

21  
24.

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



## FACULTAD DE INGENIERIA



### APLICACION DE LA TEORIA DE LA PROBABILIDAD A LA DETERMINACION DE GASTOS PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS.

Tesis

Que para obtener el Título de  
**INGENIERO CIVIL**  
presenta  
**Luis Enrique Maldonado Orozco**

Director de Tesis  
Ing. Enrique César Valdez

264072

TESIS CON  
FALLA DE CUBIEN

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.

## DEDICATORIAS

**A mis padres:**

Enrique Maldonado y Estela Orozco, por todo su amor, cariño y comprensión, ya que ellos estuvieron en los momentos más difíciles, apoyándome en este difícil camino... gracias por todo.

**A la familia Orozco:**

Por todo el apoyo y respaldo a lo largo de mis estudios.

**A mis hermanas:**

Julia y Gabriela, por estar cerca en todo momento.

**A mis amigos:**

Todos ellos, mil gracias.

**A mis profesores:**

Por todo el legado impartido.

**A la Universidad Nacional Autónoma de México y Facultad de Ingeniería.**

Por todo lo que recibí a lo largo de mi carrera.

Al ingeniero como profesionista, maestro y amigo es difícil encontrarlo, por lo que si se le tiene cerca, es algo invaluable que se debe conservar por siempre.

**Ing. Enrique César Valdez:**

Por todo el aporte, impulso y paciencia que me brindó en mi vida profesional y fuera de ella. Gracias.

**Ing. Miguel Angel González López:**

Gracias por todas las aportaciones y consejos.

**Ing. Alba Vázquez López:**

Por todo el apoyo recibido, muchas gracias.

Gracias al Ing. Jorge Solar, Ing. Ma del Rosío Ruíz Urbano, Dr. Rigoberto Rivera.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-158/96

Señor  
**LUIS ENRIQUE MALDONADO OROZCO**  
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. ENRIQUE CESAR VALDEZ**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

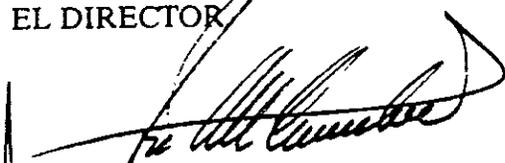
**"APLICACION DE LA TEORIA DE LA PROBABILIDAD A LA DETERMINACION DE GASTOS PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS"**

- INTRODUCCION**
- I. OBTENCION EMPIRICA DE LOS HIDROGRAMAS DE EROGACION DE MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS**
  - II. APLICACION DE LA PROBABILIDAD A LA DETERMINACION DE GASTOS DE DISEÑO CON BASE EN EL DESARROLLO TEORICO DE HUNTER**
  - III. COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL METODO DE HUNTER ORIGINAL Y MODIFICADO**
- CONCLUSIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria a 21 de enero de 1997.  
EL DIRECTOR



ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP\*lmf

---

## INDICE

### Introducción

#### **Capítulo 1. Aplicación de la probabilidad a la determinación de gastos de diseño con base en el desarrollo teórico de Hunter.**

- 1.1. Aplicación de la teoría de la probabilidad a un sistema simple.
- 1.2. Valores de  $t$ ,  $i$  y  $q$  propuestos por Hunter.
- 1.3. Aplicación de la teoría de la probabilidad a un sistema combinado.
- 1.4. Derivación de unidades mueble.
- 1.5. Discusión sobre la aplicabilidad del método de Hunter.

#### **Capítulo 2. Obtención empírica de los hidrogramas de erogación de muebles y aparatos sanitarios.**

- 2.1. Metodología aplicada.
  - 2.1.1. Primera etapa: investigación documental.
  - 2.1.2. Segunda etapa: investigación directa o de campo.
- 2.2. Desarrollo del estudio
  - 2.2.1. Obtención empírica del tiempo de funcionamiento y el volúmen de agua consumido por los muebles.
  - 2.2.2. Obtención de los datos sobre la frecuencia de uso de los muebles y duración del periodo de punta.
    - 2.2.2.1. Obtención de frecuencias en edificaciones de tipo habitacional.
    - 2.2.2.2. Obtención de frecuencias en edificios de uso de oficinas, institucionales y recreativos.
- 2.3. Investigación de campo.
  - 2.3.1. Descripción del experimento llevado a cabo en edificios de tipo habitacional.
  - 2.3.2. Descripción del experimento llevado a cabo en edificios de uso de oficinas, institucionales y recreativas.
- 2.4. Resultados.
  - 2.4.1. Resultados de la investigación documental.
    - 2.4.1.1. Resultados del tiempo de duración y del gasto de demanda por uso.
  - 2.4.2. Resultados de la investigación de campo.
    - 2.4.2.1. Resultados de la investigación llevada a cabo en edificios de tipo habitacional.
    - 2.4.2.2. Resultados del experimento llevado a cabo en edificio de oficinas.
    - 2.4.2.3. Resultados del experimento llevado a cabo en edificios institucionales.
    - 2.4.2.4. Resultados del experimento llevado a cabo en edificios de uso recreativo.

- 2.5. **Análisis de resultados de la investigación de campo.**
  - 2.5.1. **Análisis de resultados de la investigación llevada a cabo en edificios de tipo habitacional.**
  - 2.5.2. **Análisis de resultados del experimento llevado a cabo en edificios de uso de oficinas.**
  - 2.5.3. **Análisis de resultados de la investigación llevada a cabo en edificios institucionales.**
    - 2.5.3.1. **Análisis de resultados correspondientes a edificios de educación básica.**
    - 2.5.3.2. **Análisis de resultados correspondientes a edificios de educación media superior y superior.**
  - 2.5.4. **Análisis de resultados de la investigación llevada a cabo en edificios de uso recreativo.**
    - 2.5.4.1. **Análisis de resultados correspondientes a restaurantes y similares.**
    - 2.5.4.2. **Análisis de resultados correspondientes a salas de concierto, cines, teatros y similares.**
- 2.6. **Conclusiones del experimento para la determinación del tiempo entre operaciones sucesivas de inodoros en edificios con diferente tipo de uso.**
- 2.7. **Obtención de los hidrogramas de erogación con base en los resultados del experimento.**
  - 2.7.1. **Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en uso doméstico.**
  - 2.7.2. **Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en uso de oficinas.**
  - 2.7.3. **Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en edificios para educación básica y media básica.**
  - 2.7.4. **Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en edificios para educación media superior y superior.**
  - 2.7.5. **Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en restaurantes y similares.**
  - 2.7.6. **Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en salas de concierto, cines, teatros y similares.**
- 2.8. **Consideraciones sobre la aplicación del método para el diseño de instalaciones con diferentes condiciones de servicio.**

### **Capítulo 3. Comparación de los resultados obtenidos con el método original y modificado.**

- 3.1. **Planteamiento del problema.**
- 3.2. **Solución por el método modificado.**
- 3.3. **Solución por el método original.**
- 3.4. **Análisis de resultados.**
- 3.5. **Aplicación de los factores de carga por demanda actualizados, y de las tablas del IMSS, en el caso de un edificio de tipo habitacional.**

### **Conclusiones.**

### **Bibliografía.**

**Anexo A. Distribución de probabilidad binomial y de poisson.**

**Anexo B. Tablas para diseño sugeridas por las autoridades del D.F.**

## PROLOGO

Esta tesis surge a partir de una investigación propuesta y dirigida por el Ing.. Enrique César Valdez, con el fin de desarrollar una serie de estudios correspondientes a dicho tema.

Debido a la magnitud e importancia del presente estudio, se tuvo el apoyo de diversas personas, colaborando en la toma de datos de campo y preparación del trabajo, destacando la colaboración del Ing.. Miguel Angel González López, la Ing.. Alba Vázquez López, Miguel Angel Hernández, Isaías Martínez Hernández y demás personas que sin su ayuda no hubiera sido posible la realización del mismo. El suscrito colaboró en la búsqueda de información, preparación del trabajo y elaboración del ejemplo propuesto.

Los resultados se exponen a continuación, proponiendo y dejando una línea de investigación sobre el tema.

---

## INTRODUCCION

Se denomina *instalación sanitaria del edificio* a las conexiones, tuberías domiciliarias y accesorios sanitarios que permiten suministrar agua potable a partir de una red de distribución, y por otro lado captar el agua residual proveniente de los inmuebles mediante un sistema de desalojo denominado desagües hasta la alcantarilla de la red municipal. Estos sistemas constituyen una parte del sistema hidráulico sanitario.

A las construcciones o inmuebles hechos con materiales resistentes destinadas a habitaciones, establecimientos comerciales, fábricas, escuelas, lugares de reunión, bodegas y todo local cualquiera que sea el uso a que se destine, se les denomina edificios.

Todo edificio o inmueble debe contar con instalaciones hidráulicas sanitarias, las cuales deben diseñarse, construirse y operarse de acuerdo a la reglamentación correspondiente, de tal forma que proporcionen un servicio eficiente, seguro y confiable.

Por otro lado, se tendrá una deficiente instalación hidráulica cuando se presenten algunas de las siguientes situaciones:

- a). Inadecuada calidad del material utilizado;
- b). Defectos de construcción, y
- c). Fallas en el diseño.

Los primeros dos puntos pueden provocar fugas en las tuberías, teniendo como consecuencia grandes pérdidas de agua, mientras que el último inciso podría ocasionar una deficiencia en el servicio, interfiriendo además en el sistema de drenaje.

Para el presente estudio, este último punto correspondiente al diseño de la instalación hidráulica, cobra gran mayor importancia, ya que los dos primeros incisos - sin menospreciar su relevancia - pueden ser controlados fácilmente al ser fallas debidas principalmente a la negligencia o ignorancia de los técnicos de plomería. Por otro lado el diseño de la instalación, involucra mayores variables de estudio y análisis, que no pueden controlarse pero si pueden determinarse con estudios de campo.

En este trabajo se estudia uno de los métodos más utilizados en el diseño de instalaciones hidráulicas para edificios, el método de Hunter, que fue desarrollado en 1924 en E.U.A. Dicho método involucra diversas variables, las cuales implican hábitos de consumo y gastos de alimentación de los muebles y aparatos sanitarios; considerando estos dos aspectos, es de esperarse que en el modelo propuesto por Hunter, se tengan cambios considerables que modifican sus resultados; al considerar por una parte, las costumbres particulares de los habitantes de la Ciudad de México y, por otra parte, las innovaciones tecnológicas en los muebles y aparatos sanitarios actualmente disponibles en el comercio.

Esto se confirma en el presente estudio, comprobándose que existen reducciones considerables en el diseño de los diámetros del sistema hidráulico.

## CAPITULO 1

# APLICACION DE LA PROBABILIDAD A LA DETERMINACION DE GASTOS DE DISEÑO CON BASE EN EL DESARROLLO TEORICO DE HUNTER.

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. 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>1</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 congestión 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

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.

1 por ciento del tiempo.

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.

### 1.1. Aplicación de la teoría de la probabilidad a 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. La Figura 1.1a 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 1.1b es el hidrograma correspondiente a un fluxómetro, que tiene una rápida abertura y un cierre lento y gradual.

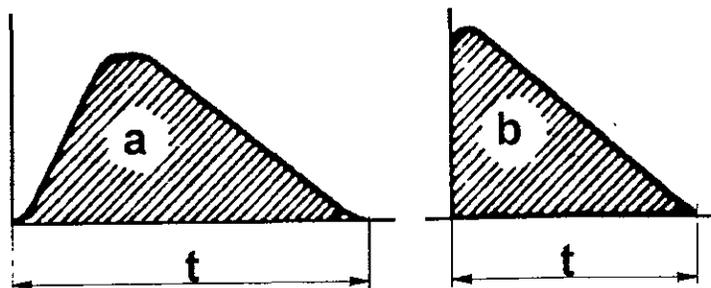


Figura 1.1. Hidrogramas de erogación: a) de una válvula de admisión de un depósito para inodoro, y b) de un fluxómetro.

Supóngase ahora que se tiene una instalación sanitaria entre cuyos aparatos se encuentran tres iguales. La Figura 1.2 representa la sucesión de los hidrogramas de los aparatos en el periodo de máximo consumo de la instalación, es decir, en el período de punta "h".

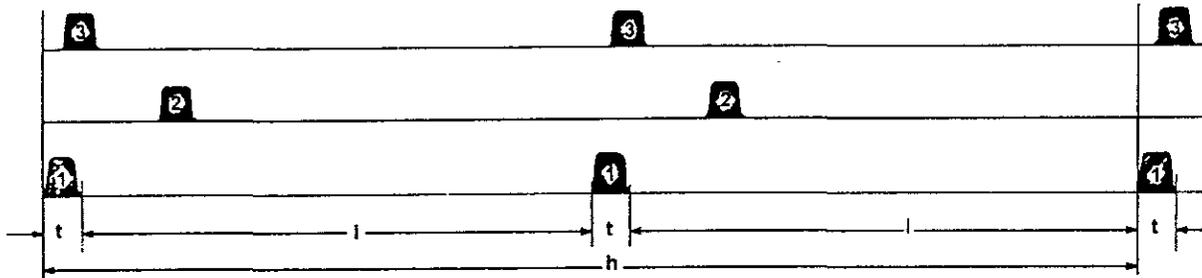


Figura 1.2. Sucesión de hidrogramas de los aparatos en el periodo de máximo consumo o "periodo de punta".

La Figura 1.2 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 1.2, 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:

$$p = \frac{t}{i} \quad 1.1$$

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

$$1 - p = 1 - \frac{t}{i} \quad 1.2$$

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 1.1 y 1.2. 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<sup>2</sup>, 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<sup>3</sup>=(0.03)<sup>3</sup>=0.000027, y la probabilidad de encontrar todos los fluxómetros descargando es (0.03)<sup>n</sup>.

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

$$P = (1-p)^{n-2} p^2 \quad 1.3$$

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)<sup>n-2</sup>p<sup>2</sup>. 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:

$$C_r^n = \frac{n!}{r! (n - r)!} \quad 1.4$$

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 :

$$p_r = C_r^n (1-p)^{n-r} p^r \quad 1.5$$

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 1.5, que es la probabilidad de un evento particular tomado de aquéllos mencionados, se tendrá la relación

$$p_r = \sum_{r=0}^{r=n} C_r^n (1-p)^{n-r} p^r = 1 \quad 1.6$$

Debe notarse que la ecuación 1.5 representa un término de la ecuación 1.6, 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

$$Q_m = m q \quad 1.7$$

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:

$$p_0^n + p_1^n + p_2^n + \dots + p_{m-1}^n + p_m^n \geq 0.99 \quad 1.8$$

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 1.8 es cierta, da el número de muebles para el cual debe diseñarse el sistema.

La ecuación 1.8 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 1.8, o de

$$p_{m+1}^n + p_{m+2}^n + \dots + p_{n-1}^n + p_n^n \leq 0.01 \quad 1.9$$

que también puede escribirse

$$\sum_{r=m+1}^{r=n} C_r^n (1-p)^{n-r} p^r \leq 0.01 \quad 1.10$$

la cual corresponde a la forma dada en las tablas de distribución de probabilidad binomial. (Apéndice A).

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 1.8 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

$$P_1^{100} = C_1^{100} (1 - p)^{99} p = \frac{100}{1!} (1 - 0.097)^{99} (0.03) = 0.1470$$

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

$$P_2^{100} = C_2^{100} (1 - p)^{98} p^2 = \frac{100 (100 - 1)}{2!} (1 - 0.097)^{98} (0.03)^2 = 0.225$$

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

$$P_3^{100} = C_3^{100} (1 - p)^{97} p^3 = \frac{100 (100 - 1) (100 - 2)}{3!} (1 - 0.097)^{97} (0.03)^3 =$$

=0.227

Procediendo de la misma manera, se calculan las probabilidades hasta  $P_{10}^{100}$ ; los resultados se dan en el Cuadro 1.1.

Cuadro 1.1. Valores de la probabilidad de encontrar 0, 1, 2, ... 10 inodoros con válvula de fluxómetro en operación simultánea, de un total de 100.

$P_0^{100}$	0.048	$P_6^{100}$	0.0496
$P_1^{100}$	0.1470	$P_7^{100}$	0.0206
$P_2^{100}$	0.2250	$P_8^{100}$	0.0074
$P_3^{100}$	0.2270	$P_9^{100}$	0.0023
$P_4^{100}$	0.1705	$P_{10}^{100}$	0.00065
$P_5^{100}$	0.1013		

Si se suman estas 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 1.7,

$$Q_m = m q = 8 q \text{ [l/s]}$$

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

## 1.2 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>2</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 bacín 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

---

<sup>2</sup>

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

---

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 bacín de inodoro y tiempos de flujo de 7.5 a 9 segundos. Los promedios para seis diferentes bacines 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 bacín 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 bacín.

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 dá 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 período de punta como la extensión del período 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 período 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.

**APLICACION DE LA TEORIA DE LA PROBABILIDAD A LA DETERMINACION DE GASTOS PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS.**

Población masculina	400
Número de toilets en grupo	10
Tiempo de observación, 8:30 a 17:00 hrs.	8.5 hr
Número de usos	328
Tiempo promedio en el toilet por persona	7 1 min
Máximo tiempo en el toilet por persona	37 min
Mínimo tiempo en el toilet 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 toilet	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 períodos. 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 1.2.

Cuadro 1.2. 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

### 1.3. Aplicación de la teoría de la probabilidad a un sistema combinado.

En el apartado 1.1 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 1.2, 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 1.2. 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 (Apéndice A), que es una aproximación a las series

dadas por la ecuación 1.9 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 1.3 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 np 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 np 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 a correspondiente al valor asumido de m, entre el valor de p para el tipo de accesorio involucrado.

En la columna 4 del Cuadro 1.3 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 1.9 ó 99% si se utiliza la ecuación 1.8. Con esta última ecuación se calcularon los valores que se muestran en la columna 6 del Cuadro 1.3. El procedimiento es el siguiente:

1. Se propone un valor de n, digamos n=100.
2. Se evalúa la ecuación 1.5 para n=100 y valores sucesivos de m, desde m=0,1,2,3,...,etc.

$$p^n = C_m^n (1-p)^{n-m} p^m$$

3. Se efectúa la sumatoria de los términos calculados con la ecuación 1.5 hasta que el resultado sea mayor o igual a 0.99 (99%), como se indica en la ecuación 1.8, 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 1.3 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 1.3. 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 1.8

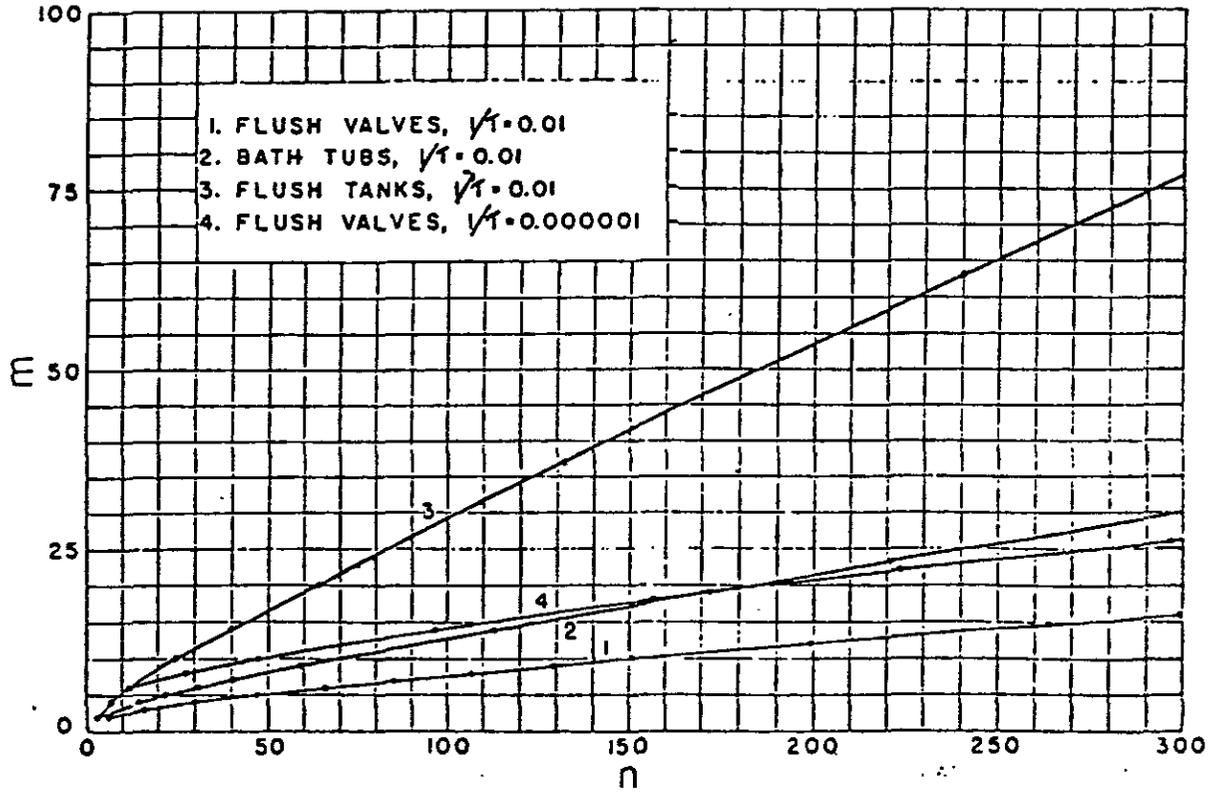
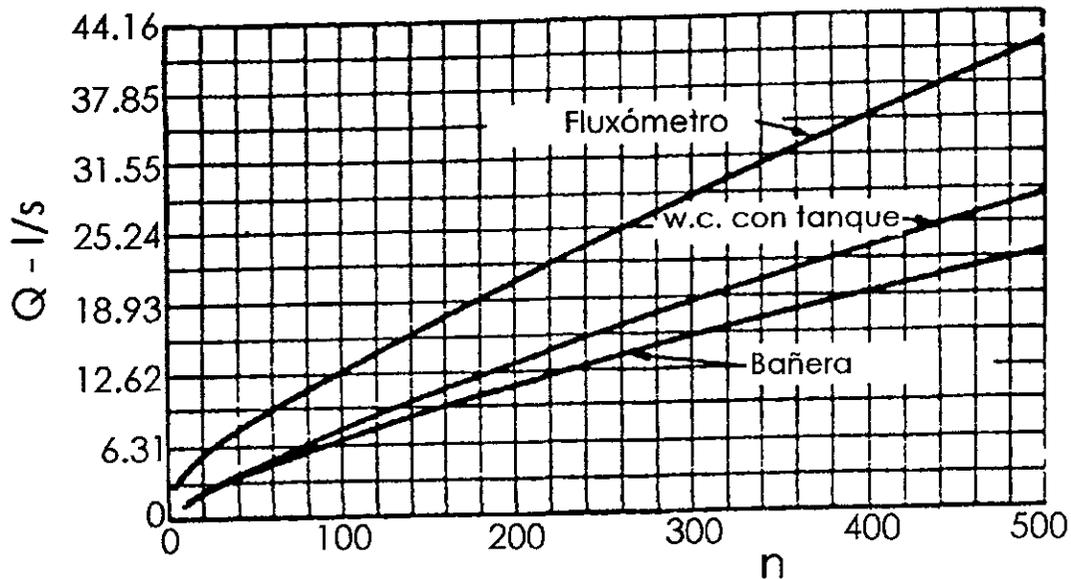


Figura 1.3. Probable relación de  $m$  versus  $n$  del Cuadro 1.3.

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 1.4, 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 congestión 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 1.4. 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 1.4 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 1.4, 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.

#### 1.4. 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>3</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>4</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.

---

<sup>3</sup> Journal AWWA, septiembre de 1952, pág. 851.

<sup>4</sup> Roy B. Hunter. *Building Materials and Estructures*, report BMS65. “Methods of Estimating Loads in Plumbing Systems, 1940, pág.3.

Las unidades mueble o factores de carga de fluxómetros, tanques de w.c. 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:

$$\frac{f}{f_1} = \frac{n_1}{n} \quad (1.11)$$

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 1.4, ha sido preparado a partir de la Figura 1.4, empleando la ecuación 1.11. Primero se le asigna a un fluxómetro un factor de carga o peso f=10. Puede verse en la Figura 1.4 que el número de fluxómetros, tanques de w.c. 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 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 1.4 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 1.4. Factores de carga o de demanda relativa (unidades mueble) de algunos muebles.

Demanda (l/s)	Fluxómetros		Tanques de W.C.		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 1.4 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 1.4 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 1.4. 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 w.c. de tanque es 5 y para la bañera es de 4. En el Cuadro 1.5 se muestran los factores de carga obtenidos de la manera expuesta para otros muebles sanitarios.

Cuadro 1.5. 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 1.5 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 1.5.

Ahora puede obtenerse la curva general de diseño de manera algo arbitraria a partir de la Figura 1.5. La porción de las curvas de la Figura 1.5 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 1.6. 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 w.c. y la bañera, de la Figura 1.5.

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 w.c. de tanque.

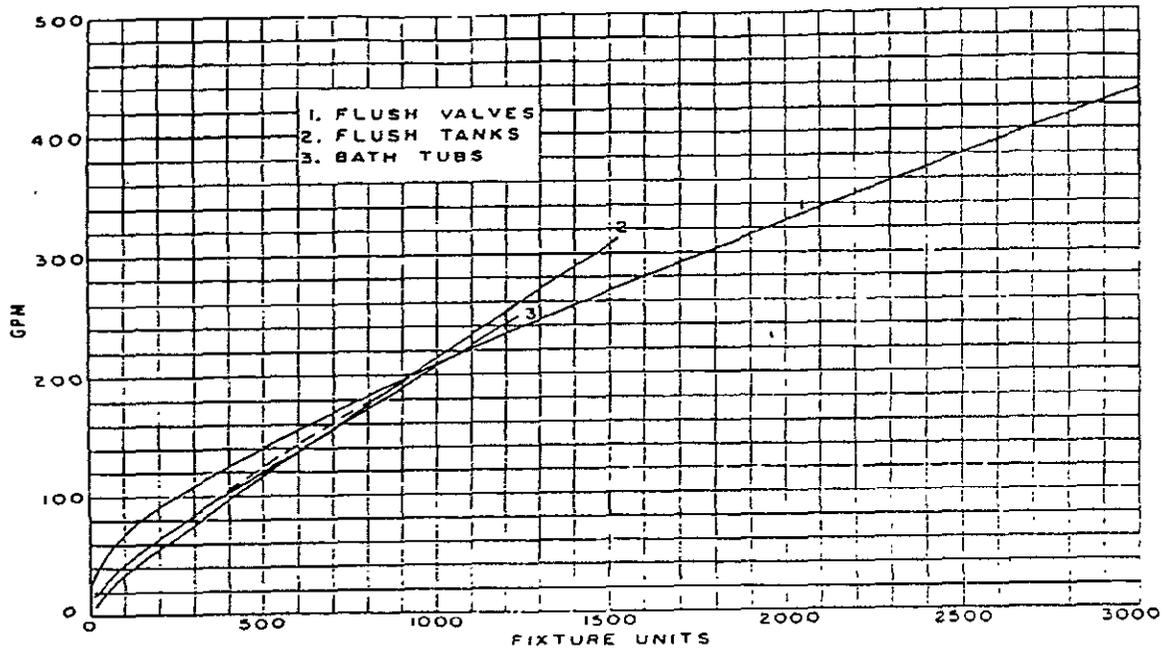


Figura 1.5. Relación de demanda vs. unidades mueble

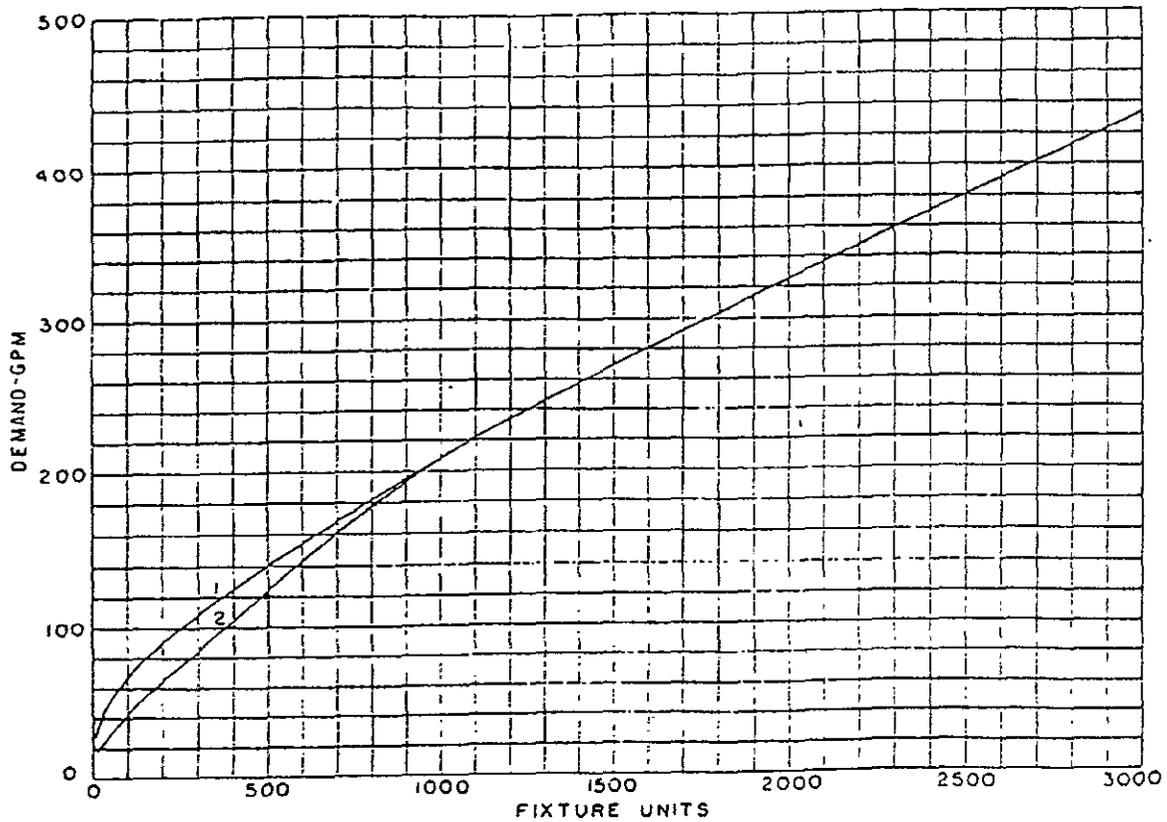


Figura 1.6. Curva estimada para propósitos de diseño.

### 1.5. 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. 1.6). 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 1.6 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 1.6. 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 opera 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 1.7.

La conclusión de lo anterior es que existe una urgente necesidad de 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 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 opera dos edificios para los ancianos que son 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 1.7. Demandas máximas de agua en departamentos de Chicago seleccionados<sup>5</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	300	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	640	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>5</sup> Braxton, J.S., "Water Pressure Boosting Systems, Evaluation of Water Usage and Noise". Cons. Engr., XXIV, V, 112 (1965).

## CAPITULO 2

### OBTENCION EMPIRICA DE LOS HIDROGRAMAS DE EROGACION DE MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS

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-, se pueden observar y analizar en las normas oficiales mexicanas, en este capítulo se mencionan de manera breve haciendo alusión únicamente a estos dos parámetros.

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.

#### 2.1. Metodología aplicada

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

##### 2.1.1. 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.

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

De acuerdo a los alcances definidos para el estudio, 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.

## 2.2. Desarrollo del estudio.

### 2.2.1 Obtención del tiempo de funcionamiento y el volumen de agua consumido por los muebles.

Como resultado de la investigación documental, se conoció un estudio elaborado por una empresa de consultoría<sup>1</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 las características de las pruebas efectuadas, se consideró suficiente la información para aplicarla 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 periodo de punta.

### 2.2.2. Obtención de datos sobre la frecuencia de uso de los muebles y duración del periodo de punta.

Para la obtención de las frecuencias ( $i$ ) que intervienen en el desarrollo del modelo de Hunter, primeramente se analizaron los diferentes tipos de edificaciones existentes, en función del uso a que se destinan, ya que se planteó la hipótesis de que existe un patrón de la demanda de agua de los muebles sanitarios dependiendo del tipo de uso que se dá a los inmuebles; de esta manera se establecieron cuatro grupos de edificaciones objeto del presente estudio:

- Habitacionales;
- Oficinas;
- Institucionales ; y
- Recreativas.

#### 2.2.2.1 Obtención de frecuencias en edificaciones de tipo habitacional.

Con la finalidad de recabar el mayor número de datos posible durante un tiempo de observación amplio, se aprovechó 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 domicilio.

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

---

<sup>1</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.

Cuadro 2.1. Formato de la hoja de campo utilizada para el levantamiento de la información en edificaciones de tipo habitacional.

<b>I DATOS GENERALES</b>			
I 1. Nombre del observador			
I 2 Domicilio: Calle y núm.			
Colonia			
I 3 Tipo de vivienda (marcar con una X en la celda correspondiente)			
Depto. en condominio		Un dormitorio	
Casa		Dos dormitorios	
Otro (especificar)		Tres dormitorios	
		Más de tres dormitorios	
I 4 Habitantes de la vivienda		Número de baños:	
Cantidad de hombres		Cantidad de muebles sanitarios.	
Cantidad de mujeres		W.C.	
		Lavabos	
		Regaderas	

II DETERMINACION DEL INTERVALO ENTRE USOS CONSECUTIVOS DE MUEBLES Y APARATOS

MUEBLE: \_\_\_\_\_ FECHA(S): \_\_\_\_\_

HORA	INTERVALO (minutos)						

- Nombre del observador ;
- *Domicilio*;
- 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.

### **2.2.3.2 Obtención de frecuencias en edificios de uso de oficinas, institucionales y recreativos.**

Se utilizó un micrófono inalámbrico colocado en la alimentación de un inodoro, con el fin de monitorear en un receptor colocado fuera del recinto de los sanitarios, el intervalo entre accionamientos consecutivos de las válvulas de los muebles y aparatos sanitarios seleccionados.

## **2.3. Investigación de campo.**

Dado que la frecuencia de uso de los muebles sanitarios (i) es la variable más importante en el modelo de Hunter, se llevó a cabo su monitoreo en las instalaciones de diversas edificaciones. En todos los casos se procuró identificar las condiciones típicas de mayor consumo de agua dependiendo del uso de cada edificio. El consumo de agua cambia con las estaciones, los días de la semana y las horas del día. Existen máximos durante el verano pero también ocurren durante el frío en el invierno, porque se visita con mayor frecuencia el sanitario. Conforme mayor es el número de habitantes de una vivienda o de un edificio en general, más variable es la demanda.

### **2.3.1. Descripción del experimento llevado a cabo en edificios de tipo habitacional.**

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 2.1) 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 de agua no tiene la característica de reproducibilidad, mientras que en los cinco días restantes existe un patrón de consumo definido.

### **2.3.2. Descripción del experimento llevado a cabo en edificios de tipo de oficinas, institucionales y recreativos.**

#### **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.

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 tres mediciones tanto para el baño de mujeres como el 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.

## **2.4. Resultados**

### **2.4.1 Resultados de la investigación documental.**

#### **2.4.1.1 Resultados del tiempo de duración y del gasto de demanda por uso.**

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 Cuadro 2.2, 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 habían 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 Cuadro 2.2.

En el Cuadro 2.2 se muestran los aspectos relevantes que tienen aplicación directa en el desarrollo de la investigación efectuada.

---

<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.

