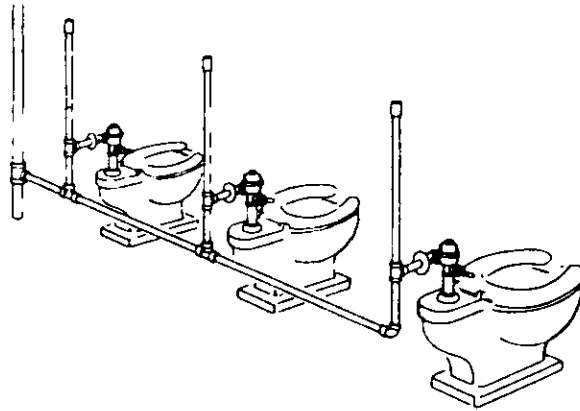


Figura 2.2. Sistema simple integrado por inodoros de fluxómetro.

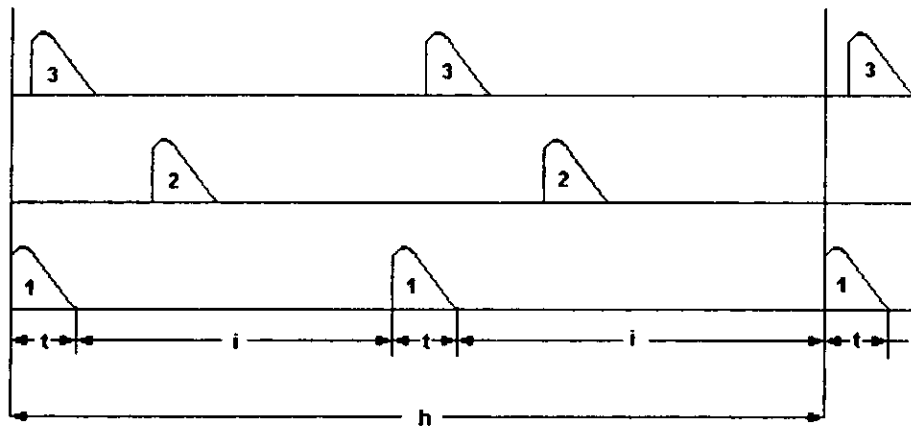


Figura 2.3. Sucesión de hidrogramas de los inodoros de fluxómetro en el periodo de máximo consumo o "periodo de punta" ( $h$ ).

La Figura 2.2 corresponde a un "sistema simple", que es aquél (obviamente hipotético) integrado por muebles o aparatos del mismo tipo -por ejemplo inodoros con fluxómetro solamente-. Hunter seleccionó los inodoros controlados con fluxómetro para ilustrar las características de variación de la demanda, debido por una parte a que las condiciones críticas de carga por demanda en las partes de la instalación son producidas comúnmente por estos muebles, y por otra parte debido a que los factores que determinan la carga por demanda para un mueble individual de este tipo son aproximadamente constantes y pueden ser mejor evaluados que para otros muebles. Con relación a la Figura 2.3, supóngase que se tiene una cantidad grande  $n$  de estos inodoros en el sistema. Sea  $i$  el tiempo en segundos, en promedio, sobre usos sucesivos de cada mueble individual. Sea  $t$  la duración en segundos de la demanda sobre el sistema de abastecimiento por cada uso de un mueble, es decir, el tiempo ocupado por una descarga individual del fluxómetro. Entonces el problema puede establecerse así:

*Asumiendo que hay  $n$  muebles en un sistema, cada uno operando una vez cada  $i$  segundos en promedio, y que cada operación es de  $t$  segundos de duración en promedio, ¿cuál es la probabilidad de que  $r$  muebles sean encontrados en operación simultánea en cualquier instante arbitrario de observación elegido?*

La probabilidad  $p$  de que se encuentre descargando el fluxómetro de un mueble en particular en cualquier instante de observación del sistema es:

$$p = \frac{t}{i} \quad 2.1$$

En consecuencia, la probabilidad de que el fluxómetro de ese mueble (o de cualquier otro) no se encuentre operando es:

$$1 - p = 1 - \frac{t}{i} \quad 2.2$$

Los valores de  $i$  y  $t$  propuestos por Hunter con base en sus observaciones en edificios de uso habitacional son 5 min (300 s) y 9 s, respectivamente. Entonces:

$$p = \frac{9}{300} = 0.03$$

y  $1 - p = 1 - 0.03 = 0.97,$

esto para inodoros con fluxómetro. Nótese que lo que suceda con los restantes  $n-1$  inodoros en el instante de observación no se considera en las probabilidades dadas por las ecuaciones 2.1 y 2.2. A continuación se determinará la probabilidad de que dos fluxómetros de dos inodoros en particular se encuentren operando en cualquier instante arbitrario de observación elegido, despreciando lo que suceda con los restantes  $n-2$  inodoros en ese instante.

Ya se ha expuesto que la probabilidad de encontrar en operación al primero de estos dos inodoros seleccionados es  $p$ . Entonces, la probabilidad de encontrar en operación al segundo de estos dos inodoros seleccionados también es  $p$ . Una ley de cálculo combinatorio que se aplica a eventos compuestos puede expresarse como sigue: el número de formas en que dos o más eventos independientes pueden ocurrir juntos es igual al producto de las formas en que pueden ocurrir separadamente. Una ley de probabilidad similar puede enunciarse así: la probabilidad de que dos o más eventos independientes ocurran juntos, en este caso al mismo instante, es igual al producto de las probabilidades de su ocurrencia separada. O sea que la probabilidad de que los fluxómetros de ambos inodoros en particular se encuentren descargando es  $p^2$ , por la ley de eventos compuestos. Para el caso de los inodoros de fluxómetro considerados se tendría:

$$p^2 = (0.03)^2 = 0.0009$$

o aproximadamente una parte en mil. En forma similar, la probabilidad de encontrar tres fluxómetros en particular descargando es  $p^3=(0.03)^3=0.000027$ , y la probabilidad de encontrar todos los fluxómetros descargando es  $(0.03)^n$ .

Ahora se considerará la probabilidad de que dos inodoros en particular, pero ninguno de los otros  $n-2$  muebles, se encuentren descargando en el instante arbitrario de observación elegido.

Probabilidad de encontrar el primer fluxómetro descargando	$p$
Probabilidad de encontrar el segundo fluxómetro descargando	$p$
Probabilidad de no encontrar descargando el tercer fluxómetro	$1-p$
Probabilidad de no encontrar descargando el cuarto fluxómetro	$1-p$
Probabilidad de no encontrar descargando el quinto fluxómetro	$1-p$
Probabilidad de no encontrar descargando el enésimo fluxómetro	$1-p$

La probabilidad de este evento compuesto observado en el instante elegido es

$$P = (1-p)^{n-2} p^2 \quad 2.3$$

Para inodoros operados con fluxómetro, si  $n=5$ , tenemos para este caso

$$(1 - p)^{n-2} p^2 = (1 - 0.03)^3 (0.03)^2 = 0.00082$$

Ahora se puede analizar el caso más general en el cual dos cualesquiera de los  $n$  inodoros, pero ninguno de los otros  $n-2$ , se encuentren descargando en el instante arbitrario de observación elegido. Ya se ha expuesto que la probabilidad de encontrar descargando dos fluxómetros en particular, pero ninguno de los otros  $n-2$ , es  $(1-p)^{n-2} p^2$ . Ahora, existen tantas maneras de seleccionar dos fluxómetros de un grupo  $n$  de ellos como combinaciones de  $n$  objetos tomados dos a un tiempo. Y en el caso general, se desea determinar cuántas formas hay de seleccionar  $r$  objetos de un total  $n$  de ellos. En cualquier libro de probabilidad se puede encontrar la siguiente expresión:

$$C_r^n = \frac{n!}{r! (n-r)!} \quad 2.4$$

donde  $C_r^n$  es el símbolo para  $n$  objetos tomando  $r$  a un tiempo.

A manera de ejemplo, si  $n=5$  y  $r=2$ ,

$$C_2^5 = \frac{5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{(2 \times 1) (3 \times 2 \times 1)} = 10$$

Así, si  $n=5$  y  $r=2$ , la probabilidad de que dos cualesquiera de cinco pero ninguno de los otros tres fluxómetros de inodoros, se encuentren descargando en un instante arbitrariamente elegido de observación es

$$10(0.97)^3(0.03)^2=0.0082$$

Ahora puede escribirse la expresión general para la probabilidad de que cualesquiera  $r$  muebles, y solo  $r$ , tomados de un total  $n$  se encuentren operando en cualquier instante de observación :

$$p_r^n = C_r^n (1-p)^{n-r} p^r \quad 2.5$$

Cuando se observe el sistema, ciertamente encontraremos un número  $r$  de  $n$  muebles en operación, donde  $r$  puede tener un valor de 0 a  $n$ .

En la teoría de la probabilidad, la certeza es representada por la unidad. De aquí que si se suman todas las probabilidades representadas por la ecuación 2.5, que es la probabilidad de un evento particular tomado de aquéllos mencionados, se tendrá la relación

$$p_r^n = \sum_{r=0}^{r=n} C_r^n (1-p)^{n-r} p^r = 1 \quad 2.6$$

Debe notarse que la ecuación 2.5 representa un término de la ecuación 2.6, y ésta representa la expansión binomial de  $[p+(1-p)]^n$ , lo que puede consultarse en algún texto de probabilidad. Así, la distribución que tiene que aplicarse en este problema es del tipo de expansión-binomial.

Ahora puede determinarse el número  $m$  de muebles tomados de un total  $n$  que deberán asumirse en operación simultánea con el propósito de determinar el gasto máximo instantáneo del sistema de suministro de agua de la edificación. Una vez que se establezca el valor de  $m$ , el gasto máximo instantáneo se obtiene multiplicando  $m$  por el gasto promedio ( $q$ ) demandado por un mueble, o sea

$$Q_{m\text{-}} = m q \quad 2.7$$

donde "m" es el **factor de diseño**, definido como el valor particular de r tomado de n muebles que serán encontrados en operación una fracción seleccionada del tiempo bajo condiciones asumidas de uso.

Es necesario definir la expresión "operación simultánea" con el fin de definir completamente un evento particular de "m" muebles operando simultáneamente". En el desarrollo de la teoría, se considerará que este evento ocurre cuando m, y sólo m, muebles se encuentran descargando en el instante de observación; de aquí que los m muebles encontrados descargando incluirán todos aquellos, y sólo aquellos, que comenzaron su operación durante el intervalo de t-segundos que precede inmediatamente al instante de observación.

El criterio que será usado para un diseño adecuado es el siguiente:

*Se considerará que el sistema opera satisfactoriamente si está diseñado de tal forma que suministre adecuadamente la demanda simultánea para un número m de los n muebles que integran el sistema de manera que los m muebles no se encontrarán en operación simultánea en más del 1% del tiempo; o dicho de otro modo, de manera que los m muebles se encontrarán en operación simultánea en más del 99% del tiempo.*

Esta condición puede expresarse como sigue:

$$p_0^n + p_1^n + p_2^n + \dots + p_{m-1}^n + p_m^n \geq 0.99 \quad 2.8$$

siendo m el entero más pequeño para el cual esta relación es verdadera.

En esta ecuación  $p_0^n$  representa la probabilidad de encontrar a ninguno de los n muebles en operación, etc. El menor valor de m para el cual la ecuación 2.8 es cierta, da el número de muebles para el cual debe diseñarse el sistema.

La ecuación 2.8 produce el menor valor deseado de m, pero el cálculo es extremadamente laborioso, por lo que se han desarrollado métodos para reducir al mínimo posible esa labor. Se dispone de tablas que proporcionan la suma de las series de la ecuación 2.8, o de

$$p_{m+1}^n + p_{m+2}^n + \dots + p_{n-1}^n + p_n^n \leq 0.01 \quad 2.9$$

que también puede escribirse

$$\sum_{r=m+1}^{r=n} C_r^n (1-p)^{n-r} p^r \leq 0.01 \quad 2.10$$

la cual corresponde a la forma dada en las tablas de distribución de probabilidad binomial.

Antes de explicar el proceso práctico de determinación de los gastos de diseño, se calcularán unos cuantos valores de las probabilidades en las series dadas por la ecuación 2.8 para el sistema hipotético de 100 inodoros de fluxómetro.

De acuerdo con los registros obtenidos por Hunter, se asume que cada inodoro del sistema descarga con la frecuencia promedio de una vez en 300 segundos y que cada fluxómetro funciona por 9 segundos. Esto da la probabilidad elemental p, de encontrar un inodoro en particular en operación en cualquier instante de observación arbitrariamente seleccionado de 9/300, ó 0.03.



Ahora, la probabilidad de que ninguno de los inodoros se encuentre en operación es

$$p_0^n = C_0^n (1 - p)^{n-0} p^0 = (1 - p)^n = 0.97^{100} = 0.048$$

La probabilidad de encontrar exactamente uno de los 100 inodoros descargando es

$$p_1^n = C_1^n (1 - p)^{n-1} p = \frac{n}{1!} (1 - p)^{n-1} p = 100 (0.97)^{99} (0.03) = 0.1470$$

Procediendo de la misma forma, la probabilidad de encontrar exactamente dos inodoros descargando es

$$p_2^n = C_2^n (1 - p)^{n-2} p^2 = \frac{n(n-1)}{2!} (1 - p)^{n-2} p^2 = \frac{100 \times 99}{2} (0.97)^{98} (0.03)^2 = 0.2250$$

y la probabilidad de encontrar exactamente tres de los 100 inodoros descargando

$$p_3^n = C_3^n (1 - p)^{n-3} p^3 = \frac{n(n-1)(n-2)}{3!} (1 - p)^{n-3} p^3 = \frac{100 \times 99 \times 98}{3 \times 2} (0.97)^{97} (0.03)^3 = 0.2270$$

Procediendo de la misma manera, se calculan las probabilidades hasta  $p_{10}^n$ ; los resultados se dan en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Valores de la probabilidad de encontrar 0, 1, 2, ... 10 inodoros con válvula de fluxómetro en operación simultánea, de un total de 100.

Probabilidad de encontrar en operación m muebles de 100		SUMATORIA	Probabilidad de encontrar en operación m muebles de 100		SUMATORIA
$P_0^{100}$	0.048	0.048	$P_6^{100}$	0.0496	0.9684
$P_1^{100}$	0.1470	0.195	$P_7^{100}$	0.0206	0.9890
$P_2^{100}$	0.2250	0.420	$P_8^{100}$	0.0074	0.9964
$P_3^{100}$	0.2270	0.647	$P_9^{100}$	0.0023	0.9987
$P_4^{100}$	0.1705	0.8175	$P_{10}^{100}$	0.00065	0.99935
$P_5^{100}$	0.1013	0.9188			

Como se observa en el Cuadro 2.1, si se suman las probabilidades, comenzando con  $p_0^n$ , se encuentra que la menor cantidad de accesorios para la cual esta suma excede 0.99 es 8. De aquí que se toma ocho como el número de inodoros cuyos fluxómetros tendrán descarga simultánea, para los cuales debe considerarse la provisión de agua necesaria en el diseño del sistema. El gasto de diseño para la tubería principal de abastecimiento del sistema está dado por la ecuación 2.7,

$$Q_m = m q = 8 q \quad [l/s]$$

donde q es el gasto promedio en l/s descargado por la operación de una válvula de fluxómetro.

## 2.2 Valores de t, i y q propuestos por Hunter.

En la aplicación de la función de probabilidad para estimar el gasto de diseño  $mq$ , es necesario seleccionar valores de  $t$ ,  $i$  y  $q$  pertenecientes a un tipo particular de mueble y servicio. En su informe<sup>4</sup>, Roy B. Hunter expresa lo siguiente:

*"Los valores seleccionados en cualquier caso son en gran parte materia de juicio ingenieril. En este aspecto se entiende que en el siguiente desarrollo, los valores seleccionados representan el juicio del autor con respecto a los valores apropiados para producir un servicio satisfactorio y están basados en la interpretación hecha por el autor de la información disponible."*

En la práctica todos los factores variarán de acuerdo a ciertas condiciones, por ejemplo, la duración del flujo con el tipo y condición de suministro de los aparatos, es decir, con su diseño; el intervalo entre descargas con el número de personas que usan el sistema y sus hábitos; y la extensión del periodo de punta con el tipo de edificación y su ubicación geográfica. El efecto de cada uno de estos factores de tiempo en los resultados debe ser considerado en conjunción con cualquier dato sobre el cual esté basado, antes de pasar a algún juicio sobre la selección del factor.

Era una característica de los inodoros fabricados en la década de los treinta que operaban más o menos efectivamente bajo cualquier gasto promedio de alimentación a partir de 16 gpm (0.95 l/s) a 30 gpm (1.89 l/s) o más, suministrado en un lapso de 6 segundos o más. Para cada tipo y diseño de cuenco y sifón interior de la taza del inodoro donde circula el agua para su limpieza, existe un rango intermedio de gastos promedio de suministro dentro de cualquier parte del rango menor anotado.

De la evidencia de experimentos referidos en Requerimientos Mínimos de Plomería Recomendados (Recommended Minimum Requirements for Plumbing, 1932), el Subcomité de Plomería del Comité del Código de Construcción del Departamento de Comercio de los Estados Unidos estableció un gasto promedio de 30 gpm (1.89 l/s) por 10 segundos, como una base razonable y segura para estimar las cargas por descarga esperadas en los sistemas de drenaje de edificios:

*"En la selección de este factor hemos elegido 10 segundos como la duración máxima de flujo el cual creemos que debe permitirse para uso general y un valor que representa el máximo aproximado de los inodoros instalados en el presente (1932). El mismo valor se aplicará en todo tipo de instalaciones"*.

Los experimentos referidos fueron diseñados para obtener las cargas máximas por descarga de inodoros, que podrían entregarse a los drenajes dentro del rango operativo de dichos muebles, y no se hicieron intentos por determinar el gasto más efectivo de suministro para un tipo particular de inodoro o un gasto promedio que pudiera producir un flujo satisfactorio en todo tipo de inodoros. Es de esperarse, como ha sido el caso, que se presenten sobrestimaciones al emplear valores máximos de todos los factores de carga por demanda, ya que "cuanto más grande es la duración del servicio  $t$ , mayor es la probabilidad de servicios sobrepuestos".

En experimentos llevados a cabo por Thomas R. Camp y referidos por Hunter en su informe original, se obtuvieron resultados de gastos de suministro para descargas seguras y económicas en el intervalo de 20 a 29 gpm (1.26 a 1.83 l/s) para diferentes tipos de cuenco y sifón de inodoro y tiempos de flujo de 7.5 a 9 segundos. Los promedios para seis diferentes cuencos fueron 25.9 gpm (1.63 l/s) y 8.2 segundos.

En su informe, Hunter menciona también experimentos efectuados por la Oficina Nacional de Estándares (National Bureau of Standards), los cuales indican que la remoción más efectiva del contenido del cuenco del inodoro ocurre con gastos de suministro de 20 a 24 gpm (1.26 a 1.51 l/s) en lapsos de 6 a 10 segundos para diferentes tipos de cuenco.

---

<sup>4</sup>

Roy B. Hunter. Building Materials and Structures, Report BMS65 "Methods of Estimating Loads in Plumbing Systems", 1940.

Considerando el problema de estimar el gasto promedio de suministro y la duración desde todos los ángulos, Hunter propuso 27 gpm (1.70 l/s) y 9 segundos, lo que da un volumen de descarga de 4 galones (15.14 l), que según su opinión "parece reunir los requisitos tanto como es posible en números redondos y será empleado para válvulas de fluxómetro de inodoros en la evaluación de la función de probabilidad..."

El gasto de suministro a los tanques de inodoros no se relaciona directamente con el gasto de suministro requerido por el inodoro para su operación efectiva. Lo único especial para la operación del mueble es que el tanque se rellena en el interín de operaciones sucesivas. Se consideró suficiente un gasto de 4 gpm (0.25 l/s), que para un volumen de 4 galones (15.14 l) dá un valor de 60 segundos para t.

Para el establecimiento de los otros dos factores de tiempo -el intervalo entre usos (i) y la extensión del periodo de punta (h)- Hunter consideró necesario dividir las instalaciones en dos clases: privadas y públicas. La primera clase incluye casas, baños privados de hoteles y todas aquellas instalaciones en las que en un mismo cuarto o compartimiento están incluidos varios muebles y ordinariamente no están disponibles para más de una persona a la vez.

Estos dos factores de tiempo son los más difíciles de determinar con algún grado de precisión y son los más variables. Tanto el intervalo entre descargas durante el periodo de punta como la extensión del periodo de punta deben ser tomados como promedios en el período entero de observación considerado.

Debe tenerse presente que cuanto más corto sea el intervalo entre descargas, más grande será la probabilidad de coincidencia o sobreposición, y a mayor extensión del periodo de punta mayor será la probabilidad.

Los intervalos entre descargas adoptados por Hunter están basados en observaciones propias del Subcomité de Plomería del Comité del Código de Construcción del Departamento de Comercio de los Estados Unidos y en limitaciones físicas de la posible frecuencia de uso.

Es físicamente imposible -dice el informe del Subcomité- para una cierta cantidad de personas, usar los inodoros a una tasa promedio más alta, excepto que se usen también como urinarios.

A continuación se anotan algunos datos proporcionados al Comité de Plomería por C.T. Coley de sus observaciones en el Equitable Building, New York, N.Y.

Población masculina	400
Número de retretes en grupo	10
Tiempo de observación, 8:30 a 17:00 hrs.	8.5 hr
Número de usos	328
Tiempo promedio en el retrete por persona	7.1 min
Máximo tiempo en el retrete por persona	37 min
Mínimo tiempo en el retrete por persona	3 min

Aparentemente, aunque no fue establecido en el informe, hay urinarios en el sanitario en este caso.

Los siguientes datos fueron proporcionados al Comité de Plomería por Charles F. Horan como resultado de observaciones efectuadas en la fábrica de la Hood Rubber Co., Watertown, Mass.

Número de minutos en el retrete	Cantidad de personas	
	Hombres	Mujeres
Inferior a 1	4	11
1 a 2	36	23
2 a 3	49	39
3 a 4	29	23
4 a 5	52	29
5 a 6	36	45
6 a 7	23	10
7 a 8	9	4
8 a 9	4	4
9 a 10	6	4
10 a 11	4	0
Total	254	192
Tiempo promedio en el toilet por persona	4.25	3.97

Evidentemente, aunque no fue establecido en el informe, estas observaciones incluyen el uso de los inodoros también como urinarios. Esto se infiere al observar los muy cortos periodos de uso y la manera como varía la cantidad de personas para diferentes periodos. El número más alto de usos por los hombres fue entre 4 y 5 minutos y el número más alto de usos para las mujeres entre 5 y 6 minutos, indicando un promedio de aproximadamente 5 minutos cuando los inodoros no son usados como urinarios. Sin embargo, tomando el promedio de los dos conjuntos de datos, sin considerar el tipo de uso es de 5.11 minutos por persona. El promedio, ponderado de acuerdo al número de usuarios, es de 5.4 minutos por persona.

El intervalo de 5 minutos fue adoptado por Hunter en el desarrollo de su modelo. El valor de  $i$  obviamente debe ser el mismo para inodoros operados con válvula de fluxómetro y aquéllos operados con tanque.

En el caso de muebles cuyo suministro es controlado con llaves, no fue posible basar los factores de tiempo o la cantidad de agua usada en la operación característica del mueble, como se hizo en el caso de los inodoros con válvula de fluxómetro, porque la forma de operación de las llaves depende predominantemente de los hábitos personales o preferenciales. Según Hunter, para estos muebles el único recurso es seleccionar arbitrariamente los valores considerando los gastos de suministro relativos y volúmenes usados.

Un gasto promedio de suministro de 8 gpm (0.50 l/s) permite extraer 8 galones (30.28 l) en un minuto (60 segundos), 16 galones (60.57 l) en 2 minutos, 24 galones (90.85 l) en 3 minutos, etc. Las bañeras, dependiendo del tamaño y estilo, retienen de 25 a 40 galones (94.64 a 151.42 l) cuando se llenan al máximo nivel. Ordinariamente sólo una fracción, posiblemente 1/3 a 1/2, de estos volúmenes sería usada en el baño. El tiempo  $i$ , entre usos, incluye el tiempo requerido para vaciar la tina, y algún tiempo adicional consumido en la operación completa del baño. Este tiempo total  $i$  entre operaciones del mueble parece variar desde unos 15 minutos para un baño apresurado hasta 30 minutos en baños relajados. Por otra parte, se usa menor cantidad de agua en el primer caso que en el segundo.

Ahora asúmase que 8 gpm (0.50 l/s) es un gasto promedio amplio de suministro para una bañera. Un gasto promedio de suministro de 8 gpm (0.50 l/s), un tiempo promedio de llenado de  $t = 60$  segundos y un tiempo entre operaciones de  $i = 900$  segundos (15 minutos), serían provistos para un promedio de 8 galones (30.28 l) por baño. Para un volumen promedio de 16 galones (60.57 l) por baño y el mismo gasto de suministro 8 gpm (0.50 l/s), se requerirían 120 segundos ( $t$ ) para preparar el baño. Si la tasa de operación (tiempo promedio tomado por baño) es una vez en 30 minutos, dando  $i = 1800$  segundos, la razón de  $t/i$  es la misma en ambos casos;  $60 / 900 = 120 / 1800 = 1/15$ . En virtud de que para un valor dado de  $n$  el valor de  $P$  para cualquier valor de  $r$  se determina por la razón  $t/i$ , la probabilidad de que una carga por demanda de diseño seleccionada  $m_q$  sea excedida

será exactamente la misma para los dos casos citados o para cualquier otro caso en el que el tiempo  $i$  es proporcional al volumen usado y se emplee el mismo gasto básico  $q$ . Con base en estas consideraciones, una carga por demanda de diseño  $m_q$ , para bañeras en servicio congestionado, sobre la base de un gasto promedio de suministro de 8 gpm (0.5 l/s) y una razón  $t/i = 1/15$ , parece asegurar un servicio bastante satisfactorio y fue usado por Hunter en su desarrollo.

En resumen, los valores seleccionados por Hunter para los tres muebles discutidos se muestran en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2. Valores propuestos por Hunter para  $t$ ,  $i$  y  $q$  de tres muebles.

Tipo de mueble	$t/i$	gpm	l/s	Galones	Litros
Fluxómetro de inodoro	$9/300=0.03$	27	1.70	4	15.14
Tanques de inodoro	$60/300 = 0.2$	4	0.25	4	15.14
Bañeras	$1/15 = 0.067$	8	0.50	8 a 10	30.28 a 37.85

### 2.3. Extensión del modelo de Hunter a un sistema combinado.

En el apartado 2.1 se analizaron sistemas compuestos únicamente por inodoros. Es posible calcular las probabilidades para un sistema combinado integrado por inodoros y otros muebles utilizando un procedimiento similar. Como se ha expuesto en el apartado 2.2, todos los factores de tiempo varían con el tipo de mueble y son más determinables para los muebles pequeños que para los inodoros. Hunter consideró este problema en su artículo original y estableció los valores que se muestran en el Cuadro 2.2. Estos valores consideran las horas de máxima demanda o "periodo de punta", por esto los valores de  $i$  son máximos para cualquier caso, excepto condiciones poco usuales como en el caso de cuarteles militares o en una escuela durante los recesos, dichos casos requieren tratamiento especial.

Ahora puede determinarse la relación entre  $m$  y  $n$  para los tres muebles mencionados. Las tablas de distribución binomial referidas al principio pueden usarse para este propósito para valores de  $n$  hasta 150, sin embargo, se desea llegar a valores de  $n$  considerablemente más grandes que éste. Para ello se recurre a la sumatoria exponencial de Poisson, que es una aproximación a las series dadas por la ecuación 2.9 y alcanza valores que son bastante aproximados para valores pequeños de  $p$ , por ejemplo para  $p$  arriba de 0.10 o 0.15.

El Cuadro 2.3 es la base para el cálculo de las curvas de probabilidad para los accesorios de la instalación que serán considerados en lo que sigue. Los valores de  $n_p$  son los correspondientes a la probabilidad de que más de  $m$  accesorios no se encontrarán operando simultáneamente más del 1% del tiempo. Estos valores de  $n_p$  versus  $m$  no deben ser usados para probabilidades  $p$  en exceso de 0.15.

Para  $p=0.20$ , este método da resultados que son aproximadamente 10% más altos.

Para obtener el valor de  $n$  correspondiente a un valor dado de  $m$ , se divide el valor de  $n_p$  correspondiente al valor asumido de  $m$ , entre el valor de  $p$  para el tipo de accesorio involucrado.

En la columna 4 del Cuadro 2.3 puede verse que los valores de  $n$  para tanques de inodoro con probabilidad  $t/i = 0.2$  resultan excesivos cuando se utiliza la sumatoria exponencial de Poisson. Sin embargo, por ensayo y error, para cada valor dado de  $n$  puede calcularse un valor de  $m$  para el cual la probabilidad de ocurrencia está en exceso de un porcentaje dado, por ejemplo 1% del tiempo si se utiliza la ecuación 2.9 ó 99% si se utiliza la ecuación 2.8. Con esta última ecuación se calcularon los valores que se muestran en la columna 6 del Cuadro 2.3.

El procedimiento es el siguiente:

1. Se propone un valor de n, digamos n=100.
2. Se evalúa la ecuación 2.5 para n=100 y valores sucesivos de m, desde m=0,1,2,3,...,etc.  

$$p_m^n = C_m^n (1-p)^{n-m} p^m$$
3. Se efectúa la sumatoria de los términos calculados con la ecuación 2.5 hasta que el resultado sea mayor o igual a 0.99 (99%), como se indica en la ecuación 2.8, siendo m el entero más pequeño para el cual esta relación es cierta. En el ejemplo, con r=30 la sumatoria resulta 0.993941.

De esta manera se obtiene el número m de muebles tomados del total n que no estarán en operación simultánea 99% del tiempo, o bien dicho de otro modo, que estarán en operación simultánea 1% del tiempo y m es el número de muebles que no serán excedidos más de 1% del tiempo.

4. Se propone un nuevo valor de n y se repiten los pasos 2 a 3.

La Figura 2.4 muestra las curvas obtenidas al graficar m y n para los tres muebles, siendo la curva 1 para válvulas de fluxómetros, la curva 2 para bañeras y la curva 3 para tanques de inodoro.

Cuadro 2.3. Valores de np correspondientes a valores de m. Sumatoria de probabilidades de Poisson, excepto columna (6).

m (1)	a = np (2)	Válvula de fluxómetro p = t/i = 0.03 (3)	Tanque de inodoro p = t/i = 0.2 (4)	Bañeras p = t/i = 0.067 (5)	Tanque de inodoro* p=t/i=0.2 (6)
1	0.0101	0.3367	0.5051	0.1508	1.000
2	0.1526	5.0879	7.6319	2.2782	3.000
3	0.4557	15.1903	22.7855	6.8016	5.000
4	0.8700	28.9993	43.4990	12.9848	7.000
5	1.3618	45.3944	68.0916	20.3258	9.000
6	1.9107	63.6894	95.5341	28.5177	11.000
7	2.5033	83.4437	125.1656	37.3629	15.000
8	3.1308	104.3584	156.5376	46.7276	20.000
9	3.7866	126.2210	189.3315	56.5169	23.000
10	4.4663	148.8750	223.3125	66.6605	25.000
12	5.8832	196.1078	294.1617	87.8094	32.000
14	7.3613	245.3781	368.0672	109.8708	40.000
16	8.8873	296.2441	444.3661	132.6466	48.000
18	10.4520	348.3998	522.5996	155.9999	55.000
20	12.0487	401.6239	602.4358	179.8316	60.000
22	13.6725	455.7504	683.6256	204.0674	70.000
24	15.3195	510.6513	765.9770	228.6498	77.000
26	16.9868	566.2255	849.3382	253.5338	85.000
28	18.6717	622.3914	933.5871	278.6872	95.000
30	20.3725	679.0825	1018.6237	304.0668	100.000
35	24.6830	822.7658	1234.1487	368.4026	120.000
40	29.0626	968.7520	1453.1280	433.7695	141.000
45	33.4977	1116.5908	1674.8862	499.9660	162.000
50	37.9788	1265.9591	1898.9386	566.8474	183.000

\* Obtenida con la ecuación 2.8

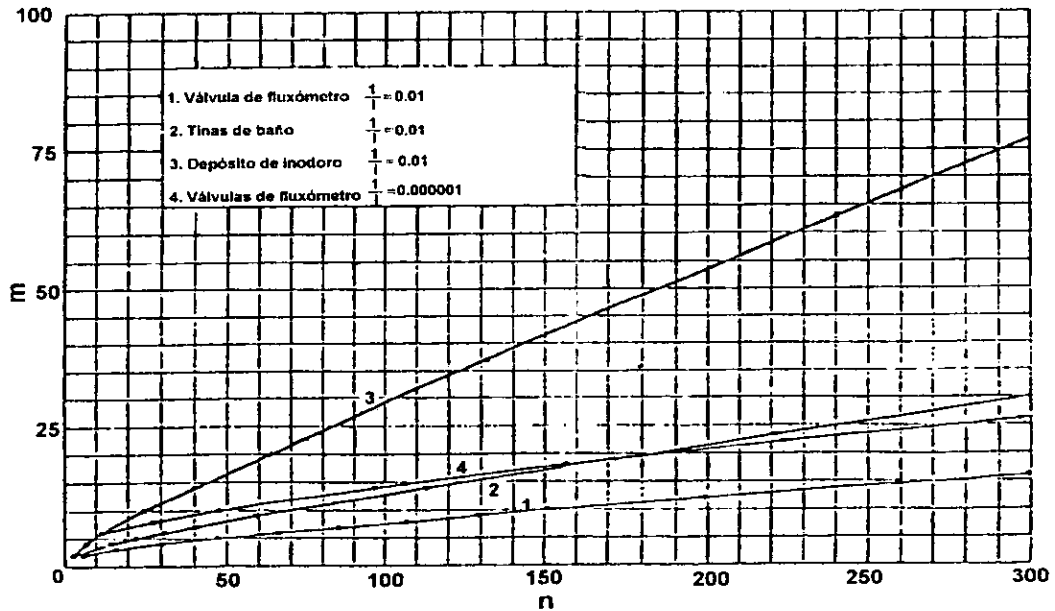
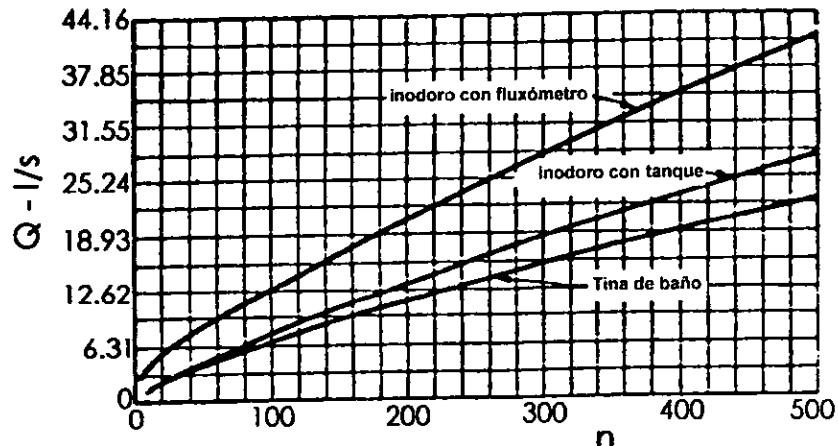


Figura 2.4. Probable relación de m versus n del Cuadro 2.3.

El siguiente paso es multiplicar los valores de m, correspondientes a valores dados de n, por el gasto promedio que se asume que entrega cada válvula durante una descarga. En los cálculos efectuados por Hunter, para fluxómetros de inodoro este gasto es  $q = 27\text{gpm}$  ( $1.70\text{ l/s}$ ), para w.c. de tanque  $4\text{gpm}$  ( $0.25\text{ l/s}$ ) y para bañeras  $8\text{gpm}$  ( $0.5\text{ l/s}$ ).

Los resultados se grafican en la Figura 2.5, donde se muestra la relación del gasto demandado con respecto a la cantidad de muebles, con base en factores de tiempo estimados que representan condiciones en que hay congestionamiento en el servicio -esto es, la tasa máxima posible a la cual los muebles pueden usarse continuamente en el servicio real-.



Nota: Los valores de los gastos que aparecen en las ordenadas han sido transformados a litros por segundo a partir de los anotados originalmente por Hunter en galones por minuto.

Figura 2.5. Relación del gasto de diseño con el número total de inodoros de fluxómetro, w.c. con tanque y bañeras.

Así, si se tuviera un sistema integrado enteramente por  $n$  tanques operando a la frecuencia asumida - por ejemplo una vez cada 5 minutos- se entraría a la curva de tanques de w.c. de la Figura 2.5 para leer el gasto de diseño en las ordenadas. El mismo procedimiento puede usarse para bañeras e inodoros de fluxómetro.

Sin embargo, en realidad los sistemas no están constituidos por un mismo tipo de mueble exclusivamente, sino que existe una cantidad de lavabos, tarjas, bañeras y varios aparatos especiales. No sería correcto emplear una curva para cada accesorio, como se muestra para tres tipos en la Figura 2.5, y sumar los gastos obtenidos de dichas curvas de los tres accesorios. Si se hiciera esto estaría sobrediseñándose el sistema, debido a la adición de gastos de varios grupos de diferentes tipos de accesorios, ya que para un sistema dado no es cuestión de una simple adición, porque la función de probabilidad debe intervenir en el resultado. En otras palabras, si obtuvimos un gasto de diseño en particular para  $n_1$  fluxómetros, otro gasto de diseño para  $n_2$  tanques de w.c. y todavía otro gasto de diseño para  $n_3$  bañeras en un sistema dado, no puede obtenerse el gasto de diseño para el sistema como un todo sumando los tres gastos obtenidos para los grupos individuales de diferentes tipos de accesorios, dado que el verdadero gasto de diseño del sistema será menor que esta suma.

En su artículo original Hunter expresa lo siguiente:

*"Asumiendo que los factores empleados en la evaluación de las funciones de probabilidad son correctos, las curvas pueden usarse para estimar los gastos demandados por una cantidad en particular de muebles de un tipo dado. Sin embargo, el gasto de diseño para todos los tipos de muebles instalados en un sistema, no deben ser la suma de los gastos calculados separadamente para cada tipo de mueble, incluso aunque se tenga la certeza de que las gráficas son correctas. La operación simultánea de diferentes tipos de muebles es un suceso casual que debe ser evaluado por otra función de probabilidad. Aunque dicha evaluación es posible con base en los factores de tiempo promedio, el proceso es demasiado complicado para su aplicación práctica y, debido a que los factores de tiempo de los muebles alimentados con llaves de los cuales depende la probabilidad de operación simultánea no pueden ser determinados en general, originaría al final resultados dudosos. Por estas razones pueden obtenerse resultados razonablemente satisfactorios, más sencillos de aplicar, ponderando cada tipo de mueble y refiriendo la suma ponderada de la cantidad total de muebles de todo tipo a una curva de gasto para válvulas de fluxómetro o a una curva de gasto para tanques de inodoro, de acuerdo con el tipo de alimentación que se use".*

El ingenioso procedimiento aplicado por Hunter y que se menciona en el párrafo anterior se refiere al establecimiento de "unidades mueble", que es un término muy difundido en la práctica del diseño de instalaciones pero cuyo significado no ha sido debidamente interpretado por algunos autores e incluso se ha tergiversado con el paso del tiempo.

#### **2.4. Derivación de unidades mueble.**

Hunter concibió la idea de asignar "factores de carga" o "unidades de peso" a los diferentes tipos de accesorios para representar el grado al cual cargan un sistema hidráulico cuando se usan a la máxima frecuencia asumida. Estos factores de carga por demanda se denominan comúnmente "unidades mueble" en la práctica del diseño de sistemas de plomería.

Aunque la idea de unidad mueble ha sido aplicada para el diseño de instalaciones desde 1940, todavía en la actualidad parece existir alguna confusión sobre su significado. Por ejemplo, el Código de Edificación de Columbus, Ohio, define el término unidad mueble como el gasto total en galones por minuto de un mueble individual dividido entre 7.5. De acuerdo con esta definición, la unidad mueble es entonces el gasto por aparato en pies cúbicos por minuto. Esta definición fue compartida por Fair and Geyer según puede leerse en su obra *Water Supply and Waste Water Disposal*:



"La carga por demanda de un edificio depende (1) del número y tipo de muebles instalados y (2) del uso probable simultáneo de estos muebles. Los gastos erogados por las válvulas de los diferentes tipos de muebles son conocidos. Estos gastos se transforman en números redondos de pequeño tamaño cuando se expresan en pies cúbicos por minuto. De allí que esta unidad ha sido adoptada como materia de expresión conveniente. Un gasto de 1 pie cúbico por minuto es llamado *unidad mueble*".

Por su parte Myron Tatarian<sup>5</sup> establece lo siguiente

"Cada aparato de plomería está dado por un valor relativo conocido como unidad mueble -un factor elegido de manera que los valores de carga producidos por diferentes muebles de plomería puedan ser expresados aproximadamente como múltiplos de ese factor-.

Tatarian atribuye esta definición al National Bureau of Standards (NBS).

Dado que las unidades mueble se usan en conjunción con curvas de probabilidad, no tienen que representar ninguna demanda real de algún mueble determinado sino únicamente una demanda proporcional. Hunter define "unidad mueble" o "factor de carga" como un factor numérico que, sobre una escala algo arbitraria, mide el efecto de demanda producido por un mueble sencillo de plomería de un tipo dado<sup>6</sup>. O sea que se trata de un valor comparativo asignado arbitrariamente a un mueble específico de plomería. Los valores de unidades mueble representan el flujo probable que demanda un mueble de un sistema de suministro, comparado con otros muebles.

Las unidades mueble o factores de carga de fluxómetros, tanques de inodoro y bañeras relacionados con el sistema de abastecimiento se determinan considerando que para un gasto constante demandado por dos tipos de muebles, los factores de carga de esos dos tipos de muebles sanitarios son inversamente proporcionales al número de ellos que producen el gasto demandado. O sea:

$$\frac{f}{f_1} = \frac{n_1}{n} \quad (2.11)$$

donde:

f = factor de carga asignado arbitrariamente por Hunter a un fluxómetro de inodoro;

f<sub>1</sub> = factor de carga que se desea obtener para el mueble o aparato considerado;

n = número de fluxómetros obtenidos para el gasto demandado propuesto; y

n<sub>1</sub> = número de muebles diferentes del de fluxómetro obtenidos para el gasto demandado propuesto

En el artículo original de Hunter puede leerse lo siguiente:

*"En Requisitos Mínimos de Plomería Recomendados (Recommended Minimum Requirements for Plumbing), los muebles fueron ponderados en la escala de 1 a 6, habiéndose seleccionado esta escala en gran parte debido a que, de los muebles instalados en mayor cantidad, la menor carga (lavabo) se estimó que es aproximadamente una sexta parte de la carga mayor (inodoro). Esta escala elegida es meramente arbitraria, y ahora se sugiere que una escala decimal, 1 a 10, sería un sistema mucho más flexible de estimación".*

El Cuadro 2.4, ha sido preparado a partir de la Figura 2.5, empleando la ecuación 2.11. Primero se le asigna a un fluxómetro un factor de carga o peso f=10. Puede verse en la Figura 2.5 que el número de fluxómetros, tanques de inodoro y bañeras que corresponde a un flujo de digamos 12 l/s son 84, 175 y 229 respectivamente. Esto es, la carga en un sistema integrado por 84 inodoros

---

<sup>5</sup> Journal AWWA, septiembre de 1952, pág. 851

<sup>6</sup> Roy B. Hunter, Building Materials and Structures, report BMS65. "Methods of Estimating Loads in Plumbing Systems, 1940, pág.3.

equipados con fluxómetros y usados con la frecuencia promedio especificada arriba no excedería probablemente 12 l/s más del 1 % del tiempo. Lo mismo es verdad para un sistema que cuente con 133 inodoros equipados con fluxómetro o para un sistema integrado por 229 bañeras. En el Cuadro 2.4 se tabulan valores de n determinados para los tres accesorios: fluxómetros, tanques y bañeras para gastos de 12, 12.5 y 13.5 l/s que cubre un ámbito adecuado de gastos.

Cuadro 2.4. Factores de carga o de demanda relativa (unidades mueble) de algunos muebles.

Demanda (l/s)	Fluxómetros		Tanques de inodoro		Bañeras	
	Número de muebles n	Peso f	Número de muebles n	Peso f	Número de muebles n	Peso f
12	84	10	175	4.80	229	3.67
12.5	90	10	183	5.00	242	4.00
13.5	103	10	200	5.63	267	3.85
Peso promedio		10		4.98		3.84
Valor seleccionado		10		5.00		4.00

Refiriéndonos ahora al Cuadro 2.4 y un gasto de 12 l/s, multiplicamos 10 unidades mueble por 84 y dividimos entre 175 para obtener el correspondiente rango unidad mueble de 4.80 unidades para tanques a este gasto. Los otros rangos unidad mueble individuales del Cuadro 2.4 están calculados de la misma manera.

Aparentemente las unidades mueble correspondientes a los tanques y bañeras se incrementan con relación al factor de carga de fluxómetros conforme el gasto se incrementa. Sin embargo, la proporción parece llegar a un límite para ambos, tanques y bañeras, en lugar de incrementarse indefinidamente. De aquí que los valores de las unidades mueble para tanques y bañeras se promedian, con los resultados mostrados en el penúltimo renglón del Cuadro 2.4. Las incertidumbres en el proceso para determinar gastos de diseño son tan grandes que no hay objeción en expresar las unidades mueble para estos tres accesorios redondeando al entero más cercano sobre la escala de 10, para fluxómetros. De aquí que la unidad mueble propuesta por Hunter para el inodoro de tanque es 5 y para la bañera es de 4. En el Cuadro 2.5 se muestran los factores de carga obtenidos de la manera expuesta para otros muebles sanitarios.

Cuadro 2.5. Factores de carga en términos de unidades mueble.

MUEBLE O APARATO	TIPO DE SERVICIO	TIPO DE CONTROL	UNIDAD MUEBLE
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
		Tanque	5
Urinario de pedestal	Público	Fluxómetro	10
Urinario de pared	Público	Fluxómetro	5
		Tanque	3
Lavabo	Público	Total	2
		Caliente o fría	1.5
Tina de baño	Público	Total	4
		Caliente o fría	3
Regadera	Público	Total	4
		Caliente o fría	3
Grupo de baño	Privado	Fluxómetro (total)	8
		Fluxómetro (sólo fría)	6
		Tanque (total)	6
		Tanque (sólo fría)	4
		Sólo agua caliente	3
Grupo de baño con regadera separada	Privado	Agregar al correspondiente grupo sobre el total 2; para fría o caliente.	1.5

Fuente: Methods of Estimating Loads in Plumbing Systems. Report BMS65 Roy B. Hunter, 1940, pág. 18.

Debe enfatizarse que los factores de carga del Cuadro 2.5 no son gastos sino únicamente números que expresan el efecto de carga por demanda de agua de los muebles cuando se colocan en una instalación. El único propósito de introducir el concepto es hacer posible el cálculo directo del gasto de diseño para instalaciones que están compuestas por diferentes tipos de muebles, cada uno de los cuales tiene diferentes características de carga por demanda que los otros. Los resultados se grafican en la Figura 2.6.

Ahora puede obtenerse la curva general de diseño de manera algo arbitraria a partir de la Figura 2.6. La porción de las curvas de la Figura 2.6 a partir de  $f_n = 0$  a  $f_n = 1000$  (que es aproximadamente el punto en el que las curvas se cruzan), se grafica en la Figura 2.7. La curva que corresponde a la válvula de fluxómetro es la superior, mientras que la inferior es un promedio de las curvas del tanque de inodoro y la bañera, de la Figura 2.6.

Dado que los inodoros constituyen la parte más significativa de la demanda de agua en una edificación, la curva superior ( válvula de fluxómetro ) debe usarse cuando el edificio en cuestión está provisto de inodoros con válvulas de fluxómetro, y la curva inferior debe usarse cuando el edificio está equipado con inodoros de tanque.

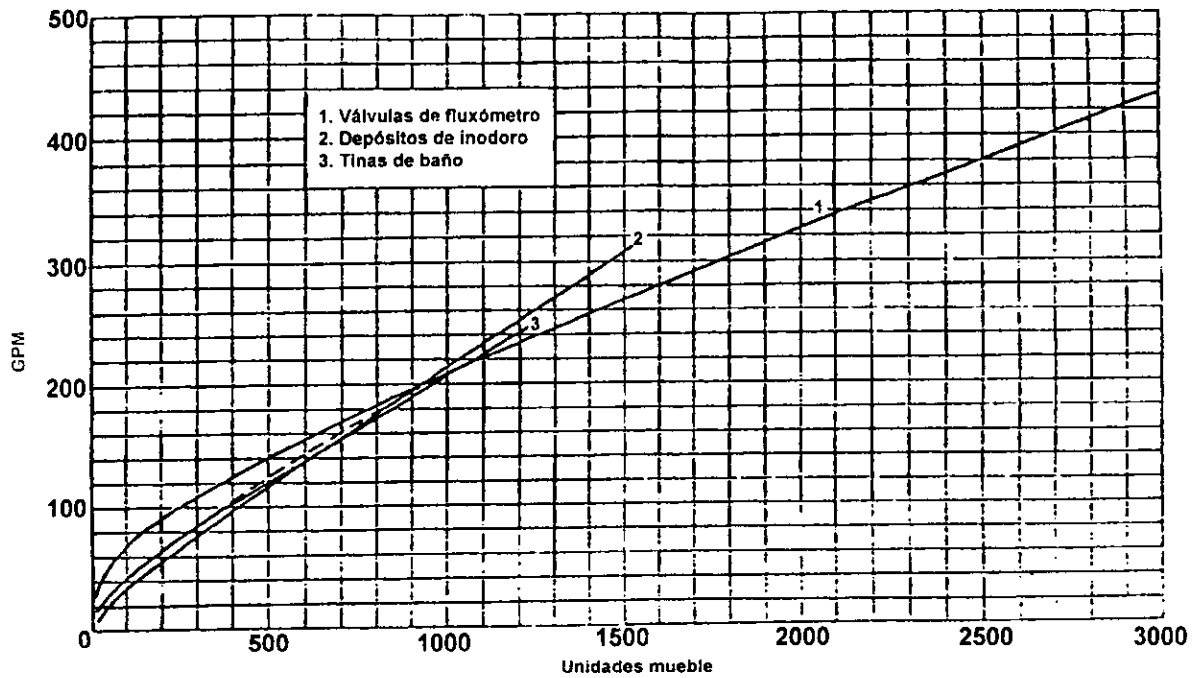


Figura 2.6. Relación de demanda vs. unidades mueble

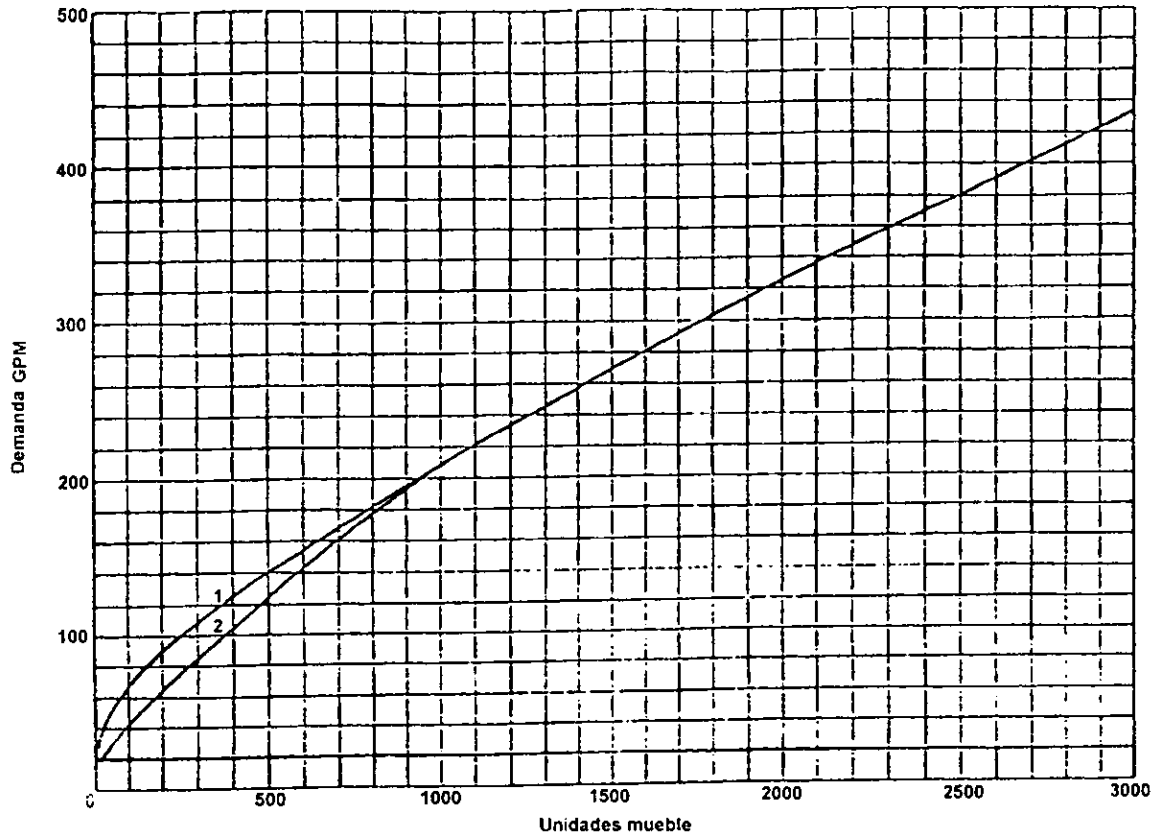


Figura 2.7. Curva estimada para propósitos de diseño.

## 2.5. Discusión sobre la aplicabilidad del método de Hunter

La determinación de la demanda de agua para el diseño de un sistema de plomería mediante el método de Hunter consiste en efectuar la suma de las unidades mueble asignadas a los varios tipos de muebles sanitarios y con esta suma leer la demanda pico en la curva de Hunter (Fig. 2.7). Como esta curva es esencialmente una función de probabilidad, no es extraño que los ingenieros se hayan tornado intranquilos acerca de su exactitud. En un artículo escrito por James S. Braxton y publicado en el Journal AWWA de julio de 1966, con el título "Diseño de sistemas de abastecimiento de agua para edificios altos", Braxton presenta los resultados de investigaciones efectuadas por ese entonces, que muestran una desviación de la realidad tan grande que, según sus propias palabras, "invalida completamente cualquier resultado obtenido solamente con referencia a dichas curvas (de Hunter)".

En su artículo, Braxton hace referencia a la Autoridad de Vivienda de Chicago (Chicago Housing Authority), encargada de la operación de un número grande de edificios, aproximadamente 1110, para los ancianos, familias de escasos ingresos, y grupos de ingreso medio. En varios edificios de esa institución en cuyos proyectos se empleó el método de Hunter para el diseño de la instalación hidráulica, el autor dirigió una serie de estudios para determinar la demanda real mediante la instalación de aparatos para registrar el gasto. Los datos del Cuadro 2.6 fueron obtenidos con el empleo de un aparato registrador dejado en el lugar por una semana o más, y reinstalado posteriormente para determinar las variaciones estacionales.

Cuadro 2.6. Resultados de la investigación en viviendas de familias numerosas de bajo ingreso.

Nombre del Proyecto	Cantidad de departamentos	Población	Unidades Mueble	Gasto de diseño según Hunter (l/s)	Demanda máxima registrada (l/s)	Exceso de la capacidad de diseño sobre la demanda real (porcentaje)
Clarence Darrow	480	3,312	5,280	40.38	17.79	127
Rochwell Gardens	140	728	1,540	17.35	9.53	82
Robert R. Taylor	474	2,940	5,214	40.25	19.62	105
Midway Gardens	318	670	3,600	29.65	19.37	53

Además del programa de renta baja, la Autoridad de Vivienda de Chicago operaba en ese entonces algunas viviendas para grupos de ingreso medio construidas con fondos estatales. Uno de estos edificios tiene 318 departamentos. Aquí se encontró que la demanda fue considerablemente menor que lo calculado con el método de Hunter. El número total de unidades mueble es 3600. La aplicación de la curva daría como resultado 29.65 l/s. La demanda máxima medida fue 19.37 l/s. En vista de que este edificio tuvo un diferente tipo de ocupantes, evidentemente el método de Hunter, proporciona una indicación excesiva de demanda. Los datos completos se muestran en el Cuadro 2.7.

La conclusión de lo anterior es que es importante refinar y ampliar las bases para estimar la demanda de agua. Dichas bases deben establecer una curva separada para cada clase de servicio. Es necesario, por ejemplo obtener datos más amplios que incluyan usos de edificaciones tales como plantas industriales, hospitales, escuelas y departamentos de diferentes clases. En este caso, los nuevos datos deben poder diferenciar entre factores de los ocupantes tales como sexo, edad, nivel de ingreso y otras características pertinentes.

El hecho de que existe un alto grado de consistencia en edificios de tipo específico se comprobó en la investigación previamente descrita. La Autoridad de Vivienda de Chicago operaba en ese entonces dos edificios para los ancianos, idénticos en todos los aspectos. Ambos edificios fueron diseñados por el mismo arquitecto. Los edificios están aproximadamente 19 km entre sí, uno al norte y otro al sur. La máxima demanda, de acuerdo a lo determinado en los registros, fue idéntica en cada edificio.

Cuadro 2.7. Demandas máximas de agua en departamentos de Chicago seleccionados<sup>7</sup>

No. DE DEPTOS.	POBLACION		UNIDADES MUEBLE			DEMANDA MAXIMA (gpm)						
	Total	Por depto	Total	Por depto	Por persona	Previsto con la curva de Hunter			Demandas revisadas u obtenidas			
						Total	Por depto	Por persona	Total	Por depto	Por persona	Por Unidades Mueble
a. DEPARTAMENTOS PARA JUBILADOS												
116	191	1.65	1400	12.1	7.3	240	2.07	1.26	125	1.08	0.66	0.089
181	299	1.65	2000	11.1	6.7	320	1.77	1.07	200	1.10	0.67	0.100
252	416	1.65	2850	11.3	6.8	410	1.63	.99	280	1.11	0.66	0.098
129	213	1.65	1200	9.3	5.6	260	2.02	1.22	160	1.24	0.75	0.133
198	327	1.65	2175	11.0	6.6	350	1.77	1.07	220	1.11	0.67	0.101
151	249	1.65	1500	9.0	6.0	290	1.92	1.16	175	1.16	0.71	0.117
200	330	1.65	2200	10.0	6.7	350	1.75	1.06	185	0.93	0.56	0.084
482	795	1.65	7200	14.9	9.1	625	1.30	.79	275	0.57	0.35	0.038
157	259	1.65	1550	9.9	6.0	330	1.91	1.16	190	1.21	0.73	0.123
151	249	1.65	1500	9.9	6.0	290	1.92	1.16	175	1.16	0.71	0.117
b. DEPARTAMENTOS PARA FAMILIAS CON BAJOS INGRESOS												
480	3312	6.9	5280	11	1.6	840	1.32	.194	282	.59	.09	.054
140	728	5.2	1540	11	2.1	275	1.96	.378	151	1.08	.21	.098
474	2940	6.2	5214	11	1.8	638	1.35	.217	311	.66	.11	.060
c. DEPARTAMENTOS PARA FAMILIAS DE INGRESO MEDIO												
318	670	2.1	3600	11.3	5.4	470	1.48	0.70	307	0.97	0.46	.085

Datos obtenidos de Chicago Housing Authority

Nota: Gpm x 0.0631 = litros por segundo

<sup>7</sup> Braxton, J.S., "Water Pressure Boosting Systems, Evaluation of Water Usage and Noise". Cons. Engr., XXIV, V, 112 (1965).

## CAPITULO 3

# NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS

### 3.1. Antecedentes.

El Artículo 9° de la Ley de Aguas Nacionales<sup>1</sup> establece que entre las atribuciones de la Comisión Nacional del Agua (CNA) está la de "promover el uso eficiente del agua y su conservación en todas las fases del ciclo hidrológico, e impulsar una cultura del agua que considere a este elemento como un recurso vital y escaso".

La "cultura del agua" a que se refiere el Artículo 9° de la Ley implica, entre otras acciones, reducir el consumo de agua en los muebles y aparatos sanitarios de toda edificación, sin disminuir los niveles de bienestar en la población y sin modificar las actividades productivas. Con este fin se han expedido diversas Normas Oficiales Mexicanas que establecen las especificaciones y métodos de prueba a que debe ajustarse el diseño y fabricación de muebles y aparatos sanitarios, ya que la Ley le confiere también a la CNA la atribución de expedir las normas en materia hidráulica en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Mucho tiempo antes de la expedición de la Ley de Aguas Nacionales en 1992, la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) del Departamento del Distrito Federal, había iniciado estudios e investigaciones con objeto de comprobar el nivel de funcionamiento de inodoros y otros aparatos sanitarios de bajo consumo, es decir, aquellos que requieren un volumen de agua menor al de los muebles utilizados tradicionalmente en México. La DGCOH diseñó una instalación para probar estos dispositivos bajo condiciones representativas de los edificios destinados al uso habitacional en el Distrito Federal. Las primeras pruebas fueron realizadas en 1984 y los resultados obtenidos sustentaron el inicio de pruebas piloto en condiciones reales. En 1986 se construyó el Laboratorio de Ingeniería Experimental, donde se ha probado el funcionamiento de inodoros de bajo consumo de agua de fabricación nacional, llaves de baño, regaderas y otros aparatos sanitarios.

Los resultados de los estudios realizados condujeron a la emisión de recomendaciones tendientes a reducir el consumo del agua en los muebles y aparatos sanitarios y a elaborar una certificación técnica de los diferentes tipos de dispositivos existentes, sentar las bases para modificar las normas vigentes en ese entonces y generar la experiencia necesaria para el diseño de muebles y aparatos sanitarios de bajo consumo.

