

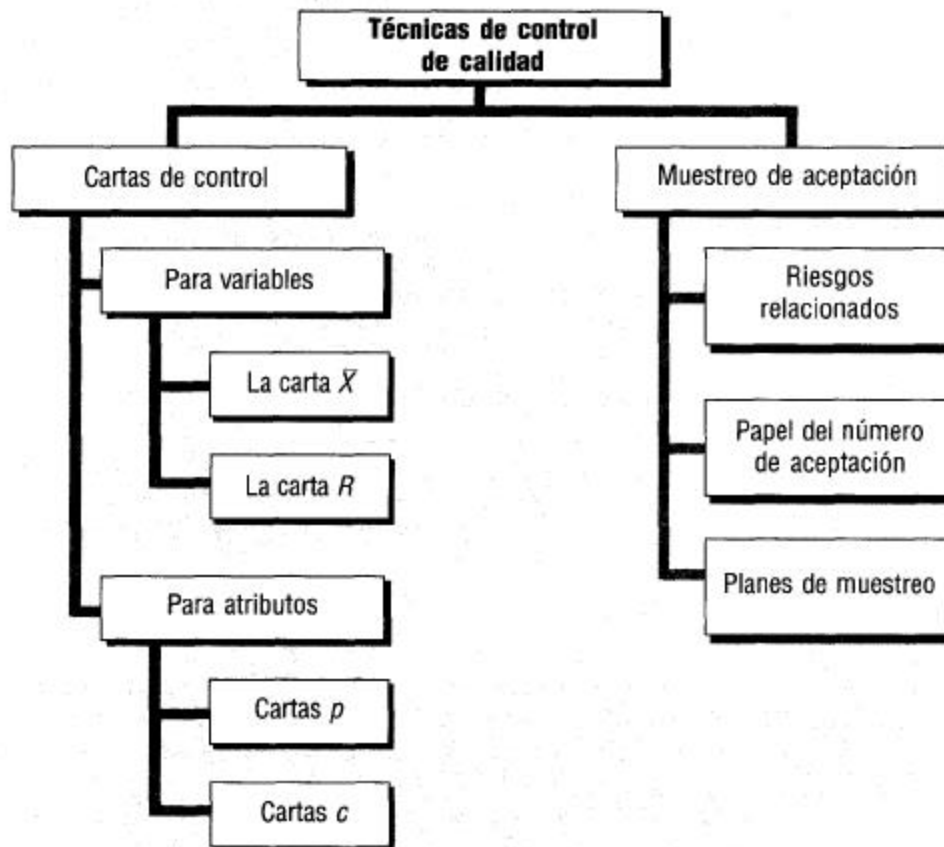


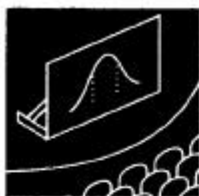
15

Técnicas de control de calidad

Plan del capítulo

A medida que la competencia por los dólares de consumo se intensifica en todo el mundo, la importancia que una empresa da al mejoramiento de la calidad de sus productos crece proporcionalmente. Este capítulo explica las pruebas que una empresa puede realizar para mejorar el programa de control de calidad con miras a promover la confiabilidad y expandir su participación competitiva de mercado.





ESCENARIO

El año pasado Minot Industries, un fabricante importante de cristalería, se vio forzado a modernizar su planta en Toledo para mantenerse al día con el nivel de tecnología que muchos de sus competidores habían adoptado anteriormente. Desde que la planta fue rediseñada, Minot ha experimentado numerosos problemas con sobrecostos, producción defectuosa, moral de los empleados y el desarrollo de otros problemas.

Recientemente, Ray Murdock fue nombrado como nuevo CEO (director ejecutivo), por parte de los principales accionistas de Minot. El eje de los esfuerzos renovadores de Murdock es poner todos los procesos de producción al día con los estándares de calidad con los cuales se ha ido revolucionado la industria.

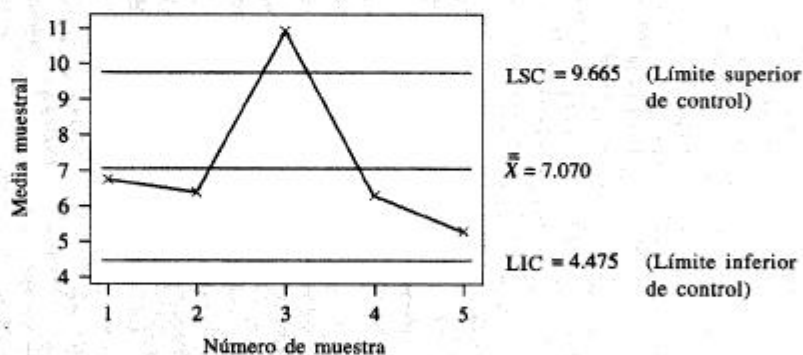
El señor Murdock se da cuenta de que esto requiere un extraordinario trabajo de equipo de parte de todos sus

funcionarios ejecutivos, como también del personal de línea, quienes en el pasado se habían comprometido fielmente con las metas y aspiraciones de Minot Industries.

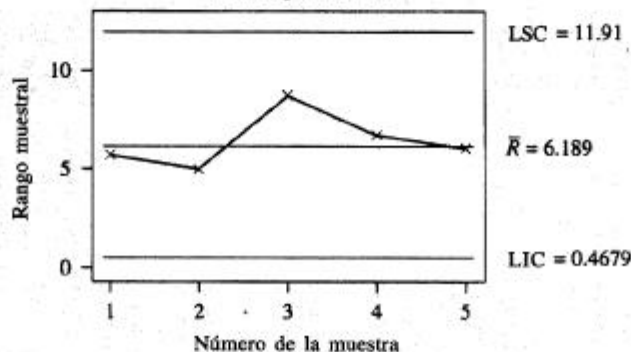
En el pasado, Minot pudo mantener sus estándares de producción con poco esfuerzo y poca preocupación por la calidad. Las materias primas utilizadas por su fuerza laboral capacitada garantizaba que Minot produjera un producto superior. Sin embargo, con la creciente competencia, tanto de las fuentes nacionales como de las extranjeras, mantener los estándares del producto a un costo razonable fue una meta más esquivada.

Restablecer a Minot como una industria líder puede lograrse sólo mediante la aplicación de métodos precisos de control de calidad. Este reto deben enfrentarlo los empleados leales, quienes están dispuestos a ejecutar sus obligaciones profesionales.

Carta $\bar{X}$ para Minot



Carta R para Minot



15.1 Introducción

Durante los últimos años el nivel de competencia nacional y extranjera se ha intensificado considerablemente. Este alto nivel de competencia entre las empresas comerciales ha creado la necesidad de vigilar y mantener la calidad de los productos. A medida que la competencia aumenta, se vuelve cada vez más difícil adquirir y mantener una participación de mercado suficiente como para permitir la subsistencia económica. Sin medidas cuidadosas para garantizar que sus productos cumplan con ciertas especificaciones mínimas, es menos probable que un negocio subsista a las duras condiciones competitivas del mercado actual.

Este capítulo analiza las numerosas herramientas estadísticas que las empresas pueden utilizar para administrar un programa efectivo de regulación de la calidad total de sus productos, haciéndolos por ende más competitivos. Un programa de control de calidad de esta naturaleza generalmente confía ampliamente en técnicas como:

- Cartas de control para las variables:
 - Cartas $\bar{X}$
 - Cartas R
- Cartas de control para atributos
 - Cartas p
 - Cartas c
- Curvas características de operación
- Muestreo de aceptación

15.2 Breve historia del desarrollo mundial del control de calidad

Antes de la revolución industrial, la producción era efectuada principalmente por artesanos especializados. Ellos sentían tanto orgullo por su trabajo que con frecuencia firmaban cada pieza. Con el advenimiento de la revolución industrial y el crecimiento del sistema de fábricas, la producción se fragmentó, sin que la responsabilidad del producto recayera con alguien en particular. Con mucha frecuencia, estos cambios en los métodos de producción minimizaron la identificación del trabajador con el producto, y afectaron el cuidado que antes se tenía para realizar un trabajo. Como resultado, la calidad de producción y el cuidado de las necesidades del consumidor disminuyeron.

A mediados de los años veinte, Walter Shewhart, un investigador de Bell Laboratories, hizo un descubrimiento significativo en el área de mejoramiento de la producción. Reconoció que aunque la variación en los productos manufacturados era inevitable, esta variación podría vigilarse y controlarse utilizando ciertos procesos estadísticos. Desarrolló una herramienta gráfica simple, denominada *carta de control*, para determinar cuándo su variación excedía los límites aceptables.

Durante la Segunda Guerra Mundial, la necesidad de la nación de gran cantidad de materiales de alta calidad, despertó un interés adicional en las cartas de control y herramientas estadísticas relacionadas, y promovió un interés general por el control de calidad. Sin embargo, no fue sino hasta los años setenta, cuando los fabricantes de Estados Unidos enfrentaron la competencia implacable de un flujo de importaciones japonesas excelentes, que difundió ampliamente el interés por el control de calidad en los Estados Unidos.