---

Cuadro 2.2. 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 metodos de prueba que deben cumplir los inodoros.	Es aplicable a los inodoros de fabricación nacional y de importación.	Inodoro. Conjunto de taza y tanque, provisto de un dispositivo para desague 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 sífónica. Tanque. 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. Taza de inodoro. Mueble sanitario que integra el conjunto del inodoro, puede ser independiente o formar parte de una combinación y de varios diseños (alargada, regular, etc.).	Tipo I. Inodoro con tanque alto, es el proyectado para instalarse a más de 60 cm del piso (distancia del piso al fondo del tanque alto). Tipo II. 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). Tipo III. Inodoro para adaptarse a fluxómetro. Tipo IV. Inodoro para minusválidos. Tipo V. Inodoro infantil. Tipo VI. Otros; cuando difieran en características de operación y materiales, de los considerados en esta Norma.	Consumo de agua. 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 metodos de prueba que deben cumplir las valvulas de admisión y las valvulas 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.	Válvula de admisión. 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. Presión de trabajo. La presión hidráulica manométrica a la cual la válvula puede trabajar continuamente sin afectar sus características funcionales Presión mínima. La presión hidráulica manométrica mínima a la cual la válvula debe trabajar cumpliendo sus funciones. Presión máxima. La presión hidráulica manométrica máxima a la cual la válvula debe trabajar cumpliendo sus funciones. 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.	Las válvulas se clasifican en : Tipo I. Válvula de admisión I.a. Para reposición, larga (tanques grandes) I.b. Para reposición, corta (tanques chicos). I.c. Para equipo original. Tipo II. Válvula de descarga II.a. Para reposición. II.b. Para equipo original	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. 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. 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°K). 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> ).

**Cuadro 2.2. 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 flujómetros para tazas de inodoros y mingitorios con el fin de asegurar el ahorro de agua en su uso y funcionamiento hidráulico.	Es aplicable a flujómetros de diferentes materiales, de manufactura nacional y extranjera que se comercialicen dentro del territorio nacional.	<b>Flujómetro.</b> Es una válvula automática, que dosifica 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> <i>Tazas de inodoro</i> - Mínimo 5.5 litros - Máximo 6.0 litros <i>Mingitorios</i> - 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 empleadas 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.</b> Presión baja Presión estática de 20 a 98 kPa (0.2 a 1.0 kg/cm <sup>2</sup> ). <b>Tipo II.</b> Presión alta. 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.

## 2.4.2 Resultados de la investigación de campo.

### 2.4.2.1. Resultados de la investigación llevada a cabo en edificios de tipo habitacional.

Se realizaron las observaciones y medición de frecuencias en 165 viviendas de diferentes tipos. El Cuadro 2.3 resume el número de viviendas muestradas de acuerdo al número de ocupantes por vivienda.

Cuadro 2.3. 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

Tomando en cuenta los datos del Cuadro 2.3, 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 es analizar las mediciones efectuadas en las viviendas muestreadas 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 superposición*. 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 2.4.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 2.4.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 2.4.b. se muestran los registros de la frecuencia i del uso de regaderas y lavabos. Los tiempos anotados en el Cuadro 2.3. corresponden al intervalo mínimo promedio de tres días de medición durante los dos periodos de punta que se presentan, es decir, una punta en la mañana y una punta nocturna. En el caso de inodoros, en el Cuadro 2.4.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 2.4.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	-		
TOTAL	67.5	2.00		

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		
TOTAL	52.99	117.82		
11	7.5	4.50	13.04	8.25
1	10.00	10.00		
4	23.00	11.50		
9	11.66	7.00		
TOTAL	52.16	33.00		

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 puede observar en el Anexo B, donde se encuentran las Normas Oficiales Mexicanas referentes a válvulas de admisión y fluxómetros, 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.

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.

Cuadro 2.4.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

APLICACION DE LA TEORIA DE LA PROBABILIDAD A LA DETERMINACION DE GASTOS  
PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS.

NUMERO DE ORDEN	REGADERAS	LAVABOS
23	49.5	8.33
24	20	
25	20	
PROMEDIO	30.07	11.52

2.4.2.2. Resultados del experimento llevado a cabo en edificios de oficinas.

El Cuadro 2.5 presenta el resultado de las mediciones efectuadas en el edificio de la División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica, mientras que el Cuadro 2.6 refiere el resultado de las observaciones realizadas en el Edificio No.12 del Instituto de Ingeniería.

Cuadro 2.5. 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	9 29:53	47 10	11 18 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 18 30	11 29
8 49 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 20.10	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	11:38 53	00 37	12 38 18	38 10	13 30 26	01 28
9 58 00	27 45	10.16.56	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 58 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	1335 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				

**OBTENCION EMPIRICA DE LOS HIDROGRAMAS DE  
EROGACION DE MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS.**

MUJERES						HOMBRES					
JUEVES 3/ABR/97		LUNES 7/ABR/97		MARTES 8/ABR/97		MIERCOLES 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 04 03	37 07	13 08.41	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 31:08	03 18	13 08 20	09:40	14 18 24	02 44				
13 27 17	13.48	13 32.19	01 13	13 12:21	04 01	14 28 48	08 22				
13 33 08	05 49	13 33:25	01.08	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 49 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	08 30	14 05 40	03:57	14 51.07	14 29						
14 13 40	18 27	14.11 03	05 23	14 58 42	07 35						
14 18 19	04 39	14 14.38	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 28	03 58								
14 48 07	00 50	14:26:24	00 58								
14 57 09	08 58	14.29.25	03 01								
15 03 38	08 35	14 37 50	08 25								
		14 54 38	16 48								
		14 56.49	02 13								
		15 04 41	07 52								
		15 09 28	04 47								

FIN DEL CUADRO 2 5

**Cuadro 2.6. 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

HORA	INTERVALO (min)
10:53:00	3.66
11:02:40	9.67
11:03:21	0.68
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 2.6.

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

El Cuadro 2.7 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 2.8.

Cuadro 2.7.Registro de la medición del tiempo transcurrido entre usos sucesivos (i) de un inodoro del sanitario para niñas de una escuela primaria.

MIERCOLES 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
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				

APLICACION DE LA TEORÍA DE LA PROBABILIDAD A LA DETERMINACION DE GASTOS  
 PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS.

MIERCOLES 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	
14:09	5				
14:23	14				

\* Se asearon los sanitarios en esta hora.  
 TERMINA CUADRO 2.7.

Con respecto a instituciones de educación superior, el Cuadro 2.9 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 2.8. Registro de la medición del tiempo transcurrido entre usos sucesivos (l) 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 2.9. Registro de la medición del tiempo transcurrido entre usos sucesivos (l) de un inodoro del sanitario para varones en una institución de educación superior.

MIERCOLES 4/06/97		MIERCOLES 4/06/97		MIERCOLES 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

OBTENCION EMPIRICA DE LOS HIDROGRAMAS DE  
EROGACION DE MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS.

MIERCOLES 4/06/97		MIERCOLES 4/06/97		MIERCOLES 4/06/97	
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

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

En los Cuadros 2.10 y 2.11 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 2.10. 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 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		

APLICACION DE LA TEORIA DE LA PROBABILIDAD A LA DETERMINACION DE GASTOS  
 PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS.

LUNES 30 /06/97			
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

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

OBTENCION EMPIRICA DE LOS HIDROGRAMAS DE  
EROGACION DE MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS.

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 2.10.

Cuadro 2.11. 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 2.11.

## 2.5. Análisis de resultados de la investigación de campo.

### 2.5.1. Análisis de resultados de la investigación llevada 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 2.4 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 2.3 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 2.4 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 2.12. 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 2.4). Se considerará sólo la serie de intervalos matutinos por se los menores.

En el Cuadro 2.12 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:

- a. Sospecha del elemento mínimo de la premuestra, y
- b. Sospecha del elemento máximo de la premuestra.

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 B.

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 2.12.

Dudando ahora de los cinco elementos mayores del Cuadro 2.12, 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 2.12.

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

Como  $r = 0.319 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 29 del Cuadro 2.12.

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

Como  $r = 0.220 < 0.304$ , se acepta el elemento número 28 y los anteriores del Cuadro 2.12.

Con los valores aceptados del Cuadro 2.12, puede entonces obtenerse el intervalo mínimo promedio entre usos sucesivos de un inodoro en una edificación de tipo habitacional:

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

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

Como puede verse en los Cuadros 2.5 y 2.6, 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 esta 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 2.13 muestra el arreglo de menor a mayor valor de los datos registrados en el Cuadro 2.5.

Cuadro 2.13. Intervalos del Cuadro 2.5 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

APLICACION DE LA TEORIA DE LA PROBABILIDAD A LA DETERMINACION DE GASTOS  
 PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS.

NUMERO	INTERVALO	NUMERO	INTERVALO	NUMERO	INTERVALO	NUMERO	INTERVALO
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:

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

donde:

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

$$n = 110$$

$$J = 10$$

$$\text{Entonces } i = 110 - (10 - 1) = 101$$

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

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. Para ello se emplea la tabla del

Anexo B.

Se obtiene  $F_{0.50} = 0.304$ , que es el estadístico admisible.

Como  $r = 0.034 < 0.304$ , se acepta el elemento número 1 y por tanto los siguientes del Cuadro 2.13.

Dudando ahora de los diez elementos mayores del Cuadro 2.13, se tiene

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

donde:

$$n = 110$$

$$J = 10$$

$$i = 101$$

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

Como  $r = 0.437 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 110 del Cuadro 2.13.

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

Como  $r = 0.437 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 109 del Cuadro 2.13.

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

Como  $r = 0.419 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 108 del Cuadro 2.13.

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

Como  $r = 0.370 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 107 del Cuadro 2.13.

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

Como  $r = 0.346 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 106 del Cuadro 2.13.

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

Como  $r = 0.310 > 0.304$ , se rechaza el elemento número 105 del Cuadro 2.13.

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

Como  $r = 0.147 < 0.304$ , se acepta el elemento número 104 y los anteriores del Cuadro 2.13.

Con los valores aceptados del Cuadro 2.13, puede entonces obtenerse el intervalo mínimo promedio entre usos sucesivos de un inodoro en una edificación de tipo de oficinas:

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

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

#### 2.5.3.1. 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.

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

El Cuadro 2.9 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.

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

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

Los registros del Cuadro 2.10 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.

#### **2.5.4.2 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 2.11. 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.

**2.6. 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 2.14 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 2.14. 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

**2.7. Obtención de los Hidrogramas de erogación con base en los resultados del experimento.**

Como se ha expuesto anteriormente, 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 2.14 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 previamente; 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 2.15 presenta los valores propuestos por el autor para edificios con uso distinto del habitacional.

**Cuadro 2.14** Cuadro comparativo de los valores de  $t$ ,  $i$  y  $q$  propuestos por Hunter con los obtenidos en el presente estudio (Revisión<sup>4</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 2.14 y 2.15 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 presente capítulo:

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

<sup>4</sup> Para abreviar se usa la palabra "revisión" con el significado de volver a ver, someter una cosa a un nuevo examen para corregirla.

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 2.15 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

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 presente capítulo 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.

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.

El primer paso, la definición del problema, ya se ha efectuado en el Capítulo 1, y puede concretarse en la siguiente instrucción: se requiere un programa que dé solución a la ecuación 1.8

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

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 1.

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 1.5 para el valor de n y valores sucesivos de m, desde m = 0, 1, 2, 3, etc.

$$p_m^n = C_m^n (1-p)^{n-m} p^m$$

3. Se efectúa la sumatoria de los términos calculados con la ecuación 1.5 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 2.16 se presenta el programa que resuelve el problema, el cual fue elaborado en lenguaje QuickBASIC 4.5.

Este algoritmo fue programado como una función denominada FUNCTION num# (n#, m#), que aparece en el Cuadro 2.16

Cuadro 2.16 Listado del programa que resuelve el modelo de Hunter, elaborado en lenguaje QuickBASIC 4.5.

---

```
DECLARE FUNCTION fact# (n#)
CLS
DIM y(300)
INPUT "i"; i
INPUT "t"; t
INPUT "Gasto del mueble"; q1

p = t / i

FOR n# = 0 TO 300 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

        g1 = m# * q1
        PRINT n#, m#, g1

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
```

---

Con el programa listado en el Cuadro 2.16 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.

**2.7.1. 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 2.17 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 2.11, se obtienen los factores de carga de los otros muebles.

**Cuadro 2.17 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<sub>2</sub>, 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 2.17.

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 2.1 muestra la curva de diseño hasta 350 unidades mueble mientras que la Figura 2.2 se utiliza arriba de 1000 unidades.

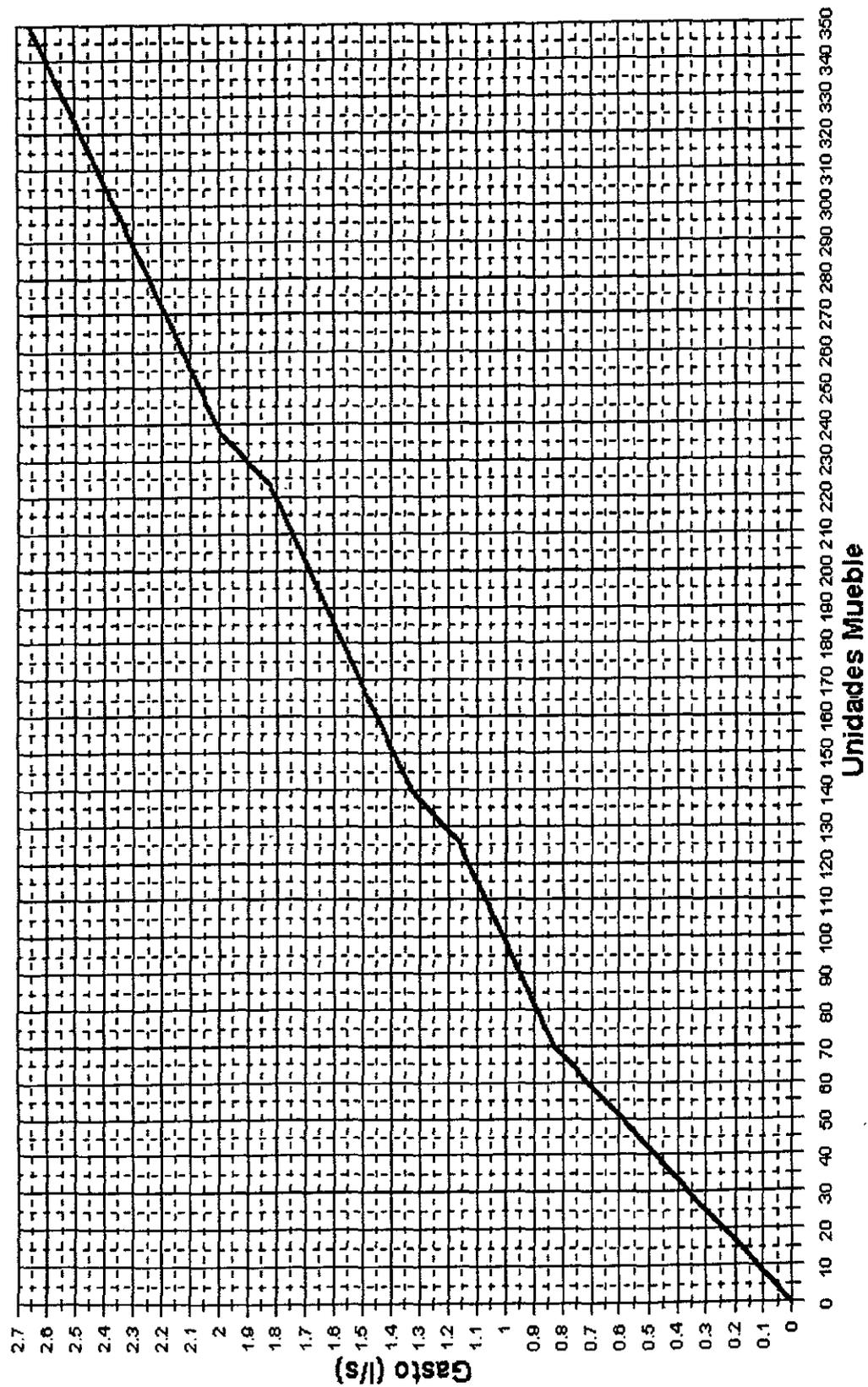


Figura 2.1. Curva de diseño para uso habitacional

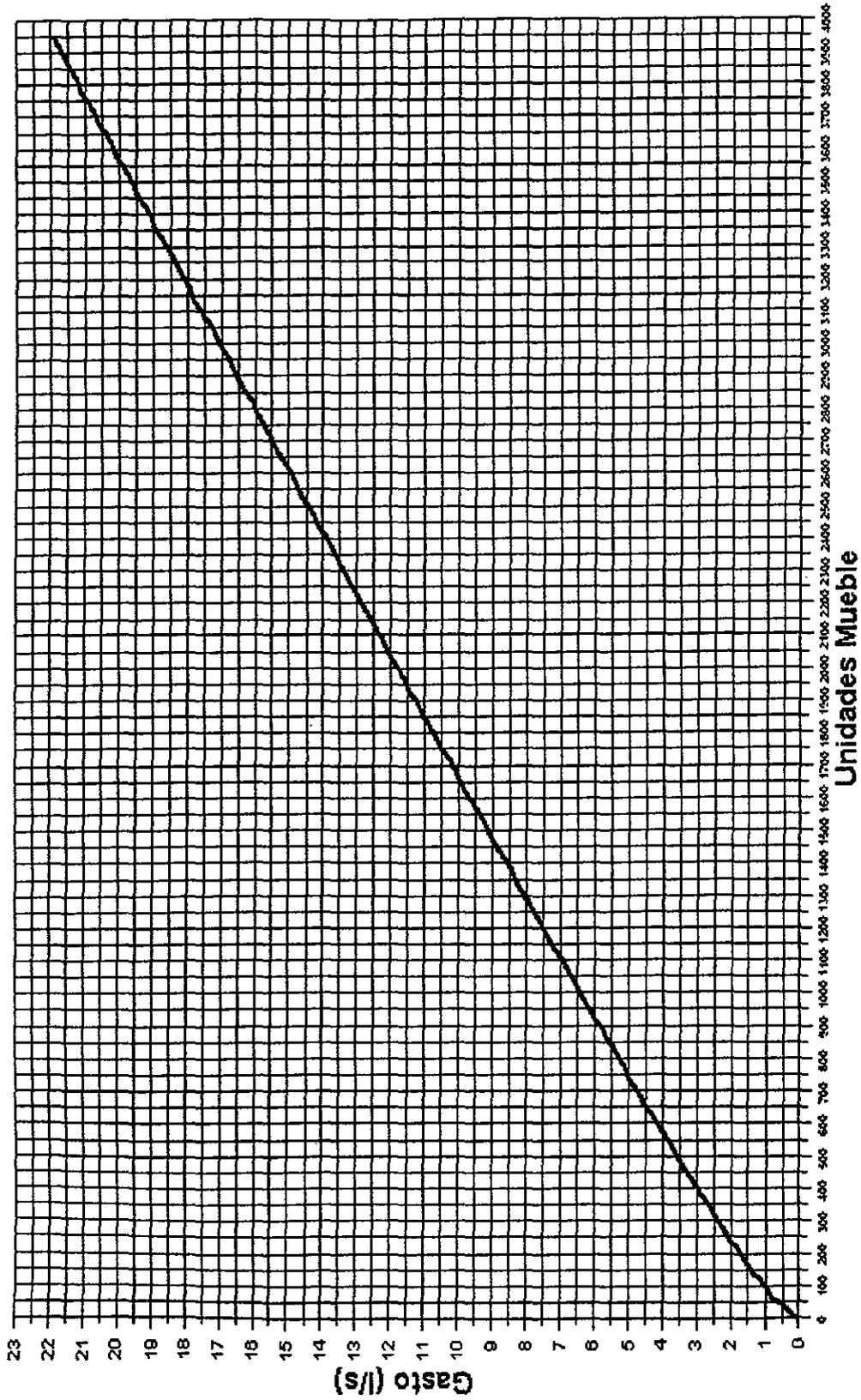


Figura 2.2. Curva de diseño para uso habitacional

**2.7.2. 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 2.18, 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 2.3 para diseños que involucren un número reducido de unidades mueble, mientras que la Figura 2.4 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 2.18. 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	$n_1$	$f_1$	$n_2$	$f_2$	$n_3$	$f_3$
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

**2.7.3. 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 2.19, 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 2.5 y 2.6).

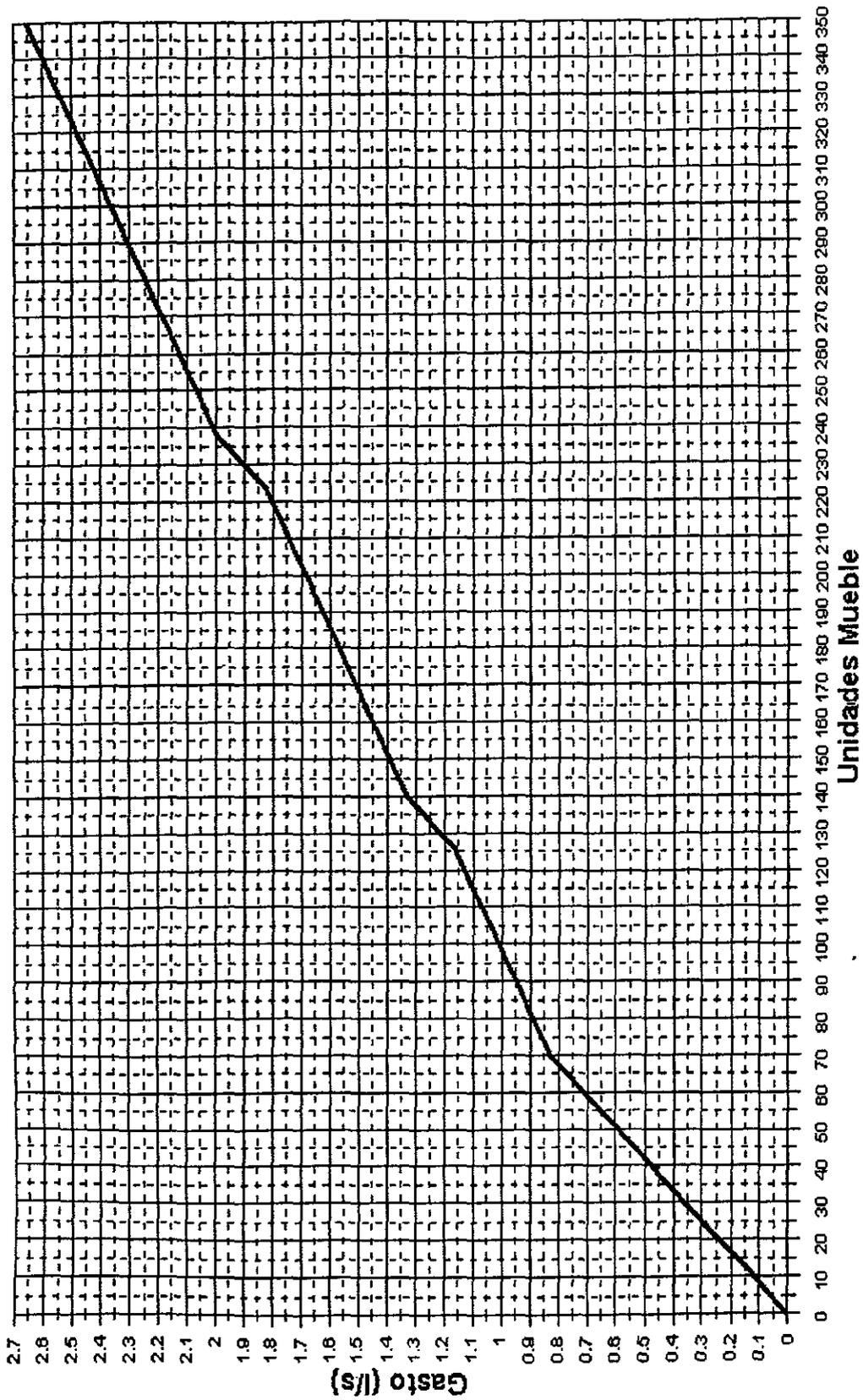


Figura 2.3. Curva de diseño para uso de oficinas.

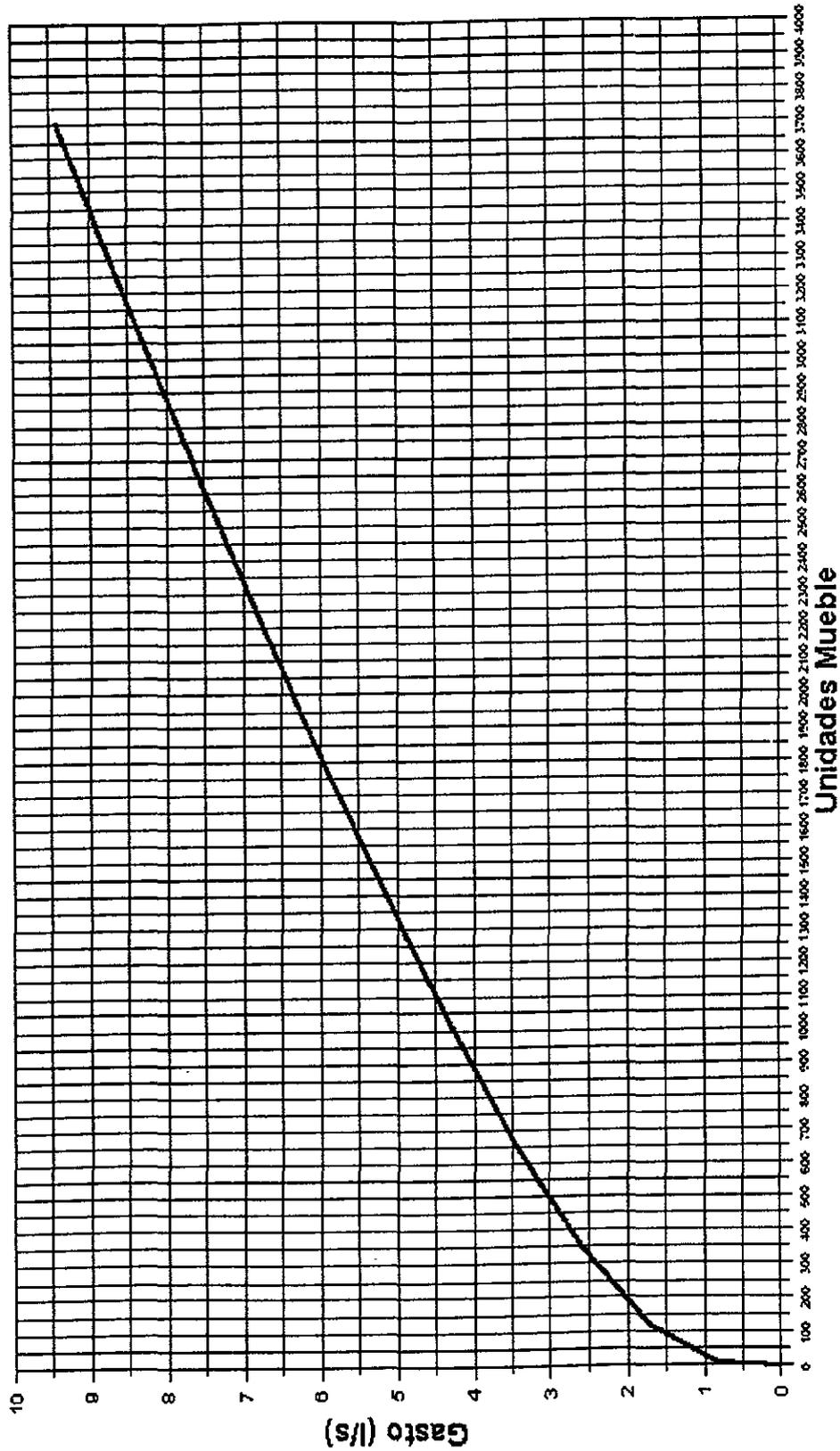


Figura 2.4. Curva de diseño para uso de oficinas

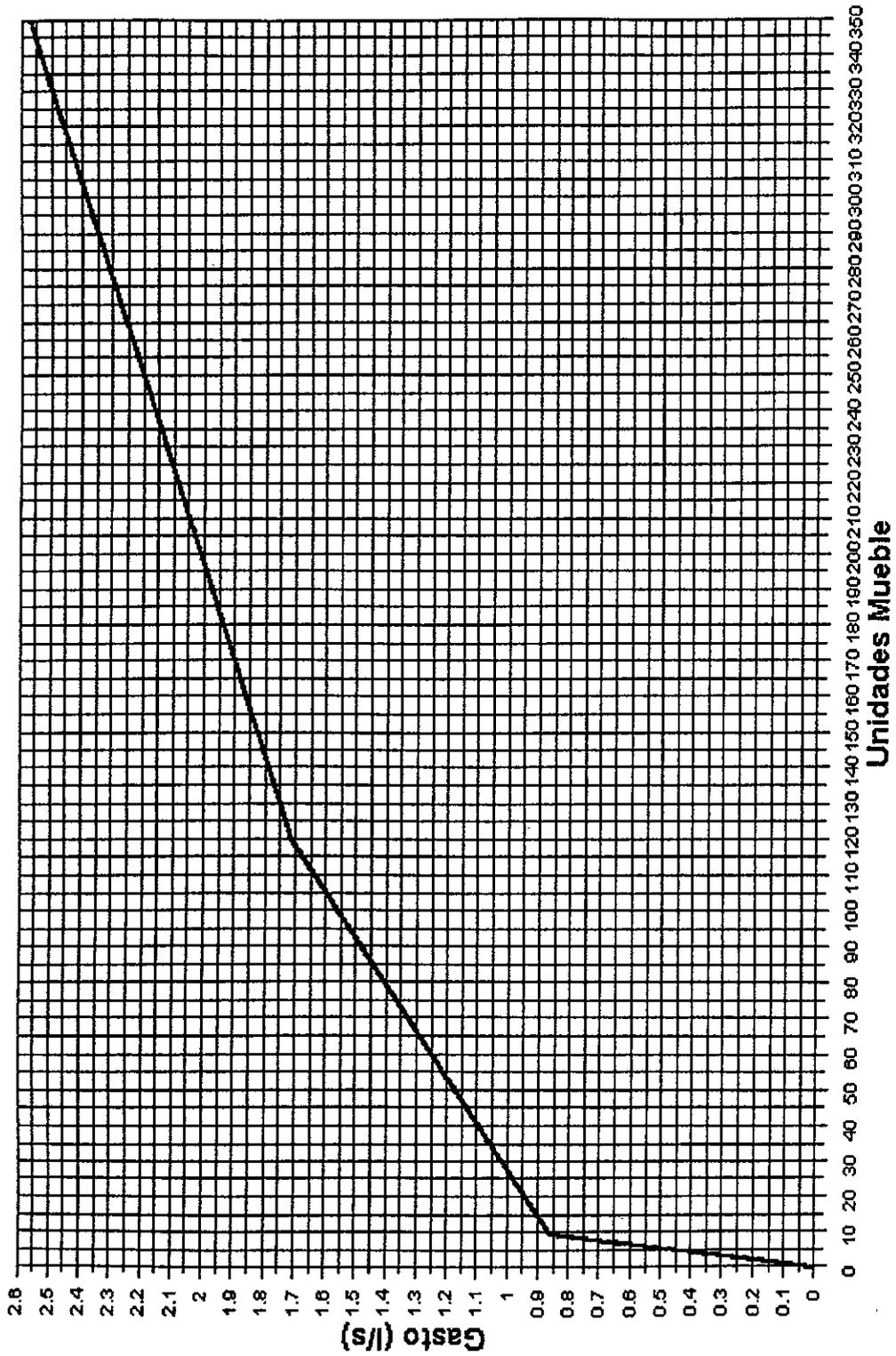


Figura 2.5 Curva de diseño para uso de escuelas de educación básica y media básica

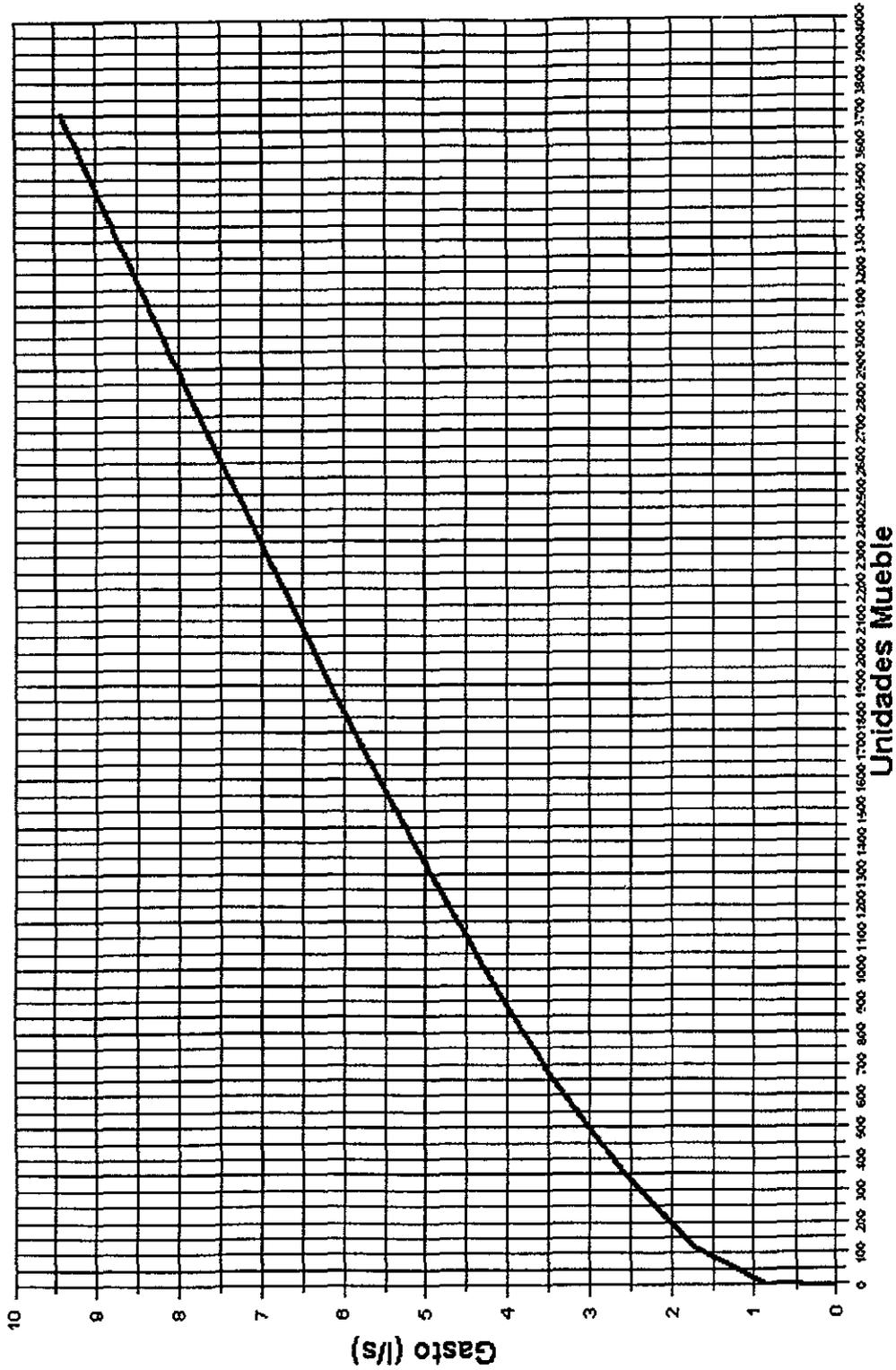


Figura 2.6. Curva de diseño para uso de escuelas de educación básica y media básica.

**Cuadro 2.19 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	84	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

**2.7.4. Derivación de los factores de carga para muebles sanitarios en edificios para educación media superior y superior.**

El Cuadro 2.20, 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 2.7 y 2.8) para instalaciones destinadas al uso de educación media superior y superior a partir de  $fn=0$ .