Con el fin de lograr un cambio radical en la producción y comercialización de inodoros ahorradores de agua, en abril de 1986 el Gobierno Federal y los fabricantes de inodoros suscribieron un Convenio en el que estos últimos se comprometían a desarrollar o adoptar tecnologías para producir inodoros de 6 litros o menos por descarga a partir del 1° de julio de 1987. Por su parte, el Gobierno Federal

---

<sup>1</sup>

Ley de Aguas Nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre de 1992.

---

asumía tareas concretas que respaldaran la adquisición de los inodoros; entre ellas destaca la elaboración y promoción de la Norma Oficial Mexicana NOM-C-328/2-1986 "Muebles sanitarios de loza vitrificada: inodoros de bajo consumo de agua", para producir sólo muebles de 6 litros o menos por descarga.

Sin embargo, por diversas razones los fabricantes de inodoros no acataron la norma mencionada, por lo que el 13 de mayo de 1987 se publicó la Resolución que declaró con carácter de obligatoria la norma oficial mexicana.

Debido a que en el mercado no se disponía de los muebles ahorradores de agua en calidad y cantidad adecuadas, el 8 de diciembre de 1988 se publicó una nueva Resolución, que ratificó la obligatoriedad de la Norma Oficial Mexicana NOM-C-328/2-1986. En esta resolución se establece que a partir del 1º de junio de 1989 habrían de producirse y comercializarse para el mercado nacional únicamente inodoros de bajo consumo de agua.

Esta norma fue incluida con carácter de obligatoria en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, el cual se publicó en el Diario Oficial de la Federación del 3 de julio de 1987. De esta manera, el Distrito Federal es la primera ciudad en el país que cuenta con disposiciones de este tipo.

### **3.2. Normas oficiales mexicanas vigentes.**

La Norma Oficial Mexicana NOM-C-328/2-1986 "Muebles sanitarios de loza vitrificada: inodoros de bajo consumo de agua", fue anulada por la Norma Oficial Mexicana NOM-001-EDIF-1994 "Que establece las especificaciones y métodos de prueba para los inodoros de uso sanitario", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de marzo de 1994 y que entró en vigor al día siguiente de su publicación. La expedición de esta NOM se hizo "considerando que los inodoros de uso sanitario consumen agua en forma constante, por lo que deben regularse sus especificaciones y métodos de prueba, con el objeto de coadyuvar a la preservación de este recurso natural y disminuir sus costos de utilización".

En el Diario Oficial de la misma fecha se publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-002-EDIF-1993, que establece las especificaciones y métodos de prueba para válvulas de admisión y válvulas de descarga en tanques de inodoro, que complementa a la primera. La expedición de esta NOM se hizo "considerando que las válvulas de admisión y las válvulas de descarga constituyen dos de los componentes más importantes para regular el flujo de agua en tanques de inodoro...".

Por otra parte, está por publicarse en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-005-CNA-1996, "Fluxómetros - Especificaciones y métodos de prueba", después de la aprobación del proyecto correspondiente efectuada el 9 de abril de 1997. De esta norma se considera interesante su introducción, la cual se reproduce a continuación:

"El recurso agua se considera ilimitado, en términos de su cantidad, calidad y bajo costo. En el contexto de espacio y tiempo, el recurso se ha visto afectado por el incremento en su demanda y como resultado del crecimiento demográfico y económico del desarrollo industrial y la gran necesidad de incrementar la eficiencia en el uso del agua mediante la utilización de accesorios de bajo consumo, sin afectar la salud de los usuarios y el medio ambiente en general.

Por lo anterior, las autoridades gubernamentales y el sector privado han emprendido la tarea de buscar medidas para reducir el uso indiscriminado y excesivo del agua.

La reducción del volumen del agua consumido por los fluxómetros redundará en el ahorro de un volumen de agua importante, que permitirá el incremento en la oferta de agua a nuevos usuarios o bien, la preservación de este vital recurso natural".

Debido a la importancia que tienen estas normas para el presente estudio, se han reproducido íntegramente y se incluyen como Anexo A. En el Cuadro 3.1 se muestran los aspectos relevantes

que tienen aplicación directa en el desarrollo de la investigación efectuada.

Cuadro 3.1. Sinopsis de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de muebles y aparatos sanitarios.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-EDIF-1994, que establece las especificaciones y métodos de prueba para los inodoros de uso sanitario Fecha de publicación en el DOF: 14 de marzo de 1994				
OBJETIVO	CAMPO DE APLICACION	DEFINICIONES	CLASIFICACION	ESPECIFICACIONES
Esta NOM establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los inodoros	Es aplicable a los inodoros de fabricación nacional y de importación	<b>Inodoro.</b> Conjunto de taza y tanque, provisto de un dispositivo para desagüe y de una trampa hidráulica que permita el paso de excretas humanas a la red de drenaje, sin permitir el retroceso de aire o gases de la misma, con un diseño tal que permita la limpieza combinada con una acción sifónica <b>Tanque.</b> Mueble de loza vitrificada compuesto de caja y tapa capaz de contener agua para descargar en otro mueble sanitario, puede ser de tanque alto o tanque bajo <b>Taza de inodoro.</b> Mueble sanitario que integra el conjunto del inodoro, puede ser independiente o formar parte de una combinación y de varios diseños (alargada, regular, etc.)	<b>Tipo I.</b> Inodoro con tanque alto, es el proyectado para instalarse a más de 60 cm del piso (distancia del piso al fondo del tanque alto) <b>Tipo II.</b> Inodoro con tanque bajo (acoplado al mueble) de una o dos piezas. Es el proyectado para instalarse a 60 cm o menos del piso (distancia del piso al fondo del tanque bajo) <b>Tipo III.</b> Inodoro para adaptarse a fluxómetro <b>Tipo IV.</b> Inodoro para minusválidos <b>Tipo V.</b> Inodoro infantil <b>Tipo VI.</b> Otros cuando difieran en características de operación y materiales, de los considerados en esta Norma	<b>Consumo de agua.</b> Los inodoros para uso sanitario deben funcionar con un consumo máximo de agua de 6 litros por descarga
Norma Oficial Mexicana NOM-002-Edifi-1993, que establece las especificaciones y métodos de prueba para válvulas de admisión y válvulas de descarga en tanques de inodoro Fecha de publicación en el DOF: 14 de marzo de 1994				
Esta NOM establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir las válvulas de admisión y las válvulas de descarga que se emplean para tanques de inodoro	Es aplicable a las válvulas de admisión y válvulas de descarga para tanques de inodoro, de fabricación nacional y de importación	<b>Válvula de admisión.</b> Dispositivo destinado para permitir o impedir el paso del agua automáticamente al tanque de inodoro, controlando el nivel de agua en el tanque mediante la acción de un flotador u otro dispositivo <b>Presión de trabajo.</b> La presión hidráulica manométrica a la cual la válvula puede trabajar continuamente sin afectar sus características funcionales <b>Presión mínima.</b> La presión hidráulica manométrica mínima a la cual la válvula debe trabajar cumpliendo sus funciones <b>Presión máxima.</b> La presión hidráulica manométrica máxima a la cual la válvula debe trabajar cumpliendo sus funciones <b>Válvula de descarga.</b> Dispositivo destinado a permitir el flujo de un volumen de agua del tanque de inodoro hacia la taza del mismo, en una sola operación ininterrumpida para posteriormente cerrar automáticamente la salida del agua hasta la siguiente operación.	Las válvulas se clasifican en <b>Tipo I</b> Válvula de admisión I a Para reposición, larga (tanques grandes) I b Para reposición corta (tanques chicos) I c. Para equipo original <b>Tipo II</b> Válvula de descarga II a Para reposición II b Para equipo original	<b>Hermeticidad a presión de trabajo mínima.</b> Las válvulas de admisión deberán funcionar automáticamente a la presión hidráulica manométrica mínima, 25 kPa (0.25 kg/cm <sup>2</sup> ) y no presentar fugas en todas sus partes <b>Hermeticidad a presión de trabajo máxima.</b> Las válvulas de admisión deberán funcionar automáticamente a la presión hidráulica manométrica máxima, 539 kPa (5.5 kg/cm <sup>2</sup> ) y no presentar fugas en todas sus partes <b>Resistencia a la presión hidráulica de ruptura y temperatura.</b> La válvula de admisión debe resistir una presión hidráulica manométrica de 686 kPa (7 kg/cm <sup>2</sup> ) y una temperatura de 321 °K (48°K) <b>Tiempo de llenado.</b> Las válvulas de admisión deben tener un diseño tal que permita un suministro de agua para el llenado de un tanque de inodoro de 6 L en un tiempo no mayor a 3 min a una presión hidráulica manométrica de 25 a 539 kPa (0.25 a 5.5 kg/cm <sup>2</sup> )



Cuadro 3.1. Sinopsis de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de muebles y aparatos sanitarios (Continuación).

Norma Oficial Mexicana NOM-005-CNA-1996. "Flujómetros - Especificaciones y métodos de prueba" Fecha de publicación en el DOF - PENDIENTE				
OBJETIVO	CAMPO DE APLICACION	DEFINICIONES	CLASIFICACION	ESPECIFICACIONES
Esta NOM establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los fluxómetros para tazas de inodoros y mingitorios con el fin de asegurar el ahorro de agua en su uso y funcionamiento hidráulico	Es aplicable a fluxómetros de diferentes materiales, de manufactura nacional y extranjera que se comercialicen dentro del territorio nacional	<b>Flujómetro.</b> Es una válvula automática, que cosifica y controla en una sola operación el agua que requiere el mueble sanitario para hacer su limpieza. <b>Presión estática.</b> Fuerza ejercida por el agua dentro de la superficie del espécimen cuando éste está en posición de cerrado, su valor se indica en un manómetro	<b>Tipo 1.</b> Para tazas de inodoro: - Mecánico - Electrónico <b>Tipo 2.</b> Para mingitorios - Mecánico - Electrónico	<b>Presión estática, kPa (kg/cm<sup>2</sup>)</b> 98 a 294 (1.0 a 3.0) 98 a 294 (1.0 a 3.0) 98 a 294 (1.0 a 3.0) 98 a 294 (1.0 a 3.0) <b>Volumen de descarga:</b> <b>Tazas de inodoro</b> - Mínimo 5.5 litros - Máximo 6.0 litros <b>Mingitorios</b> - Mínimo 2.0 litros - Máximo 3.0 litros <b>Tiempo máximo de descarga</b> - Tazas de inodoro: 7 s - Mingitorios: 4 s
PROYECTO de Norma Oficial Mexicana NOM-066-SCFI-1994, que establece las especificaciones y métodos de prueba de regaderas empleadas en el aseo corporal Fecha de publicación en el DOF 9 de septiembre de 1994				
Esta NOM establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir las regaderas empleadas en el aseo corporal.	Es aplicable a las regaderas empeadas en el aseo corporal, de fabricación nacional y de importación.	<b>Regadera para baño.</b> Dispositivo hidráulico utilizado para el aseo corporal, el cual mediante el accionamiento de válvulas y/o mezcladoras permite el flujo del agua en forma de lluvia <b>Regadera manual.</b> Regadera de tipo móvil que se usa manualmente, conocida comúnmente como regadera de teléfono <b>Regadera eléctrica.</b> Regadera para baño que tiene incorporado un sistema eléctrico de calentamiento del agua que pasa por la misma. Reg	<b>Tipo I Presión baja</b> Presión estática de 20 a 98 kPa (0.2 a 1.0 kg/cm <sup>2</sup> ). <b>Tipo II Presión alta.</b> Presión estática de 98 a 294 kPa (1.0 a 3.0 kg/cm <sup>2</sup> )	Todas las regaderas, con excepción de las manuales, deben proporcionar un gasto mínimo de 4 litros por minuto y máximo de 10 litros por minuto, en su rango de presión especificado  Las regaderas manuales deben proporcionar un gasto mínimo de 2 litros por minuto y máximo de 10 litros por minuto, en su rango de presión especificado

### 3.3. Normas técnicas para el cálculo de los gastos de diseño de instalaciones hidráulicas en edificios.

Hasta el momento no se han expedido normas de "obligado cumplimiento" de competencia federal, que sean específicas para el diseño de las instalaciones hidráulicas en los edificios. Sin embargo, a nivel local en el Distrito Federal, están vigentes las Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje, publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal del 27 de febrero de 1995, elaboradas por la Secretaría de Obras y Servicios a través de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, cuyo fin principal, de acuerdo a lo expresado en la propia publicación, se resume en los siguientes puntos:

- a. Auxiliar a los interesados en la mecánica a seguir, en lo que respecta a los trámites necesarios para la gestión de la Factibilidad de la dotación de servicios hidráulicos requeridos por el predio, así como de sus condicionantes.

- b. Uniformizar los criterios para el cálculo y diseño de las instalaciones internas de agua potable, drenaje sanitario y pluvial y en caso de ser necesario, otro tipo de instalaciones hidráulicas con carácter especial, como es el caso de diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de riego, sistemas contra incendio, diseño de pozos de absorción, etc.

Además se expresa en dichas Normas que con lo expuesto en los incisos a y b, "se logrará asegurar un diseño de la infraestructura con gran confiabilidad, que se reflejará una vez que se realicen las obras en apego a los proyectos realizados, con un funcionamiento eficiente de las instalaciones y con ello evitar los constantes problemas de fallas de suministro interno de agua potable, azolvamiento en las redes e inundaciones, que constantemente atañen a las edificaciones que presentan un mal diseño en sus instalaciones hidráulicas

Por otro lado -continúa la cita-, las presentes Normas enuncian de manera general, el contenido, la metodología y criterios de diseño que deberán emplearse en la elaboración de cada uno de los proyectos de las diferentes instalaciones a diseñar, así como de acuerdo al tipo de edificación que se trate para lo cual dentro de los puntos desarrollados en el presente trabajo, se indica qué tipo de infraestructura requiere cada obra" -fin de la cita-.

Con respecto al cálculo de los gastos de diseño, en el apartado 2.2.6 de las Normas citadas, titulado "Cálculo y diseño de redes generales de alimentación", se enuncia que "el análisis hidráulico de una red se enfoca a conocer su funcionamiento en las condiciones de diseño y trabajo más desfavorables, es decir a calcular los gastos de cada tramo y las cargas piezométricas disponibles en los cruceros". No se especifica el método de cálculo sugerido para la obtención de los gastos pero se hace referencia a dos tablas, la 2.2.6.1 y la 2.2.6.2, que se incluyen en los anexos. Aunque no se menciona en ninguna parte de la Norma, estas tablas corresponden al modelo de Hunter; en la Tabla 2.2.6.1 se da la equivalencia de los muebles en unidades de gasto (sic), y en la Tabla 2.2.6.2 se proporciona la conversión de unidades mueble a litros por segundo. El título de la primera tabla incurre en una idea equivocada de concepto, ya que las **unidades mueble** a las que se refiere en realidad el título, no son gastos como se ha expuesto en el Capítulo 2.

#### 3.4. **Investigación experimental para el establecimiento de las normas oficiales mexicanas en materia de muebles y aparatos sanitarios.**

Dos de los tres parámetros fundamentales para la actualización del modelo de Hunter, la duración media de un servicio (t) de inodoros con tanque y urinarios e inodoros con fluxómetro, y el gasto de los muebles o aparatos sanitarios (q), deben ser aquéllos que se establecen para cada tipo de mueble y aparato en las Normas Oficiales Mexicanas resumidas en el apartado 3.2, en virtud de que los fabricantes deben producir esos dispositivos de manera que cumplan con dichas normas. Pero ¿cómo es que se definieron las características que habian de cumplir los muebles y aparatos sanitarios y que hoy constituyen normas de obligado cumplimiento para su fabricación en México?. Entre otras acciones, la DGCOH contrató a una empresa de consultoría privada<sup>2</sup>, con la finalidad de verificar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas vigentes en ese entonces (1991) relativas a la fabricación y funcionamiento de muebles y aparatos sanitarios.

De los resultados obtenidos en las pruebas efectuadas por la empresa de consultoría en los propios laboratorios de la DGCOH se vio la necesidad de modificar las normas oficiales, con el fin de regular las especificaciones y métodos de prueba de los muebles y aparatos sanitarios, esto debido a que los registros de las mediciones obtenidos quedaron por debajo de los estándares que se señalaban en esas normas. Como consecuencia de ello se inició el procedimiento que establece la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para promulgar las Normas Oficiales Mexicanas vigentes a que se refiere el apartado 3.2 del presente Capítulo.

<sup>2</sup> Evaluación y Control de Calidad de Muebles y Aparatos Sanitarios y Accesorios de bajo Consumo de Agua; RUMI INGENIEROS, S.A. DE C.V. Contrato No. 1-33-1-2084, diciembre de 1991

En este apartado se describen brevemente las pruebas y resultados obtenidos en el estudio elaborado para la DGCOH denominado "Evaluación y Control de la Calidad de Muebles y Aparatos Sanitarios y Accesorios de Bajo Consumo de Agua", al que en lo que resta de este capítulo se le denominará "Estudio".

#### **3.4.1. Objetivo del Estudio.**

El objetivo del Estudio fue la evaluación de dispositivos, muebles y accesorios diseñados para optimar el uso y consumo de agua en la industria, el comercio, los servicios y casas habitación en el Distrito Federal.

#### **3.4.2. Alcance.**

A partir del objetivo se estableció como único alcance evaluar los dispositivos y accesorios cuyo diseño está concebido para disminuir los consumos de agua en comercios, servicios y casas habitación.

#### **3.4.3. Metodología de las pruebas.**

Los métodos de prueba adoptados para verificar la calidad de los productos enviados al Laboratorio de Ingeniería Experimental se mencionan a continuación.

##### **A. Metodología de evaluación de inodoros**

Se verificaron los muebles de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-C-328/2-1986, actualmente sustituida por la NOM-001-EDIF-1994, con respecto a la inspección visual y evaluación hidráulica.

Inspección visual o evaluación de imperfecciones.

Los muebles sanitarios, se examinaron para determinar por inspección visual, el máximo de imperfecciones admisibles, colocándose el observador de frente, de modo que su vista se enfoque directamente sobre los bordes de los inodoros, desde una distancia de aproximadamente 60 cm. Mientras se examinan los muebles, deben ser movidos de un lado a otro y hacia atrás, a un ángulo de aproximadamente 0.785 rad (45°).

La inspección por medio del cuadrado de clasificación debe ser de cualquier parte del mueble, con atención especial a las áreas de defectos notorios a simple vista.

Las tazas y los tanques deben ser clasificados de acuerdo con las imperfecciones máximas admisibles consignadas en los Cuadros 3.2 y 3.3 respectivamente.

Evaluación hidráulica o funcionamiento de las tazas.

Estos métodos de prueba establecen los procedimientos para determinar el funcionamiento de las tazas de inodoro en lo que se refiere al barrido de desechos; estos procedimientos son cuatro:

Prueba de eliminación de desperdicios;  
Prueba de barrido;  
Prueba de lavado y cambio de agua; y  
Prueba de colorante.

Pruebas hidráulicas especiales.

Para un análisis más detallado del funcionamiento hidráulico del mueble sanitario, se realizan pruebas experimentales con el fin de obtener información que ayude a la mejoría del mueble, para ello se efectúan las siguientes pruebas.

- a. Prueba estática; y
- b. Prueba dinámica.

Válvula de admisión.

Se coloca la válvula en el tanque de acrílico para observar si presenta fuga en alguna de sus partes. En caso de existir fuga, se cuantifica durante un día. De no existir fuga, se revisa el cierre hermético y posteriormente se verifica si su sistema de cerrado se puede calibrar a 6 litros. Las inspecciones en estas pruebas se hicieron conforme a lo establecido por la entonces vigente Norma Oficial Mexicana NOM-C-328/2-1986, donde se menciona, sic... "La válvula del flotador debe estar ajustada para llenar el tanque en no más de 2 min hasta la marca de máxima capacidad con presión de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>". Debido a esto, se realiza la prueba de llenado con la ayuda de un cronómetro, variando la presión desde 0.2 hasta 2 kg/cm<sup>2</sup>, tomando 5 repeticiones en cada calibración con el propósito de obtener un mejor promedio.

Además se realizan 7000 repeticiones de desalojo de agua, haciendo trabajar a la válvula en forma acelerada con el objeto de encontrar algún desgaste en sus partes o de observar si sufre alguna descalibración durante el período de prueba.

Por último se revisa el acoplamiento que tienen los diferentes tanques de inodoros de bajo consumo.

Resultados de las pruebas a válvulas de admisión efectuadas en el Estudio

De las evaluaciones efectuadas a 19 marcas extranjeras, únicamente una de ellas cumplió con la norma referente al tiempo de llenado del tanque menor a 2 min, mientras que en las evaluaciones a 21 marcas nacionales sólo 4 cumplieron con lo anterior.

De acuerdo a los resultados presentados en el estudio y que se muestran en el Cuadro 3.2, se puede comentar que los tiempos de llenado de la mayor parte de las válvulas no cumplen con la norma NOM-C-328/2-1986, ya que el tiempo de llenado de la mayor parte de ellas es de aproximadamente 3 minutos para una presión de análisis de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>, que se puede considerar como la más desfavorable.

Esta situación dio lugar a la modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-C-328/2-1986, sustituyéndola por la actual NOM-002-EDIF-1993, la cual especifica que el tiempo de llenado de un tanque de inodoro de 6 litros debe ser mayor a 3 minutos a una presión hidráulica de 0.2 a 5.5 kg/cm<sup>2</sup>.

Cuadro 3.2. Resultados de las pruebas de laboratorio efectuadas a las válvulas de admisión.

MARCA	MODELO	NO. DE PIEZAS	RECOMENDABLE	COMENTARIOS
AMERICAN STANDARD	Platner	4	No	3 de las 4 válvulas no se pudieron calibrar a seis litros, el tiempo de llenado excede el tiempo de 2 minutos estipulado por la Norma; si cumplen con hermeticidad. Se adaptan en 9 de 13 tanques de bajo consumo.
COAST FOUNDRY	Certain Flow	1	No	No se detectó fuga en ninguno de los componentes de la válvula, si tiene hermeticidad, no cumple con el tiempo de llenado de 2 minutos que establece la Norma. Es inadaptable en la mayoría de los tanques de bajo consumo.
COAST MASTER	Coast Foundry	1	No	No tiene hermeticidad, dado que hay una deficiencia en el empaque obturador, asimismo no cumple con el tiempo de llenado y no es adaptable a los tanques de bajo consumo
METALICA	No. 20	1	No	En el momento de su instalación se desprendió la base de la válvula y no se pudo evaluar, encontrándose dentro de la válvula material que obstruye el cierre de la válvula. Dado el tamaño de la muestra, no se pueden generalizar los resultados.

ESTUDIO DEL MODELO DE HUNTER Y ACTUALIZACION DE SU METCDO DE CALCULO  
DE GASTOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS EN EDIFICIOS

MARCA	MODELO	NO. DE PIEZAS	RECOMENDABLE	COMENTARIOS
METALICA	No. 1	1	No	No tiene cierre hermético, no se puede calibrar a 6.0 litros, tampoco cumple con el tiempo de llenado que establece la Norma y no es adaptable a los tanques de bajo consumo.
VITROMEX	S/Modelo	1	No	En 6 de 13 tanques de bajo consumo se pudo adaptar, si tiene hermeticidad, rebasa el tiempo de llenado y no descarga ningún volumen de agua por la manguera que va al tubo del rebosadero.
COAST FOUNDRY	Certain Flow	1	No	En 5 de 13 tanques de bajo consumo se pudo adaptar, no tiene cierre hermético, no cumple con el tiempo de llenado, además no tiene dispositivo para calibrarse a 6.0 litros (viene calibrado de fábrica).
DELTA	95-A	1	No	Se calibró a 6 litros a todas las presiones, el tiempo de llenado sobrepasa los 2 minutos a una presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> que establece la Norma. Su comportamiento no varía después de la prueba de las 7,000 repeticiones.
METALICA	No. 18	1	No	No se puede calibrar a 6 litros a una presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> y tampoco cumple con el tiempo de llenado establecido por la Norma Oficial NOM-C-328/2-1986.
FILL-PRO	216-E	1	No	Se calibró a 6 litros en todas las presiones, observándose que sobrepasa el tiempo de llenado establecido. Tiene buena adaptabilidad a los tanques de bajo consumo.
HOOV-R-LINE	8121-1AS	1	No	No presenta fuga alguna, no cumple con el tiempo de llenado por la Norma.
COAST FOUNDRY	Certain Flow	1	No	Dejó de funcionar después de 4,389 repeticiones, encontrándose que no cumple con el cierre hermético.
FLUID MASTER	200-A	1	No	Se calibró a 6 litros a una presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> , observándose que no cumple con el tiempo establecido por la Norma. Después de la prueba de las 7,000 repeticiones su funcionamiento es similar.
1B-1 MASTER MARK II	Coast Foundry	1	No	Se calibró a 6 litros a una presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> , observándose que no cumple con el tiempo establecido por la Norma. Después de la prueba de las 7,000 repeticiones su funcionamiento es similar.
LALOO	S/Modelo	2	No	Sobrepasa el tiempo de llenado a una presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> No presenta fugas aún a presiones altas, cuenta con cierre hermético, es adaptable en 4 de 8 tanques de bajo consumo, debido a que el brazo del flotador es muy largo.
IDEAL STANDARD	S/Modelo	2	No	Se puede calibrar a 6 litros, pero al aumentar la presión aumenta su volumen, sobrepasa el tiempo de llenado de 2 minutos a presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> . Se puede adaptar en 9 de 14 tanques de bajo consumo y cuenta con cierre hermético.
APSA CON FLOTADOR	UPC-B-1	2	No	Tiene cierre hermético cuando está calibrado a la presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> pero incrementa su volumen al aumentar la presión. No cumple con el tiempo de llenado; se adapta en 11 de 13 tanques de bajo consumo, esto debido a que el brazo del flotador es muy largo.
HOOV-R-LINE	HVU-16	4	No	Si tiene hermeticidad, 2 de las 4 cumplen con el tiempo de llenado; se adaptan en 8 de 12 tanques de bajo consumo. esto debido a que el brazo del flotador es largo. Las válvulas tuvieron un comportamiento irregular.
HOOV-R-LINE	HL-9AS	4	No	Tiene cierre hermético, pero no cumplen con el tiempo de llenado a presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> . Su adaptabilidad fue en 10 de 13 tanques de bajo consumo. Presentan un comportamiento irregular.

MARCA	MODELO	NO. DE PIEZAS	RECOMENDABLE	COMENTARIOS
IDEAL STANDARD	3140	4	No	No mostraron fuga en ninguna de sus partes, aún después de las 7,000 repeticiones; sin embargo, no cuenta con un dispositivo para regular el volumen de llenado. Sobrepasan el tiempo de llenado establecido, presentan problemas de adaptabilidad en tanques de bajo consumo
IDEAL STANDARD	S/Modelo	4	No	Se adaptan en 12 de 13 tanques de bajo consumo, una de las cuatro válvulas cumple con el tiempo de llenado de 2 minutos a una presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> . Tienen un cierre hermético eficiente, funcionan bien a altas presiones y se pueden calibrar. Debido al tamaño de la muestra los resultados no se pueden generalizar.
AMERICAN STANDARD	3142	4	No	Dos de las cuatro cumplen con el tiempo de llenado establecido por la Norma Oficial NOM-C-328/2-1986. Se adaptan en 5 de 15 tanques de bajo consumo. Una de ellas no tiene cierre hidráulico.
COAST FOUNDRY	Certain Flow	2	No	No se pueden calibrar a 6 litros, sobrepasan el tiempo de llenado establecido. Tienen cierre hermético; se adaptan en 9 de 14 tanques de bajo consumo, debido a que la válvula sobrepasa la altura del mismo.
RUGO	S/Modelo	1	No	No tiene hermeticidad, no se puede calibrar a 6 litros a una presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> y no se tomó el tiempo de llenado debido a que sólo descarga 4 litros. Sólo se puede adaptar en 5 de 14 tanques de bajo consumo. El mecanismo para obturar es deficiente
VEKEL	S/Modelo	1	No	No tiene cierre hermético, no cumple con el tiempo de llenado, su obturador es deficiente y carece de un mecanismo para calibrar a 6 litros. Se adapta en 11 de 14 tanques.
ORION	S/Modelo	1	Si	La prueba de las 7,000 repeticiones se suspendió en las 4,659 debido a que el personal del P.U.E.D.A. solicitó su entrega. Si cumple con la hermeticidad, si es adaptable y también cumple con el tiempo de llenado.
IDEAL STANDARD	NOM-1911	1	Si	La prueba de las 7,000 repeticiones se suspendió en la 4,086 debido a que el personal del P.U.E.D.A. solicitó su entrega. Si cumple con la hermeticidad, si es adaptable y también cumple con el tiempo de llenado. Además se logra calibrar a 6 litros.
VITROMEX	S/Modelo	1	Si	La prueba de las 7,000 repeticiones se suspendió en la 4,086 debido a que el personal del P.U.E.D.A. solicitó su entrega. Si cumple con la hermeticidad, si es adaptable y también cumple con el tiempo de llenado. Además se logra calibrar a 6 litros.
TIEFHANGES PULKASTEN 1000	Prufzeichen P-1/X3268/1	1	Si	Es un tanque de material plástico con unicej en el interior que cuenta con válvulas de admisión y descarga, su alimentación de agua es por un costado. Se recomienda su uso si se utiliza todo el aditamento, ya que tiene una excelente hermeticidad, con buen tiempo de llenado y se puede calibrar a 6 litros.
MACOBRE	VTB-13	4	No	No cuenta con mecanismo para calibrar a 6 litros, el cierre no es hermético, y para obtener el tiempo de llenado se utilizó una válvula de descarga y aún así no cumple con el tiempo establecido.
FRUGAL METALICO	S/Modelo	5	No	Este dispositivo es para muebles de alto consumo, tiene cierre hermético, el tiempo de llenado sobrepasa los 4 minutos, no cumpliendo así lo establecido por la Norma Oficial NOM-C-328/2-1986. No es adaptable a muebles de bajo consumo.
MANSFIELD	Allegro	8	No	Únicamente 3 de las 8 válvulas cumplen con el tiempo de llenado a presión de 0.4 kg/cm <sup>2</sup> . Las válvulas no cumplen con el tiempo establecido en la Norma. Tiene cierre hermético y se adaptan en 8 de 13 tanques de bajo consumo.

MARCA	MODELO	NO. DE PIEZAS	RECOMENDABLE	COMENTARIOS
DRIFON	S/Modelo	11	No	No se pueden calibrar a 6 litros, no tienen cierre hermético, no cumplen con el tiempo de llenado de 2 minutos a presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> y no se adapta en tanques de bajo consumo
JOAST FOUNDRY	M Marrk III	8	No	El tiempo de llenado es de 4 minutos, por lo que no cumplen con lo establecido por la Norma, no tienen cierre hermético, no se adaptan en tanques de bajo consumo
VITROMEX	S/Modelo	4	Si	Las válvulas sí cumplen con el tiempo de llenado, además de contar con cierre hermético y su funcionamiento es adaptable. Solamente se adaptan en su tanque
PINE	S/Modelo	2	No	Son totalmente deficientes, no se pueden calibrar a 6 litros, no tienen cierre hermético, no se adaptan en tanques de bajo consumo y no cumplen con el tiempo de llenado
FUSCO	No. 48	1	No	No se pueden calibrar a un volumen de 6 litros. Su tiempo de llenado es mayor al permitido por la Norma NOM-C-328/2-1986, no tienen cierre hermético y sólo se adaptan en 3 de 8 tanques de bajo consumo
RUGO	No. 50	1	No	Sobre pasan el tiempo de llenado de 2 minutos a una presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> , no tienen cierre hermético y no se adaptan en tanques de bajo consumo
RUGO	S/Modelo	1	No	Para cumplir con el tiempo de llenado necesita una válvula de descarga que regule el volumen a 6 litros. Tiene hermeticidad y sólo se adapta en 7 de 15 tanques
PINE	341	1	No	No tiene cierre hermético a ninguna presión, por lo que no se tomó el tiempo de llenado. Presenta problemas en la adaptabilidad y no recupera el sello hidráulico

(Concluye el Cuadro 3.2)

## B. Metodología para la evaluación de regaderas

### Obtención del gasto.

Para llevar a cabo la evaluación de la prueba de presión-gasto, se utiliza como elemento de medición una probeta graduada y un recipiente, donde se obtiene el volumen descargado por la regadera durante un lapso de un minuto con presiones que varían desde de 0.2 kg/cm<sup>2</sup> a 2.0 kg/cm<sup>2</sup>, con incrementos de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>. Después se grafica y se compara con respecto a las regaderas de alto, medio y bajo consumo

### Obtención del área de mojado.

Para determinar el área de mojado de la regadera en estudio, se requiere de un marco con tela de mosquitero, cubierto de aserrín esparcido sobre ella. La regadera se fija a una altura de 1.80 m a partir del piso y se regula la presión deseada por medio de una válvula de globo y un manómetro. Después se fija la malla a la altura que se requiera evaluar, se hace funcionar la regadera y se deja unos segundos para que se marque el cono y se obtengan los diámetros y la figura, para posteriormente calcular el área de mojado. La misma operación se repite para diferentes alturas 150, 140 y 130 cm a partir del piso y a diferentes presiones, que van desde 0.2 hasta 2 kg/cm<sup>2</sup> con intervalos de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>.

Además se obtiene la intensidad media que para fines del presente estudio no es de interés práctico.

Resultados de las pruebas a regaderas efectuadas en el Estudio

Del análisis del Cuadro 3.3, se puede observar que los rangos de gastos que se presentan en el Estudio varían dentro de un rango de 4 a 10 l/min, con presiones que varían de 0.2 a 3.6 kg/cm<sup>2</sup>, motivo por el cual se modificó la norma sustituyéndola por la NOM-066-SCFI-1994, que establece las especificaciones y métodos de pruebas de regaderas, definiendo para ello gastos que varían de 4 a 10 l/min con un rango de presión que va de 0.2 a 1.0 kg/cm<sup>2</sup> para presión de tipo I y de 1.0 a 3.0 kg/cm<sup>2</sup> para regaderas tipo II.

Cuadro 3.3. Resultados de las pruebas de laboratorio efectuadas a regaderas.

MARCA/MODELO de	NO. DE PIEZAS	RANGO DE PRESION RECOMENDABLE (kg/cm <sup>2</sup> )	RANGO DE GASTOS QUE SE PRESENTAN (l/min)	COMENTARIO
ECOLOGICA/LAD	2	0.2 a 1.0	4.00 a 9.38	Tiene una área total de mojado elíptica y bien distribuida, a presiones más altas deja zonas sin mojar y en otras desaloja el aserrín
AMANDA/RB-01	1	0.4 a 1.6	4.77 a 9.48	El área de mojado presenta forma elíptica con buena distribución, sin embargo, a 0.2 kg/cm <sup>2</sup> ésta se vuelve deficiente, presentando áreas sin mojar
PIDSA/2571	1	0.2 a 0.8	4.27 a 9.62	Presenta una área de mojado elíptica y uniforme hasta una presión de 0.8 kg/cm <sup>2</sup> , a mayores presiones los chorros se concentran y dejan zonas sin mojar, cuenta con un regulador de flujo, sin embargo, éste presenta fuga
PIDSA/2573	1	0.4 a 2.0	4.67 a 10.00	Se presenta un gasto que va desde 4.67 hasta 10.00 l/min, su área es circular y uniforme, con 0.2 kg/cm <sup>2</sup> , deja espacios secos
BRASSCRAFF/BC21	1	0.6 a 1.4	5.71 a 8.12	Su área de mojado es elíptica y bien distribuida, a presiones que oscilan entre 0.2 y 0.4 kg/cm <sup>2</sup> no moja bien y a partir de 1.6 kg/cm <sup>2</sup> en adelante el agua se acumula en el centro dejando áreas sin mojar
BRASS CRAFF/9022	1	0.6 a 2.5	4.66 a 9.74	Tiene una área de mojado elíptica que moja totalmente
NOVA/BAJA PRESION	2	1.0 a 1.2	9.47 a 10.16	Su área de mojado es de forma elíptica y es deficiente en un rango de presión de 0.2 a 0.8 y de 1.4 kg/cm <sup>2</sup> en adelante
SAVER SHOWER	2	0.4 a 2.5	3.90 a 8.87	Presenta un área de mojado elíptica y se distribuye adecuadamente en todas las presiones
SHOER HEAD/STYLE	2	1.6 a 3.6	4.18 a 6.59	El área de mojado que presenta es elíptica y bajo el rango de presiones presentado se distribuye adecuadamente, para presiones menores, aun mojado adecuadamente, no tiene la sensación de confort
NY-DEL-CORP/BLANCA	1	Ninguna	4.00 a 6.25	Con presiones de 1.0 a 3.8 kg/cm <sup>2</sup> se presenta el rango de gastos anteriores, sin embargo su área de mojado presenta siempre zonas sin mojar
NY-DEL-CORP/CROMADA	1	Ninguna	4.44 a 10.00	Con presiones de 0.2 a 1.2 kg/cm <sup>2</sup> , presenta los gastos anteriores, con una área de mojado elíptica dejando siempre zonas secas. Aunque estas regaderas son de la misma marca tienen grandes diferencias entre ellas
PROCEMEX/P. BLANCO (1) P. CROMADO (2)	3	Ninguna	4.89 a 8.97	Los gastos anteriores se presentan con presiones de 0.2 a 0.6 kg/cm <sup>2</sup> , con área de mojado elíptica observándose zonas secas
CUELLAR/MUEST. 8	1	Ninguna	4.09 a 10.00	Con presiones de 0.4 a 1.5 kg/cm <sup>2</sup> se presenta el rango de gastos anterior, dejando áreas sin mojar en una forma elíptica



ESTUDIO DEL MODELO DE HUNTER Y ACTUALIZACION DE SU METODO DE CALCULO DE GASTOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS EN EDIFICIOS

MARCA/MODELO de	NO. DE PIEZAS	RANGO DE PRESION RECOMENDABLE (kg/cm <sup>2</sup> )	RANGO DE GASTOS QUE SE PRESENTAN (l/min)	COMENTARIO
NY-DEL-CORP/ PAY-NOM-2758108	1	Ninguna	4 62 a 9 43	Su área de mojado es elíptica y se presentan espacios sin mojar en todas las presiones, para presiones de 0.4 a 1.4 kg/cm <sup>2</sup> se presenta el rango de presiones anterior.
DIST SUIZA/ MUEST. 6	1	0.8 a 3.6	4 64 a 9.81	Su área de mojado es elíptica y uniforme a todas las presiones.
DIST SUIZA/ MUEST. 7	1	0.6 a 3.6	4 38 a 9 76	Para los rangos anteriores el área que se presenta es elíptica y uniforme, se observa que a presiones mayores de 1.4 kg/cm <sup>2</sup> la descarga se concentra en un área más reducida.
NIAGARA FLANDERS 1	1	1.4 a 3.8	4 00 a 6 27	Su área es elíptica y la moja toda
ADAR/C/OBTURADO R	2	Ninguna	3 5 como max.	Presenta área deficiente de mojado, ya que presenta zonas secas en su forma elíptica.
CHAUL/ ECONOMIZADOR	2	0.4 a 3.6	5 6 a 6 73	El área de mojado es elíptica con una buena distribución de mojado
SYMMONS/ 04-206-BRS/4-131	2	Ninguna	5 39 a 8 85	Con presiones de 0.4 a 3.4 kg/cm <sup>2</sup> se presenta el rango de gastos anterior, dejando partes sin mojar en el área que se dibuja en la malla de aserrín, y a presiones mayores de 1.0 kg/cm <sup>2</sup> perfora el aserrín.
SAVER SHOWER	1	0.2 a 2.5	4 22 a 9 00	La figura que se dibuja es elíptica y moja toda el área en todos los rangos de presiones.
PROD. METAL/ ALFA	1	0.8 a 3.4	4 12 a 7 03	Su área de mojado es elíptica de forma uniforme, a presiones menores deja zonas sin mojar
CHINA/C BRILLANTE	1	Ninguna	5 02 a 8 28	Este rango de gastos se presenta a presiones de 1.0 a 3.4 kg/cm <sup>2</sup> , dejando partes sin mojar, incrementándose estas con presiones de 0.2 a 0.8 kg/cm <sup>2</sup>
CHINA/C BRILLANTE	1	Ninguna	4 26 a 7 07	Con presiones de 1.0 a 2.6 kg/cm <sup>2</sup> se presentan los gastos anteriores, dejando partes sin mojar en todo el rango de presión.
ECONAGUA/ ONDINE	1	Ninguna	4 76 a 9 62	Con presiones de 0.4 a 2.5 kg/cm <sup>2</sup> se presentan los gastos anteriores, presenta una figura circular en el aserrín dejando espacios secos a bajas presiones y perforando el aserrín a altas presiones.
ADAR/S/ MODELO	4	Ninguna	5 00 a 9 60	Con presiones de 0.4 a 1.4 kg/cm <sup>2</sup> se presentan los gastos anteriores, dejando espacios secos a presiones mayores de 1.0 kg/cm <sup>2</sup> , lo perfora.
ECONO S / S/MODELO	3	0.2 a 3.6	4 73 a 9 30	Su área de mojado es de forma circular y constante, siendo uniforme su mojado.
AQUANOMIC CHAUL	1	0.2 a 3.6	5 37 a 7 15	Se observa que los resultados son muy semejantes a los ya evaluados en la hoja anterior de la misma marca, el área de mojado y la intensidad no se pudieron evaluar, ya que el personal de PUEDA retiró sus dispositivos. La recomendación es sólo por el valor del gasto
HELVEX/H800	1	Ninguna	15 84	EL gasto que se presenta se obtuvo a una presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> , lo cual sobrepasa lo dictaminado en el reglamento de construcciones para el D F , como en la regadera anterior no se pudo obtener el área de mojado y la intensidad por los mismos motivos.
AMANDA/RB-11	1	0.4 a 3.0	3 56 a 10.00	Presenta un área de mojado elíptica, dejando espacios sin mojar únicamente con 0.2 kg/cm <sup>2</sup> .
HELVEX/AC-10	1	2.0 a 3.5	3 8 a 10.0	
HELVEX/H-2000	1	0.2 a 3.6	9 18 a 8 19	
HELVEX/AC-50	1	0.2 a 3.6	4 0 a 6 71	

MARCA/MODELO de	NO. DE PIEZAS	RANGO DE PRESION RECOMENDABLE (kg/cm <sup>2</sup> )	RANGO DE GASTOS QUE SE PRESENTAN (l/min)	COMENTARIO
HELVEX/H-600	1	0.2 a 1.4	4.36 a 9.73	
HELVEX/H-1000	1	0.2 a 3.6	4.32 a 8.20	
AQUANOMIC CHAUL	8	0.2 a 3.8	4.38 a 3.53	No se logran calibrar a presiones comprendidas entre 0.6 y 3.0 kg/cm <sup>2</sup> , ya que el manómetro se bota. Su área de mojado es de forma elíptica con mojado uniforme.
A CHAUL/AH (FA8)B	8	0.2 a 2.8	3.86 a 6.46	No se logran calibrar a presiones comprendidas entre 1.0 y 1.6 kg/cm <sup>2</sup> . Su área de mojado es de forma elíptica con mojado uniforme. Los resultados son semejantes a los ya probados de la misma marca.
NOVA/PRESION MEDIA	2	0.4 A 2.0	4.16 a 8.86	Su área de mojado es elíptica, dejando huecos secos a presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> .
NOVA/BAJA PRESION	2	0.6 a 1.4	6.22 a 9.36	Tiene un área de mojado elíptica y deja espacios sin mojar a presiones de 0.2 y 0.4 kg/cm <sup>2</sup> .

(Concluye el Cuadro 3.3.)

### C. Metodología para la evaluación de fluxómetros para sanitarios y urinarios.

Para realizar este tipo de pruebas la DGCOH construyó una instalación aprovechando un tanque existente con una altura de 40 metros sobre el nivel del laboratorio anexo, con el fin de que permitiera dar cargas constantes. Esta instalación cuenta con doce bancos de prueba en los cuales se instala cada fluxómetro. El accionamiento de los aparatos se realiza a través de impulsos eléctricos que mediante electroimanes accionan el mecanismo del fluxómetro; para evitar el golpe de ariete provocado por la descarga simultánea de varios aparatos, se instaló un dispositivo que acciona en forma dispersa los accionamientos. Este dispositivo cuenta además con contadores que permiten conocer la cantidad de pruebas.

#### Obtención de la descarga.

Por medio de una instalación que permite obtener una carga constante de más de 3 kg/cm<sup>2</sup>, se colocan los fluxómetros y regulando la presión a 0.2 kg/cm<sup>2</sup> se cuantifica su descarga por medio de una cubeta graduada. Si esta descarga sobrepasa o queda disminuida para efectuar correctamente la limpieza, se modifica su mecanismo de descarga para que en sanitarios descargue seis litros y en mingitorios cuatro litros. Se repiten todos los pasos incrementando la presión en 0.2 kg/cm<sup>2</sup> cada vez hasta alcanzar la presión máxima.

En caso de que el fluxómetro no cuente con un mecanismo regulador de descarga o que éste no pueda ser regulado a una presión dada, únicamente se anotará el volumen de dicha descarga.

#### Prueba de durabilidad.

Posteriormente el fluxómetro se coloca en una instalación especial, donde se efectúan 7000 ciclos continuos de descarga a la presión de 3 kg/cm<sup>2</sup>, y se cuantifica nuevamente su descarga para compararla con la inicialmente obtenida.

#### Resultados de las pruebas a fluxómetros efectuadas en el Estudio.

Para esta prueba se evaluaron 5 marcas de fluxómetros, se pudo observar que las cinco marcas presentaron diversos problemas de funcionamiento, algunos de ellos por ejemplo son carencia o problemas en los dispositivos de cierre que efectuaban el corte de la descarga, o simplemente presentaban descargas mayores que excedían la norma.

Sin embargo, se pudo observar en una marca un comportamiento real en el funcionamiento,

llegándose a obtener resultados coherentes con la norma, concluyendo finalmente que se presenta para estos dispositivos una descarga de 6 l/s con un tiempo de 6 segundos.

Cuadro 3.4. Resultados de las pruebas de laboratorio efectuadas a fluxómetros para inodoros y urinarios.

MARCA/MODELO	NO. DE PIEZAS	RANGO DE PRESION RECOMENDABLE (kg/cm <sup>2</sup> )	COMENTARIO
GALAXY/S. MODELO	1	Ninguna	El fluxómetro se encuentra regulado de fábrica, no descarga ningún volumen a presiones de 0.2 y 0.4 kg/cm <sup>2</sup> y a 0.6 no sella. No fue posible lograr la descarga de 6.0 litros ya que la presión de 1 kg/cm <sup>2</sup> , las descargas fueron muy altas sobrepasando los 20 litros.
DAELIM/101-6A	2	0.6 a 4.0	Se obtuvieron resultados similares para los dos especímenes. Es posible calibrarlos a 6 litros por descarga. Para presiones menores de 0.6 kg/cm <sup>2</sup> el funcionamiento del fluxómetro es deficiente.
A. STANDARD/KOSTAN	1	0.7 a 0.8	A las presiones de 0.2 a 0.4 kg/cm <sup>2</sup> el fluxómetro no descarga nada, a 0.6 no sella y con presiones iguales o mayores de 1.0 kg/cm <sup>2</sup> su funcionamiento es instantáneo, descargando poca cantidad de agua.
HELVEX/MANIJA	10	Ninguna	Se encuentran calibrados de fábrica y no es posible regular su descarga. Ninguno de los fluxómetros obtuvo una descarga inicial de 6 litros después de las 7.000 repeticiones únicamente 2 tuvieron una descarga de 6 litros y otros 2 dejaron de funcionar.
MANSFIELD/TORPEDO	1	1.2 a 3.8	El dispositivo no cuenta con mecanismo para regular su descarga, ya que viene calibrado de fábrica. Descarga 3.70 litros a la mayor presión, por lo tanto se recomienda únicamente para mingitorios.

#### D. Metodología para la evaluación de llaves y accesorios.

##### Obtención del gasto en llaves.

Con la ayuda de una cubeta, una probeta, un cronómetro y un manómetro, se cuantifica el volumen que descarga la llave a diferentes presiones en un minuto como máximo tiempo de descarga.

Las lecturas se realizan con presiones de 0.2 a 2.0 kg/cm<sup>2</sup>, con incrementos de 0.2 kg/cm<sup>2</sup>.

Si el accesorio es un reductor de flujo para llave, se realiza el mismo procedimiento anterior, pero colocando el dispositivo de prueba en la llave convencional. El propósito de esto es obtener el porcentaje de disminución que tendrá el dispositivo.

Cuadro 3.5. Resultado de las pruebas de laboratorio efectuadas en llaves y accesorios

ACCESORIO/MARCA/ MODELO.	NO. DE PIEZAS	RANGO DE PRESION RECOMENDABLE (kg/cm <sup>2</sup> )	COMENTARIO
VALVULA REGULADORA DOSIFICADORA (SALIDA)	1	2.5 a 3.5	Se colocó antes de una llave de nariz observando que reduce drásticamente el gasto nulificándolo a presiones menores de 0.6 kg/cm <sup>2</sup> y a presiones mayores la descarga disminuye. En el rango de presión recomendado la caída de agua es constante.
MEZCLADORA/ PLASTIVEX/PL5/002	2	0.2 a 1.0	El gasto promedio para la presión recomendable es 2.46 a 9.58 litros/minuto Comparándola con una mezcladora convencional se obtuvo el 40% de disminución en el consumo
MEZCLADORA/ PLASTIVEX/PL5/002	1	0.4 a 1.2	Presenta un gasto de 4.68 a 10.0 litros/minuto, teniendo su descarga totalmente uniforme.
SALIDA PLASTIVEX/PL3/005	2	0.4 a 2.0	Muestran un gasto promedio de 3.63 a 10.0 litros/minuto, sin embargo, estas dos piezas no presentan un comportamiento similar.
LLAVE/ INSTRUMEX FILL/FLORENCIA/ LATIGO	2	1.0 a 4.3	El rango de gasto se encuentra de 2.70 a 5.95 litros/minuto. El mecanismo de estas llaves es del tipo látigo, El inconveniente principal de estas, es su forma de mojar, ya que por el diseño propio del dispositivo provoca un salpicado fuera del lavabo
LLAVE ELECTRICA/ WATER MATIC/	1	0.8 a 4.0	Esta llave cuenta con un dispositivo eléctrico que permite su uso sin tener la necesidad de abrir o cerrar ninguna perilla. El gasto que presenta a estas presiones es de 2.82 a 7.00 litros/minuto. Los datos son estimados ya que sólo permite su descarga por un tiempo aproximado de 28 seg. Para presiones menores de 0.8 la descarga practicamente se anula
REDUCTORES FLUJO/ HELVEX/S. MODELO (PARA REGADERAS)	4	*(Ninguna)	El gasto promedio es de 4.22 a 8.60 litros/minuto, con presiones de 0.2 a 3.6 kg/cm <sup>2</sup> , sin embargo, el área de mojado presenta zonas secas bajo todas las presiones, ésta tiene forma elíptica. Los reductores se probaron únicamente en tres tipos de regaderas de alto consumo y por consiguiente es el resultado que se da.
ECONOMIZADORES/ HELVEX/S. MODELO (PARA REGADERAS)	2	*(Ninguna)	Presentan un gasto promedio de 4.52 a 9.57 litros/minuto, con presiones de 0.2 a 3.7 kg/cm <sup>2</sup> , sin embargo, el área de mojado presenta zonas secas bajo todas las presiones, esta tiene forma elíptica Los reductores se probaron únicamente en dos tipos de regaderas de alto consumo y por consiguiente es el resultado que se da.
MEZCLADORA HELVEX/2-11	1	0.6 a 4.0	El gasto que se observó de la evaluación fue de 3.75 a 8.00 litros/minutos, con buena aeración y confort para el lavado, además presenta hermeticidad total.
ECONOMIZADORES AQUANUMIC CHAUL (PARA REGADERAS)	2	*(0.2 a 0.8)	Presentan un gasto promedio de 5.60 a 9.95 litros/minuto con presiones de 0.2 a 0.8 kg/cm <sup>2</sup> , su área de mojado es de forma elíptica y moja bien toda su área, no tiene presiones de 1.2 a 3.5. Los reductores se probaron únicamente en un sólo tipo de regaderas de alto consumo y por consiguiente es el resultado que se da.
AERADORES SYMMONS/VARIOS (PARA LLAVE MEZCLADORA)	4	0.6 a 4.5	Presentan un gasto promedio de 2.72 a 7.28 litros/minuto. Se colocan en la salida de las llaves mezcladoras, para lavabo y fregadero, provocando confort al momento de lavar, producto de una mejor aereación, además de reducir el consumo de la descarga.

ESTUDIO DEL MODELO DE HUNTER Y ACTUALIZACION DE SU METODO DE CALCULO DE GASTOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS EN EDIFICIOS

ACCESORIO/MARCA/MODELO.	NO. DE PIEZAS	RANGO DE PRESION RECOMENDABLE (kg/cm <sup>2</sup> )	COMENTARIO
MEZCLADORA AERADOR NO. 1 PARA REGADERA HELVEX/E-10	1	0.2 a 0.8	Tiene un gasto de 5.30 a 9.49 litros/minuto, su comportamiento es adecuado.
MEZCLADORA AERADOR NO. 2 PARA REGADERA HELVEX/E-10	1	0.6 a 4.2	Tiene un gasto de 4.49 a 6.35 litros/minuto, su comportamiento es adecuado.
MEZCLADORA PARA REGADERA HELVEX/E-50 CON 3 REDUCTORES	1	0.2	Tienen un gasto promedio de 7.25 litros/minuto a una presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> cuando ésta se incrementa en cualquier reductor sobrepasa los 10 litros/ minuto.
DISPOSITIVO ELECTRICO/WATER MATIC/COMMAND 80-US	1	*(0.6 a 3.6)	Dispositivo electrónico para mingitorio que realiza su funcionamiento mediante su sensor sin la necesidad de accionar palanca alguna. El volumen de la descarga que se midió fue de 2.00 a 5.96 litros. Dicho mecanismo presentó fuga considerable que afecta la confiabilidad de los resultados, No viene incluido el mingitorio dentro del equipo. Estos valores asociados al gasto son los obtenidos de la prueba, sin embargo, se desconoce la cantidad de agua que requerida para su limpieza.
MEZCLADORAS/ HELVEX/ E-10	3	0.4 a 4.0	El promedio del gasto que se obtuvo de estas mezcladoras se encuentra entre 3.43 a 7.87 litros/minuto, este tipo de mezcladoras fueron evaluadas con un reductor de flujo (activado), proporcionado por el mismo fabricante (Helvex). Cumplen con lo especificado en el laboratorio a partir de 0.4 kg/cm <sup>2</sup> .
LLAVE/SIN MARCA/LATIGO	1	0.2	Accionar el mecanismo del obturador es incómodo cuando existe una presión igual o mayor a 0.4 kg/cm <sup>2</sup> , además ocasiona que al momento de hacer uso de ella, el usuario se salpique.
MEZCLADORA/ PLASTIVEX/PL5/002	1	0.2 a 1.0	El gasto para la presión recomendable es 3.66 a 9.00 litros/minuto.
MEZCLADORA/PLASTIVEX/PL3-005	1	0.4 a 3.5	Muestra un gasto de 3.63 a 10.00 litros/minuto.
LLAVE/SIN MARCA/LATIGO	1	Ninguna	El mecanismo del obturador no se queda en la posición donde permite la salida del agua aun a la presión de 0.2 kg/cm <sup>2</sup> , obteniéndose los resultados mediante la implementación de otros elementos.

## **CAPITULO 4**

### **INVESTIGACION DE CAMPO PARA LA DETERMINACION DEL TIEMPO ENTRE OPERACIONES SUCESIVAS DE MUEBLES EN EDIFICIOS CON DIFERENTE TIPO DE USO**

En este capítulo se describe el experimento llevado a cabo como parte de este estudio para la obtención de la frecuencia de uso ( $i$ ), es decir, el tiempo promedio en segundos que transcurre entre operaciones sucesivas de algún mueble dado de un tipo en particular durante el periodo de punta, que es uno de los tres parámetros más importantes que intervienen en la aplicación de la teoría de la probabilidad a la determinación de gastos de diseño en instalaciones. Los otros dos parámetros -el tiempo de funcionamiento ( $t$ ), o sea la duración media de la admisión de agua potable en segundos para un tipo de mueble dado por un uso, y el volumen de agua consumido en cada uso-, han sido analizados en el Capítulo 3.

Procediendo en la misma forma que el Dr. Roy B. Hunter, al principio se seleccionaron los inodoros controlados con tanque o con fluxómetro para estudiar las características de variación de la demanda debido a que se asumió que en todos los casos las condiciones críticas de carga por demanda en las partes de la instalación serían producidas por estos muebles (como se había manejado comúnmente), y por otra parte a que los factores que determinan la carga para un mueble individual de este tipo son aproximadamente constantes y pueden ser mejor evaluados que para otros muebles. Al avanzar en la investigación se observó que en nuestro medio el patrón a que se refiere la primera consideración ha cambiado significativamente, como se verá más adelante.

En primer lugar se dará un vistazo general a ciertos conceptos fundamentales que el investigador consideró al emprender el experimento.

#### **4.1. Definición de conceptos básicos.**

##### **4.1.1. Experimento.**

En la literatura relacionada con el diseño de experimentos se pueden encontrar muchas definiciones de esta palabra. Literalmente, un experimento es una prueba o ensayo. En nuestro caso y de acuerdo con Montgomery<sup>1</sup>, definiremos experimento como una prueba o serie de pruebas en las cuales se inducen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso o sistema, de manera que sea posible observar e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida.

##### **4.1.2. Variable independiente.**

En un experimento, la variable independiente es aquella que el investigador puede tener bajo control. En nuestro experimento la variable independiente es la hora de accionamiento de la válvula de un aparato.

##### **4.1.3. Variable dependiente.**

En un experimento, la variable dependiente refleja cualquier efecto que pueda acompañar el manejo de la variable independiente. A veces, la variable dependiente se denomina también variable de respuesta. En nuestro caso, la variable dependiente es el intervalo entre accionamientos sucesivos

---

<sup>1</sup>

Montgomery, D.C. Diseño y Análisis de Experimentos. Ed. Gpo. Editorial Iberoamérica, 1991.

de una válvula.

#### **4.1.4. Variable exógena o extrínseca.**

En todo experimento, además de las variable independiente y dependiente, el investigador tiene que enfrentarse con una o más variables exógenas. Estas variables se denominan así por su posible efecto sobre la variable dependiente. Generalmente no revisten ningún interés para el investigador como sí lo reviste la variable dependiente. El investigador debe controlar estas variables, puesto que ocasionan en el experimento, variaciones que no resultan convenientes. La complejidad de un experimento aumenta generalmente con el número de variables exógenas que el investigador trata de controlar.

#### **4.1.5. Tratamientos experimentales.**

Ciertos experimentos se usan para comparar diferentes condiciones. Se ha usado el término *tratamientos* para denominar los diferentes procesos cuyos efectos van a ser medidos y comparados. Por ejemplo, en el presente estudio el modo de uso de los inodoros correspondiente a cada tipo de edificación definido, constituyen los diferentes tratamientos. Así se tendrían: uso de los inodoros en edificios habitacionales, uso de los inodoros en edificios de oficinas, uso de los inodoros en edificios recreativos, etc.

#### **4.1.6. Unidad experimental.**

La unidad experimental es la entidad más pequeña a la que se puede aplicar un tratamiento.

#### **4.1.7. Medida.**

Una medida es un valor de la variable dependiente mediante la cual se determina el efecto del tratamiento sobre una unidad experimental. Las medidas con frecuencia reciben el nombre de observaciones.

#### **4.1.8. Error experimental.**

Las unidades experimentales que se exponen al mismo tratamiento presentan generalmente una respuesta diferente. Es decir, las unidades experimentales expuestas al mismo nivel de tratamiento producen generalmente diferentes medidas. La medida de esta variabilidad de respuesta se denomina error experimental. El error experimental tiene dos fuentes principales: (1) las diferencias inherentes de las unidades experimentales y (2) la ausencia de uniformidad que se puede presentar en el procedimiento experimental. Estas fuentes de errores experimentales constituyen un subconjunto de las variables exógenas. Un objetivo muy importante del investigador en el presente estudio, fue tratar de reducir el error experimental todo lo posible.

#### **4.1.9. Repetición.**

Cuando en un experimento un nivel determinado de tratamiento se aplica a más de una unidad experimental, se dice que el nivel se repite.

#### **4.2. Objetivo del experimento.**

Obtener el tiempo promedio que transcurre entre operaciones sucesivas de los muebles y aparatos sanitarios instalados en edificios típicos ubicados en la Ciudad de México.

#### **4.3. Definición de la población en estudio.**

La población está integrada por los muebles y aparatos sanitarios instalados en los edificios en operación localizados dentro de los límites geográficos de la Ciudad de México. Se planteó la hipótesis de que existe un patrón de la demanda de agua de los muebles y aparatos sanitarios

dependiendo del tipo de uso que se dá a los inmuebles. Por este motivo se consideró de especial interés definir las partes de la población original, esto es, los subconjuntos del conjunto original a los que nos referiremos con el término de *dominios de estudio*.

Los dominios de estudio definidos por el investigador son los muebles y aparatos sanitarios de los cuatro subconjuntos de edificaciones siguientes:

- . Habitaciónales;
- . Oficinas;
- . Institucionales; y
- . Recreativas.

#### **4.4. Descripción del experimento.**

##### **4.4.1. Descripción del experimento llevado a cabo en el dominio de estudio habitacional.**

Las unidades experimentales de este dominio de estudio son los muebles y aparatos sanitarios instalados en las viviendas de la Ciudad de México, que de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 1995, son 2 011 446 viviendas.