W. Edwards Deming estudió con Shewhart, luego ocupó un cargo en el Ministerio de Agricultura y posteriormente con la Census Bureau. Aunque ahora es reconocido mundialmente como uno de los pioneros en el campo del control de calidad, anteriormente sólo los japoneses estudiaron seriamente sus ideas. Deming desarrolló toda una filosofía de gerencia de calidad con base en sus "14 puntos", los cuales establecen, entre

otras cosas, que con un clima organizacional apropiado, los métodos estadísticos de mejoramiento de procesos pueden reducir la variación a la que se refería Shewhart: reducir los costos considerablemente, mejorar la imagen organizacional así como su situación financiera. Deming argumentaba que el desarrollo de la calidad era un proceso interminable y en curso, que requería una vigilancia continua del proceso de producción.

En 1951 Deming fue invitado a hablar ante el Gremio de Científicos e Ingenieros Japoneses. Los japoneses estaban preocupados por la reputación que habían adquirido por producir productos elaborados de forma más barata y de menor exportación. En una gran serie de conferencias y reuniones con los líderes japoneses tanto de la industria como del gobierno, Deming convenció a los japoneses de escuchar al consumidor y aplicar los métodos estadísticos de control de calidad, para así poder expandir su producción y exportar a todo el mundo sus productos de alta calidad. Las ideas y enseñanzas de Deming fueron un instrumento para situar a los japoneses en la envidiable posición que gozan hoy día como potencia económica mundial. En su honor, los japoneses instituyeron el premio Deming, el cual se otorga a las compañías que han sido reconocidas por su mejoramiento sobresaliente en calidad.

Tabla 15.1

Criterios
del Premio
de Calidad Nacional
Malcom Baldrige

Análisis de categorías /artículos	Valor en puntos
1. Liderazgo	110
1.1 Sistema de liderazgo	80
1.2 Responsabilidad de la compañía y ciudadanía	30
2. Planeación estratégica	80
2.1 Proceso de desarrollo de estrategias	40
2.2 Estrategia de la compañía	40
3. Cliente y foco del mercado	80
3.1 Cliente y conocimiento del mercado	40
3.2 Satisfacción del cliente y mejoramiento de la relación	40
4. Información y análisis	80
4.1 Selección y uso de información y datos	25
4.2 Selección y uso de información y datos comparativos	15
4.3 Análisis y revisión del desempeño de la compañía	40
5. Desarrollo y manejo de recursos humanos	100
5.1 Sistemas de trabajo	40
5.2 Educación de empleados, capacitación y desarrollo	30
5.3 Bienestar y satisfacción de los empleados	30
6. Manejo del proceso	100
6.1 Manejo del producto y procesos de servicio	60
6.2 Manejo de los procesos de apoyo	20
6.3 Manejo de procesos de proveedores y asociaciones	20
7. Resultados del negocio	450
7.1 Resultados de la satisfacción del cliente	130
7.2 Resultados financieros y del mercado	130
7.3 Resultados del recurso humano	35
7.4 Resultados de proveedor y socio	25
7.5 Resultados específicos de la compañía	130
PUNTOS TOTALES	1,000

Fuente: 1997 Award Criteria. Premio Nacional de Calidad Malcom Baldrige, Ministerio de Comercio de Estados Unidos.

Joseph Juran fue reconocido por difundir los beneficios del control de calidad entre los japoneses. Al igual que Deming, Juran argumentó que un compromiso de la alta gerencia con el control de calidad, era esencial. Estableció que la calidad era responsabilidad de los gerentes y que se debería atender como cualquier otra área funcional así como finanzas o marketing.

Se han desarrollado muchos premios en la industria norteamericana. Quizá el más notable es el Premio Nacional de Calidad Malcom Baldrige, instituido en 1988 y bautizado en honor al Secretario de Comercio de Estados Unidos desde 1981 hasta su muerte en 1987, esta distinción está diseñada para reconocer a las empresas que presentan un compromiso con la excelencia del producto. Dentro de los ganadores anteriores se encuentran Motorola (1988); Xerox (1989); IBM, Federal Express y Cadillac (1990). La tabla 15.1 muestra los criterios específicos utilizados para determinar los ganadores. Con base en estos criterios, los ganadores del premio en 1997 fueron 3M Dental Products Division; Merrill Lynch Credit Corporation; Xerox Business Services y Solectron Corporation, un diseñador y fabricante de equipos de alta tecnología.

En otra sección de este capítulo se analizarán muchas de las herramientas útiles a la gerencia de calidad. Comenzaremos con las cartas de control desarrolladas por Walter Shewhart.

15.3 Cartas de control para variables

Las **cartas de control** se utilizan comúnmente para vigilar la calidad de un producto en un proceso de fabricación en curso. Permiten que el experto en control de calidad observe muy de cerca toda variación en el proceso, y alerte al fabricante respecto a los cambios en la naturaleza del producto. Esto ayuda a garantizar que el producto cumpla con ciertas especificaciones de fabricación y estándares de calidad.

Casi todas las empresas manufactureras siguen programas de control de calidad. El propósito es detectar, tan pronto como sea posible, toda variación en las características importantes de un producto, como su tamaño, peso, tono de color, o en el caso de recipientes, su nivel de contenido. Dicha variación tiene dos fuentes: 1) variación aleatoria (o común), y 2) variación asignable a una causa. La **variación aleatoria** ocurre simplemente porque, al igual que los copos de nieve, dos artículos cualquiera no son idénticos. Las diferencias naturales son de esperarse y producen problemas no reales en términos de controlar el nivel de calidad de un producto. Cada producto contiene alguna leve variación inherente.

Variación aleatoria Pequeñas variaciones en el producto o en el proceso de producción son de esperarse, debido a la diferencia inherente a los insumos de producción utilizados en el proceso de producción.

Sin embargo, una **variación de causa asignable** es una variación excedente a toda diferencia natural. Se debe a alguna causa específica que puede (y debe) identificarse y corregirse. Una variación de causa asignable termina en productos defectuosos y sugiere que el proceso de producción está “fuera de control”. Es producido por un error humano, un dispositivo mecánico defectuoso utilizado en el proceso de producción u otro procedimiento.

Variación de causa asignable Variación en el producto o el proceso de producción que señala que el proceso está fuera de control y que se requieren medidas correctivas.

Al recolectar los datos para un estudio de control de calidad, es común tomar una serie de muestras a través del tiempo durante el proceso de producción. Se sugiere que el número de muestras recolectadas, k , debería ser

de por lo menos 20, y el tamaño de cada muestra, n , debe estar entre 5 y 15. Cada muestra se denomina un **subgrupo**.

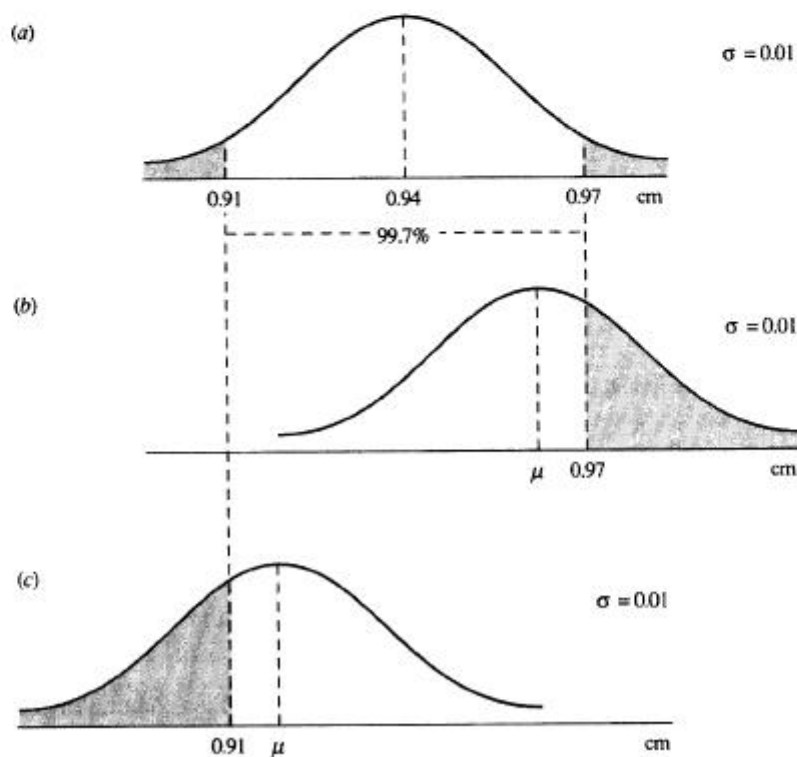
Al seleccionar cada muestra, con frecuencia es necesario tener en cuenta el **subagrupamiento racional**. Esto requiere que se seleccione cada muestra de tal manera que se garantice que la fuerza que causa la variación ocurra *entre* muestras, y no *dentro* de las muestras. Así, ninguna de las observaciones de la muestra antes del comienzo de la fuerza causal se verá afectada, mientras que todas las observaciones de la muestra después del comienzo, están sujetas a la variación producida por la fuerza.