**Cuadro 2.20 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

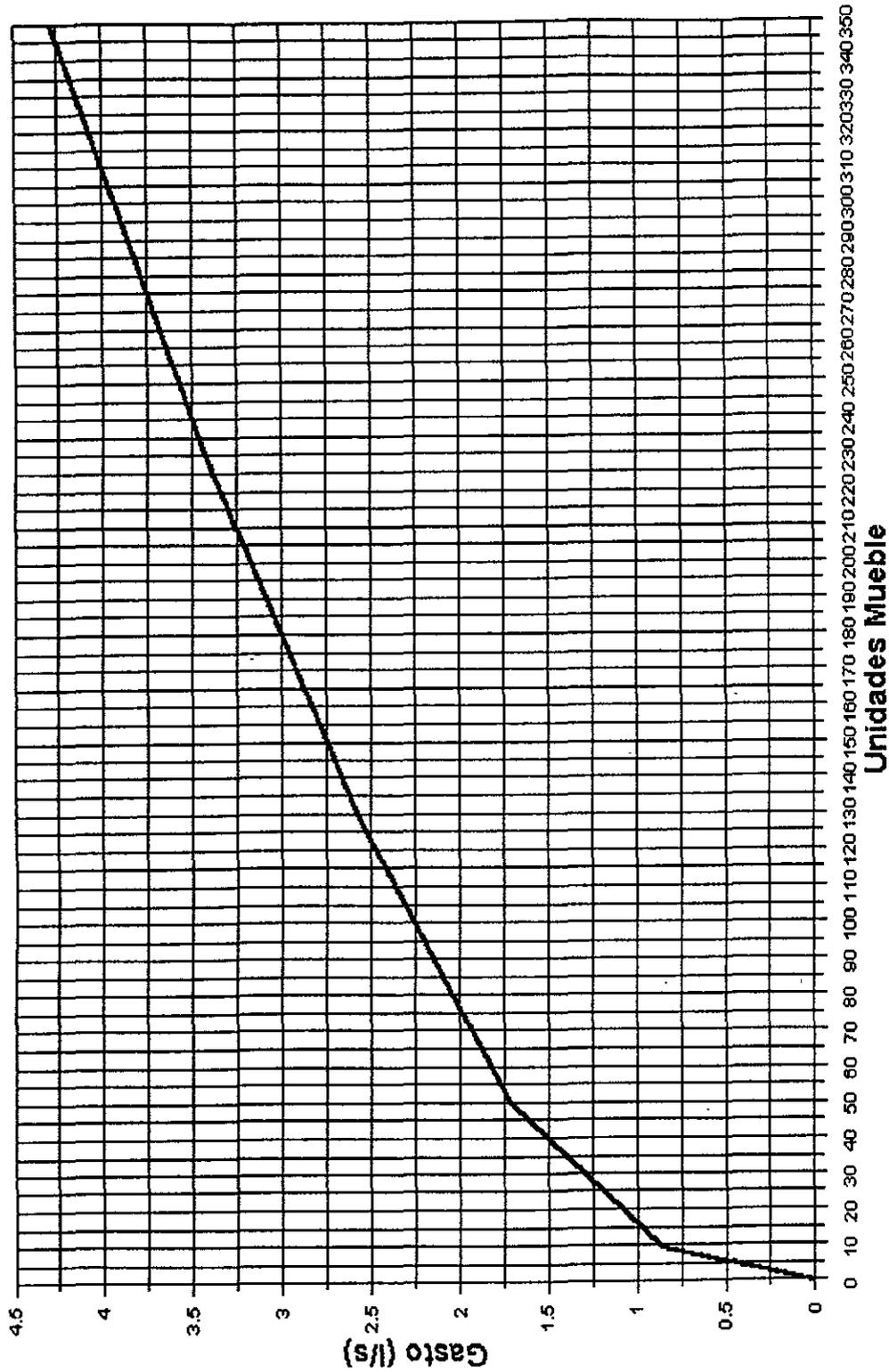


Figura 2.7. Curva de diseño para escuelas de educación media superior y superior.

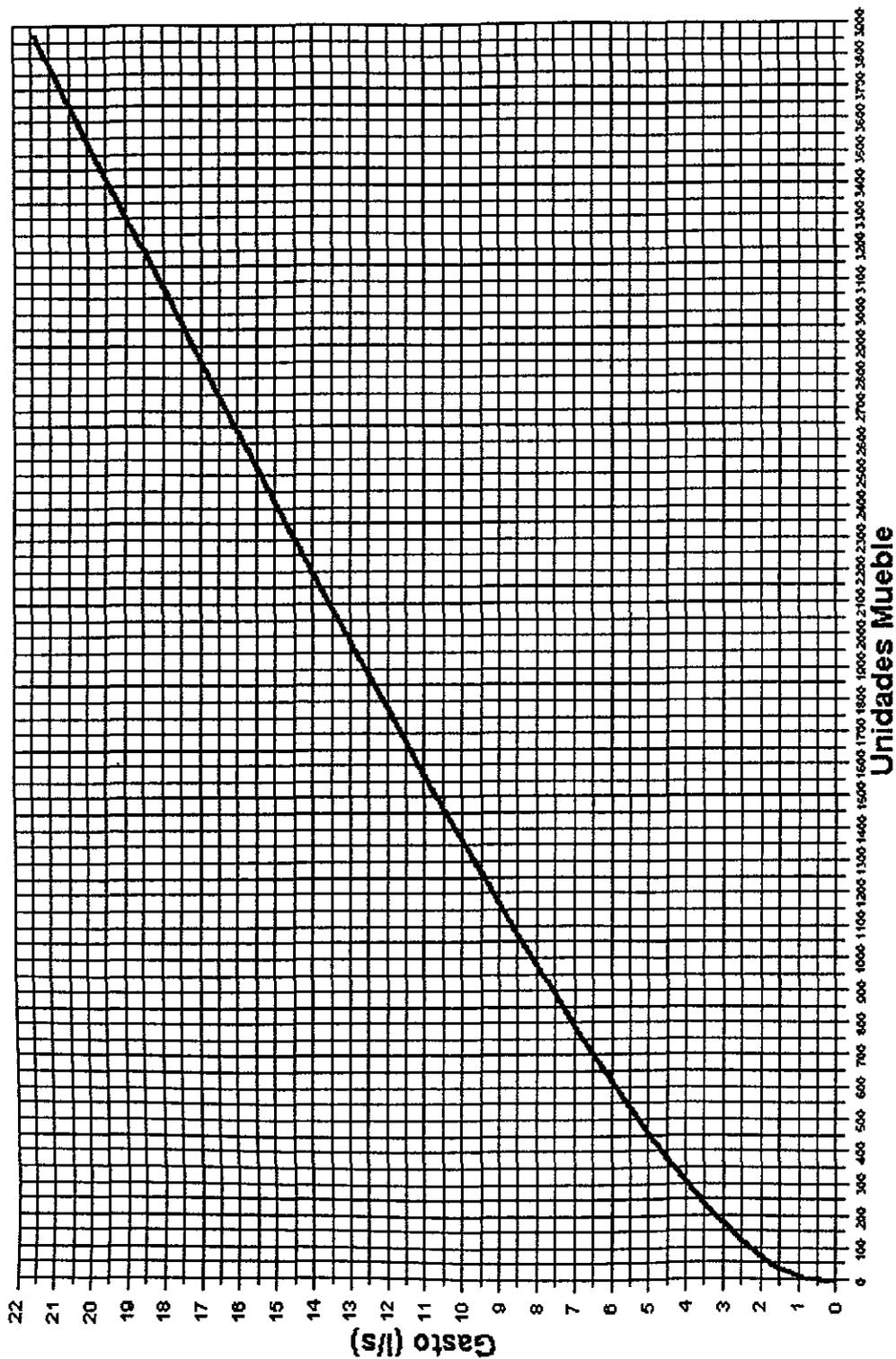


Figura 2.8. Curva de diseño para escuelas de educación media superior y superior

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

El Cuadro 2.21, 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 2.9 y 2.10).

**Cuadro 2.21. 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

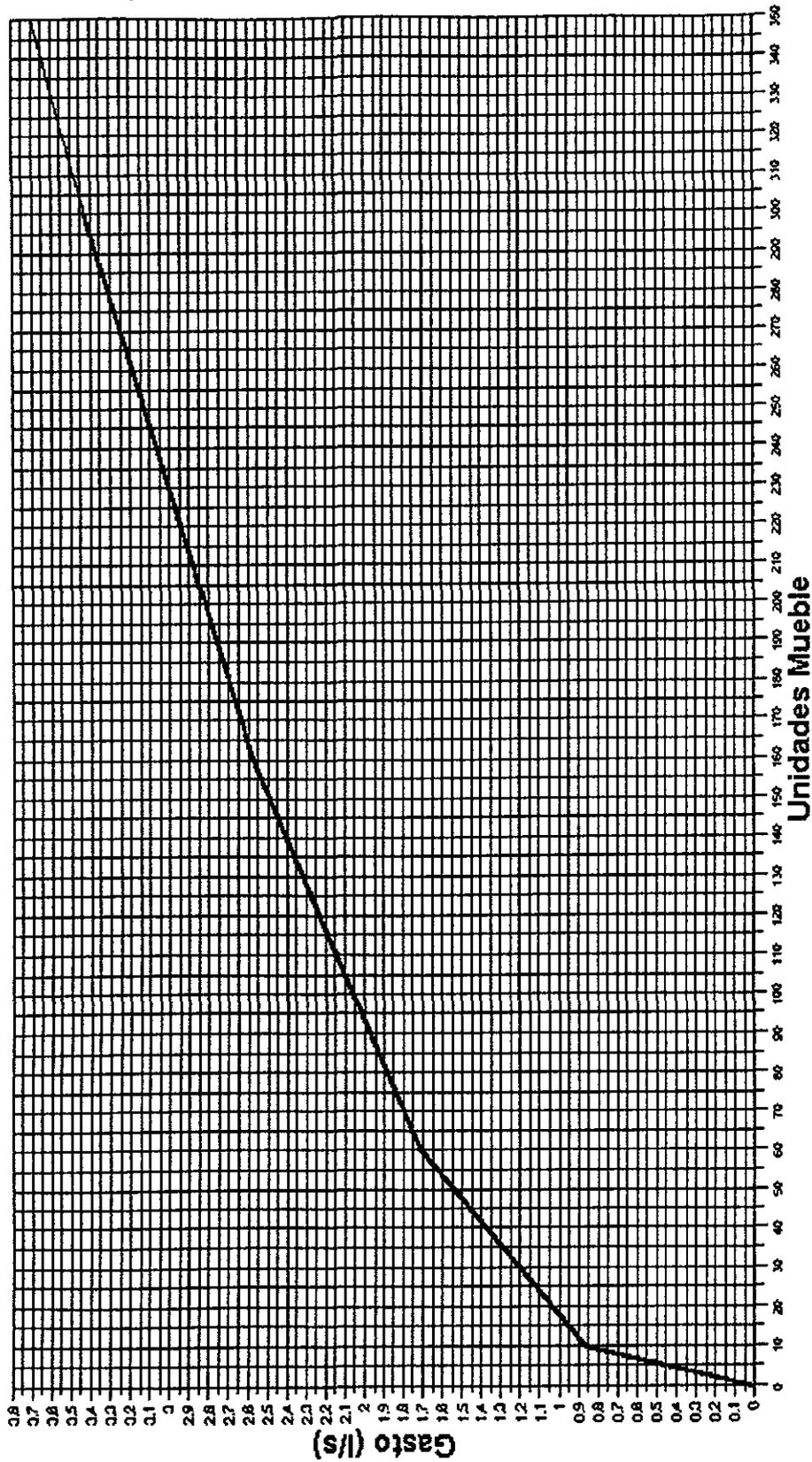


Figura 2.9. Curva de diseño para restaurantes y similares.

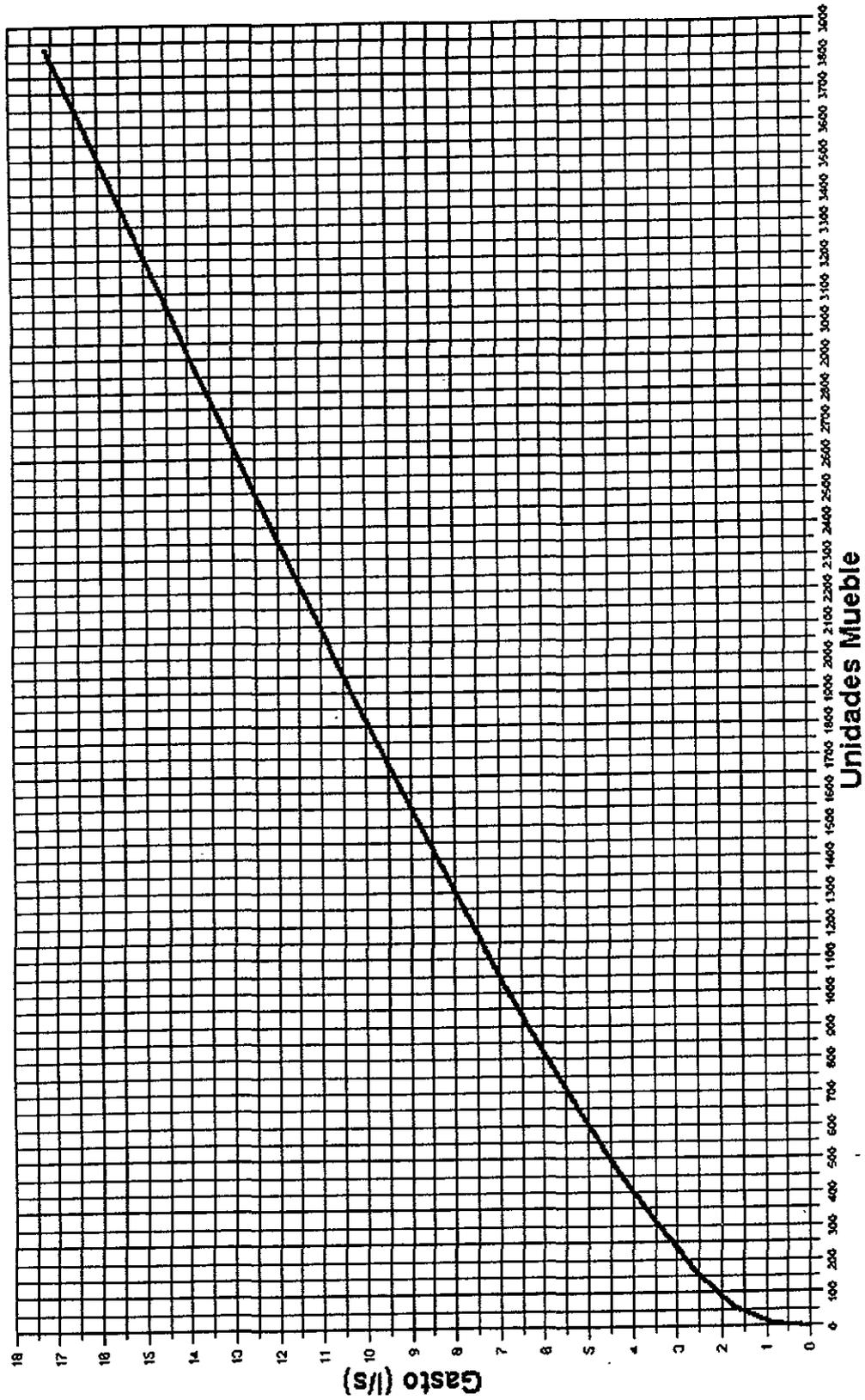


Figura 2.10. Curva de diseño para restaurantes y similares.

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

El Cuadro 2.22, 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 2.22. 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 2.11 y 2.12.

**Cuadro 2.22 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>1</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

<sup>1</sup> 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.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

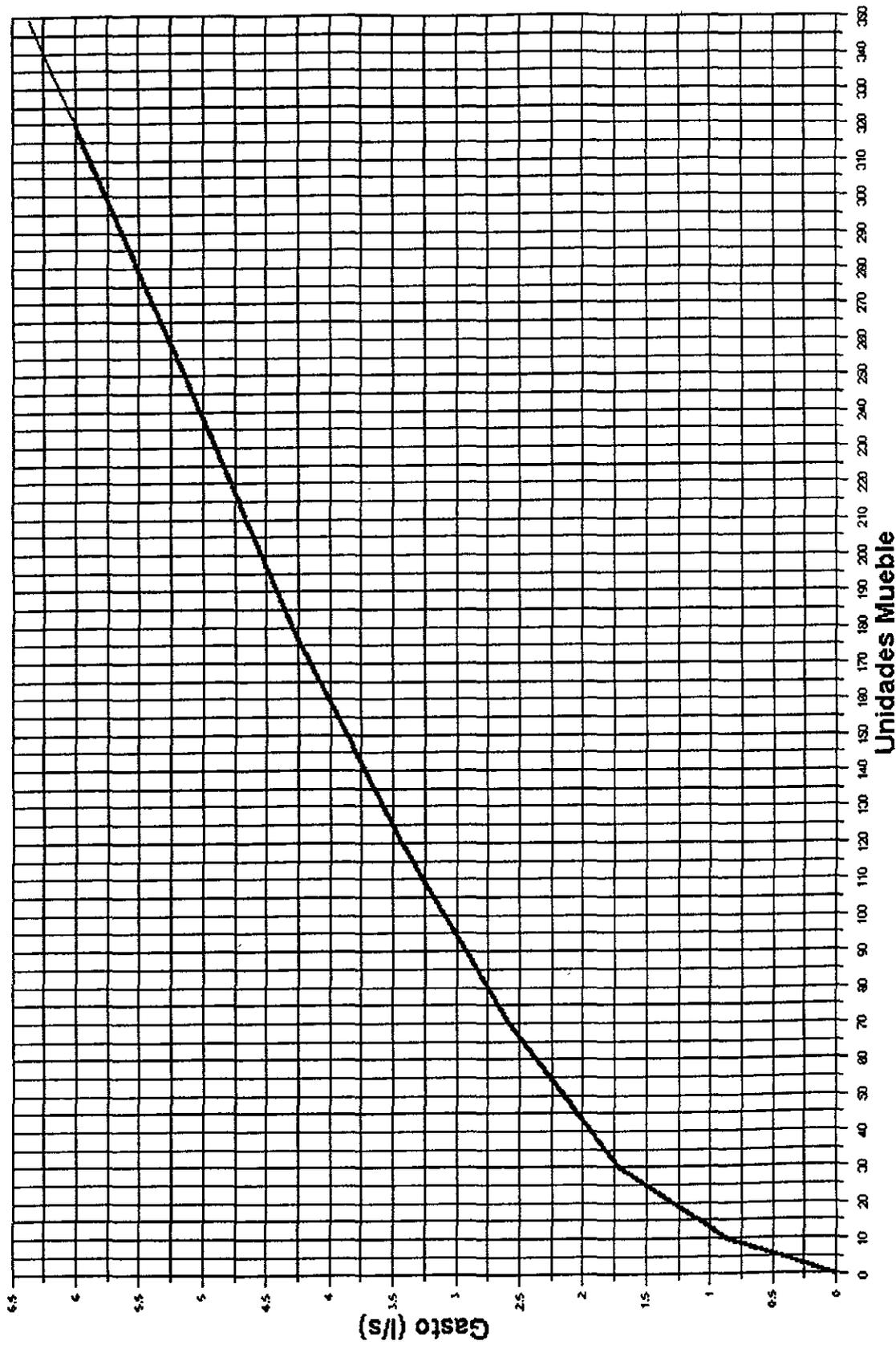


Figura 2.11. Curva de diseño para salas de concierto, cines, teatros y similares.

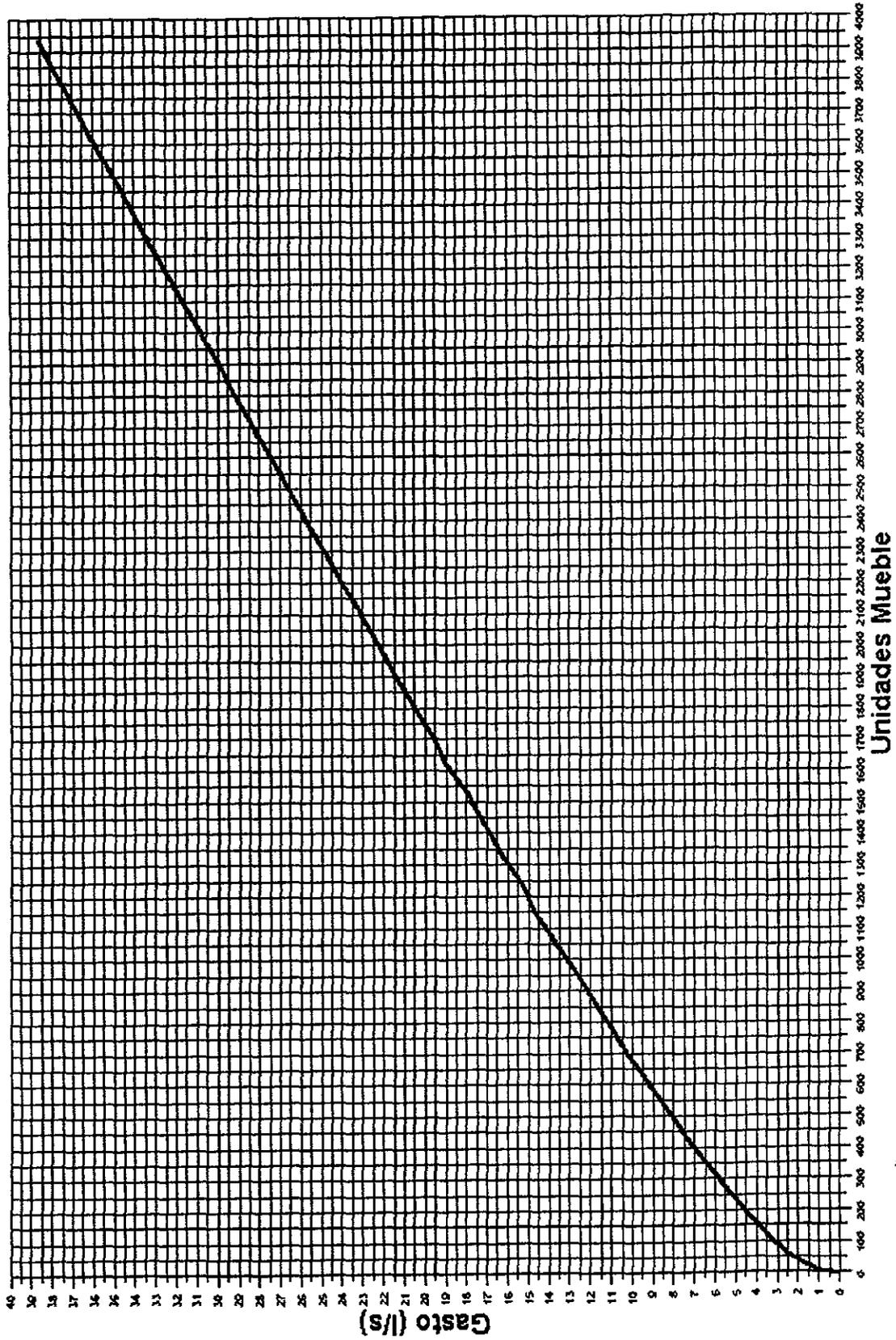


Figura 2.12. Curva de diseño para salas de concierto, cines, teatros y similares.

El Cuadro 2.23 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 2.23 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

## 2.8. 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.

## CAPITULO 3 COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL METODO DE HUNTER ORIGINAL Y MODIFICADO.

### 3.1. Planteamiento del problema.

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.

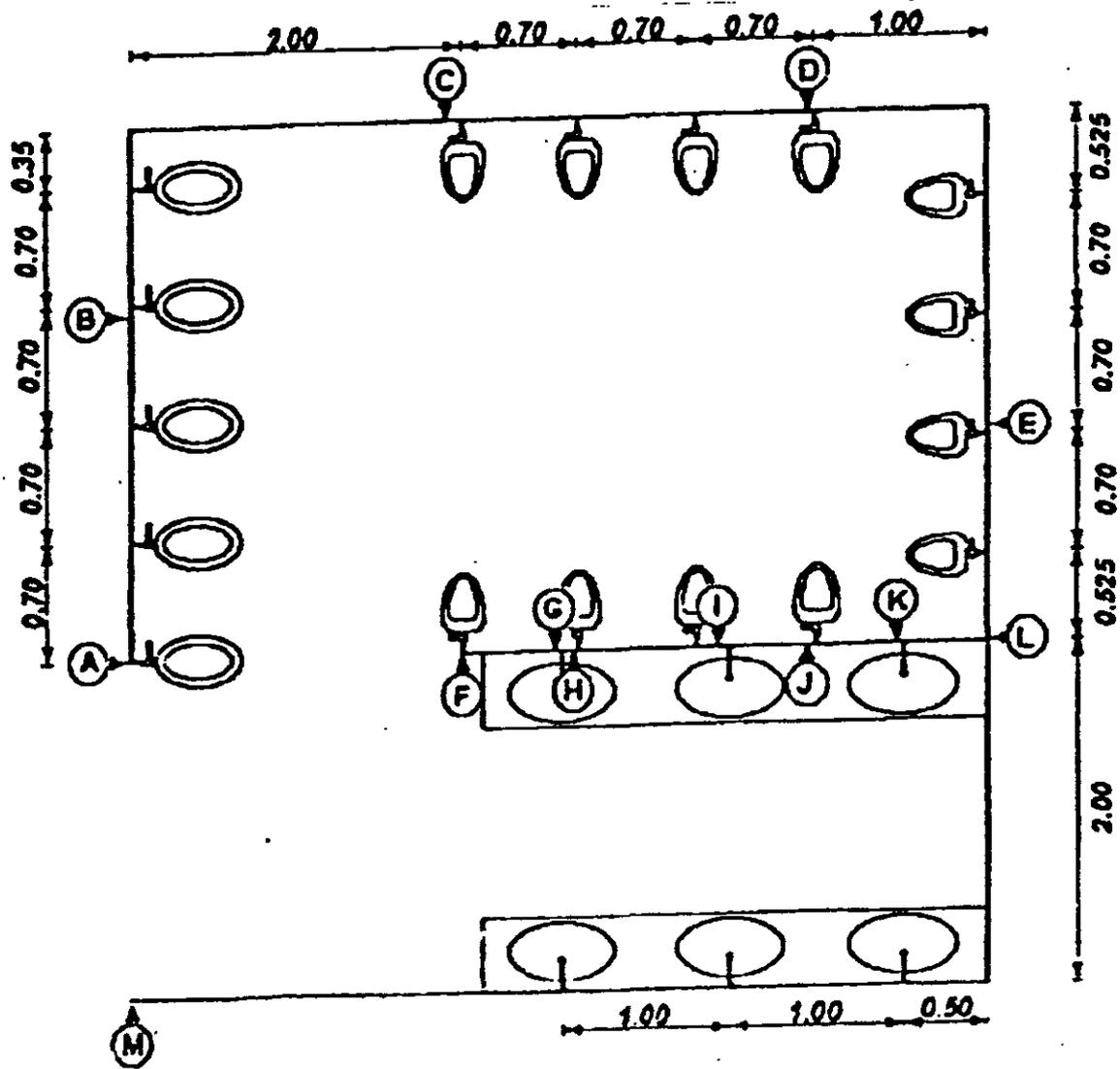


Figura 3.1. Planta arquitectónica tipo de los recintos de sanitarios para varones de un edificio.

3.2. Solución por el método modificado.

Las tablas de cálculo para cada caso se presentan en los Cuadros 3.1 a 3.5.

Cuadro 3.1. Tabla de cálculo para el diseño de la instalación hidráulica de la Figura 3.1 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 Urinario de fluxómetro	5 3	10 5	65	1.75	47.20	51
D - E	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 6	10 5	80	1.88	48.93	51
E - L	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 8	10 5	90	1.975	50.15	64
F - G	Urinario de fluxómetro	1	5	5	0.475	24.60	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	0.975	35.23	38
I - J	Urinario de fluxómetro Lavabo	3 2	5 1.5	18	1.0	35.68	38
J - K	Urinario de fluxómetro Lavabo	4 2	5 1.5	23	1.1	37.42	38
K - L	Urinario de fluxómetro Lavabo	4 3	5 1.5	24.5	1.11	37.60	38
L - M	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	5 12 6	10 5 1.5	119	2.225	53.23	64
COLUMNAS							
M - N	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	5 12 6	10 5 1.5	119	2.225	53.23	64
N - O	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	10 24 12	10 5 1.5	238	3.05	62.32	64

Cuadro 3.2. Tabla de cálculo para el diseño de la instalación hidráulica de la Figura 3.1 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

COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS  
CON EL METODO ORIGINAL Y MODIFICADO.

Cuadro 3.3. Tabla de cálculo para el diseño de la instalación hidráulica de la Figura 3.1 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 3.4. Tabla de cálculo para el diseño de la instalación hidráulica de la Figura 3.1 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
<b>COLUMNAS</b>							
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 3.5 Tabla de cálculo para el diseño de la instalación hidráulica de la Figura 3.1 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	5	10	65	0.775	31.41	32
	Urinario de fluxómetro	3	5				
D - E	Inodoro de fluxómetro	5	10	80	0.9	33.85	38
	Urinario de fluxómetro	6	5				
E - L	Inodoro de fluxómetro	5	10	90	0.95	34.78	38
	Urinario de fluxómetro	8	5				
F - G	Urinario de fluxómetro	1	5	5	0.06	8.74	12.7
G - H	Urinario de fluxómetro	1	5	6	0.061	8.81	12.7
	Lavabo	1	1				
H - I	Urinario de fluxómetro	3	5	16	0.195	15.76	19
	lavabo	1	1				
I - J	Urinario de fluxómetro	3	5	17	0.2	15.96	19
	Lavabo	2	1				
J - K	Urinario de fluxómetro	4	5	22	0.27	16.54	19
	Lavabo	2	1				
K - L	Urinario de fluxómetro	4	5	23	0.275	15.71	19
	Lavabo	3	1				
L - M	Inodoro de fluxómetro	5	10	116	1.105	37.51	38
	Urinario de fluxómetro	12	5				
	Lavabo	6	1				
COLUMNAS							
M - N	Inodoro de fluxómetro	5	10	116	1.105	37.51	38
	Urinario de fluxómetro	12	5				
	Lavabo	6	1				
N - O	Inodoro de fluxómetro	10	10	232	1.91	49.31	51
	Urinario de fluxómetro	24	5				
	Lavabo	12	1				

### 3.3. Solución por el método original.

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 C del presente estudio-son usadas profusamente en México e incluyen ligeras modificaciones a las curvas de diseño originales de Hunter,

<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.

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.

Las tablas de cálculo respectivas se incluyen en los Cuadros 3.6 y 3.7 y no toman en cuenta el uso a que se destinan los edificios.

Cuadro 3.6. Tabla de cálculo para el diseño de la instalación hidráulica de la Figura 3.1 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	5	8	52	3.28	64.62	76
	Urinario de fluxómetro	3	4				
D - E	Inodoro de fluxómetro	5	8	64	3.54	67.14	76
	Urinario de fluxómetro	6	4				
E - L	Inodoro de fluxómetro	5	8	72	3.675	68.40	76
	Urinario de fluxómetro	8	4				
F - G	Urinario de fluxómetro	1	4	4	-1.32	41	51
G - H	Urinario de fluxómetro	1	4	6	1.45	42.97	51
	Lavabo	1	2				
H - I	Urinario de fluxómetro	3	4	14	1.95	49.83	51
	Lavabo	1	2				
I - J	Urinario de fluxómetro	3	4	16	2.08	54.46	64
	Lavabo	2	2				
J - K	Urinario de fluxómetro	4	4	20	2.21	53.04	64
	Lavabo	2	2				
K - L	Urinario de fluxómetro	4	4	22	2.30	54.12	64
	Lavabo	3	2				
L - M	Inodoro de fluxómetro	5	8	100	4.25	73.56	76
	Urinario de fluxómetro	12	4				
	Lavabo	6	2				
COLUMNAS							
M - N	Inodoro de fluxómetro	5	8	100	4.25	73.56	76
	Urinario de fluxómetro	12	4				
	Lavabo	6	2				
N - O	Inodoro de fluxómetro	10	8	200	5.74	85.49	76
	Urinario de fluxómetro	24	4				
	Lavabo	12	2				

COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS  
CON EL METODO ORIGINAL Y MODIFICADO.

Cuadro 3.7. Tabla de cálculo para el diseño de la instalación hidráulica de la Figura 3.1 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 Urinario de fluxómetro	5 3	5 3	34	2.73	58.96	64
D - E	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 6	5 3	43	3.00	61.80	64
E - L	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro	5 8	5 3	49	3.18	63.63	64
F - G	Urinario de fluxómetro	1	3	3	0.78	31.51	32
G - H	Urinario de fluxómetro Lavabo	1 1	3 1	4	1.04	36.39	38
H - I	Urinario de fluxómetro Lavabo	3 1	3 1	10	1.70	46.52	51
I - J	Urinario de fluxómetro Lavabo	3 2	3 1	11	1.76	47.34	51
J - K	Urinario de fluxómetro Lavabo	4 2	3 1	14	1.93	49.57	51
K - L	Urinario de fluxómetro Lavabo	4 3	3 1	15	1.98	50.21	51
L - M	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	5 12 6	5 3 1	67	3.58	67.51	76
COLUMNAS.							
M - N	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	5 12 6	5 3 1	67	3.58	67.51	76
N - O	Inodoro de fluxómetro Urinario de fluxómetro Lavabo	10 24 12	5 3 1	134	4.71	67.51	76

### 3.4. Análisis de resultados.

El Cuadro 3.8 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 3.9 a 3.16. La tabla comparativa de los presupuestos por cada tipo de uso se incluye en el Cuadro 3.17.

Cuadro 3.8. 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 3.1 a 3.5.

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.

COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS  
CON EL METODO ORIGINAL Y MODIFICADO.

Cuadro 3.9. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Figura 3.1 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>

APLICACION DE LA TEORIA DE LA PROBABILIDAD A LA DETERMINACION DE GASTOS  
PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS.

Cuadro 3.10. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Figura 3.1 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>\$ 2710.675</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>\$4067.68</b>

COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS  
CON EL METODO ORIGINAL Y MODIFICADO.

Cuadro 3.11. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Figura 3.1 suponiendo que servirá a una sala de concierto.

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE TUBERIA					
TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (pulg)	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 3.12. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Figura 3.1 suponiendo que servirá a un edificio de educación básica.

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE TUBERIA					
TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (pulg)	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>

COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS  
CON EL METODO ORIGINAL Y MODIFICADO.

Cuadro 3.13. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Figura 3.1 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>

APLICACION DE LA TEORÍA DE LA PROBABILIDAD A LA DETERMINACION DE GASTOS  
PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS.

Cuadro 3.14. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Figura 3.1, diseñada de acuerdo con las Normas de Proyecto de Ingeniería del IMSS.

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE TUBERIA				
TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (p/g)	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>\$ 3659.20</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>

COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS  
CON EL METODO ORIGINAL Y MODIFICADO.

Cuadro 3.15. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Fig.3.1, 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	
			SUBTOTAL	\$ 3669.20	
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	\$ 175.00
D - E	j, l, m: Tee de Cu	3	3	\$ 58.50	\$ 175.00
	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	\$ 175.00
	x: codo de Cu	1	3	\$ 98.00	\$ 98.00
				SUBTOTAL	\$ 1635.5
<b>TOTAL</b>					<b>\$5194.70</b>

**Cuadro 3.16. Cuadro comparativo de los presupuestos calculados para la construcción de la instalación de la Figura 3.1 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	PRESUPUESTO	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.**

**3.5 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 3.1 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 3.17 se presenta el presupuesto correspondiente a la instalación de agua fría de un edificio en condominio, esquematizado en la Figura 3.2, diseñada con base en la curva propuesta para uso habitacional. En el Cuadro 3.18 se muestra el presupuesto de acuerdo con el diseño basado en las tablas del IMSS.