La siguiente etapa fue elegir el proceso para tomar el muestreo. Para esta elección fue preciso considerar los costos del experimento desde el punto de vista del equipo necesario, de las unidades experimentales y del personal disponible.

Al no contar con los fondos necesarios para llevar a cabo un diseño experimental completamente aleatorizado, asignando unidades experimentales utilizando, por ejemplo, una tabla de números aleatorios, el investigador optó por las técnicas de *muestreo determinístico*.

Todas las técnicas muestrales determinísticas están basadas en el juicio personal del investigador. En efecto, es posible que estos juicios personales sean una buena estimación de las características de la población, pero los métodos determinísticos no permiten evaluar el grado de exactitud del muestreo<sup>2</sup>.

Como se ha mencionado, por falta de recursos económicos, en el experimento llevado a cabo en el dominio de estudio habitacional, se aplicó el modelo determinístico denominado muestreo convencional o accidental, que desafortunadamente no puede considerarse representativo de la población en estudio.

El muestreo convencional se refiere a recopilar datos de las unidades de estudio más convenientes, o sea, recopilar datos de los elementos muestrales que más convengan.

Con la finalidad de recabar el mayor número de datos posible durante un tiempo de observación amplio, el investigador vio la posibilidad de contar con el apoyo de varios grupos de alumnos que cursan la carrera de ingeniero civil en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, a quienes se les capacitó para que llevaran a cabo las observaciones en sus domicilios. Para ello se diseñó una hoja de campo en la que los habitantes de cada vivienda en observación anotaran la hora de accionamiento de llaves o muebles sanitarios. En el Cuadro 4.1 se muestra el formato de hoja de campo utilizada. Cada alumno supervisó el llenado de la hoja de campo en su vivienda.

Además de los registros de los tiempos de accionamiento de los muebles y aparatos sanitarios se recabó la siguiente información:

- Nombre del observador ;
- Domicilio;

---

<sup>2</sup>

Mohammad Naghi Namakforoosh. Metodología de la Investigación. Ed. LIMUSA, 1984.



- Tipo de vivienda (departamento en condominio, casa u otro);
- Cantidad de recámaras;
- Número de habitantes, especificando la cantidad de mujeres y hombres;
- Número de cuartos de baño;
- Tipos de muebles y aparatos sanitarios; y
- Fechas de observación.

Una forma de este tipo se pegó en la pared, cerca de cada mueble o aparato sanitario, y se colocó una pluma y un reloj en el cuarto de baño para asegurar que todas las mediciones se hicieran con el mismo aparato.

Los usuarios de los muebles y aparatos sanitarios de cada vivienda fueron instruidos para observar la hora de apertura o accionamiento de una válvula, y anotar ese dato en la hoja correspondiente, con horas y minutos. Por ejemplo, si el usuario bajó la palanca del inodoro a las ocho horas con trece minutos, sólo tendría que anotar 8:13.

Se dice que un experimento es válido internamente si arroja resultados que estén libres de sesgo. Para validez interna del experimento, el investigador procuró el control efectivo de las fuentes de error experimental y de otras variables exógenas, particularmente las siguientes:

**Instrumentación.**- Se denomina así a los cambios en los instrumentos de medición a lo largo del experimento. Para evitarlo, se colocó un reloj en el interior del cuarto de baño y se pidió a los participantes que usaran sólo ese aparato para la medición.

**Reactividad de la prueba.**- El proceso de probar o medir puede por sí mismo cambiar el fenómeno por medir. Si los sujetos hubieran tenido la idea errónea de que se pretendía conocer su consumo de agua, sus visitas al cuarto de baño se habrían modificado. La importancia de que fuera el alumno de ingeniería con conocimiento del tema el encargado de la supervisión del experimento en su propia vivienda fue crucial, ya que informó a los habitantes el objetivo del experimento, que no tiene que ver con el consumo personal del agua.

**Cambios en las unidades.**- Se procuró hacer las observaciones de lunes a viernes, ya que los hábitos de los usuarios de los muebles y aparatos sanitarios son variables en sábados y domingos.

Como resultado de la aplicación del formato de campo para el registro de datos obtenidos por los alumnos, se recabó la información correspondiente a una muestra de 165 viviendas de varios tipos. En cada vivienda se colocó una hoja del formato (Cuadro 4.1) por cada mueble o aparato sanitario, registrándose en ellas las horas de accionamiento de las válvulas.

El registro de los datos se realizó durante tres días hábiles de la semana, del miércoles 9 al viernes 11 de abril de 1997, ya que se estima que los sábados y domingos el consumo del agua no tiene la característica de reproducibilidad, mientras que en los cinco días restantes existe un patrón de consumo definido, como antes se explicó que sucede.

#### **4.4.2. Descripción del experimento llevado a cabo en los dominios de estudio: edificios de oficinas, institucionales y recreativos.**

Para el caso de estos dominios de estudio, se utilizaron también las técnicas de muestreo determinístico, específicamente el denominado muestreo intencional.

En el muestreo intencional, todos los elementos muestrales de la población son seleccionados por el investigador. Se caracteriza por el empleo del criterio y por un esfuerzo deliberado para obtener muestras mediante la inclusión de áreas típicas o grupos supuestamente típicos en la muestra.

El investigador destinó los limitados fondos económicos propios de que dispuso para llevar a cabo el experimento en estos dominios de estudio.



Se adquirió el siguiente equipo electrónico:

- Sistema de micrófono inalámbrico FM, marca Radio Shack, para operar a 170 Mhz.
- Radiograbadora FM marca SONY modelo CFS como receptor del micrófono inalámbrico.
- Sistema Transmisor/Receptor marca SONY modelo NTM-1.

Se adquirieron los dos sistemas de distintas características con el fin de poder operarlos simultáneamente en diferentes frecuencias, evitando así interferencias.

Por otra parte, para la realización del experimento el investigador contó con el apoyo invaluable de cuatro pasantes de ingeniería, prestadores de servicio social.

Se seleccionó aleatoriamente un inodoro del sanitario para varones y uno del sanitario para damas del edificio seleccionado. Antes de la apertura de los sanitarios al público, se colocó cada micrófono inalámbrico en la alimentación del fluxómetro de cada mueble, sin ser percibidos los dispositivos por los usuarios, de manera que el desarrollo del experimento fue ajeno a ellos. Los receptores de los micrófonos se colocaron en un local distante aproximadamente 50 m de los sanitarios y fuera de ellos, monitoreando de esta manera continuamente desde la apertura hasta el cierre de la instalación. Una vez instalado el equipo, se anotó en una hoja de campo con horas y minutos cada accionamiento de los fluxómetros.

A continuación se describen los edificios seleccionados por el investigador para el experimento

#### **a. Edificios de oficinas**

El criterio de selección de los edificios fue el que contaran con las siguientes características:

1. Ser de construcción reciente (10 años de antigüedad máximo).
2. Diseño basado en el Reglamento de Construcciones para el D.F.
3. Información sobre el número y distribución de sus ocupantes.
4. Estar sirviendo al tipo de uso para el que fueron proyectados.

Se identificaron varios edificios de la Universidad Nacional Autónoma de México dentro de Ciudad Universitaria, D.F., que fueron construidos para oficinas y que cumplen con las características anteriores. De estos edificios se seleccionaron los siguientes:

Edificio 12 del Instituto de Ingeniería. Las mediciones se efectuaron el 9 de mayo, de 9:00 a 15:00 hrs.

Edificio de la División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica, de la Facultad de Ingeniería (DICTyG). En el edificio de la DICTyG labora tanto personal docente como administrativo. Cuenta con dos niveles; por cada uno de ellos se tienen dos recintos para sanitarios, uno para varones y otro para mujeres; el recinto de varones a su vez tiene dos inodoros con fluxómetro, un mingitorio con fluxómetro y dos lavabos con llave de látigo; por lo que respecta al de mujeres, éste cuenta con dos inodoros con fluxómetro y dos lavabos con llave de látigo. Todos los muebles y aparatos son economizadores de agua, de acuerdo a lo dispuesto por el Reglamento de Construcciones para el D.F. Para el muestreo del edificio se consideró conveniente realizar las mediciones en los sanitarios de mujeres y de hombres del segundo nivel ya que por observación, se concluyó que eran los de mayor uso, por lo anterior se tomaron registros durante tres días hábiles de la semana, del jueves 3 al viernes 11 de abril de 8:00 a 15:00 hrs., descartándose el viernes 4 de abril al no ser típico por haber sido día de paga para los trabajadores, por lo que su permanencia en el edificio no fue en el horario habitual.

**b. Edificios institucionales**

En este tipo de uso se consideran todos aquellos edificios destinados a la educación o instrucción. En esta etapa del estudio se planteó como hipótesis la existencia de un patrón de uso de los muebles y aparatos sanitarios en función del nivel académico de los estudiantes; por esta razón se seleccionaron dos edificios en donde resultó factible llevar a cabo el estudio, correspondientes al nivel académico básico el primero y a educación superior, el segundo:

Centro de Educación Preescolar y Primaria STUNAM. Se trata de una escuela de educación básica para los hijos de los trabajadores de la UNAM, localizada en la colonia Santo Domingo, Delegación Coyoacán, D.F. La escuela es mixta, para un total de 418 alumnos de primaria, 231 de los cuales son varones y 177 niñas. Además atiende a 105 niños de preprimaria. La primaria tiene un sanitario para niñas, con 7 inodoros de tanque y 3 lavabos. Para niños se cuenta también con un sanitario que tiene 4 inodoros de tanque, un urinario de canaleta y 3 lavabos. Las mediciones se efectuaron los días 2, 3 y 4 de julio, de 8:00 a 15:00 hr.

Edificio de la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería. Se trata del edificio para impartición de clases a los alumnos del primero al cuarto semestres de cualquier carrera de ingeniería. Este edificio cuenta con seis sanitarios, dos de los cuales son destinados a profesores y los cuatro restantes para alumnos, los sanitarios para varones cuentan con 2 inodoros, un urinario de canaleta y 3 lavabos. La medición se realizó el 4 de junio de 8:00 a 13:30 hr.

**c. Edificios recreativos**

En este grupo se consideraron los restaurantes, cines y teatros, así como los centros de diversiones con juegos mecánicos. Debido a la diversidad de instalaciones existentes de este tipo, sólo fue posible monitorear las instalaciones sanitarias de los siguientes edificios:

Restaurante "Fonda el Morral", localizado en Av. Miguel Angel de Quevedo, Delegación Coyoacán, D.F. El restaurante cuenta con un sanitario para damas y otro para varones. El sanitario para damas tiene 4 inodoros con depósito y 2 lavabos, mientras que el sanitario para varones tiene 2 inodoros con depósito, 2 urinarios con llave y dos lavabos. Las mediciones se efectuaron el lunes 30 de junio, martes 1º y viernes 4 de julio de 8:00 a 17:00 hr.

Sala de Conciertos Nezahualcóyotl, ubicada en el Centro Cultural de Ciudad Universitaria, D.F., con capacidad para 1000 espectadores. Se monitoreó durante conciertos de boletaje agotado los domingos 6 y 14 de julio de 1997.

#### 4.5. Resultados del experimento.

##### 4.5.1. Resultados del experimento llevado a cabo en edificios de tipo habitacional.

Se realizaron las observaciones y medición de frecuencias en 165 viviendas de diferentes tipos. El Cuadro 4.2 resume el número de viviendas muestradas de acuerdo al número de ocupantes por vivienda.

Cuadro 4.2. Número de viviendas de acuerdo al número de ocupantes.

Ocupantes por vivienda	No. de viviendas
1	2
2	13
3	24
4	33
5	55
6	21
7	5
8	8
9	3
10	1
TOTAL	165

Como se observa en el Cuadro 4.2, las viviendas no son homogéneas en cuanto al número de ocupantes, por lo que fue necesario controlar esta variable exógena del experimento, como a continuación se detalla.

Tomando en cuenta los datos del Cuadro 4.2, el promedio de habitantes por vivienda es de 4.66; esta cantidad es congruente con los resultados definitivos del Censo de Población y Vivienda 95, de acuerdo con el cual el promedio de habitantes por vivienda, considerando la totalidad de la República Mexicana, es de 4.7.

Las entidades federativas con menor promedio de ocupantes por vivienda son Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Distrito Federal y Tamaulipas, con 4.2 habitantes por vivienda. La entidad con mayor promedio de ocupantes por vivienda es Guanajuato, con 5.3. En consecuencia, se consideró que para fines de la determinación de la frecuencia de uso, el criterio más adecuado para controlar la variable exógena relativa a la heterogeneidad del número de ocupantes era analizar las mediciones efectuadas en las viviendas muestradas con un promedio de 5 ocupantes, las cuales presentaron las siguientes características:

- Número de viviendas con 5 ocupantes: 55
- Número de viviendas con 5 ocupantes y un inodoro: 32
- Número de viviendas con 5 ocupantes y dos inodoros: 9
- Número de viviendas con 5 ocupantes y tres inodoros: 7
- Número de viviendas con 5 ocupantes y más de tres inodoros: 7

Al observar estas condiciones podemos deducir que el caso en que la frecuencia de uso de un inodoro conduce a la situación más desfavorable desde el punto de vista de demanda de agua, corresponde a las viviendas con uno sólo de estos muebles, ya que en el periodo de punta los cinco

usuarios requerirán del inodoro haciendo que su frecuencia de uso sea menor que cuando la misma cantidad de usuarios tienen la opción de elegir entre dos, tres o más muebles del mismo tipo igualmente disponibles para todos en la vivienda; debe tenerse presente que *cuanto más corto sea el intervalo entre descargas sucesivas, más grande será la probabilidad de coincidencia o sobreposición*. En virtud de lo anterior, se analizaron las frecuencias de uso en las 32 viviendas con cinco ocupantes y un inodoro, 11 de las cuales son departamentos y 21 casas.

Cuadro 4.3.a. Compilación de datos de tiempo promedio, sobre usos sucesivos de cada inodoro (i), en edificios de uso habitacional.

DEPARTAMENTOS CON 5 OCUPANTES: 3 HOMBRES Y 2 MUJERES			PROMEDIOS PARCIALES	
NUMERO DE ORDEN	INTERVALO PUNTA MATUTINA (minutos)	INTERVALO PUNTA NOCTURNA (minutos)	INTERVALO PUNTA MATUTINA (minutos)	INTERVALO PUNTA NOCTURNA (minutos)
1	5.00	8.33	15.78	17.04
3	33.00	34.33		
5	23.50	17.66		
7	11.00	15.66		
8	18.33	19.00		
9	11.33	12.00		
10	8.33	12.33		
<b>TOTAL</b>	<b>110.49</b>	<b>119.31</b>		

CASAS CON 5 OCUPANTES: 3 HOMBRES Y 2 MUJERES			PROMEDIOS PARCIALES	
NUMERO DE ORDEN	INTERVALO PUNTA MATUTINA (minutos)	INTERVALO PUNTA NOCTURNA (minutos)	INTERVALO PUNTA MATUTINA (minutos)	INTERVALO PUNTA NOCTURNA (minutos)
2	19.50	20.00	19.24	18.98
3	18.33	15.00		
5	14.00	-		
6	12.50	17.66		
8	20.66	21.00		
12	21.66	7.50		
13	17.66	21.00		
16	23.33	15.00		
17	31.00	23.00		
18	28.00	25.66		
19	50.00	24.00		
<b>TOTAL</b>	<b>211.64</b>	<b>189.82</b>		

NOTA: Considerando enteramente las casas y departamentos ocupados por 3 hombres y dos mujeres, el intervalo promedio de la punta matutina es de 17.90 min y el correspondiente a la punta nocturna es de 18.18 min.

En el Cuadro 4.3.a. se presenta la compilación de datos de frecuencia i, en minutos, o sea el tiempo transcurrido entre dos accionamientos del depósito del inodoro de cada una de las 32 viviendas analizadas. En el Cuadro 4.3.b. se muestran los registros de la frecuencia i del uso de regaderas y lavabos. Los tiempos anotados en el Cuadro 4.3. corresponden al intervalo mínimo promedio de tres días de medición durante los dos periodos de cuenta que se presentan, es decir, una punta en la mañana y una punta nocturna. En el caso de inodoros, en el Cuadro 4.3.a. los datos fueron obtenidos de las hojas de campo, y se ordenaron primariamente en dos grupos: departamentos y casas; a su vez, se agruparon los departamentos y casas en donde predominan los hombres (3 hombres, 2 mujeres), esto con el fin de observar si existe alguna variación significativa en la frecuencia de uso del inodoro.

Cuadro 4.3.a. Compilación de datos de tiempo promedio, sobre usos sucesivos de cada inodoro (i), en edificios de uso habitacional (Continuación).

DEPARTAMENTOS CON 5 OCUPANTES: 2 HOMBRES Y 3 MUJERES			PROMEDIOS PARCIALES	
NUMERO DE ORDEN	INTERVALO PUNTA MATUTINA (minutos)	INTERVALO PUNTA NOCTURNA (minutos)	INTERVALO PUNTA MATUTINA (minutos)	INTERVALO PUNTA NOCTURNA (minutos)
2	15.00	2.00	22.5	-
4	25.00	-		
6	27.50	-		
<b>TOTAL</b>	<b>67.5</b>	<b>2.00</b>		

CASAS CON 5 OCUPANTES: 2 HOMBRES Y 3 MUJERES			PROMEDIOS PARCIALES	
NUMERO DE ORDEN	INTERVALO PUNTA MATUTINA (minutos)	INTERVALO PUNTA NOCTURNA (minutos)	INTERVALO PUNTA MATUTINA (minutos)	INTERVALO PUNTA NOCTURNA (minutos)
7	12.33	30.66	10.66	19.64
10	6.66	15.00		
11	-	20.00		
14	6.00	16.66		
15	17.00	23.00		
21	11.00	12.50		
<b>TOTAL</b>	<b>52.99</b>	<b>117.82</b>		
11	7.5	4.50		
1	10.00	10.00		
4	23.00	11.50		
9	11.66	7.00		
<b>TOTAL</b>	<b>52.16</b>	<b>33.00</b>	<b>13.04</b>	<b>8.25</b>

NOTAS: 1. Considerando enteramente las casas y departamentos ocupados por 2 hombres y 3 mujeres, el intervalo promedio de la punta matutina es de 15.06 min y el correspondiente a la punta nocturna es de 19.64 min.

2. Considerando globalmente las casas y departamentos de 5 ocupantes, sin importar su distribución por sexo, el intervalo promedio de la punta matutina es de 16.49 min y el correspondiente a la punta nocturna es de 17.04 min.

**Duración t de un servicio de regadera y lavabo**

Aunque este capítulo no se refiere al establecimiento de la duración del servicio (t), pues dicho factor de tiempo se estudió para válvulas de admisión y fluxómetros en el Capítulo 3 referente a las Normas Oficiales Mexicanas, se incluye aquí el tema porque en el caso de muebles cuyo suministro es controlado con llaves (regadera, lavabo, fregadero, etc.), no es posible basar el tiempo del servicio o la cantidad de agua usada en la operación característica del mueble como se hizo en el caso de los inodoros, porque la forma de operación de las llaves depende predominantemente de los hábitos personales o preferenciales y naturalmente no es posible establecerlo en normas, por lo que para estos muebles el único recurso es seleccionar arbitrariamente los valores correspondientes.

Cuadro 4.3.b. Compilación de datos de tiempo mínimo promedio en minutos, sobre usos sucesivos de regaderas y lavabos (i), en edificios de uso habitacional.

NUMERO DE ORDEN	REGADERAS	LAVABOS
1	20	7 6
2	30	13 3
3	106 66	25
4	28.33	11
5	24	22 5
6	26	25 33
7	20 66	5
8	19	11
9	33	5
10	22 5	12 66
11	68	16 66
12	25	7
13	28	6
14	92	5
15	23	6 5
16	41	10 3
17	41	21
18	27	8.3
19	23 5	12 6
20	21	4 67
21	23 3	8 66
22	57	11.66
23	49.5	8 33
24	20	
25	20	
PROMEDIO	30 07	11 52



Las observaciones realizadas muestran que el tiempo  $t$  promedio de duración de un servicio de regadera es de 12 minutos (720 segundos). Por otra parte, el tiempo promedio de duración de un servicio de lavabo doméstico es muy variable; si se desea usar agua caliente se requiere tener abierta la llave un lapso que puede ser muy grande, si el calentador está retirado del lavabo, o corto si está muy cerca, esto independientemente del uso específico que vaya a tenerse, por ejemplo un lavado de cara requiere menos tiempo abierta la llave, mientras que el afeitarse requerirá aproximadamente el doble de tiempo; un simple lavado de manos con agua fría no requiere más de 10 segundos de duración de la llave abierta. Tomando el caso más desfavorable se adoptó como tiempo máximo promedio 2.5 minutos.

#### 4.5.2. Resultados del experimento llevado a cabo en edificios de oficinas.

El Cuadro 4.4 presenta el resultado de las mediciones efectuadas en el edificio de la División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica, mientras que el Cuadro 4.5 refiere el resultado de las observaciones realizadas en el Edificio No.12 del Instituto de Ingeniería.

Cuadro 4.4. Registro de la medición del tiempo transcurrido entre usos sucesivos (i) de un inodoro del sanitario para damas y otro del sanitario para varones del edificio de la División de Ingeniería Civil Topográfica y Geodésica, de uso de oficinas.

MUJERES						HOMBRES					
JUEVES/3/ABR/97		LUNES 7/ABR/97		MARTES 8/ABR/97		MIÉRCOLES 9/ABR/97		JUEVES 10/ABR/97		VIERNES 11/ABR/97	
8 33 07		8 37 43		8 30 28		8 42 43		10 50 56		11 20 00	
8 43 47	10 40	8 41 38	03 55	8 34 21	03 53	8 29 53	47 10	11 16 03	25 07	12 05 01	45 01
8 46 27	02 40	8 48 24	06 46	8 54 06	19 45	10 15 24	45 31	11 38 20	22 17	12 16 30	11 29
8 48 46	03 19	8 54 35	06 11	8 57 33	03 27	10 24 41	09 17	11 47 48	09 28	12 41 28	24 58
9 08 41	18 55	9 02 27	07 52	9 10 07	12 34	11 05 10	40 29	11 51 53	04 05	12 53 26	11 58
9 21 03	12 22	9 17 56	15 29	9 16 09	06 02	11 23 04	17 54	11 52 51	00 58	13 23 10	26 44
9 29 05	08 02	9 22 05	04 09	9 57 28	41 19	11 36 16	13 12	12 00 08	07 17	13 28 58	08 48
9 30 15	01 10	10 03 21	41 16	10 00 30	03 02	11 36 53	00 37	12 38 18	38 10	13 30 26	01 28
9 58 00	27 45	10 18 56	15 35	10 05 19	04 49	11 48 55	12 02	12 40 19	02 01	14 05 28	35 02
10 06 03	08 03	10 21 38	02 42	10 19 16	13 57	11 49 10	00 15	12 58 09	17 50	14 17 06	11 38
10 27 40	21 37	10 23 14	01 36	10 20 27	01 11	11 52 02	02 52	13 01 30	03 21	14 19 48	02 42
10 32 30	04 50	11 03 17	40 03	10 32 18	11 51	11 56 21	04 19	13 20 51	19 21	14 24 18	04 30
10 52 36	20 06	11 16 17	13 00	10 54 44	22 26	12 30 00	33 39	14 19 23	58 32	14 30 19	06 01
10 54 06	01 30	11 23 02	06 45	11 07 06	12 22	13 01 09	31 09	14 26 40	07 17	14 37 08	06 49
11 01 23	07 17	11 40 38	17 36	11 09 27	02 21	13 11 27	10 18	14 38 39	11 59	14 49 42	12 34
11 18 05	16 42	12 14 35	33 57	11 15 08	05 41	13 25 50	14 23	14 41 09	02 30	15 01 33	11 51
11 40 56	22 51	12 39 06	24 31	11 23 02	07 54	13 34 14	08 24	15 07 18	26 09	15 02 30	00 57
11 44 10	03 14	12 41 44	02 38	11 24 54	01 52	13 35 09	00 55			15 15 53	13 23
11 55 28	11 18	12 45 09	03 25	12 40 01	15 07	13 37 56	02 47			15 29 49	13 56
12 19 47	24 19	12 52 37	07 28	12 43 41	03 40	13 43 03	05 07				
12 26 56	07 09	12 59 32	06 55	12 45 49	02 08	13 54 57	11 54				
13 04 03	37 07	13 06 41	07 09	12 57 11	11 22	14 05 24	10 27				
13 09 30	05 27	13 27 48	21 07	12 58 40	01 29	14 15 40	10 16				
13 13 31	04 01	13 31 06	03 18	13 08 20	09 40	14 18 24	02 44				

INVESTIGACION DE CAMPO PARA LA DETERMINACION DE LA FRECUENCIA DE USO DE MUEBLES EN EDIFICIOS CON DIFERENTE TIPO DE USO

MUJERES						HOMBRES					
JUEVES 3/ABR/97		LUNES 7/ABR/97		MARTES 8/ABR/97		MIÉRCOLES 9/ABR/97		JUEVES 10/ABR/97		VIERNES 11/ABR/97	
8:33:07		8:37:43		8:30:28		8:42:43		10:50:56		11:20:00	
13:27:17	13:46	13:32:19	01:13	13:12:21	04:01	14:26:46	08:22				
13:33:06	05:49	13:33:25	01:06	13:24:56	12:35	14:28:24	01:38				
13:34:35	01:29	13:47:10	13:45	13:48:50	23:54	14:31:53	03:29				
13:46:23	11:48	13:52:30	05:20	14:24:37	35:47	14:34:29	02:36				
13:50:43	04:20	14:01:43	09:13	14:36:38	12:01	15:08:58	34:29				
13:57:13	06:30	14:05:40	03:57	14:51:07	14:29						
14:13:40	16:27	14:11:03	05:23	14:58:42	07:35						
14:18:19	04:39	14:14:36	03:33	15:02:53	04:11						
14:42:00	23:41	14:17:38	03:02	15:04:55	02:02						
14:42:42	00:42	14:21:28	03:50	15:09:48	04:53						
14:47:17	04:35	14:25:26	03:58								
14:48:07	00:50	14:26:24	00:58								
14:57:03	08:56	14:29:25	03:01								
15:03:38	06:35	14:37:50	08:25								
		14:54:36	16:46								
		14:56:49	02:13								
		15:04:41	07:52								
		15:09:28	04:47								

(FIN DEL CUADRO 4)

Cuadro 4.5. Registro de la medición de tiempo transcurrido entre usos sucesivos ( i ) de un inodoro del sanitario para varones del Edificio No. 12 del Instituto de Ingeniería, de uso de oficinas.

HORA	INTERVALO (min)
9:11:18	
9:32:36	21:30
9:46:05	13:48
9:53:22	7:28
9:56:10	2:80
10:00:26	4:26
10:12:40	12:23
10:25:15	12:58
10:31:06	5:85
10:49:20	18:23
10:53:00	3:66
11:02:40	9:67
11:03:21	0:68

HORA	INTERVALO (min)
11:10:51	7.5
11:20:18	9.45
11:48:14	27.93
11:51:43	3.48
11:54:30	2.78
12:10:17	15.78
12:15:17	5.00
12:28:25	13.13
12:29:27	1.03
12:35:45	6.30
12:39:04	3.31
12:47:03	7.98
12:58:02	10.98
13:42:31	44.48
13:54:13	11.70
14:01:06	6.88
14:15:58	14.87
14:18:21	2.38

(FIN DEL CUADRO 4.5)

#### 4.5.3. Resultados del experimento llevado a cabo en edificios institucionales.

El Cuadro 4.6 muestra los registros de medición obtenidos durante tres días, del uso de un inodoro del sanitario para niñas de una escuela primaria. Aunque se colocó un sensor en el sanitario para niños, el inodoro seleccionado no fue usado. Se presentaron en los días de medición algunas situaciones que se considera que pudieron haber repercutido en los resultados obtenidos. El miércoles 2 de julio no asistió un grupo de alumnos a la escuela; el jueves 3 no asistieron dos grupos; esto significa en el primer caso la ausencia de aproximadamente 15 niñas y de 30 niñas en el segundo.

También se hicieron mediciones en el sanitario para niñas de preprimaria durante dos días, obteniéndose los resultados que se muestran en el Cuadro 4.7.

Cuadro 4.6. Registro de la medición del tiempo transcurrido entre usos sucesivos (i) de un inodoro del sanitario para niñas de una escuela primaria.

MIÉRCOLES 2/07/97		JUEVES 3/07/97		VIERNES 4/07/97	
HORA	INTERVALO (minutos)	HORA	INTERVALO (minutos)	HORA	INTERVALO (minutos)
8:36		9:28		9:54	
8:50	14	9:36	8	9:57	3
9:05	15	9:54	18	10:10	13
9:12	7	10:00	6	10:25	15

INVESTIGACION DE CAMPO PARA LA DETERMINACION DE LA FRECUENCIA DE USO DE MUEBLES EN EDIFICIOS CON DIFERENTE TIPO DE USO

MIÉRCOLES 2/07/97		JUEVES 3/07/97		VIERNES 4/07/97	
HORA	INTERVALO (minutos)	HORA	INTERVALO (minutos)	HORA	INTERVALO (minutos)
8:36		9:28		9:54	
9:22	10	10:02	2	10:45	20
9:39	17	10:04	2	11:35	50
9:43	4	10:16	12	11:40	5
9:46	3	10:20	4	11:44	4
9:55	9	10:34	14	11:50	6
10:00	5	11:01	27		
10:08	8	11:15	14		
10:18	10	11:32	17		
10:26	8	11:35	3		
10:32	6	11:40	5		
10:35	3	12:06	26		
10:40	5	12:20	14		
10:46	6	12:50	*		
11:00	14	13:29	69		
11:04	4	13:47	8		
11:18	14	14:04	17		
11:21	3	14:34	30		
11:25	4				
11:50	25				
12:00	10				
12:40	*				
13:06	66				
13:10	4				
13:37	27				
13:39	2				
13:45	6				
13:47	2				
14:04	17				
14:09	5				
14:23	14				

\* Se asearon los sanitarios en esta hora.

(TERMINA CUADRO 4.6)

Con respecto a instituciones de educación superior, el Cuadro 4.8 presenta el registro de mediciones en un sanitario para varones. Se decidió colocar el sensor en un inodoro de este sanitario y no en el de damas, porque proporcionalmente el número de ellas es reducido en comparación con el de varones en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Cuadro 4.7. Registro de la medición del tiempo transcurrido entre usos sucesivos (i) de un inodoro del sanitario para niñas de una escuela preprimaria.

JUEVES 3/07/97		VIERNES 4/07/97	
HORA	INTERVALO (minutos)	HORA	INTERVALO (minutos)
9:20		9:25	
9:59	39	9:50	25
10:05	6	11:08	18
10:17	12	11:21	13
10:46	29	12:31	10
11:12	26		
11:57	45		

Cuadro 4.8. Registro de la medición del tiempo transcurrido entre usos sucesivos (i) de un inodoro del sanitario para varones en una institución de educación superior.

MIÉRCOLES 4/06/97		MIÉRCOLES 4/06/97		MIÉRCOLES 4/06/97	
HORA	INTERVALO (min)	HORA	INTERVALO (min)	HORA	INTERVALO (min)
8:33:21		9:13:25	8:06	11:47:24	3:97
8:34:12	0:85	9:40:48	3:98	11:51:13	3:82
8:36:14	1:03	9:43:00	2:20	11:53:06	1:88
8:37:46	1:48	10:04:55	3:02	11:54:39	1:55
8:38:51	1:13	10:07:25	2:16	12:30:58	6:31
8:40:12	1:35	10:09:27	2:03	12:31:13	0:23
8:43:14	3:03	10:17:34	8:12	12:34:53	3:67
8:49:16	6:03	10:20:00	2:43	12:36:51	1:97
8:55:12	5:93	10:21:45	1:75	12:54:23	17:53
8:57:46	2:57	10:28:20	6:7	12:59:09	4:76
8:59:32	1:76	10:41:49	13:48	12:59:49	0:66
9:00:50	1:30	11:29:21	47:53	13:02:20	2:51
9:01:53	1:05	11:35:16	6:0	13:04:16	1:93
9:04:07	2:23	11:42:15	6:98	13:08:27	4:18
9:05:21	1:23	11:43:26	1:18	13:10:25	1:96
				13:13:31	3:10

**4.5.4. Resultados del experimento llevado a cabo en edificios de uso recreativo.**

En los Cuadros 4.9 y 4.10 se presentan los registros de las mediciones llevadas a cabo en dos inmuebles destinados al uso recreativo. Se hicieron las mediciones del intervalo entre dos usos sucesivos de un inodoro del sanitario para varones y de un inodoro del sanitario para damas en ambos inmuebles. En el caso del restaurante, la campaña de medición se realizó durante tres días de la semana. En la sala de conciertos se hicieron mediciones durante dos días de conciertos, procurando seleccionar los de mayor cantidad de espectadores.

**Cuadro 4.9.** Registro de la medición del tiempo transcurrido entre usos sucesivos (i) de dos inodoros, uno del sanitario para varones y otro del sanitario para damas, en un restaurante.

LUNES 30 /06/97			
DAMAS		VARONES	
HORA	INTERVALO (min)	HORA	INTERVALO (min)
11 14		10 05	
12:07	35	11 15	70
12:12	5	11 17	2
13:53	101	14 43	206
14 02	9	15 40	57
14 18	16	16 08	28
14 35	17	16 14	6
14 44	9		
15 07	23		
15 18	11		
16:01	43		
16:18	17		
16 45	27		
16 46	1		
17 16	30		
17:32	16		
17:35	3		
17 55	20		
17:59	4		

MARTES 1/07/97			
DAMAS		VARONES	
HORA	INTERVALO (min)	HORA	INTERVALO (min)
12:31		12 26	36
14:04	93	13 02	37
14 17	13	13 39	26
14:18	1	14 05	14
15:08	50	14 19	6
15 23	15	14 25	19
15 25	2	14 44	32
15 26	1	15 16	4
15 35	9	15 20	6
15:58	23	15 26	2
16 45	47	15 28	2
17 16	31	16 16	48
		16 22	6
		16 30	8
		16 31	1
		16 48	17
		17 02	14
		17 09	7

ESTUDIO DEL MODELO DE HUNTER Y ACTUALIZACION DE SU METODO DE CALCULO DE GASTOS DE DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS EN EDIFICIOS

VIERNES 4:07:97			
DAMAS		VARONES	
HORA	INTERVALO (min)	HORA	INTERVALO (min)
13 25		13 22	
14 17	52	14 29	67
14 31	14	14 32	3
14 45	14	14 55	23
14 47	2	15 21	26
14 52	5	15 24	3
15 11	19	16 00	36
15 24	13	16 17	17
16 08	44	16 22	5
16 33	25	16 39	17
16 34	1	16 52	13

(FIN DEL CUADRO 4.9)

Cuadro 4.10. Registro de la medición del tiempo transcurrido entre usos sucesivos (i) de dos inodoros, uno del sanitario para varones y otro del sanitario para damas, en una sala de conciertos.

DOMINGO 6:07:97			
DAMAS		VARONES	
HORA	INTERVALO (min)	HORA	INTERVALO (min)
11 34 45		12 27:11	
11 36 48	2 05	13 08:06	41 75
11 41 30	4 7		
11 45 33	3 15		
12 05 48	20 25		
12 11 39	5 85		
12 44 36	32 95		
13 05 05	10 48		
13 06 57	1 87		
13 08 55	1 97		
14 10 10	61 25		
14 15 18	5 13		

DOMINGO 13:07:97			
DAMAS		VARONES	
HORA	INTERVALO (min)	HORA	INTERVALO (min)
10 52 21		13 10 53	
11 13 20	20 98	14 16 45	65 86
11 23 26	10 10		
11 42 45	19 31		
11 49 31	6 76		
11 53 45	4 23		
12 00 40	6 92		
12 20 35	19 92		
12 24 36	4 01		
13 06 48	42 2		
13 07 58	1 16		
13 09 01	1 05		
13 10 43	1 7		
13 12 10	1 45		
13 13 37	1 45		
13 16 18	2 51		
13 19 24	3 26		
14 06 47	43 38		
14 11 54	5 12		
14 17 18	4 23		
14 25 47	8 65		

(FIN DEL CUADRO 4.10)

**4.6. Análisis de resultados del experimento.**

**4.6.1. Análisis de resultados del experimento llevado a cabo en edificios de tipo habitacional.**

Considerando las 32 viviendas seleccionadas por su igualdad de condiciones en cuanto al número de ocupantes y a la cantidad de inodoros en operación, del Cuadro 4.3 puede notarse lo siguiente con respecto al intervalo de los usos sucesivos de cada mueble individual:

1. Aunque el promedio de los intervalos de la punta matutina en las viviendas con más ocupantes mujeres (3) que hombres (2) es menor que en las viviendas con mayor proporción de hombres (3), con una diferencia de 2.84 minutos, esto es, 15.06 minutos en el primer caso y 17.90 minutos en el segundo, no es posible afirmar categóricamente que cuando la proporción de mujeres en una vivienda es mayor que la de hombres, el intervalo entre usos sucesivos en las horas pico sea menor que en el caso contrario, debido a que de las 32 viviendas analizadas sólo 9 están en esta condición, mientras que son 18 las que están ocupadas por 3 hombres y 2 mujeres; las 5 restantes no presentan alguno de los patrones en cuestión. Por otra parte, el intervalo de menor valor anotado en el Cuadro 4.2 que corresponde a las viviendas con mayor proporción de mujeres es de 6 minutos, mientras que en el caso de viviendas con mayor proporción de hombres es de 5 minutos.
  
2. Sin tomar en cuenta la proporción de ocupantes por sexo, el intervalo promedio de la punta matutina para las 32 viviendas resultó ser menor para la punta matutina que para la punta nocturna, 16.49 minutos y 17.04 minutos respectivamente. Sin embargo, algunos datos del Cuadro 4.3 pueden considerarse estadísticamente "sospechosos" por ser de pequeña magnitud (5 minutos) o de gran magnitud (33 minutos), en comparación con la mayoría de los datos. En virtud de lo anterior, a continuación se efectuará el análisis de las observaciones sospechosas empleando el criterio de Dixon.

Cuadro 4.11. Intervalos mínimos en minutos, ordenados de menor a mayor valor.

NUM.	NUM. DE ORDEN	INTERVALOS X (minutos)	NUM.	NUM. DE ORDEN	INTERVALOS X (minutos)	NUM.	NUM DE ORDEN	INTERVALOS X (minutos)
1	1c	5,00	11	9c	11.66	21	8c	20.66
2	19	5,00	12	7c	12.33	22	12	21.66
3	14	6,00	13	6c	12.50	23	4c	23.00
4	10	6.66	14	5c	14.00	24	16	23.33
5	11	7.50	15	2d	15.00	25	5d	23.50
6	10d	8.33	16	15	17.00	26	4d	25.00
7	1c	10.00	17	13	17.66	27	6d	27.50
8	7d	11.00	18	8d	18.33	28	18	28.00
9	21	11,00	19	3c	18.33	29	17	31.00
10	9d	11.33	20	2c	19.5	30	30	33.00

Se ha calculado el promedio de intervalos mínimos de los periodos de punta matutino y vespertino para cada vivienda observada en la premuestra, empleando los tres valores diarios obtenidos en el muestreo. De esta manera se cuenta con una serie de 30 valores promedio de intervalos mínimos, dos por cada vivienda (Cuadro 4.3). Se considerará sólo la serie de intervalos matutinos por ser los menores.



En el Cuadro 4.11 se ha ordenado la serie de valores de menor a mayor. A continuación se hace el análisis de rechazo de observaciones sospechosas empleando el criterio de Dixon.

Se calculará el valor del estadístico "r" para los siguientes casos:

- Sospecha del elemento mínimo de la muestra, y
- Sospecha del elemento máximo de la muestra.

Para el primer caso, dudando de los seis elementos menores, se tiene:

$$r = \frac{X_J - X_1}{X_i - X_1}$$

donde:

$$i = n - (J-1)$$

$$n = 30$$

$$J = 6$$

$$\text{Entonces } i = 30 - (6 - 1) = 25$$

$$r = \frac{X_6 - X_1}{X_{25} - X_1} = \frac{8.33 - 5}{23.50 - 5} = 0.18$$

El paso siguiente es el cálculo del valor estadístico admisible correspondiente al percentil definido por el número de observaciones correspondientes al caso que se trate. Para ello se emplea la tabla del Anexo C.

Se obtiene  $F_{0.80} = 0.304$ , que es el estadístico admisible.

Como  $r = 0.18 < 0.304$ , se acepta el elemento número 1 y por tanto los siguientes del Cuadro 4.11.

Dudando ahora de los cinco elementos mayores del Cuadro 4.11, se tiene

$$r = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_J}$$

donde:

$$n = 30$$

$$J = 5$$

$$i = 30 - (6-1) = 25$$

$$r = \frac{X_{30} - X_{25}}{X_{30} - X_5} = \frac{33 - 23.50}{33 - 7.50} = 0.372$$

Como  $r = 0.372 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 30 del Cuadro 4.11.

$$r = \frac{X_{29} - X_{25}}{X_{29} - X_5} = \frac{31 - 23.50}{31 - 7.50} = 0.319$$

Como  $r = 0.319 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 29 del Cuadro 4.11.

$$r = \frac{X_{28} - X_{25}}{X_{28} - X_5} = \frac{28 - 23.50}{28 - 7.50} = 0.220$$

Como  $r = 0.220 < 0.304$ , se acepta el elemento número 28 y los anteriores del Cuadro 4.11.

Con los valores aceptados del Cuadro 4.11, puede entonces obtenerse el intervalo mínimo promedio entre usos sucesivos de un inodoro en una edificación de tipo habitacional:

$$j = \frac{\sum X}{n} = \frac{430.78}{28} = 15.39 \text{ min}$$

#### 4.6.2. Análisis de resultados del experimento llevado a cabo en edificios de uso de oficinas.

Como puede verse en los Cuadros 4.4 y 4.5, en los dos edificios de oficinas muestreados durante tres días, se usó con más frecuencia el inodoro seleccionado del sanitario para mujeres que el seleccionado en el sanitario para hombres. Por supuesto que esto se debe a que los hombres tienen la opción de utilizar el urinario, por lo que este mueble se usa más intensamente en los sanitarios para hombres. Debido a esta razón, se utilizarán los registros correspondientes al inodoro del sanitario para damas.

Los registros obtenidos muestran que en este caso no existe un periodo de punta claramente definido, sino que el uso de los muebles se distribuye a lo largo de la jornada de trabajo. Se observan algunos intervalos de usos sucesivos muy cortos (tres son menores a un minuto), mientras que los intervalos mayores son de aproximadamente 40 minutos. Con respecto a los intervalos más cortos registrados, su ocurrencia se debe a que un mismo usuario acciona el fluxómetro dos veces, una al llegar al gabinete y otra al retirarse; las observaciones muestran que ésta es una práctica muy común en los sanitarios de uso público.

Para fines de la aplicación del modelo de Hunter en este caso se consideró que lo más adecuado es utilizar el intervalo promedio que resulte de los registros obtenidos durante los tres días de medición del tiempo entre usos sucesivos del inodoro para mujeres en observación. En virtud de que los datos muy cortos o muy largos se consideraron "dudosos", a continuación se hace el análisis de rechazo de observaciones sospechosas empleando el criterio de Dixon. El Cuadro 4.12 muestra el arreglo de menor a mayor valor de los datos registrados en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.12. Intervalos del Cuadro 4.4 en minutos, ordenados de menor a mayor valor, correspondientes a los edificios de uso de oficinas.

NUMERO	INTERVALO	NUMERO	INTERVALO	NUMERO	INTERVALO	NUMERO	INTERVALO
1	0.70	29	3.66	57	6.92	85	14.48
2	0.83	30	3.83	58	7.15	86	15.12
3	0.97	31	3.88	59	7.15	87	15.48
4	1.10	32	3.92	60	7.28	88	15.58
5	1.16	33	3.95	61	7.47	89	16.45
6	1.18	34	3.97	62	7.58	90	16.70
7	1.22	35	4.02	63	7.86	91	16.77
8	1.48	36	4.02	64	7.87	92	17.60
9	1.48	37	4.15	65	7.90	93	18.92
10	1.50	38	4.18	66	8.03	94	19.75
11	1.60	39	4.30	67	8.05	95	20.10
12	1.86	40	4.58	68	8.42	96	21.11
13	2.03	41	4.65	69	8.93	97	21.62
14	2.13	42	4.78	70	9.22	98	22.43
15	2.22	43	4.82	71	9.67	99	22.85
16	2.32	44	4.83	72	10.6	100	23.68
17	2.35	45	4.88	73	11.3	101	23.90
18	2.60	46	5.33	74	11.37	102	24.32
19	2.63	47	5.38	75	11.80	103	24.52
20	2.70	48	5.45	76	11.85	104	27.75
21	3.02	49	5.68	77	12.02	105	33.95
22	3.03	50	5.82	78	12.36	106	35.78
23	3.03	51	6.03	79	12.37	107	37.11
24	3.23	52	6.18	80	12.57	108	40.05
25	3.30	53	6.50	81	12.58	109	41.27
26	3.42	54	6.58	82	13.0	110	41.32
27	3.45	55	6.75	83	13.75		
28	3.55	56	6.77	84	13.95		

Dudando de los diez elementos menores, se tiene:

$$r = \frac{X_j - X_1}{X_i - X_1}$$

donde:

$$\begin{aligned}i &= n - (J-1) \\n &= 110 \\J &= 10\end{aligned}$$

Entonces  $i = 110 - (10 - 1) = 101$

$$r = \frac{X_{10} - X_1}{X_{101} - X_1} = \frac{1.50 - 0.70}{23.90 - 0.70} = 0.034$$

El paso siguiente es el cálculo del valor estadístico admisible correspondiente al percentil definido por el número de observaciones correspondientes al caso que se trate.

Se obtiene  $F_{0.80} = 0.304$ , que es el estadístico admisible.

Como  $r = 0.034 < 0.304$ , se acepta el elemento número 1 y por tanto los siguientes del Cuadro 4.12.

Dudando ahora de los diez elementos mayores del Cuadro 4.12, se tiene

$$r = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_j}$$

donde:

$$\begin{aligned}n &= 110 \\J &= 10 \\i &= 101\end{aligned}$$

$$r = \frac{X_{110} - X_{101}}{X_{110} - X_{10}} = \frac{41.32 - 23.90}{41.32 - 1.50} = 0.437$$

Como  $r = 0.437 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 110 del Cuadro 4.12.

$$r = \frac{X_{109} - X_{101}}{X_{109} - X_{10}} = \frac{41.27 - 23.90}{41.27 - 1.50} = 0.437$$

Como  $r = 0.437 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 109 del Cuadro 4.12.

$$r = \frac{X_{108} - X_{101}}{X_{108} - X_{10}} = \frac{40.05 - 23.90}{40.05 - 1.50} = 0.419$$

Como  $r = 0.419 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 108 del Cuadro 4.12.

$$r = \frac{X_{107} - X_{101}}{X_{107} - X_{10}} = \frac{37.11 - 23.90}{37.11 - 1.50} = 0.370$$

Como  $r = 0.370 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 107 del Cuadro 4.12.

$$r = \frac{X_{106} - X_{101}}{X_{106} - X_{10}} = \frac{35.78 - 23.90}{35.78 - 1.50} = 0.346$$

Como  $r = 0.346 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 106 del Cuadro 4.12.

$$r = \frac{X_{105} - X_{101}}{X_{105} - X_{10}} = \frac{33.95 - 23.90}{33.95 - 1.50} = 0.310$$

Como  $r = 0.310 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 105 del Cuadro 4.12.

$$r = \frac{X_{104} - X_{101}}{X_{104} - X_{10}} = \frac{27.75 - 23.90}{27.75 - 1.50} = 0.147$$

Como  $r = 0.147 < 0.304$ , se acepta el elemento número 104 y los anteriores del Cuadro 4.12.

Con los valores aceptados del Cuadro 4.12, puede entonces obtenerse el intervalo mínimo promedio entre usos sucesivos de un inodoro en una edificación de tipo de oficinas:

$$j = \frac{\sum X}{n} = \frac{877.1}{104} = 8.4 \text{ min}$$

#### 4.6.3. Análisis de resultados de la investigación llevada a cabo en edificios institucionales

##### 4.6.3.1 Análisis de resultados correspondientes a edificios de educación básica.

Los niños usaron preferentemente el urinario de canaleta, y raramente usaron el inodoro seleccionado para la medición o cualquier otro, por lo que se analizó únicamente el registro obtenido en el sanitario para niñas. En este caso, el uso del inodoro fue constante desde las 8:30 hr, que es la hora de entrada a la escuela, hasta el término del recreo que es a las 12:30 hr, y por ello se consideraron esas cuatro horas como periodo de punta. Se usaron los registros correspondientes al miércoles 2 y jueves 3 de julio, durante los cuales se monitoreó el mismo inodoro; el registro del viernes 4 de julio tuvo escasas anotaciones porque se cambió de lugar el sensor, lo que indica que existen preferencias de las niñas en cuanto a los gabinetes que usan.

Con los registros analizados se obtuvo un promedio entre usos sucesivos del inodoro de 8.87 minutos para el miércoles 2 y de 11.47 minutos para el jueves 3. El mayor número de usos del inodoro durante el miércoles se debió a las condiciones climáticas, pues fue un día frío y algo lluvioso, mientras que el jueves fue templado. Se adoptará 9 minutos como intervalo.

#### **4.6.3.2 Análisis de resultados correspondientes a edificios de educación media superior y superior.**

El Cuadro 4.8 muestra los registros obtenidos en un edificio de este tipo. Debido a la mayor población de sexo masculino en el edificio monitoreado, se colocó el sensor en un inodoro del sanitario para varones. Como puede verse, se tuvo un uso intensivo del sanitario durante todo el turno matutino, que es de 7:00 hr a 13:00 hr. El congestionamiento del sanitario puede notarse en los registros, por los cortos intervalos de tiempo entre accionamientos de la válvula de fluxómetro, de alrededor de un minuto, de donde se infiere que el mueble está siendo usado como urinario, pues aunque el urinario existente es de canaleta, con capacidad para varios usuarios, es insuficiente en los periodos de punta.

También se observa que existen tres periodos de punta apenas ligeramente definidos, que son de 8:30 hr a 10:30 hr, de 11:30 hr a 12:30 hr y de 13:00 a 13:30 hr. Estos periodos guardan relación con el inicio y término de las clases, que son módulos de 1.5 hr de duración comenzando a las 7:00 hr.

En las dos horas que abarca el primer periodo de punta se presentaron 25 usos del inodoro monitoreado, que representan 54.3% de los usos totales en la jornada de medición, mientras que el 45.7% restante de los usos se tuvieron en tres horas, que abarcaron dos periodos de punta, de manera que el periodo de punta crítico se tiene entre 8:30 hr y 10:30 hr, con un intervalo promedio entre usos sucesivos del inodoro de 2.98 min, que puede redondearse a 3 minutos.

#### **4.6.4 Análisis de resultados de la investigación llevada a cabo en edificios de uso recreativo.**

##### **4.6.4.1 Análisis de resultados correspondientes a restaurantes y similares**

Los registros del Cuadro 4.9 evidencian, en principio, el uso intensivo de los inodoros por las mujeres, mientras que en el sanitario para hombres los inodoros son usados en forma esporádica, por esta razón se consideraron los registros correspondientes a los sanitarios para damas para la definición del periodo de punta y del intervalo de los usos sucesivos del inodoro.

El periodo de punta se sitúa entre las 14:00 hr y las 15:30 hr, y aunque se tuvieron instalados los sensores desde las 7:00 hr, los usos de los inodoros fueron esporádicos hasta las 14:00 hr. El intervalo mínimo promedio de uso sucesivo correspondiente a los tres días de medición fue de 4 minutos para el restaurante en observación, que puede clasificarse como de tamaño medio. Se hicieron observaciones en restaurantes de mayor tamaño y, aunque no se hizo monitoreo constante, se constató que el comportamiento es similar en todos los casos.

##### **4.6.4.2 Análisis de resultados correspondientes a salas de concierto, cines, teatros y similares**

Las mediciones efectuadas en la Sala de Conciertos Nezahualcóyotl de la UNAM confirman el uso intensivo de los inodoros por las mujeres, como puede verse en el Cuadro 4.10. Se presentan dos periodos de punta por cada concierto, uno previo de 30 minutos y otro posterior de aproximadamente 20 minutos, que es el periodo crítico. Esta situación es lógico que suceda porque en los 30 minutos previos al concierto los espectadores van llegando paulatinamente, distribuyéndose los usos de los inodoros y otros muebles, mientras que al terminar el concierto todos los espectadores están ya reunidos y los usuarios de los sanitarios se concentran ocasionando congestionamiento, en particular en los sanitarios para damas y no obstante la gran cantidad de inodoros, las usuarias tienen que hacer una línea de espera. El intervalo mínimo promedio resultante de los dos días de medición fue de 1.46 minutos.

Se efectuaron observaciones sin monitoreo constante en algunos cines de manera previa y posterior a la exhibición de películas con boletaje agotado, presentándose un comportamiento similar que confirma el patrón expuesto.

#### 4.7. Conclusiones del experimento para la determinación del tiempo entre operaciones sucesivas de inodoros en edificios con diferente tipo de uso.

1. Del análisis del monitoreo efectuado se concluye que el tiempo promedio que transcurre entre operaciones sucesivas de un inodoro durante el periodo de punta depende principalmente de los siguientes factores:
  - a. Del tipo de uso que se dá a los inmuebles pudiendo ser las edificaciones de alguno de los siguientes grupos:
    - . Habitacionales;
    - . Oficinas;
    - . Institucionales; y
    - . Recreativos.
  - b. Del sexo de las personas para quienes está dispuesto el inodoro, ya que en sanitarios públicos para mujeres el tiempo entre usos sucesivos de inodoros es menor que en los sanitarios para hombres. Esta diferencia notoria en edificios de oficinas, institucionales y recreativos no fue, sin embargo, evidente en los edificios habitacionales porque la muestra no fue lo suficientemente grande para observar las diferencias entre viviendas con más mujeres que hombres y aquéllas que están en el caso contrario. Se estima que este análisis no es importante debido a que el número de habitantes promedio por vivienda es sólo de cinco personas cuya distribución por sexo tendería a ser proporcionalmente mayor en la cantidad de hombres (en las poblaciones humanas nacen aproximadamente 106 varones por cada 100 mujeres<sup>3</sup>).
2. Existen otros factores que tienen influencia en el intervalo como lo es el clima ya que en los días fríos y o lluviosos las personas acuden más veces al sanitario.
3. El Cuadro 4.13 que se presenta a continuación es un resumen de los periodos de punta y de los intervalos que se proponen con base en el análisis de las mediciones efectuadas en edificios de diferentes tipos de uso.

Cuadro 4 13. Valores de la frecuencia de uso (i) propuestos en función del tipo de uso de la edificación.

TIPO DE USO	PERIODO DE PUNTA CRITICO	FRECUENCIA DE USO (i) (minutos)
Habitacional	6:00 a 9:00	15.39
Oficinas	Toda la jornada de trabajo	8.4
Institucionales: -Educación básica y media básica -Educación media superior y superior	Todo el turno 15 a 20 minutos después de cada clase	9.0 3.0
Recreativo: - Restaurantes y similares - Salas de concierto, cines, teatros y similares	14:00 a 15:30 15 a 20 minutos después de cada concierto o exhibición	4.0 1.46

<sup>3</sup> Esta cita representa un promedio mundial. Se dan variaciones geográficas muy pronunciadas

## CAPITULO 5 SIMULACION DEL MODELO DE HUNTER MEDIANTE UN PROGRAMA DE COMPUTADORA

Como se ha expuesto en los capítulos anteriores, para estimar el gasto de diseño de una instalación mediante el modelo de Hunter es necesario proponer valores del tiempo de funcionamiento ( $t$ ) -o sea la duración de la descarga de agua potable por la válvula de admisión de cada mueble-, de la frecuencia de accionamiento de las válvulas ( $i$ ), y del volumen de agua consumido en cada uso. En el Cuadro 5.1 se resumen los valores propuestos por el autor para edificios de uso habitacional con base en el análisis de la investigación documental efectuada como parte del presente estudio y del análisis de resultados de la investigación de campo descrita en el Capítulo 4; asimismo en dicho cuadro se anotan los valores propuestos por el Dr. Hunter para fines de comparación. Aquí es importante recordar que en su investigación original Hunter solamente consideró el uso del agua en edificios de uso habitacional. El Cuadro 5.2 presenta los valores propuestos por el autor para edificios con uso distinto del habitacional.

Cuadro 5.1. Cuadro comparativo de los valores de  $t$ ,  $i$  y  $q$  propuestos por Hunter con los obtenidos en el presente estudio (Revisión<sup>1</sup>) para inodoros, en uso habitacional.

MUEBLE SANITARIO	REFERENCIA	FRECUENCIA DE USO (i) (minutos)	DURACION DEL USO (t) (segundos)	GASTO (q) (l/s)
Inodoro con fluxómetro	Hunter	5.0	9.0	1.70
	Revisión	15.39	7.0	0.857
Inodoro con tanque	Hunter	5.0	60.0	0.25
	Revisión	15.39	180.0	0.033
Regadera	Hunter (tina de baño)	15.00	60.0	0.504
	Revisión	30.07	720.0	0.166
Lavabo	Hunter	No estudiado	No estudiado	No estudiado
	Revisión	11.52	150.0	0.166

Los valores de la frecuencia ( $i$ ) de los Cuadros 5.1 y 5.2 consideran las horas de máxima demanda o periodo de punta.

Es muy importante en este punto destacar la relación entre los factores de tiempo, que está gobernada por los tres enunciados siguientes, extraídos del Capítulo 2:

1. *Cuanto más grande es la duración de la descarga  $t$ , mayor es la probabilidad de descargas sobrepuestas.*

<sup>1</sup> Para abreviar se usa la palabra "revisión" con el significado de volver a ver, someter una cosa a un nuevo examen para corregirla.



2. *Cuanto más corto sea el tiempo entre descargas  $i$ , más grande será la probabilidad de coincidencia o sobreposición.*
3. *A mayor extensión del periodo de punta, mayor será la probabilidad de coincidencia o sobreposición.*

Aun sin considerar la reducción significativa en los gastos de cada aparato debido a las innovaciones en sus diseños, de todas formas disminuiría considerablemente el gasto de diseño de las instalaciones con respecto al obtenido con los valores propuestos por Hunter, esto como consecuencia de la sustitución en el modelo de los factores de tiempo obtenidos en el presente estudio, lo que puede preverse mediante la aplicación de los enunciados 1 a 3. En los siguientes apartados se analiza detalladamente la repercusión de los nuevos valores propuestos, en la estimación del gasto de diseño de una instalación.

Cuadro 5.2. Valores de  $t$ ,  $i$  y  $q$  propuestos en el presente estudio para inodoros en edificios de uso distinto del habitacional.

MUEBLE SANITARIO	TIPO DE USO	FRECUENCIA DE USO (t) (minutos)	DURACION DEL USO (t) (segundos)	GASTO (q) (l/s)
Inodoro con fluxómetro	Oficinas	8.40	7.0	0.857
Inodoro con tanque			180.0	0.033
Inodoro con fluxómetro	Educación básica y media básica	9.0	7.0	0.857
Inodoro con tanque			180.0	0.033
Inodoro con fluxómetro	Educación superior y media superior	3.0	7.0	0.857
Inodoro con tanque			180.0	0.033
Inodoro con fluxómetro	Restaurantes y similares	4.0	7.0	0.857
Inodoro con tanque			180.0	0.033
Inodoro con fluxómetro	Salas de concierto, cines, teatros y similares	1.46	7.0	0.857
Inodoro con tanque			180.0	0.033

### 5.1. Simulación del modelo de Hunter mediante un programa de computadora.

La sustitución de los factores de tiempo y gasto efectuada por Hunter en su modelo para la obtención de las curvas de diseño mediante los procedimientos matemáticos expuestos en el Capítulo 2 entraña una ardua labor que, tomando en cuenta la época en que la realizó, hace aun más encomiable su investigación. La utilización del mismo procedimiento en este estudio sería todavía más ardua, considerando que se pretende obtener curvas de diseño específicas para cinco usos distintos del habitacional, de manera que el uso de la programación no sólo es deseable sino indispensable.

"Resolver un problema" con una computadora significa mucho más que el trabajo que ejecuta la máquina. Será muy instructivo delinear el proceso completo de preparación de un problema típico de ingeniería para su solución con computadora. Para resolver un problema con un programa pueden considerarse los siguientes siete pasos básicos:

1. Definir el problema;
2. Determinar las entradas y salidas;
3. Desarrollar un ejemplo de prueba;
4. Escribir el algoritmo avanzado;

5. Depurar el algoritmo para hacerlo algo más específico;
6. Convertir el algoritmo a un programa; y
7. Probar el programa.

La definición de un problema consiste en seleccionar un método general para la solución, decidir qué combinaciones de objetivos debe satisfacer el sistema, y especificar las condiciones bajo las cuales debe operar. En nuestro caso, la definición del problema se ha efectuado en el Capítulo 1, y puede concretarse en la siguiente instrucción: se requiere un programa que dé solución a la ecuación 2.8

$$p_0^n + p_1^n + p_2^n \dots + p_{m-1}^n + p_m^n > 0.99$$

El segundo paso en la resolución del problema está en determinar las entradas y salidas. Las entradas son la información que tiene que proporcionarse al programa; en este caso las entradas son:

- La duración media "t" de un servicio, en segundos;
- La frecuencia de uso "i", es decir, el intervalo medio que transcurre entre un servicio y el siguiente durante el periodo de punta, en segundos; y
- El gasto "q" del mueble.