Por ejemplo, FCI Telemarketing utiliza un “cuarto caliente” para comercializar los productos y los servicios de sus clientes. Un cuarto caliente contiene un gran banco de teléfonos desde donde los operadores llaman al máximo número posible de clientes potenciales y entregan un lanzamiento de ventas esperando obtener pedidos. A los operadores se les califica en parte por la velocidad con la cual terminan las llamadas. Para evitar el aburrimiento, los operadores trabajan sólo por una hora; luego un nuevo turno de trabajadores rota. Para detectar toda diferencia en el desempeño del operador, las muestras deberían seleccionarse dentro de una hora dada. No debería abarcar dos o más turnos de trabajadores. Por tanto, toda diferencia en las medias que esté más allá de la variación aleatoria puede asignarse a la fuerza esperada –en este caso, un cambio en personal.

Eastman-Kodak fabrica un obturador para sus cámaras, los cuales deben cumplir especificaciones de producción muy precisas. El dispositivo debe medir 0.94 centímetros (cm), con una tolerancia permisible de 0.03 cm. Es decir, su rango aceptable está entre de 0.91 a 0.97 cm. Las medidas se toman periódicamente y los resultados se registran en una carta de control. De esta manera puede determinarse rápidamente si el mecanismo de obturación está cumpliendo o no con las especificaciones de producción.

Se asume por ahora que el proceso está bajo perfecto control, produciendo una media de 0.94 cm, con una desviación estándar de 0.01 cm. La figura 15.1(a) ilustra esta condición. Se observa que 99.7% de todos los

Figura 15.1
Resultado de un
cambio en la media



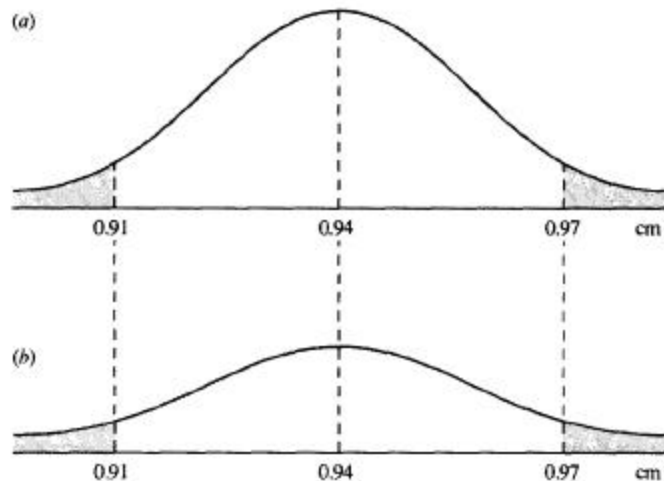
mecanismos están dentro de las especificaciones de producción. El 0.03% restante son defectuosos debido sólo a una variación aleatoria.

La figura 15.1(b) muestra el resultado de un proceso que está fuera de control y está produciendo una media mayor que 0.94 cm (se asume que la desviación estándar sigue siendo 0.01). Esto puede ocurrir si, por ejemplo, la máquina utilizada en el proceso de producción sufrió un desgaste inusual. El área de la figura 15.1(b) que está por encima de 0.97 cm, representa el porcentaje de defectos por variación de causa asignable, en este caso, el desgaste de la máquina.

El desgaste de la máquina también es probable que ocasione que el proceso se salga de control produciendo una media inferior a 0.94 cm, como se observa en la figura 15.1 (c). De nuevo, el área por debajo de 0.91 cm representa la proporción de producción no aceptable, debido a una causa asignable.

La figura 15.2 ilustra el impacto de un cambio en la dispersión. La figura 15.2(a) representa un proceso bajo control, con una media de 0.94 cm y una desviación estándar aceptable. Sin embargo, por ejemplo, la fatiga del trabajador, con el tiempo, puede resultar en una producción que varía considerablemente de una unidad a otra unidad. Los resultados de esta desviación aumentada se muestran en la figura 15.2(b). Asumiendo que la media no ha cambiado, el proceso está fuera de control debido a una variación excesiva en la dispersión. Las unidades que están por encima de 0.97 cm y por debajo de 0.91 cm son defectuosas. Claro que es posible, tanto para la ubicación como para la dispersión, salirse de control al mismo tiempo.

Figura 15.2
Resultado del cambio
en la dispersión

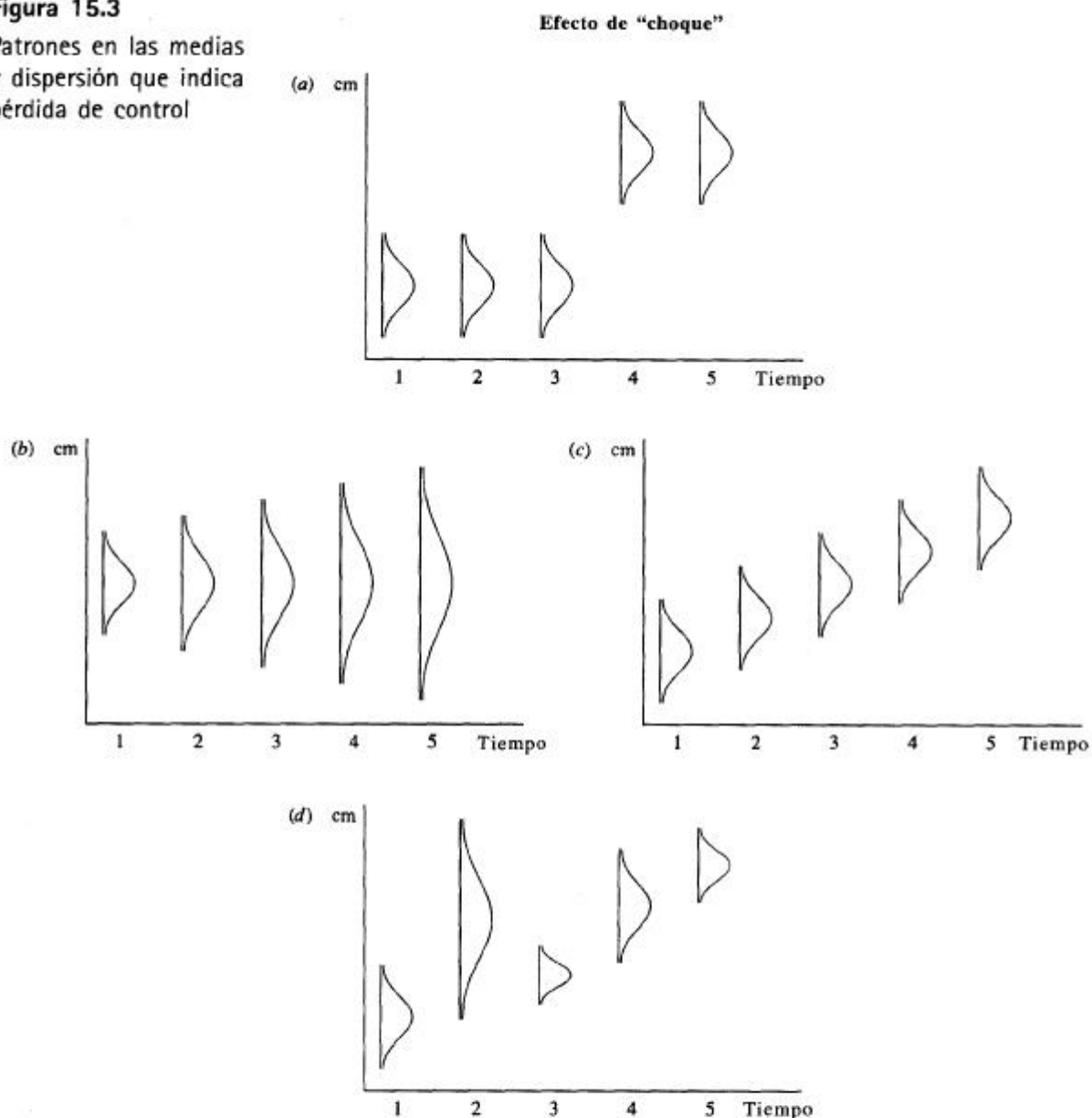


A diferencia de la figura 15.2 que muestra la situación del proceso de producción en un punto en el tiempo, las cartas de control con frecuencia representan medidas a través del tiempo. La figura 15.3 ilustra cuatro formas diferentes en que un proceso puede salirse de control con el tiempo. Se dice que la figura 15.3 (a) resulta de un efecto de “choque” ya que el cambio súbito de localización puede probablemente atribuirse a alguna ocurrencia que ha ocurrido abruptamente. Un cambio de turno en el cual un trabajador no experimentado entra a trabajar, o el cambio repentino de materia prima de inferior calidad, puede producir tal ocurrencia. En todo caso, en el que la variación de causa asignable (en la media) ha sido identificado, se deben tomar medidas para ubicar y corregir la causa de esta variación.