Cuadro 3.17. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Fig. 3.2, 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 3.18. Presupuesto para la construcción de la instalación de la Fig. 3.2, diseñada de acuerdo con las tablas del IMSS.

PRESUPUESTO POR CONCEPTO DE TUBERIA				
TRAMO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (pulg)	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>

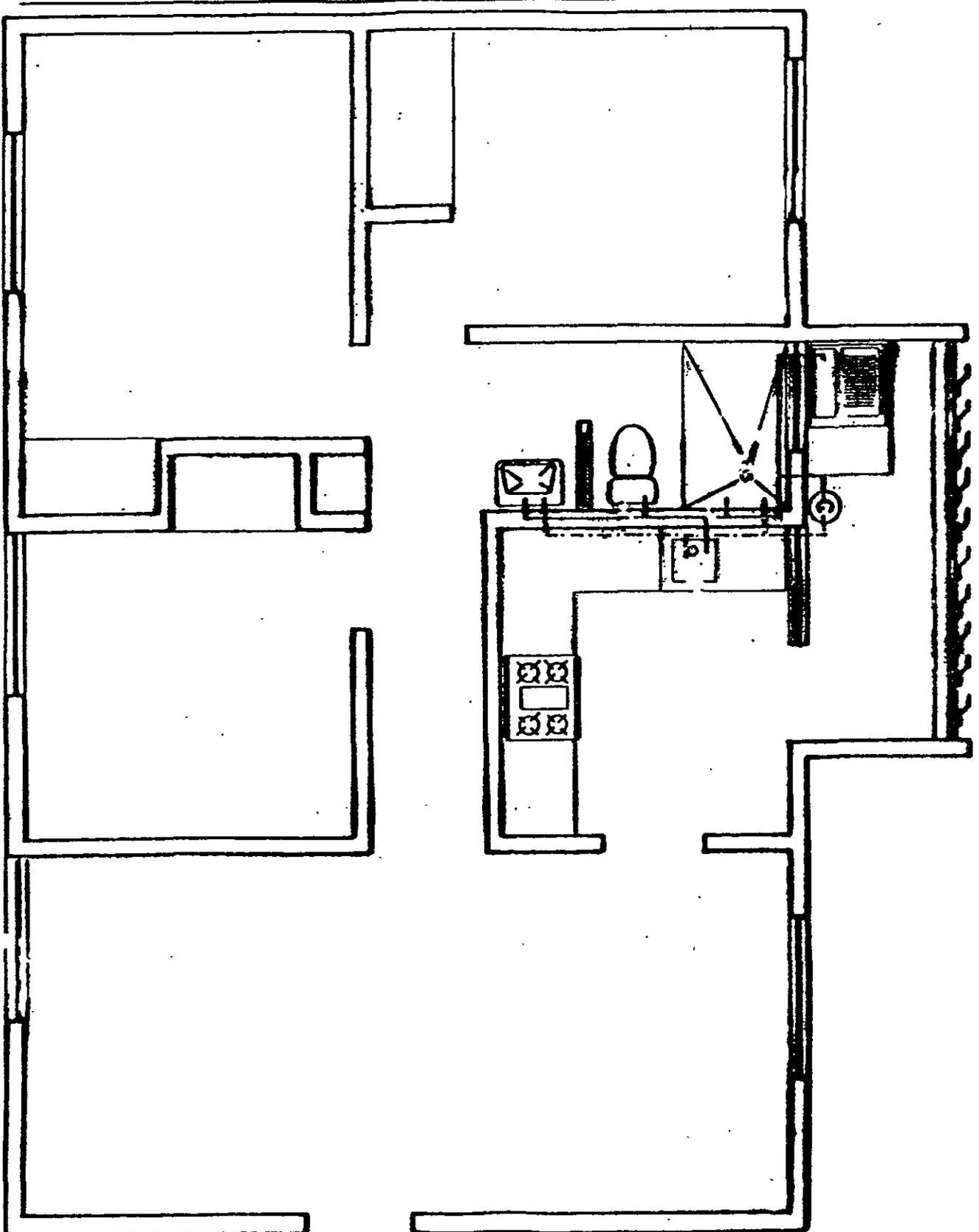


Figura 3.2. Planta tipo y corte de un edificio para uso habitacional.

## CONCLUSIONES

1. Existen muchos criterios de diseño del sistema hidráulico en edificios, de todos el más utilizado en México se basa en la aplicación de la teoría de la probabilidad a la determinación de gastos de diseño en instalaciones hidráulicas para edificios hecha en 1924 por el Dr. Roy B. Hunter. En la práctica actual el criterio se conoce como "método de unidad mueble".
2. El modelo de Hunter se basa en el gasto de consumo de agua ( $q$ ), en el tiempo de duración del uso del mueble o aparato sanitario ( $t$ ), y en el tiempo promedio entre usos sucesivos ( $i$ ), dichos valores se basaron en estudios hechos en edificios de departamentos y hoteles, con las características de la época (1924).
3. Los parámetros mencionados en el párrafo anterior, son importantes para la determinación de la "unidad mueble" mencionada anteriormente, al sumar estos valores el total brinda una base para determinar el gasto que puede esperarse en una tubería.
4. La "unidad mueble" no es un gasto que demanda el aparato o mueble sanitario, sino un factor numérico que, sobre una escala arbitraria, mide el efecto de demanda producido por el mueble de la instalación hidráulica.
5. En el método de Hunter o "método de unidad mueble" utilizado en el diseño de instalaciones que se muestran en la Normas Técnicas Complementarias y en las Normas de Proyecto de Ingeniería del IMSS, se observa que los cálculos que producen los gastos son menores que los que se obtienen al emplear el método original, pero no se dan a conocer los criterios que han dado lugar a las modificaciones.
6. El "método de unidad mueble" es ampliamente utilizado en México 74 años después de su primera exposición, sin una actualización basada en la investigación, y sin considerar que 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 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. De acuerdo con investigaciones efectuadas por James S. Braxton en 1966, se sabe que el método de Hunter proporciona valores excesivos de la demanda esto se entiende debido 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 brindaran un servicio satisfactorio.

8. De acuerdo con el monitoreo efectuado como parte del presente estudio en edificios de distintos tipos de uso, los valores de la frecuencia de uso (i) propuestos y la duración del periodo de punta (h), son los siguientes:

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

9. Como se observa en el siguiente cuadro, de acuerdo con los resultados del monitoreo efectuado como parte del presente estudio, se concluye que los valores propuestos para los tres muebles estudiados por Hunter son:

- Menores a los observados para todos los muebles, en el caso de la frecuencia de uso (i);
- 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).
- Mayores a los observados para todos los muebles, en el caso de los gastos (q).

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

10. De acuerdo con los resultados del monitoreo efectuado, los valores de  $t$ ,  $i$  y  $q$  propuestos en el presente estudio para inodoros en edificios de uso distinto del habitacional son los siguientes:

MUEBLE SANITARIO	TIPO DE USO	FRECUENCIA DE USO ( $t$ ) (minutos)	DURACION DEL USO ( $t$ ) (segundos)	GASTO ( $q$ ) ( $Vs$ )
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

11. Establecer cuidadosamente los factores de tiempo  $i$  y  $t$  es de suma importancia para el modelo en virtud de que:

- Cuanto más grande es la duración de la descarga  $t$ , mayor es la probabilidad de descargas sobrepuestas.*
- Cuanto más corto sea el tiempo entre descargas  $i$ , más grande será la probabilidad de coincidencia o sobreposición.*
- A mayor extensión del periodo de punta, mayor será la probabilidad de coincidencia o sobreposición.*

12. 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 se muestran en el siguiente cuadro. 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.

**APLICACION DE LA TEORIA DE LA PROBABILIDAD A LA DETERMINACIÓN DE GASTOS PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICIOS.**

TIPO DE USO	UNIDADES MUEBLE					
	REGADERA	INODORO CON FLUX.	URINARIO	INODORO CON TANQUE	LAVABO	GRAFICAS DE DISEÑO
Habitacional	14	8		3	1	2.1 y 2.2
Oficinas		10	5	3	1	2.3 y 2.4
Educación básica y media básica		10	5	3	1	2.5 y 2.6
Educación media superior y superior		10	5	3	1.5	2.7 y 2.8
Restaurantes y similares		10	5	3	1.5	2.9 y 2.10
Salas de concierto, cines, teatros y similares		10	5		1.5	2.11 y 2.12

13. 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.

---

## BIBLIOGRAFIA

### 1. Libros

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.

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.

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. Hpboken, 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 DGCOH. 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 normas oficiales mexicanas

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.

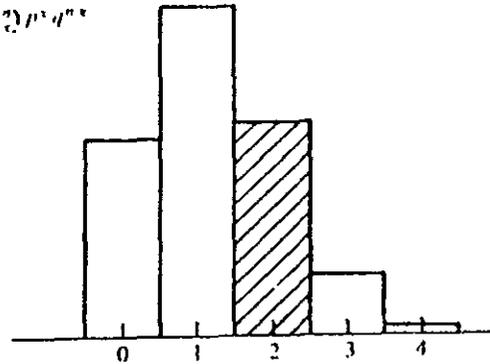
Normas de Proyecto de Ingeniería, Tomo II. Instalaciones hidráulica, sanitaria y gases medicinales. IMSS.

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.

## ANEXO A DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD BINOMIAL Y DE POISSON

$$P(x, n, p) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$$

Distribución de probabilidad binomial<sup>1</sup>



$n = 1$   $P(x = 2 | n = 4, p = 0.3) = 0.2646$

$x \backslash p$	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0	.9900	.9800	.9700	.9600	.9500	.9400	.9300	.9200	.9100	.9000
1	.0100	.0200	.0300	.0400	.0500	.0600	.0700	.0800	.0900	1.0000

$x \backslash p$	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0	.8900	.8800	.8700	.8600	.8500	.8400	.8300	.8200	.8100	.8000
1	.1100	.1200	.1300	.1400	.1500	.1600	.1700	.1800	.1900	.2000

$x \backslash p$	.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0	.7900	.7800	.7700	.7600	.7500	.7400	.7300	.7200	.7100	.7000
1	.2100	.2200	.2300	.2400	.2500	.2600	.2700	.2800	.2900	.3000

$x \backslash p$	.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0	.6900	.6800	.6700	.6600	.6500	.6400	.6300	.6200	.6100	.6000
1	.3100	.3200	.3300	.3400	.3500	.3600	.3700	.3800	.3900	.4000

$x \backslash p$	.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0	.5900	.5800	.5700	.5600	.5500	.5400	.5300	.5200	.5100	.5000
1	.4100	.4200	.4300	.4400	.4500	.4600	.4700	.4800	.4900	.5000

$n = 2$

$x \backslash p$	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0	.9801	.9604	.9409	.9216	.9025	.8836	.8649	.8464	.8281	.8100
1	.0198	.0392	.0582	.0768	.0950	.1128	.1302	.1472	.1638	.1800
2	.0001	.0004	.0009	.0016	.0025	.0036	.0049	.0064	.0081	.0100

$x \backslash p$	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0	.7921	.7744	.7569	.7396	.7225	.7056	.6889	.6724	.6561	.6400
1	.1958	.2112	.2262	.2408	.2550	.2688	.2822	.2952	.3078	.3200
2	.0121	.0144	.0169	.0196	.0225	.0256	.0289	.0324	.0361	.0400

$x \backslash p$	.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0	.6241	.6084	.5929	.5776	.5625	.5476	.5329	.5184	.5041	.4900
1	.3318	.3432	.3542	.3648	.3750	.3848	.3942	.4032	.4118	.4200
2	.0441	.0484	.0529	.0576	.0625	.0676	.0729	.0784	.0841	.0900

$x \backslash p$	.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0	.4761	.4624	.4489	.4356	.4225	.4096	.3969	.3844	.3721	.3600
1	.4278	.4352	.4422	.4488	.4550	.4608	.4662	.4712	.4758	.4800
2	.0961	.1024	.1089	.1156	.1225	.1296	.1369	.1444	.1521	.1600

$x \backslash p$	.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0	.3481	.3364	.3249	.3136	.3025	.2916	.2809	.2704	.2601	.2500
1	.4838	.4872	.4902	.4928	.4950	.4968	.4982	.4992	.4998	.5000
2	.1681	.1764	.1849	.1936	.2025	.2116	.2209	.2304	.2401	.2500

<sup>1</sup> Fuente: Charles T. Clark y Lawrence L. Schkade, Statistical Analysis for Administrative Decisions, segunda edición, Cincinnati, Ohio, South-Western Publishing Co., 1974.

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 3									
$x \backslash p$		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		.9704	.9412	.9127	.8847	.8574	.8306	.8044	.7787	.7536	.7290
1		.0294	.0576	.0847	.1106	.1354	.1590	.1816	.2031	.2236	.2430
2		.0003	.0012	.0026	.0046	.0071	.0102	.0137	.0177	.0221	.0270
3		.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0005	.0007	.0010
		.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0		.7050	.6815	.6585	.6361	.6141	.5927	.5718	.5514	.5314	.5120
1		.2814	.2788	.2952	.3106	.3251	.3387	.3513	.3631	.3740	.3840
2		.0323	.0380	.0441	.0506	.0574	.0645	.0720	.0797	.0877	.0960
3		.0013	.0017	.0022	.0027	.0034	.0041	.0049	.0058	.0069	.0080
		.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0		.4930	.4746	.4565	.4390	.4219	.4052	.3890	.3732	.3579	.3430
1		.3932	.4015	.4091	.4159	.4219	.4271	.4316	.4355	.4386	.4410
2		.1045	.1133	.1223	.1313	.1406	.1501	.1597	.1693	.1791	.1890
3		.0093	.0108	.0122	.0138	.0156	.0176	.0197	.0220	.0244	.0270
		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0		.3285	.3144	.3008	.2875	.2746	.2621	.2500	.2383	.2270	.2160
1		.4428	.4439	.4444	.4443	.4436	.4424	.4406	.4382	.4354	.4320
2		.1989	.2089	.2189	.2289	.2389	.2488	.2587	.2686	.2783	.2880
3		.0298	.0328	.0359	.0393	.0429	.0467	.0507	.0549	.0593	.0640
		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		.2054	.1951	.1852	.1756	.1664	.1575	.1489	.1406	.1327	.1250
1		.4282	.4239	.4191	.4140	.4084	.4024	.3961	.3894	.3823	.3750
2		.2975	.3069	.3162	.3252	.3341	.3428	.3512	.3594	.3674	.3750
3		.0689	.0741	.0795	.0852	.0911	.0973	.1038	.1106	.1176	.1250

		n = 4									
$x \backslash p$		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		.9606	.9224	.8853	.8493	.8145	.7807	.7481	.7164	.6857	.6561
1		.0388	.0753	.1095	.1416	.1715	.1993	.2252	.2492	.2713	.2916
2		.0008	.0023	.0051	.0088	.0135	.0191	.0254	.0325	.0402	.0486
3		.0000	.0000	.0001	.0002	.0005	.0008	.0013	.0019	.0027	.0036
4		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
		.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0		.6274	.5997	.5729	.5470	.5220	.4979	.4746	.4521	.4305	.4096
1		.3102	.3271	.3424	.3562	.3685	.3793	.3888	.3970	.4039	.4096
2		.0575	.0669	.0767	.0870	.0975	.1084	.1195	.1307	.1421	.1536
3		.0047	.0061	.0076	.0094	.0115	.0138	.0163	.0191	.0222	.0256
4		.0001	.0002	.0003	.0004	.0005	.0007	.0008	.0010	.0013	.0016
		.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0		.3895	.3702	.3515	.3336	.3164	.2999	.2840	.2687	.2541	.2401
1		.4142	.4176	.4200	.4214	.4219	.4214	.4201	.4180	.4152	.4116
2		.1651	.1767	.1882	.1996	.2109	.2221	.2331	.2439	.2544	.2646
3		.0293	.0332	.0375	.0420	.0469	.0520	.0575	.0632	.0693	.0756
4		.0019	.0023	.0028	.0033	.0039	.0046	.0053	.0061	.0071	.0081
		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0		.2287	.2138	.2015	.1897	.1785	.1678	.1575	.1478	.1385	.1296
1		.4074	.4025	.3970	.3910	.3845	.3775	.3701	.3623	.3541	.3456
2		.2745	.2841	.2933	.3021	.3105	.3185	.3260	.3330	.3396	.3456
3		.0822	.0891	.0963	.1036	.1115	.1194	.1276	.1361	.1447	.1536
4		.0092	.0105	.0119	.0134	.0150	.0168	.0187	.0209	.0231	.0256
		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		.1212	.1132	.1056	.0983	.0915	.0850	.0789	.0731	.0677	.0625
1		.3368	.3278	.3185	.3091	.2995	.2897	.2799	.2700	.2600	.2500
2		.3511	.3560	.3604	.3643	.3675	.3702	.3723	.3738	.3747	.3750
3		.1627	.1719	.1813	.1908	.2005	.2102	.2201	.2300	.2400	.2500
4		.0283	.0311	.0342	.0375	.0410	.0448	.0488	.0531	.0576	.0625

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 5									
r \ p		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		9510	9039	8587	8154	7738	7339	6957	6591	6240	5905
1		0480	0922	1328	1699	2036	2342	2618	2856	3086	3280
2		0010	0038	0082	0142	0214	0299	0394	0498	0610	0729
3		0000	0001	0003	0006	0011	0019	0030	0043	0060	0081
4		0000	0000	0000	0000	0000	0001	0001	0002	0003	0004
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0		5584	5277	4984	4704	4437	4182	3939	3707	3487	3277
1		3451	3598	3724	3829	3915	3983	4034	4069	4089	4096
2		0853	0991	1113	1247	1382	1517	1652	1786	1919	2048
3		0105	0134	0166	0203	0244	0289	0338	0392	0450	0512
4		0007	0009	0012	0017	0022	0028	0035	0043	0053	0064
5		0000	0000	0000	0001	0001	0001	0001	0002	0002	0003
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0		3077	2887	2707	2536	2373	2219	2073	1935	1804	1681
1		4090	4072	4043	4003	3955	3898	3834	3762	3685	3602
2		2174	2297	2415	2529	2637	2739	2836	2926	3010	3087
3		0578	0648	0721	0798	0879	0962	1049	1138	1229	1323
4		0077	0091	0108	0126	0146	0169	0194	0221	0251	0284
5		0004	0005	0006	0008	0010	0012	0014	0017	0021	0024
		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
0		1564	1454	1350	1252	1160	1074	992	916	845	0778
1		3513	3421	3325	3226	3124	3020	2914	2808	2700	2592
2		3157	3220	3275	3323	3364	3397	3423	3441	3452	3456
3		1418	1515	1613	1712	1811	1911	2010	2109	2207	2304
4		0319	0357	0397	0441	0488	0537	0590	0646	0706	0768
5		0029	0034	0039	0045	0053	0060	0069	0079	0090	0102
		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
0		0715	0556	0502	0551	0503	0459	0418	0380	0345	0312
1		2484	2376	2270	2164	2059	1956	1854	1755	1657	1562
2		3452	3442	3424	3400	3369	3332	3289	3240	3185	3125
3		2309	2492	2583	2671	2757	2838	2916	2990	3060	3125
4		0834	0902	0974	1049	1128	1209	1293	1380	1470	1562
5		0116	0131	0147	0165	0185	0206	0229	0255	0282	0312
		n = 6									
r \ p		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		9115	8858	8330	7824	7351	6899	6470	6064	5679	5314
1		0571	1085	1546	1957	2321	2642	2922	3164	3370	3543
2		0014	0055	0120	0204	0305	0422	0550	0688	0833	0984
3		0000	0002	0005	0011	0021	0036	0055	0080	0110	0146
4		0000	0000	0000	0000	0001	0002	0003	0005	0008	0012
5		0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0001
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0		4970	4644	4336	4046	3771	3513	3269	3040	2824	2621
1		3685	3800	3888	3952	3993	4015	4018	4004	3975	3932
2		1139	1295	1452	1608	1762	1912	2057	2197	2331	2458
3		0188	0236	0289	0349	0415	0486	0562	0643	0729	0819
4		0017	0024	0032	0043	0055	0069	0086	0106	0128	0154
5		0001	0001	0002	0003	0004	0005	0007	0009	0012	0015
6		0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0001
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0		2431	2252	2084	1927	1780	1642	1513	1393	1281	1176
1		3877	3811	3735	3651	3560	3462	3358	3251	3139	3025
2		2577	2687	2789	2882	2966	3041	3105	3160	3206	3241
3		0913	1011	1111	1214	1318	1424	1531	1639	1746	1852
4		0182	0214	0249	0287	0330	0375	0425	0478	0535	0595
5		0019	0024	0030	0036	0044	0053	0063	0074	0087	0102
6		0001	0001	0001	0002	0002	0003	0004	0005	0006	0007

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 6 (continuación)									
r \ p		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0		.1079	.0989	.0905	.0827	.0754	.0687	.0625	.0568	.0515	.0467
1		.2909	.2792	.2673	.2555	.2437	.2319	.2203	.2089	.1976	.1866
2		.3267	.3284	.3292	.3290	.3280	.3261	.3235	.3201	.3159	.3110
3		.1957	.2061	.2162	.2260	.2355	.2446	.2533	.2616	.2693	.2765
4		.0660	.0727	.0799	.0873	.0951	.1032	.1116	.1202	.1291	.1382
5		.0119	.0137	.0157	.0180	.0205	.0232	.0262	.0295	.0330	.0369
6		.0009	.0011	.0013	.0015	.0018	.0022	.0026	.0030	.0035	.0041
r \ p		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		.0422	.0381	.0343	.0308	.0277	.0248	.0222	.0198	.0178	.0158
1		.1759	.1654	.1552	.1454	.1359	.1267	.1179	.1095	.1014	.0938
2		.3055	.2994	.2928	.2856	.2780	.2699	.2615	.2527	.2436	.2344
3		.2831	.2891	.2945	.2992	.3032	.3065	.3091	.3110	.3121	.3125
4		.1475	.1570	.1666	.1763	.1861	.1958	.2056	.2153	.2249	.2344
5		.0410	.0455	.0503	.0554	.0609	.0667	.0729	.0795	.0864	.0938
6		.0048	.0055	.0063	.0073	.0083	.0095	.0108	.0122	.0138	.0156
		n = 7									
r \ p		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		.9321	.8681	.8080	.7514	.6983	.6485	.6017	.5578	.5168	.4783
1		.0659	.1240	.1749	.2192	.2573	.2897	.3170	.3396	.3578	.3720
2		.0020	.0076	.0162	.0274	.0406	.0555	.0716	.0886	.1061	.1240
3		.0000	.0003	.0008	.0019	.0036	.0059	.0090	.0128	.0175	.0230
4		.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0007	.0011	.0017	.0026
5		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002
r \ p		.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0		.4423	.4087	.3773	.3479	.3206	.2951	.2714	.2493	.2288	.2097
1		.3827	.3901	.3946	.3965	.3960	.3935	.3891	.3830	.3756	.3670
2		.1419	.1596	.1769	.1936	.2097	.2248	.2391	.2523	.2643	.2753
3		.0292	.0363	.0441	.0525	.0617	.0714	.0816	.0923	.1033	.1147
4		.0036	.0049	.0066	.0086	.0109	.0136	.0167	.0203	.0242	.0287
5		.0003	.0004	.0006	.0008	.0012	.0016	.0021	.0027	.0034	.0043
6		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	.0004
r \ p		.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0		.1920	.1757	.1605	.1465	.1335	.1215	.1105	.1003	.0910	.0824
1		.3573	.3468	.3356	.3237	.3115	.2989	.2860	.2731	.2600	.2471
2		.2850	.2935	.3007	.3067	.3115	.3150	.3174	.3186	.3186	.3177
3		.1263	.1379	.1497	.1614	.1730	.1845	.1956	.2065	.2169	.2269
4		.0336	.0389	.0447	.0510	.0577	.0648	.0724	.0803	.0886	.0972
5		.0054	.0066	.0080	.0097	.0115	.0137	.0161	.0187	.0217	.0250
6		.0005	.0006	.0008	.0010	.0013	.0016	.0020	.0024	.0030	.0036
7		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002
r \ p		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0		.0745	.0672	.0606	.0546	.0490	.0440	.0394	.0352	.0314	.0280
1		.2342	.2215	.2090	.1967	.1848	.1732	.1619	.1511	.1407	.1306
2		.3156	.3127	.3088	.3040	.2985	.2922	.2853	.2778	.2698	.2613
3		.2363	.2452	.2535	.2610	.2679	.2740	.2793	.2838	.2875	.2903
4		.1062	.1154	.1248	.1345	.1442	.1541	.1640	.1739	.1838	.1935
5		.0286	.0326	.0369	.0416	.0466	.0520	.0578	.0640	.0705	.0774
6		.0043	.0051	.0061	.0071	.0084	.0098	.0113	.0131	.0150	.0172
7		.0003	.0003	.0004	.0005	.0006	.0008	.0009	.0011	.0014	.0018
r \ p		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		.0249	.0221	.0195	.0173	.0152	.0134	.0117	.0103	.0090	.0078
1		.1211	.1119	.1032	.0950	.0872	.0798	.0729	.0664	.0604	.0547
2		.2524	.2431	.2336	.2239	.2140	.2040	.1940	.1840	.1740	.1641
3		.2923	.2934	.2937	.2932	.2918	.2897	.2867	.2830	.2786	.2734
4		.2031	.2125	.2216	.2304	.2388	.2468	.2543	.2612	.2676	.2734
5		.0847	.0923	.1003	.1086	.1172	.1261	.1353	.1447	.1543	.1641
6		.0196	.0223	.0252	.0284	.0320	.0358	.0400	.0445	.0494	.0547
7		.0019	.0023	.0027	.0032	.0037	.0044	.0051	.0059	.0068	.0078

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 8									
r \ p		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		.9227	.8508	.7837	.7214	.6634	.6098	.5596	.5132	.4703	.4305
1		.0746	.1389	.1939	.2405	.2793	.3113	.3370	.3570	.3721	.3826
2		.0026	.0099	.0210	.0351	.0515	.0695	.0888	.1087	.1288	.1488
3		.0001	.0004	.0013	.0029	.0054	.0089	.0134	.0189	.0255	.0331
4		.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0007	.0013	.0021	.0031	.0044
5		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0004
6		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
7		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
8		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
0		.3937	.3596	.3282	.2992	.2725	.2479	.2252	.2044	.1853	.1678
1		.3892	.3923	.3923	.3897	.3847	.3777	.3691	.3590	.3477	.3355
2		.1684	.1872	.2052	.2220	.2376	.2518	.2646	.2758	.2855	.2938
3		.0416	.0511	.0613	.0723	.0839	.0959	.1084	.1211	.1339	.1468
4		.0064	.0097	.0115	.0147	.0185	.0228	.0277	.0332	.0393	.0459
5		.0006	.0009	.0014	.0019	.0026	.0035	.0045	.0058	.0074	.0092
6		.0000	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0005	.0006	.0009	.0011
7		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
8		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
0		.1517	.1370	.1236	.1113	.1001	.0899	.0806	.0722	.0646	.0576
1		.3226	.3092	.2953	.2812	.2670	.2527	.2386	.2247	.2110	.1977
2		.3002	.3052	.3087	.3108	.3115	.3108	.3089	.3058	.3017	.2965
3		.1596	.1722	.1844	.1963	.2078	.2184	.2285	.2379	.2464	.2541
4		.0530	.0607	.0689	.0775	.0865	.0959	.1056	.1156	.1258	.1361
5		.0113	.0137	.0165	.0196	.0231	.0270	.0313	.0360	.0411	.0467
6		.0015	.0019	.0025	.0031	.0038	.0047	.0058	.0070	.0084	.0100
7		.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0005	.0006	.0008	.0010	.0012
8		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
0		.0514	.0457	.0406	.0360	.0319	.0281	.0248	.0218	.0192	.0168
1		.1847	.1721	.1600	.1484	.1373	.1267	.1166	.1071	.0981	.0896
2		.2904	.2835	.2758	.2675	.2587	.2494	.2397	.2297	.2194	.2090
3		.2609	.2668	.2717	.2756	.2786	.2805	.2815	.2815	.2806	.2787
4		.1465	.1569	.1673	.1775	.1875	.1973	.2067	.2157	.2242	.2322
5		.0527	.0591	.0659	.0732	.0808	.0888	.0971	.1058	.1147	.1239
6		.0118	.0139	.0162	.0188	.0217	.0250	.0285	.0324	.0367	.0413
7		.0015	.0019	.0023	.0028	.0033	.0040	.0048	.0057	.0067	.0079
8		.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0004	.0005	.0007
0		.0147	.0128	.0111	.0097	.0084	.0072	.0062	.0053	.0046	.0039
1		.0816	.0742	.0672	.0608	.0548	.0493	.0442	.0395	.0352	.0312
2		.1985	.1880	.1776	.1672	.1569	.1469	.1371	.1275	.1183	.1094
3		.2759	.2723	.2679	.2627	.2568	.2503	.2431	.2355	.2273	.2188
4		.2397	.2465	.2526	.2580	.2627	.2665	.2695	.2717	.2730	.2734
5		.1332	.1428	.1525	.1622	.1719	.1816	.1912	.2006	.2098	.2188
6		.0463	.0517	.0575	.0637	.0703	.0774	.0848	.0926	.1008	.1094
7		.0092	.0107	.0124	.0143	.0164	.0188	.0215	.0244	.0277	.0312
8		.0008	.0010	.0012	.0014	.0017	.0020	.0024	.0028	.0033	.0039
0		.9135	.8337	.7502	.6925	.6302	.5730	.5204	.4722	.4279	.3874
1		.0830	.1531	.2116	.2597	.2985	.3292	.3525	.3695	.3809	.3874
2		.0034	.0125	.0262	.0433	.0629	.0840	.1061	.1285	.1507	.1722
3		.0001	.0006	.0019	.0042	.0077	.0125	.0186	.0261	.0348	.0416
4		.0000	.0000	.0001	.0003	.0006	.0012	.0021	.0034	.0052	.0074
5		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0003	.0005	.0008
6		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 9 (continuación)									
x \ p		.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0		.3504	.3165	.2855	.2573	.2318	.2082	.1869	.1676	.1501	.1342
1		.3897	.3884	.3840	.3770	.3679	.3569	.3446	.3312	.3169	.3020
2		.1927	.2119	.2295	.2455	.2597	.2720	.2823	.2909	.2973	.3020
3		.0556	.0674	.0800	.0933	.1069	.1209	.1349	.1489	.1627	.1762
4		.0103	.0138	.0179	.0228	.0283	.0345	.0415	.0490	.0573	.0661
5		.0013	.0019	.0027	.0037	.0050	.0066	.0085	.0108	.0134	.0165
6		.0001	.0002	.0003	.0004	.0006	.0008	.0012	.0016	.0021	.0028
7		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003
x \ p		.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0		.1199	.1069	.0952	.0846	.0751	.0665	.0589	.0520	.0458	.0404
1		.2867	.2713	.2558	.2404	.2253	.2104	.1960	.1820	.1685	.1556
2		.3049	.3061	.3056	.3027	.3003	.2957	.2899	.2831	.2754	.2668
3		.1891	.2014	.2130	.2238	.2336	.2424	.2502	.2569	.2624	.2668
4		.0754	.0852	.0954	.1060	.1168	.1276	.1388	.1499	.1608	.1715
5		.0200	.0240	.0285	.0335	.0389	.0449	.0513	.0583	.0657	.0735
6		.0036	.0045	.0057	.0070	.0087	.0105	.0127	.0151	.0179	.0210
7		.0004	.0005	.0007	.0010	.0012	.0016	.0020	.0025	.0031	.0039
8		.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004
x \ p		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0		.0355	.0311	.0272	.0238	.0207	.0180	.0156	.0135	.0117	.0101
1		.1433	.1317	.1206	.1102	.1004	.0912	.0826	.0747	.0673	.0605
2		.2576	.2478	.2370	.2270	.2162	.2052	.1941	.1831	.1721	.1612
3		.2701	.2721	.2731	.2729	.2716	.2693	.2660	.2618	.2567	.2508
4		.1820	.1921	.2017	.2109	.2194	.2272	.2344	.2407	.2462	.2508
5		.0818	.0904	.0994	.1086	.1181	.1278	.1376	.1475	.1574	.1672
6		.0245	.0284	.0328	.0373	.0424	.0479	.0539	.0603	.0671	.0743
7		.0047	.0057	.0069	.0082	.0098	.0116	.0136	.0158	.0184	.0212
8		.0005	.0007	.0008	.0011	.0013	.0016	.0020	.0024	.0029	.0035
9		.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003
x \ p		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		.0087	.0074	.0064	.0054	.0046	.0039	.0033	.0028	.0023	.0020
1		.0542	.0484	.0431	.0383	.0339	.0299	.0263	.0231	.0202	.0176
2		.1506	.1402	.1301	.1204	.1110	.1020	.0934	.0853	.0776	.0703
3		.2442	.2369	.2291	.2207	.2119	.2027	.1933	.1837	.1739	.1641
4		.2545	.2573	.2592	.2601	.2600	.2590	.2571	.2543	.2506	.2461
5		.1769	.1863	.1955	.2044	.2128	.2207	.2280	.2347	.2408	.2461
6		.0819	.0900	.0983	.1070	.1160	.1253	.1348	.1445	.1542	.1641
7		.0244	.0279	.0318	.0360	.0407	.0458	.0512	.0571	.0635	.0703
8		.0042	.0051	.0060	.0071	.0083	.0097	.0114	.0132	.0153	.0176
9		.0003	.0004	.0005	.0006	.0008	.0009	.0011	.0014	.0016	.0020
		n = 40									
x \ p		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		.9044	.8171	.7374	.6648	.5987	.5386	.4840	.4344	.3894	.3487
1		.0914	.1667	.2281	.2770	.3151	.3436	.3643	.3777	.3851	.3874
2		.0042	.0153	.0317	.0519	.0746	.0988	.1234	.1478	.1714	.1937
3		.0001	.0008	.0026	.0058	.0105	.0168	.0248	.0343	.0452	.0574
4		.0000	.0000	.0001	.0004	.0010	.0019	.0033	.0052	.0078	.0112
5		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0003	.0005	.0009	.0015
6		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
x \ p		.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0		.3118	.2785	.2484	.2213	.1969	.1749	.1552	.1374	.1216	.1074
1		.3854	.3798	.3712	.3603	.3474	.3331	.3178	.3017	.2852	.2684
2		.2143	.2330	.2498	.2639	.2759	.2856	.2929	.2980	.3010	.3020
3		.0706	.0847	.0995	.1146	.1298	.1450	.1600	.1745	.1883	.2013
4		.0153	.0202	.0260	.0326	.0401	.0483	.0573	.0670	.0773	.0881
5		.0023	.0033	.0047	.0064	.0085	.0111	.0141	.0177	.0218	.0264
6		.0002	.0004	.0006	.0009	.0012	.0016	.0024	.0032	.0043	.0055
7		.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0004	.0006	.0008
8		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