Las salidas son la información que el programa debe proporcionar al usuario, en este caso son:

- El *factor de diseño* m, definido como el valor particular de r tomado de n muebles que serán encontrados en operación una fracción seleccionada del tiempo bajo condiciones asumidas de uso; y
- El gasto probable g de n muebles instalados.

Los ejemplos de prueba correspondientes al paso 3 se hicieron a partir del modelo original de Hunter en el Capítulo 2.

Escribir un algoritmo avanzado es el primer paso en la resolución del problema. Un algoritmo es un procedimiento realizado paso a paso para resolver un problema. El algoritmo del modelo de Hunter es el siguiente:

1. Se propone un valor de n;
2. Se evalúa la ecuación 2.5 para el valor de n y valores sucesivos de m, desde m = 0, 1, 2, 3, etc.

$$p_m^n = C_m^n (1-p)^n \cdot p^m$$

3. Se efectúa la sumatoria de los términos calculados con la ecuación 2.5 hasta que el resultado sea mayor o igual a 0.99 (99%), siendo m el entero más pequeño para el cual es cierta la relación; y
4. Se propone un nuevo valor de n y se repiten los pasos 2 a 3.

Escrito y refinado el algoritmo, el siguiente paso es escribir el programa de computadora. En el Cuadro 5.3 se presenta el programa que resuelve el problema, el cual fue elaborado en lenguaje QuickBASIC 4.5.

Debido a que el modelo involucra cálculos con el factorial del número de muebles "n" propuestos, no importa cuán potente sea la computadora, siempre será insuficiente para efectuar los cálculos, salvo que se elijan pequeños valores de n, alrededor de 150; esto se debe al tipo de constantes

numéricas empleadas en los cálculos. Cuando se efectúa la programación científica, es imprescindible conocer el número de lugares decimales o dígitos que contienen los cálculos. Se reconocen tres tipos de constantes numéricas: constantes enteras, constantes de precisión simple y constantes de precisión doble.

Una constante entera es un entero corriente (positivo o negativo) en el intervalo -32768 a +32767. La clase de constante seguida por un signo % se considerará una constante entera.

Una constante de precisión simple es un número que tiene siete dígitos o menos y que no es un entero. La constante numérica que esté seguida del signo !, se considerará constante de precisión simple y se redondeará como tal.

Una constante de doble precisión es un número que contiene más de siete dígitos. Un símbolo # sirve como rótulo de declaración de tipo para indicar una constante de doble precisión.

Pues bien, durante la elaboración del programa los factoriales de números arriba de 150, incluso declarándolos como constantes de doble precisión, resultaron tan grandes, que sobrevino un error por rebasar la capacidad (OVERFLOW o "desbordamiento"). Para resolver este nuevo problema se efectuaron muchas pruebas de escritorio con el fin de simplificar los factoriales que intervienen en la ecuación del número de combinaciones sin repetición siguiente:

$$C_m^n = \frac{n!}{m!(n-m)!}$$

El algoritmo correspondiente puede entenderse a través del siguiente ejemplo:

Sea  $n=10$  y  $m = 2$ , sustituyendo

$$C_2^{10} = \frac{10!}{2!(10-2)!}$$

ó

$$C_2^{10} = \frac{10!}{2!(8)!}$$

que sería igual a

$$C_2^{10} = \frac{1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8 \times 9 \times 10}{2!(1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8)}$$

$$C_2^{10} = \frac{9 \times 10}{2!}$$

Obsérvese que la igualdad anterior es análoga a la que resultaría de aplicar la expresión del coeficiente binomial de la serie binómica descubierta por Newton. Dicho coeficiente está definido por<sup>2</sup>:

$$\binom{\alpha}{N} = \frac{\alpha(\alpha-1) \dots (\alpha-N+1)}{N!}$$

De manera que la ecuación del número de combinaciones sin repetición puede generalizarse así:

$$C_m^n = \frac{n!}{m!(n-m)!} = \binom{n}{m} = \frac{n(n-1) \dots (n-m+1)}{m!}$$

donde los factoriales de  $n$  han desaparecido y al ser mucho menores los valores de  $m$  que los de  $n$ , ya no es frecuente el desbordamiento en el cálculo de  $m!$ .

Este algoritmo fue programado como una función denominada FUNCTION num# (n#, m#), que aparece en el Cuadro 5.3.

Existen tantas posibilidades de cometer errores en programación que la mayoría de los programas no trabajan correctamente cuando se les prueba por primera vez. Se deben localizar los errores y probar completamente el programa para estar seguros de que funciona en la forma prescrita. En nuestro caso, el programa se probó con los valores de  $i$ ,  $t$  y  $q$  propuestos por Hunter, verificándose los resultados que él mismo obtuvo.

Finalmente, el programa se corrió con los nuevos datos del problema especificados en los capítulos precedentes.

Con el programa listado en el Cuadro 5.3 de la página siguiente, puede calcularse la relación del gasto demandado ( $m_q$ ) con respecto a la cantidad de muebles ( $n$ ) a partir de los factores de tiempo obtenidos en la investigación de laboratorio y campo, mediante mediciones en edificios en condiciones en que hay congestión en el servicio, o sea durante el periodo de punta correspondiente al tipo de edificación de que se trate. También pueden obtenerse mediante este programa los factores de carga o "unidades mueble", que constituyen el operador básico para la aplicación del método de cálculo del gasto de diseño en instalaciones.

Cuadro 5.3. Listado del programa que resuelve el modelo de Hunter, elaborado en lenguaje QuickBASIC 4.5.

---

```
DECLARE FUNCTION fact# (n#)
DECLARE FUNCTION num# (n#,m#)
CLS
DIM y(300)
INPUT "tiempo que transcurre entre usos sucesivos del mueble i"; i
INPUT "tiempo de alimentación de agua al mueble por cada uso t"; t
INPUT "Gasto del mueble"; q1

p = t / i

FOR n# = 0 TO 400 STEP 1
  s = 0
  j = 0
  DO WHILE s < .99

      m# = 0 + j
      k = 0 + j
      c# = (num# (n#, m#)) / fact# (m#)
      y(k) = c# * ((1-p)^(n# - m#) * (p^m#)
      s = y(k) + s
      j = j + 1

  LOOP

      q1 = m# * q1
      PRINT n#, m#, q1

  NEXT n#
END

FUNCTION fact# (n#)
  fac# = 1
  FOR cnt# = 1 TO n#
    fac# = fac# * cnt#
  NEXT cnt#
  fact# = fac#
END FUNCTION

FUNCTION num# (n#, m#)
  nu# = 1
  FOR cnt# = (n# - m# + 1) TO n#
    nu# = nu# * cnt#
  NEXT cnt#
  num# = nu#
END FUNCTION
```

---

## 5.2. Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en uso doméstico.

Para la obtención de la equivalencia de cada mueble o aparato sanitario en unidades mueble, se empleó el procedimiento de Hunter expuesto en el ejemplo del Cuadro 2.4. Se efectuaron corridas del programa utilizando los factores de tiempo y gasto del Cuadro 2.1 correspondientes a los principales muebles sanitarios domésticos. Al analizar los resultados de cada corrida se llegó a la conclusión de que la regadera es el aparato sanitario doméstico con mayor probabilidad de uso simultáneo y, en consecuencia de mayor demanda de agua en forma instantánea en una edificación de uso habitacional durante el periodo de punta. Por lo tanto se tomó a la regadera como el aparato crítico de la instalación asignándole 14 unidades mueble en forma arbitraria, y en función de este

factor de carga se obtuvieron los correspondientes a los otros muebles sanitarios. En el Cuadro 5.4 se muestran las operaciones efectuadas. Primero se elige un gasto anotándolo en la primera columna, y luego se busca en los listados de corrida del programa el número de regaderas "n" a partir de las cuales se presentaría probablemente ese gasto. A continuación se busca en los listados correspondientes el número "n<sub>1</sub>" de lavabos, inodoros de fluxómetro e inodoros de tanque que darían el mismo gasto elegido. Con el factor de carga  $f=14$  asignado arbitrariamente a la regadera, y empleando la ecuación 2.12, se obtienen los factores de carga de los otros muebles.

Cuadro 5.4. Factores de carga (unidades mueble) de los principales muebles y aparatos sanitarios en uso doméstico.

GASTO (l/s)	REGADERA		LAVABO		INODORO CON FLUXOMETRO		INODORO CON TANQUE	
	n	f	n <sub>1</sub>	f <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	f <sub>3</sub>
1.714	15	14	24	8.75	21	10	196	1.07
2.571	24	14	41	8.19	59	5.69	312	1.08
3.428	35	14	59	8.30	110	4.45	430	1.13
4.285	45	14	78	8.07	171	3.68		
5.142	56	14	96	8.16	238	3.29		
5.999	67	14	118	7.95	310	3.03		
6.856	78	14			386	2.83		
PROMEDIO		14		8.24		3.20		1.09
ADOPTADO		14		8		3		1

Nota: Para el promedio del factor de carga del inodoro con fluxómetro se descartaron los dos primeros datos de  $f_2$ , ya que aparentemente se alejan de la tendencia de la mayoría de los datos de la columna.

Aparentemente las unidades mueble correspondientes a lavabos e inodoros con fluxómetro decrecen conforme el gasto se incrementa. Sin embargo, parecen tender a un número, de aquí que los valores de las unidades mueble se promedian. Las incertidumbres en el proceso para determinar gastos de diseño son todavía grandes por lo que no hay objeción en expresar las unidades mueble redondeando al entero más cercano, como se muestra en el último renglón del Cuadro 5.4.

Ahora puede obtenerse la tabla o curva general de diseño para instalaciones destinadas al uso habitacional a partir del aparato crítico que es, según se ha explicado, la regadera a partir de  $fn=0$ . La Figura 5.1 muestra la curva de diseño hasta 350 unidades mueble mientras que la Figura 5.2 se utiliza arriba de 1000 unidades.

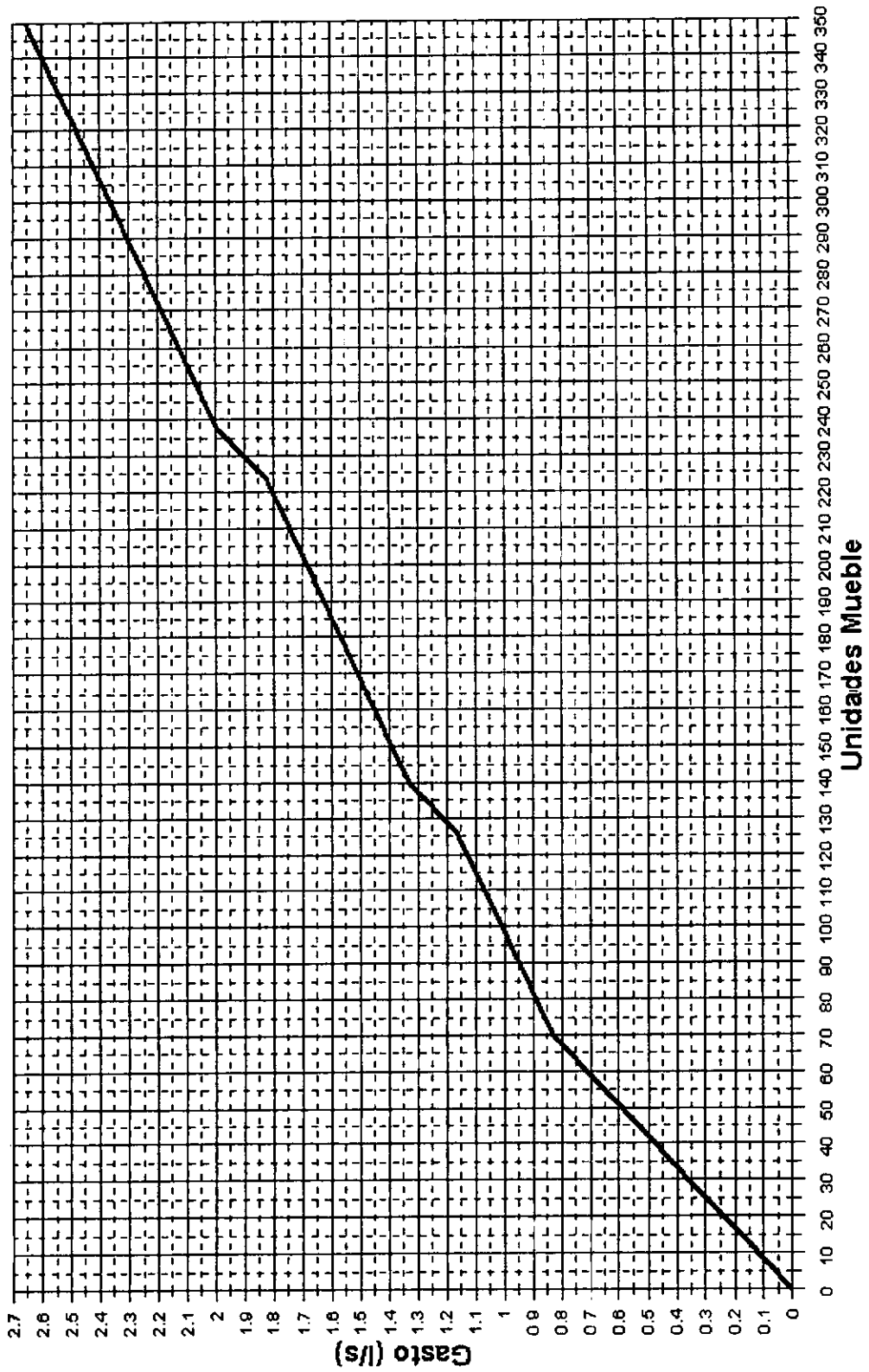


Figura 5.1. Curva de diseño para uso habitacional

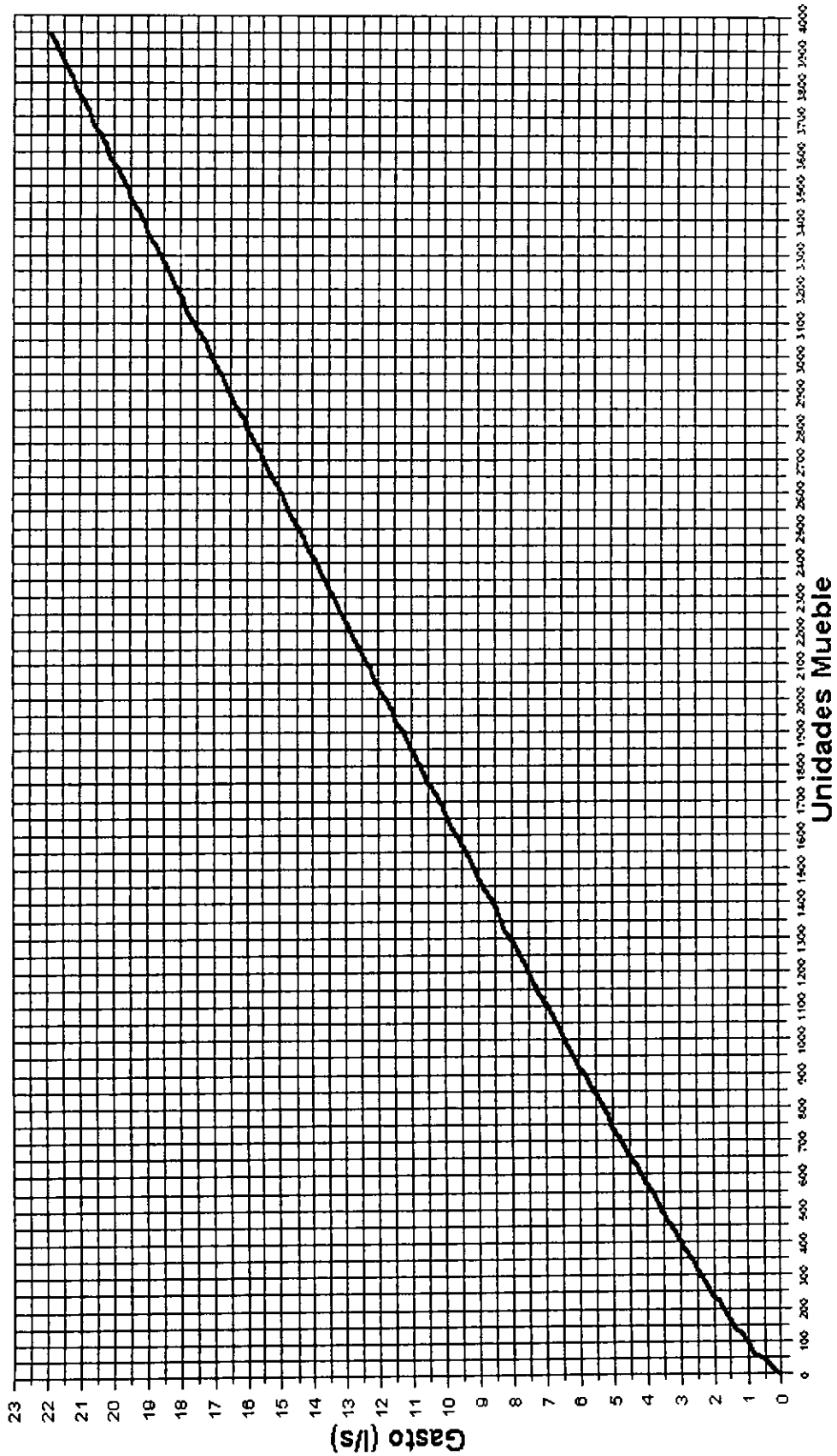


Figura 5.2. Curva de diseño para uso habitacional



### 5.3. Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en uso de oficinas.

Procediendo en la forma expuesta en el apartado anterior, se obtuvieron las unidades mueble o factores de carga del Cuadro 5.5, para los muebles y aparatos sanitarios comunes en edificaciones de oficinas. Debido a los factores de tiempo correspondientes a este uso, el inodoro con fluxómetro es el mueble que demanda mayor gasto instantáneo por lo que se consideró como mueble crítico asignándole 10 unidades mueble, y en función de este valor se obtuvo 5 para el urinario, 3 para el inodoro con tanque y 1 para el lavabo.

Con el factor de carga  $f=10$  asignado al inodoro de fluxómetro se construyó la Figura 5.3 para diseños que involucren un número reducido de unidades mueble, mientras que la Figura 5.4 se refiere a instalaciones arriba de 1000 unidades mueble, ambas curvas para instalaciones en edificios destinados al uso de oficinas a partir de  $fn=0$ .

Cuadro 5.5. Factores de carga (unidades mueble) de los principales muebles y aparatos sanitarios en uso de oficinas.

GASTO (l/s)	INODORO CON FLUXOMETRO		URINARIO		INODORO CON TANQUE		LAVABO	
	n	f	n <sub>1</sub>	f <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	f <sub>3</sub>
0.857	10	10			50	2	91	1.01
1.714	32	10	55	5.82	111	2.88	243	1.31
2.571	60	10	104	5.77	176	3.40	400	1.5
3.428	93	10	163	5.71	241	3.85		
PROMEDIO		10		5.76		3.03		1.27
ADOPTADO		10		5		3		1

### 5.4. Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en edificios para educación básica y media básica.

Consecuentemente se obtuvieron las unidades mueble o factores de carga del Cuadro 5.6, para los muebles y aparatos sanitarios comunes en edificaciones destinadas a educación básica y media básica (preprimaria, primaria y secundaria). Como se observa en el Cuadro 5.2, el tiempo entre usos sucesivos del inodoro en este caso es muy semejante al correspondiente al uso de oficinas, por lo que era de esperarse un comportamiento similar en cuanto a los factores de carga. El inodoro con fluxómetro es el mueble que demanda mayor gasto instantáneo por lo que se consideró como mueble crítico asignándole 10 unidades mueble, y en función de este valor se obtuvo 5 para el urinario, 3 para el inodoro con tanque y 1 para el lavabo.

Con el factor de carga  $f=10$  asignado al inodoro de fluxómetro se obtuvo la curva general de diseño para instalaciones destinadas al uso de educación básica y media básica a partir de  $fn=0$  (Figuras 5.5 y 5.6).

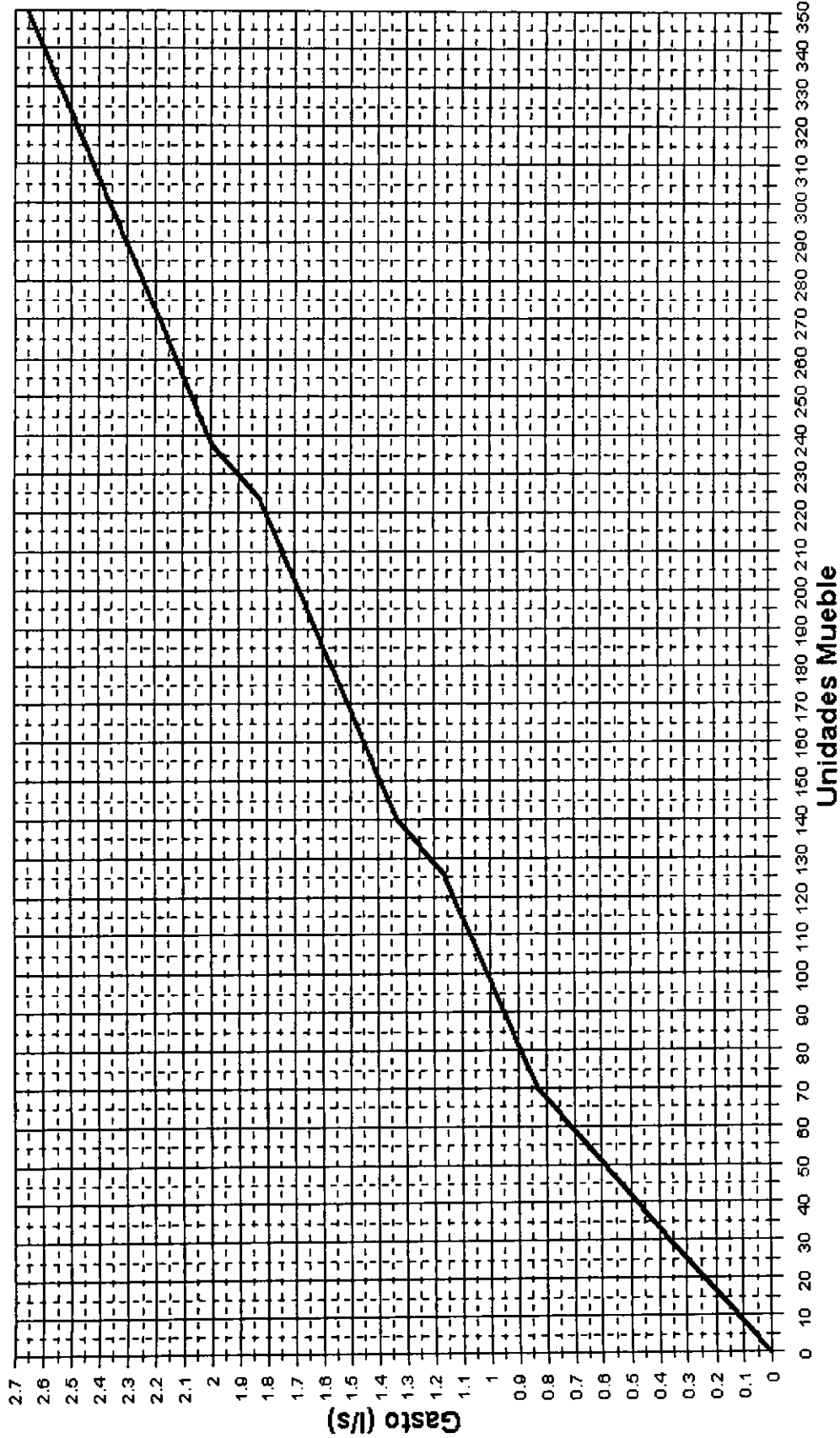


Figura 5.3. Curva de diseño para uso de oficinas.

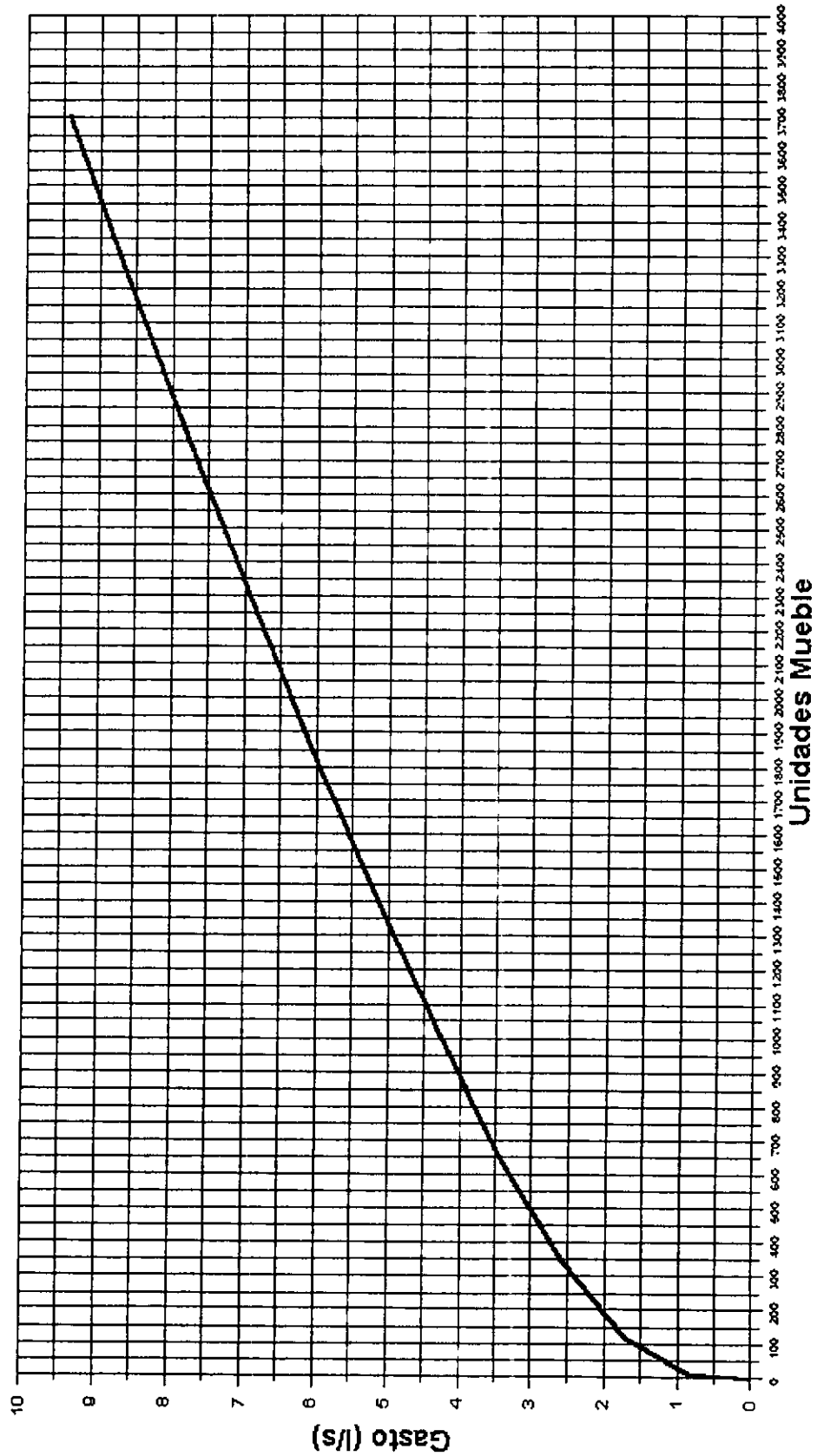


Figura 5.4. Curva de diseño para uso de oficinas

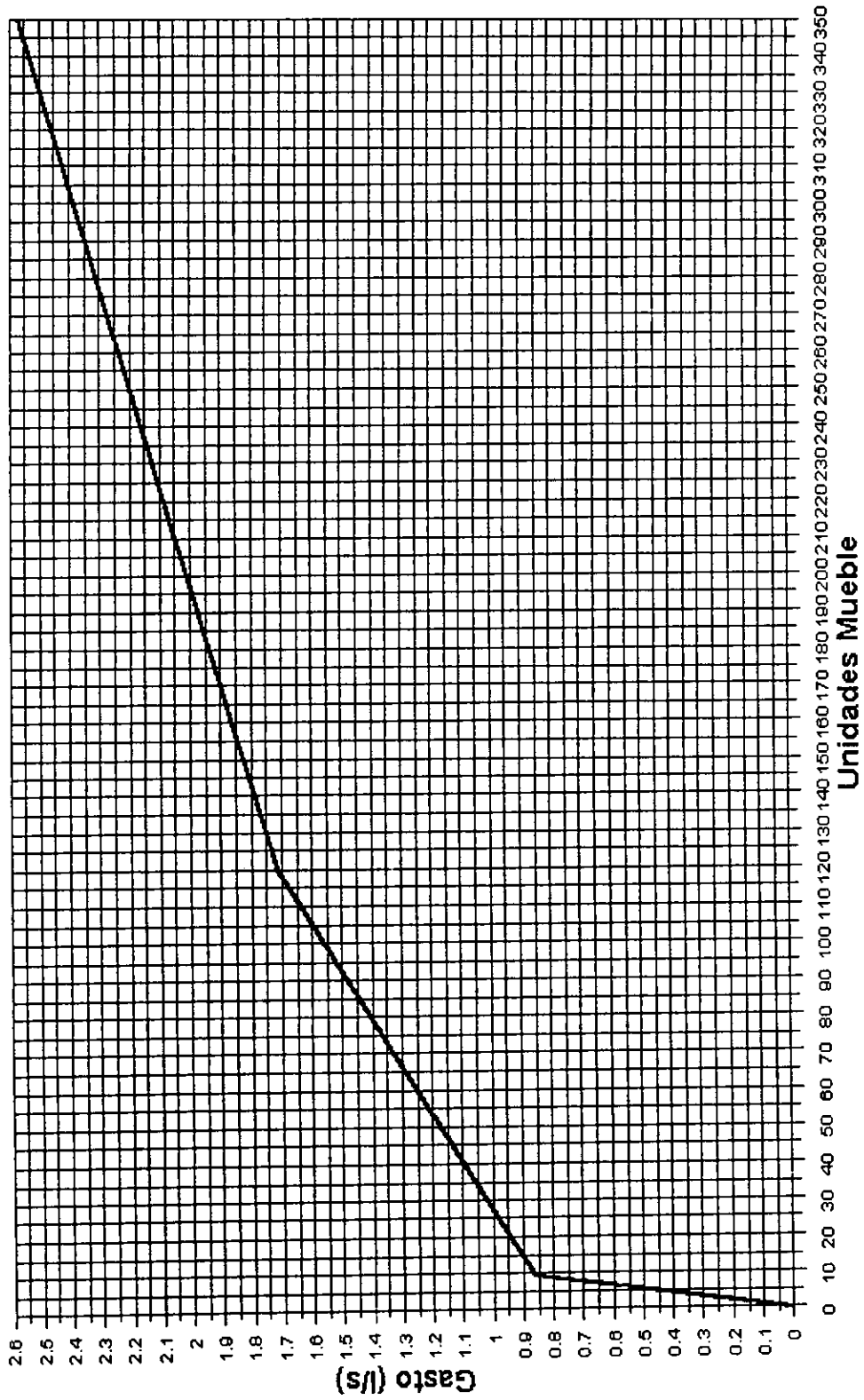


Figura 5.5 Curva de diseño para uso de escuelas de educación básica y media básica

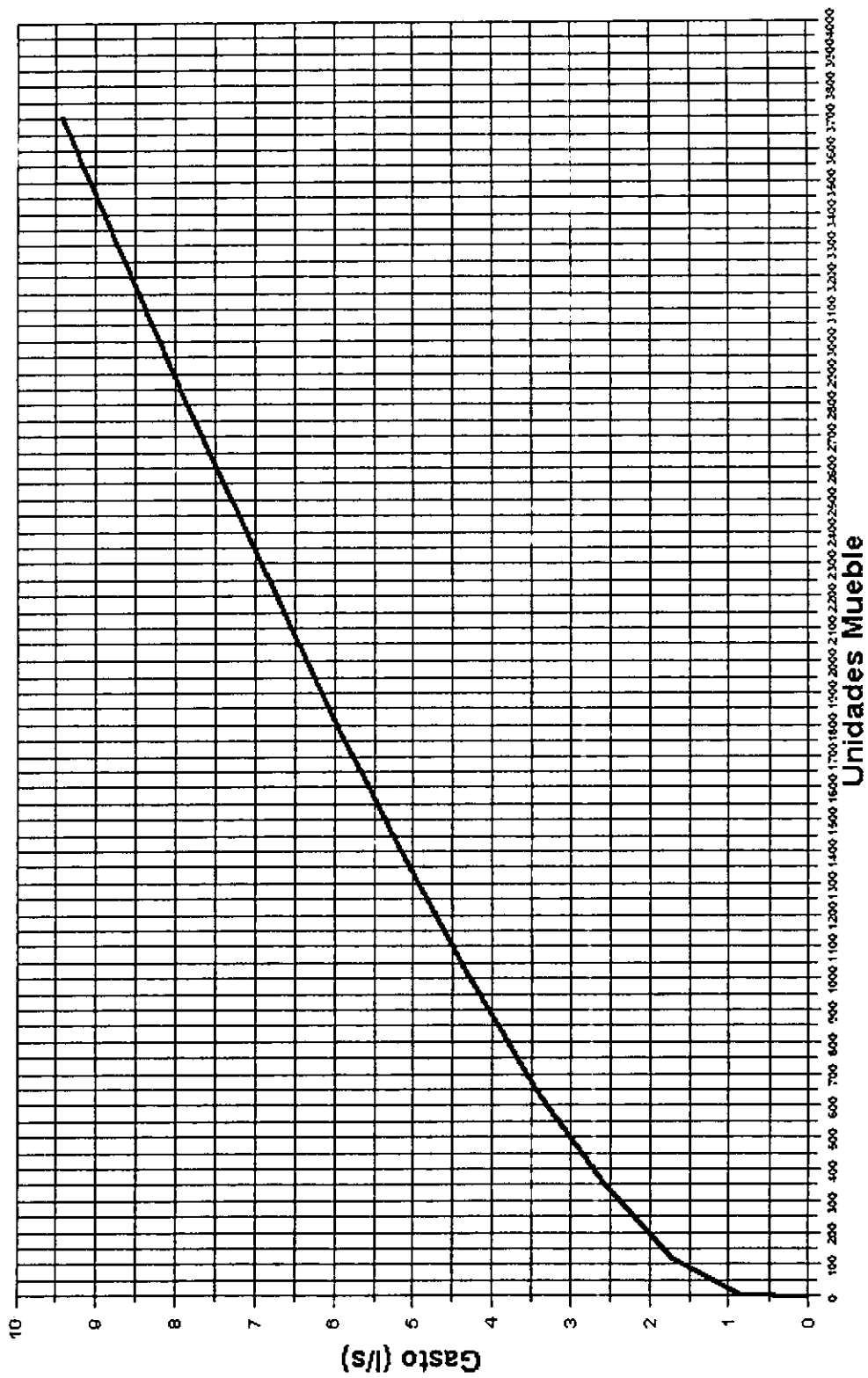


Figura 5.6. Curva de diseño para uso de escuelas de educación básica y media básica.

Cuadro 5.6. Factores de carga (unidades mueble) de los principales muebles y aparatos sanitarios en edificios de educación básica y media básica.

GASTO (l/s)	INODORO CON FLUXOMETRO		URINARIO		INODORO CON TANQUE		LAVABO	
	n	f	n <sub>1</sub>	f <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	f <sub>3</sub>
0.857	10	10			53	1.89	98	1.02
1.714	34	10	59	5.76	119	2.85	260	1.30
2.571	64	10	112	5.71	187	3.42	415	1.54
3.428	100	10	174	5.74	258	3.87		
4.285	139	10	242	5.74				
5.142	181	10	317	5.71				
5.999	226	10	395	5.72				
PROMEDIO		10		5.73		3.0		1.29
ADOPTADO		10		5		3		1

### 5.5. Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en edificios para educación media superior y superior.

El Cuadro 5.7, presenta los cálculos efectuados para la obtención de los factores de carga de los muebles y aparatos sanitarios comunes en edificaciones destinadas a educación media superior y superior (preparatoria, licenciatura y posgrado). El tiempo entre usos sucesivos del inodoro en este caso es muy corto (180 segundos), por lo que es probable que se tengan en operación simultánea varios inodoros de un grupo y en consecuencia valores mayores del gasto que en los casos anteriores. El inodoro con fluxómetro es el mueble que demanda mayor gasto instantáneo por lo que se consideró como mueble crítico asignándole 10 unidades mueble, y en función de este valor se obtuvo 5 para el urinario, 3 para el inodoro con tanque y 1.5 para el lavabo.

Con el factor de carga  $f=10$  asignado al inodoro de fluxómetro se obtuvo la curva general de diseño (Figuras 5.7 y 5.8) para instalaciones destinadas al uso de educación media superior y superior a partir de  $fn=0$ .

Cuadro 5.7. Factores de carga (unidades mueble) de los principales muebles y aparatos sanitarios en edificios de educación media superior y superior.

GASTO (l/s)	INODORO CON FLUXOMETRO		URINARIO		INODORO CON TANQUE		LAVABO	
	n	f	n <sub>1</sub>	f <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	f <sub>3</sub>
0.857	4	10	8	5.00	26	1.53	33	1.21
1.714	12	10	20	6.00	52	2.30	88	1.36
2.571	22	10	38	5.78	78	2.82	150	1.46
3.428	34	10	58	5.86	104	3.26	218	1.56
4.285	47	10	82	5.73	130	3.61	285	1.64
5.142	61	10	107	5.70	156	3.91	357	1.70
5.999	76	10	133	5.71				
6.85	92	10	188	4.89				
7.71	108	10	217	4.97				
8.57	125	10	247	5.06				
9.42	142	10	277	5.12				
10.28	159	10	309	5.14				
11.141	177	10	340	5.20				
11.99	195	10	372	5.24				
PROMEDIO		10		5.38		2.90		1.49
ADOPTADO		10		5		3		1.5

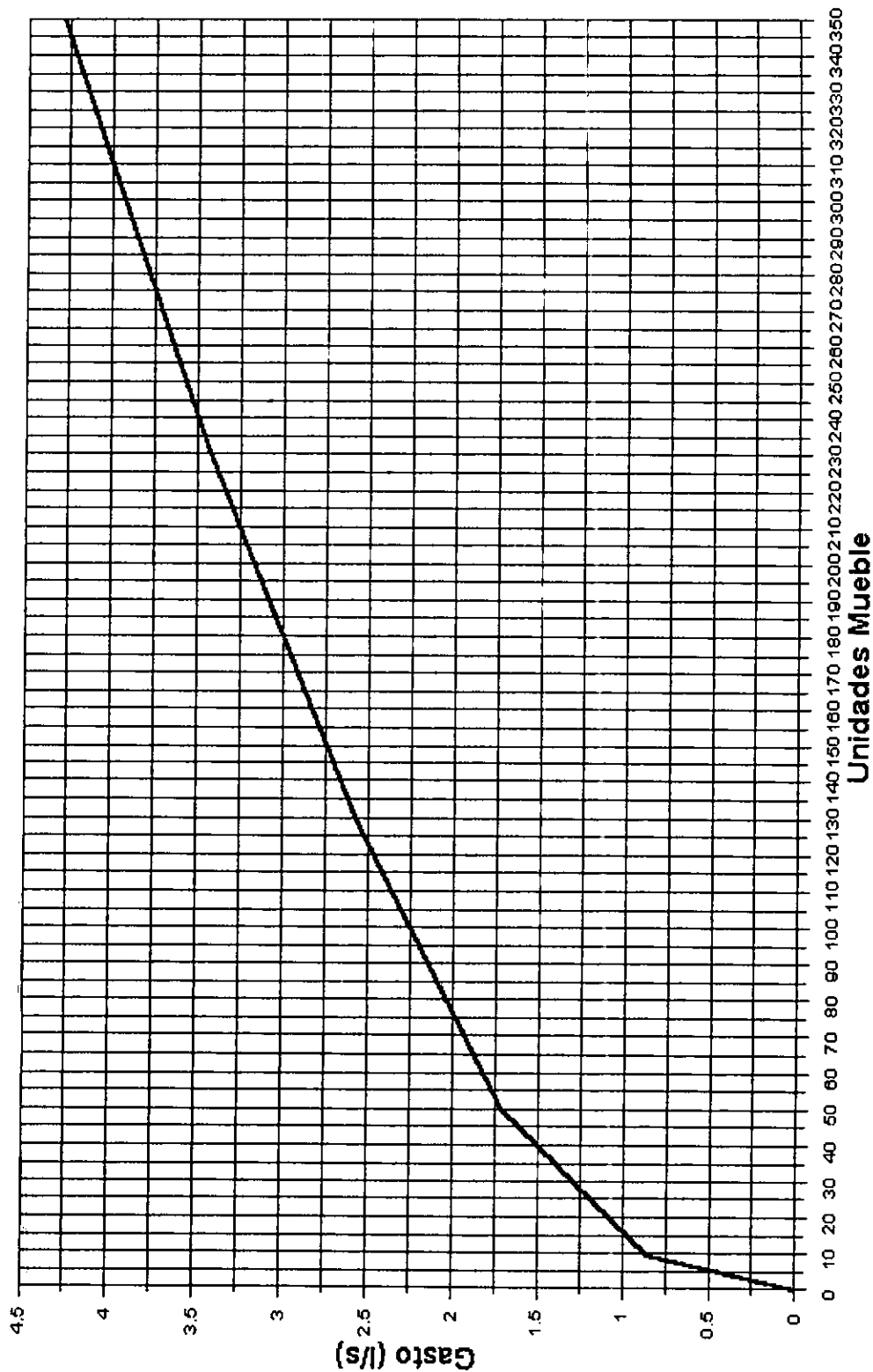


Figura 5.7. Curva de diseño para escuelas de educación media superior y superior.

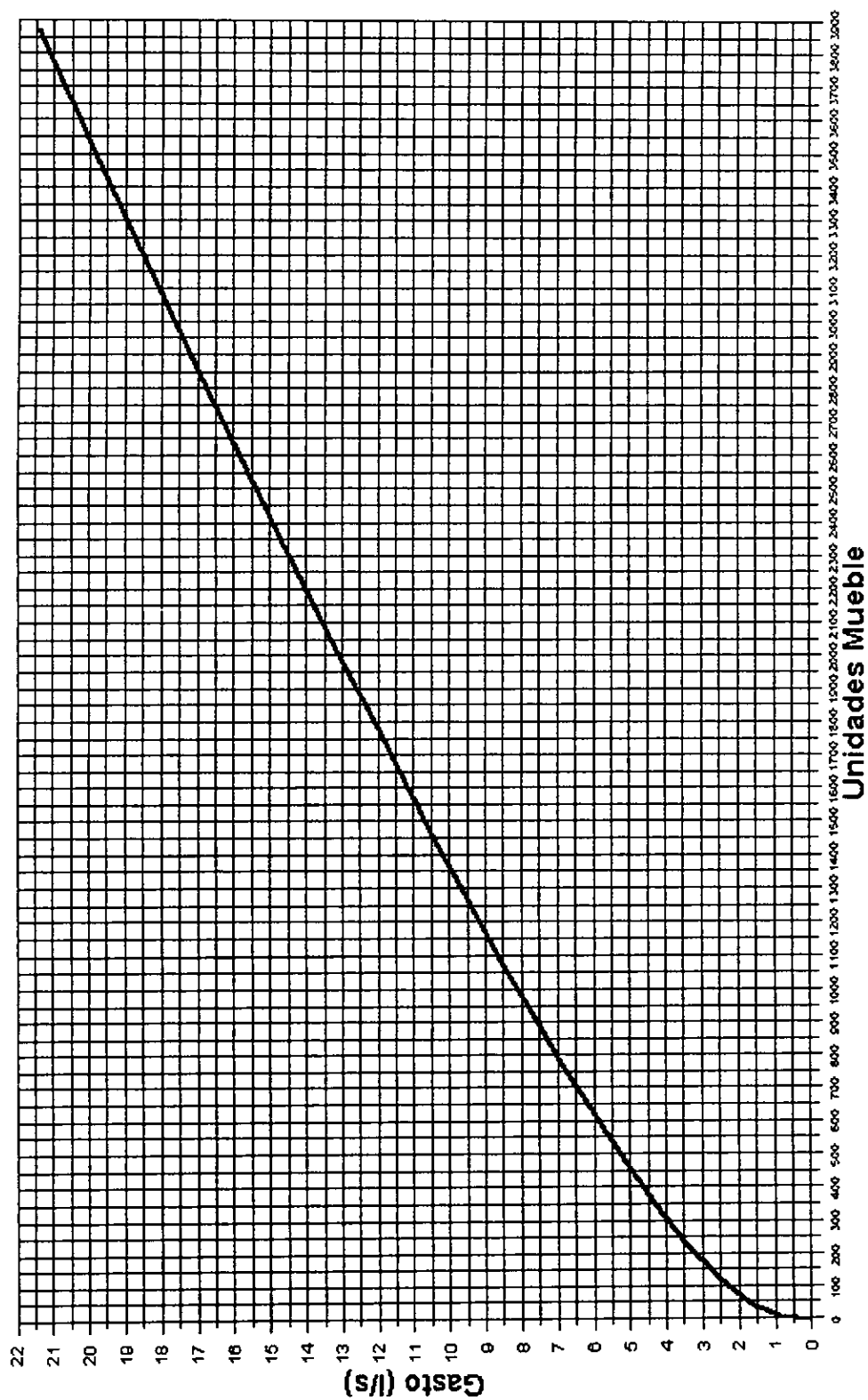


Figura 5.8. Curva de diseño para escuelas de educación media superior y superior



**5.6. Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en restaurantes y similares.**

El Cuadro 5.8, muestra los cálculos efectuados para la obtención de los factores de carga de los muebles y aparatos sanitarios comunes en restaurantes. El tiempo entre usos sucesivos del inodoro en este caso es de 4 minutos (240 segundos), por lo que también es probable que se tengan en operación simultánea varios inodoros de un grupo y en consecuencia gastos mayores que en edificios de oficinas y educación básica. También en este caso el inodoro con fluxómetro es el mueble que demanda mayor gasto instantáneo por lo que se consideró como mueble crítico asignándole 10 unidades mueble, y en función de este valor se obtuvo 5 para el urinario, 3 para el inodoro con tanque y 1.5 para el lavabo.

Con el factor de carga  $f=10$  asignado al inodoro de fluxómetro se obtuvo la curva general de diseño para instalaciones destinadas a restaurantes y similares a partir de  $f_n=0$  (Figuras 5.9 y 5.10).

Cuadro 5.8. Factores de carga (unidades mueble) de los principales muebles y aparatos sanitarios en restaurantes y similares.

GASTO (l/s)	INODORO CON FLUXOMETRO		URINARIO		INODORO CON TANQUE		LAVABO	
	n	f	n <sub>1</sub>	f <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	f <sub>3</sub>
0.857	5	10	9	5.56	28	1.79	44	1.14
1.714	15	10	26	5.77	59	2.54	117	1.28
2.571	29	10	50	5.80	92	3.15	199	1.46
3.428	45	10	78	5.77	124	3.63	287	1.57
4.285	62	10	108	5.74	157	3.95	379	1.64
5.142	81	10	142	5.70	189	4.29		
5.999	101	10	177	5.71				
6.85	122	10	250	4.88				
7.71	144	10	289	4.98				
8.57	166	10	328	5.06				
PROMEDIO		10		5.49		3.22		1.41
ADOPTADO		10		5		3		1.5

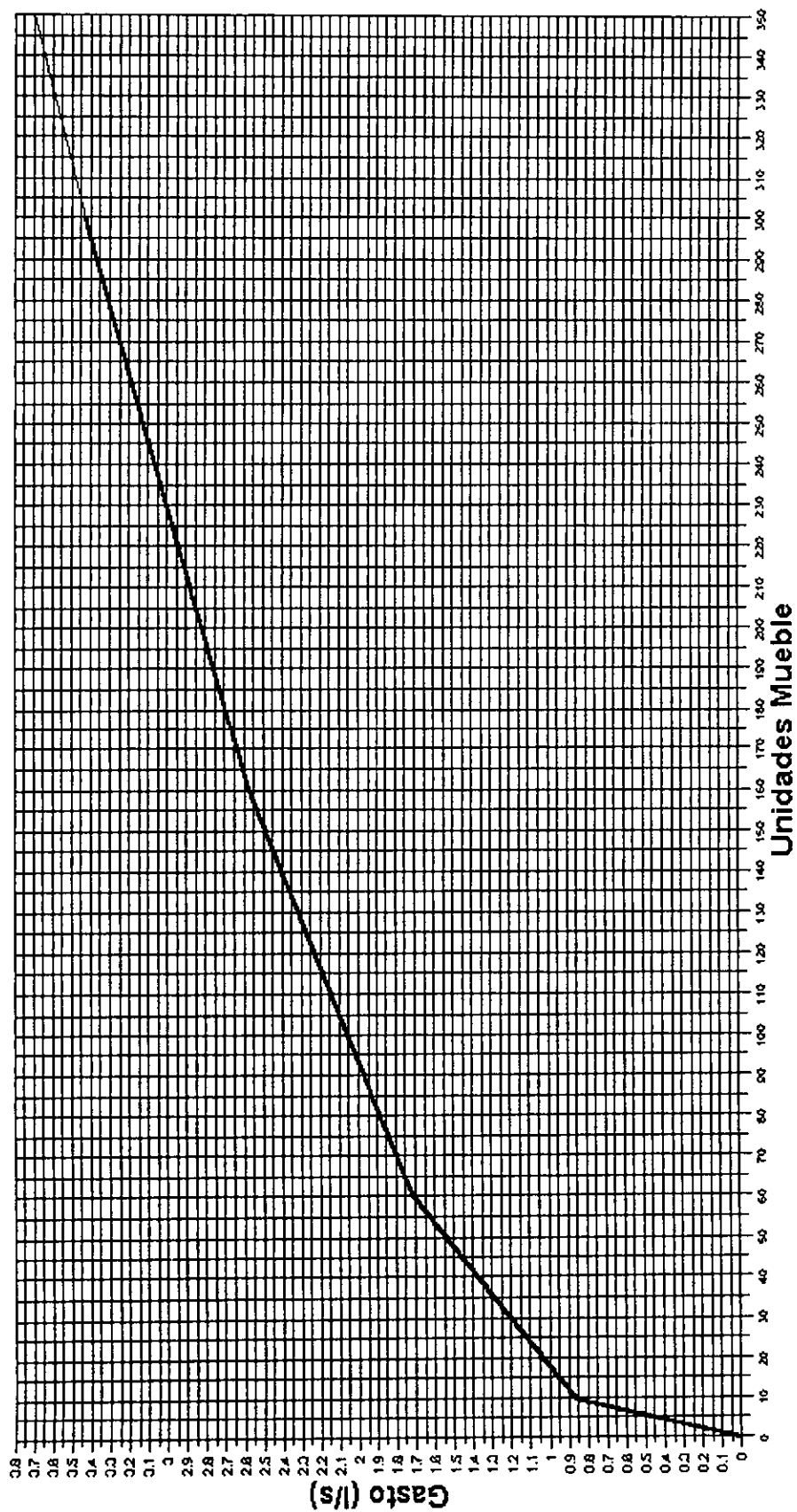


Figura 5.9. Curva de diseño para restaurantes y similares.

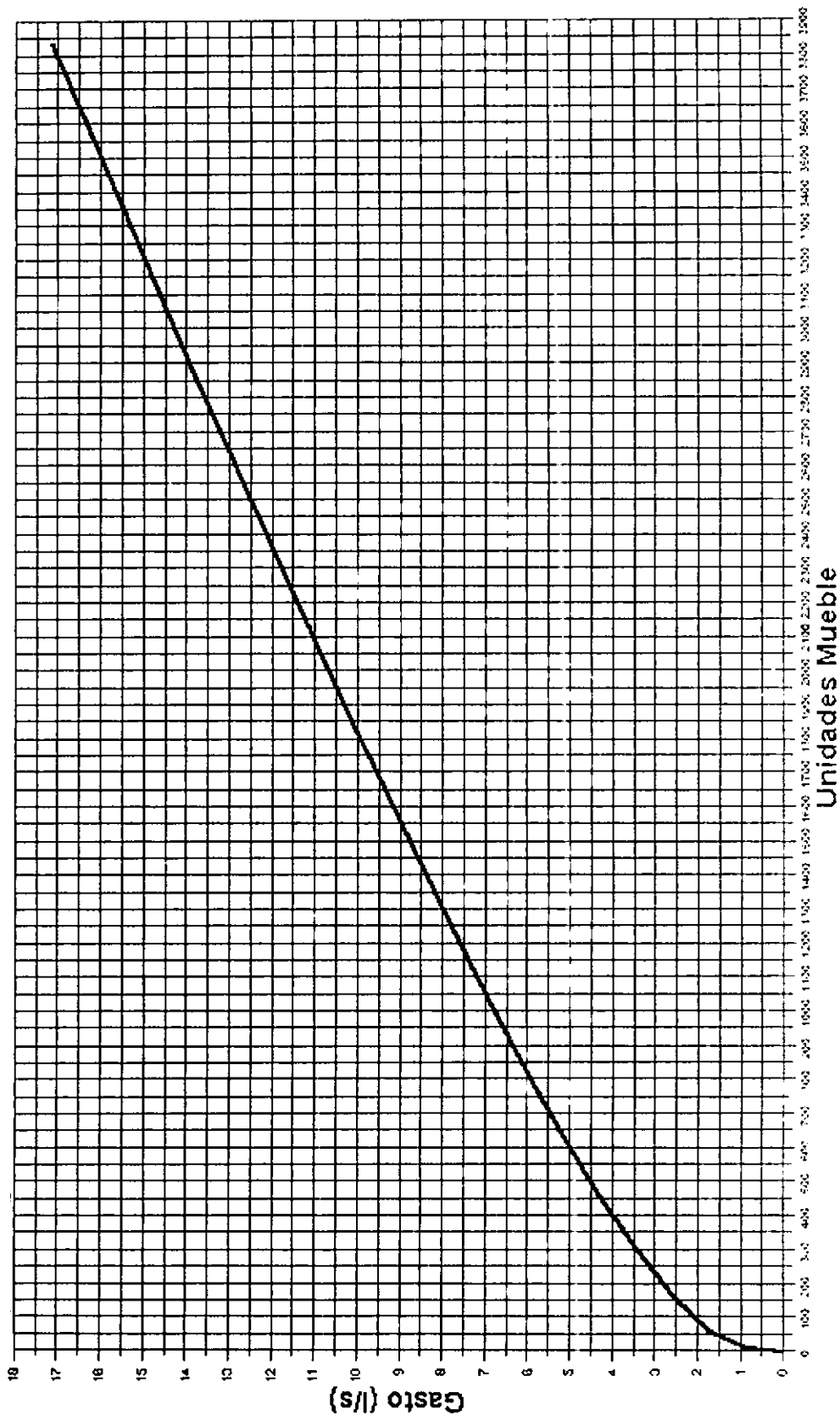


Figura 3. Curva de diseño de unidades mueble (HUNTER, 1985).

### 5.7. Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en salas de concierto, cines, teatros y similares.

El Cuadro 5.9, muestra los cálculos efectuados para la obtención de los factores de carga de los muebles y aparatos sanitarios comunes en salas de concierto, cines, teatros y similares. El tiempo entre usos sucesivos del inodoro en este caso es de 1.46 minutos (87.6 segundos), que es el más corto observado en todas las mediciones efectuadas por lo que en este tipo de instalaciones se tendrá la mayor demanda instantánea de agua en la instalación. No sería conveniente la instalación de inodoros de tanque, pues requieren más tiempo de llenado que el disponible entre usos sucesivos en el periodo de punta, presentándose posiblemente condiciones de insalubridad en la instalación, por esta razón no aparecen las unidades mueble correspondientes en el Cuadro 5.9. El inodoro con fluxómetro es el mueble que demanda mayor gasto instantáneo por lo que se consideró como mueble crítico asignándole 10 unidades mueble, y en función de este valor se obtuvo 5 para el urinario y 1.5 para el lavabo.

Con el factor de carga  $f=10$  asignado al inodoro de fluxómetro puede obtenerse la curva general de diseño para instalaciones destinadas a salas de concierto, cines, teatros y similares a partir de  $fn=0$ , como las de las Figuras 5.11 y 5.12.

Cuadro 5.9. Factores de carga (unidades mueble) de los principales muebles y aparatos sanitarios en salas de concierto, cines, teatros y similares.

GASTO (l/s)	INODORO CON FLUXOMETRO		URINARIO		INODORO CON TANQUE <sup>3</sup>		LAVABO	
	n	f	n <sub>1</sub>	f <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	f <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	f <sub>3</sub>
0.857	2	10	3	6.67			17	1.18
1.714	6	10	10	6.00			44	1.36
2.571	11	10	19	5.79			75	1.47
3.428	17	10	29	5.86			107	1.59
4.285	24	10	40	6.00			141	1.70
5.142	31	10	53	5.85			177	1.75
5.999	38	10	66	5.76				
6.85	46	10	92	5.00			255	1.80
7.71	54	10	107	5.05			291	1.86
8.57	62	10	121	5.12			329	1.88
9.42	70	10	136	5.15			373	1.88
10.28	79	10	152	5.20				
11.14	88	10	168	5.24				
12	96	10	183	5.25				
PROMEDIO		10		5.57				1.65
ADOPTADO		10		5				1.5

3

No se recomienda la instalación de inodoros con tanque en edificios destinados a este uso debido a que se presentarían problemas de insalubridad en los sanitarios.

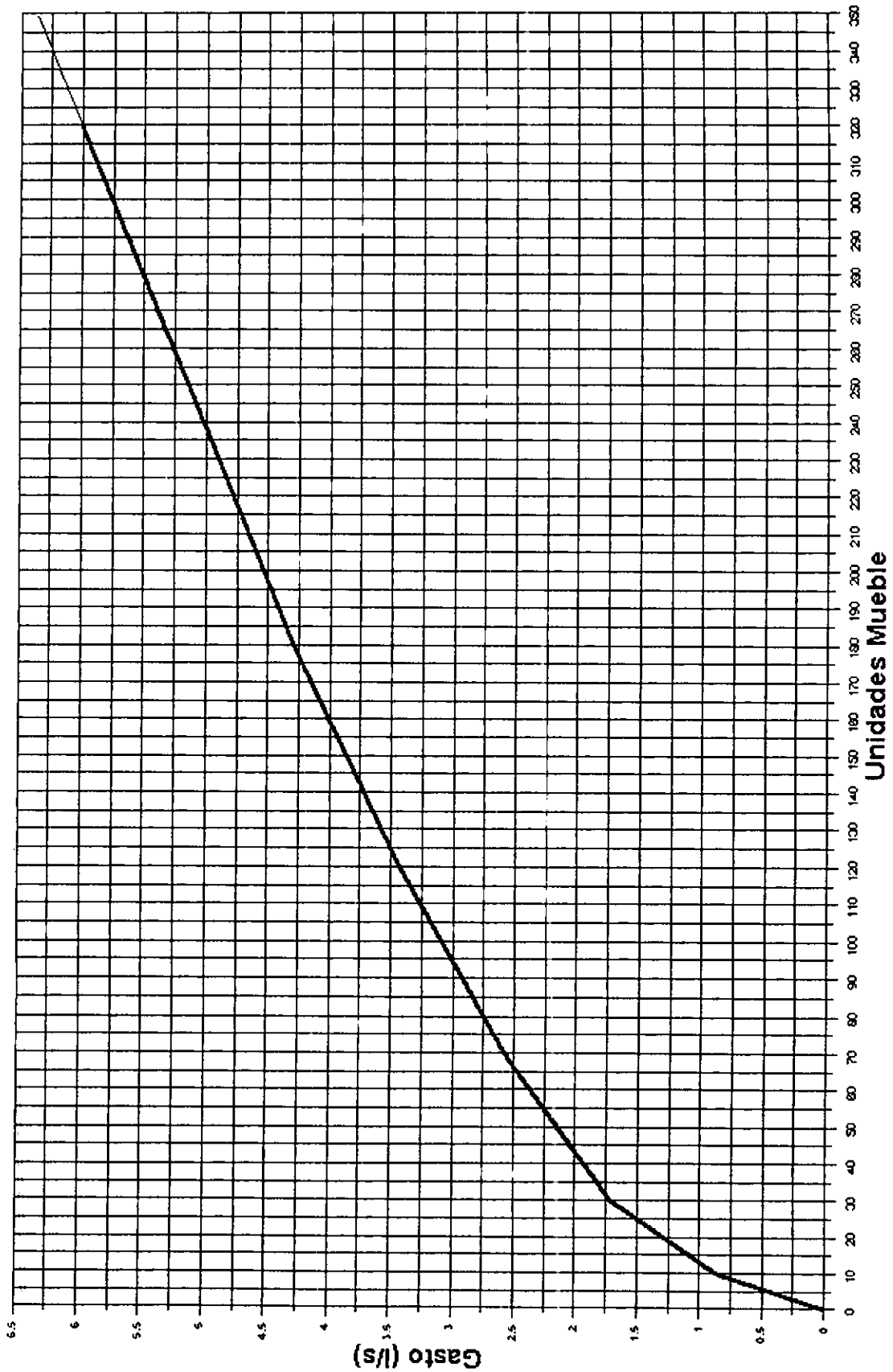


Figura 5.11. Curva de diseño para salas de concierto, cines, teatros y similares.