Tanto la figura 15.3(b) como la 15.3(c) sugieren una pérdida de control más gradual. La causa puede ser el desgaste progresivo de la máquina. En primera instancia, la variación en la dispersión hace que se pierda el control del proceso; en segunda instancia, el control se pierde debido a una tendencia ascendente en la media. De nuevo, deben tomarse acciones correctivas. Finalmente, la figura 15.3 (d) indica una pérdida de control como resultado de la variación de causa asignable tanto en la media (ubicación) como en la dispersión.

Figura 15.3

Patrones en las medias
y dispersión que indica
pérdida de control



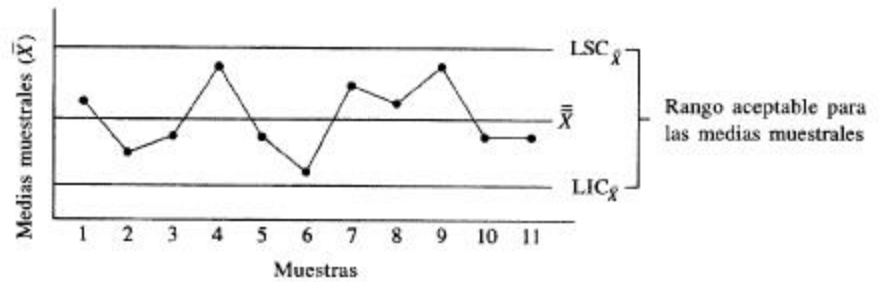
15.4 Cartas de control para la media y la dispersión

Las cartas de control ayudan a la detección de la variación de causa asignable. Se forman diferentes tipos de cartas de control para al menos dos variables. El primer tipo, con frecuencia denominada carta $\bar{X}$, se diseña para medir la variación en las medias muestrales. El segundo tipo mide la variación en el rango de las muestras. Lógicamente, se le denomina carta R . A continuación se presenta un análisis de ambos tipos de cartas.

A. La carta $\bar{X}$

La típica carta $\bar{X}$ se utiliza para medir la variación de las medias muestrales alrededor de algún nivel generalmente aceptado. Como lo indica la figura 15.4, un límite superior de control ($LSC_{\bar{X}}$) y un límite inferior de control ($LIC_{\bar{X}}$) se establecen alrededor de una medida aceptable, la cual se determina como la gran media, $\bar{\bar{X}}$, de varias medias muestrales. El valor $\bar{\bar{X}}$ sirve como estimación de μ .

Figura 15.4
La carta $\bar{X}$



Si las medias muestrales caen dentro de un rango aceptable, como se muestra en la figura 15.4, sólo se dice que la variación aleatoria ocurre. Sin embargo, si las medias muestrales exceden el $LSC_{\bar{X}}$ o caen por debajo del $LIC_{\bar{X}}$, el proceso de control de calidad ha detectado una variación de causa asignable, y el proceso de producción queda fuera de control. Debe determinarse y corregirse la causa de esta variación excesiva.

Es habitual en los procedimientos de control de calidad determinar el $LSC_{\bar{X}}$ y el $LIC_{\bar{X}}$ por encima y por debajo de $\bar{\bar{X}}$. Esta costumbre resulta de la regla empírica que establece que 99.7% de todas las observaciones en una distribución normal estarán dentro de ese rango.

Por tanto,

Límite superior de control para las medias	$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{x}}$	[15.1]
---	---	--------

y,

Límite inferior de control para las medias	$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{x}}$	[15.2]
---	---	--------

Sin embargo, en la práctica, se estima $3\sigma_{\bar{x}}$ como $A_2\bar{R}$, en donde $\bar{R}$ es el rango promedio de los rangos muestrales, y A_2 es una constante basada en el tamaño de la muestra. Los valores A_2 pueden hallarse en el apéndice III, tabla O. Utilizando $A_2\bar{R}$ en lugar de $3\sigma_{\bar{x}}$ produce resultados similares y es considerablemente más fácil de calcular. Se tiene entonces:

Límite superior de control para medias	$LSC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$	[15.3]
---	--	--------

y,

Límite inferior de control
para medias

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

[15.4]

Consideremos el problema enfrentado por Janet Lugg, director de medidas de control de calidad para AT&T. Su planta produce las estructuras para los computadores de mesa, los cuales deben cumplir ciertas especificaciones de tamaño. Para garantizar que se cumplan estos estándares, Janet recolecta $K = 24$ muestras (subgrupos), cada uno de tamaño $n = 6$, y mide su ancho. Los resultados aparecen en la tabla 15.2.

Tabla 15.2

Medidas en centímetros
de los computadores
de mesa AT&T ($K = 24$,
 $n = 6$)

Muestra	Medidas muestrales						$\bar{X}$	R
1	15.2	14.5	15.4	16.5	15.9	16.2	15.6170	2.0
2	16.2	15.4	15.9	15.2	15.2	14.5	15.4000	1.7
3	15.6	16.5	15.9	16.2	15.9	16.2	16.0500	0.9
4	18.5	14.8	15.7	15.2	16.8	14.2	15.8667	4.3
5	17.5	15.7	14.5	14.2	14.5	15.2	15.2667	3.3
6	14.3	15.9	16.5	14.8	15.4	14.8	15.2833	2.2
7	15.4	15.2	15.4	15.8	14.2	15.7	15.2833	1.6
8	18.0	14.5	14.4	16.2	14.8	16.8	15.7833	3.6
9	14.2	15.6	14.5	16.1	15.7	15.9	15.3333	1.9
10	15.7	16.5	14.5	14.8	16.8	16.1	15.7333	2.3
11	14.8	14.5	16.5	14.9	15.8	16.3	15.4667	2.0
12	16.8	15.8	15.2	15.8	15.7	16.2	15.9167	1.6
13	15.2	15.9	14.5	15.1	15.9	14.7	15.2167	1.4
14	15.4	15.7	16.8	15.3	14.8	14.9	15.4833	2.0
15	18.4	15.7	15.9	14.8	15.5	14.8	15.8500	3.6
16	16.5	16.8	15.0	15.7	16.9	14.7	15.9333	2.2
17	15.2	16.9	16.8	17.0	17.1	15.4	16.4000	1.9
18	16.8	17.2	18.9	18.5	18.5	18.9	18.1333	2.1
19	13.5	17.6	18.7	21.1	17.2	16.0	17.3500	7.6
20	19.8	14.5	20.8	19.2	19.2	18.7	18.7000	6.3
21	18.7	17.9	18.7	20.8	18.4	17.5	18.6667	3.3
22	17.5	18.0	18.2	20.2	14.2	17.8	17.6500	6.0
23	14.9	18.9	20.0	16.8	16.2	18.5	17.5500	5.1
24	18.7	17.9	17.4	18.7	17.2	16.5	17.7333	2.2

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{K} = \frac{15.6170 + 15.4000 + \cdots + 17.7333}{24}$$

$$= 16.3194$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{K} = \frac{2.0 + 1.7 + \cdots + 2.2}{24}$$

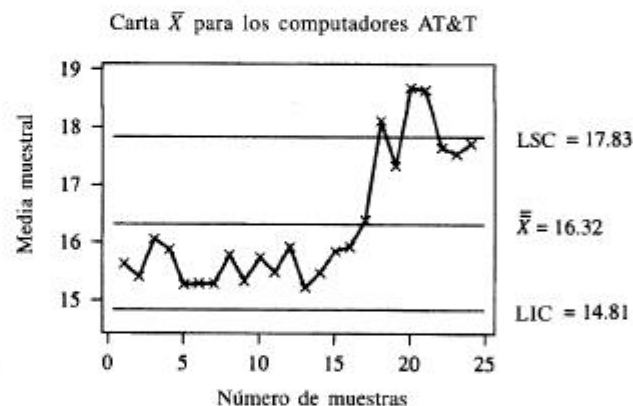
$$= 2.9625$$

La media y el rango de cada muestra aparecen en las dos últimas columnas de la tabla. La gran media y el rango promedio se calculan. Con esta información puede determinarse el LSC y el LIC para $\bar{X}$. Debido a que cada tamaño muestral es $n = 6$, la tabla 0 del apéndice III revela que A_2 es 0.483. Entonces:

$$\begin{aligned} \text{LSC}_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \\ &= 16.3194 + (0.483)(2.9625) \\ &= 17.75 \\ \text{LIC}_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \\ &= 14.89 \end{aligned}$$

La figura 15.5, la cual se hizo en Minitab, es la carta de control de Janet Lugg. Vale la pena notar que las medias para los subgrupos 18, 20 y 21 revelan que el proceso está fuera de control: las medias se han incrementado a niveles que superan el LSC, indicando la presencia de variación de causa asignable. Quizás con el tiempo las máquinas que producen las piezas del computador han sufrido un desgaste poco usual, produciendo un desempeño inadecuado. O la variación puede haber sido causada por la introducción de materia prima de calidad inferior obtenidos de un nuevo proveedor alrededor del tiempo en que se tomó la muestra 18. En todo caso, la Srta. Lugg debe ubicar y corregir la causa para la variación inaceptable.