n = 10 (continuación)										
r \ p	.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0	.0947	.0834	.0733	.0643	.0563	.0492	.0430	.0374	.0326	.0282
1	.2517	.2351	.2188	.2030	.1877	.1730	.1590	.1456	.1330	.1211
2	.3011	.2984	.2942	.2895	.2846	.2795	.2646	.2548	.2444	.2335
3	.2134	.2244	.2343	.2429	.2503	.2563	.2609	.2642	.2662	.2668
4	.0993	.1108	.1225	.1343	.1460	.1576	.1689	.1798	.1903	.2001
5	.0317	.0375	.0439	.0509	.0584	.0664	.0750	.0839	.0933	.1029
6	.0070	.0088	.0109	.0134	.0162	.0195	.0231	.0272	.0317	.0368
7	.0011	.0014	.0019	.0024	.0031	.0039	.0049	.0060	.0074	.0090
8	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0005	.0007	.0009	.0011	.0014
9	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001
r \ p	.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0	.0245	.0211	.0182	.0157	.0135	.0115	.0098	.0084	.0071	.0060
1	.1099	.0995	.0896	.0808	.0725	.0649	.0578	.0514	.0456	.0403
2	.2222	.2107	.1990	.1873	.1757	.1642	.1529	.1419	.1312	.1209
3	.2662	.2644	.2614	.2573	.2522	.2462	.2394	.2319	.2237	.2150
4	.2093	.2177	.2253	.2320	.2377	.2424	.2461	.2487	.2503	.2508
5	.1128	.1229	.1332	.1434	.1536	.1636	.1734	.1829	.1920	.2007
6	.0422	.0482	.0547	.0616	.0689	.0767	.0849	.0934	.1023	.1115
7	.0108	.0130	.0154	.0181	.0212	.0247	.0285	.0327	.0374	.0425
8	.0018	.0023	.0028	.0035	.0043	.0052	.0063	.0075	.0090	.0106
9	.0002	.0002	.0003	.0004	.0005	.0006	.0008	.0010	.0013	.0016
10	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001
r \ p	.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0	.0051	.0043	.0036	.0030	.0025	.0021	.0017	.0014	.0012	.0010
1	.0355	.0312	.0273	.0238	.0207	.0180	.0155	.0133	.0114	.0098
2	.1111	.1017	.0927	.0843	.0763	.0688	.0619	.0554	.0494	.0439
3	.2058	.1963	.1865	.1765	.1665	.1564	.1464	.1364	.1267	.1172
4	.2503	.2488	.2462	.2427	.2384	.2331	.2271	.2204	.2130	.2051
5	.2087	.2162	.2229	.2289	.2340	.2383	.2417	.2441	.2456	.2461
6	.1209	.1304	.1401	.1499	.1596	.1692	.1786	.1878	.1966	.2051
7	.0480	.0540	.0604	.0673	.0746	.0824	.0905	.0991	.1080	.1172
8	.0125	.0147	.0171	.0198	.0229	.0263	.0301	.0343	.0389	.0439
9	.0019	.0024	.0029	.0035	.0042	.0050	.0059	.0070	.0083	.0098
10	.0001	.0002	.0002	.0003	.0003	.0004	.0005	.0006	.0008	.0010
n = 11										
r \ p	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0	.8953	.8001	.7153	.6382	.5688	.5063	.4501	.3996	.3544	.3138
1	.0995	.1798	.2433	.2925	.3293	.3555	.3727	.3823	.3855	.3835
2	.0050	.0183	.0376	.0609	.0867	.1135	.1403	.1662	.1906	.2131
3	.0002	.0011	.0035	.0076	.0137	.0217	.0317	.0434	.0566	.0710
4	.0000	.0000	.0002	.0006	.0014	.0028	.0048	.0075	.0112	.0158
5	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0005	.0009	.0015	.0023
6	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0003
r \ p	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0	.2775	.2451	.2161	.1903	.1673	.1469	.1288	.1127	.0985	.0859
1	.3773	.3676	.3552	.3408	.3248	.3078	.2901	.2721	.2541	.2382
2	.2332	.2507	.2654	.2774	.2866	.2932	.2971	.2987	.2980	.2953
3	.0865	.1025	.1190	.1355	.1517	.1675	.1826	.1967	.2097	.2215
4	.0214	.0280	.0356	.0441	.0536	.0636	.0748	.0864	.0984	.1107
5	.0037	.0053	.0074	.0101	.0132	.0170	.0214	.0265	.0323	.0388
6	.0005	.0007	.0011	.0016	.0023	.0032	.0044	.0058	.0076	.0097
7	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0004	.0006	.0009	.0013	.0017
8	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 11 (continuación)									
r \ p		.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0		.0748	.0650	.0564	.0489	.0422	.0364	.0314	.0270	.0231	.0198
1		.2187	.2017	.1854	.1697	.1549	.1408	.1276	.1153	.1038	.0932
2		.2907	.2845	.2768	.2680	.2581	.2474	.2360	.2242	.2121	.1998
3		.2318	.2407	.2481	.2539	.2581	.2608	.2619	.2616	.2599	.2568
4		.1232	.1358	.1482	.1603	.1721	.1832	.1937	.2035	.2123	.2201
5		.0459	.0536	.0620	.0709	.0803	.0901	.1003	.1108	.1214	.1321
6		.0122	.0151	.0185	.0224	.0268	.0317	.0371	.0431	.0496	.0566
7		.0023	.0030	.0039	.0050	.0064	.0079	.0098	.0120	.0145	.0173
8		.0003	.0004	.0006	.0008	.0011	.0014	.0018	.0023	.0030	.0037
9		.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0005
		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0		.0169	.0144	.0122	.0104	.0088	.0074	.0062	.0052	.0044	.0036
1		.0834	.0744	.0662	.0587	.0518	.0457	.0401	.0351	.0306	.0266
2		.1874	.1751	.1630	.1511	.1395	.1284	.1177	.1075	.0978	.0887
3		.2526	.2472	.2408	.2335	.2254	.2167	.2074	.1977	.1876	.1774
4		.2269	.2326	.2372	.2406	.2428	.2438	.2436	.2423	.2399	.2365
5		.1427	.1533	.1636	.1735	.1830	.1920	.2003	.2079	.2148	.2207
6		.0641	.0721	.0806	.0894	.0985	.1080	.1176	.1274	.1373	.1471
7		.0206	.0242	.0283	.0329	.0379	.0434	.0494	.0558	.0627	.0701
8		.0046	.0057	.0070	.0085	.0102	.0122	.0145	.0171	.0200	.0234
9		.0007	.0009	.0011	.0015	.0018	.0023	.0028	.0035	.0043	.0052
10		.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	.0003	.0004	.0005	.0007
		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		.0030	.0025	.0021	.0017	.0014	.0011	.0009	.0008	.0006	.0005
1		.0231	.0199	.0171	.0147	.0125	.0107	.0090	.0076	.0064	.0054
2		.0801	.0721	.0646	.0577	.0513	.0454	.0401	.0352	.0308	.0269
3		.1870	.1766	.1662	.1559	.1459	.1361	.1267	.1176	.1088	.1004
4		.2321	.2267	.2206	.2136	.2060	.1978	.1892	.1801	.1707	.1611
5		.2258	.2299	.2329	.2350	.2360	.2359	.2348	.2327	.2296	.2256
6		.1569	.1664	.1757	.1846	.1931	.2010	.2083	.2148	.2206	.2256
7		.0779	.0861	.0947	.1036	.1128	.1223	.1319	.1416	.1514	.1611
8		.0271	.0312	.0357	.0407	.0462	.0521	.0585	.0654	.0727	.0806
9		.0063	.0075	.0089	.0107	.0126	.0148	.0173	.0201	.0233	.0269
10		.0009	.0011	.0014	.0017	.0021	.0025	.0031	.0037	.0045	.0054
11		.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0003	.0004	.0005
		n = 12									
r \ p		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		.8864	.7847	.6938	.6127	.5404	.4759	.4186	.3677	.3225	.2824
1		.1074	.1922	.2575	.3064	.3413	.3645	.3781	.3837	.3827	.3766
2		.0060	.0218	.0438	.0702	.0988	.1280	.1565	.1835	.2082	.2301
3		.0002	.0015	.0045	.0098	.0173	.0272	.0393	.0532	.0688	.0852
4		.0000	.0001	.0003	.0009	.0021	.0039	.0067	.0104	.0153	.0213
5		.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0008	.0014	.0024	.0038
6		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0003	.0005
		.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0		.2470	.2157	.1880	.1637	.1422	.1234	.1069	.0924	.0798	.0687
1		.3663	.3529	.3372	.3197	.3012	.2821	.2627	.2434	.2245	.2062
2		.2490	.2647	.2771	.2863	.2924	.2955	.2960	.2939	.2897	.2835
3		.1028	.1203	.1380	.1553	.1720	.1876	.2021	.2151	.2265	.2362
4		.0285	.0369	.0464	.0569	.0683	.0804	.0931	.1062	.1195	.1328
5		.0056	.0081	.0111	.0148	.0193	.0245	.0305	.0373	.0448	.0532
6		.0008	.0013	.0019	.0028	.0040	.0054	.0073	.0096	.0123	.0155
7		.0001	.0001	.0002	.0004	.0006	.0009	.0013	.0018	.0025	.0033
8		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0002	.0004	.0005
9		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 12 (continuación)									
r \ p		.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0		.0591	.0507	.0434	.0371	.0317	.0270	.0229	.0194	.0164	.0138
1		.1885	.1717	.1557	.1407	.1267	.1137	.1016	.0906	.0804	.0712
2		.2756	.2663	.2558	.2444	.2323	.2197	.2068	.1937	.1807	.1678
3		.2442	.2503	.2547	.2573	.2581	.2573	.2549	.2511	.2460	.2397
4		.1460	.1589	.1712	.1828	.1936	.2034	.2122	.2197	.2261	.2311
5		.0621	.0717	.0810	.0924	.1032	.1143	.1255	.1367	.1477	.1585
6		.0193	.0236	.0285	.0340	.0401	.0469	.0542	.0620	.0704	.0792
7		.0044	.0057	.0073	.0092	.0115	.0141	.0172	.0207	.0246	.0291
8		.0007	.0010	.0014	.0018	.0024	.0031	.0040	.0050	.0063	.0078
9		.0001	.0001	.0002	.0003	.0004	.0005	.0007	.0009	.0011	.0015
10		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002
r \ p		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0		.0116	.0098	.0082	.0068	.0057	.0047	.0039	.0032	.0027	.0022
1		.0628	.0552	.0484	.0422	.0368	.0319	.0276	.0237	.0204	.0174
2		.1552	.1429	.1310	.1197	.1088	.0986	.0890	.0800	.0716	.0639
3		.2324	.2241	.2151	.2055	.1954	.1849	.1742	.1634	.1526	.1419
4		.2349	.2373	.2384	.2382	.2367	.2340	.2302	.2254	.2195	.2128
5		.1688	.1787	.1879	.1963	.2039	.2106	.2163	.2210	.2246	.2270
6		.0885	.0981	.1079	.1180	.1281	.1382	.1482	.1580	.1675	.1768
7		.0341	.0396	.0456	.0521	.0591	.0666	.0746	.0830	.0918	.1009
8		.0096	.0116	.0140	.0168	.0199	.0234	.0274	.0318	.0367	.0420
9		.0019	.0024	.0031	.0038	.0048	.0059	.0071	.0087	.0104	.0125
10		.0003	.0003	.0005	.0006	.0008	.0010	.0013	.0016	.0020	.0025
11		.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003
r \ p		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		.0018	.0014	.0012	.0010	.0008	.0006	.0005	.0004	.0003	.0002
1		.0138	.0126	.0106	.0090	.0075	.0063	.0052	.0043	.0036	.0029
2		.0567	.0502	.0442	.0388	.0339	.0294	.0255	.0220	.0189	.0161
3		.1314	.1211	.1111	.1015	.0923	.0836	.0754	.0676	.0604	.0537
4		.2054	.1973	.1886	.1794	.1700	.1602	.1504	.1405	.1306	.1208
5		.2284	.2285	.2276	.2256	.2225	.2184	.2134	.2075	.2008	.1934
6		.1851	.1911	.2003	.2068	.2124	.2171	.2208	.2234	.2250	.2256
7		.1103	.1198	.1295	.1393	.1489	.1585	.1678	.1768	.1853	.1934
8		.0479	.0542	.0611	.0684	.0762	.0844	.0930	.1020	.1113	.1208
9		.0148	.0175	.0205	.0239	.0277	.0319	.0367	.0418	.0475	.0537
10		.0031	.0038	.0046	.0056	.0068	.0082	.0098	.0116	.0137	.0161
11		.0004	.0005	.0006	.0008	.0010	.0013	.0016	.0019	.0024	.0029
12		.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002
		n = 11									
r \ p		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		.8775	.7690	.6730	.5882	.5133	.4474	.3893	.3383	.2935	.2542
1		.1152	.2040	.2706	.3186	.3512	.3712	.3809	.3824	.3773	.3672
2		.0070	.0250	.0502	.0797	.1109	.1422	.1720	.1995	.2239	.2448
3		.0003	.0019	.0057	.0122	.0214	.0333	.0475	.0636	.0812	.0997
4		.0000	.0001	.0004	.0013	.0028	.0053	.0099	.0138	.0201	.0277
5		.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0006	.0012	.0022	.0036	.0055
6		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0003	.0005	.0008
7		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
r \ p		.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0		.2128	.1898	.1636	.1408	.1209	.1037	.0887	.0758	.0646	.0550
1		.3532	.3364	.3178	.2979	.2774	.2567	.2362	.2163	.1970	.1787
2		.2619	.2753	.2849	.2910	.2937	.2934	.2903	.2848	.2773	.2680
3		.1187	.1376	.1561	.1737	.1900	.2049	.2180	.2293	.2385	.2457
4		.0167	.0461	.0583	.0707	.0838	.0976	.1116	.1258	.1399	.1535
5		.0082	.0115	.0157	.0207	.0266	.0334	.0412	.0497	.0591	.0691
6		.0013	.0021	.0031	.0045	.0063	.0085	.0112	.0145	.0185	.0230
7		.0002	.0003	.0005	.0007	.0011	.0016	.0023	.0032	.0043	.0058
8		.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0004	.0005	.0008	.0011
9		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 13 (continuación)									
		.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0	x/p	.0467	.0396	.0334	.0282	.0238	.0200	.0167	.0140	.0117	.0097
1		.1613	.1450	.1299	.1159	.1029	.0911	.0804	.0706	.0619	.0540
2		.2573	.2455	.2328	.2195	.2059	.1921	.1784	.1646	.1516	.1388
3		.2508	.2539	.2550	.2542	.2517	.2475	.2419	.2351	.2271	.2181
4		.1667	.1790	.1904	.2007	.2097	.2174	.2237	.2285	.2319	.2337
5		.0797	.0909	.1024	.1141	.1258	.1375	.1489	.1600	.1705	.1803
6		.0283	.0342	.0408	.0480	.0559	.0644	.0734	.0829	.0928	.1030
7		.0075	.0098	.0122	.0152	.0186	.0226	.0272	.0323	.0379	.0442
8		.0015	.0020	.0027	.0036	.0047	.0060	.0075	.0094	.0116	.0142
9		.0002	.0003	.0005	.0006	.0009	.0012	.0015	.0020	.0026	.0034
10		.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0006
11		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0	x/p	.0060	.0068	.0055	.0045	.0037	.0030	.0025	.0020	.0016	.0013
1		.0489	.0407	.0351	.0302	.0259	.0221	.0188	.0159	.0135	.0113
2		.1285	.1148	.1037	.0933	.0836	.0746	.0663	.0586	.0516	.0453
3		.2084	.1981	.1874	.1763	.1651	.1538	.1427	.1317	.1210	.1107
4		.2341	.2331	.2307	.2270	.2222	.2163	.2095	.2018	.1934	.1845
5		.1893	.1974	.2045	.2105	.2154	.2190	.2215	.2227	.2226	.2214
6		.1134	.1239	.1343	.1446	.1546	.1643	.1734	.1820	.1898	.1968
7		.0509	.0583	.0662	.0745	.0833	.0924	.1019	.1115	.1213	.1312
8		.0172	.0208	.0244	.0288	.0336	.0390	.0449	.0513	.0582	.0656
9		.0043	.0054	.0067	.0082	.0101	.0122	.0146	.0175	.0207	.0243
10		.0008	.0010	.0013	.0017	.0022	.0027	.0034	.0043	.0053	.0065
11		.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0006	.0007	.0009	.0012
12		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001
		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0	x/p	.0010	.0008	.0007	.0005	.0004	.0003	.0003	.0002	.0002	.0001
1		.0095	.0079	.0066	.0054	.0045	.0037	.0030	.0024	.0020	.0016
2		.0395	.0344	.0298	.0256	.0220	.0188	.0160	.0135	.0114	.0095
3		.1007	.0913	.0823	.0739	.0660	.0587	.0519	.0457	.0401	.0349
4		.1750	.1653	.1553	.1451	.1350	.1250	.1151	.1055	.0962	.0873
5		.2189	.2154	.2108	.2053	.1989	.1917	.1838	.1753	.1664	.1571
6		.2029	.2080	.2121	.2151	.2169	.2177	.2173	.2158	.2131	.2095
7		.1410	.1506	.1600	.1690	.1775	.1854	.1927	.1992	.2048	.2095
8		.0735	.0818	.0905	.0996	.1089	.1185	.1282	.1379	.1476	.1571
9		.0284	.0329	.0375	.0435	.0495	.0561	.0631	.0707	.0788	.0873
10		.0079	.0095	.0114	.0137	.0162	.0191	.0224	.0261	.0303	.0349
11		.0015	.0019	.0024	.0029	.0036	.0044	.0054	.0066	.0079	.0095
12		.0002	.0002	.0003	.0004	.0005	.0006	.0008	.0010	.0013	.0016
13		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001
		n = 14									
		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0	x/p	.8687	.7536	.6528	.5647	.4877	.4205	.3620	.3112	.2670	.2288
1		.1229	.2153	.2827	.3294	.3593	.3758	.3815	.3788	.3698	.3559
2		.0081	.0288	.0568	.0892	.1229	.1559	.1867	.2141	.2377	.2570
3		.0003	.0023	.0070	.0149	.0259	.0398	.0562	.0745	.0940	.1142
4		.0000	.0001	.0006	.0017	.0037	.0070	.0116	.0178	.0256	.0349
5		.0000	.0000	.0000	.0001	.0004	.0009	.0018	.0031	.0051	.0078
6		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0008	.0013
7		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002
		.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0	x/p	.1956	.1670	.1423	.1211	.1028	.0871	.0738	.0621	.0523	.0440
1		.3385	.3188	.2977	.2759	.2539	.2322	.2112	.1910	.1719	.1539
2		.2720	.2626	.2892	.2919	.2812	.2675	.2511	.2325	.2120	.1901
3		.1345	.1542	.1728	.1901	.2056	.2190	.2303	.2393	.2459	.2501
4		.0457	.0578	.0710	.0851	.0998	.1147	.1297	.1444	.1586	.1720
5		.0113	.0158	.0212	.0277	.0352	.0437	.0531	.0634	.0744	.0860
6		.0021	.0032	.0046	.0066	.0093	.0125	.0163	.0209	.0262	.0322
7		.0003	.0005	.0008	.0013	.0019	.0027	.0038	.0052	.0070	.0092
8		.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0005	.0007	.0010	.0014	.0020
9		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n 14 (continuación)									
$x \backslash p$		.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0		.0369	.0309	.0258	.0214	.0178	.0148	.0122	.0101	.0083	.0068
1		.1372	.1219	.1077	.0948	.0832	.0726	.0632	.0548	.0473	.0407
2		.2371	.2234	.2091	.1946	.1802	.1659	.1519	.1385	.1256	.1134
3		.2521	.2520	.2499	.2459	.2402	.2331	.2248	.2154	.2052	.1943
4		.1843	.1955	.2052	.2135	.2202	.2252	.2286	.2304	.2305	.2290
5		.0980	.1103	.1226	.1348	.1468	.1583	.1691	.1792	.1883	.1963
6		.0391	.0466	.0549	.0639	.0734	.0834	.0938	.1045	.1153	.1262
7		.0119	.0150	.0188	.0231	.0280	.0335	.0397	.0464	.0538	.0618
8		.0028	.0037	.0049	.0064	.0082	.0103	.0128	.0158	.0192	.0232
9		.0005	.0007	.0010	.0013	.0018	.0024	.0032	.0041	.0052	.0068
10		.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	.0004	.0006	.0008	.0011	.0014
11		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002
		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0		.0055	.0045	.0037	.0030	.0024	.0019	.0016	.0012	.0010	.0008
1		.0349	.0298	.0253	.0215	.0181	.0152	.0128	.0106	.0088	.0073
2		.1018	.0911	.0811	.0719	.0634	.0557	.0487	.0424	.0367	.0317
3		.1830	.1715	.1598	.1481	.1366	.1253	.1144	.1040	.0940	.0845
4		.2261	.2219	.2164	.2098	.2022	.1938	.1848	.1754	.1652	.1549
5		.2032	.2088	.2132	.2161	.2178	.2183	.2170	.2147	.2112	.2068
6		.1369	.1474	.1575	.1670	.1759	.1840	.1912	.1974	.2026	.2068
7		.0703	.0793	.0886	.0983	.1082	.1183	.1283	.1383	.1480	.1574
8		.0276	.0326	.0382	.0443	.0510	.0582	.0659	.0742	.0828	.0918
9		.0083	.0102	.0125	.0152	.0183	.0218	.0258	.0303	.0353	.0408
10		.0019	.0024	.0031	.0039	.0049	.0061	.0076	.0093	.0113	.0136
11		.0003	.0004	.0006	.0007	.0010	.0013	.0016	.0021	.0026	.0033
12		.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0005
13		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		.0006	.0005	.0004	.0003	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001	.0001
1		.0060	.0049	.0040	.0033	.0027	.0021	.0017	.0014	.0011	.0009
2		.0272	.0233	.0198	.0168	.0141	.0118	.0099	.0082	.0068	.0058
3		.0757	.0674	.0597	.0527	.0462	.0403	.0350	.0303	.0260	.0222
4		.1446	.1342	.1239	.1138	.1040	.0945	.0854	.0768	.0687	.0611
5		.2009	.1943	.1869	.1788	.1701	.1610	.1515	.1418	.1320	.1222
6		.2094	.2111	.2115	.2108	.2088	.2057	.2015	.1963	.1902	.1833
7		.1663	.1747	.1824	.1892	.1952	.2003	.2043	.2071	.2089	.2095
8		.1011	.1107	.1204	.1301	.1398	.1493	.1585	.1673	.1756	.1833
9		.0469	.0534	.0605	.0682	.0762	.0848	.0937	.1030	.1125	.1222
10		.0163	.0193	.0228	.0268	.0312	.0361	.0415	.0475	.0540	.0611
11		.0041	.0051	.0063	.0076	.0093	.0112	.0134	.0160	.0189	.0222
12		.0007	.0009	.0012	.0015	.0019	.0024	.0030	.0037	.0045	.0056
13		.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0005	.0007	.0009
14		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001

n = 15

$x \backslash p$		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		.8601	.7386	.6333	.5421	.4633	.3953	.3367	.2863	.2430	.2059
1		.1303	.2261	.2938	.3388	.3658	.3785	.3801	.3734	.3605	.3432
2		.0092	.0323	.0636	.0988	.1348	.1691	.2003	.2273	.2496	.2669
3		.0004	.0029	.0085	.0178	.0307	.0468	.0653	.0857	.1070	.1285
4		.0000	.0002	.0008	.0022	.0049	.0090	.0148	.0223	.0317	.0428
5		.0000	.0000	.0001	.0002	.0006	.0013	.0024	.0043	.0069	.0105
6		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0006	.0011	.0019
7		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0003

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 15 (continuación)									
r	p	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0		.1741	.1470	.1238	.1041	.0874	.0731	.0611	.0510	.0424	.0352
1		.3228	.3006	.2775	.2542	.2312	.2090	.1878	.1678	.1492	.1319
2		.2793	.2810	.2903	.2891	.2856	.2787	.2692	.2578	.2449	.2309
3		.1496	.1696	.1880	.2044	.2184	.2300	.2389	.2452	.2489	.2501
4		.0555	.0694	.0843	.0998	.1156	.1314	.1468	.1615	.1752	.1876
5		.0151	.0208	.0277	.0357	.0449	.0551	.0662	.0780	.0904	.1032
6		.0031	.0047	.0069	.0097	.0132	.0175	.0226	.0285	.0353	.0430
7		.0005	.0008	.0013	.0020	.0030	.0043	.0059	.0081	.0107	.0138
8		.0001	.0001	.0002	.0003	.0005	.0008	.0012	.0018	.0025	.0035
9		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0005	.0007
10		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
		.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0		.0291	.0241	.0198	.0163	.0134	.0109	.0089	.0072	.0059	.0047
1		.1162	.1018	.0889	.0772	.0668	.0578	.0494	.0423	.0360	.0305
2		.2162	.2010	.1858	.1707	.1559	.1416	.1280	.1150	.1029	.0916
3		.2490	.2457	.2405	.2336	.2252	.2156	.2051	.1939	.1821	.1700
4		.1986	.2079	.2155	.2213	.2252	.2273	.2276	.2262	.2231	.2186
5		.1161	.1290	.1416	.1537	.1651	.1757	.1852	.1935	.2005	.2061
6		.0514	.0606	.0705	.0809	.0917	.1029	.1142	.1254	.1365	.1472
7		.0176	.0220	.0271	.0329	.0393	.0465	.0543	.0627	.0717	.0811
8		.0047	.0062	.0081	.0104	.0131	.0163	.0201	.0244	.0293	.0348
9		.0010	.0014	.0019	.0025	.0034	.0045	.0058	.0074	.0093	.0116
10		.0002	.0002	.0003	.0005	.0007	.0009	.0013	.0017	.0023	.0030
11		.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0006
12		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0		.0038	.0031	.0025	.0020	.0016	.0012	.0010	.0008	.0006	.0005
1		.0256	.0217	.0182	.0152	.0126	.0104	.0086	.0071	.0058	.0047
2		.0811	.0715	.0627	.0547	.0478	.0411	.0354	.0303	.0259	.0219
3		.1579	.1457	.1338	.1222	.1110	.1002	.0901	.0805	.0716	.0634
4		.2128	.2057	.1977	.1888	.1792	.1692	.1587	.1481	.1374	.1268
5		.210	.2130	.2142	.2140	.2123	.2093	.2051	.1997	.1933	.1859
6		.1575	.1671	.1759	.1837	.1906	.1963	.2008	.2040	.2059	.2066
7		.0910	.1011	.1114	.1217	.1319	.1419	.1516	.1608	.1693	.1771
8		.0409	.0476	.0549	.0627	.0710	.0798	.0890	.0985	.1082	.1181
9		.0143	.0174	.0210	.0251	.0298	.0349	.0407	.0470	.0538	.0612
10		.0038	.0049	.0062	.0078	.0096	.0118	.0143	.0173	.0208	.0245
11		.0006	.0011	.0014	.0018	.0024	.0030	.0038	.0046	.0056	.0074
12		.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0006	.0007	.0010	.0013	.0016
13		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003
		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		.0004	.0003	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001	.0001	.0000	.0000
1		.0038	.0031	.0025	.0020	.0016	.0012	.0010	.0008	.0006	.0005
2		.0185	.0156	.0130	.0108	.0090	.0074	.0060	.0049	.0040	.0032
3		.0558	.0489	.0426	.0369	.0318	.0272	.0232	.0197	.0166	.0139
4		.1163	.1061	.0963	.0869	.0780	.0696	.0617	.0545	.0478	.0417
5		.1778	.1691	.1598	.1502	.1404	.1304	.1204	.1106	.1010	.0916
6		.2060	.2041	.2010	.1967	.1914	.1851	.1780	.1702	.1617	.1527
7		.1840	.1900	.1949	.1987	.2013	.2028	.2030	.2020	.1997	.1964
8		.1279	.1376	.1470	.1561	.1647	.1727	.1800	.1864	.1919	.1964
9		.0691	.0775	.0853	.0924	.0988	.1044	.1091	.1138	.1174	.1207
10		.0288	.0337	.0390	.0450	.0515	.0585	.0661	.0741	.0827	.0916
11		.0091	.0111	.0134	.0161	.0191	.0226	.0266	.0311	.0361	.0417
12		.0021	.0027	.0034	.0042	.0052	.0064	.0079	.0096	.0118	.0139
13		.0003	.0004	.0006	.0008	.0010	.0013	.0016	.0020	.0026	.0032
14		.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0005

Distribucion de probabilidad binomial (continuación)

		n = 16									
$x \backslash p$		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		.8515	.7238	.6143	.5204	.4401	.3716	.3131	.2634	.2211	.1853
1		.1376	.2363	.3040	.3469	.3706	.3795	.3771	.3685	.3499	.3294
2		.0104	.0362	.0705	.1084	.1463	.1817	.2129	.2390	.2596	.2743
3		.0005	.0034	.0102	.0211	.0359	.0541	.0748	.0970	.1198	.1423
4		.0000	.0002	.0010	.0029	.0061	.0112	.0183	.0274	.0385	.0514
5		.0000	.0000	.0001	.0003	.0008	.0017	.0033	.0057	.0091	.0137
6		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0005	.0009	.0017	.0028
7		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004
8		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
		.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0		.1550	.1293	.1077	.0895	.0743	.0614	.0507	.0418	.0343	.0281
1		.3065	.2822	.2575	.2332	.2097	.1873	.1662	.1468	.1289	.1126
2		.2841	.2886	.2886	.2847	.2775	.2675	.2554	.2416	.2267	.2111
3		.1638	.1637	.1613	.1563	.1485	.1378	.1241	.1075	.0882	.0663
4		.0658	.0814	.0977	.1144	.1311	.1472	.1625	.1768	.1892	.2001
5		.0195	.0266	.0351	.0447	.0555	.0673	.0799	.0930	.1065	.1201
6		.0044	.0067	.0096	.0133	.0180	.0235	.0300	.0374	.0458	.0550
7		.0008	.0013	.0020	.0031	.0045	.0064	.0088	.0117	.0153	.0197
8		.0001	.0002	.0003	.0006	.0009	.0014	.0020	.0029	.0041	.0055
9		.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0004	.0006	.0008	.0012
10		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002
		.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0		.0230	.0188	.0153	.0124	.0100	.0081	.0065	.0052	.0042	.0033
1		.0979	.0847	.0730	.0626	.0535	.0455	.0385	.0325	.0273	.0228
2		.1952	.1792	.1635	.1482	.1336	.1198	.1068	.0947	.0835	.0732
3		.2421	.2359	.2279	.2185	.2079	.1964	.1843	.1718	.1591	.1465
4		.2092	.2162	.2212	.2242	.2252	.2243	.2215	.2171	.2112	.2040
5		.1334	.1464	.1586	.1699	.1802	.1891	.1966	.2026	.2071	.2099
6		.0650	.0757	.0869	.0984	.1101	.1218	.1333	.1445	.1551	.1649
7		.0247	.0305	.0371	.0444	.0524	.0611	.0704	.0803	.0905	.1010
8		.0074	.0097	.0125	.0158	.0197	.0242	.0293	.0351	.0416	.0487
9		.0017	.0024	.0033	.0044	.0058	.0075	.0096	.0121	.0151	.0185
10		.0003	.0005	.0007	.0010	.0014	.0019	.0025	.0033	.0043	.0056
11		.0000	.0001	.0001	.0002	.0002	.0004	.0005	.0007	.0010	.0013
12		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002
		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0		.0026	.0021	.0016	.0013	.0010	.0008	.0006	.0005	.0004	.0003
1		.0190	.0157	.0130	.0107	.0087	.0071	.0058	.0047	.0038	.0030
2		.0639	.0555	.0480	.0413	.0353	.0301	.0255	.0215	.0180	.0150
3		.1341	.1220	.1103	.0992	.0888	.0790	.0699	.0615	.0538	.0468
4		.1958	.1865	.1766	.1662	.1553	.1444	.1333	.1224	.1118	.1014
5		.2111	.2107	.2088	.2054	.2008	.1949	.1879	.1801	.1715	.1623
6		.1739	.1818	.1885	.1940	.1982	.2010	.2024	.2024	.2010	.1983
7		.1116	.1222	.1326	.1428	.1524	.1615	.1698	.1772	.1836	.1889
8		.0564	.0647	.0735	.0827	.0923	.1022	.1122	.1222	.1320	.1417
9		.0225	.0271	.0322	.0379	.0442	.0511	.0586	.0666	.0750	.0840
10		.0071	.0089	.0111	.0137	.0167	.0201	.0241	.0286	.0336	.0392
11		.0017	.0023	.0030	.0038	.0049	.0062	.0077	.0095	.0117	.0142
12		.0003	.0004	.0006	.0008	.0011	.0014	.0019	.0024	.0031	.0040
13		.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	.0003	.0005	.0006	.0008
14		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001
		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		.0002	.0002	.0001	.0001	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000
1		.0024	.0019	.0015	.0012	.0009	.0007	.0005	.0004	.0003	.0002
2		.0123	.0103	.0085	.0069	.0056	.0046	.0037	.0029	.0023	.0018
3		.0405	.0349	.0299	.0254	.0215	.0181	.0151	.0126	.0104	.0085
4		.0915	.0821	.0732	.0649	.0572	.0501	.0436	.0378	.0325	.0278
5		.1526	.1428	.1325	.1224	.1123	.1024	.0929	.0837	.0749	.0667
6		.1944	.1894	.1833	.1762	.1684	.1600	.1510	.1416	.1319	.1222
7		.1930	.1959	.1975	.1978	.1969	.1947	.1912	.1867	.1811	.1746
8		.1509	.1596	.1676	.1749	.1812	.1865	.1908	.1939	.1958	.1964
9		.0932	.1027	.1124	.1221	.1318	.1413	.1504	.1591	.1672	.1746
10		.0453	.0521	.0594	.0672	.0755	.0842	.0934	.1028	.1124	.1221
11		.0172	.0206	.0244	.0286	.0337	.0391	.0452	.0518	.0589	.0667
12		.0050	.0062	.0077	.0094	.0115	.0139	.0167	.0199	.0236	.0278
13		.0011	.0014	.0018	.0023	.0029	.0036	.0046	.0057	.0070	.0085
14		.0002	.0002	.0003	.0004	.0005	.0007	.0009	.0011	.0014	.0018
15		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 17									
x \ p		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		.8429	.7093	.5958	.4996	.4181	.3493	.2912	.2423	.2012	.1664
1		.1447	.2461	.3133	.3539	.3741	.3790	.3726	.3582	.3383	.3150
2		.0117	.0402	.0775	.1180	.1575	.1935	.2244	.2492	.2677	.2800
3		.0006	.0041	.0120	.0246	.0415	.0618	.0844	.1083	.1324	.1556
4		.0000	.0003	.0013	.0036	.0076	.0138	.0222	.0330	.0456	.0605
5		.0000	.0000	.0001	.0004	.0010	.0023	.0044	.0075	.0118	.0175
6		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0007	.0013	.0023	.0039
7		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0007
8		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
-----											
		.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0		.1379	.1138	.0937	.0770	.0631	.0516	.0421	.0343	.0278	.0225
1		.2898	.2638	.2381	.2131	.1893	.1671	.1466	.1279	.1109	.0957
2		.2865	.2878	.2846	.2775	.2673	.2547	.2402	.2245	.2081	.1914
3		.1771	.1963	.2126	.2259	.2359	.2425	.2460	.2464	.2441	.2393
4		.0766	.0937	.1112	.1287	.1457	.1617	.1764	.1893	.2004	.2093
5		.0246	.0332	.0432	.0545	.0668	.0801	.0939	.1081	.1222	.1361
6		.0061	.0091	.0129	.0177	.0236	.0305	.0385	.0474	.0573	.0680
7		.0012	.0019	.0030	.0045	.0065	.0091	.0124	.0164	.0211	.0267
8		.0002	.0003	.0006	.0009	.0014	.0022	.0032	.0045	.0062	.0084
9		.0000	.0000	.0001	.0002	.0003	.0004	.0006	.0010	.0015	.0021
10		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0004
11		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
-----											
		.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0		.0182	.0146	.0118	.0094	.0075	.0060	.0047	.0038	.0030	.0023
1		.0822	.0702	.0597	.0505	.0426	.0357	.0299	.0248	.0206	.0169
2		.1747	.1584	.1427	.1277	.1136	.1005	.0883	.0772	.0672	.0581
3		.2322	.2234	.2131	.2016	.1893	.1765	.1634	.1502	.1372	.1245
4		.2161	.2205	.2228	.2228	.2209	.2170	.2115	.2044	.1961	.1868
5		.1493	.1617	.1730	.1830	.1914	.1982	.2033	.2067	.2083	.2081
6		.0794	.0912	.1034	.1156	.1276	.1393	.1504	.1608	.1701	.1784
7		.0332	.0404	.0485	.0573	.0668	.0769	.0874	.0982	.1092	.1201
8		.0110	.0143	.0181	.0226	.0279	.0338	.0404	.0478	.0558	.0644
9		.0029	.0040	.0054	.0071	.0093	.0119	.0150	.0188	.0228	.0276
10		.0005	.0009	.0013	.0018	.0025	.0033	.0044	.0058	.0074	.0095
11		.0001	.0002	.0002	.0004	.0005	.0007	.0010	.0014	.0019	.0026
12		.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	.0004	.0006
13		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
-----											
		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0		.0016	.0014	.0011	.0009	.0007	.0005	.0004	.0003	.0002	.0002
1		.0139	.0114	.0093	.0075	.0060	.0048	.0039	.0031	.0024	.0019
2		.0300	.0428	.0364	.0309	.0260	.0218	.0182	.0151	.0125	.0102
3		.1123	.1007	.0898	.0795	.0701	.0614	.0534	.0463	.0398	.0341
4		.1766	.1659	.1547	.1434	.1320	.1208	.1099	.0993	.0892	.0796
5		.2063	.2030	.1982	.1921	.1849	.1767	.1677	.1582	.1482	.1379
6		.1854	.1910	.1952	.1979	.1991	.1988	.1970	.1939	.1895	.1839
7		.1309	.1413	.1511	.1602	.1685	.1757	.1818	.1868	.1904	.1927
8		.0735	.0831	.0930	.1032	.1134	.1235	.1335	.1431	.1521	.1606
9		.0330	.0391	.0458	.0531	.0611	.0695	.0784	.0877	.0973	.1070
10		.0119	.0147	.0181	.0219	.0263	.0313	.0368	.0430	.0498	.0571
11		.0034	.0044	.0057	.0072	.0090	.0112	.0138	.0168	.0202	.0242
12		.0006	.0010	.0014	.0018	.0024	.0031	.0040	.0051	.0065	.0081
13		.0001	.0002	.0003	.0004	.0005	.0007	.0009	.0012	.0016	.0021
14		.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004
15		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

n = 17 (continuación)