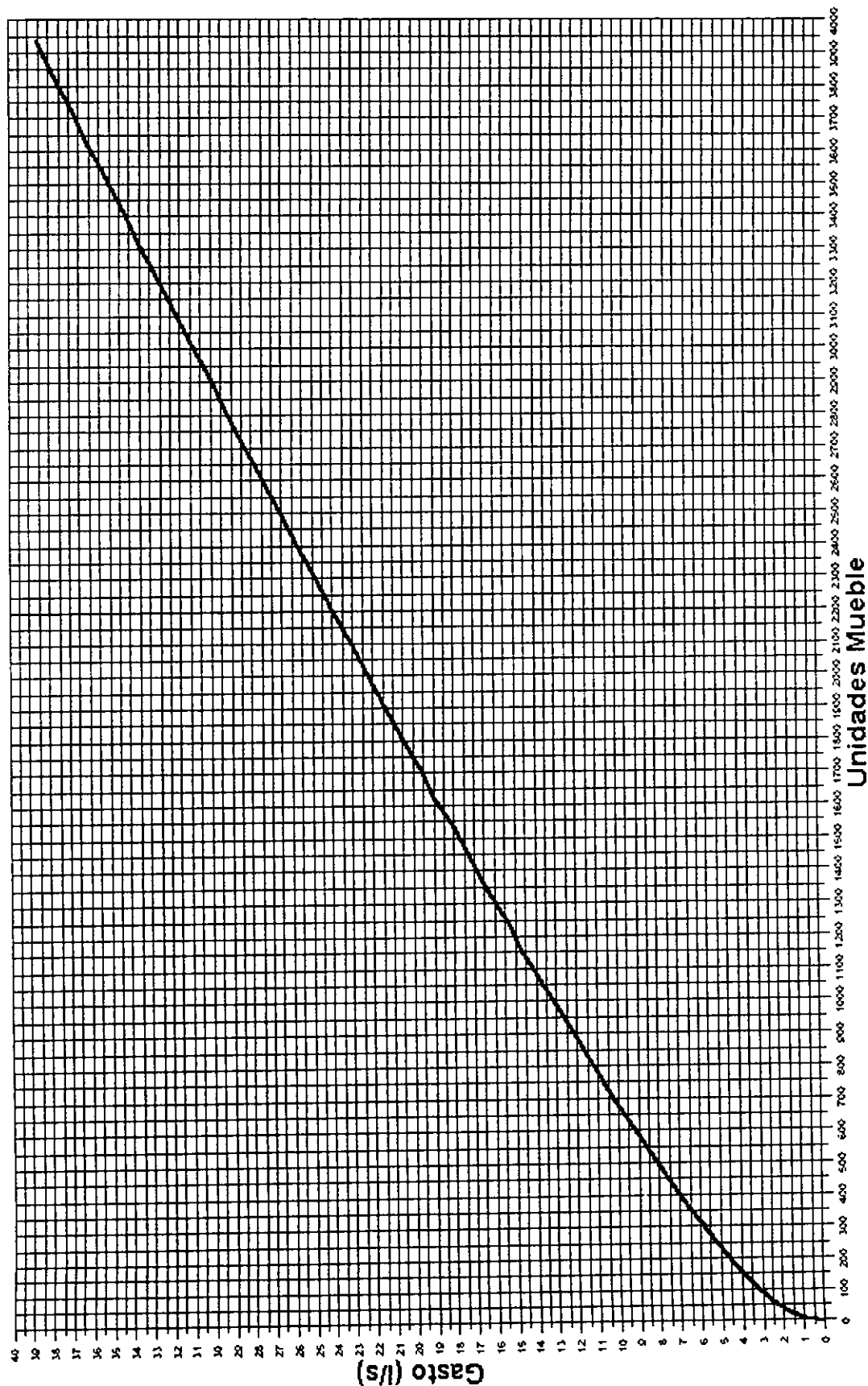


Figura 5.12. Curva de diseño para salas de concierto, cines, teatros y similares.

El Cuadro 5.10 resume los valores de las unidades mueble propuestos por el autor a la luz de los cálculos para los principales accesorios empleados en los edificios de diferente tipo de uso estudiados. Es importante destacar que las unidades mueble de un uso dado no son comparables con las de otro uso cualquiera, porque los factores de tiempo son diferentes. Numéricamente las unidades mueble del inodoro de fluxómetro de una oficina son iguales a las de un cine, pero equivalen a gastos distintos.

Por otra parte, como cada tipo de uso a los que pueden destinarse los edificios tienen una gráfica de diseño diferente obtenida con factores de tiempo específicos de ese uso, carece de sentido establecer distinciones del tipo de servicio de los muebles en público y privado.

Cuadro 5.10. Resumen de unidades mueble propuestas por tipo de mueble y uso de la edificación.

TIPO DE USO	UNIDADES MUEBLE					
	REGADERA	INODORO CON FLUX	URINARIO	INODORO CON TANQUE	LAVABO	GRAFICAS DE DISEÑO
Habitacional	14	8		3	1	5.1 y 5.2
Oficinas		10	5	3	1	5.3 y 5.4
Educación básica y media básica		10	5	3	1	5.5 y 5.6
Educación media superior y superior		10	5	3	1.5	5.7 y 5.8
Restaurantes y similares		10	5	3	1.5	5.9 y 5.10
Salas de concierto, cines, teatros y similares		10	5		1.5	5.11 y 5.12

#### 5.8. Consideraciones sobre la aplicación del método para el diseño de instalaciones con diferentes condiciones de servicio.

Hasta el momento la discusión ha sido referida a cuatro tipos de muebles bajo condiciones de servicio en que hay congestión. Hay varias consideraciones que deben hacerse en la determinación de la proporción de carga por demanda ejercida por otros muebles distintos de los cuatro tipos antes estudiados y para otras condiciones de servicio; las siguientes son especialmente importantes:

1. Los muebles existentes en una instalación en relativamente pequeña cantidad y que no se usan cuando los de tipo predominante están siendo utilizados con más frecuencia, sumarán muy poco a la demanda total, de allí que pueden ignorarse para el cálculo de la demanda instantánea de la edificación. Sin embargo, es conveniente tomarlos en cuenta en el cálculo de la derivación o ramal que los alimenta. Los vertederos o tarjas de servicio de los edificios de oficinas, los cuales están en uso con gran intensidad sólo antes o después de las horas de oficina, constituyen un aumento despreciable de la carga por demanda en la hora pico del día. Los fregaderos de cocina, lavaderos y máquinas lavadoras de casas y departamentos también están en esta categoría.
2. Los muebles instalados de manera que en general no pueden estar sujetos a condiciones de congestión en el servicio en el mismo sentido que los muebles instalados en recintos públicos, recintos para sanitarios en edificios de oficinas y otros edificios en los cuales cada mueble está abierto y disponible para su uso en cualquier momento, deben ser ponderados de acuerdo a la posible extensión o frecuencia de uso. Los cuartos de baño en departamentos privados o casas y cuartos de hotel pueden incluirse en esta clase y se les puede contar ventajosamente como un grupo.

3. Los sistemas que demandan un gasto continuo de agua, como el equipo de aire acondicionado, regaderas de fábricas y vestidores de gimnasio no son susceptibles de una ponderación lógica en relación con inodoros y otros muebles que comparativamente usan agua a alto gasto en cortos periodos de tiempo. De aquí que la demanda para este tipo de suministro debe ser considerada separadamente y también estimada separadamente. Si el uso de estos sistemas es tal que se traslapan en el periodo de punta del día para los muebles ponderados en el sistema, las estimaciones separadas para las dos clases de abastecimiento deben sumarse para obtener el estimado de la demanda total sobre cualquiera de las tuberías de alimentación comunes a ambos servicios. Si los dos tipos de demanda no se presentan al mismo tiempo en el día, la mayor demanda de las dos puede tomarse como demanda pico.
4. En uso relajado del baño, los muebles se usan ordinariamente uno a la vez. En caso de prisa o congestión, dos muebles pueden estar en uso al mismo tiempo en un baño, en el sentido de que el agua está alimentando a ambos muebles simultáneamente.

### 5.9. Cálculo de instalaciones hidráulicas de edificios mediante el método de "unidad mueble" actualizado y comparación con los resultados obtenidos al aplicar el método ordinario.

#### 5.9.1. Aplicación de los factores de carga por demanda actualizados.

La Figura 5.13 representa la planta arquitectónica tipo de los recintos de sanitarios para varones de un edificio. Suponiendo que se tienen dos recintos idénticos, se pretende calcular los diámetros de los tubos que constituyen la red interior, para los siguientes casos:

- Caso A. Edificio de uso de oficinas;
- Caso B. Edificio de educación básica;
- Caso C. Edificio de educación superior;
- Caso D. Edificio destinado a restaurante; y
- Caso E. Edificio destinado a sala de concierto.

Desde luego que se trata de un ejemplo hipotético, pero la intención es advertir la magnitud e importancia de los resultados del diseño de una instalación hidráulica ante las posibilidades de uso de un edificio en igualdad de condiciones del número, tipo y distribución de los muebles y aparatos sanitarios que la constituyen.

Como parte de la solución, el primer paso es establecer secciones de análisis o tramos en las derivaciones y columnas de la red. Estas secciones se recomienda definir las cada dos o tres muebles de un mismo tipo, o cuando cambie el tipo de mueble. La Figura 5.13 muestra las secciones definidas, iniciando su denominación por conveniencia en el punto de la red más distante de la alimentación general. La solución para cada caso se hizo utilizando el mismo formato de tabla de cálculo. La velocidad preliminar propuesta para diseño es de 1.0 m/s en todos los casos, y el diámetro teórico se calcula despejándolo de la ecuación de continuidad:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \times 1000$$

donde:

D = diámetro teórico, en mm.

Q = gasto demandado en el tramo, en m<sup>3</sup>/s.

v = velocidad de flujo en m/s. Se recomienda que sea 1 m/s.



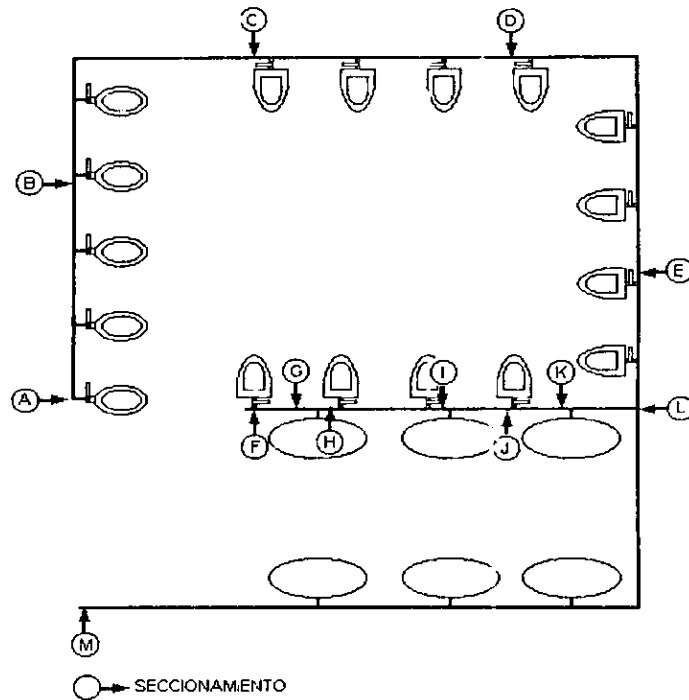


Figura 5.13. Planta arquitectónica tipo de los recintos de sanitarios para varones de un edificio.

Las tablas de cálculo para cada caso se presentan en los Cuadros 5.11 a 5.15.

Cuadro 5.11. Tabla de cálculo para el diseño de la instalación hidráulica de la Figura 5.13 suponiendo que está destinada para el servicio en un restaurante.

TRAMO	MUEBLES O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	QMIN (l/s)	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO COMERCIAL (mm)
A - B	Inodoro de fluxómetro	3	10	30	1.2	51.70	51
B - C	Inodoro de fluxómetro	5	10	50	1.55	44.42	51
C - D	Inodoro de fluxómetro	5	10	65	1.75	47.20	51
D - E	Inodoro de fluxómetro	5	10	80	1.88	48.93	51
E - L	Inodoro de fluxómetro	5	10	90	1.975	50.15	64
F - G	Urinario de fluxómetro	1	5	5	0.475	24.60	25
G - H	Urinario de fluxómetro	1	5	6.5	0.6	27.64	32
H - I	Urinario de fluxómetro	3	5	16.5	0.975	35.23	38
I - J	Urinario de fluxómetro	3	5	18	1.0	35.68	38
J - K	Urinario de fluxómetro	4	5	23	1.1	37.42	38
K - L	Urinario de fluxómetro	4	5	24.5	1.11	37.60	38
L - M	Inodoro de fluxómetro	5	10	119	2.225	53.23	64
COLUMNAS							
M - N	Inodoro de fluxómetro	5	10	119	2.225	53.23	64
	Urinario de fluxómetro	12	5				
	Lavabo	6	1.5				
N - O	Inodoro de fluxómetro	10	10	238	3.05	62.32	64
	Urinario de fluxómetro	24	5				
	Lavabo	12	1.5				

Cuadro 5.12. Tabla de cálculo para el diseño de la instalación hidráulica de la Figura 5.13 suponiendo que está destinada para el servicio en una edificación de educación superior.

TRAMO	MUEBLES O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	QMIN (l/s)	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO COMERCIAL (mm)
A - B	Inodoro de fluxómetro	3	10	30	1 256	40	51
B - C	Inodoro de fluxómetro	5	10	50	1 72	46.80	51
C - D	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 3	10 5	65	1 875	48.86	51
D - E	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 6	10 5	80	2 05	51 09	51
E - L	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 8	10 5	90	2 15	52 32	64
F - G	Urinario de fluxómetro	1	5	5	0 5	25 23	25
G - H	Urinario de fluxómetro Lavabo	1 1	5 1.5	6 5	0 53	25.98	25
H - I	Urinario de fluxómetro Lavabo	3 1	5 1.5	16 5	1	35.68	38
I - J	Urinario de fluxómetro Lavabo	3 2	5 1.5	18	1 07	36 91	38
J - K	Urinario de fluxómetro Lavabo	4 2	5 1.5	23	1 15	38.27	38
K - L	Urinario de fluxómetro Lavabo	4 3	5 1.5	24 5	1 17	38.60	38
L - M	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	5 12 6	10 5 1.5	119	2 45	55.85	64
COLUMNAS							
M - N	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	5 12 6	10 5 1.5	119	2 45	55.85	64
N - O	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	10 24 12	10 5 1.5	238	3 5	66.76	76

Cuadro 5.13. Tabla de cálculo para el diseño de la instalación hidráulica de la Figura 5.13 suponiendo que está destinada al servicio de una sala de conciertos.

TRAMO	MUEBLES O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	QMIN (l/s)	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO COMERCIAL (mm)
A - B	Inodoro de fluxómetro	3	10	30	1.7	46.52	51
B - C	Inodoro de fluxómetro	5	10	50	2.125	52.02	64
C - D	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 3	10 5	65	2.47	56.08	64
D - E	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 6	10 5	80	2.75	59.17	64
E - L	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 8	10 5	90	2.90	60.77	64
F - G	Urinario de fluxómetro	1	5	5	0.45	23.94	25
G - H	Urinario de fluxómetro Lavabo	1 1	5 1.5	6.5	0.6	27.64	32
H - I	Urinario de fluxómetro Lavabo	3 1	5 1.5	16.5	1.125	37.85	38
I - J	Urinario de fluxómetro Lavabo	3 2	5 1.5	18	1.25	39.89	51
J - K	Urinario de fluxómetro Lavabo	4 2	5 1.5	23	1.40	42.22	51
K - L	Urinario de fluxómetro Lavabo	4 3	5 1.5	24.5	1.45	42.97	51
L - M	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	5 12 6	10 5 1.5	119	3.35	65.31	76
COLUMNAS							
M - N	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	5 12 6	10 5 1.5	119	3.35	65.31	76
N - O	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	10 24 12	10 5 1.5	238	5	79.79	102

Cuadro 5.14. Tabla de cálculo para el diseño de la instalación hidráulica de la Figura 5.13 suponiendo que está destinada al servicio de un edificio de educación básica.

TRAMO	MUEBLES O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	QMIN (l/s)	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO COMERCIAL (mm)
A - B	Inodoro de fluxómetro	3	10	30	1.025	36.13	38
B - C	Inodoro de fluxómetro	5	10	50	1.175	38.68	38
C - D	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 3	10 5	65	1.29	40.53	51
D - E	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 6	10 5	80	1.401	42.24	51
E - L	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 8	10 5	90	1.48	43.41	51
F - G	Urinario de fluxómetro	1	5	5	0.45	23.94	25
G - H	Urinario de fluxómetro Lavabo	1 1	5 1	6	0.46	24.20	25
H - I	Urinario de fluxómetro Lavabo	3 1	5 1	16	0.91	34.04	38
I - J	Urinario de fluxómetro Lavabo	3 2	5 1	17	0.915	34.13	38
J - K	Urinario de fluxómetro Lavabo	4 2	5 1	22	0.95	34.78	38
K - L	Urinario de fluxómetro Lavabo	4 3	5 1	23	0.952	34.82	38
L - M	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	5 12 6	10 5 1	116	1.69	46.39	51
COLUMNAS							
M - N	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	5 12 6	10 5 1	116	1.69	46.39	51
N - O	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	10 24 12	10 5 1	232	2.125	52.02	64

Cuadro 5.15. Tabla de cálculo para el diseño de la instalación hidráulica de la Figura 5.13 suponiendo que está destinada al servicio de un edificio de uso de oficinas.

TRAMO	MUEBLES O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	QMIN (l/s)	DIAMETRO (mm)	DIAMETRO COMERCIAL (mm)
A - B	Inodoro de fluxómetro	3	10	30	0.37	21.70	25
B - C	Inodoro de fluxómetro	5	10	50	0.59	27.41	32
C - D	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 3	10 5	65	0.775	31.41	32
D - E	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 6	10 5	80	0.9	33.85	38
E - L	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 8	10 5	90	0.95	34.78	38
F - G	Urinario de fluxómetro	1	5	5	0.06	8.74	12.7
G - H	Urinario de fluxómetro Lavabo	1 1	5 1	6	0.061	8.81	12.7
H - I	Urinario de fluxómetro lavabo	3 1	5 1	16	0.195	15.76	19
I - J	Urinario de fluxómetro Lavabo	3 2	5 1	17	0.2	15.96	19
J - K	Urinario de fluxómetro Lavabo	4 2	5 1	22	0.27	18.54	19
K - L	Urinario de fluxómetro Lavabo	4 3	5 1	23	0.275	15.71	19
L - M	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	5 12 6	10 5 1	116	1.105	37.51	38
COLUMNAS							
M - N	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	5 12 6	10 5 1	116	1.105	37.51	38
N - O	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	10 24 12	10 5 1	232	1.91	49.31	51

### 5.9.2. Aplicación del método de "unidad mueble" ordinario.

En este estudio se estimó conveniente comparar los resultados obtenidos usando el modelo actualizado con aquéllos que se obtienen empleando las tablas propuestas en las Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Agua y Drenaje<sup>1</sup> y también con las tablas propuestas en las Normas de Proyecto de Ingeniería<sup>2</sup> del Instituto Mexicano del Seguro Social. Las tablas que se incluyen en dichas publicaciones -incluidas en el Anexo B del presente estudio-son usadas profusamente en México e incluyen ligeras modificaciones a las curvas de diseño originales de Hunter, ya que producen gastos menores que los que se consiguen con la aplicación de aquéllas, sin embargo, en las publicaciones referidas no se expone la naturaleza de los ajustes efectuados.

<sup>1</sup> Publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 27 de febrero de 1995.

<sup>2</sup> Tomo II. Instalaciones hidráulica, sanitaria y gases medicinales.

Las tablas de cálculo respectivas se incluyen en los Cuadros 5.16 y 5.17 y no toman en cuenta el uso a que se destinan los edificios.

Cuadro 5.16. Tabla de cálculo para el diseño de la instalación hidráulica de la Figura 5.13 elaborada a partir de las Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Agua y Drenaje (no consideran el tipo de uso de la edificación).

TRAMO	MUEBLES O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	QMIN (l/s)	DIAMET RO (mm)	DIAMETRO COMERCIAL (mm)
A - B	Inodoro de fluxómetro	3	8	24	2.365	54.87	64
B - C	Inodoro de fluxómetro	5	8	40	2.95	61.29	64
C - D	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 3	8 4	52	3.28	64.62	76
D - E	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 6	8 4	64	3.54	67.14	76
E - L	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 8	8 4	72	3.675	68.40	76
F - G	Urinario de fluxómetro	1	4	4	-1.32	41	51
G - H	Urinario de fluxómetro Lavabo	1 1	4 2	6	1.45	42.97	51
H - I	Urinario de fluxómetro Lavabo	3 1	4 2	14	1.95	49.83	51
I - J	Urinario de fluxómetro Lavabo	3 2	4 2	16	2.08	54.46	64
J - K	Urinario de fluxómetro Lavabo	4 2	4 2	20	2.21	53.04	64
K - L	Urinario de fluxómetro Lavabo	4 3	4 2	22	2.30	54.12	64
L - M	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	5 12 6	8 4 2	100	4.25	73.56	76
COLUMNAS							
M - N	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	5 12 6	8 4 2	100	4.25	73.56	76
N - O	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	10 24 12	8 4 2	200	5.74	85.49	76

Cuadro 5.17. Tabla de cálculo para el diseño de la instalación hidráulica de la Figura 5.13 elaborada a partir de las Normas de Proyecto de Ingeniería del IMSS (no consideran el tipo de uso de la edificación).

TRAMO	MUEBLES O APARATOS	CANTIDAD	UNIDAD MUEBLE	TOTAL DE UNIDADES MUEBLE	QMIN (l/s)	DIAM (mm)	DIAMETRO COMERCIAL (mm)
A - B	Inodoro de fluxómetro	3	5	15	1.98	50.21	51
B - C	Inodoro de fluxómetro	5	5	25	2.41	55.39	64
C - D	Inodoro de fluxómetro	5	5	34	2.73	58.96	64
	Urinario de fluxómetro	3	3				
D - E	Inodoro de fluxómetro	5	5	43	3.00	61.80	64
	Urinario de fluxómetro	6	3				
E - L	Inodoro de fluxómetro	5	5	49	3.18	63.63	64
	Urinario de fluxómetro	8	3				
F - G	Urinario de fluxómetro	1	3	3	0.78	31.51	32
G - H	Urinario de fluxómetro	1	3	4	1.04	36.39	38
	Lavabo	1	1				
H - I	Urinario de fluxómetro	3	3	10	1.70	46.52	51
	Lavabo	1	1				
I - J	Urinario de fluxómetro	3	3	11	1.76	47.34	51
	Lavabo	2	1				
J - K	Urinario de fluxómetro	4	3	14	1.93	49.57	51
	Lavabo	2	1				
K - L	Urinario de fluxómetro	4	3	15	1.98	50.21	51
	Lavabo	3	1				
L - M	Inodoro de fluxómetro	5	5	67	3.58	67.51	76
	Urinario de fluxómetro	12	3				
	Lavabo	6	1				
COLUMNAS							
M - N	Inodoro de fluxómetro	5	5	67	3.58	67.51	76
	Urinario de fluxómetro	12	3				
	Lavabo	6	1				
N - O	Inodoro de fluxómetro	10	5	134	4.71	67.51	76
	Urinario de fluxómetro	24	3				
	Lavabo	12	1				

### 5.9.3. Análisis de resultados.

El Cuadro 5.18 presenta un resumen general de los resultados por cada tipo de uso de la edificación, obtenidos con los factores de carga actualizados y con los procedimientos ordinarios del IMSS y del RCDF. Sin embargo, la comparación de los resultados tomando como criterio los diámetros obtenidos no es suficiente porque la justificación del presente estudio es la modificación del método con el fin de obtener alguna reducción en los costos de construcción. Por este motivo se elaboró un presupuesto para cada caso sin incluir el costo de mano de obra; las tablas de cálculo correspondientes se muestran en los Cuadros 5.18 a 5.25. La tabla comparativa de los presupuestos por cada tipo de uso se incluye en el Cuadro 5.26. Los precios unitarios fueron proporcionados por la Ferretería Mayco y corresponden a noviembre de 1997.

Cuadro 5.18. Tabla comparativa del diseño de la instalación hidráulica de la Figura 5.13 en función de los diámetros comerciales obtenidos, considerando las diferentes situaciones presentadas en los Cuadros 5.11 a 5.17.

TRAMO	EN FUNCION DEL USO DE LA EDIFICACION, CON BASE EN LOS RESULTADOS DEL PRESENTE ESTUDIO					NORMAS RCDF	NORMAS IMSS
	RESTAURANTE	EDUCACION SUPERIOR	SALA DE CONCIERTO	EDUCACION BASICA	OFICINAS		
A-B	51	51	51	38	25	64	51
B-C	51	51	64	38	32	64	64
C-D	51	51	64	51	32	76	64
D-E	51	51	64	51	38	76	64
E-L	64	64	64	51	38	76	64
F-G	25	25	25	25	12.7	51	32
G-H	32	25	32	25	12.7	51	38
H-I	38	38	38	38	19	51	51
I-J	38	38	51	38	19	64	51
J-K	38	38	51	38	19	64	51
K-L	38	38	51	38	19	64	51
L-M	64	64	76	51	38	76	76
M-N	64	64	76	51	38	76	76
N-O	64	76	102	64	51	102	76

Nota: diámetros en milímetros.



Cuadro 5.19. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Figura 5.13 suponiendo que servirá a un restaurante.

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE TUBERIA				
TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (pulg)	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	2.1	2	125.00	262.50
B - C	3.05	2	125.00	381.25
C - D	2.1	2	125.00	262.50
D - E	2.925	2	125.00	365.62
E - L	0.70	2 1/2	158.00	110.60
F - G	0.60	1	38.00	22.80
G - H	0.10	1 1/4	55.00	3.80
H - I	0.90	1 1/2	75.00	67.50
I - J	0.50	1 1/2	75.00	37.50
J - K	0.50	1 1/2	75.00	37.50
K - L	0.50	1 1/2	75.00	37.50
L - M	7.10	2 1/2	158.00	1121.80
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 2712.575</b>

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE PIEZAS ESPECIALES					
TRAMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	DIAMETRO	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	a codo de Cu a 90°	1	2	\$ 48.00	\$ 48.00
	b, c Tee de Cu	2	2	\$ 52.00	\$ 104.00
B - C	d, e Tee de Cu	2	2	\$ 52.00	\$ 104.00
	f codo de Cu a 90°	1	2	\$ 48.00	\$ 48.00
C - D	g, h, i Tee de Cu	3	2	\$ 52.00	\$ 156.00
D - E	j, l, m Tee de Cu	3	2	\$ 52.00	\$ 156.00
	k codo de 90°	1	2	\$ 48.00	\$ 48.00
E - L	n, o Tee de Cu	2	2 1/2	\$ 55.00	\$ 110.00
F - G	p codo de Cu a 90°	1	1	\$ 8.50	\$ 8.50
G - H	q Tee de Cu	1	1 1/4	\$ 36.00	\$ 36.00
H - I	r, s Tee de Cu	2	1 1/2	\$ 48.00	\$ 96.00
I - J	t Tee de Cu	1	1 1/2	\$ 28.50	\$ 48.00
J - K	u Tee de Cu	1	1 1/2	\$ 28.50	\$ 48.00
K - L	v Tee de Cu	1	1 1/2	\$ 28.50	\$ 48.00
	w Tee de Cu	1	2 1/2	\$ 55.00	\$ 55.00
L - M	y, z, z': codo de Cu	3	2 1/2	\$ 76.00	\$ 165.00
	x codo de Cu	1	2 1/2	\$ 76.00	\$ 76.00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 1354.50</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$4067.07</b>

Cuadro 5.20. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Figura 5.13 suponiendo que servirá a un edificio de educación superior.

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE TUBERIA			
TRAMO	LONGITUD	DIAMETRO	COSTO
A - B	2.1	2	262.5
B - C	3.05	2	381.25
C - D	2.1	2	262.5
D - E	2.925	2	365.625
E - L	0.70	2 1/2	110.6
F - G	0.60	1	22.8
G - H	0.10	1	3.8
H - I	0.90	1 1/2	67.5
I - J	0.50	1 1/2	37.5
J - K	0.50	1 1/2	37.5
K - L	0.50	1 1/2	37.5
L - M	7.10	2 1/2	1121.8
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 2710.575</b>

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE PIEZAS ESPECIALES					
TRAMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	DIAMETRO	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	a: codo de Cu a 90°	1	2	\$ 48.00	\$ 48.00
	b, c: Tee de Cu	2	2	\$ 52.00	\$ 104.00
B - C	d, e: Tee de Cu	2	2	\$ 52.00	\$ 104.00
	f: codo de Cu a 90°	1	2	\$ 48.00	\$ 48.00
C - D	g, h, i: Tee de Cu	3	2	\$ 52.00	\$ 156.00
D - E	j, l, m: Tee de Cu	3	2	\$ 52.00	\$ 156.00
	k: codo de 90°	1	2	\$ 48.00	\$ 48.00
E - L	n, o: Tee de Cu	2	2 1/2	\$ 55.00	\$ 110.00
F - G	p: codo de Cu a 90°	1	1	\$ 8.50	\$ 8.50
G - H	q: Tee de Cu	1	1	\$ 28.50	\$ 28.50
H - I	r, s: Tee de Cu	2	1 1/2	\$ 48.00	\$ 96.00
I - J	t: Tee de Cu	1	1 1/2	\$ 48.00	\$ 48.00
J - K	u: Tee de Cu	1	1 1/2	\$ 48.00	\$ 48.00
K - L	v: Tee de Cu	1	1 1/2	\$ 48.00	\$ 48.00
	w: Tee de Cu	1	2 1/2	\$ 55.00	\$ 55.00
L - M	y, z, z': codo de Cu	3	2 1/2	\$ 76.00	\$ 165.00
	x: codo de Cu	1	2 1/2	\$ 76.00	\$ 76.00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 1347.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$4057.58</b>

Cuadro 5.21. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Figura 5.13 suponiendo que servirá a una sala de concierto.

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE TUBERIA				
TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (plg)	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	2.1	2	125.00	262.5
B - C	3.05	2 1/2	158.00	481.9
C - D	2.1	2 1/2	158.00	381.8
D - E	2.925	2 1/2	158.00	462.15
E - L	0.70	2 1/2	158.00	110.6
F - G	0.60	1	38.00	22.8
G - H	0.10	1 1/4	55.00	5.5
H - I	0.90	1 1/2	75.00	67.5
I - J	0.50	2	125.00	62.5
J - K	0.50	2	125.00	62.5
K - L	0.50	2	125.00	62.5
L - M	7.10	3	180.00	1278
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 3210.25</b>

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE PIEZAS ESPECIALES					
TRAMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	DIAMETRO	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	a: codo de Cu a 90°	1	2	\$ 48.00	\$ 48.00
	b, c: Tee de Cu	2	2	\$ 52.00	\$ 104.00
B - C	d, e: Tee de Cu	2	2 1/2	\$ 55.00	\$ 110.00
	f: codo de Cu a 90°	1	2 1/2	\$ 76.00	\$ 76.00
C - D	g, h, i: Tee de Cu	3	2 1/2	\$ 55.00	\$ 165.00
D - E	j, l, m: Tee de Cu	3	2 1/2	\$ 55.00	\$ 165.00
	k: codo de 90°	1	2 1/2	\$ 76.00	\$ 55.00
E - L	n, o: Tee de Cu	2	2 1/2	\$ 55.00	\$ 110.00
F - G	p: codo de Cu a 90°	1	1	\$ 8.50	\$ 8.50
G - H	q: Tee de Cu	1	1 1/4	\$ 15.00	\$ 36.00
H - I	r, s: Tee de Cu	2	1 1/2	\$ 29.50	\$ 48.00
I - J	t: Tee de Cu	1	2	\$ 52.00	\$ 52.00
J - K	u: Tee de Cu	1	2	\$ 52.00	\$ 52.00
K - L	v: Tee de Cu	1	2	\$ 52.00	\$ 52.00
	w: Tee de Cu	1	2	\$ 52.00	\$ 52.00
L - M	y, z, z': codo de Cu	3	3	\$ 98.00	\$ 175.50
	x: codo de Cu	1	3	\$ 98.00	\$ 98.00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 1407.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$4617.25</b>

Cuadro 5.22. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Figura 5.13 suponiendo que servirá a un edificio de educación básica.

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE TUBERIA				
TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (plg)	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	2.1	1 1/2	75.00	157.5
B - C	3.05	1 1/2	75.00	228.75
C - D	2.1	1 1/2	75.00	157.5
D - E	2.925	2	125.00	365.625
E - L	0.70	2	125.00	87.50
F - G	0.60	1	38.00	22.8
G - H	0.10	1	38.00	3.8
H - I	0.90	1 1/2	75.00	67.5
I - J	0.50	1 1/2	75.00	37.5
J - K	0.50	1 1/2	75.00	37.5
K - L	0.50	1 1/2	75.00	37.5
L - M	7.10	2	125.00	887.5
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 2090.975</b>

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE PIEZAS ESPECIALES					
TRAMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	DIAMETRO	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	a: codo de Cu a 90°	1	1 1/2	\$ 29.50	\$ 29.50
	b, c: Tee de Cu	2	1 1/2	\$ 48.00	\$ 96.00
B - C	d, e: Tee de Cu	2	1 1/2	\$ 48.00	\$ 96.00
	f: codo de Cu a 90°	1	1 1/2	\$ 48.00	\$ 29.50
C - D	g, h, i: Tee de Cu	3	2	\$ 52.00	\$ 156.00
D - E	j, l, m: Tee de Cu	3	2	\$ 52.00	\$ 156.00
	k: codo de 90°	1	2	\$ 48.00	\$ 48.00
E - L	n, o: Tee de Cu	2	2	\$ 52.00	\$ 104.00
F - G	p: codo de Cu a 90°	1	1	\$ 8.50	\$ 8.50
G - H	q: Tee de Cu	1	1	\$ 28.50	\$ 36.00
H - I	r, s: Tee de Cu	2	1 1/2	\$ 48.00	\$ 96.00
I - J	t: Tee de Cu	1	1 1/2	\$ 48.00	\$ 48.00
J - K	u: Tee de Cu	1	1 1/2	\$ 48.00	\$ 48.00
K - L	v: Tee de Cu	1	1 1/2	\$ 48.00	\$ 48.00
	w: Tee de Cu	1	1 1/2	\$ 48.00	\$ 48.00
L - M	y, z, z': codo de Cu	3	2	\$ 48.00	\$ 156.00
	x: codo de Cu	1	2	\$ 48.00	\$ 48.00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 1251.50</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$3342.48</b>

Cuadro 5.23. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Figura 5.13 suponiendo que servirá a un edificio de oficinas.

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE TUBERIA				
TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (pulg)	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	2.1	1	\$38.00	79.8
B - C	3.05	1 1/4	\$ 55.00	167.75
C - D	2.1	1 1/2	\$ 75.00	157.5
D - E	2.925	1 1/2	\$ 12.50	219.375
E - L	0.70	3/8	\$ 12.50	8.75
F - G	0.60	3/8	\$ 12.50	7.50
G - H	0.10	3/4	\$ 19.50	1.95
H - I	0.90	3/4	\$ 19.50	17.55
I - J	0.50	3/4	\$ 19.50	9.75
J - K	0.50	3/4	\$ 19.50	9.75
K - L	0.50	3/4	\$ 19.50	9.75
L - M	7.10	1 1/2	\$ 19.50	532.5
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 1221.925</b>

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE PIEZAS ESPECIALES					
TRAMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	DIAMETRO	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	a: codo de Cu a 90°	1	1	\$ 8.50	\$ 8.50
	b, c: Tee de Cu	2	1	\$ 28.50	\$ 57.00
B - C	d, e: Tee de Cu	2	1 1/4	\$ 36.00	\$ 72.00
	f: codo de Cu a 90°	1	1 1/4	\$ 15.00	\$ 15.00
C - D	g, h, i: Tee de Cu	3	1 1/4	\$ 36.00	\$ 108.00
D - E	j, l, m: Tee de Cu	3	1 1/2	\$ 48.00	\$ 144.00
	k: codo de 90°	1	1 1/2	\$ 29.50	\$ 29.50
E - L	n, o: Tee de Cu	2	1 1/2	\$ 48.00	\$ 96.00
F - G	p: codo de Cu a 90°	1	3/8	\$ 7.50	\$ 7.50
G - H	q: Tee de Cu	1	3/8	\$ 9.50	\$ 9.50
H - I	r, s: Tee de Cu	2	3/4	\$ 9.00	\$ 18.00
I - J	t: Tee de Cu	1	3/4	\$ 9.00	\$ 9.00
J - K	u: Tee de Cu	1	3/4	\$ 9.00	\$ 9.00
K - L	v: Tee de Cu	1	3/4	\$ 9.00	\$ 9.00
	w: Tee de Cu	1	3/4	\$ 9.00	\$ 9.00
L - M	y, z, z': codo de Cu	3	1 1/2	\$ 29.50	\$ 144.00
	x: codo de Cu	1	1 1/2	\$ 29.50	\$ 29.50
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 760.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$1981.25</b>

Cuadro 5.24. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Figura 5.13, diseñada de acuerdo con las Normas de Proyecto de Ingeniería del IMSS.

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE TUBERIA				
TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (plg)	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	2.1	2 1/2	\$ 158.00	331.8
B - C	3.05	2 1/2	\$ 158.00	481.9
C - D	2.1	3	\$ 180.00	378.00
D - E	2.925	3	\$ 180.00	526.50
E - L	0.70	3	\$ 180.00	126.00
F - G	0.60	2	\$ 125.00	75
G - H	0.10	2	\$ 125.00	12.50
H - I	0.90	2	\$ 125.00	112.50
I - J	0.50	2 1/2	\$ 158.00	79
J - K	0.50	2 1/2	\$ 158.00	79
K - L	0.50	2 1/2	\$ 158.00	79
L - M	7.10	3	\$ 180.00	1278
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 3559.20</b>

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE PIEZAS ESPECIALES					
TRAMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	DIAMETRO	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	a: codo de Cu a 90°	1	2	48.00	48.00
	b, c: Tee de Cu	2	2 1/2	55.00	110.00
B - C	d, e: Tee de Cu	2	2 1/2	55.00	110.00
	f: codo de Cu a 90°	1	2 1/2	76.00	76.00
C - D	g, h, i: Tee de Cu	3	2 1/2	55.00	165.00
D - E	j, l, m: Tee de Cu	3	2 1/2	55.00	165.00
	k: codo de 90°	1	2 1/2	76.00	76.00
E - L	n, o: Tee de Cu	2	2 1/2	55.00	110.00
F - G	p: codo de Cu a 90°	1	1 1/4	15.00	15.00
G - H	q: Tee de Cu	1	1 1/2	48.00	48.00
H - I	r, s: Tee de Cu	2	2	52.00	104.00
I - J	t: Tee de Cu	1	2	52.00	52.00
J - K	u: Tee de Cu	1	2 1/2	55.00	55.00
K - L	v: Tee de Cu	1	2 1/2	55.00	55.00
	w: Tee de Cu	1	2 1/2	55.00	55.00
L - M	y, z, z': codo de Cu	3	3	98.00	294.00
	x: codo de Cu	1	3	98	98.00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 1636.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$5195.20</b>

Cuadro 5.25. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Fig. 5.13, diseñada de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE TUBERIA				
TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (plg)	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	2.1	2 1/2	\$158.00	331.8
B - C	3.05	2 1/2	\$158.00	481.9
C - D	2.1	3	\$180.00	378.00
D - E	2.925	3	\$180.00	526.50
E - L	0.70	3	\$180.00	126.00
F - G	0.60	2	\$125.00	75
G - H	0.10	2	\$125.00	12.50
H - I	0.90	2	\$125.00	112.50
I - J	0.50	2 1/2	\$158.00	79
J - K	0.50	2 1/2	\$158.00	79
K - L	0.50	2 1/2	\$158.00	79
L - M	7.10	3	\$180.00	1278
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$3559.20</b>

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE PIEZAS ESPECIALES					
TRAMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	DIAMETRO	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	a: codo de Cu a 90°	1	2 1/2	\$76.00	\$76.00
	b, c: Tee de Cu	2	2 1/2	\$55.00	\$110.00
B - C	d, e: Tee de Cu	2	2 1/2	\$55.00	\$110.00
	f: codo de Cu a 90°	1	2 1/2	\$76.00	\$76.00
C - D	g, h, i: Tee de Cu	3	3	\$58.50	\$175.50
D - E	j, l, m: Tee de Cu	3	3	\$58.50	\$175.50
	k: codo de 90°	1	3	\$98.00	\$98.00
E - L	n, o: Tee de Cu	2	3	\$58.50	\$117.00
F - G	p: codo de Cu a 90°	1	2	\$48.00	\$48.00
G - H	q: Tee de Cu	1	2	\$52.00	\$52.00
H - I	r, s: Tee de Cu	2	2	\$52.00	\$104.00
I - J	t: Tee de Cu	1	2 1/2	\$55.00	\$55.00
J - K	u: Tee de Cu	1	2 1/2	\$55.00	\$55.00
K - L	v: Tee de Cu	1	2 1/2	\$55.00	\$55.00
	w: Tee de Cu	1	2 1/2	\$55.00	\$55.00
L - M	y, z, z': codo de Cu	3	3	\$98.00	\$294.00
	x: codo de Cu	1	3	\$98.00	\$98.00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$1635.5</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$5194.70</b>

Cuadro 5.26. Cuadro comparativo de los presupuestos calculados para la construcción de la instalación de la Figura 5.13 resuelta con las tablas ordinarias, y para cada uso supuesto de la edificación resuelta con las curvas propuestas en el presente estudio.

DISEÑO DE LA INSTALACION TIPO EFECTUADO CON LAS CURVAS PROPUESTAS DE ACUERDO AL USO DEL EDIFICIO		DISEÑO EFECTUADO DE ACUERDO A LAS NORMAS DEL IMSS <sup>1</sup>	DISEÑO EFECTUADO DE ACUERDO A LAS NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS DEL RCDF <sup>2</sup>
TIPO DE USO	PRESUPUESTO		
Oficinas	\$ 1981.25	\$ 5195.20	\$ 5194.20
Educación básica	\$ 3342.48		
Educación superior	\$ 4057.58		
Restaurante	\$ 4067.07		
Sala de concierto	\$ 4617.25		

Notas:

1. Normas de Proyecto de Ingeniería. Tomo II. Instalaciones hidráulica, sanitaria y gases medicinales. No consideran el tipo de uso de la edificación.
2. Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Agua y Drenaje, publicadas en la Gaceta Oficial del D.F. el 27 de febrero de 1995. No consideran el tipo de uso de la edificación.

### 5.9.3 Aplicación de los factores de carga por demanda actualizados, y de las tablas del IMSS, en el caso de un edificio de tipo habitacional.

En virtud de que el ejemplo propuesto en la Figura 5.13 corresponde a una instalación de uso público, no fue posible utilizar la curva de diseño propuesta en el presente estudio para edificios de uso habitacional. Por esta razón, en el Cuadro 5.27 se presenta el presupuesto correspondiente a la instalación de agua fría de un edificio en condominio, esquematizado en la Figura 5.14, diseñada con base en la curva propuesta para uso habitacional. En el Cuadro 5.28 se muestra el presupuesto de acuerdo con el diseño basado en las tablas del IMSS.



Cuadro 5.27. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Fig. 5.14, diseñada de acuerdo con los factores de carga actualizados para uso habitacional.

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE TUBERIA				
TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (plg)	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	1.0	1/4	8.00	8.00
B - C	1.0	1/4	8.00	8.00
C - D	0.50	3/8	12.50	6.25
D - E	1.25	3/4	19.50	24.37
F - E	1.50	1/4	8.00	12.00
E - G	2.50	3/4	19.50	48.75
TRAMOS DE COLUMNA				
G - H	10.25	3/4	19.50	199.87
H - I	20.50	1	38.00	779.00
I - J	30.75	1 1/4	55.00	1691.25
J - K	41.00	1 1/2	75.00	3075.00
K - L	48.75	1 1/2	75.00	3656.25
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 9508.75</b>

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE PIEZAS ESPECIALES					
TRAMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	DIAMETRO	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	a. codo de Cu a 90°	1	1 1/4	15.00	15.00
B - C	b. Tee de Cu	1	1 1/4	27.50	27.50
C - D	c. Tee de Cu	1	3/8	9.50	9.50
D - E	d. Tee de Cu	1	3/4	9.00	9.00
	e. codo de Cu a 90°	1	3/4	4.00	4.00
E - F	g. Codo de Cu a 90°	1	1/4	15.00	15.00
E - G	f. Tee de Cu	1	3/4	9.00	9.00
	q. Tee de Cu	1	3/4	4.00	4.00
G - H	i. Codo de Cu a 90°	1	3/4	4.00	4.00
H - I	j. Tee de Cu	1	1	28.50	28.50
I - J	k. Tee de Cu	1	1 1/4	36.00	36.00
J - K	l. Tee de Cu	1	1 1/2	48.00	48.00
K - L	m. Tee de Cu	1	1 1/2	48.00	48.00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$257.50</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$9767.00</b>

Cuadro 5.28. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Fig. 5.14, diseñada de acuerdo con las tablas del IMSS.

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE TUBERIA				
TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (plg)	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	1 0	3/8	12 50	12.50
B - C	1 0	3/4	19 50	19.50
C - D	0 50	3/4	19 50	9 75
D - E	1 25	1	38 00	47.50
F - E	1 50	3/4	19 50	29.25
E - G	2.50	1	38 00	95.00
TRAMOS DE COLUMNA				
G - H	10 25	1	38 00	95.00
H - I	20 50	1 1/4	55 00	563.75
I - J	30 75	1 1/2	75 00	1537.50
J - K	41 00	2	125 00	3843.75
K - L	48 75	2	125.00	5125.00
			<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$ 11283.50</b>

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE PIEZAS ESPECIALES					
TRAMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	DIAMETRO	PRECIO UNITARIO	COSTO
A - B	a: codo de Cu a 90°	1	3/8	7 50	7 50
B - C	b: Tee de Cu	1	3/4	9 00	9 00
C - D	c: Tee de Cu	1	3/4	9 00	9 00
D - E	d: Tee de Cu	1	1	28.50	28 50
	e: codo de Cu a 90°	1	1	8 50	8 50
E - F	g: Codo de Cu a 90°	1	3/4	4.00	4.00
E - G	f: Tee de Cu	1	1	28.50	28.50
	q: Tee de Cu	1	1	8.50	8 50
G - H	i: Codo de Cu a 90°	1	1	8.50	8 50
H - I	j: Tee de Cu	1	1 1/4	36.00	36.00
I - J	k: Tee de Cu	1	1 1/2	48 00	48 00
J - K	l: Tee de Cu	1	2	52.00	52 00
K - L	m: Tee de Cu	1	2	52 00	52 00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>\$300. 00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$11 583.50</b>

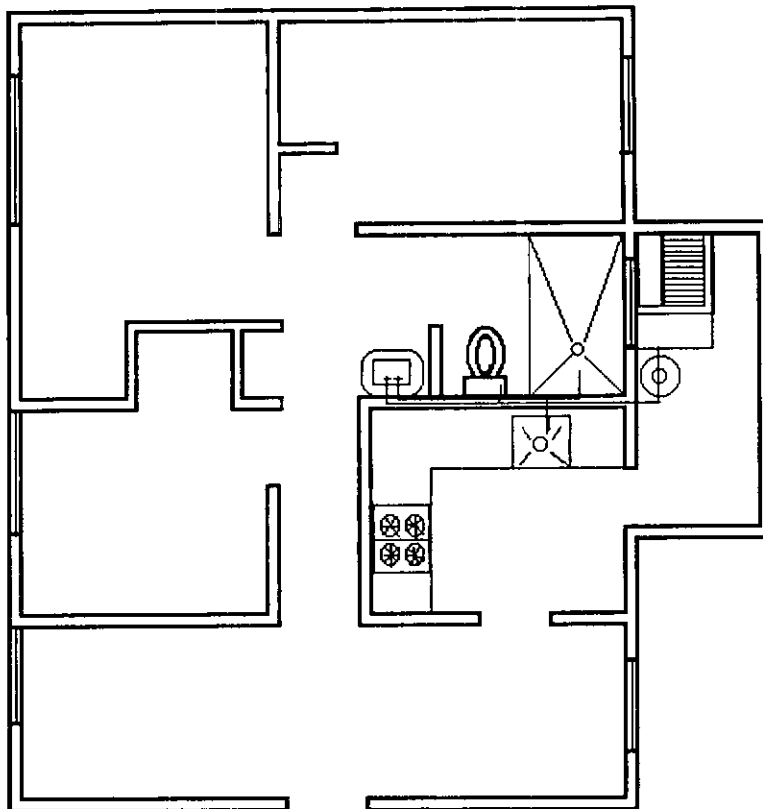


Figura 5.14. Planta tipo de un edificio para uso habitacional.

## CAPITULO 6 CONCLUSIONES

1. Aún cuando el investigador trabajó con empeño para conseguir resultados útiles para el diseño de instalaciones, dos condiciones principales repercutieron adversamente en la *validez externa* de los resultados de la investigación de campo efectuada para la obtención del intervalo de usos sucesivos de los muebles sanitarios: 1) la carencia de recursos económicos; y 2) las dificultades que entraña la obtención de las autorizaciones que se requieren para el monitoreo de instalaciones sanitarias en edificios - sobre todo tratándose de inmuebles privados-.

La *validez externa* es la capacidad de generalización que tienen los resultados de un experimento. La validez externa de los resultados depende de una aleatorización adecuada. En otras palabras, los resultados del experimento implícito en la investigación a que se hace referencia en el párrafo anterior, carecen de validez externa debido a la imposibilidad práctica del investigador para seleccionar aleatoriamente las unidades experimentales a partir de la población, por lo que los resultados obtenidos no permiten hacer generalizaciones respecto de esa población.

2. Se asume que el experimento citado es de carácter estrictamente exploratorio debido al modelo determinístico aplicado.
3. Para poder generalizar los resultados del experimento, las autoridades competentes del gobierno federal o de los gobiernos estatales y las cámaras interesadas en mejorar los métodos que se usan en nuestro país para el diseño de las instalaciones hidráulicas de los edificios, pueden basarse en general en el presente estudio, pero recurrir obligadamente al diseño experimental completamente aleatorizado ya que, contando con los fondos necesarios y con su personalidad oficial, pueden asignar al azar las unidades experimentales sobre las que se toman las medidas.
4. Además de lo expuesto en la conclusión 3, es necesario obtener datos más amplios que incluyan usos de edificios tales como plantas industriales, hospitales, escuelas y departamentos de diferentes clases; en este último caso, los nuevos datos deben permitir diferenciar entre características de los ocupantes tales como sexo, edad, nivel de ingreso y otras pertinentes.
5. No obstante las limitaciones de todo tipo que se tuvieron para efectuar la investigación de campo, en opinión del autor el presente estudio muestra resultados alentadores que justifican el aplicar un diseño experimental adecuado y ampliar el monitoreo de instalaciones sanitarias considerando las particularidades y costumbres regionales de nuestro país.
6. El "método de unidad mueble", como se le llama en la actualidad al modelo de Hunter, es ampliamente utilizado en México 74 años después de su primera exposición, sin actualización sustentada en investigación, y sin considerar que:
  - a. Sobre todo en la última década se han producido innovaciones tecnológicas y normas oficiales mexicanas por las cuales se fabrican únicamente aparatos de bajo consumo de agua; y

- b. Habiendo estudiado Hunter únicamente edificios de tipo habitacional e incluidos sus parámetros en el modelo, la aplicación general que se hace actualmente del método a edificios con otro tipo de uso como recreativo, institucional o de oficinas, tiene implicaciones desconocidas por los proyectistas. Además, aún cuando sólo se aplicara a edificios habitacionales, no se está considerando que los hábitos en el consumo de agua de los ciudadanos mexicanos pueden ser distintos a los de los ciudadanos americanos.
  7. Desde 1966, de acuerdo con investigaciones efectuadas por James S. Braxton en varios edificios en cuyos proyectos se empleó el método de Hunter para el diseño de la instalación hidráulica, se sabe que el método proporciona una indicación excesiva de la demanda. En opinión del autor del presente estudio, esto se debe a que los valores seleccionados por Hunter en su modelo fueron en gran parte materia de "juicio ingenieril"; esto es, representaban su juicio con respecto a los valores apropiados para que las instalaciones brindarían un servicio satisfactorio y estuvieron basados en la interpretación hecha por Hunter de la información disponible.
  8. No debe olvidarse que un modelo es una mera simplificación del mundo real. Como las relaciones de unas cosas con otras en el mundo real son en extremo complejas y detalladas, es necesario construir modelos para simplificar esas relaciones y poder así conceptualizarlas y entenderlas.
  9. De acuerdo con los resultados del monitoreo efectuado como parte del presente estudio, se observa que los valores propuestos para los tres muebles estudiados por Hunter son:
    - a. Menores a los observados para todos los muebles, en el caso de la frecuencia de uso ( $i$ );
    - b. Mayor al observado en el inodoro de fluxómetro y menores a los observados en el inodoro de tanque y regadera, en el caso de la duración del uso ( $t$ ); y
    - c. Mayores a los observados para todos los muebles, en el caso de los gastos ( $q$ ).
  10. Establecer cuidadosamente los factores de tiempo  $i$  y  $t$  es de suma importancia para el modelo en virtud de que:
    - a. *Cuanto más grande es la duración de la descarga  $t$ , mayor es la probabilidad de descargas superpuestas.*
    - b. *Cuanto más corto sea el tiempo entre descargas  $i$ , más grande será la probabilidad de coincidencia o superposición*
    - c. *A mayor extensión del periodo de punta, mayor será la probabilidad de coincidencia o superposición.*
  11. En consecuencia, aún sin considerar la reducción significativa en los gastos de cada aparato debido a las innovaciones en sus diseños, de todas formas disminuiría considerablemente el gasto de diseño de las instalaciones con respecto al obtenido con los valores propuestos por Hunter, al sustituir en el modelo los factores de tiempo obtenidos en el presente estudio.
  12. A la luz de los cálculos, el autor del presente estudio propone nuevos valores de las unidades mueble para los principales accesorios empleados en los edificios de diferente tipo de uso estudiados. Es importante destacar que las unidades mueble de un uso dado no son comparables con las de otro uso cualquiera, porque los factores de tiempo son diferentes. Numéricamente las unidades mueble del inodoro de fluxómetro de una oficina son iguales a las de un cine, pero equivalen a gastos distintos.
  13. Por otra parte, como cada tipo de uso a los que pueden destinarse los edificios tienen una gráfica de diseño diferente obtenida con factores de tiempo específicos de ese uso, carece de sentido establecer distinciones del tipo de servicio de los muebles en público y privado.
-

- 
14. Se planteó como ejemplo la obtención del gasto de diseño de una instalación tipo considerando diferentes condiciones de uso, y se resolvió aplicando las curvas de diseño generadas en el presente estudio y las tablas incluidas en el Reglamento de Construcciones para el D.F y en las Normas del IMSS. Los resultados obtenidos muestran que para la misma instalación tipo:
- El servicio en un edificio de oficinas demanda el menor gasto de todos los usos considerados, mientras que en salas de concierto, cines, teatros y similares se demandaría el mayor gasto, siendo éste 162% mayor que aquél.
  - En virtud de lo anterior, se obtienen variaciones significativas en el gasto demandado dependiendo del uso del edificio en que dá servicio la instalación.
  - Al emplear en el diseño las tablas del IMSS y del Reglamento de Construcciones para el D.F. se obtienen gastos mayores que con las curvas actualizadas. En el primer caso se obtuvo un gasto total aproximadamente 7 % mayor que el mayor gasto dado por las curvas actualizadas (salas de concierto), mientras que en el segundo caso fue 27 % mayor. Comparando con el menor gasto dado por las curvas actualizadas (oficinas), diseñando con las tablas del IMSS se obtiene un gasto total 224 % mayor y en el segundo caso 284% mayor.
  - Consecuentemente al diseñar con las curvas actualizadas se obtienen reducciones significativas en los diámetros de las tuberías, aunque no en la misma proporción en que disminuyen los gastos en virtud de que se tiene una limitación en los diámetros comerciales que es posible utilizar.
15. En vista de que el objetivo de actualizar el modelo de Hunter para el diseño de sistemas de distribución de agua en inmuebles grandes es la obtención de alguna reducción en los costos de construcción de la instalación hidráulica, ofreciendo al mismo tiempo un servicio satisfactorio, en el presente estudio se demuestra que es posible alcanzar dicho objetivo. Para ello se elaboró el presupuesto de la instalación para las diferentes condiciones de servicio propuestas concluyéndose que al diseñar con las curvas actualizadas, el costo de la instalación tipo para uso de oficinas sería el más bajo, mientras que para una sala de conciertos, cine, teatro o similar sería 133% mayor.
16. Los presupuestos de la instalación tipo diseñada con las curvas actualizadas son menores que los que se obtienen al diseñar con las tablas ordinarias del IMSS o del Reglamento de Construcciones para el D.F. Los presupuestos con estas últimas resultaron ser 163% mayores que el presupuesto para el caso de uso de oficinas, y 12.5% mayores que para el caso de sala de conciertos o similares.
17. La economía que puede obtenerse con el criterio propuesto en el presente estudio es más significativa en instalaciones de edificios con muchos muebles y aparatos, que demandan gastos importantes. Para gastos pequeños, las limitaciones en los diámetros pequeños que es posible utilizar no permiten obtener un ahorro considerable.

**BIBLIOGRAFIA****1. Libros**

- Abad A., Servín L. A. Introducción al Muestreo. Ed. Limusa, Segunda Edición. 1985.
- Apostol T. M. Calculus, Vol. I. Ed. Reverté. Segunda Edición. 1980.
- Biblioteca ATRIUM de las Instalaciones, Tomo 3, Fontanería. Ed. Oceano. 1992.
- César V. E. Instalaciones Sanitarias para Edificios, Vol. I. Condiciones Necesarias de la Instalación para el Suministro de Agua. UNAM Facultad de Ingeniería. 1997.
- César V. E. Instalaciones Sanitarias para Edificios, Vol. II. Instalación para el Suministro de Agua. UNAM Facultad de Ingeniería. 1997.
- Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers. American Society of Civil Engineers. 1969.
- Douglas C. Montgomery. Diseño y Análisis de Experimentos. Ed. Grupo editorial Iberoamérica. 1991.
- Ehlers - Steel. Municipal and rural sanitation. Fifth edition. Mc.Graw Hill.
- Fair - Geyer. Water supply and waste water disposal. Ed. John Wiley.
- Floyd B. Taylor; William E. Wood. Guía sobre aspectos sanitarios de la plomería. Centro Internacional de Referencia para Abastecimiento Público de Agua y Saneamiento. CEPIS-OPS/OMS, 1986.
- Gallizio, A. Instalaciones Sanitarias. Ed. Científico-Médica. 1964.
- Goldstein, L. J. y Goldstein, M. IBMPC Introducción al Sistema Operativo, Programación y Aplicaciones en Basic. PHH 1986.
- Mohammad Naghi Namakforoosh. Metodología de la Investigación. Ed. Limusa. 1984.
- Taro Yamane. Estadística. Ed. Harla. Tercera Edición. 1973.
- Vincent T. Manas. National Plumbing Code Handbook. Primera edición. McGraw-Hill Book Company. 1957.

**2. Informes de investigaciones.**

Por fecha de publicación, desde el más antiguo a la fecha:

Recommended Minimum Requirements for Plumbing, Report of the Subcommittee on Plumbing of the Building Code Committee, U.S. Department of Commerce Bureau of Standards, BH13, 1932.

Hunter, Roy B. Methods of Estimating Loads in Plumbing Systems, National Bureau of Standards

Building Materials and Structures. Report BMS65, 1940.

Plumbing Manual Report of Subcommittee on Plumbing Central Housing Committee on Research, Design and Construction. Report BMS66, 1940.

Konen, T.P. and Monihan, D. The significance of innovations in the design of water supply systems in high rise multifamily dwellings. Davidson Laboratory Rept. SIT-DL-74-1975. Stevens Inst. of Technology. Hoboken, N.J. 1975.

Konen, T.P. and Chan, W.Y. An investigation of the frequency of use and duration of use parameters in sizing water distribution systems. Davidson Laboratory Rept. Stevens Inst. of Technology. Hoboken, N.J. (1979).

Evaluación y Control de Calidad de Muebles Sanitarios y Accesorios de Bajo Consumo de Agua. Informe de RUMI INGENIEROS, S.A. de C V. para la DGCCH. Contrato No. 1-33-2084. Dic. 1991.

### 3. Artículos publicados en revistas técnicas

Por fecha de publicación, desde el más antiguo a la fecha:

Tatarian, M. Journal AWWA. Sept. 1952.

Mamrelli, E. S. Consumer Service Requirements. Journal AWWA. Apr. 1955.

Mathews, C.M. Factors to be considered in house piping sizes and selection of meters. Journal AWWA. Sept. 1957.

Searcy, P. E. And Furman, T. S. Water consumption by institutions. Journal AWWA. Sept. 1961.

Braxton, J.S. Water pressure boosting systems. Evaluation of water usage and noise. Cons. Engr., XXIV, V, 112 (1965)

Braxton, J.S. Design of water systems for high-rise buildings. Journal AWWA. Jul. 1966.

Moodhe, N.S. Correct meter sizing. Journal AWWA. Jan. 1967.

Francis, J. L. Designing residential water services. Journal AWWA. Feb. 1970.

Cunningham, A. M. Sizing water meters for apartments, hotels, motels and other customers. Water and wastes engineering. Aug. 1970.

Chan, W and Wang, Lawrence. Reevaluating Hunter's model for residential water demand. Journal AWWA. Aug. 1980.

Siegrist, R. L. Minimum-flow plumbing fixtures. Journal AWWA. July 1983.

Maddaus, W. O. The effectiveness of residential water conservation measures. Journal AWWA March 1987.

Lewis, B. W. Design considerations and operating tips for small residential systems. Journal AWWA. November 1987.

Vickers, A. Water-use efficiency standards for plumbing fixtures: benefits of national legislation. Journal AWWA. May 1990.