Figura 15.5
Carta $\bar{X}$ para Janet Lugg



B. La carta R

Además de vigilar los cambios en la media, es útil hacer el escrutinio de la variación en el proceso. Aunque la desviación estándar es una medida que depende de la dispersión, las técnicas de control de calidad generalmente confían en el rango como un indicio de la variabilidad del proceso. El rango es más fácil de calcular, y la entienden más rápidamente quienes no tienen antecedentes estadísticos suficientes.

Se calcula un límite inferior de control (LIC_R) y el límite superior de control (LSC_R) para el rango; al igual que con los de la carta $\bar{X}$, hay tres errores estándar por encima y por debajo de la media. En principio, se determinan así:

Límite superior de control
para el rango

$$\text{LSC}_R = \bar{R} + 3s_R$$

[15.5]

y,

Límite inferior de control
para el rango

$$LIC_R = \bar{R} - 3s_R$$

[15.6]

en donde s_R es la desviación estándar en los rangos muestrales. Sin embargo, en la práctica, es más simple de utilizar:

Límite superior de control
para el rango

$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$

[15.7]

y,

Límite inferior de control
para el rango

$$LIC_R = D_3 \bar{R}$$

[15.8]

Los valores para D_4 y D_3 se toman del apéndice II, tabla O.

Utilizando los datos de Lugg de la tabla 15.2, se tiene que:

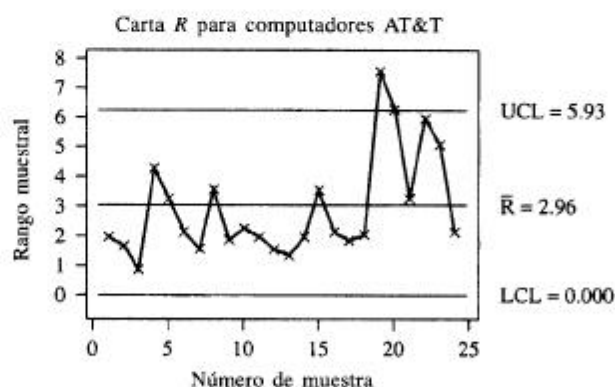
$$LSC_R = (2.004) (2.9625) = 5.936$$

$$LIC_R = (0) (2.9625) = 0$$

La carta R presentada en la figura 15.6 se generó utilizando Minitab. Se nota de nuevo que las últimas muestras indican que el proceso está fuera de control: los valores R para las muestras 19, 20 y 22 exceden el LSC. Debe tomarse una acción a seguir para identificar y corregir la fuente de la variación de causa asignable.

Figura 15.6

Carta R para Janet
Lugg



Al examinar las cartas $\bar{X}$ y R , la señorita Lugg determina que el proceso está fuera de control. Es común utilizar ambas cartas conjuntamente en el esfuerzo por detectar los problemas de control. Un proceso puede presentar una media estable que permanece dentro del control estadístico, pero la variación alrededor de la media, como la mide la desviación estándar o el rango es tan grande, que la mayoría de las unidades son defectuosas. Por ejemplo, un proceso puede estar diseñado para producir unidades de 10 pies de longitud. En la mitad de ellos hay una longitud de 5 pies y en la otra mitad de 15 pies, la media deseada de 10 pies se mantiene, pero ninguna de las unidades son aceptables o son demasiado largas o demasiado cortas. Los procesos deberían operar de manera que se produzca tanto una media estable como una variación estable. Así, las cartas R y las cartas $\bar{X}$ se utilizan mejor en conjunto.

De hecho, con frecuencia se sugiere que la carta R se debería construir e interpretar primero. Se recuerda que la carta $\bar{X}$ depende del rango (ver fórmulas [15.3] y [15.4]). Por tanto, si la variación del proceso en cuanto a dispersión está fuera de control, los límites de control sobre la carta $\bar{X}$ tienen poco significado. Si la carta R indica que la variación del proceso está bajo control, sólo entonces tiene sentido construir e interpretar la carta de medias. El ejemplo 15.1 ilustra esta práctica.

Ejemplo 15.1

En diciembre de 1997, GTW Electronics, una empresa pequeña de New Jersey, anunció su intención de competir directamente con General Electric en la fabricación de ciertos componentes eléctricos. El director ejecutivo de GTW exigió chequeos de control de calidad diseñados para medir la variación en el peso de uno de los componentes. Se tomaron las muestras de tamaño $n = 6$ cada hora para $K = 5$ horas. Los resultados en onzas se tabulan a continuación. Si el estudio de control sugiere una variación inaceptable, el director ejecutivo ha emitido una orden perentoria de que el proceso de producción debe detenerse hasta que se identifique y se corrija la causa asignable.

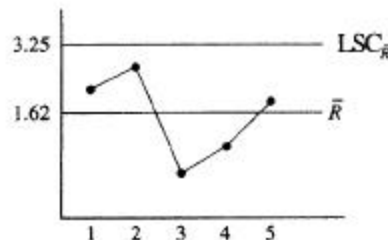
	Hora (a.m.)	1	2	3	4	5	6	$\bar{X}$	R
Muestras	8:00	4.9	4.8	4.8	5.1	6.6	5.2	5.23	1.8
	9:00	6.8	5.1	5.2	7.1	5.3	5.2	5.78	2.0
	10:00	7.1	6.9	5.9	6.2	6.9	6.9	6.65	1.2
	11:00	6.8	6.2	6.5	7.1	7.6	6.8	6.83	1.4
	12:00	6.0	4.6	4.5	4.5	4.3	5.2	4.85	1.7
								29.34	8.1
								$\bar{\bar{X}} = 5.87$	
								$\bar{R} = 1.61$	

Aunque $K = 5$ probablemente es insuficiente (se recuerda que se sugiere que $K \geq 20$), su uso simplificará la aritmética en la ilustración.

Solución

$$\begin{aligned}
 LSC_R &= D_4 \bar{R} \\
 &= (2.004)(1.62) \\
 &= 3.25 \\
 LIC_R &= D_3 \bar{R} \\
 &= (0)(1.62) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

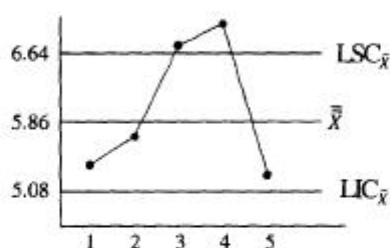
Así, la carta R aparece como



Debido a que la carta R sugiere que la variación en R está bajo control, la carta $\bar{X}$ puede construirse para probar la variación en las medias:

$$\begin{aligned} \text{LSC}_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \\ &= 5.87 + (0.483)(1.62) \\ &= 6.65 \\ \text{LIC}_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \\ &= 5.09 \end{aligned}$$

La carta $\bar{X}$ se vuelve



Interpretación

Se puede observar que el proceso está fuera de control. Las medias para las muestras 3 y 4 exceden el LSC. El proceso de producción debería interrumpirse y la causa asignable debería identificarse y corregirse.

Ejercicios de la sección

- Se tomaron siete muestras de tamaño 5 para las libras contenidas por pulgada cuadrada en los contenedores presurizados. ¿Parece que el sistema está fuera de control con base en las cartas $\bar{X}$ y en las cartas R ?

Muestra						
1	2	3	4	5	6	7
25.00	35.00	22.00	24.00	27.00	21.00	31.00
29.00	31.00	29.00	30.00	19.00	23.00	30.00
27.00	29.00	27.00	31.00	18.00	22.00	21.00
31.00	27.00	24.00	21.00	27.00	25.00	22.00
27.00	25.00	20.00	26.00	20.00	35.00	31.00

- La resistencia a la tensión del cable se mide en libras, tomando 10 muestras de tamaño 4 cada una. Examine el control estadístico utilizando una carta $\bar{X}$ y una carta R .

Muestra									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	19	14	18	8	15	23	18	21	19
2	18	12	19	9	17	15	17	18	21
15	21	10	14	6	18	14	15	15	22
13	23	9	15	6	14	16	15	14	14

3. Se seleccionan cinco muestras de tamaño 7, produciendo:

$$\bar{X}_1 = 6.2 \quad \bar{X}_2 = 7.3 \quad \bar{X}_3 = 8.1 \quad \bar{X}_4 = 7.2 \quad \bar{X}_5 = 6.3$$

y,

$$R_1 = 1.5 \quad R_2 = 1.7 \quad R_3 = 1.9 \quad R_4 = 1.2 \quad R_5 = 1.1$$

Determine los límites superior e inferior para una carta $\bar{X}$ y una carta R . ¿El proceso está bajo control?

4. Rector Public Accounting concluyó que los tiempos para terminar las auditorías deberían ser estándar. Se seleccionaron diez auditorías para las cinco oficinas de Rector ubicadas en almacenes. Con base en los resultados mostrados aquí, construya e interprete las cartas de control apropiadas para determinar si los tiempos de terminación están bajo control.