$x \backslash p$	.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0	.0001	.0001	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
1	.0015	.0012	.0009	.0007	.0005	.0004	.0003	.0002	.0002	.0001
2	.0084	.0068	.0055	.0044	.0035	.0028	.0022	.0017	.0013	.0010
3	.0290	.0245	.0207	.0173	.0144	.0119	.0097	.0079	.0064	.0052
4	.0706	.0622	.0546	.0475	.0411	.0354	.0302	.0257	.0217	.0182
5	.1276	.1172	.1070	.0971	.0875	.0784	.0697	.0616	.0541	.0472
6	.1773	.1697	.1615	.1525	.1432	.1335	.1237	.1138	.1040	.0944
7	.1936	.1932	.1914	.1883	.1841	.1787	.1723	.1650	.1570	.1484
8	.1682	.1748	.1805	.1850	.1883	.1903	.1910	.1904	.1886	.1855
9	.1169	.1266	.1361	.1453	.1540	.1621	.1694	.1758	.1812	.1855
10	.0650	.0733	.0822	.0914	.1008	.1105	.1202	.1296	.1393	.1484
11	.0287	.0338	.0394	.0457	.0525	.0599	.0678	.0763	.0851	.0944
12	.0100	.0122	.0149	.0179	.0215	.0255	.0301	.0352	.0409	.0472
13	.0027	.0034	.0043	.0054	.0068	.0084	.0103	.0125	.0151	.0182
14	.0005	.0007	.0009	.0012	.0016	.0020	.0026	.0033	.0041	.0052
15	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	.0003	.0005	.0006	.0008	.0010
16	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001

n = 18

$x \backslash p$	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0	.8345	.6951	.5780	.4796	.3972	.3283	.2709	.2229	.1831	.1501
1	.1517	.2554	.3217	.3597	.3763	.3772	.3669	.3489	.3260	.3002
2	.0130	.0443	.0846	.1274	.1683	.2047	.2348	.2579	.2741	.2835
3	.0007	.0048	.0140	.0283	.0473	.0697	.0942	.1196	.1446	.1680
4	.0000	.0004	.0016	.0044	.0093	.0167	.0266	.0390	.0536	.0700
5	.0000	.0000	.0001	.0005	.0014	.0030	.0056	.0095	.0148	.0218
6	.0000	.0000	.0000	.0000	.0002	.0004	.0009	.0018	.0032	.0052
7	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0005	.0010
8	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002

$x \backslash p$	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0	.1227	.1002	.0815	.0662	.0536	.0434	.0349	.0281	.0225	.0180
1	.2731	.2458	.2193	.1940	.1704	.1486	.1288	.1110	.0951	.0811
2	.2869	.2850	.2785	.2685	.2556	.2407	.2243	.2071	.1897	.1723
3	.1891	.2072	.2220	.2331	.2406	.2445	.2450	.2425	.2373	.2297
4	.0877	.1060	.1244	.1423	.1592	.1746	.1882	.1996	.2087	.2153
5	.0303	.0405	.0520	.0649	.0787	.0931	.1079	.1227	.1371	.1507
6	.0081	.0120	.0168	.0229	.0301	.0384	.0479	.0584	.0697	.0816
7	.0017	.0028	.0043	.0064	.0091	.0126	.0168	.0220	.0280	.0350
8	.0003	.0005	.0009	.0014	.0022	.0033	.0047	.0066	.0090	.0120
9	.0000	.0001	.0001	.0003	.0004	.0007	.0011	.0016	.0024	.0033
10	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0005	.0008
11	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001

$x \backslash p$	.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0	.0144	.0114	.0091	.0072	.0056	.0044	.0035	.0027	.0021	.0016
1	.0687	.0580	.0487	.0407	.0338	.0280	.0231	.0189	.0155	.0126
2	.1553	.1390	.1236	.1092	.0958	.0836	.0725	.0626	.0537	.0458
3	.2202	.2091	.1969	.1839	.1704	.1567	.1431	.1298	.1169	.1046
4	.2195	.2212	.2205	.2177	.2130	.2065	.1985	.1892	.1790	.1681
5	.1634	.1747	.1845	.1925	.1988	.2031	.2055	.2061	.2048	.2017
6	.0941	.1067	.1194	.1317	.1436	.1546	.1647	.1736	.1812	.1873
7	.0429	.0516	.0611	.0713	.0820	.0931	.1044	.1157	.1269	.1376
8	.0157	.0200	.0251	.0310	.0376	.0450	.0531	.0619	.0713	.0811
9	.0046	.0063	.0083	.0109	.0139	.0176	.0218	.0267	.0323	.0386
10	.0011	.0016	.0022	.0031	.0042	.0056	.0073	.0094	.0119	.0149
11	.0002	.0003	.0005	.0007	.0010	.0014	.0020	.0026	.0035	.0046
12	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	.0004	.0006	.0008	.0012
13	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0002

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

n = 18 (continuación)										
P \ r	.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0	.0013	.0010	.0007	.0006	.0004	.0003	.0002	.0002	.0001	.0001
1	.0102	.0082	.0066	.0052	.0042	.0033	.0026	.0020	.0016	.0012
2	.0388	.0327	.0275	.0229	.0190	.0157	.0129	.0105	.0086	.0069
3	.0930	.0822	.0722	.0630	.0547	.0471	.0404	.0344	.0292	.0246
4	.1587	.1450	.1333	.1217	.1104	.0994	.0890	.0791	.0699	.0614
5	.1971	.1911	.1830	.1755	.1684	.1566	.1463	.1358	.1252	.1146
6	.1919	.1946	.1962	.1959	.1941	.1908	.1862	.1803	.1734	.1655
7	.1478	.1572	.1656	.1730	.1792	.1840	.1875	.1895	.1900	.1882
8	.0913	.1017	.1122	.1226	.1327	.1423	.1514	.1597	.1671	.1734
9	.0456	.0532	.0614	.0701	.0794	.0890	.0988	.1087	.1187	.1284
10	.0184	.0225	.0272	.0325	.0385	.0450	.0522	.0600	.0683	.0771
11	.0060	.0077	.0097	.0122	.0151	.0184	.0223	.0267	.0316	.0374
12	.0016	.0021	.0028	.0037	.0047	.0060	.0076	.0096	.0118	.0143
13	.0003	.0005	.0006	.0009	.0012	.0016	.0021	.0027	.0035	.0043
14	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0006	.0008	.0011
15	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002
n = 18										
P \ r	.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
1	.0009	.0007	.0005	.0004	.0003	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001
2	.0055	.0044	.0035	.0028	.0022	.0017	.0013	.0010	.0008	.0006
3	.0206	.0171	.0141	.0116	.0095	.0077	.0062	.0050	.0039	.0031
4	.0536	.0464	.0400	.0342	.0291	.0246	.0206	.0172	.0142	.0117
5	.1042	.0941	.0844	.0753	.0666	.0586	.0512	.0444	.0382	.0327
6	.1569	.1477	.1380	.1281	.1181	.1081	.0983	.0887	.0796	.0708
7	.1869	.1833	.1785	.1728	.1657	.1579	.1494	.1404	.1310	.1214
8	.1786	.1825	.1852	.1864	.1864	.1850	.1822	.1782	.1731	.1669
9	.1379	.1469	.1552	.1628	.1694	.1751	.1795	.1828	.1848	.1855
10	.0862	.0957	.1054	.1151	.1248	.1342	.1433	.1519	.1598	.1669
11	.0436	.0504	.0578	.0658	.0742	.0831	.0924	.1020	.1117	.1214
12	.0177	.0213	.0254	.0301	.0354	.0413	.0478	.0549	.0626	.0708
13	.0057	.0071	.0089	.0109	.0134	.0162	.0196	.0234	.0278	.0327
14	.0014	.0018	.0024	.0031	.0039	.0049	.0062	.0077	.0095	.0117
15	.0003	.0004	.0005	.0006	.0009	.0011	.0015	.0019	.0024	.0031
16	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0006
17	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
n = 19										
P \ r	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0	.8262	.6812	.5606	.4604	.3774	.3086	.2510	.2051	.1668	.1351
1	.1586	.2642	.3294	.3645	.3774	.3743	.3602	.3389	.3131	.2852
2	.0144	.0485	.0917	.1367	.1787	.2150	.2440	.2652	.2787	.2852
3	.0008	.0056	.0161	.0323	.0533	.0778	.1041	.1307	.1562	.1798
4	.0000	.0005	.0020	.0054	.0112	.0199	.0313	.0455	.0618	.0798
5	.0000	.0000	.0002	.0007	.0018	.0038	.0071	.0119	.0183	.0266
6	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0006	.0012	.0024	.0042	.0069
7	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0001	.0008	.0014
8	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002
P \ r	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0	.1092	.0881	.0709	.0569	.0456	.0364	.0290	.0230	.0182	.0144
1	.2565	.2284	.2014	.1761	.1529	.1318	.1129	.0961	.0813	.0685
2	.2854	.2803	.2708	.2581	.2428	.2259	.2081	.1898	.1717	.1540
3	.1999	.2166	.2293	.2381	.2428	.2439	.2415	.2361	.2282	.2182
4	.0988	.1181	.1371	.1550	.1714	.1858	.1979	.2073	.2141	.2182
5	.0366	.0483	.0614	.0757	.0907	.1062	.1216	.1365	.1507	.1638
6	.0106	.0154	.0214	.0288	.0374	.0472	.0581	.0699	.0825	.0953
7	.0021	.0039	.0059	.0087	.0122	.0167	.0221	.0285	.0359	.0443
8	.0004	.0008	.0013	.0021	.0032	.0048	.0066	.0094	.0126	.0166
9	.0001	.0001	.0002	.0004	.0007	.0011	.0017	.0025	.0036	.0051
10	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0006	.0009	.0013
11	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 19 (continuación)									
$x \backslash p$		.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0		.0113	.0089	.0070	.0054	.0042	.0033	.0025	.0019	.0015	.0011
1		.0573	.0477	.0396	.0328	.0268	.0219	.0178	.0144	.0116	.0093
2		.1371	.1212	.1064	.0927	.0803	.0692	.0592	.0503	.0426	.0358
3		.2065	.1937	.1800	.1659	.1517	.1377	.1240	.1109	.0985	.0869
4		.2196	.2185	.2151	.2098	.2023	.1935	.1835	.1726	.1610	.1491
5		.1751	.1849	.1928	.1986	.2023	.2040	.2036	.2013	.1973	.1916
6		.1086	.1217	.1343	.1463	.1574	.1672	.1757	.1827	.1880	.1916
7		.0536	.0637	.0745	.0858	.0974	.1091	.1207	.1320	.1426	.1525
8		.0214	.0270	.0334	.0406	.0487	.0575	.0670	.0770	.0874	.0981
9		.0069	.0093	.0122	.0157	.0198	.0247	.0303	.0366	.0436	.0514
10		.0018	.0026	.0036	.0050	.0066	.0087	.0112	.0142	.0178	.0220
11		.0004	.0006	.0009	.0013	.0018	.0025	.0034	.0045	.0060	.0077
12		.0001	.0001	.0002	.0003	.0004	.0006	.0008	.0012	.0016	.0022
13		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0002	.0004	.0005
14		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0		.0009	.0007	.0005	.0004	.0003	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001
1		.0074	.0059	.0046	.0036	.0029	.0022	.0017	.0013	.0010	.0008
2		.0299	.0249	.0206	.0169	.0138	.0112	.0091	.0073	.0058	.0046
3		.0762	.0664	.0574	.0494	.0422	.0358	.0302	.0253	.0211	.0175
4		.1370	.1249	.1131	.1017	.0909	.0806	.0710	.0621	.0540	.0467
5		.1846	.1764	.1672	.1572	.1468	.1360	.1251	.1143	.1036	.0933
6		.1935	.1936	.1921	.1890	.1844	.1785	.1714	.1634	.1546	.1451
7		.1515	.1692	.1757	.1808	.1844	.1865	.1870	.1860	.1835	.1797
8		.1088	.1195	.1298	.1397	.1489	.1573	.1647	.1710	.1750	.1787
9		.0597	.0687	.0782	.0880	.0980	.1082	.1182	.1281	.1375	.1464
10		.0268	.0323	.0385	.0453	.0528	.0608	.0694	.0785	.0879	.0976
11		.0099	.0124	.0155	.0191	.0233	.0280	.0334	.0394	.0460	.0532
12		.0030	.0039	.0051	.0066	.0083	.0105	.0131	.0161	.0196	.0237
13		.0007	.0010	.0014	.0018	.0024	.0032	.0041	.0053	.0067	.0085
14		.0001	.0002	.0003	.0004	.0006	.0008	.0010	.0014	.0018	.0024
15		.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	.0004	.0005
16		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
1		.0006	.0004	.0003	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001	.0001	.0000
2		.0037	.0029	.0022	.0017	.0013	.0010	.0008	.0006	.0004	.0003
3		.0144	.0118	.0096	.0077	.0062	.0049	.0039	.0031	.0024	.0018
4		.0400	.0341	.0289	.0243	.0203	.0168	.0138	.0113	.0092	.0074
5		.0834	.0741	.0653	.0572	.0497	.0429	.0368	.0313	.0265	.0222
6		.1353	.1252	.1150	.1049	.0949	.0843	.0751	.0674	.0603	.0518
7		.1746	.1683	.1611	.1530	.1443	.1350	.1254	.1156	.1058	.0961
8		.1820	.1829	.1823	.1803	.1771	.1725	.1668	.1601	.1525	.1442
9		.1546	.1518	.1481	.1432	.1371	.1305	.1238	.1166	.1091	.1022
10		.1074	.1172	.1268	.1361	.1449	.1530	.1603	.1567	.1721	.1762
11		.0611	.0694	.0783	.0875	.0970	.1066	.1163	.1259	.1352	.1442
12		.0283	.0335	.0394	.0458	.0529	.0606	.0688	.0775	.0866	.0961
13		.0106	.0131	.0160	.0194	.0233	.0278	.0328	.0385	.0438	.0518
14		.0032	.0041	.0052	.0065	.0082	.0101	.0125	.0152	.0185	.0222
15		.0007	.0010	.0013	.0017	.0022	.0029	.0037	.0047	.0059	.0074
16		.0001	.0002	.0002	.0003	.0005	.0006	.0008	.0011	.0014	.0018
17		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003

		n = 21									
$x \backslash p$		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		.8173	.6776	.5434	.4420	.3585	.2901	.2342	.1887	.1516	.1216
1		.1652	.2725	.3314	.3683	.3774	.3703	.3526	.3282	.3009	.2702
2		.0159	.0528	.0788	.1058	.1387	.1746	.2121	.2511	.2918	.2852
3		.0010	.0045	.0103	.0184	.0296	.0450	.0639	.0864	.1127	.1501
4		.0000	.0006	.0024	.0065	.0133	.0233	.0364	.0523	.0703	.0898
5		.0000	.0000	.0002	.0009	.0022	.0048	.0088	.0145	.0222	.0319
6		.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0008	.0017	.0032	.0055	.0089
7		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0005	.0011	.0020
8		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004
9		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 20 (continuación)									
r \ p	p	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
		0	.0972	.0776	.0617	.0490	.0388	.0306	.0241	.0189	.0148
1	.2403	.2115	.1844	.1595	.1368	.1165	.0986	.0829	.0693	.0576	
2	.2822	.2740	.2618	.2466	.2293	.2109	.1919	.1730	.1545	.1389	
3	.2093	.2242	.2347	.2409	.2428	.2410	.2358	.2278	.2175	.2054	
4	.1099	.1299	.1491	.1666	.1821	.1951	.2053	.2125	.2168	.2182	
5	.0435	.0567	.0713	.0868	.1028	.1189	.1345	.1493	.1627	.1746	
6	.0134	.0193	.0266	.0353	.0454	.0566	.0689	.0819	.0954	.1091	
7	.0033	.0053	.0080	.0115	.0160	.0216	.0282	.0360	.0448	.0545	
8	.0007	.0012	.0019	.0030	.0046	.0067	.0094	.0128	.0171	.0222	
9	.0001	.0002	.0004	.0007	.0011	.0017	.0026	.0038	.0053	.0074	
10	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0004	.0006	.0009	.0014	.0020	
11	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0003	
12	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	
0	.0090	.0069	.0054	.0041	.0032	.0024	.0018	.0014	.0011	.0008	
1	.0477	.0392	.0321	.0261	.0211	.0170	.0137	.0109	.0087	.0068	
2	.1204	.1050	.0910	.0783	.0669	.0569	.0480	.0403	.0336	.0278	
3	.1920	.1777	.1631	.1484	.1339	.1199	.1065	.0940	.0823	.0716	
4	.2169	.2131	.2070	.1991	.1897	.1790	.1675	.1553	.1429	.1304	
5	.1845	.1923	.1979	.2012	.2023	.2013	.1982	.1933	.1868	.1789	
6	.1226	.1356	.1478	.1589	.1686	.1768	.1833	.1879	.1907	.1916	
7	.0652	.0765	.0863	.1003	.1124	.1242	.1356	.1462	.1558	.1643	
8	.0282	.0351	.0429	.0515	.0609	.0709	.0815	.0924	.1034	.1144	
9	.0100	.0132	.0171	.0217	.0271	.0332	.0402	.0479	.0563	.0654	
10	.0029	.0041	.0056	.0075	.0099	.0128	.0163	.0205	.0253	.0308	
11	.0007	.0010	.0015	.0022	.0030	.0041	.0055	.0072	.0094	.0120	
12	.0001	.0002	.0003	.0005	.0008	.0011	.0015	.0021	.0029	.0039	
13	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0005	.0007	.0010	
14	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	
0	.0006	.0004	.0003	.0002	.0002	.0001	.0001	.0001	.0001	.0000	
1	.0054	.0042	.0033	.0025	.0020	.0015	.0011	.0009	.0007	.0005	
2	.0229	.0188	.0153	.0124	.0100	.0080	.0064	.0050	.0040	.0031	
3	.0619	.0531	.0453	.0383	.0323	.0270	.0224	.0185	.0152	.0123	
4	.1181	.1062	.0947	.0839	.0738	.0645	.0559	.0482	.0412	.0350	
5	.1698	.1599	.1493	.1384	.1272	.1161	.1051	.0945	.0843	.0746	
6	.1907	.1881	.1839	.1782	.1712	.1632	.1543	.1447	.1347	.1244	
7	.1714	.1770	.1811	.1836	.1844	.1836	.1812	.1774	.1722	.1659	
8	.1251	.1354	.1450	.1537	.1614	.1678	.1730	.1767	.1780	.1797	
9	.0750	.0849	.0952	.1056	.1158	.1259	.1354	.1444	.1526	.1597	
10	.0370	.0440	.0516	.0598	.0686	.0779	.0875	.0974	.1073	.1171	
11	.0151	.0188	.0231	.0280	.0336	.0398	.0467	.0542	.0624	.0710	
12	.0051	.0066	.0085	.0108	.0138	.0168	.0206	.0249	.0299	.0355	
13	.0014	.0019	.0026	.0034	.0045	.0058	.0074	.0094	.0118	.0146	
14	.0003	.0005	.0006	.0009	.0012	.0016	.0022	.0029	.0038	.0049	
15	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	.0004	.0005	.0007	.0010	.0013	
16	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	
0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
1	.0004	.0003	.0002	.0001	.0001	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	
2	.0024	.0018	.0014	.0011	.0008	.0006	.0005	.0003	.0002	.0002	
3	.0100	.0080	.0064	.0051	.0040	.0031	.0024	.0019	.0014	.0011	
4	.0295	.0247	.0206	.0170	.0139	.0113	.0092	.0074	.0059	.0046	
5	.0656	.0573	.0496	.0427	.0365	.0309	.0260	.0217	.0180	.0148	
6	.1140	.1037	.0936	.0839	.0746	.0658	.0577	.0501	.0432	.0370	
7	.1585	.1502	.1413	.1318	.1221	.1122	.1023	.0925	.0830	.0739	
8	.1790	.1768	.1732	.1683	.1623	.1553	.1474	.1388	.1296	.1201	
9	.1658	.1707	.1742	.1763	.1771	.1763	.1742	.1708	.1661	.1602	
10	.1268	.1359	.1446	.1524	.1593	.1652	.1700	.1734	.1755	.1762	
11	.0801	.0895	.0991	.1089	.1185	.1280	.1370	.1455	.1533	.1602	
12	.0417	.0486	.0561	.0642	.0727	.0818	.0911	.1007	.1105	.1201	
13	.0178	.0217	.0260	.0310	.0366	.0429	.0497	.0572	.0653	.0738	
14	.0062	.0078	.0098	.0122	.0150	.0183	.0221	.0264	.0314	.0370	
15	.0017	.0023	.0030	.0038	.0049	.0062	.0078	.0098	.0121	.0148	
16	.0004	.0005	.0007	.0009	.0013	.0017	.0022	.0028	.0038	.0048	
17	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0005	.0006	.0008	.0011	
18	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 25									
r \ p	01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10	
0	.7778	.6035	.4670	.3604	.2774	.2129	.1630	.1244	.0948	.0718	
1	.1954	.3079	.3811	.4354	.4650	.4798	.4866	.4844	.4740	.4564	
2	.0238	.0754	.1340	.1877	.2305	.2602	.2770	.2821	.2777	.2659	
3	.0018	.0118	.0318	.0600	.0930	.1273	.1598	.1881	.2106	.2265	
4	.0001	.0013	.0054	.0137	.0269	.0447	.0662	.0899	.1145	.1384	
5	.0000	.0001	.0007	.0024	.0060	.0120	.0209	.0329	.0476	.0648	
6	.0000	.0000	.0001	.0003	.0010	.0026	.0052	.0095	.0157	.0238	
7	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0004	.0011	.0022	.0042	.0072	
8	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0009	.0018	
9	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	
10	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	
	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20	
0	.0543	.0409	.0308	.0230	.0172	.0128	.0095	.0070	.0052	.0038	
1	.1578	.1395	.1149	.0938	.0759	.0609	.0486	.0384	.0302	.0236	
2	.2488	.2283	.2060	.1832	.1607	.1392	.1193	.1012	.0851	.0708	
3	.2358	.2387	.2360	.2286	.2174	.2033	.1874	.1704	.1530	.1358	
4	.1603	.1790	.1940	.2047	.2110	.2130	.2111	.2057	.1974	.1867	
5	.0832	.1025	.1217	.1399	.1564	.1704	.1816	.1897	.1945	.1960	
6	.0343	.0466	.0606	.0759	.0920	.1082	.1240	.1388	.1520	.1633	
7	.0115	.0173	.0246	.0336	.0441	.0559	.0689	.0827	.0968	.1108	
8	.0032	.0053	.0083	.0123	.0175	.0240	.0318	.0408	.0511	.0623	
9	.0007	.0014	.0023	.0038	.0058	.0086	.0123	.0169	.0226	.0294	
10	.0001	.0003	.0006	.0010	.0016	.0026	.0040	.0059	.0085	.0118	
11	.0000	.0001	.0001	.0002	.0004	.0007	.0011	.0018	.0027	.0040	
12	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0003	.0005	.0007	.0012	
13	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	
14	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	
	.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30	
0	.0028	.0020	.0015	.0010	.0008	.0005	.0004	.0003	.0002	.0001	
1	.0184	.0141	.0109	.0083	.0063	.0047	.0035	.0026	.0020	.0014	
2	.0545	.0417	.0309	.0214	.0151	.0109	.0077	.0057	.0044	.0032	
3	.1132	.1035	.0821	.0759	.0641	.0537	.0446	.0367	.0300	.0243	
4	.1742	.1606	.1463	.1318	.1175	.1037	.0906	.0785	.0673	.0572	
5	.1945	.1903	.1836	.1749	.1645	.1531	.1408	.1282	.1155	.1030	
6	.1724	.1749	.1828	.1841	.1829	.1793	.1736	.1661	.1572	.1472	
7	.1244	.1369	.1482	.1578	.1654	.1709	.1743	.1754	.1743	.1712	
8	.0744	.0869	.0996	.1121	.1241	.1351	.1450	.1535	.1602	.1651	
9	.0373	.0463	.0562	.0669	.0781	.0897	.1013	.1127	.1236	.1336	
10	.0159	.0209	.0269	.0338	.0417	.0504	.0600	.0701	.0808	.0916	
11	.0058	.0080	.0109	.0145	.0189	.0242	.0302	.0372	.0450	.0536	
12	.0018	.0026	.0038	.0054	.0074	.0099	.0130	.0169	.0214	.0268	
13	.0005	.0007	.0011	.0017	.0025	.0035	.0048	.0066	.0088	.0115	
14	.0001	.0002	.0003	.0005	.0007	.0010	.0015	.0022	.0031	.0042	
15	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0004	.0006	.0009	.0013	
16	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0002	.0004	
17	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	
	.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40	
0	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
1	.0011	.0008	.0006	.0004	.0003	.0002	.0001	.0001	.0001	.0000	
2	.0057	.0043	.0033	.0025	.0018	.0014	.0010	.0007	.0005	.0004	
3	.0195	.0158	.0123	.0097	.0076	.0058	.0045	.0034	.0026	.0019	
4	.0482	.0403	.0334	.0274	.0224	.0181	.0145	.0115	.0091	.0071	
5	.0910	.0797	.0691	.0594	.0506	.0427	.0357	.0297	.0244	.0199	
6	.1363	.1250	.1134	.1020	.0908	.0801	.0700	.0606	.0520	.0442	
7	.1662	.1596	.1516	.1426	.1327	.1222	.1115	.1008	.0902	.0800	
8	.1680	.1690	.1681	.1652	.1607	.1547	.1474	.1390	.1298	.1200	
9	.1426	.1502	.1563	.1608	.1635	.1644	.1635	.1609	.1567	.1511	
10	.1025	.1131	.1232	.1325	.1409	.1479	.1536	.1578	.1603	.1612	
11	.0648	.0725	.0828	.0931	.1034	.1135	.1230	.1319	.1398	.1465	
12	.0329	.0399	.0476	.0560	.0650	.0745	.0843	.0943	.1043	.1140	
13	.0148	.0188	.0234	.0288	.0350	.0419	.0495	.0578	.0667	.0760	
14	.0057	.0076	.0099	.0127	.0161	.0202	.0249	.0304	.0365	.0434	
15	.0019	.0026	.0036	.0048	.0064	.0083	.0107	.0136	.0171	.0212	
16	.0005	.0008	.0011	.0015	.0021	.0029	.0039	.0052	.0068	.0088	
17	.0001	.0002	.0003	.0004	.0006	.0009	.0012	.0017	.0023	.0031	
18	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	.0005	.0007	.0009	
19	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0002	

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 25 (continuación)									
r \ p		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
1		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
2		.0003	.0002	.0001	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
3		.0014	.0011	.0008	.0006	.0004	.0003	.0002	.0001	.0001	.0001
4		.0055	.0042	.0032	.0024	.0018	.0014	.0010	.0007	.0005	.0004
5		.0161	.0129	.0102	.0081	.0063	.0049	.0037	.0028	.0021	.0016
6		.0372	.0311	.0257	.0211	.0172	.0138	.0110	.0087	.0068	.0053
7		.0703	.0611	.0527	.0450	.0381	.0319	.0265	.0218	.0178	.0143
8		.1099	.0996	.0895	.0796	.0701	.0612	.0529	.0453	.0384	.0322
9		.1442	.1363	.1275	.1181	.1084	.0985	.0886	.0790	.0697	.0609
10		.1603	.1579	.1539	.1485	.1419	.1342	.1257	.1166	.1071	.0974
11		.1519	.1559	.1583	.1591	.1583	.1559	.1521	.1468	.1404	.1328
12		.1232	.1317	.1393	.1458	.1511	.1550	.1573	.1581	.1573	.1550
13		.0856	.0954	.1051	.1146	.1238	.1320	.1395	.1460	.1512	.1550
14		.0510	.0592	.0680	.0772	.0867	.0964	.1060	.1155	.1245	.1328
15		.0260	.0314	.0376	.0445	.0520	.0602	.0690	.0782	.0877	.0974
16		.0113	.0142	.0177	.0218	.0266	.0321	.0382	.0451	.0527	.0609
17		.0042	.0055	.0071	.0091	.0115	.0145	.0179	.0220	.0268	.0322
18		.0013	.0018	.0024	.0032	.0042	.0055	.0071	.0090	.0114	.0143
19		.0003	.0005	.0007	.0009	.0013	.0017	.0023	.0031	.0040	.0053
20		.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	.0004	.0005	.0009	.0012	.0016
21		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	.0004
22		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001

		n = 50									
r \ p		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		.6050	.3642	.2181	.1299	.0769	.0453	.0268	.0155	.0090	.0052
1		.3056	.3716	.3372	.2706	.2025	.1447	.0999	.0672	.0443	.0286
2		.0756	.1858	.2555	.2762	.2611	.2262	.1843	.1433	.1073	.0779
3		.0122	.0607	.1264	.1842	.2199	.2311	.2219	.1993	.1698	.1386
4		.0015	.0145	.0459	.0902	.1360	.1733	.1963	.2037	.1973	.1809
5		.0001	.0027	.0131	.0346	.0658	.1018	.1359	.1629	.1795	.1849
6		.0000	.0004	.0030	.0108	.0260	.0487	.0767	.1063	.1332	.1541
7		.0000	.0001	.0006	.0028	.0086	.0195	.0363	.0581	.0828	.1076
8		.0000	.0000	.0001	.0006	.0024	.0067	.0147	.0271	.0440	.0643
9		.0000	.0000	.0000	.0001	.0006	.0020	.0052	.0110	.0203	.0333
10		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0005	.0016	.0039	.0082	.0152
11		0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0004	.0012	.0030	.0061
12		0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0004	.0010	.0022
13		0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0007
14		0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002
15		0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
16		0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
17		0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
18		0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
19		0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
20		0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000
21		0	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000
22		0	0	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000
23		0	0	0	0	0	0	0	0	0	.0000

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		$n = 50$									
$x \backslash p$		.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20
0		.0029	.0017	.0009	.0005	.0003	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000
1		.0182	.0114	.0071	.0043	.0026	.0016	.0009	.0005	.0003	.0002
2		.0552	.0382	.0259	.0172	.0113	.0073	.0046	.0029	.0018	.0011
3		.1091	.0833	.0619	.0449	.0319	.0222	.0151	.0102	.0067	.0044
4		.1584	.1334	.1086	.0858	.0661	.0496	.0364	.0262	.0185	.0128
5		.1801	.1674	.1493	.1286	.1072	.0869	.0687	.0530	.0400	.0295
6		.1670	.1712	.1674	.1570	.1419	.1242	.1055	.0872	.0703	.0554
7		.1297	.1467	.1572	.1606	.1575	.1487	.1358	.1203	.1037	.0870
8		.0862	.1075	.1263	.1406	.1493	.1523	.1495	.1420	.1307	.1189
9		.0497	.0684	.0880	.1068	.1230	.1353	.1429	.1454	.1431	.1364
10		.0252	.0383	.0539	.0713	.0890	.1057	.1200	.1309	.1376	.1398
11		.0113	.0190	.0293	.0422	.0571	.0732	.0894	.1043	.1174	.1271
12		.0045	.0084	.0142	.0223	.0328	.0453	.0595	.0745	.0895	.1033
13		.0016	.0034	.0062	.0106	.0169	.0252	.0356	.0478	.0613	.0755
14		.0005	.0012	.0025	.0046	.0079	.0127	.0193	.0277	.0380	.0499
15		.0002	.0004	.0009	.0018	.0033	.0058	.0095	.0146	.0214	.0299
16		.0000	.0001	.0003	.0006	.0013	.0024	.0042	.0070	.0110	.0164
17		.0000	.0000	.0001	.0002	.0005	.0009	.0017	.0031	.0052	.0082
18		.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0003	.0007	.0012	.0022	.0037
19		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0005	.0009	.0016
20		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0003	.0006
21		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002
22		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
23		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
		.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
0		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
1		.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
2		.0007	.0004	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
3		.0028	.0018	.0011	.0007	.0004	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000
4		.0088	.0059	.0039	.0025	.0016	.0010	.0006	.0004	.0002	.0001
5		.0214	.0152	.0106	.0073	.0049	.0033	.0021	.0014	.0009	.0006
6		.0427	.0322	.0238	.0173	.0123	.0087	.0060	.0040	.0027	.0018
7		.0713	.0571	.0447	.0344	.0259	.0191	.0139	.0099	.0069	.0048
8		.1019	.0865	.0718	.0583	.0463	.0361	.0276	.0207	.0152	.0110
9		.1263	.1139	.1001	.0859	.0721	.0592	.0476	.0375	.0290	.0220
10		.1377	.1317	.1226	.1113	.0985	.0852	.0721	.0598	.0485	.0386
11		.1331	.1351	.1332	.1278	.1194	.1089	.0970	.0845	.0721	.0602
12		.1150	.1238	.1293	.1311	.1294	.1244	.1166	.1068	.0957	.0838
13		.0894	.1021	.1129	.1210	.1261	.1277	.1261	.1215	.1142	.1050
14		.0628	.0761	.0891	.1010	.1110	.1186	.1233	.1248	.1233	.1189
15		.0400	.0515	.0639	.0766	.0888	.1000	.1094	.1165	.1209	.1223
16		.0233	.0318	.0417	.0529	.0648	.0769	.0885	.0991	.1090	.1147
17		.0124	.0179	.0249	.0334	.0432	.0540	.0655	.0771	.0882	.0983
18		.0060	.0093	.0137	.0193	.0264	.0348	.0444	.0550	.0661	.0772
19		.0027	.0044	.0069	.0103	.0148	.0206	.0277	.0360	.0454	.0558
20		.0011	.0019	.0032	.0050	.0077	.0112	.0159	.0217	.0288	.0370
21		.0004	.0008	.0014	.0023	.0036	.0056	.0084	.0121	.0168	.0227
22		.0001	.0003	.0005	.0009	.0016	.0026	.0041	.0062	.0090	.0128
23		.0000	.0001	.0002	.0004	.0006	.0011	.0018	.0029	.0045	.0067
24		.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0004	.0008	.0013	.0021	.0032
25		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0003	.0005	.0009	.0014
26		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0006
27		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002
28		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 50 (continuación)									
$X/P$		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0
1		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
2		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
3		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4		.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
5		.0003	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
6		.0011	.0007	.0005	.0003	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000
7		.0032	.0022	.0014	.0009	.0006	.0004	.0002	.0001	.0001	.0000
8		.0078	.0055	.0037	.0025	.0017	.0011	.0007	.0004	.0003	.0002
9		.0164	.0120	.0086	.0061	.0042	.0029	.0019	.0013	.0008	.0005
10		.0301	.0231	.0174	.0128	.0093	.0066	.0046	.0032	.0022	.0014
11		.0493	.0395	.0311	.0240	.0182	.0136	.0099	.0071	.0050	.0035
12		.0719	.0604	.0498	.0402	.0319	.0248	.0189	.0142	.0105	.0076
13		.0944	.0831	.0717	.0606	.0502	.0408	.0325	.0255	.0195	.0147
14		.1121	.1034	.0933	.0825	.0714	.0607	.0505	.0412	.0330	.0260
15		.1209	.1168	.1103	.1020	.0923	.0819	.0712	.0606	.0507	.0415
16		.1188	.1202	.1189	.1149	.1088	.1008	.0914	.0813	.0709	.0606
17		.1068	.1132	.1171	.1184	.1171	.1133	.1074	.0997	.0906	.0808
18		.0880	.0976	.1057	.1118	.1156	.1169	.1156	.1120	.1062	.0987
19		.0666	.0774	.0877	.0970	.1048	.1107	.1144	.1156	.1144	.1109
20		.0453	.0564	.0670	.0775	.0875	.0965	.1041	.1098	.1134	.1146
21		.0297	.0379	.0471	.0570	.0673	.0776	.0874	.0962	.1035	.1091
22		.0176	.0235	.0306	.0387	.0478	.0575	.0676	.0777	.0873	.0958
23		.0096	.0135	.0183	.0243	.0313	.0394	.0484	.0580	.0679	.0778
24		.0049	.0071	.0102	.0141	.0190	.0249	.0319	.0400	.0489	.0584
25		.0023	.0035	.0052	.0075	.0106	.0146	.0195	.0255	.0325	.0405
26		.0010	.0016	.0025	.0037	.0055	.0079	.0110	.0150	.0200	.0259
27		.0004	.0007	.0011	.0017	.0026	.0039	.0058	.0082	.0113	.0154
28		.0001	.0003	.0004	.0007	.0012	.0018	.0028	.0041	.0060	.0084
29		.0000	.0001	.0002	.0003	.0005	.0008	.0012	.0019	.0029	.0043
30		.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0005	.0008	.0013	.0020
31		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0005	.0009
32		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003
33		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		.0000	.0000	.0000	0	0	0	0	0	0	0
2		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0	0
3		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
5		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
6		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
7		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
8		.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
9		.0003	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
10		.0009	.0006	.0004	.0002	.0001	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000
11		.0024	.0016	.0010	.0007	.0004	.0003	.0002	.0001	.0001	.0000
12		.0054	.0037	.0026	.0017	.0011	.0007	.0005	.0003	.0002	.0001
13		.0109	.0079	.0057	.0040	.0027	.0018	.0012	.0008	.0005	.0003
14		.0200	.0152	.0113	.0082	.0059	.0041	.0029	.0019	.0013	.0008