---

**4. Leyes; reglamentos; normas; y publicaciones oficiales**

Por jerarquía y fecha de publicación:

Ley de Aguas Nacionales. Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación: 1 de diciembre de 1992.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-EDIF-1994, que establece las especificaciones y métodos de prueba para los inodoros de uso sanitario. Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación: 14 de marzo de 1994.

Norma Oficial Mexicana NOM-002-EDIF-1993, que establece las especificaciones y métodos de prueba para válvulas de admisión y válvulas de descarga en tanques de inodoro. Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación: 14 de marzo de 1994.

Norma Oficial Mexicana NOM-005-CNA-1996, Fluxómetros.- especificaciones y métodos de prueba. Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación: pendiente.

Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-066-SCFI-1994, que establece las especificaciones y métodos de prueba de regaderas empleadas en el aseo corporal. Fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación: 9 de septiembre de 1994.

Normas de Proyecto de Ingeniería, Tomo II. Instalaciones hidráulica, sanitaria y gases medicinales. IMSS.

Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y drenaje, publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 27 de febrero de 1995.

Conteo de Población y Vivienda 95. EUM. Resultados Definitivos Básicos. INEGI.

**ANEXO A  
NORMAS OFICIALES MEXICANAS  
EN MATERIA DE MUEBLES Y  
APARATOS SANITARIOS**

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-EDIF-1994, que establece las especificaciones y métodos de prueba para los inodoros de uso sanitario<sup>1</sup>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-002-EDIF-1993, que establece las especificaciones y métodos de prueba para válvulas de admisión y válvulas de descarga en tanques de inodoro<sup>2</sup>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-005-CNA-1996, Fluxómetros - Especificaciones y métodos de prueba<sup>3</sup>.
- Norma Oficial Mexicana NOM 066-SCFI-1994, Que establece las especificaciones y métodos de prueba de regaderas empleadas en el aseo personal<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Publicada en el Diario Oficial de la Federación el lunes 14 de marzo de 1994.

<sup>2</sup> Publicada en el Diario Oficial de la Federación el lunes 14 de marzo de 1994.

<sup>3</sup> Por publicarse en el Diario Oficial de la Federación.

<sup>4</sup> Publicada en el Diario Oficial de la Federación el viernes 9 de septiembre de 1994.

---

**NORMA Oficial Mexicana NOM-001-EDIF-1994, que establece las especificaciones y métodos de prueba para los inodoros de uso sanitario.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Desarrollo Social.- Dirección General de Asuntos Jurídicos.

ALFREDO PHILLIPS OLMEDO, Subsecretario de Vivienda y Bienes Inmuebles, de la Secretaría de Desarrollo Social y LUIS GUILLERMO IBARRA PONCE DE LEON, Director General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, con fundamento en los artículos 32 y 34 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 6o. fracción IX y 38 al 44 de la Ley Federal de Vivienda; 1o., 38 fracción VII, 39 fracción V, 40 Fracción XIII y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 fracción VIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social; 17, fracciones I y XI del Reglamento Interno de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; primero y segundo del Acuerdo por el que se delega en el Subsecretario de Vivienda y Bienes inmuebles y en el Presidente del Instituto Nacional de Ecología, la facultad de expedir las normas oficiales mexicanas en materia de vivienda y ecología, respectivamente, y 4o. fracción X inciso a) del Acuerdo que adscribe Unidades Administrativas y delega facultades en los Subsecretarios, Oficial mayor, directores generales y otros subalternos de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 12 de septiembre de 1985 y

**CONSIDERANDO**

Que los inodoros de uso sanitario consumen agua en forma constante, por lo que deben regularse sus especificaciones y métodos de prueba, con el objeto de coadyuvar a la preservación de este recurso natural y disminuir sus costos de utilización.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Servicios en la Edificación ordenó la publicación del proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-EDIF-1993, que establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los inodoros para uso sanitario, lo que se realizó en el **Diario Oficial de la Federación** el 23 de agosto de 1993, con el objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo.

Que durante el plazo de 90 días naturales contados a partir de la fecha de la publicación de dicho Proyecto de Norma Oficial Mexicana, los análisis a los que se refiere el artículo 45 del citado ordenamiento jurídico, estuvieron a disposición del público para su consulta.

Que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma, los cuales fueron analizados por el citado Comité Consultivo, realizándose las modificaciones procedentes, por lo que la Secretaría de Desarrollo Social, por conducto de la Subsecretaría de Vivienda y Bienes Inmuebles, publicó las respuestas a los comentarios recibidos, en el **Diario Oficial de la Federación** el día 24 de febrero de 1994.

Que en virtud que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Servicios en la Edificación aprobó el día 25 de febrero de 1994 la presente Norma Oficial Mexicana, hemos tenido a bien expedir la siguiente

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-EDIF-1994 QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA PARA LOS INODOROS DE USO SANITARIO**

**PREFACIO**

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron:

- SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL  
Dirección General de Normas y Tecnología para la Vivienda.
- SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL  
Dirección General de Normas
- SECRETARIA DE GOBERNACION  
Dirección General de Protección Civil
- SECRETARIA DE SALUD  
Dirección General de Salud Ambiental

- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS  
Subsecretaría Forestal y de la Fauna Silvestre  
Comisión Nacional del Agua  
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
- SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL  
Comisión Nacional para el Ahorro de Energía
- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES  
Subsecretaría de Infraestructura
- SECRETARIA DE TURISMO  
Dirección de Supervisión
- SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA  
Comité Administrador del Programa Federal  
de Construcción de Escuelas
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica  
Coordinación Subsectorial de Normas, Especificaciones Técnicas y Precios Unitarios
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
- PROGRAMA DE AHORRO ENERGETICO DEL SECTOR ELECTRICO CFE-PAESE-FIDE
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO
- CAMARA NACIONAL DEL CEMENTO
- INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
- PROCURADURIA FEDERAL DEL CONSUMIDOR
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE MATERIALES
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
Instituto de Ingeniería
- INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL PARA LA VIVIENDA DE LOS TRABAJADORES
- FONDO NACIONAL DE HABITACIONES POPULARES
- FONDO DE OPERACION Y FINANCIAMIENTO BANCARIO A LA VIVIENDA
- INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL PARA LAS FUERZAS ARMADAS MEXICANAS
- FONDO DE LA VIVIENDA DEL ISSSTE
- ASOCIACION MEXICANA DE FABRICANTES DE VALVULAS Y CONEXOS, A.C.
- ASOCIACION MEXICANA DE FABRICANTES DE FIBRO-CEMENTO
- ASOCIACION NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUIMICA
- ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE CAL, A.C.
- ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE BLOQUES DE CONCRETO, A.C.

- ASOCIACION MEXICANA DE LA INDUSTRIA DEL CONCRETO PREMEZCLADO, A.C.
- ASOCIACION NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL PREESFUERZO Y PREFABRICACION, A.C.
- ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE PINTURAS Y TINTAS
- INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.
- INSTITUTO DE TUBERIAS PLASTICAS, A.C.
- CENTRO NACIONAL DE PREVENCION DE DESASTRES
- FEDERACION DE COLEGIOS DE INGENIEROS CIVILES
- COLEGIO DE ARQUITECTOS DE MEXICO Y SOCIEDAD DE ARQUITECTOS
- FEDERACION DE COLEGIOS DE ARQUITECTOS DE LA REPUBLICA MEXICANA
- BRISAN, S.A. DE C.V.
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION
- CERAMICA ARTISTICA MONTERREY S.A. DE C.V.
- CERAMICA DIAMANTE, S.A. DE C.V.
- CERAMICA SANIVITREA KISSON, S.A. DE C.V.
- CERAMICA SAN LUIS, S.A. DE C.V.
- CERAMOSA, S.A. DE C.V.
- COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO DEL ESTADO DE MEXICO
- EL ANFORA, S.A. DE C.V.
- FABRICAS ORION, S.A. DE C.V.
- IDEAL STANDARD, S.A. DE C.V.
- INTERCERAMIC, S.A. DE C.V.
- KERDAL, S.A.
- LAMOSA, S.A. DE C.V.
- NACESA, S.A. DE C.V.
- PORCELAMEX, S.A. DE C.V.
- PROCEMEX, S.A. DE C.V.
- SANITARIOS AZTECA, S.A.
- VITROMEX, S.A. DE C.V.

#### INDICE DEL CONTENIDO

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias

- 4. Definiciones
- 5. Clasificación
- 6. Especificaciones
- 7. Muestreo
- 8. Métodos de prueba
- 9. Marcado, etiquetado, envase y embalaje e instalación
- 10. Vigilancia
- 11. Bibliografía
- 12. Concordancia con normas internacionales
- 13. Vigencia
- 14. Anexos del 1 al 15

**1. OBJETIVO**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los inodoros.

**2. CAMPO DE APLICACION**

Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a los inodoros de fabricación nacional y de importación.

**3. REFERENCIAS**

Para la correcta aplicación de esta Norma se deben emplear las siguientes normas oficiales mexicanas y normas mexicanas vigentes:

NOM-002-EDIF Establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir las válvulas de admisión y las válvulas de descarga en tanques de inodoro.

NMX-Z-12/1 Muestreo para la inspección por atributos.

**4. DEFINICIONES**

Para una mejor comprensión de la presente Norma se establecen las definiciones siguientes:

**4.1 Alabeo**

Grado de separación de una superficie plana y lisa en las partes que entran en contacto con paredes y pisos de un mueble sanitario, puede ser cóncavo y convexo.

**4.2 Acabado**

Condición de la superficie, textura y color finales.

**4.3 Acabado de cascarón de huevo**

Acabado con falta de brillo.

**4.4 Acabado ondulado**

Defecto en el acabado que se presenta en forma de ondulaciones en las superficies vidriadas.

- 4.5**     **Ampolla**  
Porción levantada o protuberancia de la superficie
- 4.6**     **Brida**  
Elemento con reborde circular para acoplar la tubería de la instalación sanitaria, con tornillos a la descarga de la taza.
- 4.7**     **Burbuja**  
Porción levantada en la superficie o una mota de arena
- 4.8**     **Cuadro de clasificación**  
Hoja de cualquier material flexible, por ejemplo hule o papel, que pueda ser deslizada sobre superficies irregulares y que tenga una perforación cuadrada de 5 cm. por lado.
- 4.9**     **Cuerpo descubierto**  
Porción no esmaltada.
- 4.10**   **Craquelado**  
Hendidura o estría muy fina en el vidriado.
- 4.11**   **Decoloración**  
Mancha de color o número suficiente de motas o manchas que de el efecto de un cambio de color.
- 4.12**   **Espejo de agua**  
Superficie de agua visible en la taza cuando el inodoro se encuentra en condiciones de ser descargado.
- 4.13**   **Fractura**  
Cuartheadura muy fina que se extiende a través del cuerpo.
- 4.14**   **Grieta de fusión**  
Hendidura en el cuerpo, poco profunda, no cubierta por el vidriado. Cuando está parcialmente cubierta por el vidriado y puede limpiarse con facilidad no debe ser considerada perjudicial.
- 4.15**   **Herrajes**  
Elementos complementarios del inodoro, para su fijación y operación (juntas, mecanismos de operación del tanque, tornillos, soportes, etc.).
- 4.16**   **Junta**  
Elemento de unión entre la tubería de la instalación sanitaria y la descarga de la taza.
- 4.17**   **Indicio de pulimentación**  
Mancha donde se ha rebajado o alisado algún desperfecto menor y la superficie ha sido pulida.
- 4.18**   **Inodoro**  
Conjunto de taza y tanque, provisto con un dispositivo para desagüe y de una trampa hidráulica que permita el paso de excretas humanas a la red de drenaje, sin permitir el retroceso de aire o gases de la misma, con un diseño tal que permita la limpieza combinada con una acción sinfónica.

- 4.19 Integral**  
Parte vaciada junto con la pieza con la cual forma un conjunto inseparable tal como un borde, una trampa, etc.
- 4.20 Mancha**  
Area de color contrastante en la superficie vidriada.
- 4.21 Muebles sanitarios de loza vitrificada**  
Son los articulos obtenidos por la cocci3n de una mezcla adecuada de materiales cerámicos, propios para el servicio sanitario de las personas, tales como tazas, vertederos, lavabos, etc.
- 4.22 Perforaciones**  
Serie de barrenos y orificios efectuados en la taza y el tanque de los muebles sanitarios, los cuales realizan la funci3n de acoplamiento entre las dos piezas (taza y tanque) o de sujeci3n o fijaci3n de la taza al piso, asi como para la colocaci3n de la tapa protectora en la taza para comodidad del usuario.
- 4.23 Poros**  
Orificio en el vidriado semejante a un cráter.
- 4.24 Pozo**  
Concavidad abierta hacia arriba, formada a la entrada de la trampa, dentro de la taza del inodoro.
- 4.25 Protuberancia**  
Porci3n levantada de la superficie.
- 4.26 Punto**  
Porci3n de color diferente a la superficie vidriada, en grupo puede llegar a formar una decoloraci3n.
- 4.27 Superficie de limpieza**  
Superficie visible del bacín interior de la taza del inodoro donde circula el agua para su limpieza.
- 4.28 Superficie visible**  
Area que después de la instalaci3n del mueble o artefacto, es visible al observador puesto de pie en posici3n natural a un metro de distancia.
- 4.29 Tanque**  
Mueble de loza vitrificada compuesto de caja y tapa capaz de contener agua para descargar en otro mueble sanitario, puede ser tanque alto o tanque bajo.
- 4.30 Taza de inodoro**  
Mueble sanitario que integra el conjunto del inodoro, puede ser independiente o formar parte de una combinaci3n y de varios diseños (alargada, regular, etc.)
- 4.31 Sello hidráulico**  
Tirante hidráulico medido desde la parte superior de la entrada de la trampa hasta el espejo de agua.
- 4.32 Trampa**  
Cierre hidráulico destinado a impedir la salida del aire y gases de la red de drenaje a través de un mueble sanitario sin obstaculizar el paso de los desechos.
-



**4.33 Válvula**

Dispositivo destinado a permitir el flujo de un fluido u obturarlo después de realizada la función.

**4.34 Vidriado**

Capa de esmalte o barniz cerámico que constituye la superficie impermeable y protectora de los muebles sanitarios.

**5. CLASIFICACION**

Los inodoros objeto de esta Norma se clasifican en seis tipos y dos grados de calidad.

**5.1 Tipos**

**5.1.1 Tipo I.- Inodoro con tanque alto**

El proyectado para instalarse a más de 60 cm del piso (distancia del suelo al fondo del tanque alto).

**5.1.2 Tipo II.- Inodoro con tanque bajo (acoplado al mueble) de una o dos piezas.**

El proyectado para instalarse a 60 cm o menos del piso (distancia del suelo al fondo del tanque bajo).

**5.1.3 Tipo III.- Inodoro para adaptarse a fluxómetro.**

**5.1.4 Tipo IV.- Inodoro para minusválidos.**

**5.1.5 Tipo V.- Tipo infantil.**

**5.1.6 Tipo VI.- Otros (cuando difieran en características de operación y materiales, de los considerados en esta Norma).**

**5.2 Grados de calidad.**

**5.2.1 Grado de calidad A, "primera clase", para todos aquellos inodoros que cumplen con todas las especificaciones de esta Norma.**

**5.2.2 Grado de calidad B, "segunda clase", para aquellos inodoros que exceden los límites admisibles de acabados en las tablas 1 y 2 (Anexos 1 y 2), sin presentar peligro a la integridad física del usuario, debiendo cumplir al 100% con el resto de las especificaciones.**

**6. ESPECIFICACIONES**

**6.1 Acabados del mueble**

Los inodoros, en lo que se refiere a sus acabados, deben cumplir con las especificaciones que se establecen en las tablas 1 y 2 (Anexos 1 y 2), se verifican de acuerdo al método de prueba que se establece en el punto 8.1.

**6.2 Absorción**

No debe absorber agua por más de 0.5% de su propia masa, se verifica de acuerdo al método de prueba que se establece en el punto 8.2.

**6.3 Agrietamiento**

El inodoro no debe presentar grietas. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba que se establece en el punto 8.3.

**6.4 Espesor**

El espesor de la loza vitrificada en cualquier parte del mueble, no debe ser menor de 6 mm. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba que se establece en el punto 8.4.

**6.5 Dimensiones y tolerancias**

Las dimensiones que rigen el diseño de los inodoros son propias de cada fabricante y deben aparecer en sus catálogos, siendo las típicas y más usuales las que se indican en las figuras 5 a 16, (anexos 9 a 15) excepción hecha de las siguientes que son obligatorias en todos los inodoros y en las que se admite una tolerancia de  $\pm 5\%$ , excepto donde se marca máximo y mínimo.

Distancia del muro terminado al centro de descarga:

305  $\pm$  15,25mm (para los inodoros tipo I, II, III y IV)  
250  $\pm$  12,50mm (para el inodoro tipo V)

Distancia entre los centros de las perforaciones para fijar la taza al piso: 152  $\pm$  7,60mm

Distancia entre los centros de los barrenos para fijar el asiento y la tapa de la taza: 140  $\pm$  7,00mm (Notificar a la autoridad correspondiente cualquier cambio en la dimensión del punto anterior).

Esto se verificará de acuerdo al método de prueba que se establece en el punto 8.5.

**6.6 Perforaciones**

Los inodoros deben tener las perforaciones necesarias a fin de acoplar perfectamente las válvulas para su correcto funcionamiento, de acuerdo a las dimensiones de la figura 16 (Anexo 15). Esto se verifica de acuerdo al método de prueba que se establece, en el punto 8.6 (notificar a la autoridad correspondiente cualquier cambio en la dimensión del punto anterior).

**6.7 Tazas****6.7.1 Aristas**

El borde de la taza debe tener aristas redondeadas a fin de que los usuarios permanezcan cómodos aun en caso de uso sin asiento. Esto se verifica visualmente según el método de prueba que se establece en el punto 8.7.1.

**6.7.2 Ceja de salida**

Las tazas de inodoros deben tener una ceja a la salida que permita el acoplamiento al sistema de drenaje. Las especificaciones dimensionales deben cumplir las salidas de las tazas son las que se establecen en la figura 1 (Anexo 4). Esto se verifica de acuerdo al método de prueba establecida en el punto 8.7.2.

**6.7.3 Hermeticidad de taza-instalación**

La conexión de la taza a la instalación sanitaria, debe ser hermética por medio de una brida y/o sanitaria. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba indicado en el punto 8.7.3.

**6.7.4 Alabeo**

La base de la taza no debe presentar alabeo cóncavo ni convexo mayor a lo establecido en la tabla 1 (Anexo 1). Esto se verifica de acuerdo al método de prueba indicado en el punto 8.7.4.

**6.7.5 Espejo de agua**

El espejo de agua debe tener dimensiones mínimas de 102 x 127 mm. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba indicado en el punto 8.7.5.

**6.7.6 Sello hidráulico**

La altura del sello hidráulico debe ser de 51mm medido de acuerdo al método especificado en el punto 8.7.6.

**6.7.7 Trampa**

La trampa deberá dejar pasar una bola sólida de 38 mm de diámetro como mínimo. Esto se ve de acuerdo al método de prueba indicado en el punto 8.7.7.

## 6.8 Tanques

Los tanques para inodoro deben marcarse con una línea horizontal que indique el nivel de agua correspondiente a la máxima capacidad de descarga. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba indicado en el punto 8.8.

## 6.9 Válvulas

Las válvulas de admisión y descarga debe cumplir con lo establecido en los puntos 6.9.1 y 6.9.2. La verificación será de acuerdo a lo establecido en la NOM-002-EDIF, y tanto los originales como las de reposición deben ser certificadas por la dependencia competente o los organismos de certificación acreditados.

### 6.9.1 Válvula de admisión

La válvula de admisión para el llenado del tanque debe tener cierre automático y hermético para alcanzar el agua el nivel equivalente al volumen de descarga establecido en el punto 6.11, en un tiempo no mayor de 3 min y a una presión de 2,5 (0,25 kgf/cm<sup>2</sup>).

### 6.9.2 Válvula de descarga

- a). Debe contar con un aditamento para efectuar, por medio de una palanca o dispositivo similar, la acción de descarga y una vez efectuada ésta, produzca el cierre automático y hermético de la salida del tanque.
- b). Asimismo debe tener un mecanismo (rebosadero) para que en caso de falla del sistema de cierre automático de la válvula de admisión de agua al tanque, impida el derrame del líquido al exterior.

## 6.10 Corrosión de herrajes

Los herrajes del inodoro que están en contacto permanente con el agua serán de un material resistente a la corrosión. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba indicado en la NOM-002-EDIF, por un periodo de 96 h como mínimo.

## 6.11 Consumo de agua

Los inodoros para uso sanitario deben funcionar con un consumo de agua máximo de 6 L por descarga. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba establecido en el punto 8.8.

## 6.12 Funcionamiento

Los inodoros de uso sanitario deben funcionar hidráulicamente con un consumo de agua de acuerdo a la indicado en los puntos 6.9.1 y 6.11 para cumplir con las funciones siguientes:

### 6.12.1 Eliminación de desperdicios

El inodoro debe desalojar todos los desechos por medio de la acción sifónica. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba establecido en el punto 8.9.1.

### 6.12.2 Barrido

Debe desalojar totalmente las excretas humanas. Esto se verifica de acuerdo al método establecido en el punto 8.9.2.

### 6.12.3 Lavado de paredes

Después de la acción sifónica las paredes del interior de la taza deben quedar limpias sin residuos de los desechos desalojados. Esto se verifica de acuerdo al método establecido en el punto 8.9.3.

### 6.12.4 Intercambio de agua

Después de cada acción sifónica debe existir un intercambio del espejo de agua. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba establecido en el punto 8.9.4.

## 7. MUESTREO

El muestreo debe efectuarse de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-Z-12/1 "Muestreo para la Inspección por atributos", para los defectos críticos y mayores con los niveles de inspección que se indican en los puntos 7.2 y 7.3, así como el nivel de calidad aceptable indicado en cada caso.

### 7.1 Lote representativo

El lote representativo debe ser equivalente a un día de producción promedio, calculado con base en el número de muebles de 6 L fabricados durante 6 meses y los días destinados específicamente a la producción de tales muebles.

### 7.2 Defectos críticos

Se aplica un nivel de inspección especial S-4, con un nivel de calidad aceptable (NCA) de 4.0% y un muestreo normal sencillo, para los pruebas de funcionamiento indicadas en la tabla 3 (Anexo 3). Estas pruebas deben realizarse 5 veces para cada mueble de la muestra, al final de las cuales, debe obtenerse cuando menos la puntuación mínima indicada en esa tabla.

En caso de que en cualquier grupo de 5 pruebas se obtenga una puntuación menor a la mínima indicada en la tabla 3 (Anexo 3), el mueble debe ser rechazado.

### 7.3 Defectos mayores

Se aplica un nivel de inspección especial S-4, con un NCA de 10.0% y un muestreo sencillo para las pruebas de:

Imperfecciones  
Absorción  
Agrietamiento  
Alabeo

## 8. METODOS DE PRUEBA

### 8.1 De acabados

#### 8.1.1 Procedimiento

Los muebles sanitarios objeto de esta Norma, serán examinados para determinar por inspección visual, si rebasan el máximo de características admisibles, el observador evaluará de frente los bordes de los inodoros, a una distancia de 60 cm. Al examinar los muebles, serán movidos de un lado a otro y hacia atrás, a un ángulo de aproximadamente 0,785 rad (45o).

#### 8.1.2 Resultados

Las tazas y los tanques serán clasificados de acuerdo a las tablas 1 y 2 respectivamente (Anexos 1 y 2).

### 8.2 De absorción

Determinación del porcentaje de absorción de agua de la loza vitrificada.

#### 8.2.1 De ebullición

##### 8.2.1.1 Reactivos

Cuando se mencione agua debe entenderse agua destilada.

##### 8.2.1.2 Aparatos

Estufa eléctrica  
Desecador  
Balanza analítica con 0,01 g de sensibilidad  
Material común de laboratorio de química

### 8.2.1.3 Procedimiento

#### 8.2.1.3.1

Tomar tres muestras de la pieza en las cuales algún punto de superficie haya estado en contacto con algún accesorio refractario del horno (placas, etc) cada uno no menor de 3200 mm<sup>2</sup> de superficie sin esmaltar y de no más de 16 mm de espesor.

Secar hasta masa constante en una estufa eléctrica a una temperatura entre 378 y 388 K (105 a 115°C), dejar enfriar en un desecador hasta temperatura ambiente y determinar la masa individual de cada muestra con una precisión de 0,01 g.

#### 8.2.1.3.2

Colocar la muestra dentro de un recipiente con agua disponiéndolas de modo que no tengan contacto con el fondo del recipiente, llevar el líquido a ebullición, mantener esas condiciones durante 120 min y dejar sumergidas las muestras en el recipiente durante 20 h, al cabo de este lapso enjuagar con un trapo húmedo y determinar su masa individualmente con la precisión indicada en 8.2.1.3.1.

### 8.2.1.4 Expresión de resultados

La absorción de agua por ebullición en la muestra se calcula con la fórmula siguiente:

$$Ab = \frac{G1 - G}{G} \times 100$$

En donde:

Ab = Absorción de agua por ebullición expresada en %

G1 = Masa de la muestra después del ensayo de absorción obtenida según 8.2.1.3.1 expresada en gramos.

G = Masa de la misma muestra seca obtenida según 8.2.1.3.1 expresada en gramos.

Si la absorción promedio de las tres muestras de loza vitrificada no es mayor del 0.5% de su propia masa, la prueba se considera satisfactoria.

## 8.3 De cloruro de calcio anhidro (para verificar el agrietamiento)

### 8.3.1 Procedimiento

Poner una muestra de 3200 mm<sup>2</sup> de superficie y máximo de 16 mm de espesor, en una solución de porciones iguales en masa, de cloruro de calcio anhidro y agua, disponiéndolas de tal forma que no tengan contacto con el fondo del recipiente para lo cual se puede usar una base metálica.

Hervir esta solución a una temperatura de 383 ± 3.0 K (110 ± 3.0°C) durante 90 min, a continuación extraer la muestra y sumergirla inmediatamente en un baño de agua a una temperatura entre 275 y 276 K (2 y 3°C).

Sumergir la muestra enseguida en una solución con una concentración al 1% en masa de azul de metileno y dejarla así durante 12 h, posteriormente ver si tiene grietas visibles por la penetración de la tinta azul en el esmalte.

### 8.3.2 Resultados

No se permiten grietas, con excepción de las causadas por el manejo en la extracción de muestras.

## 8.4 De espesor

### 8.4.1 Material

Calibrador vernier o micrómetro  
Martillo

Equipo de seguridad

#### 8.4.2 Procedimiento

Se rompe la pieza de prueba y se inspecciona visualmente hasta localizar la sección de menor espesor, posteriormente se mide el espesor con el vernier.

#### 8.4.3 Resultados

El espesor de la pieza debe ser 6 mm como mínimo, de lo contrario no pasa la prueba.

#### 8.5 De dimensiones y tolerancias de instalación de la taza y perforaciones.

##### 8.5.1 Distancia del muro terminado al centro de descarga.

###### 8.5.1.1 Materiales

Flexómetro

###### 8.5.1.2 Procedimiento

Se coloca el mueble sanitario (armado) en una superficie plana. Figura 1 (Anexo 4).

Con el flexómetro medir la distancia desde el muro terminado al centro de la descarga de la taza.

###### 8.5.1.3 Resultado

El ensayo se considera aceptado si la distancia es igual a  $305 \pm 15.25$  mm para inodoros tipo I, II, III y IV, así como de  $250 \pm 12.5$  mm para inodoros tipo V.

##### 8.5.2 Perforaciones para fijación del mueble al piso.

###### 8.5.2.1 Material

Flexómetro

###### 8.5.2.2 Procedimiento

Se coloca la taza boca abajo sobre una superficie plana y con el flexómetro se mide la distancia existente de centro a centro de las perforaciones para instalación.

###### 8.5.2.3 Resultado

El ensayo se considera aceptado si la distancia de centro a centro de las perforaciones es igual a  $152 \pm 7.6$  mm.

##### 8.5.3 Distancia de perforaciones para asiento y tapa

###### 8.5.3.1 Material

Flexómetro

###### 8.5.3.2 Procedimiento

Colocar la taza sobre una superficie plana y con el flexómetro medir la distancia de centro a centro de las perforaciones para fijar el asiento y la tapa.

###### 8.5.3.3 Resultados

El ensayo se considera aceptado si la distancia es igual a  $140 \pm 7.0$  mm

##### 8.6 De perforaciones para válvulas

**8.6.1 Material**

Calibrador vernier

**8.6.2 Procedimiento**

Se coloca el tanque boca abajo sobre una superficie plana y con el vernier se miden en tres diferentes direcciones las perforaciones para las válvulas de carga y descarga.

**8.6.3 Resultado**

El ensayo se considera aceptado si las tres mediciones son iguales a 29 mm  $\pm$  5% para la válvula de admisión y 63 mm  $\pm$  5% para la válvula de descarga

**8.7 De la taza**

**8.7.1 Aristas**

**8.7.1.1 Procedimiento**

Se inspecciona visualmente que no existan bordes agudos que afecten al usuario.

**8.7.2 Ceja de salida**

**8.7.2.1 Material**

Calibrador vernier

**8.7.2.2 Medición de la profundidad**

**8.7.2.2.1 Procedimiento**

Se coloca la taza boca abajo sobre una superficie plana y con el vernier se mide la distancia desde la base hasta la superficie de contacto con el piso.

**8.7.2.2.2 Resultado**

El ensayo se considera aceptado si la profundidad mide de 12.7 a 19 mm.

**8.7.2.3 Medición del contorno interior de la base.**

**8.7.2.3.1 Procedimiento**

Se coloca la taza boca abajo sobre una superficie plana y con el vernier se mide la distancia mínima del contorno.

**8.7.2.3.2 Resultado**

El ensayo se considera aceptado si la distancia es igual o mayor a 184 mm.

**8.7.2.4 Medición del diámetro exterior del orificio de descarga.**

**8.7.2.4.1 Procedimiento**

Se coloca la taza boca abajo sobre una superficie plana y con el vernier se mide el diámetro exterior máximo del orificio de descarga.

**8.7.2.4.2**

**Resultados**

El ensayo se considera aceptado si el diámetro es igual o menor a 95 mm.

**8.7.3 Hermeticidad taza-instalación**

**8.7.3.1 Material**

Brida sanitaria y/o junta.  
Material maleable e impermeable.

**8.7.3.2 Procedimiento**

- a) Colocar el inodoro en el banco de pruebas hidráulicas en su posición normal de uso.
- b) Taponar la instalación con material maleable e impermeable a la salida.
- c) Ajustar la brida sanitaria y/o junta en la descarga del inodoro.
- d) Llenar el tanque del inodoro a su nivel de agua marcado.
- e) Descargar el inodoro y dejar la brida y/o junta en observación por un período de 12 h.
- f) Verificar que no existan fugas en la instalación cada 5 min durante la primera media hora y después de cada hora hasta completar el tiempo indicado.
- g) Colocar un recipiente para recibir la descarga o fuga de agua en caso de su existencia.

**8.7.3.3 Resultados**

El ensayo se considera aceptado para la brida y/o junta si no existe fuga de agua en cualquiera de las partes de la instalación.

**8.7.4 Alabeo**

**8.7.4.1 Procedimiento y resultado**

Colocar el mueble de loza sobre una superficie plana que contemple un orificio para colocarle el cuello de salida del sanitario, con objeto de determinar el grado de desviación del plano horizontal que exista en los bordes del mueble. Si una lámina calibradora de espesor equivalente al alabeo total permitido no puede ser deslizada por debajo del mueble sin forzarla, el mueble sanitario, queda satisfactoriamente comprendido dentro de límites de alabeo (véase tabla 1, Anexo 1). Si el mueble sanitario se mece sobre dos esquinas opuestas, el plano horizontal se determina colocando una lámpara calibradora de espesor igual al alabeo total permitido debajo de una esquina baja, empujando el mueble sanitario hacia abajo sobre la lámina calibradora.

Si una segunda lámina calibradora de igual espesor no puede deslizarse por debajo del mueble en ningún otro punto, el mueble no tiene alabeo en relación con el plano horizontal mayor que el permitido quedando por lo tanto comprendido dentro de los límites, en caso contrario no pasa la prueba.

**8.7.5 Espejo de agua**

**8.7.5.1 Material**

Flexómetro.

**8.7.5.2 Procedimiento**

- a) Se coloca el inodoro en el banco de pruebas en posición normal de uso.
- b) Nivelar en ambos sentidos.
- c) Llenar el tanque hasta el nivel marcado de agua



- d) Descargar, permitir que se recupere el espejo de agua, esto se comprueba observando el excedente por el orificio de salida de la taza.
- e) Medir el espejo de agua en forma longitudinal y transversal.

#### 8.7.5.3 Resultado

El ensayo se considera aceptado si las dimensiones del espejo son de 102 x 127 mm como mínimo.

#### 8.7.6 Determinación de la altura del sello hidráulico.

La figura 4 (Anexo 8) muestra el aparato para llevar a cabo esta determinación.

##### 8.7.6.1 Procedimiento

Ajustar el elemento horizontal (A) del aparato apoyándolo en la pared superior de la entrada de la trampa (B). Observar el valor correspondiente en la escala del vernier (h1). Retirar el elemento y elevar hasta la superficie libre del espejo de agua completamente lleno, asegurarse de esto, vaciando una pequeña cantidad de agua hasta que se observe que la taza gotea por el desagüe, esperar hasta que cese el goteo y ajustar el aparato en la superficie del espejo (C) y observar la nueva lectura (h2). La altura del sello hidráulico se obtiene así:

$$HF=h1-h2$$

##### 8.7.6.2 Resultado

El ensayo se considera aceptado si la altura mínima del sello hidráulico es de 51 mm.

#### 8.7.7 Trampa

##### 8.7.7.1 Materiales

Bola sólida (38 mm de diámetro).

##### 8.7.7.2 Procedimiento

Se coloca el mueble boca abajo en una superficie plana, se desliza la bola por el orificio de salida, se mueve la taza de tal forma que la bola pase a través de toda la trampa saliendo por la entrada.

##### 8.7.7.3 Resultado

El ensayo se considera aceptado si la bola pasa libremente.

#### 8.8 De consumo de agua

##### 8.8.1 Materiales

Banco de prueba hidráulica.

##### 8.8.2 Procedimiento

Se conecta el mueble a la instalación hidráulica a una presión de 0,25 kg/cm<sup>2</sup> y se coloca la manguera al rebosadero, calibrada hasta la línea marcada al nivel de consumo de agua e inmediatamente de descarga.

Se coloca un recipiente con capacidad de 6 L por descarga, utilizando la probeta graduada. Verificar el volumen descargado.

##### 8.8.3 Resultado

Se considera que el ensayo es aceptado si el volumen de descarga es igual o menor a 6 L.

#### 8.9 De funcionamiento del inodoro

Estos métodos de prueba establecen los procedimientos para determinar el funcionamiento del inodoro en lo

que se refiere al barrido de desechos. Se deberán usar válvulas certificadas y verificadas.

Antes de iniciar las pruebas de funcionamiento hidráulico se deberá aforar la descarga de los muebles sanitarios a 6 L, incluyendo el espejo de agua o sello hidráulico.

#### 8.9.1 De eliminación de desperdicios

##### 8.9.1.1 Material

- a) Seis esponjas sintéticas de 20 x 20 mm de sección por 70 mm de largo, con densidad igual a  $17 \text{ kg/cm}^3 \pm 0,5 \text{ kg/m}^3$  medidas únicamente al estar nuevas y no después de usarse. Tendrán una vida útil de 25 descargas como máximo.
- b) Cinco bolas de papel higiénico sanitario sencillo, de 4 hojas de 114 x 127 mm, que tengan un tiempo de absorción de 3 a 9 s, determinado conforme a lo indicado en el punto 8.11.

##### 8.9.1.2 Procedimiento

###### 8.9.1.2.1

El agua de la taza deberá estar a nivel normal, con la trampa y salida expedita, el tanque lleno hasta la marca de máxima capacidad (véase 6.11) y con la manguera conectada al rebosadero, así mismo se debe nivelar la taza, en ambos sentidos colocando el nivel en los puntos de apoyo indicados en la figura 2 (Anexo 5).

###### 8.9.1.2.2

Tomar las cinco tiras de papel higiénico sanitario de 4 hojas sencillas cada una de 114 x 127 mm. De usarse un tamaño mayor o menor, el número de hojas deberá aumentarse o disminuirse proporcionalmente de acuerdo con la superficie en  $\text{mm}^2$  de cada hoja, arrugar cada tira en bola floja que mida de 35 a 45 mm de diámetro, conforme al método de prueba establecido en el punto 8.10.

Saturar de agua completamente las esponjas sintéticas y arrojar el conjunto (esponjas y bolas de papel) como una carga de prueba dentro de la taza y descargar antes de 2 s.

##### 8.9.1.3 Resultado

La carga total debe ser desalojada por la taza, de lo contrario, el inodoro no pasa la prueba.

#### 8.9.2 De barrido

##### 8.9.2.1 Material

Diez esponjas sintéticas de 20 x 20 mm de sección, por 60 mm de largo, de densidad igual a  $17 \text{ kg/m}^3 \pm 0,5 \text{ kg/m}^3$  medida únicamente al estar nuevas y no después de ser usadas. Tendrán una vida útil de 25 descargas máximo.

##### 8.9.2.2 Procedimiento

- a) La taza debe estar como se indica en el punto 8.9.1.2.1.
- b) Depositar en la taza 10 esponjas sintéticas previamente saturadas de agua y descargar antes de 2 s.

##### 8.9.2.3 Resultado

La descarga total debe ser desalojada por la taza, de lo contrario, el inodoro no pasa la prueba.

#### 8.9.3 De lavado de paredes para las tazas de inodoros.

##### 8.9.3.1 Material

20 gr. de aserrín de madera de pino que pase la criba o malla 10 (2 mm de abertura).

##### 8.9.3.2 Procedimiento

Descargar para limpiar el interior de la taza. Esparcir el aserrín para cubrir las paredes de la taza hasta 10 mm

abajo del aro de la misma y descargar el tanque antes de 2 seg.

#### 8.9.3.3 Resultado

El producto pasa la prueba, si todo el aserrín es eliminado de las paredes de la taza con una sola descarga, permitiéndose un residuo no mayor de 2 cm<sup>2</sup>.

#### 8.9.4 De intercambio de agua

##### 8.9.4.1 Reactivos y materiales

- a) Solución de azul de metileno (azul de metileno en polvo disuelto en agua al 0.15%, en peso 1,5 g en un L).
- b) Frasco con gotero de vidrio de punta redonda.

##### 8.9.4.2 Procedimiento

La taza de inodoro debe prepararse como se indica en el punto 8.9.1.2.1.

Depositar 3 gotas de la solución en el espejo de agua de la taza, poniendo el gotero siempre en posición vertical desde una altura no mayor a 200 mm desde la superficie de agua, agitar completamente y tomar una muestra en un tubo de ensaye (tubo patrón). Verter en el espejo de agua 25 ml de la solución de azul de metileno al 0.15% y descargar antes de 2 s.

Esperar a que el espejo de agua se recupere o recuperarlo manualmente en caso necesario, agitar, enseguida con un tubo de ensaye sacar una muestra del espejo y comparar con el tubo patrón poniendo ambos tubos contra el fondo blanco para evitar diferencias.

##### 8.9.4.3 Resultado

El producto pasa la prueba si la coloración del tubo prueba es menor o igual a la coloración del tubo patrón.

#### 8.10 De la elaboración de bolas de papel higiénico usadas en la prueba de eliminación de desperdicios.

Una vez que se haya determinado la cantidad de hojas de acuerdo a la dimensión del papel, se procede a iniciar la elaboración de la bola.

##### 8.10.1 Procedimiento

Se toma el extremo de la tira y se dobla hacia adentro tratando de formar una bola (ver figuras 3a y 3b, Anexo 6). Se deja libre la última hoja.

Se gira la bola una vuelta completa para formar una especie de cuello (ver figura 3c, Anexo 6).

Después de formado el cuello, la bola se envuelve en la hoja libre formando una especie de canal (ver figura 3d, Anexo 6).

Se procede como se indica en la figura 3e (Anexo 7) a fin de formar dos puntas las que luego se giran sobre si mismas haciendo un nudo (ver figura 3f, Anexo 7).

Finalmente las puntas libres se introducen en la ranura formada por el nudo hecho al girarlas, quedando así formada una bola de papel compacta (ver figura 3g, Anexo 7).

#### 8.11 De tiempo de absorción de la bola de papel elaborada según lo indicado en el punto 8.10.

##### 8.11.1 Procedimiento

Una bola de papel de dimensiones según inciso 8.9.1.2.2, se colocará suavemente sobre la superficie de agua contenida en un recipiente.

Se deberá tomar el tiempo desde el momento en que hace contacto con el agua hasta su completa saturación.

**8.11.2 Resultados**

El tiempo de absorción de la bola de papel deberá ser de 3 a 9 s.

**9. MARCADO, ETIQUETADO, ENVASE Y EMBALAJE E INSTALACION**

**9.1 Marcado o etiquetado en el producto.**

**9.1.1 Cada mueble sanitario debe llevar una etiqueta o impresión permanente, legible e indeleble y en un lugar visible del exterior con los datos siguientes:**

Denominación del producto

Las etiquetas de calidad A, deben fabricarse en un color diferente y contrastante a las etiquetas de calidad B.

Nombre o marca comercial registrada, pudiendo aparecer el símbolo del fabricante.

La leyenda "HECHO EN MEXICO", o país de origen.

Nombre o razón social y domicilio del fabricante.

Número de lote, clave o fecha de fabricación en cualquier parte del mueble.

Indicación de que es un inodoro de 6 L de consumo de agua.

Indicación de la certificación del producto.

Agregar una leyenda que diga "Se recomienda al usuario que al adquirir el inodoro, verifique que estén completos los accesorios y elementos con el sello de certificación correspondiente".

**9.2 Marcado en el envase y/o en el embalaje.**

En caso de que en el producto no sea visible la etiqueta o impresión permanente indicada en el punto 9.1.1, esa misma información debe repetirse en el envase y/o en el embalaje, además de aquellos datos que se juzguen conveniente, tales como las precauciones que deben tenerse en el manejo y uso de los embalajes, de acuerdo al instructivo.

**9.3 Envase y embalaje**

Para el envase y embalaje del producto objeto de esta norma, se deben usar materiales apropiados que tengan la debida resistencia y que ofrezcan la protección adecuada para impedir que el producto se deteriore.

**9.4 Manejo, Instalación y uso.**

**9.4.1. Deberá acompañarse un instructivo que contenga por lo menos las siguientes instrucciones de manejo, instalación y uso. Recomendaciones para proteger el mueble.**

**9.4.2. Para la instalación debe indicarse lo siguiente:**

Que las tazas para inodoros asienten en la brida y/o junta sanitaria, colocada alrededor del desagüe para efecto de garantizar la hermeticidad total del sistema y no permitir la entrada de vectores y malos olores a las casas habitación, la brida y/o junta sanitaria deben tener una vida media útil igual a la del mueble sanitario.

Que se instalen llaves de control (paro o retención) en los muebles sanitarios, como un medio de parar el flujo de agua a través de las válvulas a efecto de facilitar el mantenimiento y reparación.

Utilizar mastique o selladores que no presenten expansión y/o contracción para sellar las orillas de los muebles sanitarios a las paredes o pisos. No usar cemento o yeso, porque el fraguado de éstos puede reventar (despostillar) la porcelana.

**10. VIGILANCIA**

**10.1 La Procuraduría Federal del Consumidor es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.**

**11. BIBLIOGRAFIA**

- 11.1 CSA 3-B45 Series - M 81 STANDARD ON PLUMBING FIXTURES (Norma de Accesorios Sanitarios).- Canadá, 1981.
- 11.2 ASME A112.19.2-1990 VITREOUS CHINA PLUMBING FIXTURES (Accesorios Sanitarios de Loza Vitrificada).- Estados Unidos de América, 1990.
- 11.3 ASME A112.19.6-1990 HIDRAULIC REQUERIMENTS FOR WATER CLOSETS AND URINALS (Especificaciones Hidráulicas para Inodoros y Mingitorios).- Estados Unidos de América 1990.

**12. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES**

Esta Norma Oficial Mexicana no coincide con ninguna norma internacional.

**13. VIGENCIA**

- 13.1 La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.
- 13.2 Los inodoros que se hayan producido de acuerdo a un Certificado de Conformidad o Aprobación del Modelo o Prototipo expedido durante la vigencia de la Norma Oficial Mexicana NOM-C-328/2 podrán ser comercializados durante un período no mayor de 120 días contados a partir de la fecha de entrada en vigor de esta Norma.

Dada en la Ciudad de México, D.F., a los veintiocho días del mes de febrero de mil novecientos noventa y cuatro.- **Alfredo Phillips Olmedo**.- Rúbrica.- **Luis Guillermo Ibarra Ponce de León**.- Rúbrica.

**ANEXO 1**  
**TABLA 1 CARACTERISTICAS ADMISIBLES EN LAS TAZAS DE INODOROS**

Localización	Característica	Máximo permitido
En general	Superficies opacas (Acabado de cascarón de huevo)	No más 2500 mm <sup>2</sup>
	Superficies onduladas	No más de 2600 mm <sup>2</sup>
	Exceso de barniz para vitrificar	No más de 3 mm de espesor en el pozo
	Alabeo cóncavo	3 mm máximo (1/8")
	Alabeo convexo	1.5 mm máximo (1/16")
	Desnivel del anillo	20 mm/m (1/4"/pie)
	Ampollas grandes (Porción de 3,0 a 6,0 mm máximo)	No más de dos
	Fracturas	Ninguna
	Protuberancias (Porción de más de 6 mm)	Ninguna
	Cuerpo descubierto (Porción no esmaltada de 2,00 mm máximo)	Ninguna
	Grieta de fusión	Ninguna
	Manchas (de 0,8 a 3,0 mm máximo), ampollas (de 3,00 mm máximo), o puntos (de 1,00 mm máximo)	No más de 10 en un cuadro de clasificación y en total no más de 15
Superficie por la que fluye el agua	Burbujas (de 0,8 mm máximo), o poros (de 0,5 mm máximo)	No más de 10 en un cuadro de clasificación y en total no más de 15
Superficie visible	Manchas (de 0,8 a 3,0 mm máximo), ampollas (de 3,00 mm máximo), o puntos (de 1,00 mm máximo)	En total no más de 10 defectos
	Burbujas o poros	No más de 5 en un cuadro de clasificación y en total no más de 15

## ANEXO 2

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS ADMISIBLES EN TANQUES Y SUS TAPAS

Localización	Características	Máximo Permitido
En general	Fracturas	Ninguna
Superficie visible	Superficies opacas (acabado de cascarón de huevo)	Ninguna permitida al frente; no más de 700 mm <sup>2</sup> en cada lado.
	Superficies onduladas	No más de 2600 mm <sup>2</sup>
	Cuerpo descubierto (porción de 2,00 mm máximo)	No más de 3
	Grieta de fusión	Ninguna
	Manchas (de 0,8 a 3,00 mm máximo), ampollas (3,00 mm máximo), o puntos (de 1,00 mm máximo).	Un total de no más de 10 defectos en el total de la superficie del tanque y su tapa.
	Burbuja (de 0,5 mm máximo) o poros de (0,8 mm máximo)	No más de 5 en un cuadro de clasificación y un total de no más de 15.

## ANEXO 3

TABLA 3 PUNTUACION DE LAS PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Pruebas	Resultado	Puntos por Prueba	Puntuación mínima en 5 pruebas
8.9.1	Cumple con 8.9.1.3	100	400
8.9.2	Cumple con 8.9.2.3	100	400
8.9.3	Cumple con 8.9.3.3	100	300
8.9.4	Cumple con 8.9.4.3	100	300

ANEXO 4.

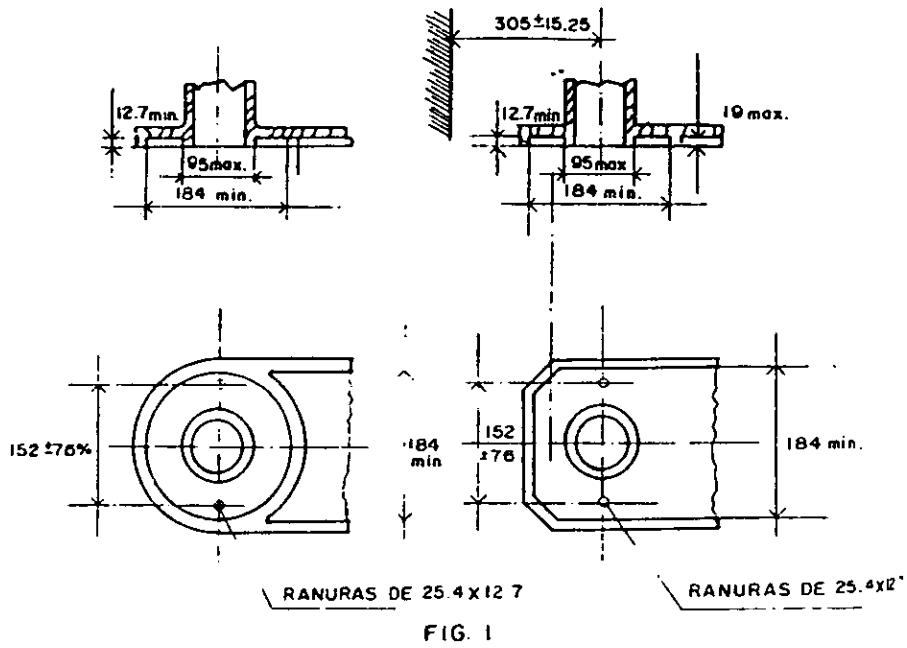


FIG. 1

ANEXO 5.

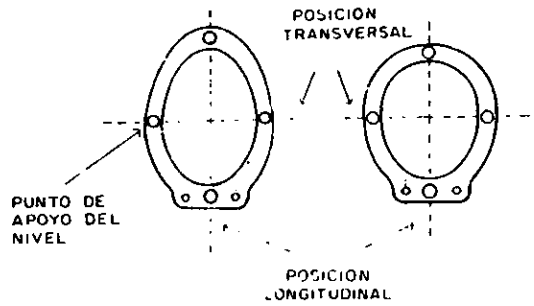


FIGURA 2 NIVELACION DEL ANILLO DE LA TAZA

ANEXO 6

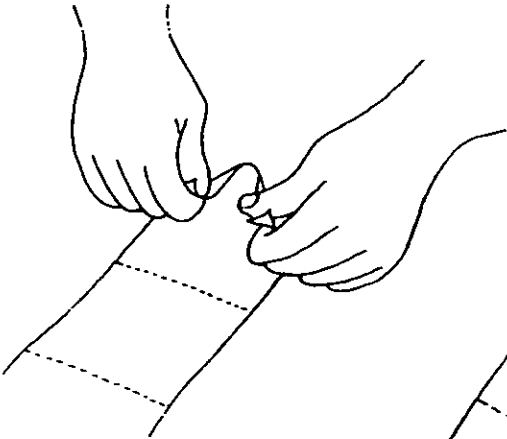


FIG. 3a

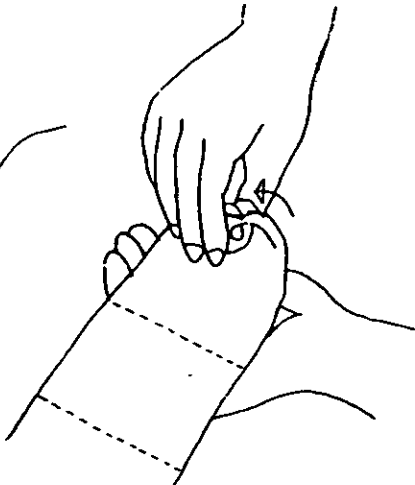


FIG. 3b

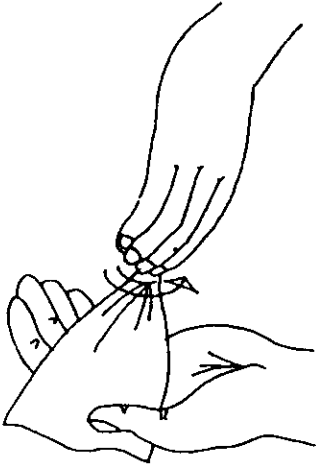


FIG. 3c

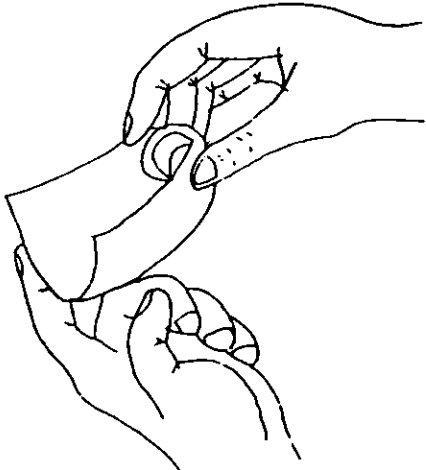


FIG. 3d



ANEXO 7

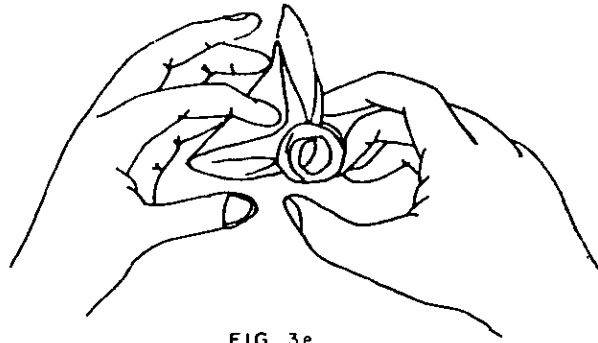


FIG 3e

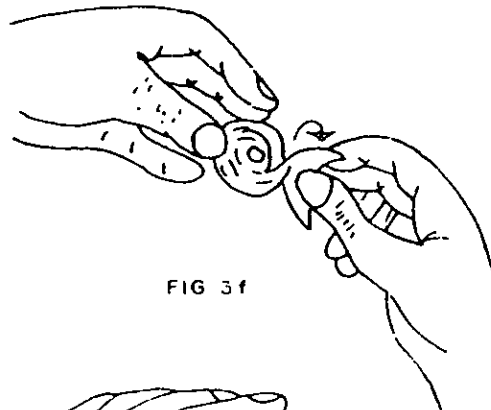
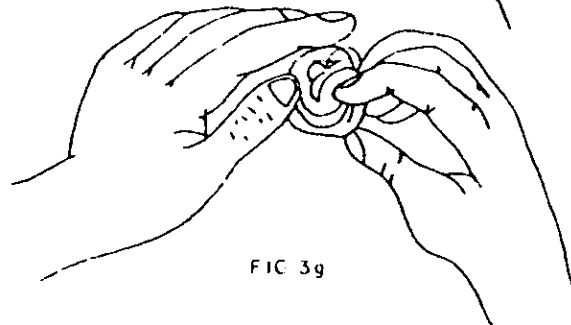


FIG 3f



FIC 3g

ANEXO 8

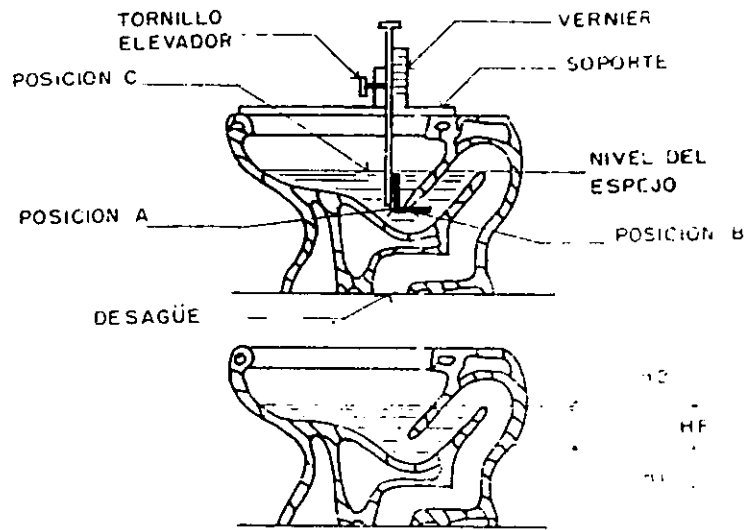
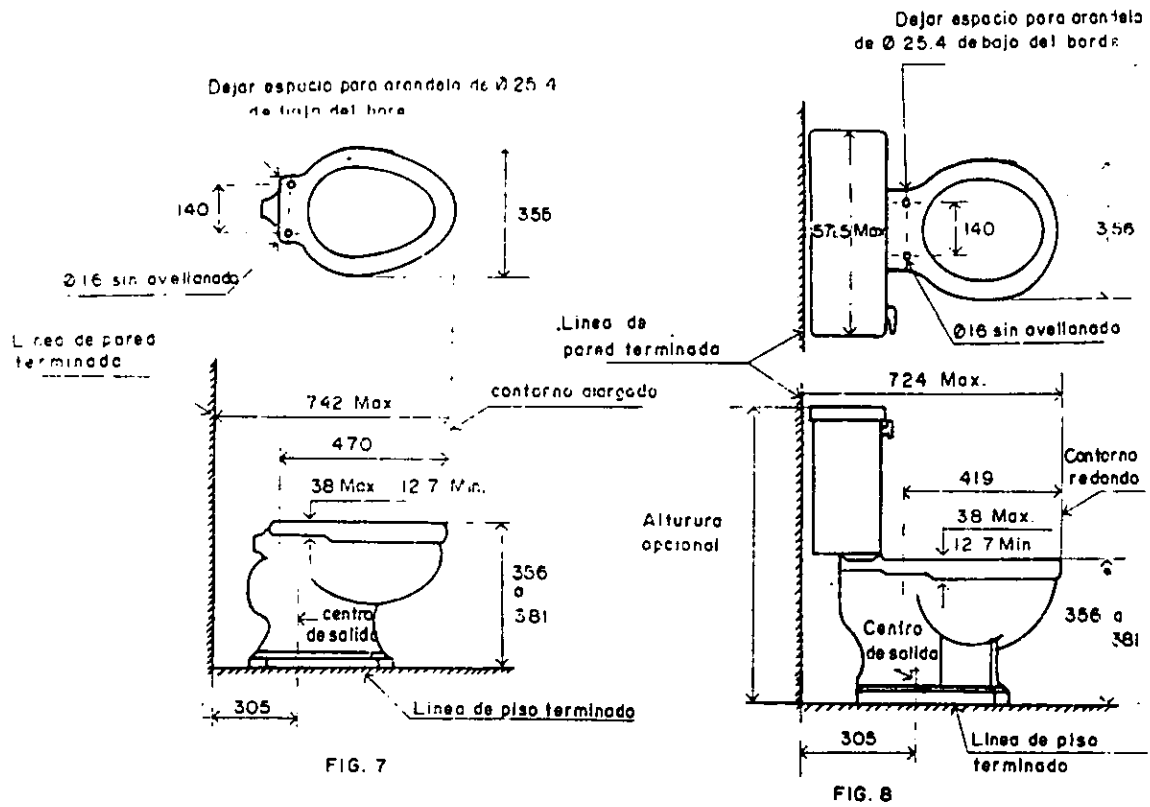