Muestra				
1	2	3	4	5
4.10	10.5	9.70	7.80	15.70
3.20	15.00	11.90	9.50	8.90
3.60	6.00	12.00	6.90	7.80
5.60	9.00	5.80	5.80	7.60
6.30	8.00	6.90	4.80	6.80
5.20	5.60	14.80	7.20	5.90
6.70	3.90	21.80	15.30	3.60
9.90	7.20	10.90	14.20	5.80
8.70	5.50	10.80	15.90	4.10
8.80	6.80	12.80	13.60	5.60

15.5 Cartas de control para atributos

Las cartas de control para $\bar{X}$ y R están diseñadas para monitorear los datos cuantitativos de un proceso. En muchos casos es necesario y deseable medir la *calidad* de un proceso, o la *producción* de dicho proceso, con base en la aceptación de un atributo. Este procedimiento estadístico determina si un proceso es aceptable con base en la proporción y el número de defectos. Dos tipos comunes de cartas de control se concentran en la aceptabilidad: las **cartas p** miden la proporción de defectos, y las **cartas c** registran el número de defectos por artículo.

A. Cartas p

En la construcción de las cartas p simplemente se toma nota de la proporción de artículos defectuosos en una muestra. Esta proporción, p es:

$$p = \frac{\text{Número de defectos en una muestra}}{\text{Tamaño de la muestra}}$$

De la misma manera que con las cartas de control para las variables, se toman varias muestras, produciendo varios valores para p . La proporción media de defectos para estas varias muestras, $\bar{p}$ se calcula luego así

$$\bar{p} = \frac{\text{Número total de defectos en todas las muestras}}{\text{Número total de todos los artículos inspeccionados}}$$

El valor $\bar{p}$ sirve como el estimado de π , la proporción de defectos poblacional, en caso de que π sea desconocido.

La desviación estándar de la proporción de defectos es

Desviación estándar de la proporción de defectos	$\sigma_p = \sqrt{\frac{\pi(1 - \pi)}{n}}$	[15.9]
---	--	--------

En el caso probable que π sea desconocido, σ_p se estima mediante s_p , en donde

Desviación estándar para la proporción de defectos cuando σ es desconocido	$s_p = \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$	[15.10]
--	---	---------

Recuerde la explicación anterior sobre distribución binomial, en la cual la detección de defectos se basa en los procesos de Bernoulli.

Los límites superiores de control (LSC_p) y los límites inferiores de control (LIC_p) se forman a tres desviaciones estándar por encima y por debajo de la población de defectos. Si π es conocido:

Límite superior de control para las proporciones	$LSC_p = \pi + 3\sigma_p$ $= \pi + 3\sqrt{\frac{\pi(1 - \pi)}{n}}$	[15.11]
---	--	---------

y

Límite inferior de control para proporciones	$LIC_p = \pi - 3\sigma_p$ $= \pi - 3\sqrt{\frac{\pi(1 - \pi)}{n}}$	[15.12]
---	--	---------

Si π es desconocido,

Límite superior de control para proporciones	$LSC_p = \bar{p} + 3s_p$ $= \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$	[15.13]
---	---	---------

y,

Límite inferior de control para proporciones	$LIC_p = \bar{p} - 3s_p$ $= \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$	[15.14]
---	---	---------

Opus, Inc. fabrica guitarras eléctricas y otros instrumentos musicales. Un procedimiento de control de calidad para detectar los defectos en el modelo 1000 de la guitarra "Auditory Annihilator" comprende la selección de $K = 15$ muestras diferentes de tamaño $n = 40$. El número de defectos en cada muestra se muestra en la tabla 15.3. Se inspecciona un total de $(15)(40) = 600$ guitarras.

Tabla 15.3

Defectos en $K = 15$
muestras
de tamaño $n = 40$

Muestra	Número de defectos	p	Muestra	Número de defectos	p
1	10	0.250	9	13	0.325
2	12	0.300	10	15	0.375
3	9	0.225	11	17	0.425
4	15	0.375	12	3	0.075
5	27	0.675	13	25	0.625
6	8	0.200	14	18	0.450
7	11	0.275	15	17	0.425
8	11	0.275			
			211		

Con estos datos, un especialista en control de calidad para Opus encuentra que:

$$\begin{aligned}\bar{p} &= \frac{211}{600} \\ &= 0.3517\end{aligned}$$

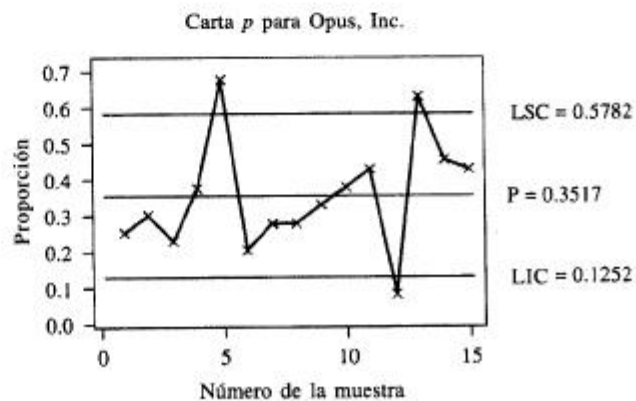
Entonces

$$\begin{aligned}LSC_p &= \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0.3517 + 3\sqrt{\frac{(0.3517)(0.6483)}{40}} \\ &= 0.5782 \\ LIC_p &= \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0.1252\end{aligned}$$

Una carta de control **preliminar** se crea a partir de estos hallazgos, como en la figura 15.7, la cual fue elaborada en Minitab.

Figura 15.7

Carta p para Opus, Inc.



Las muestras 5 ($p = 0.675$), 12 ($p = 0.075$), y 13 ($p = 0.625$) están claramente fuera de control. La búsqueda de causas asignables revelaron que se tomó la muestra 5 durante un tiempo en el que cierto personal clave estaba de vacaciones, y empleados menos hábiles fueron obligados a reemplazarlos. La inusual baja proporción de defectos para la muestra 12 provino de la utilización, en una sola oportunidad, de materias primas superiores, cuando el proveedor regular no pudo suministrar a Opus los materiales usuales. La muestra 13 se tomó cuando la nueva construcción de la planta interrumpió temporalmente el fluido eléctrico, no permitiendo el uso de métodos de producción computarizados.

La causa asignable se ha identificado para cada anomalía. Si se desea, puede seguirse un curso de acción para prevenir la recurrencia. Por ejemplo Opus puede garantizar que en el futuro el personal clave planee sus vacaciones para evitar una repetición de la muestra 5.

Se presume que un LICp no sería problema, debido a que es deseable las bajas tasas de defectos. Sin embargo, los inusuales valores bajos de p pueden ayudar a identificar las formas en las que se pueden minimizar los defectos. Por ejemplo, Opus puede desear tener en consideración el uso regular de materia prima superior obtenida de la muestra 12, si no son imposibles los costos. Quizá debería hacerse un estudio para comparar el efecto en las utilidades de usar materia prima de alto grado. Además, excepcionalmente los valores *bajos de p* pueden indicar un problema debido a que el programa de control de calidad sencillamente no está detectando efectivamente los defectos.

Ejemplo 15.2

Home Mortgage Company procesa créditos para vivienda para los residentes en el centro de Illinois. El Sr. Mooney, presidente de la compañía, fue alertado por un nuevo funcionario de créditos respecto a que los empleados que deben proporcionar la aprobación final del crédito no han detectado algunos errores en las solicitudes de crédito. Debido a que la falta de cuidado podría resultar muy costosa, el Sr. Mooney selecciona 25 muestras de solicitudes que han recibido aprobación. Cada muestra tiene 50 solicitudes. Después de revisar personalmente cada solicitud, el Sr. Mooney encuentra que cada muestra contiene solicitudes que no deberían haber sido aceptadas. Registra el número de tales solicitudes para cada muestra. Con base en lo hallado, el Sr. Mooney le pide crear una carta p y hacer comentarios sobre los resultados:

Muestra	Número de solicitudes con errores	Proporción	Muestra	Número de solicitudes con errores	Proporción
1	8	0.16	14	5	0.10
2	12	0.24	15	6	0.12
3	2	0.04	16	8	0.16
4	5	0.10	17	7	0.14
5	6	0.12	18	7	0.14
6	6	0.12	19	6	0.12
7	15	0.30	20	9	0.18
8	8	0.16	21	8	0.16
9	7	0.14	22	15	0.30
10	7	0.14	23	6	0.12
11	5	0.10	24	6	0.12
12	21	0.42	25	8	0.16
13	23	0.46		216	

Solución

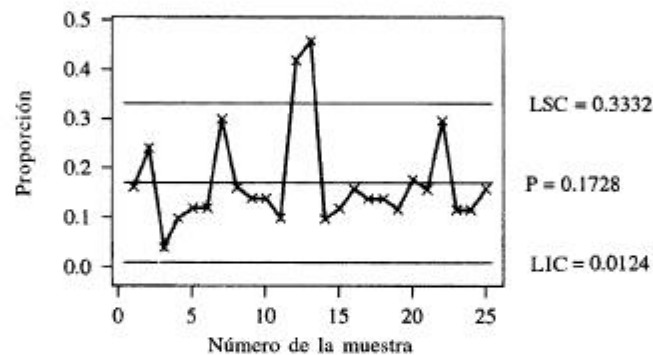
El número total de solicitudes que presentaron errores fue de 216, y el número total de solicitudes revisadas fue de $25 \times 50 = 1,250$. Por tanto, $\bar{p} = 216/1,250 = 0.1728$. El límite superior se halla

$$\begin{aligned} LSC_p &= 0.1728 + 3\sqrt{\frac{(0.1728)(0.8272)}{50}} \\ &= 0.3332 \end{aligned}$$

El límite inferior es:

$$\begin{aligned} LIC_p &= 0.1728 - 3\sqrt{\frac{(0.1728)(0.8272)}{50}} \\ &= 0.0124 \end{aligned}$$

Esto se observa con la carta p adjunta



Cualquiera de las muestras con más del 33.32% de solicitudes o menos de 1.24% de las solicitudes con error indican que el proceso de aprobación está fuera de control.