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 50 (continuación)									
r \ p		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
15		.0334	.0264	.0204	.0155	.0116	.0085	.0061	.0043	.0030	.0020
16		.0508	.0418	.0337	.0267	.0207	.0158	.0118	.0086	.0062	.0044
17		.0706	.0605	.0508	.0419	.0339	.0269	.0209	.0159	.0119	.0087
18		.0899	.0803	.0703	.0604	.0508	.0420	.0340	.0270	.0210	.0160
19		.1053	.0979	.0893	.0799	.0700	.0602	.0507	.0419	.0340	.0270
20		.1134	.1099	.1044	.0973	.0888	.0795	.0697	.0600	.0506	.0419
21		.1128	.1137	.1126	.1092	.1038	.0967	.0884	.0791	.0695	.0598
22		.1031	.1086	.1119	.1131	.1119	.1086	.1033	.0963	.0880	.0788
23		.0872	.0957	.1028	.1082	.1115	.1126	.1115	.1082	.1029	.0950
24		.0682	.0780	.0872	.0956	.1026	.1079	.1112	.1124	.1112	.1080
25		.0493	.0587	.0684	.0781	.0873	.0956	.1026	.1079	.1112	.1123
26		.0329	.0409	.0497	.0590	.0687	.0783	.0875	.0957	.1027	.1080
27		.0203	.0263	.0333	.0412	.0500	.0593	.0690	.0786	.0877	.0960
28		.0116	.0157	.0206	.0266	.0338	.0415	.0502	.0596	.0692	.0788
29		.0061	.0086	.0118	.0159	.0208	.0268	.0338	.0417	.0504	.0598
30		.0030	.0044	.0062	.0087	.0119	.0160	.0210	.0270	.0339	.0419
31		.0013	.0020	.0030	.0044	.0063	.0088	.0120	.0161	.0210	.0270
32		.0006	.0009	.0014	.0021	.0031	.0044	.0063	.0088	.0120	.0160
33		.0002	.0003	.0006	.0009	.0014	.0021	.0031	.0044	.0063	.0087
34		.0001	.0001	.0002	.0003	.0006	.0009	.0014	.0020	.0030	.0044
35		.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0005	.0009	.0013	.0020
36		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0005	.0008
37		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003
38		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001

		n = 75									
r \ p		.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0		.4706	.2198	.1018	.0468	.0213	.0097	.0043	.0019	.0008	.0004
1		.3565	.3364	.2362	.1463	.0843	.0462	.0244	.0125	.0063	.0031
2		.1332	.2540	.2703	.2255	.1641	.1091	.0680	.0404	.0230	.0127
3		.0327	.1261	.2034	.2287	.2101	.1695	.1246	.0854	.0554	.0313
4		.0060	.0463	.1132	.1715	.1991	.1947	.1688	.1337	.0985	.0685
5		.0009	.0134	.0497	.1015	.1488	.1765	.1804	.1651	.1384	.1081
6		.0001	.0032	.0179	.0493	.0914	.1314	.1584	.1674	.1597	.1402
7		.0000	.0006	.0055	.0203	.0474	.0827	.1176	.1435	.1557	.1535
8		.0000	.0001	.0014	.0072	.0212	.0449	.0752	.1061	.1309	.1450
9		.0000	.0000	.0003	.0022	.0083	.0213	.0421	.0687	.0964	.1199
10		.0000	.0000	.0001	.0006	.0029	.0090	.0209	.0394	.0629	.0880
11		.0000	.0000	.0000	.0002	.0009	.0034	.0093	.0203	.0368	.0578
12		0	.0000	.0000	.0000	.0003	.0012	.0037	.0094	.0184	.0312
13		0	.0000	.0000	.0000	.0001	.0004	.0014	.0040	.0083	.0184
14		0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0005	.0015	.0041	.0091
15		0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0005	.0016	.0041
16		0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0002	.0006	.0017
17		0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0007
18		0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002
19		0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
20		0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
21		0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
22		0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000
23		0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000
24		0	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000
25		0	0	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000
26		0	0	0	0	0	0	0	0	0	.0000
27		0	0	0	0	0	0	0	0	0	.0000
28		0	0	0	0	0	0	0	0	0	.0000
29		0	0	0	0	0	0	0	0	0	.0000
30		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 25 (continuación)									
P		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0		.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
1		.0015	.0007	.0003	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
2		.0058	.0035	.0018	.0009	.0004	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000
3		.0204	.0117	.0066	.0036	.0019	.0010	.0005	.0002	.0001	.0001
4		.0454	.0288	.0176	.0104	.0060	.0034	.0018	.0010	.0005	.0003
5		.0787	.0558	.0374	.0241	.0150	.0091	.0053	.0030	.0017	.0009
6		.1149	.0888	.0652	.0458	.0309	.0201	.0127	.0077	.0046	.0027
7		.1400	.1193	.0961	.0735	.0538	.0378	.0256	.0167	.0106	.0065
8		.1470	.1383	.1220	.1018	.0807	.0612	.0446	.0313	.0212	.0139
9		.1353	.1404	.1357	.1233	.1060	.0848	.0679	.0511	.0370	.0258
10		.1104	.1264	.1339	.1325	.1235	.1091	.0919	.0740	.0572	.0428
11		.0806	.1018	.1182	.1275	.1288	.1228	.1112	.0960	.0793	.0630
12		.0531	.0741	.0942	.1107	.1212	.1248	.1214	.1124	.0992	.0840
13		.0318	.0489	.0682	.0873	.1037	.1152	.1205	.1195	.1128	.1017
14		.0174	.0296	.0451	.0629	.0810	.0971	.1093	.1162	.1172	.1126
15		.0088	.0164	.0274	.0417	.0581	.0752	.0911	.1037	.1118	.1145
16		.0041	.0084	.0154	.0254	.0385	.0537	.0699	.0854	.0983	.1073
17		.0017	.0040	.0080	.0144	.0236	.0355	.0497	.0650	.0800	.0931
18		.0007	.0017	.0038	.0075	.0134	.0218	.0328	.0460	.0605	.0750
19		.0003	.0007	.0017	.0037	.0071	.0125	.0202	.0303	.0426	.0563
20		.0001	.0003	.0007	.0017	.0035	.0066	.0116	.0186	.0280	.0394
21		.0000	.0001	.0003	.0007	.0016	.0033	.0062	.0107	.0172	.0258
22		.0000	.0000	.0001	.0003	.0007	.0016	.0031	.0058	.0099	.0158
23		.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0007	.0015	.0029	.0053	.0091
24		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0007	.0014	.0027	.0049
25		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0006	.0013	.0025
26		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0006	.0012
27		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0005
28		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002
29		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
30		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
31		0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
32		0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
33		0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
34		0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
35		0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000

		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0
1		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
2		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
3		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4		.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
5		.0005	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
6		.0015	.0008	.0004	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000
7		.0039	.0023	.0013	.0007	.0004	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000
8		.0088	.0055	.0033	.0019	.0011	.0005	.0003	.0002	.0001	.0001
9		.0175	.0115	.0073	.0045	.0027	.0016	.0009	.0005	.0003	.0001
10		.0307	.0213	.0144	.0094	.0064	.0037	.0022	.0013	.0007	.0004
11		.0481	.0355	.0254	.0176	.0118	.0077	.0049	.0030	.0018	.0011
12		.0683	.0535	.0404	.0295	.0204	.0144	.0096	.0062	.0039	.0024
13		.0879	.0731	.0585	.0453	.0338	.0245	.0172	.0118	.0078	.0050
14		.1035	.0913	.0774	.0633	.0500	.0381	.0292	.0202	.0141	.0095
15		.1119	.1047	.0940	.0813	.0677	.0545	.0424	.0320	.0234	.0168
16		.1116	.1107	.1053	.0982	.0845	.0718	.0589	.0467	.0359	.0267
17		.1029	.1081	.1092	.1055	.0939	.0816	.0756	.0630	.0508	.0397
18		.0881	.0985	.1051	.1073	.1052	.0991	.0900	.0789	.0669	.0549
19		.0703	.0834	.0942	.1017	.1052	.1045	.0999	.0921	.0820	.0705
20		.0523	.0658	.0788	.0899	.0982	.1028	.1035	.1003	.0938	.0845
21		.0364	.0496	.0616	.0744	.0857	.0918	.1002	.1021	.1003	.0950
22		.0238	.0377	.0492	.0578	.0701	.0816	.0910	.0975	.1005	.1000
23		.0146	.0219	.0311	.0419	.0539	.0661	.0778	.0874	.0946	.0987
24		.0084	.0134	.0201	.0287	.0389	.0503	.0622	.0738	.0838	.0917
25		.0043	.0077	.0125	.0185	.0265	.0360	.0469	.0584	.0698	.0801
26		.0023	.0042	.0070	.0112	.0170	.0244	.0334	.0437	.0548	.0660
27		.0011	.0021	.0038	.0064	.0103	.0155	.0224	.0308	.0406	.0514
28		.0005	.0010	.0020	.0035	.0059	.0094	.0142	.0206	.0285	.0377
29		.0002	.0005	.0009	.0018	.0032	.0053	.0085	.0130	.0188	.0262

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n 75(continuación)									
r		.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29	.30
30		.0001	.0002	.0004	.0009	.0016	.0029	.0048	.0077	.0118	.0172
31		.0000	.0001	.0002	.0004	.0008	.0015	.0026	.0044	.0070	.0107
32		.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0007	.0013	.0023	.0039	.0063
33		.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0003	.0006	.0012	.0021	.0035
34		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0003	.0006	.0011	.0019
35		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0003	.0005	.0009
36		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0004
37		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002
38		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0	0	0
3		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0
4		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
5		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
6		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
7		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
8		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
9		.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
10		.0002	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
11		.0006	.0003	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
12		.0014	.0008	.0005	.0003	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000
13		.0032	.0019	.0011	.0007	.0004	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000
14		.0063	.0040	.0025	.0015	.0009	.0005	.0003	.0002	.0001	.0000
15		.0115	.0077	.0050	.0032	.0020	.0012	.0007	.0004	.0002	.0001
16		.0193	.0136	.0093	.0061	.0040	.0025	.0015	.0009	.0005	.0003
17		.0301	.0222	.0158	.0110	.0074	.0049	.0031	.0019	.0012	.0007
18		.0436	.0336	.0251	.0182	.0129	.0088	.0059	.0038	.0024	.0015
19		.0588	.0474	.0371	.0282	.0208	.0149	.0104	.0070	.0046	.0030
20		.0739	.0625	.0512	.0407	.0314	.0235	.0171	.0121	.0083	.0056
21		.0870	.0770	.0660	.0549	.0442	.0346	.0263	.0194	.0139	.0097
22		.0959	.0890	.0798	.0694	.0585	.0478	.0379	.0292	.0218	.0159
23		.0993	.0965	.0906	.0824	.0725	.0619	.0513	.0412	.0321	.0244
24		.0967	.0984	.0967	.0919	.0846	.0755	.0652	.0547	.0445	.0352
25		.0886	.0944	.0972	.0966	.0930	.0866	.0782	.0684	.0581	.0479
26		.0765	.0855	.0920	.0957	.0963	.0937	.0883	.0806	.0714	.0614
27		.0624	.0730	.0823	.0895	.0941	.0956	.0941	.0897	.0829	.0742
28		.0481	.0589	.0695	.0790	.0868	.0922	.0947	.0942	.0908	.0848
29		.0350	.0474	.0554	.0660	.0758	.0841	.0902	.0936	.0941	.0917
30		.0241	.0321	.0412	.0521	.0620	.0725	.0812	.0880	.0922	.0937
31		.0157	.0221	.0299	.0390	.0489	.0592	.0692	.0783	.0856	.0907
32		.0097	.0143	.0203	.0276	.0362	.0458	.0559	.0659	.0753	.0831
33		.0057	.0083	.0130	.0185	.0254	.0336	.0428	.0527	.0627	.0722
34		.0032	.0051	.0079	.0118	.0169	.0233	.0310	.0399	.0495	.0595
35		.0017	.0028	.0046	.0071	.0107	.0154	.0214	.0286	.0371	.0464
36		.0008	.0015	.0025	.0041	.0064	.0096	.0139	.0195	.0263	.0344
37		.0004	.0007	.0013	.0022	.0036	.0057	.0086	.0126	.0178	.0242
38		.0002	.0003	.0005	.0011	.0019	.0032	.0051	.0077	.0114	.0161
39		.0001	.0002	.0003	.0006	.0010	.0017	.0028	.0045	.0069	.0102
40		.0000	.0001	.0001	.0003	.0005	.0009	.0015	.0025	.0040	.0061
41		.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0004	.0007	.0013	.0022	.0035
42		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0006	.0011	.0019
43		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0003	.0005	.0010
44		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0003	.0005
45		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002
46		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5		.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6		.0000	.0000	.0000	0	0	0	0	0	0	0
7		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0	0	0	0
8		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0	0	0
9		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

n = 75 (continuación)

r/p	.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
10	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
11	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
12	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
13	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
14	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
15	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
16	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
17	.0004	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
18	.0009	.0005	.0003	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000
19	.0019	.0011	.0007	.0004	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000
20	.0036	.0023	.0014	.0008	.0005	.0003	.0002	.0001	.0000	.0000
21	.0066	.0043	.0028	.0017	.0010	.0006	.0004	.0002	.0001	.0001
22	.0112	.0077	.0051	.0033	.0021	.0013	.0008	.0004	.0003	.0001
23	.0179	.0128	.0089	.0060	.0040	.0025	.0016	.0009	.0006	.0003
24	.0270	.0201	.0146	.0103	.0070	.0047	.0030	.0019	.0012	.0007
25	.0383	.0298	.0225	.0165	.0117	.0081	.0055	.0036	.0023	.0014
26	.0512	.0414	.0326	.0249	.0185	.0133	.0093	.0063	.0042	.0027
27	.0645	.0544	.0446	.0355	.0274	.0208	.0150	.0106	.0073	.0049
28	.0789	.0676	.0577	.0478	.0384	.0300	.0228	.0168	.0120	.0083
29	.0866	.0793	.0705	.0609	.0510	.0415	.0327	.0251	.0187	.0135
30	.0923	.0881	.0816	.0733	.0639	.0541	.0445	.0355	.0275	.0207
31	.0931	.0926	.0893	.0836	.0760	.0670	.0573	.0476	.0384	.0300
32	.0889	.0922	.0927	.0903	.0854	.0784	.0699	.0604	.0507	.0413
33	.0805	.0870	.0911	.0925	.0911	.0871	.0807	.0727	.0635	.0538
34	.0691	.0778	.0849	.0898	.0921	.0916	.0884	.0829	.0753	.0665
35	.0563	.0660	.0750	.0826	.0882	.0914	.0919	.0896	.0848	.0779
36	.0434	.0531	.0629	.0721	.0802	.0865	.0905	.0919	.0905	.0865
37	.0318	.0405	.0500	.0597	.0692	.0777	.0846	.0894	.0917	.0912
38	.0221	.0294	.0377	.0469	.0566	.0662	.0750	.0825	.0881	.0912
39	.0146	.0202	.0270	.0350	.0439	.0535	.0631	.0723	.0803	.0865
40	.0091	.0131	.0183	.0247	.0324	.0410	.0504	.0600	.0694	.0779
41	.0054	.0081	.0118	.0168	.0226	.0298	.0381	.0473	.0569	.0655
42	.0030	.0048	.0072	.0106	.0150	.0206	.0274	.0354	.0443	.0538
43	.0016	.0026	.0042	.0064	.0094	.0134	.0186	.0250	.0327	.0413
44	.0008	.0014	.0023	.0036	.0056	.0083	.0120	.0168	.0228	.0300
45	.0004	.0007	.0012	.0020	.0032	.0049	.0073	.0107	.0151	.0207
46	.0002	.0003	.0006	.0010	.0017	.0027	.0042	.0064	.0095	.0135
47	.0001	.0001	.0003	.0005	.0008	.0014	.0023	.0037	.0056	.0083
48	.0000	.0001	.0001	.0002	.0004	.0007	.0012	.0020	.0031	.0049
49	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0003	.0006	.0010	.0017	.0027
50	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0003	.0005	.0008	.0014
51	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0004	.0007
52	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0003
53	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
54	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001

n = 100

r/p	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10
0	.3670	.1328	.0478	.0169	.0059	.0021	.0007	.0002	.0001	.0000
1	.3697	.2707	.1471	.0703	.0312	.0131	.0053	.0021	.0008	.0003
2	.1849	.2734	.2252	.1450	.0812	.0414	.0198	.0090	.0039	.0016
3	.0610	.1823	.2275	.1973	.1398	.0864	.0486	.0254	.0125	.0059
4	.0149	.0902	.1708	.1994	.1781	.1338	.0888	.0536	.0301	.0159
5	.0029	.0353	.1013	.1595	.1800	.1639	.1283	.0895	.0571	.0339
6	.0005	.0114	.0496	.1052	.1500	.1657	.1529	.1233	.0895	.0598
7	.0001	.0031	.0206	.0589	.1060	.1420	.1545	.1440	.1188	.0889
8	.0000	.0007	.0074	.0285	.0649	.1054	.1352	.1455	.1368	.1148
9	.0000	.0002	.0023	.0121	.0349	.0687	.1040	.1293	.1381	.1204
10	.0000	.0000	.0007	.0046	.0167	.0399	.0712	.1024	.1243	.1319
11	.0000	.0000	.0002	.0018	.0072	.0209	.0439	.0728	.1008	.1199
12	.0000	.0000	.0000	.0005	.0028	.0099	.0245	.0470	.0738	.0988
13	.0000	.0000	.0000	.0001	.0010	.0043	.0125	.0276	.0494	.0743
14	0	.0000	.0000	.0000	.0003	.0017	.0058	.0149	.0304	.0513
15	0	.0000	.0000	.0000	.0001	.0006	.0023	.0074	.0172	.0327
16	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0002	.0010	.0034	.0090	.0193
17	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0004	.0015	.0044	.0106
18	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0006	.0020	.0054
19	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0002	.0009	.0028

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 100 (continuación)									
r \ p	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09	.10	
20	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0012	
21	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0005	
22	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0002	
23	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	
24	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
25	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
26	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
27	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
28	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	
29	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	
30	0	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	
31	0	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	
32	0	0	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	
33	0	0	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.0000	
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.17	.18	.19	.20	
0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
1	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
2	.0007	.0003	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
3	.0027	.0012	.0005	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
4	.0080	.0038	.0018	.0008	.0003	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	
5	.0189	.0100	.0050	.0024	.0011	.0005	.0002	.0001	.0000	.0000	
6	.0369	.0215	.0119	.0063	.0031	.0015	.0007	.0003	.0001	.0001	
7	.0613	.0394	.0238	.0137	.0075	.0039	.0020	.0009	.0004	.0002	
8	.0881	.0625	.0414	.0259	.0153	.0086	.0047	.0024	.0012	.0006	
9	.1112	.0871	.0632	.0430	.0276	.0168	.0098	.0054	.0029	.0015	
10	.1251	.1080	.0860	.0637	.0444	.0292	.0182	.0108	.0062	.0034	
11	.1265	.1205	.1051	.0849	.0640	.0454	.0305	.0194	.0118	.0069	
12	.1160	.1219	.1165	.1025	.0838	.0642	.0463	.0318	.0206	.0128	
13	.0970	.1125	.1179	.1130	.1001	.0827	.0642	.0470	.0327	.0216	
14	.0745	.0954	.1094	.1143	.1098	.0979	.0817	.0641	.0476	.0335	
15	.0528	.0745	.0938	.1067	.1111	.1070	.0960	.0807	.0640	.0481	
16	.0347	.0540	.0744	.0922	.1041	.1082	.1044	.0941	.0798	.0638	
17	.0212	.0364	.0549	.0742	.0908	.1019	.1057	.1021	.0924	.0789	
18	.0121	.0229	.0379	.0557	.0739	.0895	.0998	.1033	.1000	.0909	
19	.0064	.0135	.0244	.0391	.0563	.0736	.0882	.0979	.1012	.0981	
20	.0032	.0074	.0148	.0258	.0402	.0587	.0732	.0870	.0962	.0993	
21	.0015	.0039	.0084	.0160	.0270	.0412	.0571	.0728	.0859	.0948	
22	.0007	.0019	.0045	.0094	.0171	.0282	.0420	.0574	.0724	.0849	
23	.0003	.0009	.0023	.0052	.0103	.0182	.0292	.0427	.0576	.0720	
24	.0001	.0004	.0011	.0027	.0058	.0111	.0192	.0301	.0433	.0577	
25	.0000	.0002	.0005	.0013	.0031	.0064	.0119	.0201	.0309	.0439	
26	.0000	.0001	.0002	.0006	.0016	.0035	.0071	.0127	.0209	.0316	
27	.0000	.0000	.0001	.0003	.0008	.0018	.0040	.0076	.0134	.0217	
28	.0000	.0000	.0000	.0001	.0004	.0009	.0021	.0044	.0082	.0141	
29	.0000	.0000	.0000	.0000	.0002	.0004	.0011	.0024	.0048	.0088	
30	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0005	.0012	.0027	.0052	
31	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0006	.0014	.0029	
32	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0007	.0016	
33	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0008	
34	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	
35	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	
36	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	
37	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
38	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
39	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

n = 100 (continuación)										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
40	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
41	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
42	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
43	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
44	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000
45	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000	.0000
46	0	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000
47	0	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000	.0000
48	0	0	0	0	0	0	0	0	.0000	.0000
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0	.0000	.0000	0	0	0	0	0	0	0	0
1	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0	0	0	0	0
2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0	0
3	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0
4	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
5	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
6	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
7	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
8	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
9	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
10	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
11	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
12	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
13	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
14	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
15	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
16	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
17	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
18	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
19	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
20	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
21	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
22	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
23	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
24	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
25	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
26	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
27	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
28	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
29	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
30	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
31	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
32	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
33	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
34	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
35	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
36	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
37	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
38	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
39	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
40	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	.0000	.0000	0	0	0	0	0	0	0	0
6	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0	0	0	0	0
7	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0	0	0	0
8	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0	0	0
9	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0	0

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n 100 (continuación)									
		.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40
10		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
11		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
12		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
13		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
14		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
15		.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
16		.0003	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
17		.0006	.0003	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
18		.0013	.0007	.0004	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
19		.0025	.0014	.0008	.0004	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000
20		.0046	.0027	.0015	.0008	.0004	.0002	.0001	.0001	.0000	.0000
21		.0079	.0049	.0029	.0016	.0009	.0005	.0002	.0001	.0001	.0000
22		.0127	.0082	.0051	.0030	.0017	.0010	.0005	.0003	.0001	.0001
23		.0194	.0131	.0085	.0053	.0032	.0018	.0010	.0006	.0003	.0001
24		.0280	.0198	.0134	.0088	.0055	.0033	.0019	.0011	.0006	.0003
25		.0382	.0283	.0201	.0137	.0090	.0057	.0035	.0020	.0012	.0006
26		.0496	.0384	.0286	.0204	.0140	.0092	.0059	.0036	.0021	.0012
27		.0610	.0495	.0386	.0288	.0207	.0143	.0095	.0060	.0037	.0022
28		.0715	.0608	.0495	.0387	.0290	.0209	.0145	.0097	.0062	.0038
29		.0797	.0710	.0605	.0495	.0388	.0292	.0211	.0147	.0098	.0063
30		.0848	.0731	.0706	.0603	.0494	.0389	.0294	.0213	.0149	.0100
31		.0860	.0840	.0785	.0702	.0601	.0494	.0389	.0295	.0215	.0151
32		.0833	.0853	.0834	.0779	.0698	.0599	.0493	.0390	.0298	.0217
33		.0771	.0827	.0846	.0827	.0774	.0694	.0597	.0493	.0390	.0297
34		.0683	.0767	.0821	.0840	.0821	.0769	.0691	.0595	.0492	.0391
35		.0578	.0680	.0763	.0816	.0834	.0816	.0765	.0688	.0593	.0491
36		.0469	.0578	.0678	.0759	.0811	.0829	.0811	.0761	.0685	.0591
37		.0365	.0471	.0578	.0676	.0755	.0806	.0824	.0807	.0757	.0682
38		.0272	.0367	.0472	.0577	.0674	.0752	.0802	.0820	.0803	.0754
39		.0194	.0275	.0369	.0473	.0577	.0672	.0749	.0799	.0816	.0799
40		.0133	.0197	.0277	.0372	.0474	.0577	.0671	.0746	.0795	.0812
41		.0087	.0136	.0200	.0280	.0373	.0475	.0577	.0670	.0744	.0792
42		.0055	.0090	.0138	.0203	.0282	.0375	.0476	.0576	.0668	.0742
43		.0033	.0057	.0092	.0141	.0205	.0285	.0377	.0477	.0576	.0667
44		.0019	.0035	.0059	.0094	.0143	.0207	.0287	.0378	.0477	.0576
45		.0011	.0020	.0036	.0060	.0096	.0145	.0210	.0289	.0380	.0478
46		.0006	.0011	.0021	.0037	.0062	.0098	.0147	.0212	.0290	.0381
47		.0003	.0006	.0012	.0022	.0038	.0063	.0099	.0149	.0213	.0292
48		.0001	.0003	.0007	.0012	.0023	.0039	.0064	.0101	.0151	.0215
49		.0001	.0002	.0003	.0007	.0013	.0023	.0040	.0066	.0102	.0152
50		.0000	.0001	.0002	.0004	.0007	.0013	.0024	.0041	.0067	.0103
51		.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0007	.0014	.0025	.0042	.0068
52		.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0008	.0014	.0025	.0042
53		.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0008	.0015	.0026
54		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0008	.0015
55		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0008
56		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004
57		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002
58		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
59		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
		-----									
		.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50
0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11		.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12		.0000	.0000	0	0	0	0	0	0	0	0
13		.0000	.0000	.0000	.0000	0	0	0	0	0	0
14		.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0	0	0	0

Distribución de probabilidad binomial (continuación)

		n = 100 (continuación)									
r \ p	.41	.42	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50	
15	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0	0	0	
16	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0	0	
17	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	0	
18	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
19	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
20	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
21	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
22	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
23	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
24	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
25	.0003	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
26	.0007	.0003	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
27	.0013	.0007	.0004	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	
28	.0023	.0013	.0007	.0004	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	
29	.0039	.0024	.0014	.0008	.0004	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	
30	.0065	.0040	.0024	.0014	.0008	.0004	.0002	.0001	.0001	.0000	
31	.0102	.0066	.0041	.0025	.0014	.0008	.0004	.0002	.0001	.0001	
32	.0152	.0103	.0067	.0042	.0025	.0015	.0008	.0004	.0002	.0001	
33	.0218	.0154	.0104	.0068	.0043	.0026	.0015	.0008	.0004	.0002	
34	.0298	.0219	.0155	.0105	.0069	.0043	.0026	.0015	.0009	.0005	
35	.0391	.0299	.0220	.0156	.0106	.0069	.0044	.0026	.0015	.0009	
36	.0491	.0391	.0300	.0221	.0157	.0107	.0070	.0044	.0027	.0016	
37	.0590	.0490	.0391	.0300	.0222	.0157	.0107	.0070	.0044	.0027	
38	.0680	.0588	.0489	.0391	.0301	.0222	.0158	.0108	.0071	.0045	
39	.0751	.0677	.0587	.0489	.0391	.0301	.0223	.0158	.0108	.0071	
40	.0796	.0748	.0675	.0586	.0488	.0391	.0301	.0223	.0159	.0108	
41	.0809	.0793	.0745	.0673	.0584	.0487	.0391	.0301	.0223	.0159	
42	.0790	.0806	.0790	.0743	.0672	.0583	.0487	.0350	.0301	.0223	
43	.0740	.0787	.0804	.0788	.0741	.0670	.0582	.0486	.0390	.0301	
44	.0666	.0739	.0785	.0802	.0786	.0739	.0669	.0581	.0485	.0390	
45	.0576	.0666	.0737	.0784	.0800	.0784	.0738	.0668	.0580	.0485	
46	.0479	.0576	.0665	.0736	.0782	.0798	.0783	.0737	.0667	.0580	
47	.0382	.0480	.0576	.0665	.0736	.0781	.0797	.0781	.0736	.0666	
48	.0293	.0383	.0480	.0577	.0665	.0735	.0781	.0797	.0781	.0735	
49	.0216	.0295	.0384	.0481	.0577	.0664	.0735	.0780	.0796	.0780	
50	.0153	.0218	.0296	.0385	.0482	.0577	.0665	.0735	.0780	.0780	
51	.0104	.0155	.0219	.0297	.0386	.0482	.0578	.0665	.0735	.0780	
52	.0068	.0105	.0156	.0220	.0298	.0387	.0483	.0578	.0665	.0735	
53	.0043	.0069	.0106	.0156	.0221	.0299	.0388	.0483	.0579	.0666	
54	.0026	.0044	.0070	.0107	.0157	.0221	.0299	.0388	.0484	.0580	
55	.0015	.0026	.0044	.0070	.0108	.0158	.0222	.0300	.0389	.0485	
56	.0008	.0015	.0027	.0044	.0071	.0108	.0158	.0222	.0300	.0390	
57	.0005	.0009	.0016	.0027	.0045	.0071	.0108	.0158	.0223	.0301	
58	.0002	.0005	.0009	.0016	.0027	.0045	.0071	.0108	.0159	.0223	
59	.0001	.0002	.0005	.0009	.0016	.0027	.0045	.0071	.0109	.0159	
60	.0001	.0001	.0002	.0005	.0009	.0016	.0027	.0045	.0071	.0108	
61	.0000	.0001	.0001	.0002	.0005	.0009	.0016	.0027	.0045	.0071	
62	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0005	.0009	.0016	.0027	.0045	
63	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0005	.0009	.0016	.0027	
64	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0005	.0009	.0016	
65	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0005	.0009	
66	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0005	
67	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	
68	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	
69	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	

FUNCION DE PROBABILIDAD DE POISSON  $e^{-m}m^x/x!$

Las anotaciones en la tabla son valores de  $e^{-m}m^x/x!$  para los valores indicados de  $x$  y  $m$ .

x	m									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0	.0048	.8187	.7408	.6703	.6065	.5488	.4966	.4493	.4066	.3679
1	.0905	.1637	.2222	.2881	.3033	.3293	.3476	.3595	.3659	.3679
2	.0045	.0164	.0333	.0536	.0758	.0988	.1217	.1438	.1647	.1839
3	.0002	.0011	.0033	.0072	.0126	.0198	.0284	.0383	.0494	.0613
4	.0000	.0001	.0002	.0007	.0016	.0030	.0050	.0077	.0111	.0153
5	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0007	.0012	.0020	.0031
6	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0003	.0005
7	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001

x	m									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0	.3329	.3012	.2725	.2466	.2231	.2019	.1827	.1653	.1498	.1353
1	.3862	.3614	.3543	.3452	.3347	.3230	.3106	.2975	.2842	.2707
2	.2014	.2169	.2303	.2417	.2510	.2584	.2640	.2678	.2700	.2707
3	.0738	.0867	.0998	.1128	.1255	.1378	.1496	.1607	.1710	.1804
4	.0203	.0260	.0324	.0395	.0471	.0551	.0636	.0723	.0812	.0902
5	.0045	.0062	.0084	.0111	.0141	.0176	.0216	.0260	.0309	.0361
6	.0008	.0012	.0018	.0026	.0035	.0047	.0061	.0078	.0098	.0120
7	.0001	.0002	.0003	.0005	.0008	.0011	.0015	.0020	.0027	.0034
8	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	.0005	.0006	.0009
9	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002

x	m									
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
0	.1225	.1108	.1003	.0907	.0821	.0743	.0672	.0608	.0550	.0498
1	.2572	.2438	.2306	.2177	.2052	.1931	.1815	.1703	.1596	.1494
2	.2700	.2681	.2652	.2613	.2565	.2510	.2450	.2384	.2314	.2240
3	.1890	.1886	.1873	.1850	.1818	.1776	.1725	.1665	.1606	.1548
4	.0992	.1082	.1169	.1254	.1336	.1414	.1488	.1557	.1622	.1680
5	.0417	.0476	.0538	.0602	.0668	.0735	.0801	.0872	.0940	.1008
6	.0146	.0174	.0206	.0241	.0278	.0319	.0362	.0407	.0455	.0504
7	.0044	.0055	.0068	.0083	.0099	.0118	.0139	.0163	.0188	.0216
8	.0011	.0015	.0019	.0025	.0031	.0038	.0047	.0057	.0068	.0081
9	.0003	.0004	.0005	.0007	.0009	.0011	.0014	.0018	.0022	.0027
10	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0005	.0006	.0008
11	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002
12	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001

x	m									
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0
0	.0450	.0408	.0369	.0334	.0302	.0273	.0247	.0224	.0202	.0183
1	.1397	.1304	.1217	.1135	.1057	.0984	.0915	.0850	.0789	.0733
2	.2165	.2087	.2008	.1929	.1850	.1771	.1692	.1615	.1539	.1465
3	.2237	.2226	.2209	.2186	.2158	.2125	.2087	.2046	.2001	.1954
4	.1734	.1781	.1823	.1858	.1888	.1912	.1931	.1944	.1951	.1954
5	.1075	.1140	.1203	.1264	.1322	.1377	.1429	.1477	.1522	.1563
6	.0555	.0608	.0662	.0716	.0771	.0826	.0881	.0936	.0989	.1042
7	.0246	.0278	.0312	.0348	.0386	.0425	.0466	.0508	.0551	.0595
8	.0095	.0111	.0129	.0148	.0168	.0191	.0215	.0241	.0269	.0298
9	.0033	.0040	.0047	.0056	.0066	.0076	.0089	.0102	.0116	.0132
10	.0010	.0013	.0016	.0019	.0023	.0028	.0033	.0039	.0045	.0053
11	.0003	.0004	.0006	.0008	.0007	.0009	.0011	.0013	.0016	.0019
12	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0003	.0004	.0005	.0006
13	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002
14	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001

Del Handbook of Probability and Statistics with Tables, de Burlington y May. Copyright 1953, por McGraw-Hill, Inc. Empleadas con permiso de McGraw-Hill Book Company.