FIG. 4

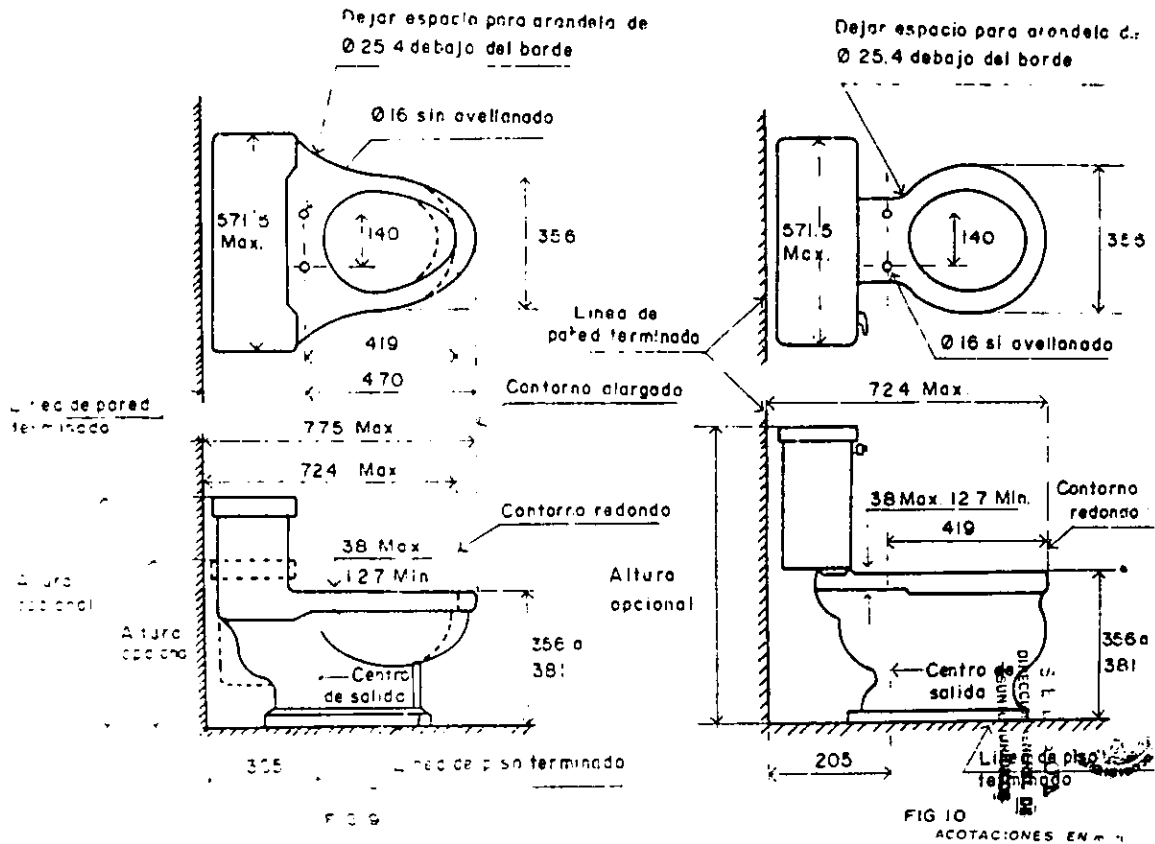


ANEXO 10

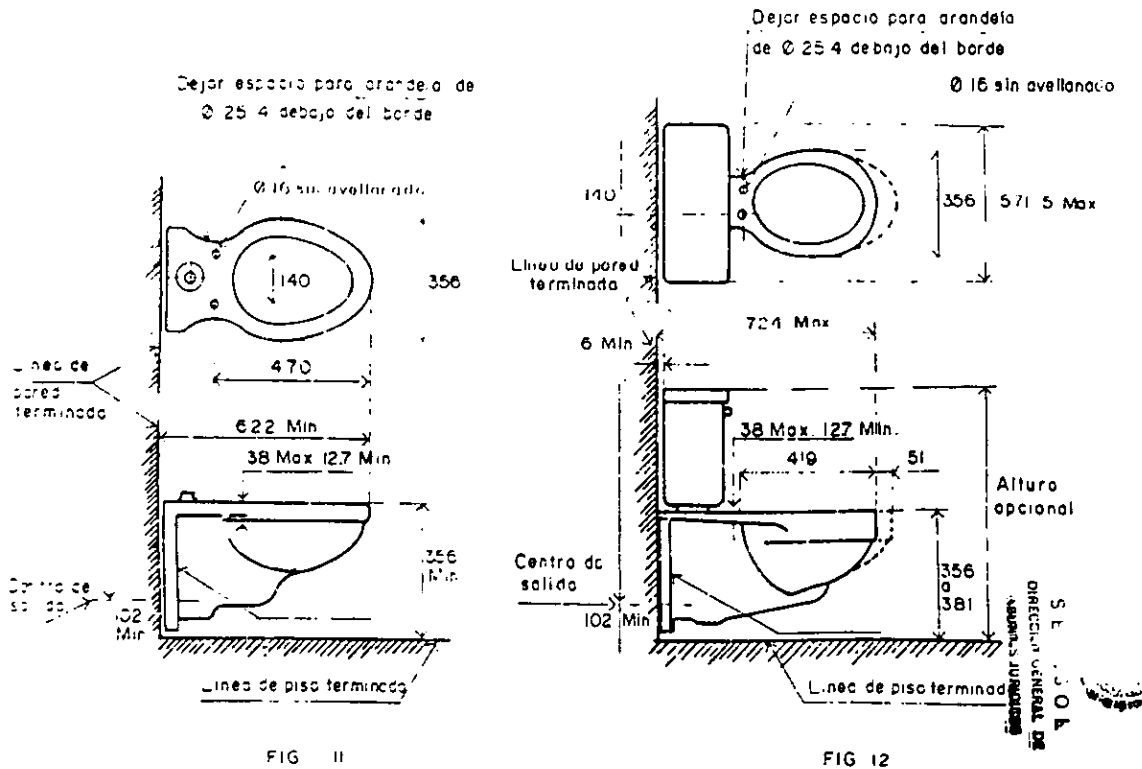


ACOTACIONES EN mm

ANEXO 11



ANEXO 12



ACOTACIONES EN: mm

ANEXO 13

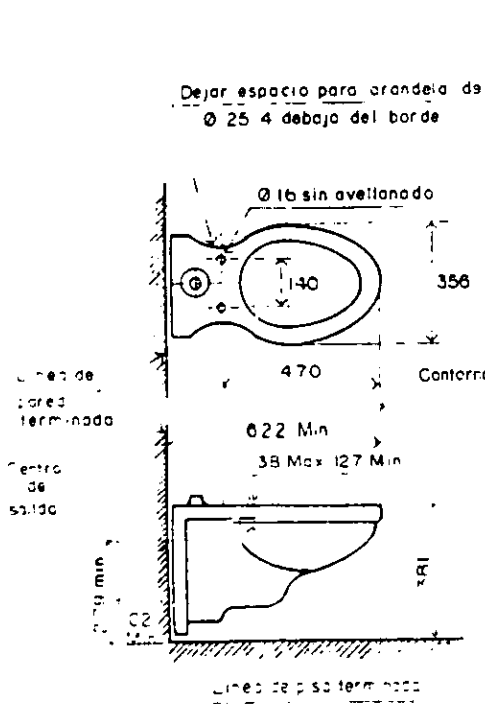


FIG 13

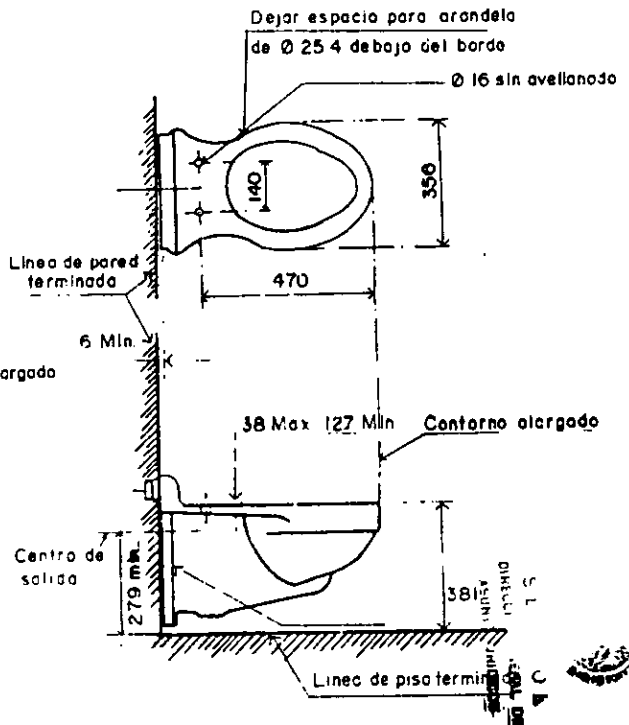
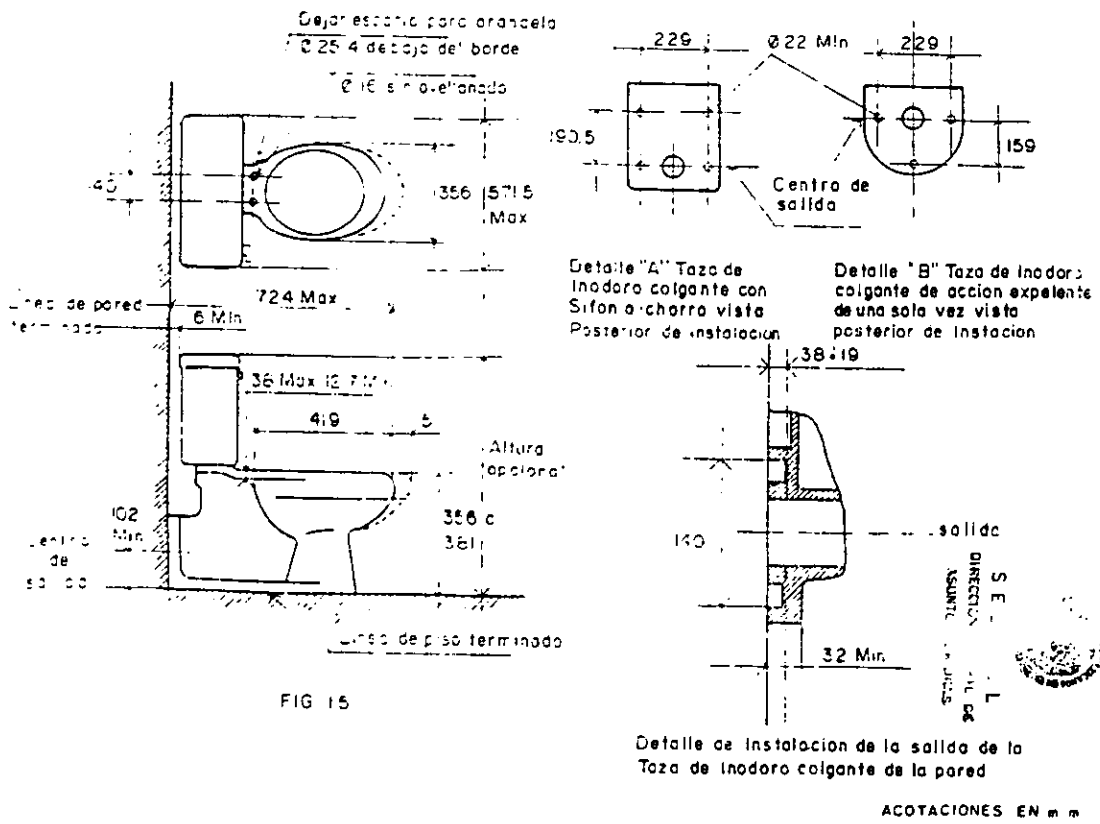


FIG 14

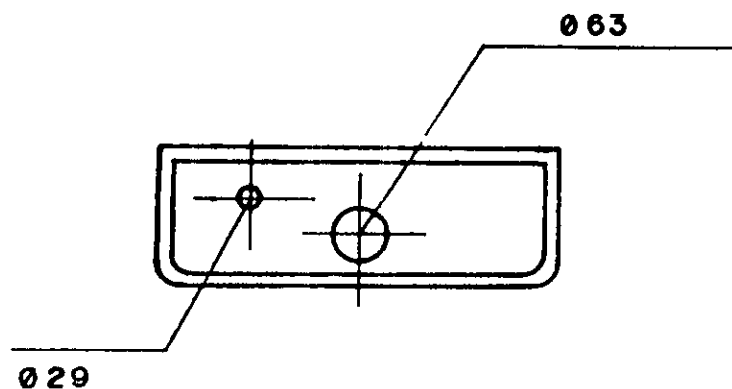
ACOTACIONES EN m m

ANEXO 14





ANEXO 15



El suscrito Director General de Asuntos Jurídicos **Oscar López Velarde Vega** de la Secretaría de Desarrollo Social, con apoyo en lo dispuesto por el artículo 16 fracción III del Reglamento interior que rige a esta Secretaría de Estado. CERTIFICA que la presente copia que consta de cincuenta y tres fojas concuerda fielmente con su original que obra en los archivos de esta Dirección General - Se expide la presente para los efectos legales a que haya lugar, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los diez días del mes de marzo de mil novecientos noventa y cuatro. Conste - Rúbrica.

**Norma Oficial Mexicana NOM-002-EDIF-1993, que establece las especificaciones y métodos de prueba para válvulas de admisión y válvulas de descarga en tanques de inodoro.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Desarrollo Social.- Dirección General de Asuntos Jurídicos.

ALFREDO PHILLIPS OLMEDO, Subsecretario de Vivienda y Bienes Inmuebles de la Secretaría de Desarrollo Social y LUIS GUILLERMO IBARRA PONCE DE LEON, Director General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, con fundamento en los artículos 32 y 34 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 6o. fracción IX y 38 al 44 de la Ley Federal de Vivienda; 1o., 38 fracción VII, 39 fracción V, 40 fracción XIII y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 fracción VIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social; 17, fracciones I y XI del Reglamento Interno de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; Primero y Segundo del Acuerdo publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 12 de octubre de 1993, mediante el cual se delega en el Subsecretario de Vivienda y Bienes Inmuebles y en el Presidente del Instituto Nacional de Ecología, la facultad de expedir las normas oficiales mexicanas en materia de vivienda y ecología, respectivamente y 4o. fracción X inciso a) del Acuerdo que adscribe Unidades Administrativas y delega Facultades en los Subsecretarios, Oficial Mayor, Directores Generales y otros Subalternos de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 12 de septiembre de 1985 y

**CONSIDERANDO**

Que las válvulas de admisión y las válvulas de descarga constituyen dos de los componentes más importantes para regular el flujo de agua en tanques de inodoro, por lo que es necesario establecer sus especificaciones y métodos de prueba con el objeto de coadyuvar a la preservación de este recurso natural y disminuir sus costos de utilización.

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Servicios en la Edificación ordenó la publicación del proyecto de norma oficial mexicana NOM 002-EDIF-1993, que establece las especificaciones y métodos de prueba para válvulas de admisión y válvulas de descarga en tanques de inodoro, lo que se realizó en el **Diario Oficial de la Federación** el 23 de agosto de 1993, con el objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo.

Que durante el plazo de 90 días naturales contados a partir de la fecha de la publicación de dicho proyecto que norma oficial mexicana, los análisis a los que se refiere el artículo 45 del citado ordenamiento jurídico, estuvieron a disposición del público para su consulta.

Que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma, los cuales fueron analizados por el citado Comité Consultivo, realizándose las modificaciones procedentes, por lo que la Secretaría de Desarrollo Social, por conducto de la Subsecretaría de Vivienda y Bienes Inmuebles, publicó las respuestas a los comentarios recibidos, en el **Diario Oficial de la Federación** el día 24 de febrero de 1994.

Que en virtud que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Servicios en la Edificación aprobó el día 25 de febrero de 1994 la presente norma oficial mexicana, hemos tenido a bien expedir la siguiente

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-EDIF-1994 QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA PARA VALVULAS DE ADMISION Y VALVULAS DE DESCARGA EN TANQUES DE INODORO.**

**PREFACIO**

En la elaboración de esta norma oficial mexicana participaron:

- SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL  
Dirección General de Normas y Tecnología para la Vivienda
- SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL  
Dirección General de Normas
- SECRETARIA DE GOBERNACION  
Dirección General de Protección Civil
- SECRETARIA DE SALUD  
Dirección General de Salud Ambiental

- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS  
Subsecretaría Forestal y de la Fauna Silvestre  
Comisión Nacional del Agua  
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
- SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL  
Comisión Nacional para el ahorro de Energía
- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES  
Subsecretaría de Infraestructura
- SECRETARIA DE TURISMO  
Dirección de Supervisión
- SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA  
Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas.
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL  
Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica  
Coordinación Subsectorial de Normas, Especificaciones Técnicas y Precios Unitarios
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
PROGRAMA DE AHORRO ENERGETICO DEL SECTOR ELECTRICO CFE-PAESE-FIDE
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
- PROCURADURIA FEDERAL DEL CONSUMIDOR
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE MATERIALES
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
Instituto de Ingeniería
- INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL PARA LA VIVIENDA DE LOS TRABAJADORES
- FONDO NACIONAL DE HABITACIONES POPULARES
- FONDO DE OPERACION Y FINANCIAMIENTO BANCARIO A LA VIVIENDA
- INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL PARA LAS FUERZAS ARMADAS MEXICANAS
- FONDO DE LA VIVIENDA DEL ISSSTE
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO
- CAMARA NACIONAL DEL CEMENTO
- INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
- ASOCIACION MEXICANA DE FABRICANTES DE VALVULAS Y CONEXOS A C
- ASOCIACION MEXICANA DE FABRICANTES DE FIBRO-CEMENTO
- ASOCIACION NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUIMICA
- ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE CAL A.C.
- ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE BLOQUES DE CONCRETO A C
- ASOCIACION MEXICANA DE LA INDUSTRIA DEL CONCRETO PREMEZCLADO, A C

- ASOCIACION MEXICANA DE LA INDUSTRIA DEL PREESFUERZO Y PREFABRICACION A.C.
- ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE PINTURAS Y TINTAS
- INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.
- INSTITUTO DE TUBERIAS PLATICAS, A.C.
- CENTRO NACIONAL DE PREVENCION DE DESASTRES
- FEDERACION DE COLEGIOS DE INGENIEROS CIVILES
- COLEGIO DE ARQUITECTOS DE MEXICO Y SOCIEDAD DE ARQUITECTOS
- FEDERACION DE COLEGIOS DE ARQUITECTOS DE LA REPUBLICA MEXICANA
- ADHESIVOS Y PLASTICOS S.A.
- COMITE TECNICO NACIONAL DE NORMALIZACION DE VALVULAS Y CONEXOS
- COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO DEL ESTADO DE MEXICO
- FABRICAS ORION, S. A. DE C.V.
- FABRICACIONES Y GRABADOS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.
- HELVEX, S.A. DE C.V.
- IDEAL STANDARD S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS CHAUL, S.A. DE C.V.
- INSTITUTO DE INGENIERIA DE VALVULAS Y CONEXOS, A.C.
- PRODUCTOS NACOBRE, S.A. DE C.V.
- PRODUCTOS KRAMER Y AKUAMIN, S.A.
- PRODUCTORA METALICA, S.A. DE C.V.
- PROMOTORA INTERAMERICANA DE DESARROLLO S. A. DE C.V.
- VALMONT, S.A. DE C.V.
- VALVULAS UREA, S.A. DE C.V.
- VEKEL DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- VITROMEX, S.A. DE C.V.

#### INDICE DEL CONTENIDO

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Clasificación
6. Especificaciones

- 7. Muestreo
- 8. Métodos de prueba
- 9. Marcado, etiquetado, envase y embalaje e instalación
- 10. Vigilancia
- 11. Bibliografía
- 12. Concordancia con normas internacionales
- 13. Vigencia
- 14. Anexos

## 1. OBJETIVO

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir las válvulas de admisión y las válvulas de descarga que se emplean para tanques de inodoro.

## 2. CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a las válvulas de admisión y las válvulas de descarga que se emplean para tanques de inodoro, de fabricación nacional y de importación.

## 3. REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta Norma se deben emplear las siguientes normas oficiales mexicanas y normas mexicanas vigentes:

NOM-EDIF-001	Establece las especificaciones y métodos de prueba para los inodoros de uso sanitario
NMX-D-122	Determinación de las propiedades de resistencia a la corrosión de partes metálicas con recubrimientos, empleados en vehículos automotores método de niebla salina.
NMX-Z-12/1	Muestreo para la inspección por atributos.

## 4. DEFINICIONES

Para una mejor comprensión de la presente Norma se establecen las definiciones siguientes:

### 4.1 Válvula de admisión

Dispositivo destinado para permitir o impedir el paso del agua automáticamente al tanque de inodoro, controlando el nivel del agua en el tanque mediante la acción de un flotador u otro dispositivo.

### 4.2 Embolo

Dispositivo que se desliza a través del cuerpo de la válvula de admisión y que efectúa la apertura o cierre de la válvula.

### 4.3 Sello o empaque

Elementos o dispositivos destinados para permitir o impedir el paso del agua a través de la válvula, fabricados de hule natural sintético y otro material, con los diámetros, forma o espesores según su diseño.

### 4.4 Cuerpo de conexión

Parte de la válvula que es utilizada para la conexión de la misma a la instalación hidráulica y que además permite la sujeción al tanque del inodoro.

- 4.5**      Cuerpo de la válvula  
Parte principal de la válvula que aloja o recibe los elementos de cierre y obturación de la misma.
- 4.6**      Tubo columna  
Elemento tubular resistente a la corrosión que conduce el agua del cuerpo de conexión al cuerpo de la válvula.
- 4.7**      Tubo de descarga  
Elemento tubular resistente a la corrosión que conduce el agua del cuerpo de la válvula a un nivel cercano al fondo del tanque para reducir el ruido de la salida del agua.
- 4.8**      Tubo de recuperación  
Manguera flexible o tubo semirrígido para conducir parte del agua que proporciona la válvula de admisión con el fin de complementar el nivel del espejo de la taza del inodoro.
- 4.9**      Brazo  
Elemento con el diseño adecuado para conectar el flotador que acciona el mecanismo de funcionamiento en la válvula de admisión para tanques de inodoro.
- 4.10**     Flotador  
Elemento con el diseño adecuado que provee una fuerza de flotación que es utilizada para abrir o cerrar la válvula de admisión para tanque de inodoro y dispone de una parte para su sujeción al brazo.
- 4.11**     Presión de trabajo  
La presión hidráulica manométrica a la cual la válvula puede trabajar continuamente sin afectar sus características funcionales.
- 4.12**     Presión mínima  
La presión hidráulica manométrica mínima a la cual la válvula debe trabajar cumpliendo sus funciones.
- 4.13**     Presión máxima  
La presión hidráulica manométrica máxima a la cual la válvula debe trabajar cumpliendo sus funciones.
- 4.14**     Válvulas de reposición  
Válvulas de admisión y válvulas de descarga que no están integradas a los tanques de inodoro por los fabricantes de estos últimos y que son comercializadas como repuesto o refacción de las que originalmente tienen los tanques de inodoro al ser puestos a la venta.
- 4.15**     Válvula de descarga  
Dispositivo destinado a permitir el flujo de un volumen de agua del tanque de inodoro hacia la taza del mismo, en una sola operación ininterrumpida para posteriormente cerrar automáticamente la salida del agua hasta la siguiente operación.
- 4.16**     Sello hidráulico  
Volumen del agua retenido en la taza del inodoro con el cual se impide la salida de gases y malos olores de la red del drenaje a través del inodoro.
- 4.17**     Sello obturador  
Dispositivo destinado a garantizar la hermeticidad en el cierre, después de haber sido operada la válvula de descarga.

#### 4.18 Tubo rebosadero

Dispositivo tubular conectado a la parte inferior del sello de la válvula de descarga, que tiene la función de evitar derrames hacia el exterior del tanque de inodoro en caso de falla de la válvula de admisión.

Este dispositivo puede ser parte de la válvula de descarga o estar integrado en el tanque del inodoro.

#### 4.19 Palanca o dispositivo accionador

Mecanismo que permite la operación de la válvula de descarga desde el exterior del tanque de inodoro mediante la interconexión mecánica de éste, con el sello obturador.

#### 4.20 Asiento

Parte del cuerpo de la válvula donde se posiciona el sello obturador para lograr el cierre de la válvula de descarga.

#### 4.21 Guía de accionamiento

Dispositivo guía para la interconexión mecánica del sello obturador con la palanca o dispositivo accionador.

### 5. CLASIFICACION

Las válvulas objeto de esta norma se clasifican en

#### 5.1 TIPO I.- VALVULA DE ADMISION

I.a Para reposición, larga (tanques grandes)

I.b Para reposición, corta (tanque chicos)

I.c Para equipo original

#### 5.2 TIPO II.- VALVULA DE DESCARGA

II.a Para reposición

II.b Para equipo original

### 6. ESPECIFICACIONES

#### 6.1 Materiales

##### 6.1.1 Resistencia a la corrosión

Todas las partes de las válvulas objeto de esta norma incluyendo sus partes de conexión, cuando estas sean fabricadas con materiales distintos a plásticos, de aleaciones de cobre o de acero inoxidable, no deberán presentar más de un 10% del área con corrosión del metal base y/o con fallas del recubrimiento (burbujas, desprendimiento) después de 96 h en cámara de niebla salina, según lo indicado en el punto 8.1.

##### 6.1.2 Prueba de envejecimiento de empaques y sellos

Todos los empaques y sellos utilizados en las válvulas deberán ser sometidos a una prueba de envejecimiento. Los empaques y sellos no deberán presentar una variación mayor al 10% en su dureza o dimensiones básicas, según lo indicado en el punto 8.2.

#### 6.2 Funcionamiento

##### 6.2.1 Hermeticidad a presión de trabajo mínima

Las válvulas de admisión deberán funcionar automáticamente a la presión hidráulica manométrica mínima, 25 kPa (0,25 kg/cm<sup>2</sup>) y no presentar fugas en todas sus partes, según lo indicado en el punto 8.3.

##### 6.2.2 Hermeticidad a presión de trabajo máxima

Las válvulas de admisión deberán funcionar automáticamente a la presión hidráulica manométrica máxima 539

kPa (5,5 kg/cm<sup>2</sup>) y no presentar fugas en todas sus partes, según lo indicado en el punto 8.3.

### 6.2.3 Resistencia a la presión hidráulica de ruptura y temperatura

La válvula de admisión debe resistir una presión hidráulica manométrica de 686 kPa (7 kg/cm<sup>2</sup>) y una temperatura de 321 K (48°C) ± 4, según lo indicado en el punto 8.5.

### 6.2.4 Tiempo de llenado

Las válvulas de admisión deben tener un diseño tal que permita un suministro de agua para el llenado de un tanque de inodoro de 6 L en un tiempo no mayor a 3 min a una presión hidráulica manométrica de 25 a 539 kPa (0,25 a 5,5 kg/cm<sup>2</sup>), según lo indicado en el punto 8.4.

### 6.2.5

Las válvulas de admisión durante su operación no deben salpicar agua hacia afuera del tanque del inodoro o hacia la tapa de éste. Se verificará visualmente.

## 6.3 Instalación

### 6.3.1 Hermeticidad del montaje

Las válvulas de admisión deben contar con los elementos necesarios para lograr su completa sujeción y hermeticidad con el tanque y la red hidráulica, según lo indicado en el punto 8.10

### 6.3.2 Manguera de recuperación

Las válvulas de admisión deben contar con una manguera de recuperación del sello hidráulico. Adicionalmente deberán sujetarse al tubo rebosadero. Lo anterior se verificará visualmente.

### 6.3.3

Las válvulas de admisión deben tener un dispositivo para calibrar el flujo de agua para la recuperación del sello hidráulico. Lo anterior se verificará visualmente.

### 6.3.4

Las válvulas de admisión y las válvulas de descarga deben tener en su cuerpo de conexión las medidas indicadas en las figuras 3.a y 3.b (Anexo 4), según lo indicado en el punto 8.14.

### 6.3.5 Flotadores

6.3.5.1 Cuando por su diseño la válvula de admisión utilice un flotador, el brazo de conexión debe resistir una fuerza de 15 N (1,5 kgf) aplicados en el punto donde se conecta el flotador al brazo de conexión sin que se dañe o deforme el brazo o la válvula de admisión, según lo indicado en el punto 8.7

6.3.5.2 Cuando por su diseño la válvula de admisión utilice flotador, este debe proveer una fuerza de flotación suficiente para que la válvula de admisión cumpla con la especificación de resistencia a la presión hidráulica indicada en el punto 6.2.3 después de haberse probado la hermeticidad del flotador según lo indicado en el punto 8.9.

6.3.5.3 Las válvulas de admisión TIPO I.a y I.b, deben tener un medio que permita ajustar la posición del flotador sin doblar el brazo del mismo para que éste no pegue en las paredes laterales o en la tapa del tanque del inodoro, lo anterior también puede lograrse recortando el brazo del flotador durante su instalación, para lo cual el brazo debe tener roscado en uno o ambos extremos una longitud mínima de 32 mm, la rosca debe ser:

6.3-20RR (1/4 in-20 NS-2A)

En donde:

6.3 = Diámetro nominal de la rosca en mm  
20 = Número de hilos en 25.4 mm  
RR = Rosca Recta

### 6.3.6 Ajuste del nivel de agua

Las válvulas de admisión deben tener un mecanismo que permita el ajuste del nivel del agua a la marca de aforo en el interior del tanque sin que se tenga que doblar el brazo del flotador o algún otro componente de la válvula. Esto se verifica visualmente.



### 6.3.7 Resistencia al par de apriete

La tuerca de sujeción de la válvula de admisión al tanque de inodoro y la tuerca unión con la red hidráulica deben resistir un par de apriete de 5 N (0.5 kgf-m) sin dañarse ni barrerse la rosca, según lo indicado en el punto 8.6.

### 6.4 Durabilidad

Las válvulas de admisión deberán continuar operando satisfactoriamente en forma automática y hermética, después de haber efectuado 7,000 ciclos de apertura y cierre, según lo indicado en el punto 8.8 y pasar satisfactoriamente las especificaciones de los puntos 6.2.1 y 6.2.2.

### 6.5 Descarga

La válvula de descarga cuando es accionada debe permitir el flujo ininterrumpido del agua del tanque hacia la taza del inodoro en una sola operación, según el punto 8.11.

### 6.6 Hermeticidad del montaje

La válvula de descarga instalada con su empaque y tuerca de sujeción no debe permitir el paso de agua entre el cuerpo de la válvula y el tanque del inodoro, según el punto 8.12.

### 6.7 Resistencia al par de apriete de instalación

La válvula de descarga cuando se instale en el tanque de inodoro, debe resistir un par de apriete de 8 Nm (0.8 kgf-m) cuando se pruebe según el punto 8.13.

### 6.8 Hermeticidad y durabilidad

Las válvulas de descarga deben continuar operando satisfactoriamente en forma automática y hermética, después de haber efectuado 7000 ciclos de apertura y cierre según el método de prueba especificado en el punto 8.15.

### 6.9 Tubo rebosadero

El tubo rebosadero de las válvulas de descarga debe cumplir con lo siguiente:

a) Tener un diámetro mínimo de 25 mm

b.1) Para válvulas tipo II.a, tener una altura mínima de 21,6 cm.

b.2) Para válvulas tipo II.b, tener una altura superior a la marca de aforo del tanque inferior a la perforación del montaje de la palanca o dispositivo accionador. Lo anterior debe comprobarse según lo indicado en el punto 8.16.

## 7. MUESTREO

Cuando se requiera el muestreo del producto para fines de certificación oficial del cumplimiento de las especificaciones contenidas en esta norma, seleccionar diez piezas aleatoriamente del lote del producto.

Para fines comerciales el muestreo debe establecerse de común acuerdo entre el fabricante y el comprador, recomendándose el uso de la norma mexicana NMX-Z-12/1.

## 8. METODOS DE PRUEBA

En las pruebas, cuando el flotador no forme parte de la válvula para realizarlas, deberá utilizarse un flotador recomendado por el fabricante.

### 8.1 De resistencia a la corrosión

#### 8.1.1 Equipo

Cámara de niebla salina.

#### 8.1.2 Procedimiento

Esta prueba debe efectuarse a las partes de la válvula de admisión y válvula de descarga que no sean de plástico, cobre, aleaciones de cobre, acero inoxidable o de hule.

Cuando se requiera, deberá colocarse la válvula dentro de la cámara de niebla salina en una posición relativa semejante a la posición de instalación y siguiendo el método establecido en la Norma Mexicana NMX-D-122, la duración de la exposición en la cámara salina debe ser de 96 h.

### 8.1.3 Resultado

Si después de la prueba de resistencia a la corrosión, las partes sujetas a esta especificación presentan más de un 10% del área con corrosión del metal base y/o con fallas del recubrimiento (burbujas, desprendimiento), debe rechazarse la válvula.

## 8.2 De envejecimiento de empaques y sellos

### 8.2.1 Equipo

Horno con control de temperatura con capacidad de 353K (80°C)  $\pm 2$

Medidor de dureza Shore "A" con escala de 0 a -100

Calibrador de 0-150 mm con graduación mínima de 0,02 mm

### 8.2.2 Procedimiento

- a) Tomar 5 piezas de cada tipo
- b) Registrar las dimensiones básicas y dureza de los empaques y sellos usados en la válvula.
- c) Se colocan en el horno a una temperatura de 343K (70°C)  $\pm 2$  por un período de 48 h.
- d) Posteriormente se sacan, se dejan enfriar a temperatura ambiente del laboratorio por un tiempo de 2 h.
- e) Se miden sus dimensiones básicas y dureza.
- f) Se registran los resultados.

### 8.2.3. Resultados

Si después de la prueba de envejecimiento, el promedio de las variaciones de cada dimensión básica (5 piezas), así como el promedio de la dureza (5 piezas) de cada empaque o sello, es mayor o menor al 10% de sus valores originales debe rechazarse la válvula.

## 8.3 De funcionamiento a presión hidráulica de la válvula de admisión.

### 8.3.1 Aparatos y equipo.

Equipo hidráulico capaz de mantener las condiciones de prueba y la calibración del mismo, según se indica en los Anexos 1,2 y 3.

Manómetro sumergido en glicerina de 0-980 kPa (0-10 kg/cm<sup>2</sup>), exactitud 2% de la escala, graduación mínima de 10 ka (0,01 kg/cm<sup>2</sup>).

Manómetro sumergido en glicerina de 0-98 kPa (0-1 kg/cm<sup>2</sup> exactitud 2% de la escala, graduación mínima de 5kPa (0,05 kg/cm<sup>2</sup>).

Cronómetro con graduación mínima de 0,1 s.

Vaso de aforo graduado capacidad 10 L graduación mínima 100 cc.

Manguera de conexión con un mínimo de 13 mm de diámetro interno.

Para válvulas TIPO I.c, usar el tanque suministrado por el fabricante. Para válvulas TIPO I.a y I.b, usar el

tanque de prueba correspondiente indicado en la figura 2 (Anexo 3).

### 8.3.2 Preparación de la muestra, consultar figura 1 (Anexo 2).

Calibrar el equipo de prueba como se indica en el Anexo 1.

Instale la válvula de admisión a probar en el tanque de prueba, según las instrucciones del fabricante y conéctela hidráulicamente al equipo de prueba.

### 8.3.3 Procedimiento

- a) Abrir la válvula de paso (10) y con la válvula de admisión a evaluar en posición abierta, ajustar a la presión especificada observando el manómetro (7) u (8), operando únicamente las válvulas (3) y (4). Recomendación: no operar la válvula (9) porque se descalibra el equipo de prueba.
- b) Ajustar el nivel de agua al nivel aforado en el tanque de prueba.
- c) Realizar un ciclo de vaciar-llenar contando 20 min. desde el momento en que cierra la válvula de descarga; con un lápiz y otro medio adecuado marque el nivel del agua en el tanque de prueba.
- d) Esperar 60 min, registre la variación del nivel del agua contra la marca.

### 8.3.4 Resultados

Si el nivel del agua al final de la prueba no aumenta más de 2 mm se considera satisfactoria la prueba.

## 8.4 De prueba de tiempo de llenado

### 8.4.1 Equipo

El mismo que para pruebas hidráulicas, ver punto 8.3.1.

### 8.4.2 Procedimiento

Deben seguirse los siguientes pasos:

- a) Instalar la válvula de admisión en el tanque del mueble (TIPO I.c) o tanque de prueba (TIPO I.a o I.b).
- b) Calibrar el equipo de prueba según el Anexo 1.
- c) Con la válvula de admisión en posición abierta ajuste la presión hidráulica a 25 kPa (0,25 kg/cm<sup>2</sup>).
- d) Regular la válvula para obtener el nivel de aforo en el tanque. Marcar una raya horizontal correspondiente al nivel de la superficie del agua.  
  
Descargar el tanque y hacer una marca paralela a la primera 2 mm abajo de ésta, permita que se vuelva a llenar el tanque.
- e) Iniciar el ciclo vaciar-llenar, arrancando la cuenta del tiempo con el cronómetro en el momento en el que cierre el sello obturador de la válvula de descarga.
- f) Cuando el nivel del agua llegue a la marca inferior detener el cronómetro que indicara el tiempo de llenado.
- g) Repetir a partir del paso e) para tomar dos lecturas más del tiempo de llenado.

### 8.4.3 Resultados

Calcular el promedio de las tres lecturas del tiempo de llenado, si es menor a 3 min. se considerará que la válvula de admisión pasa satisfactoriamente la prueba.

## 8.5 De prueba de resistencia a la presión hidráulica de ruptura y temperatura.

**8.5.1 Equipo de prueba**

El mismo que para pruebas hidráulicas, y punto 8.3.1.

Calentador de agua eléctrico, capaz de mantener la temperatura del agua de prueba a  $3\text{ K}(40^{\circ}\text{C}) \pm 4^{\circ}$ .

Termómetro de 273 a 373 K (0 a  $100^{\circ}\text{C}$ ) con graduación mínima de  $1^{\circ}$ .

**8.5.2 Procedimiento**

- a) Instalar la válvula de admisión en el tanque de prueba.
- b) Calibrar el equipo de prueba según el Anexo 1.
- c) Con la válvula de admisión en posición abierta ajuste la presión hidráulica a 25 kPa (5,5 kg/cm<sup>2</sup>).
- d) Elevar la temperatura del agua de prueba 321 K ( $48^{\circ}\text{C}$ ) $\pm 4^{\circ}$ .
- e) Operar la válvula de admisión normalmente por 24 ciclos de vaciar llenar con un tiempo de cada ciclo de 5 min; realizar observaciones periódicas para detectar deformaciones y otras condiciones o puedan causar que la válvula de admisión no funcione adecuadamente.
- f) Posteriormente y con el agua del tanque de prueba mantenida a la temperatura señalada, aumentar la presión a 686 kPa(kg/cm<sup>2</sup>). Mantener estas condiciones 10 min. y verificar que no existan fugas, deformaciones u otras indicaciones de daño que puedan afectar el funcionamiento de la válvula de admisión.

**8.5.3 Resultados**

Si no se presentan deformaciones, fugas y otras indicaciones de falla durante la prueba, se considera que la válvula de admisión pasa satisfactoriamente la prueba de resistencia a la presión y temperatura.

**8.6 De para de apriete para la válvula de admisión.**

**8.6.1 Equipo**

Tanque de prueba

Torquímetro y llave de aplicación

Tubo rígido de cobre de 13 mm de diámetro cédula tipo "M" con una longitud de 100 mm.

**8.6.2 Preparación de la muestra**

Sujetar la válvula al tanque de prueba y ensamblar la tuerca de sujeción a la válvula.

Colocar el tubo dentro de la válvula y sujetarla con el empaque y tuerca de unión.

**8.6.3 Procedimiento**

- a) Aplicar a la tuerca de sujeción un par de apriete de 5 Nm (0,5 kgf-m)
- b) Posteriormente aplicar el mismo par de apriete a la tuerca unión.

**8.6.4 Resultados**

No se deben presentar grietas, fisuras o cualquier otro defecto en ninguno de los elementos de la válvula.

**8.7 De resistencia del brazo del flotador**

**8.7.1 Equipo**

Sistema mecánico de fijación

Dinamómetro con capacidad de 30 N (3 kgf)

#### 8.7.2 Preparación de la muestra

Sujetar la válvula por la parte roscada al sistema mecánico de fijación.

Colocar el brazo en posición normal de uso.

#### 8.7.3 Procedimiento

Aplique una fuerza de 15 Nm (1,5 kgf-m) en el sentido de cierre de la válvula al extremo del brazo donde se conecta el flotador; mantener esta fuerza por un tiempo de un minuto.

#### 8.7.4 Resultados

Después de la prueba no deben observarse deformaciones permanentes o fracturas en ninguno de los componentes sujetos a esfuerzo.

#### 8.8 De durabilidad para válvula de admisión.

##### 8.8.1 Aparatos y equipo.

Sistema hidráulico capaz de proporcionar una presión manométrica de 25 a 686 kPa (0,25 a 7 kg/cm<sup>2</sup>).

Tanque de prueba para instalar la válvula.

Recipiente para recibir el volumen de la descarga del tanque de prueba.

Sistema de recirculación de agua.

Válvula de descarga del tanque de prueba, sistema de operación programado por tiempo y contador de ciclos.

Manómetro sumergido en glicerina con un rango de 0 a 636 kPa (0 a 7 kg/cm<sup>2</sup>) con una graduación mínima de 49 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y una exactitud del 2%.

##### 8.8.2 Procedimiento

a) Se coloca la válvula de admisión en el tanque de prueba y se conecta a la línea de alimentación con una presión entre 196 y 294 kPa (2 y 3 kg/cm<sup>2</sup>) al estar cerrada la válvula, se coloca la manguera de recuperación del espejo de agua hacia el contenido de agua del tanque.

b) Se ajusta al nivel de agua y se programa la apertura de la válvula de descarga para proporcionar un aforo de 6 L y realizar la prueba en forma continua de 7,000 repeticiones.

##### 8.8.3 Resultados

Las válvulas deben cumplir las especificaciones indicadas en el inciso 6.2.1 y 6.2.2, después de realizada esta prueba.

#### 8.9 De hermeticidad del flotador

##### 8.9.1 Equipo

Recipiente con capacidad de 10 L que cubra totalmente el flotador.

Balanza con capacidad de 9,8 N (1 kgf) y graduación mínima de 0,01 N (1gr.) con exactitud del 2%.

##### 8.9.2 Preparación de la muestra

Pese el flotador antes de la prueba.

##### 8.9.3 Procedimiento

a) Sumerja el flotador completamente en agua y manténgase así por 24 h.

b) Extraiga, seque y pese nuevamente el flotador.

**8.9.4 Resultados**

La diferencia en peso no debe ser mayor al 5%

**8.10 De hermeticidad del montaje en la válvula de admisión.**

**8.10.1 Equipo**

Tanque de prueba

Instalación hidráulica de acuerdo al punto 8.3.1

**8.10.2 Preparación de la muestra**

Colocar la válvula en el tanque de prueba y ensamblar la tuerca de sujeción a la misma.

Conectar la válvula a la instalación hidráulica de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

**8.10.3 Procedimiento**

Efectuar 5 ciclos de vaciar-llenar a una presión de 539 kPa (5.5 kg/cm<sup>2</sup>).

Observar la unión al tanque y la conexión al tubo de alimentación.

**8.10.4 Resultados**

No se deben presentar fugas en ninguna de las uniones de la válvula.

**8.11 De prueba de descarga ininterrumpida para las válvulas de descarga.**

**8.11.1 Aparatos y equipo**

Para válvulas TIPO II.a. usar tanque de prueba (Anexo 5). Para válvula TIPO II.b. usar el tanque proporcionado por el fabricante. Herramienta de plomería.

**8.11.2 Preparación de la muestra**

Colocar la válvula en el tanque correspondiente y nivelarlo, adicionalmente colocar la palanca o dispositivo accionador y la válvula de admisión.

Ajustar la correa, cadena o mecanismo de acoplamiento entre el sello obturador y la palanca o dispositivo accionador de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

**8.11.3 Procedimiento**

Aforar el tanque a 6 L y accionar la palanca o dispositivo accionador.

**8.11.4 Resultados**

Verificar que la descarga sea ininterrumpida en una sola operación, en caso contrario la válvula de descarga se rechaza.

**8.12 De hermeticidad del montaje de la válvula de descarga.**

**8.12.1 Aparatos y equipo**

El mismo indicado en el punto 8.11.1.

**8.12.2 Procedimiento**

Con la válvula instalada en el equipo de prueba según las instrucciones del fabricante, llenar el tanque con agua hasta la marca de aforo.

Observar durante 10 min. la zona del empaque y la tuerca de sujeción.

#### **8.12.3 Resultados**

Al final de la prueba no debe haber fugas por el empaque y/o tuerca de sujeción. En caso contrario se considera rechazada la válvula de descarga.

#### **8.13 De resistencia al par de apriete de instalación de la válvula de descarga**

##### **8.13.1 Aparatos y equipo**

Tanque de inodoro proporcionado por el fabricante.

Torquímetro con capacidad de 22,6 Nm (2,3 kgf-m) con 5% de exactitud.

Adaptador para tuerca de sujeción.

##### **8.13.2 Procedimiento**

Con la válvula de descarga instalada en el tanque de prueba, aplicar con la ayuda del adaptador y el torquímetro un par de 8 Nm (0,8 kgf-m).

##### **8.13.3 Resultados**

Al final de la prueba la tuerca de sujeción y el cuerpo de la válvula no deben presentar deformaciones o fracturas. En caso contrario se considera rechazada la válvula de descarga.

#### **8.14 De dimensiones de montaje de la válvula de admisión y válvula de descarga.**

##### **8.14.1 Calibrador vernier**

Cuenta hilos.

##### **8.14.2 Procedimiento**

Tomar y registrar lectura de todas las dimensiones especificadas en la figura 3.a ó 3.b. (Anexo 4).

##### **8.14.3 Resultados**

Al final de la prueba todas las lecturas tomadas deben estar dentro de los valores especificados en la figura 3.a o 3.b (Anexo 4). En caso contrario la válvula debe ser rechazada.

#### **8.15 De hermeticidad y durabilidad de la válvula de descarga.**

##### **8.15.1 Aparatos y equipo**

Sistema hidráulico capaz de restablecer el llenado del tanque de pruebas.

Tanque de pruebas para instalar la válvula de acuerdo a su tipo y clase.

Recipiente para recibir el volumen de la descarga del tanque de prueba.

Sistema de recirculación de agua.

Sistema de operación programado por tiempo y contador de ciclos.

##### **8.15.2 Procedimiento**

- a) Se coloca la válvula en el tanque de prueba.
- b) Se ajusta el nivel de agua y se programa el sistema de operación de tiempo y ciclos para realizar la prueba de 7,000 ciclos de vaciar-llenar en forma continua.

- c) Al término de ésta dejar reposar 24 h.
- d) Posteriormente observar durante una hora, a intervalos de 10 min. la parte inferior del cuerpo de la válvula.

### 8.15.3 Resultados

La válvula no debe presentar fugas, deformaciones o fallas en sus materiales incluyendo el elemento de conexión entre el sello obturador y la palanca o dispositivo accionador.

Esta prueba se realizará a 5 especímenes, si alguno falla se procederá a evaluar otros 5 especímenes adicionales.

Si al término de la prueba no existe fuga, la prueba se considera satisfactoria.

### 8.16 Del tubo rebosadero

#### 8.16.1 Aparatos y equipo.

El mismo utilizado en el punto 8.11.1

Calibrador vernier.

Flexómetro.

#### 8.16.2 Procedimiento

- a) Colocar la válvula de descarga en el tanque de prueba.
- b) Medir con el calibrador el diámetro exterior del tubo rebosadero.
- c) Tomar y registrar lectura de las siguientes dimensiones a partir del fondo del tanque:

A la marca de aforo del tanque.

A la parte inferior del orificio de montaje de la palanca o dispositivo accionador.

A la parte superior del tubo rebosadero.

#### 8.16.3 Resultados

El diámetro del tubo rebosadero no debe ser inferior a 25 mm. Para válvulas tipo II.b la longitud del tubo rebosadero debe estar a una altura intermedia entre la registrada de la marca de aforo del tanque y la del orificio de montaje de la palanca o dispositivo accionador. Para válvulas tipo II.a la longitud debe estar dentro de los rangos indicados en la figura 3.b (Anexo 4).

## 9. MARCADO, ETIQUETADO, ENVASE Y ENVALAJE E INSTALACION.

### 9.1 En el producto

Todas las válvulas objeto de esta norma deben tener en forma legible e indeleble la marca registrada o símbolo del fabricante como mínimo.

### 9.2 En el envase o embalaje

Para las válvulas tipo I.a, I.b y II.a para tanque de inodoro debe incluirse lo siguiente:

Marca registrada o símbolo del fabricante.

Nombre del producto.

Dimensión del flotador recomendado por el fabricante (válvula de admisión, cuando por su diseño lo requiera).

La leyenda "HECHO EN MEXICO", o del país de origen.



Indicación de certificación del producto.

También deberá incluirse un instructivo de instalación en el que se mencionen los componentes incluidos, así como su clasificación.

**10. VIGILANCIA**

10.1 La Procuraduría Federal del Consumidor es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

**11. BIBLIOGRAFIA**

11.1 CAN/CASA-B125-M89 PLUMBING PRODUCTS AND MATERIALS (Materiales y Productos de Plomería).- Canadá 1989.

11.2 ANSI/ASSE 1002-1986 WATER -CLOSET FLUSH TANK BALL COCKS (Válvulas de flotador para inodoros).- Estados Unidos de América 1986.

11.3 ANSI A112.19.5-1990 TRIM FOR WATER-CLOSET BOWLS, TANKS, AND URINALS (Especificaciones para inodoros, Tanques y Mingitorios).- Estados Unidos de América 1990.

11.4 ASME A112.18.1m-1989 PLUMBING FIXTURE FITTINGS (Accesorios para Instalaciones Sanitarias).- Estados Unidos de América 1989.

**12. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.**

Esta norma oficial mexicana no coincide con ninguna norma internacional.

**13. VIGENCIA**

13.1 La presente norma oficial mexicana entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

13.2 Las válvulas de admisión y las válvulas de descarga que hayan sido producidas de acuerdo con un Certificado de Conformidad o Aprobación del Modelo o Prototipo expedido durante la vigencia de la norma oficial mexicana NOM-C-344, podrán ser comercializadas durante un periodo no mayor de 120 días contados a partir de la fecha de entrada en vigor de esta norma.

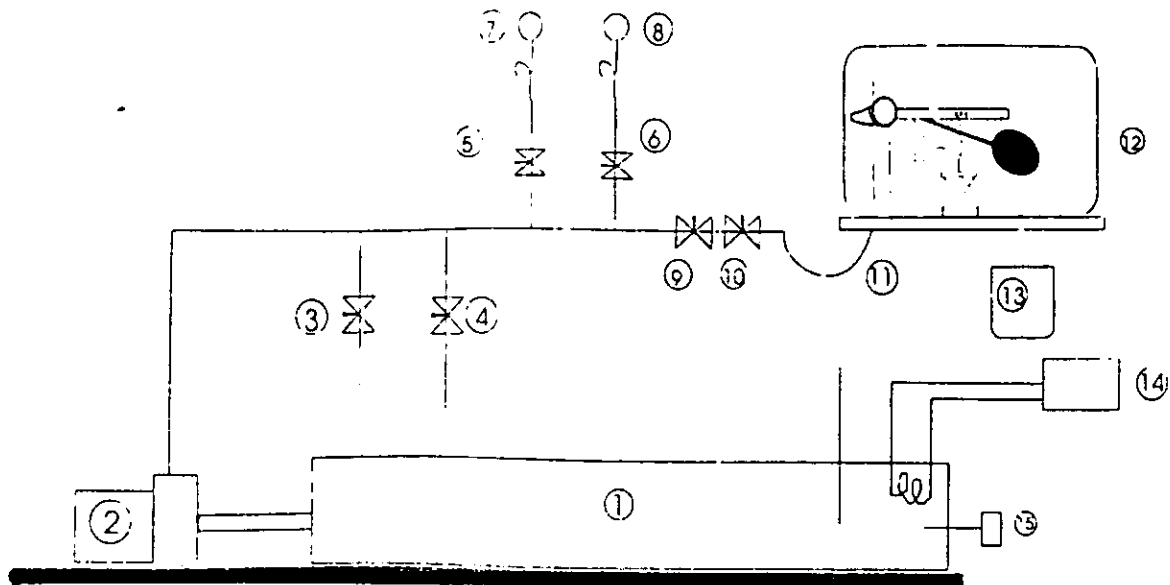
Dada en la Ciudad de México, D.F., a los veintiocho días de febrero de mil novecientos noventa y cuatro.-  
**Alfredo Phillips Olmedo.- Rúbrica - Luis Guillermo Ibarra Ponce de León.- Rúbrica.**

ANEXO 1

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DEL  
EQUIPO DE PRUEBA  
VER FIGURA 1 (ANEXO 2)

- 1.- Sin la válvula de admisión a evaluar, abrir las válvulas No. 9 y No. 10. Arrancar el sistema de bombeo y permitir que el agua fluya a través de la manguera No. 11.
- 2.- Cerrar la válvula No. 10 y operar las válvulas No. 3 y No. 4 hasta estabilizar la presión del manómetro de alta presión a 98 kPa (1 kgf/cm<sup>2</sup>).
- 3.- Abrir la válvula No. 10 y con la válvula No. 9 regular el gasto en la manguera No. 11 hasta que este sea de 16 L/min + 10%.
- 4.- Cerrar la válvula No. 10 y operar las válvulas No. 3 y No. 4 hasta estabilizar la presión del manómetro de alta presión a 294 kPa (3 kg/cm<sup>3</sup>).
- 5.- Abrir la válvula No. 10 y comprobar que el gasto sea de 23 L/min  $\pm$  10%; si se logra esto, el equipo está calibrado y la válvula No. 9 no debe operarse nuevamente. Si no se obtiene el gasto de 23 L/min  $\pm$  10% operar la válvula No. 9 hasta lograrlo.
- 6.- Repetir las operaciones de los puntos 2 al 5 hasta obtener los gastos establecidos. Al obtener esto el equipo estará calibrado y no deberá operarse la válvula No. 9 durante la realización de las pruebas, ya que éste descalibraría el equipo.

ANEXO 2



DESCRIPCION DEL EQUIPO:

- 1.- Tanque de almacenamiento
- 2.- Bomba
- 3.- Válvulas de aguja (para controlar presión)
- 4.- Válvula de paso (para manómetros)
- 5.- Manómetro de baja presión
- 6.- Manómetro de alta presión
- 7.- Válvula de aguja
- 8.- Válvula de compuerta
- 9.- Manguera de 13 mm diámetro interior
- 10.- Tanque de prueba
- 11.- Recipiente aforado a 10 lt.
- 12.- Sistema de resistencia y termostato
- 13.- Termómetro

FIG. 1 EQUIPO DE PRUEBA

ANEXO 3

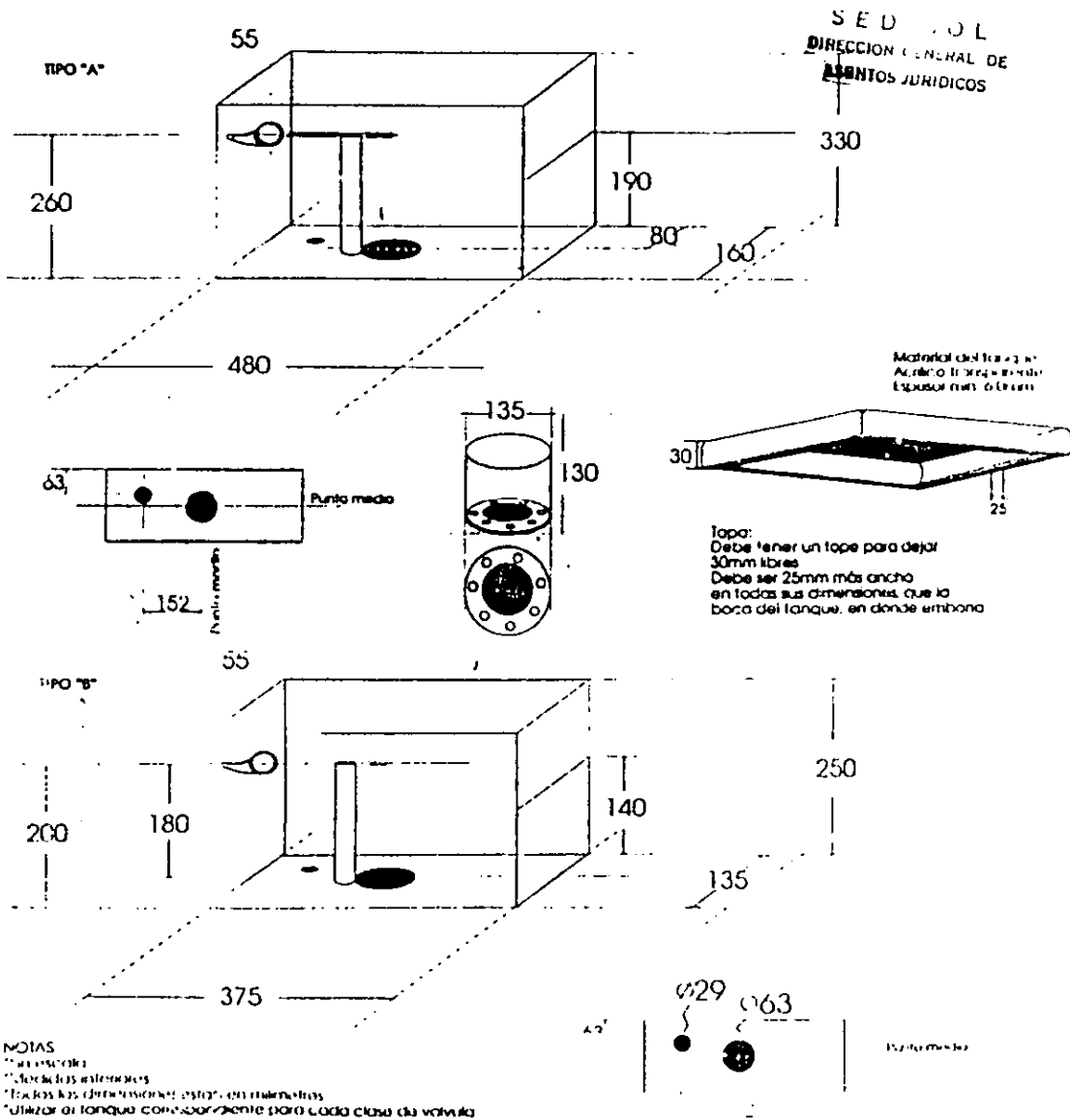


FIG.2 DIMENSIONES BASICAS DE TANQUES DE PRUEBA

ANEXO 4

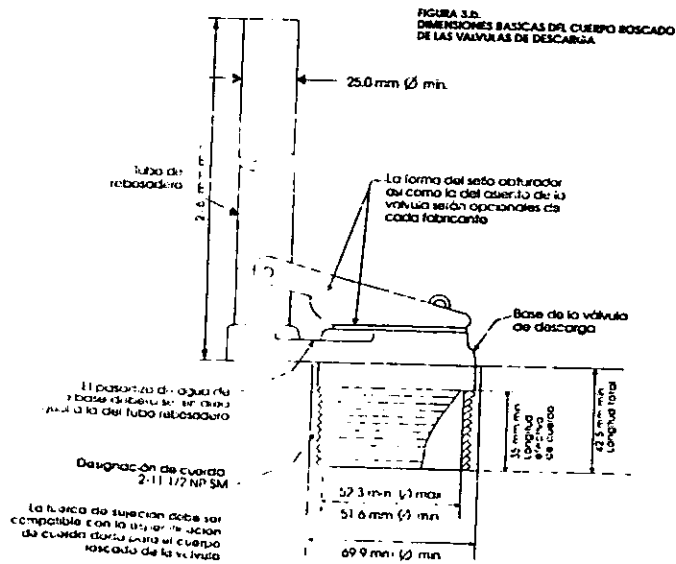
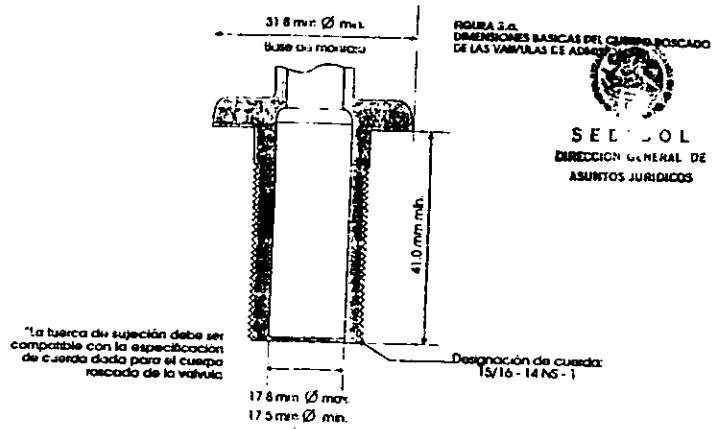


FIG. 3. DIMENSIONES BASICAS DEL CUERPO ROSCADO DE LAS VALVULAS DE ADMISION

ANEXO 5

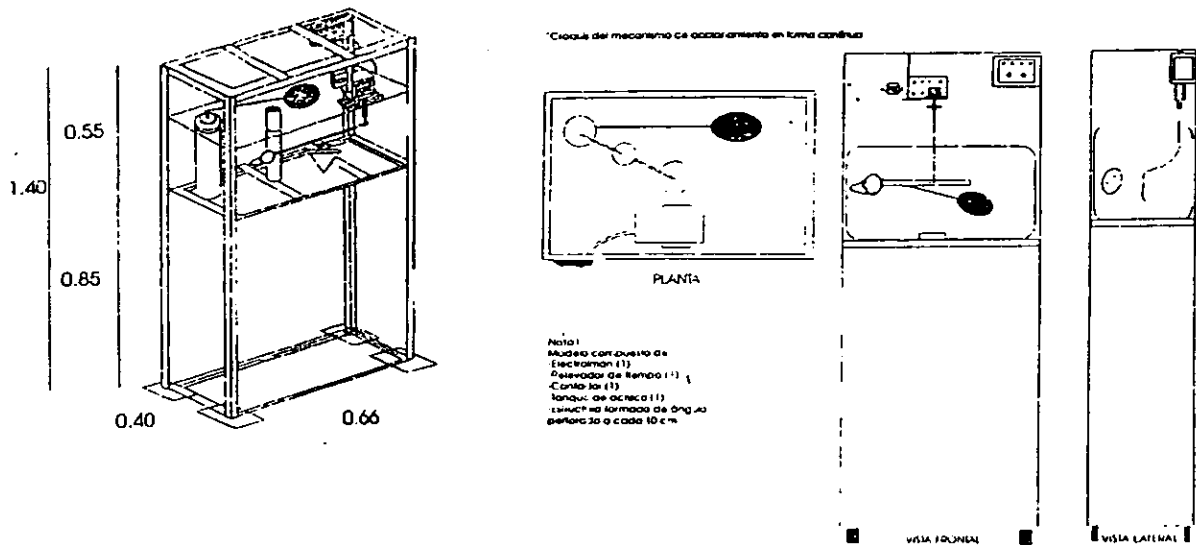


FIG. 4  
 MECANISMO DE ACCIONAMIENTO EN FORMA CONTINUA PARA VALVULAS DE ADMISION Y VALVULAS DE  
 DESCARGA PARA TANQUE DE INODORO

El suscrito Director General de Asuntos Jurídicos licenciado Oscar López Velarde Vega de la Secretaría de Desarrollo Social, con apoyo en lo dispuesto por el artículo 16 fracción III del Reglamento Interior que rige a esta Secretaría de Estado, CERTIFICA: Que la presente copia que consta de treinta y seis fojas concuerda fielmente con su original que obra en los archivos de esta Dirección General.- Se expide para los efectos legales a que haya lugar, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los diez días del mes de marzo de mil novecientos noventa y cuatro.- Conste.- Rúbrica.