Interpretación

Las muestras 12 y 13 revelan que el proceso está fuera de control. El Sr. Mooney debería considerar acciones para mejorar la forma en la cual se deben revisar los créditos para aprobación.

B. Cartas c

Un segundo tipo de carta de control es la carta c , diseñada para detectar el número de defectos en una sola unidad. Al desarrollar una carta p una unidad completa se consideraba defectuosa o no defectuosa. Sin embargo, en muchos casos, la presencia de uno o más defectos puede no producir necesariamente una unidad inaceptable. Un fabricante de muebles puede encontrar defectos menores en un sofá y sin embargo no considerarlo inaceptable. Si los defectos por cada 100 yardas cuadradas de tapetes para el piso fueran pocas y menores, el fabricante puede decidir ofrecerlos en venta a pesar de estas imperfecciones. Una carta c se utiliza para analizar el número de imperfecciones por unidad de producción.

La carta c tiene que ver con el número de imperfecciones (defectos) por unidad (por sofá o por cada 100 yardas cuadradas). Esta consideración se ajusta a la distribución de Poisson.

Los límites de control se establecen alrededor del número de defectos en la población, c . En el caso probable de que c sea desconocido, se estima mediante $\bar{c}$, el número promedio de defectos en las unidades.

Una unidad puede constar de un sólo artículo como un sofá, o una pieza de tapete de 100 yardas cuadradas, o por ejemplo puede contener, un envío de 50 páginas impresas en las cuales se detectaron errores tipográficos. La unidad debe ser consistente en tamaño, número o área. Anteriormente se definió la desviación estándar del número de ocurrencias como la raíz cuadrada del número promedio de defecto. Así:

Desviación estándar para el número de defectos	$s_{\bar{c}} = \sqrt{\bar{c}}$	[15.15]
--	--------------------------------	---------

Los límites de control están a tres desviaciones estándar por encima y por debajo de $\bar{c}$.

Límite superior de control para el número de defectos	$LSC_c = \bar{c} + 3s_{\bar{c}}$	[15.16]
---	----------------------------------	---------

y,

Límite inferior de control para el número de defectos	$LIC_c = \bar{c} - 3s_{\bar{c}}$	[15.17]
---	----------------------------------	---------

International Paper inspeccionó 20 hojas de un nuevo tipo de papel regalo para buscar defectos. Los resultados se observan en la tabla 15.4. Se va a construir una carta c .

$$\begin{aligned}
 \bar{c} &= \frac{152}{20} \\
 &= 7.6 \\
 s_{\bar{c}} &= \sqrt{7.6} \\
 &= 2.757 \\
 LSC_c &= \bar{c} + 3s_{\bar{c}} \\
 &= 7.6 + 3(2.757) \\
 &= 15.87 \\
 LIC_c &= \bar{c} - 3s_{\bar{c}} \\
 &= -0.67
 \end{aligned}$$

La figura 15.8 contiene una carta c que se produjo usando Minitab.

Las unidades 5 y 20 indican cuando el proceso está fuera de control y la causa(s) asignables que se pudieron establecer. Si $LIC_c < 0$, esto es igual a 0, por tanto un número negativo de defectos es imposible.

El ejemplo 15.3 ilustra además el uso de una carta c .

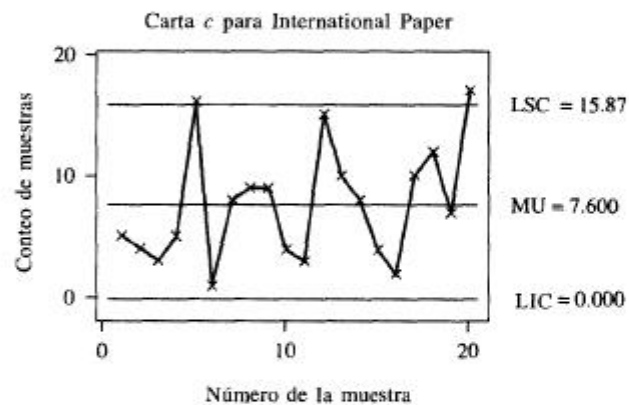
Tabla 15.4

Número de defectos
en 20 piezas
de papel regalo

Hoja	Número de defectos	Hoja	Número de defectos
1	5	11	3
2	4	12	15
3	3	13	10
4	5	14	8
5	16	15	4
6	1	16	2
7	8	17	10
8	9	18	12
9	9	19	7
10	4	20	17
		152	

Figura 15.8

Carta c para el caso
International Paper

**Ejemplo 15.3**

Sammy Bates, el nuevo jefe de personal de Bates Electronics, ha introducido recientemente una estrategia para controlar el número de empleados que no se reportan al trabajo cada día. Para probar la efectividad del procedimiento, se seleccionan 20 días aleatoriamente y se registran los números de trabajadores ausentes:

Día	Número de ausencias	Día	Número de ausencias
1	6	11	5
2	3	12	6
3	3	13	5
4	5	14	8
5	2	15	7
6	0	16	5
7	5	17	6
8	12	18	3
9	0	19	5
10	0	20	6
		92	

El Sr. Bates debe construir una carta c para evaluar el nuevo sistema

Solución

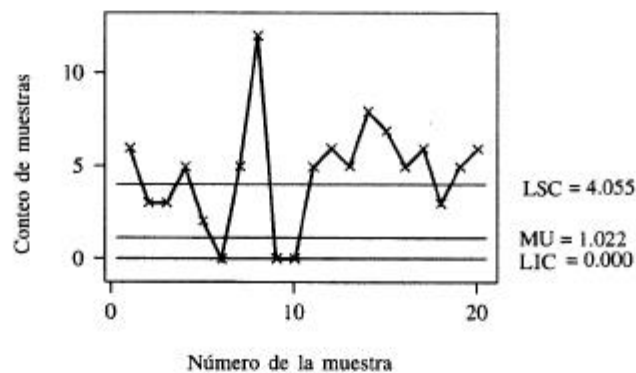
Debido a que un total de 92 empleados estuvieron ausentes durante un período de 20 días, $\bar{c} = 92/20 = 4.6$. Entonces,

$$\begin{aligned} UCL_c &= 4.6 + 3\sqrt{4.6} \\ &= 8.55 \end{aligned}$$

y,

$$\begin{aligned} LCL_c &= 4.6 - 3\sqrt{4.6} \\ &= -0.35 \end{aligned}$$

Debido a que el número de empleados quienes no se presentan no puede ser un valor negativo, el LCL_c se vuelve 0. La ocurrencia de los días que tienen más de 4 empleados ausentes indica que el sistema está fuera de control. La carta c que se presenta a continuación resume los resultados de la prueba.



Interpretación

En 13 de los 20 días el número de empleados ausentes era excesivo. Debe tomarse alguna medida.

Ejercicios de la sección

- Un fabricante toma 16 muestras de tamaño 25 cada una y descubre que el número de defectos es 5, 8, 9, 6, 5, 4, 7, 5, 8, 2, 5, 8, 9, 8, 7 y 5. Construya la carta p y haga los comentarios pertinentes sobre si el proceso de producción está fuera de control o no.
- MedTec produce aspirina y otras medicinas no registradas. Los requisitos de embotellado de la compañía certifican que debe haber en cada botella entre 98 y 104 tabletas de aspirina. Se seleccionan doce muestras de 200 botellas. El número de botellas en cada muestra que no cumpla con las especificaciones de producción aparece a continuación. ¿El proceso de embotellado de MedTec está bajo control?

El número de botellas en cada muestra que no contiene el número apropiado de píldoras es:

35, 36, 21, 10, 49, 52, 36, 36, 25, 24, 26, 15

7. Las proporciones muestrales de los teléfonos celulares producidos por ComWorld que no cumplen con las reglamentaciones del gobierno fueron en porcentajes, 44, 24, 30, 40, 38, 36, 26, 34, 30, 18, 24, 34, y 36. Cada muestra contenía 50 teléfonos celulares. Haga e interprete la carta de control apropiada. ¿Debería ComWorld tomar medidas para colocar su proceso de producción nuevamente bajo control?
8. Moroccan Export en Casablanca selecciona 25 alfombras persas y descubre cierto número de defectos por alfombra que aparecen a continuación. Realice la carta de control apropiada y haga los comentarios.