(continuación). Función de probabilidad de Poisson  $e^{-m}m^x/x!$ .

x	m									
	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0
0	.0166	.0150	.0136	.0123	.0111	.0101	.0091	.0082	.0074	.0067
1	.0679	.0630	.0583	.0540	.0500	.0462	.0427	.0395	.0365	.0337
2	.1303	.1223	.1154	.1088	.1025	.0963	.0905	.0848	.0794	.0742
3	.1904	.1852	.1798	.1743	.1687	.1631	.1574	.1517	.1460	.1404
4	.1951	.1944	.1933	.1917	.1898	.1875	.1849	.1820	.1789	.1755
5	.1600	.1633	.1662	.1687	.1708	.1725	.1738	.1747	.1753	.1755
6	.1093	.1143	.1191	.1237	.1281	.1323	.1362	.1398	.1432	.1462
7	.0640	.0686	.0732	.0778	.0824	.0869	.0914	.0959	.1002	.1044
8	.0328	.0360	.0393	.0428	.0463	.0500	.0537	.0575	.0614	.0653
9	.0150	.0168	.0188	.0209	.0232	.0255	.0280	.0307	.0334	.0363
10	.0061	.0071	.0081	.0092	.0104	.0118	.0132	.0147	.0164	.0181
11	.0023	.0027	.0032	.0037	.0043	.0049	.0056	.0064	.0073	.0082
12	.0008	.0009	.0011	.0014	.0016	.0019	.0022	.0026	.0030	.0034
13	.0002	.0003	.0004	.0005	.0006	.0007	.0008	.0009	.0011	.0013
14	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0003	.0004	.0005
15	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002

x	m									
	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0
0	.0061	.0055	.0050	.0045	.0041	.0037	.0033	.0030	.0027	.0025
1	.0311	.0287	.0265	.0244	.0225	.0207	.0191	.0176	.0162	.0149
2	.0793	.0746	.0701	.0659	.0618	.0580	.0544	.0509	.0477	.0446
3	.1348	.1283	.1239	.1185	.1133	.1082	.1033	.0985	.0938	.0892
4	.1719	.1681	.1641	.1600	.1558	.1515	.1472	.1428	.1383	.1339
5	.1753	.1748	.1740	.1728	.1714	.1697	.1678	.1656	.1632	.1606
6	.1490	.1515	.1537	.1555	.1571	.1584	.1594	.1601	.1605	.1606
7	.1086	.1125	.1163	.1200	.1234	.1267	.1298	.1326	.1353	.1377
8	.0692	.0731	.0771	.0810	.0849	.0887	.0925	.0962	.0998	.1033
9	.0392	.0423	.0454	.0486	.0519	.0552	.0586	.0620	.0654	.0688
10	.0200	.0220	.0241	.0262	.0285	.0309	.0334	.0359	.0386	.0413
11	.0093	.0104	.0116	.0129	.0143	.0157	.0173	.0190	.0207	.0226
12	.0039	.0045	.0051	.0058	.0065	.0073	.0082	.0092	.0102	.0113
13	.0015	.0018	.0021	.0024	.0028	.0032	.0036	.0041	.0046	.0052
14	.0006	.0007	.0008	.0009	.0011	.0013	.0015	.0017	.0019	.0022
15	.0002	.0002	.0003	.0003	.0004	.0005	.0006	.0007	.0008	.0009
16	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0003	.0003
17	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001

x	m									
	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0
0	.0022	.0020	.0018	.0017	.0015	.0014	.0012	.0011	.0010	.0009
1	.0137	.0126	.0116	.0106	.0098	.0090	.0082	.0076	.0070	.0064
2	.0417	.0390	.0364	.0340	.0318	.0296	.0276	.0258	.0240	.0223
3	.0848	.0806	.0765	.0726	.0688	.0652	.0617	.0584	.0552	.0521
4	.1294	.1249	.1205	.1162	.1118	.1076	.1034	.0992	.0952	.0912
5	.1579	.1549	.1519	.1487	.1454	.1420	.1385	.1349	.1314	.1277
6	.1605	.1601	.1595	.1586	.1575	.1562	.1546	.1529	.1511	.1490
7	.1399	.1418	.1435	.1450	.1462	.1472	.1480	.1486	.1489	.1490
8	.1066	.1099	.1130	.1160	.1188	.1215	.1240	.1263	.1284	.1304
9	.0723	.0757	.0791	.0825	.0858	.0891	.0923	.0954	.0985	.1014
10	.0441	.0469	.0498	.0528	.0558	.0588	.0618	.0649	.0679	.0710
11	.0245	.0265	.0285	.0307	.0330	.0353	.0377	.0401	.0426	.0452
12	.0124	.0137	.0150	.0164	.0179	.0194	.0210	.0227	.0245	.0264
13	.0058	.0065	.0073	.0081	.0089	.0098	.0108	.0119	.0130	.0142
14	.0025	.0029	.0033	.0037	.0041	.0046	.0052	.0058	.0064	.0071
15	.0010	.0012	.0014	.0016	.0018	.0020	.0023	.0026	.0029	.0033
16	.0004	.0005	.0005	.0006	.0007	.0008	.0010	.0011	.0012	.0014
17	.0001	.0002	.0002	.0002	.0003	.0003	.0004	.0004	.0005	.0006
18	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003
19	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001

(continuación). Función de probabilidad de Poisson  $e^{-m}m^x/x!$ .

x	m									
	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0
0	.0008	.0007	.0007	.0006	.0006	.0005	.0005	.0004	.0004	.0003
1	.0059	.0054	.0049	.0045	.0041	.0038	.0035	.0032	.0029	.0027
2	.0208	.0194	.0180	.0167	.0156	.0145	.0134	.0125	.0116	.0107
3	.0492	.0464	.0438	.0413	.0389	.0366	.0345	.0324	.0305	.0286
4	.0874	.0836	.0799	.0764	.0729	.0696	.0663	.0632	.0602	.0573
5	.1241	.1204	.1167	.1130	.1094	.1057	.1021	.0986	.0951	.0916
6	.1468	.1445	.1420	.1394	.1367	.1339	.1311	.1282	.1252	.1221
7	.1489	.1486	.1481	.1474	.1465	.1454	.1442	.1428	.1413	.1396
8	.1321	.1337	.1351	.1363	.1373	.1382	.1388	.1392	.1395	.1396
9	.1042	.1070	.1096	.1121	.1144	.1167	.1187	.1207	.1224	.1241
10	.0740	.0770	.0800	.0829	.0858	.0887	.0914	.0941	.0967	.0993
11	.0478	.0504	.0531	.0558	.0585	.0613	.0640	.0667	.0695	.0722
12	.0293	.0303	.0323	.0344	.0366	.0388	.0411	.0434	.0457	.0481
13	.0154	.0168	.0181	.0196	.0211	.0227	.0243	.0260	.0278	.0296
14	.0078	.0086	.0095	.0104	.0113	.0123	.0134	.0145	.0157	.0169
15	.0037	.0041	.0046	.0051	.0057	.0062	.0069	.0075	.0083	.0090
16	.0018	.0019	.0021	.0024	.0026	.0030	.0033	.0037	.0041	.0045
17	.0007	.0008	.0009	.0010	.0012	.0013	.0015	.0017	.0019	.0021
18	.0003	.0003	.0004	.0004	.0005	.0006	.0006	.0007	.0008	.0009
19	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0003	.0003	.0003	.0004
20	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002
21	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001

x	m									
	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0
0	.0003	.0003	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0001	.0001
1	.0025	.0023	.0021	.0019	.0017	.0016	.0014	.0013	.0012	.0011
2	.0100	.0092	.0086	.0079	.0074	.0068	.0063	.0058	.0054	.0050
3	.0269	.0252	.0237	.0222	.0208	.0195	.0183	.0171	.0160	.0150
4	.0544	.0517	.0491	.0466	.0443	.0420	.0398	.0377	.0357	.0337
5	.0882	.0849	.0816	.0784	.0752	.0722	.0692	.0663	.0635	.0607
6	.1191	.1160	.1128	.1097	.1066	.1034	.1003	.0972	.0941	.0911
7	.1378	.1358	.1338	.1317	.1294	.1271	.1247	.1222	.1197	.1171
8	.1395	.1392	.1388	.1382	.1375	.1366	.1356	.1344	.1332	.1318
9	.1250	.1269	.1280	.1290	.1299	.1306	.1311	.1315	.1317	.1318
10	.1017	.1040	.1063	.1084	.1104	.1123	.1140	.1157	.1172	.1186
11	.0749	.0776	.0802	.0828	.0853	.0878	.0902	.0925	.0948	.0970
12	.0505	.0530	.0555	.0579	.0604	.0629	.0654	.0679	.0703	.0728
13	.0315	.0334	.0354	.0374	.0395	.0416	.0438	.0459	.0481	.0504
14	.0182	.0196	.0210	.0225	.0240	.0256	.0272	.0289	.0306	.0324
15	.0098	.0107	.0116	.0126	.0136	.0147	.0158	.0169	.0182	.0194
16	.0050	.0055	.0060	.0066	.0072	.0079	.0086	.0093	.0101	.0109
17	.0024	.0026	.0029	.0033	.0036	.0040	.0044	.0048	.0053	.0058
18	.0011	.0012	.0014	.0015	.0017	.0019	.0021	.0024	.0026	.0029
19	.0005	.0005	.0006	.0007	.0008	.0009	.0010	.0011	.0012	.0014
20	.0002	.0002	.0002	.0003	.0003	.0004	.0004	.0005	.0005	.0006
21	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0002	.0003
22	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001

x	m									
	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10
0	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0000
1	.0010	.0009	.0009	.0008	.0007	.0007	.0006	.0006	.0005	.0005
2	.0046	.0043	.0040	.0037	.0034	.0031	.0029	.0027	.0025	.0023
3	.0140	.0131	.0123	.0116	.0107	.0100	.0093	.0087	.0081	.0076
4	.0319	.0302	.0285	.0269	.0254	.0240	.0226	.0213	.0201	.0189
5	.0581	.0555	.0530	.0506	.0483	.0460	.0439	.0418	.0398	.0378
6	.0881	.0851	.0822	.0793	.0764	.0736	.0709	.0682	.0656	.0631
7	.1145	.1118	.1091	.1064	.1037	.1010	.0982	.0955	.0928	.0901
8	.1302	.1286	.1269	.1251	.1232	.1212	.1191	.1170	.1148	.1126
9	.1317	.1315	.1311	.1306	.1300	.1293	.1284	.1274	.1263	.1251

(continuación). Función de probabilidad de Poisson  $e^{-m}/x!$ .

x	m									
	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10
10	.1198	.1210	.1219	.1228	.1235	.1241	.1245	.1249	.1250	.1251
11	.0991	.1012	.1031	.1049	.1067	.1083	.1098	.1112	.1125	.1137
12	.0752	.0776	.0799	.0822	.0844	.0866	.0888	.0908	.0928	.0948
13	.0526	.0549	.0572	.0594	.0617	.0640	.0662	.0685	.0707	.0729
14	.0342	.0361	.0380	.0399	.0419	.0439	.0459	.0479	.0500	.0521
15	.0208	.0221	.0235	.0250	.0265	.0281	.0297	.0313	.0330	.0347
16	.0118	.0127	.0137	.0147	.0157	.0168	.0180	.0192	.0204	.0217
17	.0063	.0069	.0075	.0081	.0088	.0095	.0103	.0111	.0119	.0128
18	.0032	.0035	.0039	.0042	.0046	.0051	.0055	.0060	.0065	.0071
19	.0015	.0017	.0019	.0021	.0023	.0026	.0028	.0031	.0034	.0037
20	.0007	.0008	.0009	.0010	.0011	.0012	.0014	.0015	.0017	.0019
21	.0003	.0003	.0004	.0004	.0005	.0006	.0006	.0007	.0008	.0009
22	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0002	.0003	.0003	.0004	.0004
23	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002
24	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001
x	m									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
1	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
2	.0010	.0004	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
3	.0037	.0018	.0008	.0004	.0002	.0001	.0000	.0000	.0000	.0000
4	.0102	.0053	.0027	.0013	.0006	.0003	.0001	.0001	.0000	.0000
5	.0224	.0127	.0070	.0037	.0019	.0010	.0005	.0002	.0001	.0001
6	.0411	.0255	.0152	.0087	.0048	.0026	.0014	.0007	.0004	.0002
7	.0646	.0437	.0281	.0174	.0104	.0060	.0034	.0018	.0010	.0005
8	.0888	.0655	.0457	.0304	.0194	.0120	.0072	.0042	.0024	.0012
9	.1085	.0874	.0661	.0473	.0324	.0213	.0135	.0083	.0050	.0029
10	.1194	.1048	.0859	.0663	.0486	.0341	.0230	.0150	.0095	.0058
11	.1194	.1144	.1015	.0844	.0663	.0496	.0355	.0245	.0164	.0108
12	.1094	.1144	.1099	.0984	.0829	.0661	.0504	.0368	.0259	.0176
13	.0926	.1056	.1099	.1060	.0956	.0814	.0658	.0509	.0378	.0271
14	.0728	.0905	.1021	.1080	.1024	.0930	.0800	.0655	.0514	.0387
15	.0534	.0724	.0885	.0989	.1024	.0992	.0906	.0786	.0650	.0518
16	.0367	.0543	.0719	.0866	.0960	.0992	.0963	.0884	.0772	.0646
17	.0237	.0383	.0550	.0713	.0847	.0934	.0963	.0936	.0863	.0760
18	.0145	.0256	.0397	.0554	.0706	.0830	.0909	.0936	.0911	.0844
19	.0084	.0161	.0272	.0409	.0557	.0699	.0814	.0887	.0911	.0888
20	.0046	.0097	.0177	.0286	.0418	.0559	.0692	.0796	.0866	.0898
21	.0024	.0055	.0109	.0191	.0299	.0426	.0560	.0684	.0783	.0846
22	.0012	.0030	.0065	.0121	.0204	.0310	.0433	.0560	.0676	.0769
23	.0006	.0016	.0037	.0074	.0133	.0216	.0320	.0438	.0559	.0669
24	.0003	.0008	.0020	.0043	.0083	.0144	.0226	.0328	.0442	.0557
25	.0001	.0004	.0010	.0024	.0050	.0092	.0154	.0237	.0338	.0446
26	.0000	.0002	.0005	.0013	.0029	.0057	.0101	.0164	.0246	.0343
27	.0000	.0001	.0002	.0007	.0016	.0034	.0063	.0109	.0178	.0254
28	.0000	.0000	.0001	.0003	.0009	.0019	.0038	.0070	.0117	.0181
29	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0011	.0023	.0044	.0077	.0125
30	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0006	.0013	.0026	.0049	.0083
31	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0007	.0015	.0030	.0054
32	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0004	.0009	.0018	.0034
33	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0005	.0010	.0020
34	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0006	.0013
35	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0007
36	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004
37	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002
38	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
39	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001

Función de probabilidad de Poisson sumada  $\sum_{x=x'}^{x=\infty} e^{-m} m^x / x!$ .

Las anotaciones en la tabla son valores de  $\sum_{x=x'}^{x=\infty} e^{-m} m^x / x!$  para los valores indicados de  $x'$  y  $m$ .

$x'$	$m$									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1	.0952	.1813	.2592	.3297	.3935	.4512	.5034	.5507	.5934	.6321
2	.0047	.0175	.0389	.0616	.0902	.1219	.1558	.1912	.2275	.2642
3	.0002	.0011	.0036	.0079	.0144	.0231	.0341	.0474	.0629	.0803
4	.0000	.0001	.0003	.0008	.0018	.0034	.0058	.0091	.0135	.0190
5	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004	.0008	.0014	.0023	.0037
6	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0003	.0006
7	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
$x'$	$m$									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1	.6671	.6988	.7275	.7534	.7769	.7981	.8173	.8347	.8504	.8647
2	.3010	.3374	.3732	.4082	.4422	.4751	.5068	.5372	.5663	.5940
3	.0996	.1205	.1429	.1665	.1912	.2166	.2428	.2694	.2963	.3233
4	.0257	.0338	.0431	.0537	.0656	.0788	.0932	.1087	.1253	.1429
5	.0054	.0077	.0107	.0143	.0186	.0237	.0296	.0364	.0441	.0527
6	.0010	.0015	.0022	.0032	.0045	.0060	.0078	.0104	.0132	.0166
7	.0001	.0003	.0004	.0006	.0009	.0013	.0019	.0026	.0034	.0045
8	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0003	.0004	.0006	.0008	.0011
9	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0002	.0002
$x'$	$m$									
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1	.8775	.8892	.8997	.9093	.9179	.9257	.9328	.9392	.9450	.9502
2	.6204	.6454	.6691	.6916	.7127	.7326	.7513	.7689	.7854	.8009
3	.3504	.3773	.4040	.4303	.4562	.4816	.5064	.5305	.5540	.5768
4	.1914	.1806	.2007	.2213	.2424	.2640	.2859	.3081	.3304	.3528
5	.0621	.0725	.0838	.0959	.1088	.1226	.1371	.1523	.1682	.1847
6	.0204	.0249	.0300	.0357	.0420	.0490	.0567	.0651	.0742	.0839
7	.0059	.0075	.0094	.0116	.0142	.0172	.0206	.0244	.0287	.0335
8	.0015	.0020	.0026	.0033	.0042	.0053	.0066	.0081	.0099	.0119
9	.0003	.0005	.0006	.0009	.0011	.0015	.0019	.0024	.0031	.0038
10	.0001	.0001	.0001	.0002	.0003	.0004	.0005	.0007	.0009	.0011
11	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003
12	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
$x'$	$m$									
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0
0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1	.9550	.9592	.9631	.9666	.9698	.9727	.9753	.9776	.9798	.9817
2	.8153	.8288	.8414	.8532	.8641	.8743	.8838	.8926	.9008	.9084
3	.5988	.6201	.6406	.6603	.6792	.6973	.7146	.7311	.7469	.7619
4	.3752	.3975	.4197	.4416	.4634	.4848	.5058	.5265	.5468	.5663
5	.2018	.2194	.2374	.2558	.2746	.2936	.3128	.3322	.3516	.3712
6	.0943	.1054	.1171	.1295	.1424	.1559	.1699	.1844	.1994	.2149
7	.0388	.0446	.0510	.0579	.0653	.0733	.0818	.0909	.1005	.1107
8	.0142	.0168	.0198	.0231	.0267	.0308	.0352	.0401	.0454	.0511
9	.0047	.0057	.0069	.0083	.0099	.0117	.0137	.0160	.0185	.0214
10	.0014	.0018	.0022	.0027	.0033	.0040	.0048	.0058	.0069	.0081
11	.0004	.0005	.0006	.0008	.0010	.0013	.0016	.0019	.0023	.0028
12	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0004	.0005	.0006	.0007	.0009
13	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003
14	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001

Del Handbook of Probability and Statistics with Tables, de Burington y May. Copyright: 1953, por McGraw-Hill, Inc. Empleadas con permiso de McGraw-Hill Book Company.

(continuación). Función de probabilidad de Poisson sumada  $\sum_{m=0}^{\infty} e^{-m} m^x / x!$

z	m									
	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0
0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1	.9834	.9850	.9864	.9877	.9889	.9899	.9909	.9918	.9926	.9933
2	.9155	.9220	.9281	.9337	.9380	.9437	.9482	.9523	.9561	.9596
3	.7782	.7898	.8028	.8149	.8264	.8374	.8477	.8575	.8667	.8753
4	.5858	.6046	.6228	.6406	.6577	.6743	.6903	.7058	.7207	.7350
5	.3907	.4102	.4296	.4488	.4679	.4868	.5054	.5237	.5418	.5593
6	.2307	.2469	.2633	.2801	.2971	.3142	.3316	.3490	.3665	.3840
7	.1214	.1325	.1442	.1564	.1689	.1820	.1954	.2092	.2233	.2378
8	.0573	.0639	.0710	.0786	.0868	.0951	.1040	.1133	.1231	.1334
9	.0245	.0279	.0317	.0358	.0403	.0451	.0503	.0558	.0618	.0681
10	.0095	.0111	.0129	.0149	.0171	.0195	.0222	.0251	.0283	.0318
11	.0034	.0041	.0048	.0057	.0067	.0078	.0090	.0104	.0120	.0137
12	.0011	.0014	.0017	.0020	.0024	.0029	.0034	.0040	.0047	.0055
13	.0003	.0004	.0005	.0007	.0008	.0010	.0012	.0014	.0017	.0020
14	.0001	.0001	.0002	.0002	.0003	.0003	.0004	.0005	.0006	.0007
15	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002
16	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
z	m									
	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0
0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1	.9939	.9945	.9950	.9955	.9959	.9963	.9967	.9970	.9973	.9975
2	.9628	.9658	.9686	.9711	.9734	.9756	.9776	.9794	.9811	.9826
3	.8835	.8912	.8984	.9052	.9116	.9176	.9232	.9285	.9334	.9380
4	.7487	.7619	.7746	.7867	.7983	.8094	.8200	.8300	.8396	.8488
5	.5709	.5939	.6105	.6267	.6425	.6579	.6728	.6873	.7013	.7149
6	.4016	.4191	.4365	.4539	.4711	.4881	.5050	.5217	.5381	.5543
7	.2526	.2676	.2829	.2983	.3140	.3297	.3456	.3616	.3776	.3937
8	.1440	.1551	.1665	.1783	.1905	.2030	.2159	.2290	.2424	.2560
9	.0748	.0819	.0894	.0974	.1056	.1143	.1234	.1328	.1426	.1528
10	.0356	.0397	.0441	.0488	.0538	.0591	.0648	.0708	.0772	.0839
11	.0156	.0177	.0200	.0225	.0253	.0282	.0314	.0349	.0386	.0426
12	.0063	.0073	.0084	.0096	.0110	.0125	.0141	.0160	.0179	.0201
13	.0024	.0028	.0033	.0038	.0045	.0051	.0059	.0068	.0078	.0088
14	.0008	.0010	.0012	.0014	.0017	.0020	.0023	.0027	.0031	.0036
15	.0003	.0003	.0004	.0005	.0006	.0007	.0009	.0010	.0012	.0014
16	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0003	.0004	.0004	.0005
17	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002
18	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
z	m									
	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0
0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1	.9978	.9980	.9982	.9983	.9985	.9986	.9988	.9989	.9990	.9991
2	.9841	.9854	.9868	.9877	.9887	.9897	.9905	.9913	.9920	.9927
3	.9423	.9464	.9502	.9537	.9570	.9600	.9629	.9656	.9680	.9704
4	.8575	.8658	.8736	.8811	.8882	.8948	.9012	.9072	.9129	.9183
5	.7281	.7408	.7531	.7649	.7763	.7873	.7978	.8080	.8177	.8270
6	.5702	.5859	.6012	.6163	.6310	.6453	.6594	.6730	.6863	.6993
7	.4098	.4258	.4418	.4577	.4735	.4882	.5027	.5169	.5308	.5443
8	.2699	.2840	.2983	.3127	.3272	.3419	.3567	.3715	.3864	.4011
9	.1633	.1741	.1852	.1967	.2084	.2204	.2327	.2452	.2580	.2709
10	.0910	.0984	.1061	.1142	.1226	.1314	.1404	.1498	.1595	.1696
11	.0469	.0514	.0563	.0614	.0668	.0726	.0786	.0849	.0916	.0986
12	.0224	.0250	.0277	.0307	.0339	.0373	.0409	.0448	.0490	.0534
13	.0100	.0113	.0127	.0143	.0160	.0179	.0199	.0221	.0245	.0270
14	.0042	.0048	.0055	.0063	.0071	.0080	.0091	.0102	.0115	.0128
15	.0016	.0019	.0022	.0026	.0030	.0034	.0039	.0044	.0050	.0057
16	.0006	.0007	.0008	.0010	.0012	.0014	.0016	.0018	.0021	.0024
17	.0002	.0003	.0003	.0004	.0004	.0005	.0006	.0007	.0008	.0010
18	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0003	.0003	.0004
19	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001

(continuación). Función de probabilidad de Poisson sumada  $\sum_{x=0}^m e^{-m} m^x / x!$

x	m									
	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0
0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1	.9992	.9993	.9993	.9994	.9994	.9995	.9995	.9996	.9996	.9997
2	.9933	.9939	.9944	.9949	.9953	.9957	.9961	.9964	.9967	.9970
3	.9725	.9745	.9764	.9781	.9797	.9812	.9826	.9839	.9851	.9862
4	.9233	.9281	.9326	.9368	.9409	.9446	.9482	.9515	.9547	.9576
5	.8359	.8445	.8527	.8605	.8679	.8751	.8819	.8883	.8945	.9004
6	.7119	.7241	.7360	.7474	.7586	.7693	.7797	.7897	.7994	.8088
7	.5651	.5796	.5940	.6080	.6218	.6354	.6486	.6616	.6743	.6866
8	.4162	.4311	.4459	.4607	.4754	.4900	.5044	.5188	.5330	.5470
9	.2840	.2973	.3108	.3243	.3380	.3518	.3657	.3796	.3935	.4075
10	.1798	.1904	.2012	.2123	.2236	.2351	.2469	.2599	.2710	.2834
11	.1058	.1133	.1212	.1293	.1378	.1465	.1555	.1648	.1743	.1841
12	.0580	.0629	.0681	.0735	.0792	.0852	.0915	.0980	.1048	.1119
13	.0297	.0327	.0358	.0391	.0427	.0464	.0504	.0546	.0591	.0638
14	.0143	.0159	.0176	.0195	.0216	.0238	.0261	.0286	.0313	.0342
15	.0065	.0073	.0082	.0092	.0103	.0114	.0127	.0141	.0156	.0173
16	.0028	.0031	.0036	.0041	.0046	.0052	.0059	.0066	.0074	.0082
17	.0011	.0013	.0015	.0017	.0020	.0022	.0026	.0029	.0033	.0037
18	.0004	.0005	.0006	.0007	.0008	.0009	.0011	.0012	.0014	.0016
19	.0002	.0002	.0002	.0003	.0003	.0004	.0004	.0005	.0006	.0006
20	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0003
21	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001
x	m									
	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0
0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1	.9997	.9997	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9998	.9999	.9999
2	.9972	.9975	.9977	.9979	.9981	.9982	.9984	.9985	.9987	.9988
3	.9973	.9982	.9991	.9990	.9997	.9994	.9991	.9992	.9993	.9993
4	.9804	.9830	.9854	.9877	.9899	.9919	.9938	.9956	.9972	.9988
5	.9060	.9113	.9163	.9211	.9256	.9299	.9340	.9379	.9416	.9450
6	.8178	.8264	.8347	.8427	.8504	.8578	.8648	.8716	.8781	.8843
7	.6987	.7104	.7219	.7330	.7438	.7543	.7645	.7744	.7840	.7932
8	.5609	.5746	.5881	.6013	.6144	.6272	.6398	.6522	.6643	.6761
9	.4214	.4353	.4493	.4631	.4769	.4906	.5042	.5177	.5311	.5443
10	.2959	.3095	.3212	.3341	.3470	.3600	.3731	.3863	.3994	.4126
11	.1942	.2045	.2150	.2257	.2366	.2478	.2591	.2706	.2822	.2940
12	.1193	.1289	.1348	.1429	.1513	.1600	.1689	.1780	.1874	.1970
13	.0687	.0739	.0793	.0850	.0909	.0971	.1035	.1102	.1171	.1242
14	.0372	.0405	.0439	.0476	.0514	.0555	.0597	.0642	.0689	.0739
15	.0190	.0209	.0229	.0251	.0274	.0299	.0325	.0353	.0383	.0415
16	.0092	.0102	.0113	.0125	.0138	.0152	.0168	.0184	.0202	.0220
17	.0042	.0047	.0053	.0059	.0066	.0074	.0082	.0091	.0101	.0111
18	.0018	.0021	.0023	.0027	.0030	.0034	.0038	.0043	.0048	.0053
19	.0008	.0009	.0010	.0011	.0013	.0015	.0017	.0019	.0022	.0024
20	.0003	.0003	.0004	.0005	.0005	.0006	.0007	.0008	.0009	.0011
21	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0002	.0003	.0003	.0004	.0004
22	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002
23	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001
x	m									
	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10
0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999	.9999
2	.9989	.9990	.9991	.9991	.9992	.9993	.9993	.9994	.9995	.9995
3	.9942	.9947	.9951	.9955	.9958	.9962	.9965	.9967	.9970	.9972
4	.9802	.9816	.9828	.9840	.9851	.9862	.9871	.9880	.9889	.9897
5	.9483	.9514	.9544	.9571	.9597	.9622	.9645	.9667	.9688	.9707
6	.8902	.8959	.9014	.9065	.9115	.9162	.9207	.9250	.9290	.9329
7	.8022	.8108	.8192	.8273	.8351	.8426	.8498	.8567	.8634	.8699
8	.6877	.6990	.7101	.7208	.7313	.7416	.7515	.7612	.7706	.7798
9	.5574	.5704	.5832	.5958	.6082	.6204	.6324	.6442	.6558	.6672

(continuación). Función de probabilidad de Poisson sumada  $\sum_{m=0}^{\infty} e^{-x} x^m / m!$

$x$	$m$									
	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10
10	.4258	.4389	.4521	.4651	.4782	.4911	.5040	.5168	.5295	.5421
11	.3059	.3180	.3301	.3424	.3547	.3671	.3795	.3920	.4045	.4170
12	.2068	.2168	.2270	.2374	.2480	.2588	.2697	.2807	.2919	.3032
13	.1316	.1393	.1471	.1552	.1636	.1721	.1809	.1899	.1991	.2084
14	.0790	.0844	.0900	.0958	.1019	.1081	.1147	.1214	.1284	.1355
15	.0448	.0483	.0520	.0559	.0600	.0643	.0688	.0735	.0784	.0835
16	.0240	.0262	.0285	.0309	.0335	.0362	.0391	.0421	.0454	.0487
17	.0122	.0135	.0148	.0162	.0177	.0194	.0211	.0230	.0249	.0270
18	.0059	.0066	.0073	.0081	.0089	.0098	.0108	.0119	.0130	.0143
19	.0027	.0031	.0034	.0038	.0043	.0048	.0053	.0059	.0065	.0072
20	.0012	.0014	.0015	.0017	.0020	.0022	.0025	.0028	.0031	.0035
21	.0005	.0006	.0007	.0008	.0009	.0010	.0011	.0013	.0014	.0016
22	.0002	.0002	.0003	.0003	.0004	.0004	.0005	.0005	.0006	.0007
23	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0002	.0002	.0002	.0003	.0003
24	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
$x$	$m$									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2	.9998	.9999	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
3	.9988	.9995	.9998	.9999	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
4	.9951	.9977	.9990	.9995	.9998	.9999	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
5	.9849	.9924	.9963	.9982	.9991	.9996	.9998	.9999	1.0000	1.0000
6	.9625	.9797	.9893	.9945	.9972	.9986	.9993	.9997	.9998	.9999
7	.9214	.9542	.9741	.9858	.9924	.9960	.9979	.9990	.9995	.9997
8	.8508	.9105	.9460	.9684	.9820	.9900	.9946	.9971	.9985	.9992
9	.7680	.8450	.9002	.9379	.9626	.9780	.9874	.9929	.9961	.9979
10	.6595	.7576	.8342	.8906	.9301	.9567	.9739	.9846	.9911	.9950
11	.5401	.6528	.7483	.8243	.8815	.9226	.9509	.9696	.9817	.9892
12	.4207	.5384	.6468	.7400	.8152	.8730	.9153	.9451	.9653	.9786
13	.3113	.4240	.5389	.6415	.7324	.8089	.8650	.9083	.9394	.9610
14	.2187	.3185	.4270	.5356	.6368	.7255	.7991	.8574	.9016	.9339
15	.1460	.2280	.3249	.4296	.5343	.6325	.7192	.7919	.8503	.8951
16	.0926	.1556	.2364	.3306	.4319	.5333	.6285	.7133	.7852	.8435
17	.0559	.1013	.1645	.2441	.3359	.4340	.5323	.6250	.7080	.7789
18	.0322	.0630	.1095	.1728	.2511	.3407	.4360	.5314	.6216	.7030
19	.0177	.0374	.0698	.1174	.1805	.2577	.3450	.4378	.5305	.6186
20	.0093	.0213	.0427	.0785	.1248	.1878	.2637	.3491	.4394	.5297
21	.0047	.0116	.0250	.0479	.0830	.1318	.1945	.2693	.3528	.4409
22	.0023	.0061	.0141	.0288	.0531	.0892	.1385	.2009	.2745	.3563
23	.0010	.0030	.0076	.0167	.0327	.0582	.0953	.1449	.2069	.2784
24	.0005	.0015	.0040	.0093	.0195	.0367	.0633	.1011	.1510	.2129
25	.0002	.0007	.0020	.0050	.0112	.0223	.0406	.0683	.1067	.1566
26	.0001	.0003	.0010	.0026	.0062	.0131	.0252	.0446	.0731	.1122
27	.0000	.0001	.0005	.0013	.0033	.0075	.0152	.0282	.0488	.0779
28	.0000	.0001	.0002	.0006	.0017	.0041	.0088	.0173	.0313	.0525
29	.0000	.0000	.0001	.0003	.0009	.0022	.0050	.0103	.0195	.0343
30	.0000	.0000	.0000	.0001	.0004	.0011	.0027	.0059	.0118	.0216
31	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0006	.0014	.0033	.0070	.0135
32	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0007	.0018	.0040	.0081
33	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0004	.0010	.0022	.0047
34	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0005	.0012	.0027
35	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0006	.0014
36	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0003	.0008
37	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002	.0004
38	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001	.0002
39	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001
40	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0001

## ANEXO B TABLAS DE DISEÑO SUGERIDAS POR LAS AUTORIDADES DEL D.F.<sup>1</sup>

### EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTO.

MUEBLE	SERVICIO	TIPO DE CONTROL	UNIDADES MUEBLE O DE GASTO
Inodoro	Público	Fluxómetro	8
Inodoro	Público	Tanque	5
Mingitorio de pedestal	Público	Fluxómetro	8
Mingitorio de pared	Público	Fluxómetro	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	Fluxómetro	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. fluxómetro	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, pag 26.

**CONVERSION DE UNIDADES MUEBLE A LITROS POR SEGUNDO**

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	1583	1583	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	3150
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