**NORMA Oficial Mexicana NOM-005-CNA-1996, Fluxómetros - Especificaciones y métodos de prueba.**

**GUILLERMO GUERRERO VILLALOBOS**, Director General de la Comisión Nacional del Agua, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 32 Bis fracciones I, II, III, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 2o. fracción II, 3o. fracción XI, 38 fracción II, 40 fracciones I X y XIII, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 62, 63 y 64 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 9o. fracciones I, IV, XII y 12 de la Ley de Aguas Nacionales; 10 segundo párrafo y 14 fracciones XI y XV del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales y,

**CONSIDERANDO**

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de Proyectos de Normas Oficiales Mexicanas, el C. Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua ordenó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-005-CNA-1996, que establece las especificaciones y métodos de prueba de fluxómetros, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el día 16 de octubre de 1996, a efecto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo.

Que durante el plazo de noventa días naturales contados a partir de la fecha de publicación de dicho Proyecto de Norma Oficial Mexicana, los análisis a que se refiere el citado ordenamiento legal, estuvieron a disposición del público para su consulta.

Que dentro del plazo referido, no se recibieron comentarios por parte de los interesados al Proyecto de Norma, por lo que las disposiciones del mismo han resultado procedentes en sus términos.

Que previa aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, en sesión de fecha 9 de abril de 1997, he tenido a bien expedir la siguiente:

Norma Oficial Mexicana NOM-005-CNA-1996, "Fluxómetros - Especificaciones y métodos de prueba".

**CONTENIDO**

- 0. INTRODUCCIÓN
  - 1. OBJETIVO
  - 2. CAMPO DE APLICACIÓN
  - 3. REFERENCIAS
  - 4. DEFINICIONES
  - 5. CLASIFICACIÓN
  - 6. ESPECIFICACIONES
  - 7. MUESTREO
  - 8. MÉTODOS DE PRUEBA
  - 9. MERCADO Y EMBALAJE
  - 10. OBSERVANCIA DE ESTA NORMA
  - 11. BIBLIOGRAFÍA
  - 12. GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES
  - 13. VIGENCIA
- 0. INTRODUCCIÓN**

El recurso agua se consideraba ilimitado, en términos de su cantidad, calidad y bajo costo. En el contexto de espacio y tiempo, el recurso se ha visto afectado por el incremento en su demanda como resultado del crecimiento demográfico y económico del desarrollo industrial y la gran necesidad de incrementar la eficiencia en el uso del agua mediante la utilización de accesorios de bajo consumo, sin afectar la salud de los usuarios y el medio ambiente en general.

Por lo anterior, las autoridades gubernamentales y el sector privado han emprendido la tarea de buscar medidas para reducir el uso indiscriminado y excesivo del agua.

La reducción del volumen del agua consumido por los fluxómetros redundará en el ahorro de un volumen de agua importante, que permitirá el incremento en la oferta de agua a nuevos usuarios o bien, la preservación de este vital recurso natural.

**1. OBJETIVO**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los

fluxómetros para tazas de inodoros y mingitorios con el fin de asegurar el ahorro de agua en su uso y funcionamiento hidráulico.

## 2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma es aplicable a fluxómetros de diferentes materiales de manufactura nacional y extranjera que se comercialicen dentro del territorio nacional. Corresponde a los fabricantes y proveedores de los mismos el cumplimiento de la presente Norma.

## 3. REFERENCIAS

- NMX-D-122-1973      Determinación de las propiedades de resistencia a la corrosión.- Método de niebla salina. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 7 de enero de 1974.
- NMX-Z-012/2-1987      Muestreo para la inspección por atributos. Parte 2. Publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 28 de octubre de 1987.

Las normas de referencia podrán consultarse en el domicilio del Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua, sito en la calle de J. Sánchez Azcona número 1723, piso 7, colonia Del Valle, Delegación Benito Juárez, Código Postal 03100, México, D. F.

## 4. DEFINICIONES

Para efectos de aplicación de esta Norma se establecen las definiciones siguientes:

### 4.1 Accionador

Elemento por el cual se puede efectuar la transición de movimiento para el sistema de descarga; éstos pueden ser: mecánico manual de palanca o botón, mecánico de pedal de palanca, mecánico de botón al piso, o neumáticos eléctricos o electrónicos.

### 4.2 Ciclo

Período entre el accionamiento de apertura del flujo de agua y el cierre total.

### 4.3 Corte limpio

Es un desbaste o rebaje sin rebabas ocasionado por una herramienta de forma.

### 4.4 Diámetro nominal

Diámetro comercial de las tuberías y accesorios.

### 4.5 Émbolo

Elemento colocado en el interior del fluxómetro cuya función es regular el flujo de agua.

### 4.6 Fluxómetro

El fluxómetro es una válvula automática, que dosifica y controla en una sola operación el agua que requiere el mueble sanitario para hacer su limpieza.

### 4.7 Presión estática

Fuerza ejercida por el agua, dentro de la superficie del espécimen cuando éste está en posición de cerrado; su valor se indica en un manómetro.

## 5. CLASIFICACIÓN

Los fluxómetros se clasifican de acuerdo a la tabla 1.



**TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE FLUXÓMETROS**

TIPO	USO	ACCIONAMIENTO	INTERVALO DE TRABAJO. PRESIÓN ESTÁTICA kPa (kgf/cm <sup>2</sup> )
1	Para tazas de inodoros	Mecánico	98 a 294 (1,0 a 3,0)
		Electrónico	98 a 294 (1,0 a 3,0)
2	Para mingitorios	Mecánico	98 a 294 (1,0 a 3,0)
		Electrónico	98 a 294 (1,0 a 3,0)

## 6. ESPECIFICACIONES

Los fabricantes y proveedores de fluxómetros deben obtener la debida certificación de sus productos, en los términos que estipula la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, de acuerdo con las especificaciones que a continuación se señalan:

### 6.1 Elementos externos del fluxómetro

Los fluxómetros no deben tener elementos externos con los que se pueda variar el gasto, por lo que deben ser calibrados en fábrica. Esto se verifica de acuerdo a lo indicado en el inciso 8.1.

### 6.2 Conexiones

Las roscas para conectar el fluxómetro a las tuberías deben ser compatibles y de corte limpio, siendo el ramal de alimentación de 25 mm (1") de diámetro nominal como mínimo. Esto se verifica de acuerdo al método de prueba que se establece en el inciso 8.2.

### 6.3 Resistencia al par de apriete

Durante su instalación el fluxómetro debe resistir un par de apriete de 129 N-m (13,1 kgf-m) para fluxómetro de inodoro y 61 N-m (6,2 kgf-m) para fluxómetro de mingitorio sin sufrir daños; esto se verifica de acuerdo a lo indicado en el inciso 8.3.

### 6.4 Resistencia a la presión hidrostática

El fluxómetro no debe presentar fugas ni deformaciones permanentes cuando le sea aplicada una presión de 588 kPa (6,0 kgf/cm<sup>2</sup>); esto debe verificarse de acuerdo al método de prueba establecido en el inciso 8.4.

### 6.5 Volumen y tiempo de descarga

Los fluxómetros deben cumplir con lo indicado en la tabla 2.

TABLA 2. VOLÚMENES Y TIEMPOS DE DESCARGA

Uso	Descarga (litros)		Tiempo máximo de descarga (s)
	Mínimo	Máximo	
Para tazas de inodoros	5,5	6	7
Para mingitorios	2	3	4

Esto se verifica de acuerdo a lo indicado en el inciso 8.5.

#### 6.6 Durabilidad

La vida útil de las partes sujetas al desgaste debe ser de 100 000 ciclos. Esto se verifica de acuerdo a lo indicado en el inciso 8.6.

#### 6.7 Resistencia a la corrosión

Todas las partes de los fluxómetros incluyendo las de la conexión, no deben presentar fallas de recubrimiento (burbujas, desprendimiento y/o corrosión) después de 96 horas en cámara de niebla salina. Esto se verifica de acuerdo a lo indicado en el inciso 8.7.

### 7. MUESTREO

Para fines de certificación oficial para el muestreo, se utilizará como mínimo el método establecido en la norma NMX-Z-012/2-1973 "Muestreo para inspección por atributos.- Parte 2: Métodos de muestreo, tablas y gráficas", empleando el plan de muestreo sencillo para la inspección normal y tomando en cuenta las especificaciones que establece esta norma como atributos.

#### 7.1 Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se debe considerar el total de producción que debe ser equivalente a un día de producción promedio, calculado con base en el número de productos fabricados durante los últimos seis meses y los días establecidos específicamente para su producción; se aplica el nivel de inspección especial S-1 de la tabla del plan de muestreo sencillo para inspección normal.

#### 7.2 Nivel de calidad aceptable (NCA)

Las especificaciones establecidas en esta Norma se clasifican, de acuerdo a su importancia, en pruebas críticas, mayores y menores, asignando un nivel de calidad aceptable para cada grupo.

##### 7.2.1 Pruebas críticas

Se aplica un NCA de 2,5% para los parámetros de:

- Conexiones
- Resistencia a la presión hidrostática
- Volumen y tiempo de descarga

##### 7.2.2 Pruebas mayores

Se aplica un NCA de 4% para los parámetros de:

- Resistencia al par de apriete
- Resistencia a la corrosión

##### 7.2.3 Pruebas menores

Se aplica un NCA de 10% para los parámetros de:

- Durabilidad

## 8. MÉTODOS DE PRUEBA

Los métodos de prueba deberán incluir un informe de su resultado, el cual debe contener los siguientes datos:

- Identificación del fluxómetro probado
- Resultado obtenido de la prueba y comentarios relevantes
- Referencia del método de prueba
- Nombre y firma del responsable

Todas las muestras deben ser preparadas verificando que las superficies de las cuerdas estén limpias y bien terminadas, libres de rebabas y defectos en sus roscas y que las conexiones utilizadas sean compatibles.

### 8.1 Elementos externos del fluxómetro

La inspección será visual.

### 8.2 Conexiones

#### 8.2.1 Material y equipo

- Calibrador maestro de roscas compatibles con la conexión del fluxómetro (véase figura 1).

#### 8.2.2 Procedimiento

Acoplar el calibrador maestro de roscas (macho) a la conexión de la unión del fluxómetro, verificando que con apriete manual el calibrador se rosque hasta la marca señalada en el mismo; si existe variación con relación a la marca en el número de hilos se debe registrar.

#### 8.2.3 Resultado

La variación contra la marca del calibrador maestro de roscas no debe ser mayor a un hilo de rosca.

### 8.3 Resistencia al par de apriete

#### 8.3.1 Material y equipo

- Torquímetro para hacer la prueba con intervalo de 0 a 200 N-m (0 a 20,3 kgf-m)
- Sistema mecánico de fijación
- Aditamento para transmitir el par al cuerpo de fluxómetro

#### 8.3.2 Procedimiento

Se sujeta el fluxómetro al sistema mecánico de fijación, se coloca el aditamento y el torquímetro y se aplica un par de apriete de 129 N-m (13,1 kgf-m) para fluxómetro de taza de inodoro y de 61 N-m (6,2 kgf-m) para fluxómetro de mingitorio.

#### 8.3.3 Resultado

No se deben presentar grietas o cualquier otro defecto en el cuerpo del fluxómetro.

### 8.4 Resistencia a la presión hidrostática

#### 8.4.1 Material y equipo

- Dispositivo hidráulico (véase figura 2)
- Conexiones compatibles al fluxómetro
- Manómetro sumergido en glicerina con intervalo de medición de 0 a 686,4 kPa (0 a 7 kgf/cm<sup>2</sup>) con graduación mínima de 19,6 kPa (0,20 kgf/cm<sup>2</sup>).
- Herramienta de plomería.

#### 8.4.2 Procedimiento

- Instalar el fluxómetro en el dispositivo hidráulico, verificando que no exista fuga en la rosca de acople.
- Calibrar el dispositivo hidráulico a la presión de prueba de 588 kPa (6 kgf/cm<sup>2</sup>) manteniendo la muestra bajo esta presión durante 60 segundos.
- Verificar visualmente que no existan fugas ni deformaciones.

#### 8.4.3 Resultado

El fluxómetro no debe presentar fugas o deformaciones en ninguna de sus partes.

### 8.5 Volumen y tiempo de descarga

#### 8.5.1 Material y equipo

- Dispositivo hidráulico (véase figura 2)
- Conexiones compatibles al fluxómetro
- Cronómetro
- Manómetro sumergido en glicerina con intervalo de medición de 0 a 686,4 kPa (0 a 7 kgf/cm<sup>2</sup>) con graduación mínima de 19,6 kPa (0,20 kgf/cm<sup>2</sup>).
- Dispositivo para medir volumen (con graduación en decilitros)
- Herramienta de plomería

#### 8.5.2 Procedimiento

- Quitar el tubo de descarga del fluxómetro
- Se acopla el fluxómetro al dispositivo hidráulico
- Se acciona tres veces para purgarlo
- Se ajusta la presión de trabajo en su valor mínimo [98 kPa (1,0 kgf/cm<sup>2</sup>)
- Se acciona la palanca, botón, pedal o sensor en el tiempo que dure el ciclo, arrancando simultáneamente el cronómetro y parándolo cuando haya terminado el ciclo
- El agua descargada debe ser medida en el dispositivo para medir volumen
- Realizar dos veces más la misma operación y sacar promedio
- Se realiza la misma operación para la presión de trabajo en su valor máximo [294 kPa (3,0 kgf/cm<sup>2</sup>)

#### 8.5.3 Resultado

Los fluxómetros deben cumplir con lo especificado en la tabla 2.

### 8.6 Durabilidad

#### 8.6.1 Aparatos y equipo

- Dispositivo hidráulico (véase figura 2)
- Conexiones compatibles al fluxómetro
- Dispositivo para prueba de ciclos

#### 8.6.2 Procedimiento

- Acoplar el fluxómetro al dispositivo de prueba de ciclos
- Ajustar la presión a 98 kPa (1,0 kgf/cm<sup>2</sup>)
- Hacer funcionar el dispositivo hasta llegar a 100 000 ciclos

#### 8.6.3 Resultado

Una vez concluidos los ciclos, realizar la prueba indicada en el inciso 8.4; al término de ésta el fluxómetro debe operar perfectamente sin tener fugas de agua.

### 8.7 Resistencia a la corrosión

#### 8.7.1 Material y equipo

- Cámara de niebla salina
- Soporte de montaje

#### 8.7.2 Procedimiento

Colocar el fluxómetro en el soporte de montaje e introducirlo en la cámara de niebla salina; hacer funcionar la cámara durante 96 horas, utilizando como mínimo el método establecido en la norma NMX-D-122-1987. Al término de la prueba se debe lavar el fluxómetro con agua.

#### 8.7.3 Resultado

Si después de la prueba las partes externas del fluxómetro sujetas a esta especificación no presentan fallas del recubrimiento (burbujas, desprendimiento) en más de un 10% del área sujeta a examen, el fluxómetro se considera aceptable.

### 9. MARCADO Y EMBALAJE

#### 9.1 Marcado

Una vez obtenido el certificado de producto, tal como se señala en el capítulo 6 "Especificaciones", cada fluxómetro debe llevar en forma permanente, clara y en lugar visible los siguientes datos como mínimo:

- Nombre o símbolo del fabricante
- "Hecho en México" o país de procedencia

#### 9.2 Envase

Los fluxómetros deben empacarse en cajas de cartón o similares, bolsas de polietileno u otros materiales, que protejan a los fluxómetros durante su transporte y almacenamiento, con los siguientes datos impresos como mínimo:

- Nombre del fabricante
- Presión mínima de trabajo
- Indicación de uso (para inodoros o mingitorio)
- Fecha de fabricación
- Contraseña oficial

#### 9.3 Instructivo

Debe incluirse un instructivo de instalación y mantenimiento en el que se indiquen gráficamente los nombres de los componentes del fluxómetro.

El diseño de los fluxómetros debe permitir que la reposición de las partes sujetas a desgaste pueda realizarse sin desconectar el fluxómetro de los tubos de alimentación.

### 10. OBSERVANCIA DE ESTA NORMA

La Comisión Nacional del Agua será la encargada de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana en los sitios de fabricación y promoverá la coordinación de acciones con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, sin afectar sus facultades en la materia y en el ámbito de sus correspondientes atribuciones, sin perjuicio de las atribuciones que tiene la Procuraduría Federal del Consumidor para vigilar la comercialización de los productos, materia de la presente norma.

El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

### 11. BIBLIOGRAFÍA

NOM-001-EDIF-1994	Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones y métodos de prueba para los inodoros de uso sanitario.
NMX-B-010-1986	Industria siderúrgica- Tubos de acero al carbono sin costura o soldados, negros o galvanizados por inmersión en caliente, para usos comunes.
NMX-CH-016-1954	Norma Mexicana de funcionamiento para los fluxómetros.
USAS B2.1-1968	Pipe threads - Specifications, dimensions, and gaging for taper and straight pipe threads including certain special applications.- American Society of Mechanical Engineers (ASME).

**12. GRADO DE CONCORDANCIA CON NORMAS Y RECOMENDACIONES INTERNACIONALES**

Esta Norma Oficial Mexicana no concuerda con normas internacionales, por no existir referencia alguna en el momento de su elaboración.

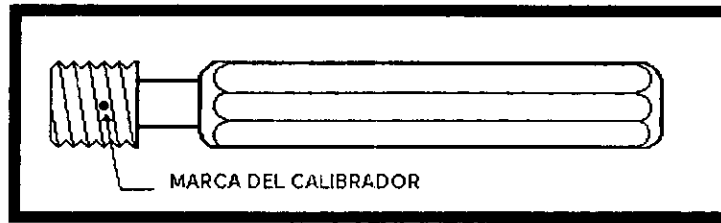
**13. VIGENCIA**

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 180 días naturales posteriores a su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

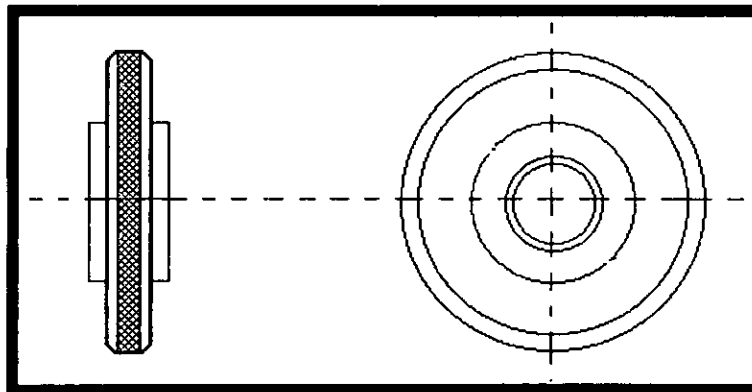
Dada en la Ciudad de México, Distrito Federal, el 22 de mayo de mil novecientos noventa y siete.

El Director General de la Comisión Nacional del Agua

**GUILLERMO GUERRERO VILLALOBOS**



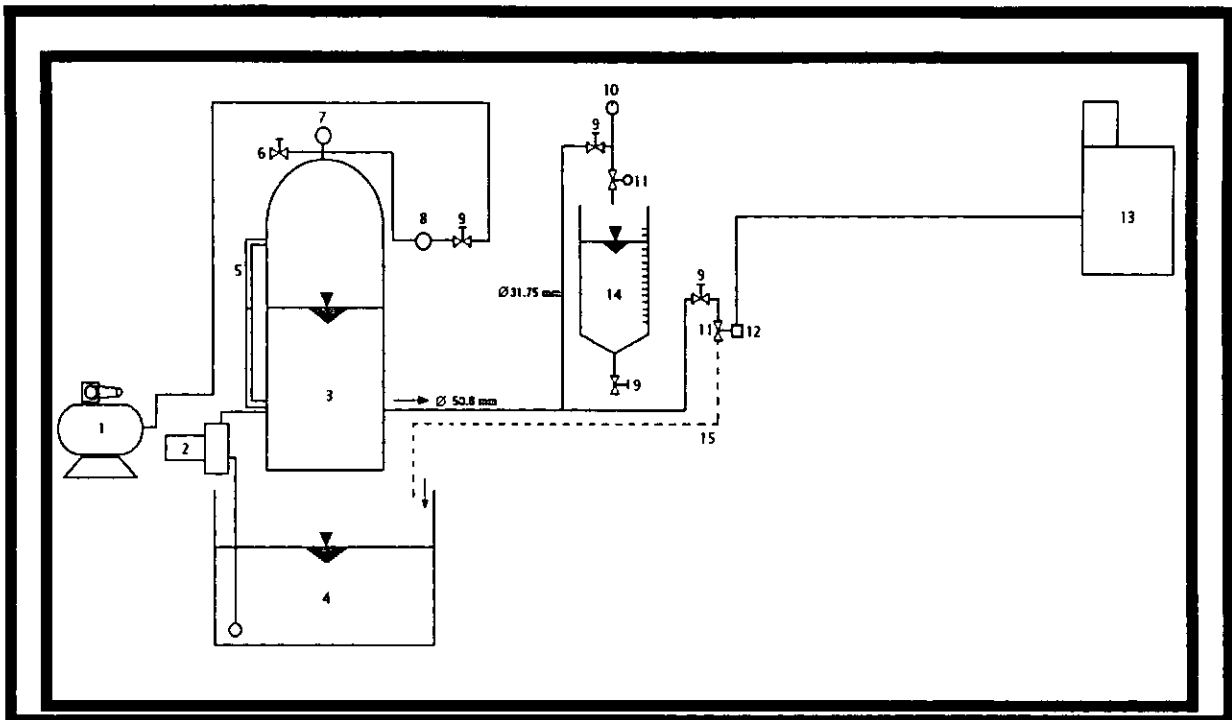
CALIBRADOR MACHO



CALIBRADOR HEMBRA (ANILLO)

Nota: El calibrador maestro mostrado debe ser fabricado de acuerdo a la norma USAS-B2.1-1968. Sección 7

FIGURA 1. CALIBRADORES MAESTROS DE ROSCAS



SIMBOLOGÍA

1.	COMPRESOR DE AIRE	9.	VÁLVULA DE ESFERA
2.	BOMBA HIDRÁULICA	10.	MANÓMETRO
3.	TANQUE (CAPACIDAD 300 L)	11.	FLUXÓMETRO
4.	CISTERNA (CAPACIDAD 500 L)	12.	ACCIONADOR
5.	NIVEL DE AGUA	13.	CONTROL DE ACCIONADOR
6.	VÁLVULA DE ESFERA PARA DESFOGUE DE AIRE	14.	RECIPIENTE AFORADO 10 L CON DESFOGUE AL RETORNO
7.	VÁLVULA DE SEGURIDAD	15.	RETORNO DE AGUA, 76,2 mm
8.	REGULADOR DE PRESIÓN		MÍNIMO

FIGURA 2. DISPOSITIVO DE PRUEBA PARA PRESIÓN HIDROSTÁTICA, VOLUMEN, TIEMPO DE DESCARGA Y DURABILIDAD



**Norma Oficial Mexicana NOM 066-SCFI-1994, Que establece las especificaciones y métodos de prueba de regaderas empleadas en el aseo personal.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, por conducto de la Dirección General de Normas, con fundamento en los artículos 34 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 39 fracción V, 40 fracción XII, 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 9o. y 17 fracción I del Reglamento Interior de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; 5o. fracción XIII inciso a) del Acuerdo que adscribe Orgánicamente Unidades Administrativas y Delega Facultades en los Subsecretarios, Oficial Mayor, Jefes de Unidad, Directores Generales y otros Subalternos de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de marzo de 1994, expide el siguiente Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-066-SCFI-1994 "Que establece las Especificaciones y Métodos de Prueba de Regaderas Empleadas en el Aseo Corporal".

De conformidad con el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Proyecto de NOM-066-SCFI-1994, se expide para consulta pública, a efecto de que dentro de los siguientes 90 días naturales los interesados presenten sus comentarios ante la Dirección General de Normas para que en términos de la Ley se consideren en el seno del Comité que lo propuso.

Durante este lapso, el análisis a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización puede ser consultado gratuitamente en la biblioteca de la Dirección General de Normas de esta Secretaría, ubicada en avenida Puente de Tecamachalco número 6, Lomas de Tecamachalco, Sección Fuentes, Naucalpan de Juárez, Estado de México.

Sufragio Efectivo No Reección.- México, D.F., a 21 de julio de 1994.- El Director General de Normas, Luis Guillermo Ibarra.- Rúbrica.

**NOM-066-SCFI-1994, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA DE REGADERAS EMPLEADAS EN EL ASEO CORPORAL.**

**1. Objetivo**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir las regaderas empleadas en el aseo corporal.

**2. Campo de aplicación**

Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a las regaderas empleadas en el aseo corporal, de fabricación nacional y de importación.

**3. Referencias**

Esta Norma se complementa con las siguientes normas vigentes:

NMX-D-122	Determinación de las propiedades de resistencia a la corrosión de partes metálicas con recubrimientos, empleados en vehículos automotores -Método de niebla salina
NMX-j-106	Productos eléctricos-Regaderas eléctricas
NMX-Z-12	Muestreo para la inspección por atributos

**4. Definiciones**

Para los efectos de esta Norma se establecen las siguientes definiciones:

**4.1 Accesorios**

Elementos complementarios de la regadera, cuya versatilidad de operación o funcionamiento les permite ser móviles o fijos.

**4.2 Carrera**

Distancia entre los puntos de inversión de movimiento en un sistema de desplazamiento alternativo.

- 4.3 Caudal o gasto**  
Volumen de agua suministrado por la regadera en una unidad de tiempo.
- 4.4 Conexión de la unión**  
Parte del cuerpo de la regadera que la interconecta a la instalación hidráulica.
- 4.5 Cuerpo de regadera**  
Elemento principal de la regadera cuyo objetivo es permitir la distribución de agua para su descarga, al cual es posible aplicar controles, difusores y conexiones.
- 4.6 Chapetón**  
Cubierta de la conexión del brazo de la regadera con la salida de la alimentación de la instalación hidráulica.
- 4.7 Difusor**  
Parte del cuerpo de la regadera cuya función es distribuir el flujo del agua en forma uniforme hacia la tapa distribuidora.
- 4.8 Empaques**  
Elementos de hule o plástico, destinados a garantizar la hermeticidad en las partes de la regadera durante su funcionamiento.
- 4.9 Haz de lluvia**  
Forma volumétrica del flujo de agua de la regadera.
- 4.10 Hermeticidad**  
Inexistencia de fuga de agua en las conexiones y el cuerpo de la regadera durante su funcionamiento.
- 4.11 Niple o brazo de la regadera**  
Conector que acopla la regadera a la instalación hidráulica o tubería de alimentación de agua.
- 4.12 Nudo móvil o articulación**  
Accesorio de la regadera para dirigir el haz de lluvia en diferentes direcciones.
- 4.13 Obturador**  
Dispositivo opcional de la regadera, que controla el paso del agua durante el uso de la misma.
- 4.14 Reductor de flujo**  
Accesorio de la regadera de diversas formas y materiales, que permite el control del gasto del agua descargada.
- 4.15 Regaderas para baño**  
Dispositivo hidráulico utilizado para el aseo corporal, el cual mediante el accionamiento de válvulas y/o mezcladoras permite el flujo del agua en forma de lluvia.
- 4.16 Regadera manual**  
Regadera de tipo móvil que se usa manualmente, conocida comúnmente como regadera de teléfono.
-

#### 4.17 Regadera eléctrica

Regadera para baño que tiene incorporado un sistema eléctrico de calentamiento del agua que pasa por la misma.

#### 4.18 Tapa distribuidora

Tapa con orificios u otro diseño, localizada en el cuerpo de la regadera para formar el haz de lluvia.

### 5. Clasificación

Las regaderas para baño objeto de esta Norma se clasifican en un mismo grado de calidad y en dos tipos, de acuerdo a la presión estática de operación para la cual están diseñadas, según se indica en la tabla 1.

TABLA 1.- Clasificación de las regaderas

TIPO	PRESION	RANGOS DE TRABAJO PRESION ESTATICA kPa(kg/cm <sup>2</sup> )	No. DE NIVELES DE EDIFICACION RECOMENDADO PARA SU USO (contados a partir del depósito superior de agua)
I	BAJA	20 A 98 KpA (0.2 a 1.0 kgf/cm <sup>2</sup> )	DE 1 a 4
II	ALTA	98 a 294 kPa (1.0 a 3.0 kgf/cm <sup>2</sup> )	más de 4 o equipo hidráulico

### 6. Especificaciones

Las regaderas, incluyendo sus accesorios y complementos, deben cumplir con las siguientes especificaciones.

#### 6.1 Dimensiones

Las dimensiones para el acoplamiento de la conexión de las regaderas a la instalación hidráulica deben cumplir con las siguientes especificaciones:

Tipo de rosca: Compatible con la rosca cónica para tubo RCT (NPT)

Diámetro de rosca: 13 mm (1/2 in) nominal

Peso: 14 hilos/25.4 mm (14 hilos/pulgada)

Método de prueba según lo indicado en el inciso 8.1

#### 6.2 Resistencia a la corrosión

Todas las partes externas de la regadera, incluyendo las de la conexión, no deberán presentar fallas del recubrimiento (burbujas, desprendimiento y/o corrosión) después de 72 h en cámara de niebla salina. Esto se verificará según lo indicado en el inciso 8.2.

#### 6.3 Par de apriete para instalación

Para su instalación, la regadera debe resistir un par de apriete de 5 n.m (0.5 kgf-m), según lo indicado en el inciso 8.3.

#### 6.4 Gasto

Todas las regaderas, con excepción de las manuales, con o sin accesorios, deben proporcionar un gasto mínimo de 5 L por minuto y máximo de 10 L por minuto, en su rango de presión especificado en la tabla 1, según lo indicado en el inciso 8.4.

Las regaderas manuales, con o sin accesorios, deben proporcionar un gasto mínimo de 2 L por minuto y

máximo de 10 L por minuto, en su rango de presión especificado en la tabla 1, según lo indicado en el inciso 8.4.

Las que cuentan con haz de lluvia ajustable deben cumplir con esta especificación en todas las posiciones de ajuste.

En el caso de regaderas que por su diseño dispongan de una tapa o distribuidor con ajuste y/o posición para su limpieza o mantenimiento, las pruebas de gasto deben realizarse en las posiciones de trabajo especificadas por el fabricante, debiéndose indicar claramente lo anterior en su instructivo.

## 6.5 Haz de lluvia

### 6.5.1 Eficiencia

Con la regadera en posición vertical, en su rango de presión especificado en la tabla 1, el haz de lluvia de la misma debe caer dentro de un círculo transversal con diámetro de 0.42 m, cuyo centro debe coincidir con el eje de la regadera y a una distancia vertical de 0.60 m de la tapa distribuidora, según lo indicado en el inciso 8.5.

### 6.5.2 Ancho mínimo

Con la regadera en posición vertical, en su rango de presión especificado en la tabla 1, el ancho de haz de lluvia de la misma debe ser mayor a 0.10 m medido a una distancia de 0.60 m de la tapa distribuidora, según lo indicado en el inciso 8.6.

## 6.6 Temperatura máxima

Las regaderas deben soportar una temperatura del agua de 355 K (82°C) ± 3, según lo indicado en el inciso 8.7.

## 6.7 Resistencia a la presión hidráulica

Las regaderas no deben presentar fugas ni deformaciones en sus componentes al someterlas a una presión hidráulica, según lo indicado en el inciso 8.8 y en la tabla 2.

**Tabla 2.- Resistencia a la presión hidráulica**

TIPO	PRESION	PRUEBA DE RESISTENCIA
I	BAJA	294 kPa (3.0 kgf/cm <sup>2</sup> )
II	ALTA	588 kPa (6.0 kgf/cm <sup>2</sup> )

## 6.8 Durabilidad

El nudo móvil de las regaderas debe resistir un mínimo de 7,000 ciclos sin falla, comprobándose según lo indicado en el inciso 8.9. Se considera un ciclo, al desplazamiento de ida y vuelta del niple de conexión conforme al movimiento del equipo de la figura 8.

## 6.9 Obturador

Cuando se utilice obturador, el funcionamiento del mismo en su posición cerrada y con una presión hidráulica de 98 kPa (1.0 kgf/cm<sup>2</sup>), debe permitir un paso de agua que haga evidente que las llaves de control de la regadera están abiertas. Esto se verificará visualmente.

## 6.10 Regadera eléctrica

Las regaderas eléctricas deben cumplir con lo especificado en esta Norma, y además para el funcionamiento eléctrico y de calentamiento deben cumplir con las especificaciones de la Norma Mexicana NMX-J-106.

## 7. Muestreo

El muestreo debe efectuarse de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-Z-12, 1, 2 Y 3, "MUESTREO PARA INSPECCION POR ATRIBUTOS", con nivel de inspección especial S-4, con un nivel de calidad aceptable (NCA), de 4% y con un muestreo normal sencillo. Los lotes representativos deben ser equivalentes a un día de producción promedio, calculado durante seis meses de fabricación.

**8. Métodos de prueba**

**8.1 De dimensiones y tolerancias**

**8.1.1 Aparatos y equipo**

- Calibrador maestro de roscas, ver anexo 1.

**8.1.2 Preparación de la muestra**

- Las superficies internas y externas, así como sus cuerdas, deben estar limpias.

**8.1.3 Procedimiento**

- Se acopla el calibrador maestro de roscas (macho) a la conexión de la unión de la regadera y se verifica que con apriete manual entre hasta la marca del mismo, se registra si existe variación (en número de hilos) con respecto a la misma.

**8.1.4 Resultado**

- La variación contra la marca del medidor maestro de roscas no debe ser mayor a un hilo de rosca.

**8.2 De resistencia a la corrosión**

**8.2.1 Equipo**

- Cámara de niebla salina
- Soporte de montaje, según el anexo 2

**8.2.2 Preparación de la muestra**

- Limpiar la regadera, asegurándose que no contenga partículas o sustancias extrañas en su interior, o películas protectoras (desprendibles) en su exterior.

- Colocar la regadera en el soporte de montaje.

**8.2.3 Procedimiento**

Colocar la regadera dentro de la cámara de niebla salina con su soporte, siguiendo el método establecido en la Norma Mexicana NMX-D-122, la duración de la exposición en la cámara salina debe ser de 72 h.

Al término de la prueba lavar la regadera con agua.

**8.2.4 Resultado**

Si después de la prueba de resistencia a la corrosión las partes externas de la regadera sujetas a esta especificación no presentan fallas del recubrimiento (burbujas, desprendimiento) en más de un 10% del área sujeta a examen, la regadera se considera aceptada.

**8.3 De par de apriete de instalación.**

**8.3.1 Aparatos y equipo**

- Sistema mecánico de fijación (tornillo de banco)
- Torquímetro con capacidad de 10 N m (1 kg.m)
- Llave o adaptador para aplicar el par de apriete
- Niple o brazo de la regadera, verificado en sus cuerdas con un calibrador maestro de roscas (hembra o anillo)

**8.3.2 Preparación de la muestra**

- Sujetar el niple o brazo de la regadera al sistema mecánico de fijación
- Instalar la regadera de acuerdo a las instrucciones del fabricante

- Sujetar la llave o adaptador al nudo de la regadera

### 8.3.3 Procedimiento

Aplicar un par de apriete de 5 N.m (0.5 kgf.m) a la conexión de la unión de la regadera.

### 8.3.4 Resultados

No se deben presentar grietas, fisuras o cualquier otro defecto, en la conexión de la unión de la regadera, esto se verificará visualmente.

## 8.4 De determinación del gasto

### 8.4.1 Herramienta y equipo

- Instalación hidráulica de acuerdo al anexo 3.
- Manómetro sumergido en glicerina, con un rango de 0 a 196 kPa (0 a 2 kgf/cm<sup>2</sup>), con graduación mínima de 9.8 kPa (0.1 kgf/cm<sup>2</sup>) y una exactitud del 2%.
- Manómetro sumergido en glicerina, con un rango de 0 a 686 kPa (0 a 7 kgf/cm<sup>2</sup>), con graduación mínima de 49 kPa (0.5 kgf/cm<sup>2</sup>) y una exactitud del 2%.
- Un depósito de 10 L aforado, con graduación mínima de 100 ml.
- Cronómetro con graduación mínima de 0.1 seg.

### 8.4.2 Preparación de la muestra

- Limpiar la regadera, asegurándose que no contenga partículas o sustancias extrañas en su interior, o películas protectoras (desprendibles) en su exterior.
- Colocar la regadera en el equipo de prueba.

### 8.4.3 Procedimiento

- Calibrar el equipo de prueba según el anexo 4.
- Conectar la regadera de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante.
- Regular la presión de trabajo cerrando la válvula número 10 (ver figura 3), abrir las válvulas 3 y 4 hasta estabilizar la presión en el manómetro correspondiente, la válvula 9 deberá permanecer en su posición de calibración.
- Proceder a abrir completamente la válvula 10.
- Colocar el depósito de manera que se capte la totalidad de la descarga de agua de la regadera, proceder simultáneamente a tomar el tiempo de llenado, el volumen mínimo de agua de la muestra debe ser 6.0 L.
- El gasto se determina en L por minuto, con la siguiente fórmula:

$$\text{GASTO en litros/minuto} = \frac{\text{Volumen de la muestra} \times 60}{\text{Tiempo en segundos}}$$

- En esta prueba se mide el gasto para el rango de presión de acuerdo al tipo de regadera (ver tabla 1) y debe repetirse 2 veces más para obtener 3 valores de gasto.

### 8.4.4 Resultados

El promedio del gasto medio en las tres pruebas efectuadas debe cumplir con lo especificado en el inciso 6.4, esto para cada presión de prueba.

## 8.5 Eficiencia del haz de lluvia

### 8.5.1 Herramientas y equipo

- Equipo hidráulico de pruebas, el mismo que el indicado en el inciso 8.4.1
- Dispositivo receptor del haz de lluvia de la regadera (ver anexo 5)

### 8.5.2 Preparación de la muestra

- Limpiar la regadera asegurándose que no contenga partículas o sustancias extrañas en su interior o películas protectoras (desprendibles) en su exterior.
- Colocar la regadera en el equipo de prueba.
- Las regaderas que por su diseño permitan ajustar el haz de lluvia, se regulará éste en la posición que cumpla con los diámetros establecidos.

### 8.5.3 Procedimiento

- a.- Calibrar el equipo de prueba según el anexo 4.
- b.- Conectar la regadera de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante.
- c.- Regular la presión de trabajo cerrando la válvula número 10 (ver figura 3), abrir las válvulas 3 y 4 hasta estabilizar la presión en el manómetro correspondiente, la válvula 9 deberá permanecer en su posición de calibración.
- d.- Colocar el dispositivo receptor centrado en una línea vertical que coincida con el centro del eje de la regadera.
- e.- Abrir completamente la válvula 10, en caso de que el haz de lluvia de la regadera quede descentrado con el dispositivo receptor, mover ligeramente la regadera para que el haz de lluvia caiga centrado con el diámetro interior (0.42 cm).
- f.- Cerrar la válvula 10.
- g.- Descargar el dispositivo receptor del haz de lluvia, asegurando de que no quede agua en el mismo.
- h.- Abrir completamente la válvula 10 por un periodo de 1 min.
- i.- Verificar que el haz de lluvia no rebase el diámetro exterior del dispositivo (1 m), en caso de que el haz de lluvia de la regadera lo rebase, se suspende la prueba y se rechaza la regadera.
- j.- Registrar el volumen de agua que captó el diámetro interior (0.42 cm) del dispositivo receptor.
- k.- Registrar el volumen de agua que haya captado el anillo exterior del dispositivo receptor.
- l.- Repetir 2 veces más las pruebas para obtener 3 resultados.

### 8.5.4 Resultados

- En caso de que el agua rebase el diámetro exterior (1.00m) se considera rechazada la regadera.
- Reportar en porcentaje, la proporción del agua captada en el anillo exterior al volumen total captado como % de eficiencia, calculándolo según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Eficiencia} = 100 \frac{\text{Volumen captado en el anillo externo} \times 100}{\text{Volumen total captado}}$$

Vol. Total captado = Vol. captado anillo ext. + vol. diam. interno

- Registrar el resultado.

Si el promedio de los 3 resultados de las pruebas efectuadas es mayor o igual al 95% se considera que la regadera cumple con esta prueba.

## 8.6 Ancho mínimo del haz de lluvia

### 8.6.1 Herramientas y equipo

- Equipo hidráulico de pruebas, el mismo que el indicado en el inciso 8.4.1.
- Marco de madera para sujeción de tela, ver anexo 6.
- Tela tipo manta con 27 hilos de pie por cm. y 19 hilos de trama por cm. con una tolerancia de  $\pm 1$  hilo; (70 hilos de pie por pulgada y 48 hilos de trama por pulgada con tolerancia de  $\pm 2$  hilos).
- Plantilla transparente en acetato, ver anexo 7.
- Pintura orgánica color azul o verde o azul de metileno para colorear el agua de prueba.

### 8.6.2 Preparación de la muestra

- Limpiar la regadera, asegurándose que no contenga partículas o sustancias extrañas en su interior, o películas protectoras (desprendibles) en su exterior.
- Colocar la regadera en el equipo de prueba.

**8.6.3 Procedimiento**

- a.- Esta prueba se debe realizar a continuación de la prueba de eficiencia del haz de lluvia indicada en el inciso 8.5.
- b.- Colocar la tela en el marco de manera que ésta quede tensa.
- c.- Colorear el agua de la prueba con la pintura orgánica o el azul de metileno.
- d. Colocar el marco de madera con la tela sobre el dispositivo receptor usado en la prueba de la eficiencia del haz de lluvia.
- e.- Abrir completamente la válvula 10 por un período de 10 seg.
- f.- Retirar el marco con la tela y localizar el diámetro mayor impreso en la tela y con la ayuda de la plantilla transparente y una escala transparente, medir los diámetros correspondientes a los ejes de 0°, 120° y 240°. Registrar los valores.

**8.6.4 Resultados**

El promedio de las tres medidas registradas debe cumplir con lo especificado en el inciso 6.5.2.

**8.7 De temperatura de trabajo****8.7.1 Herramientas y equipo**

- El equipo de prueba hidráulico deberá corresponder al que se presenta en la figura 3.
- Termómetro con capacidad de 273 a 373 K (0-100°C), con graduación mínima de 1.

**8.7.2 Preparación de la muestra.**

- Limpiar la regadera, asegurándose que no contenga partículas o sustancias extrañas en su interior o películas protectoras (desprendibles) en su exterior.
- Colocar la regadera en el equipo de prueba.

**8.7.3 Procedimiento**

- Instalar la regadera según las instrucciones de instalación del fabricante.
- Calibrar el equipo de acuerdo al anexo 4.
- Ajustar la temperatura del agua a 355 K (82° C) ± 4.
- Una vez logrado lo anterior, ajustar la presión del sistema de trabajo máxima indicada en la tabla 1 del inciso 5 y permitir el flujo de agua a través de la regadera por tiempo de 30 min con flujo continuo, verificando durante la prueba que la temperatura del agua se mantenga dentro del rango especificado, en caso contrario se suspende la prueba y se repite ésta.

**8.7.4 Resultados**

La regadera no debe presentar fugas, grietas o deformaciones en sus componentes, ni fallas en su funcionamiento, durante la prueba ni final de la misma, esto se verificará visualmente.

**8.8 De resistencia a la presión hidráulica****8.8.1 Herramienta y equipo**

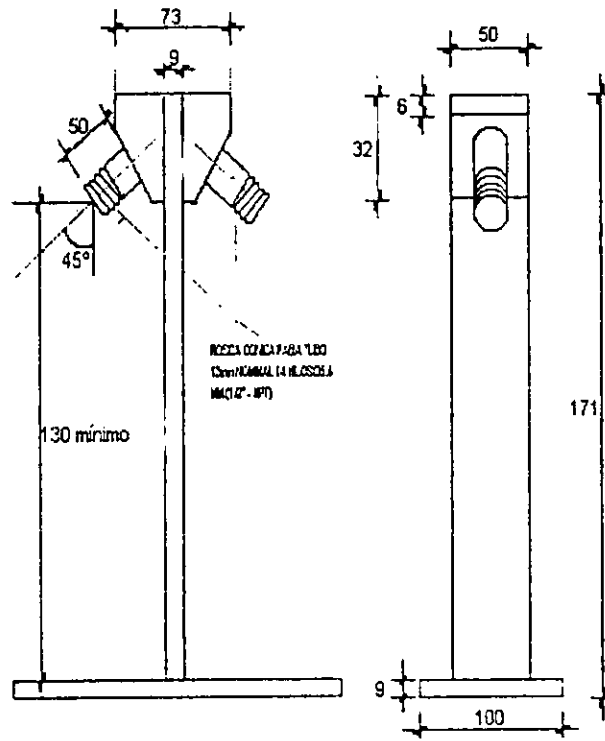
- El mismo indicado en 8.4.1

**8.8.2 Preparación de la muestra**

- Limpiar la regadera, asegurándose que no contenga partículas o sustancias extrañas en su interior, o películas protectoras (desprendibles) en su exterior.



ANEXO 2  
SOPORTE MONTAJE PARA PRUEBA DE CORROSION

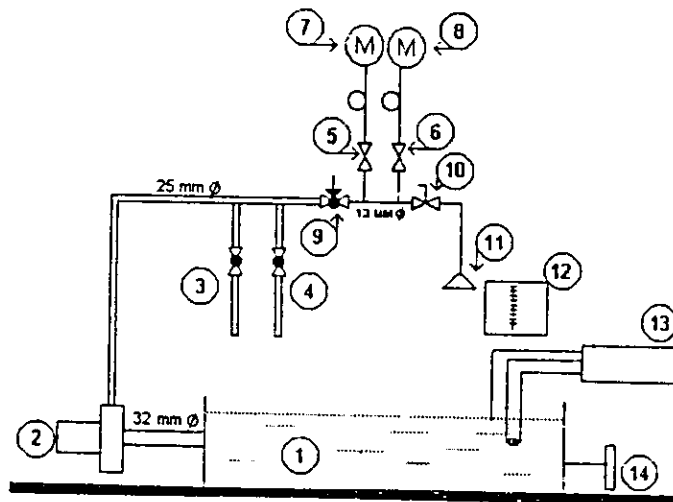


MATERIAL  
ACOTACIONES:  
TOLERANCIAS:

ACRILICO  
MILIMETROS  
± 1.0 mm

FIGURA.- 2.- SOPORTE MONTAJE PARA PRUEBA DE CORROSION

ANEXO 3  
EQUIPO PARA PRUEBAS HIDRAULICAS



- 1 Tanque de almacenamiento y receptor de agua
- 2. Bomba hidráulica
- 3 y 4 Válvula de globo o aguja (para controlar la presión)
- 5 y 6 Válvula de paso (para seleccionar el manómetro)
- 7 y 8 Manómetro (alta y baja presión)
- 9 Válvula de aguja (para calibración)
- 10 Válvula de esfera
- 11 Regadera de prueba
- 12 Recipiente aforado de 10 lts
- 13 Sistema de resistencia y termostato
- 14 Termómetro

FIGURA 3.- EQUIPO PARA PRUEBAS HIDRAULICAS

ANEXO 4

CALIBRACION DEL EQUIPO DE PRUEBA

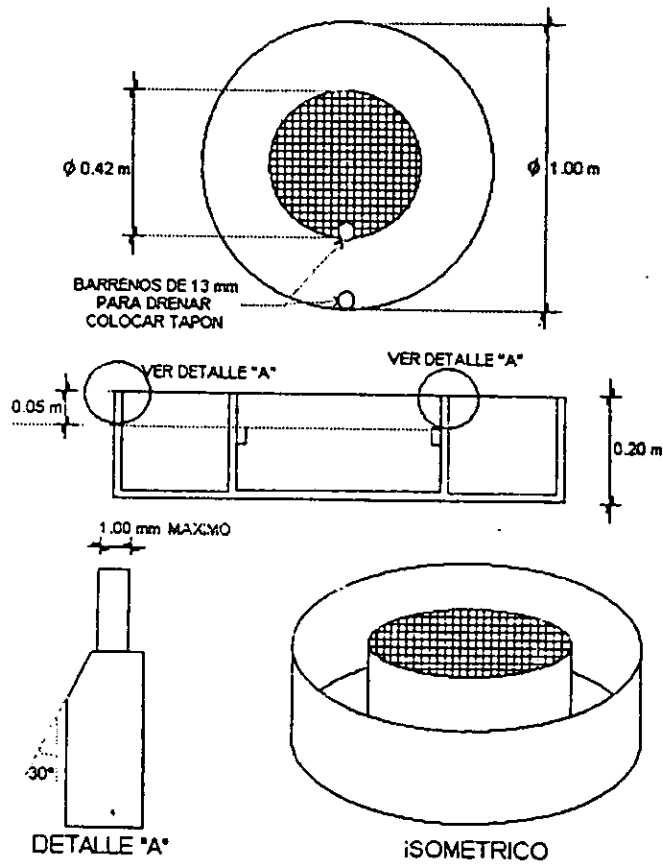
Ver figura 3 (anexo 3)

- 1 Sin la regadera a evaluar (número 11), abrir las válvulas número 9 y número 10, arrancar el sistema de bombeo y permitir que el agua fluya por la válvula número 10 y a tubo abierto.
- 2 Cerrar la válvula número 10 y operar las válvulas número 3 y número 4 hasta estabilizar la presión del manómetro de alta presión a 98 kpa (1kgf/cm<sup>2</sup>).
- 3 Abrir completamente la válvula número 10 y con la válvula número 9 regular el gasto a la salida hasta que éste sea de 16/min  $\pm$  10%.
4. Cerrar la válvula número 20 y operar las válvulas número 3 y número 4 hasta estabilizar la presión del manómetro de alta presión a 294 ka (3kgf/cm<sup>2</sup>).
5. Abrir completamente la válvula número 10 y comprobar que el gasto sea de 23 lts/min  $\pm$  10%, si se logra esto el equipo está calibrado y la válvula número 9 no debe operarse nuevamente.
6. Si en el paso anterior no se logra la calibración, operar la válvula número 9 hasta lograrlo y repetir las operaciones de los puntos 2 al 5 hasta obtener los gastos establecidos en ambas presiones (98 kpa y 294 kpa).

NOTAS:

- Una vez calibrado el equipo de prueba no debe moverse la válvula número 9 durante la realización de las pruebas. Verificar la calibración del equipo cada vez que se arranque nuevamente el mismo.
- Con la calibración del equipo de prueba, aun cuando se realiza en sólo 2 presiones (98 kpa y 294 kPa), se prepara y calibra el equipo de prueba para el rango de presiones estático utilizado en esta Norma.

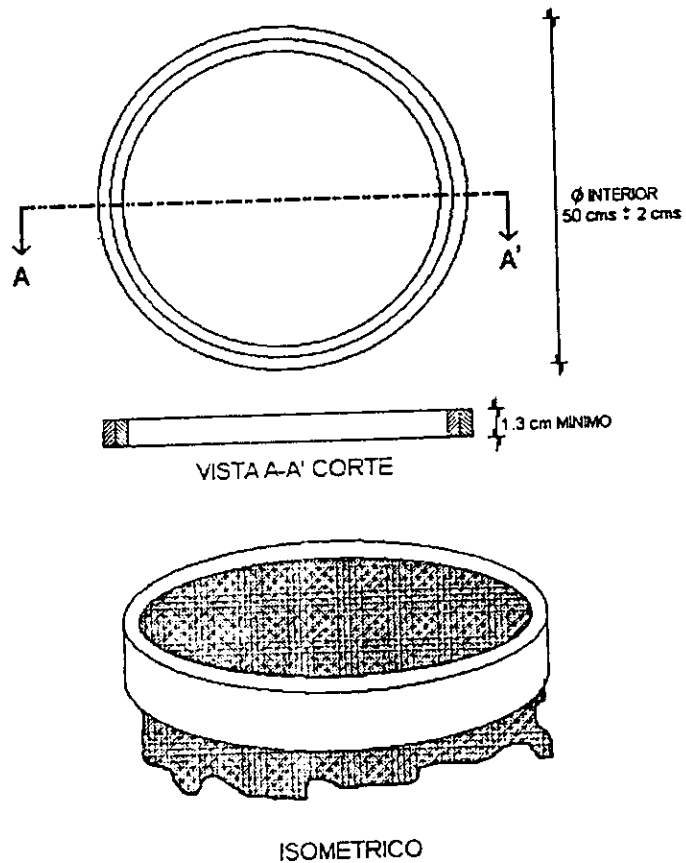
ANEXO 5  
DISPOSITIVO RECEPTOR DEL HAZ DE LA LLUVIA DE LA REGADERA



MATERIAL: Lámina de acrílico transparente de espesor mínimo de 6 mm.

FIGURA 4.- DISPOSITIVO RECEPTOR DEL HAZ DE LLUVIA DE LA REGADERA

ANEXO 6  
MARCO PARA DETERMINAR EL ANCHO MINIMO DEL HAZ DE LLUVIA DE LA REGADERA



COLOCAR LA TELA EN EL MARCO  
INTERIOR Y CON EL MARCO EXTERIOR  
TENSAR Y SUJETAR

FIGURA 5.- MARCO PARA DETERMINAR EL ANCHO MINIMO DEL HAZ DE LLUVIA

ANEXO 7  
PLANTILLA PARA MEDIR EL ANCHO MINIMO DEL HAZ DE LLUVIA DE LA REGADERA

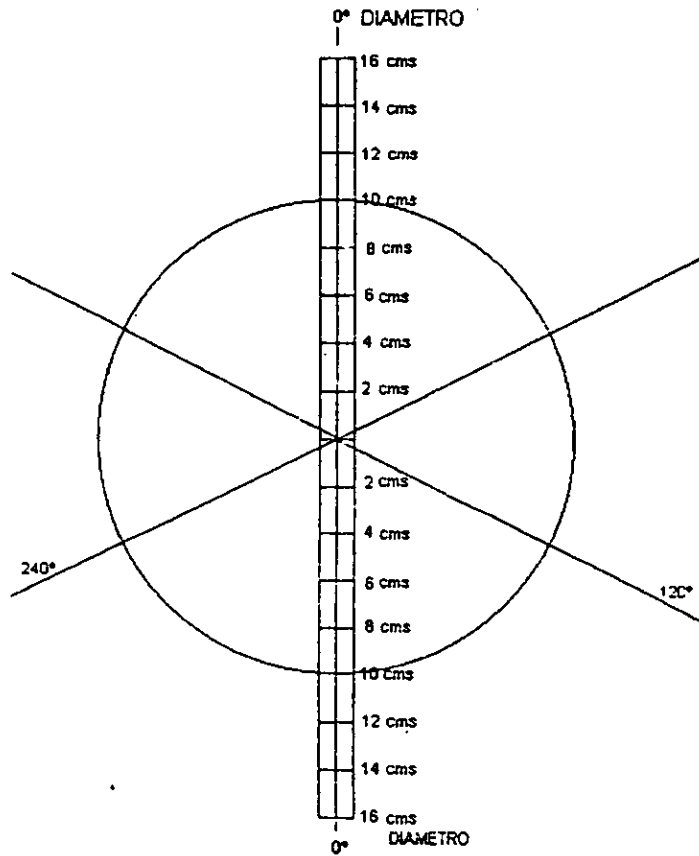
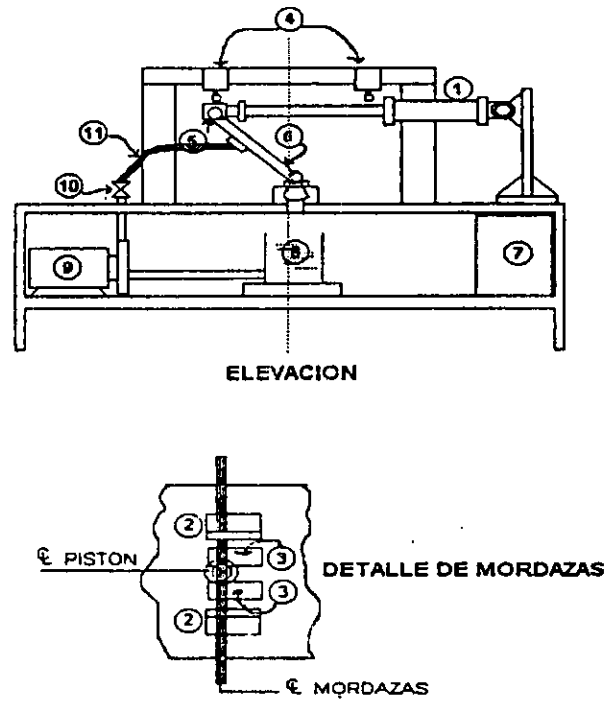


FIGURA 6.- PLANTILLA PARA DETERMINAR EL ANCHO MINIMO DEL HAZ DE LLUVIA

ANEXO 8  
DISPOSITIVO DE PRUEBA DE DURABILIDAD



- 1 PISTON NEUMATICO QUE APLICA EL MOVIMIENTO
- 2 SISTEMA DE APRIETE DE MORDAZAS DE SUJECION
- 3 MORDAZAS DE SUJECION CUERPO REGADERA
- 4 MICRO INTERRUPTORES FIN DE CARRERA
- 5 ROTULA
- 6 NIPLA DE CONEXION
- 7 CONTROL NEUMATICO Y CONTADOR DE CICLOS
- 8 TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y RECEPTOR DE AGUA
- 9 BOMBA HIDRAULICA
- 10 VALVULA DE PASO
- 11 MANQUERA FLEXIBLE

FIGURA 7.- DISPOSITIVO DE PRUEBA DE DURABILIDAD

**ANEXO B**  
**TABLAS PARA DISEÑO SUGERIDAS**  
**POR LAS AUTORIDADES DEL D.F.<sup>1</sup>**

**TABLA 2.2.6.1. EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO**

MUEBLE	SERVICIO	TIPO DE CONTROL	UNIDADES MUEBLE O DE GASTO
Inodoro	Público	Flujómetro	8
Inodoro	Público	Tanque	5
Mingitorio de pedestal	Público	Flujómetro	8
Mingitorio de pared	Público	Flujómetro	4
Mingitorio de pared	Público	Tanque	3
Lavabo	Público	Llave	2
Regadera	Público	Mezcladora	4
Tina	Público	Llave	4
Bebedero	Público	Llave	0.5
Fregadero	Restaurante	Llave	4
Vertedero	Oficinas	Llave	3
Inodoro	Privado	Flujómetro	5
Inodoro	Privado	Tanque	3
Lavabo	Privado	Llave	1
Regadera	Privado	Mezcladora	2
Fregadero	Privado	Llave	2
Lavadero	Privado	Llave	3
Bidet	Privado	Llave	1
Lavadora de ropa	Privado	Llave	2
Grupo de baño	Privado	W.C. Flux.	8
Grupo de baño	Privado	W.C. Tanque	6

<sup>1</sup> Tomado de "Normas Técnicas Complementarias para Instalaciones de Abastecimiento de Agua Potable y Drenaje", publicadas en la Gaceta Oficial del Distrito Federal del 27 de febrero de 1995, pág 26.



**CONVERSION DE UNIDADES MUEBLE A LITROS POR SEGUNDO**

**TABLA 2.2.6.2.**

GASTO l/s	UNIDADES MUEBLE		GASTO l/s	UNIDADES MUEBLE		GASTO l/s	UNIDADES MUEBLE	
	TANQUE	FLUX.		TANQUE	FLUX.		TANQUE	FLUX.
0.063	0	-	2.02	58	15	4.16	205	95
0.13	1	-	2.08	60	16	4.29	215	102
0.19	3	-	2.14	63	18	4.42	225	108
0.25	4	-	2.21	66	20	4.54	236	116
0.32	6	-	2.27	69	21	4.67	245	124
0.38	7	-	2.33	74	23	4.79	254	132
0.44	8	-	2.40	78	25	4.92	264	140
0.50	10	-	2.46	83	26	5.05	275	148
0.57	12	-	2.52	86	28	5.17	284	158
0.63	13	-	2.59	90	30	5.30	294	168
0.69	15	-	2.65	95	31	5.43	305	176
0.76	16	-	2.71	99	33	5.55	315	186
0.82	18	-	2.77	103	35	5.68	326	195
0.88	20	-	2.84	107	37	5.80	337	205
0.95	21	-	2.90	111	39	5.93	348	214
1.01	23	-	2.96	115	42	6.06	359	223
1.07	24	-	3.03	119	44	6.18	370	234
1.13	26	-	3.09	123	46	6.31	380	245
1.20	28	-	3.15	127	48	6.62	406	270
1.26	30	-	3.22	130	50	6.94	431	295
1.32	32	-	3.28	135	52	7.25	455	329
1.39	34	5	3.34	141	54	7.57	479	365
1.45	36	6	3.41	146	57	7.89	506	396
1.51	39	7	3.47	151	60	8.20	533	430
1.58	42	8	3.53	155	63	8.52	559	460
1.64	44	9	3.60	160	66	8.83	585	490
1.70	46	10	3.66	165	69	9.14	611	521
1.77	49	11	3.72	170	73	9.46	638	559
1.83	51	12	3.78	175	76	9.77	665	596
1.89	54	13	3.91	185	82	10.09	692	631
1.95	56	14	4.04	195	88	10.40	719	666

GASTO l/s	UNIDADES MUEBLE		GASTO l/s	UNIDADES MUEBLE		GASTO l/s	UNIDADES MUEBLE	
	TANQUE	FLUX.		TANQUE	FLUX.		TANQUE	FLUX.
10.72	748	700	17.03	1500	1500	24.60	2575	2575
11.04	778	739	17.66	2583	2583	25.23	2670	2670
11.35	809	775	18.29	1668	1668	25.86	2765	2765
11.67	840	811	18.92	1755	1755	26.49	2862	2862
11.99	874	850	19.55	1845	1845	27.13	2960	2960
12.62	945	931	20.19	1926	1926	27.76	3060	3060
13.25	1018	1009	20.82	2018	2018	28.39	3150	3115
13.88	1091	1991	21.45	2110	2110	31.54	3620	3620
14.51	1173	1173	22.08	2204	2204	34.70	4070	4070
15.14	1254	1254	22.71	2298	2298	37.85	4480	4480
15.77	1335	1335	23.34	2388	2388	44.15	5380	5380
16.40	1418	1418	23.97	2480	2480	50.47	6280	6280