Número de defectos por alfombra				
2	6	3	5	8
10	3	6	6	4
5	8	6	9	4
5	2	5	6	6
6	5	9	4	5

9. Green Leaf Nurseries vende árboles en las áreas suburbanas donde les gusta barrer las hojas de sus céspedes cada otoño. Después de aplicar un tratamiento químico para matar los parásitos, Green Leaf selecciona 20 árboles y descubre el siguiente número de insectos y otros bichos indeseables en cada árbol. Con base en la carta de control apropiada ¿el proceso de rociado está fuera de control? Haga los comentarios.

Número de parásitos por árbol					
23	10	9	5	8	9
14	10	9	6	8	9
20	6	5	8	6	12

10. Ole Town Press publica un periódico pequeño cada semana en el área rural de Maine. El editor del periódico, Kent Clark, está preocupado sobre lo que él teme es un número creciente de errores tipográficos. El Sr. Clark selecciona aleatoriamente 15 periódicos de los últimos meses y descubre que el número de "errores tipográficos" del periódico es:

2	6	3	5	9
1	0	5	6	8
3	2	4	5	6

¿El Sr. Clark tiene que preocuparse de que el proceso de impresión esté fuera de control?

15.6 Interpretación de las cartas de control

¿Cómo pueden utilizarse las cartas de control para vigilar un proceso? ¿Cómo se puede decir si un sistema no cumple con las especificaciones de producción? ¿La ocurrencia de sólo uno o dos puntos fuera del límite superior o inferior sugiere que el proceso está fuera de control? Deben considerarse varios factores al responder estas preguntas:

La primera y la más básica consideración al leer una carta de control es si alguno de los puntos de datos cae fuera de los límites superior o inferior. Si incluso un solo punto cae fuera de los límites, existe evidencia estadística de que el proceso está fuera de control. Sin embargo, esto no es necesariamente motivo de alarma. Esta ocurrencia puede darse sencillamente por la variación aleatoria. Debería reunirse tanta información como se pueda sobre la

posible causa o causas de esta anomalía, y debe tomarse una determinación sobre si existe en realidad un problema en el que pueda identificarse una variación de causa asignable.

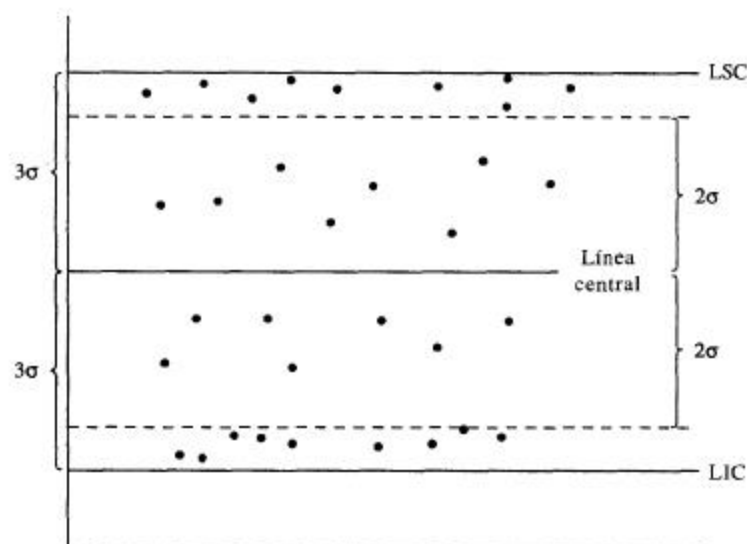
Además, incluso si todos los puntos están *dentro* de los límites de control, la detección de ciertos patrones puede señalar un problema serio. Si por ejemplo, un gran número de puntos están sólo a un lado de la línea central, el analista debería considerar la causa de tal configuración. Si el agrupamiento a un lado en particular de la recta central parece haber ocurrido abruptamente, la causa puede asignarse a un cambio súbito en el uso de la materia prima o a la introducción de un nuevo sistema de capacitación para los empleados que ingresan. Si el agrupamiento parece estar ocurriendo gradualmente, poniendo con el tiempo en evidencia una tendencia, esto puede indicar que la maquinaria utilizada en el proceso de producción se está desgastando continuamente y no está funcionando conforme a las especificaciones. Si puede identificarse una causa asignable, se puede tomar una medida correctiva. En general, incluso si todos los puntos están dentro de los límites de control, de todas maneras debería existir una fluctuación o variación por encima y por debajo de la línea central.

Se tiene en mente que los límites de control se establecen a tres desviaciones estándar por encima y por debajo de la línea central. De acuerdo con la regla empírica, 99.7% de todas las observaciones deberían caer dentro de estos límites. Por tanto, menos del 0.5% debería caer fuera del LSC y del LIC por pura probabilidad. Si el sistema está bajo control, muy pocos puntos, si los hay, deberían caer fuera de los límites establecidos.

Además, la regla empírica señala que 95.5% de todas las observaciones deberían caer dentro de dos desviaciones estándar de la línea central. Es decir, 95.5% de los puntos de datos deberían caer dentro de los primeros dos tercios del área que está alrededor de la línea central. Sólo alrededor del 4.5% deberían desviarse de la línea central en más de dos desviaciones estándar. Por tanto, incluso si todos los puntos de datos están dentro de los límites de control de tres desviaciones, pero un número excesivo está a más de dos desviaciones estándar de la línea central, debería tomarse alguna medida para explicar su gran distancia de acuerdo con lo que establece la regla empírica.

Esto se muestra en la figura 15.9. El LSC y el LIC están dentro de 3σ de la recta central. Esta área debería contener el 99.7% de los datos. Los primeros dos tercios de dicha área que está por encima y por debajo de la línea central está a 2σ de la línea central y debería comprender el 95.5% de los puntos de datos. Por ejemplo, en la figura 15.9 aunque ninguno de los puntos caen por fuera de los límites de control, puede todavía existir un problema, ya que muchos puntos están en el área que va más allá de las dos desviaciones estándar de la línea central.

Figura 15.9
Carta de control
que comprueba
la falta
de conformidad



15.7 Muestreo de aceptación

Con frecuencia se deben tomar decisiones respecto a la aceptabilidad de todo un lote o envío de productos. Una empresa puede comprar materia prima de su proveedor sin total conocimiento de la calidad de tales materiales. Entonces debe probarse el envío para determinar si los materiales cumplen con ciertas especificaciones mínimas. Rara vez una firma analiza cada artículo de un envío. Tal proceso demandaría mucho tiempo y sería demasiado costoso. Más bien, se selecciona una muestra para determinar si todo el envío debe aceptarse o regresarse al proveedor.

Durante la producción, una empresa manufacturera con frecuencia inspecciona varias unidades no terminadas para determinar si la producción debe continuar o no, o si las unidades semiterminadas deberían desecharse y revisarse los procesos para determinar la causa de los defectos excesivos. Esta decisión también implica el uso de muestras para decidir si se están cumpliendo o no unos estándares mínimos. Esta práctica se denomina **muestreo de aceptación**.

Muestreo de aceptación Una muestra de un envío o lote de producción se analiza para determinar si cumple con ciertas especificaciones mínimas de calidad y por tanto es aceptable.

El muestreo de aceptación es una parte importante e integral de las medidas de control de calidad. Las decisiones respecto a la aceptabilidad de los materiales tienen un peso importante en los ingresos de la firma y en la estructura de costos.

Asegurarse de que una parte se ajusta a los estándares de producción es crucial para todo el proceso de fabricación. Si la empresa fabricante produce la pieza o la obtiene de un proveedor, deben cumplirse los estándares de producción específicos. Si un fabricante de sistemas de discos compactos utiliza una pieza que es demasiado pequeña, todo el sistema puede funcionar inadecuadamente. Si una compañía de ensamble de aeronaves confía en un metal que es demasiado pesado o que no puede soportar esfuerzos mínimos, es probable que esto acarree serias consecuencias. Obviamente, las decisiones de control de calidad respecto a las especificaciones de producción son críticas.

Se considera una empresa que hace teléfonos celulares. Obtiene una pieza importante para cada teléfono de un proveedor en Chicago. Las partes se envían en lotes de varios cientos de unidades. La empresa no puede probar cada pieza recibida, de manera que es necesario un muestreo de aceptación. La empresa está dispuesta a aceptar un máximo de 5% de piezas defectuosas en cada envío. Este número se denomina **nivel de calidad aceptable** (NCA). La empresa también limita al 1% tales envíos que cumplen con el NCA, pero que son rechazados equívocamente. Esto tiene el efecto de restringir el número de envíos no defectuosos que se descartan.

En la práctica común, las decisiones respecto a tales porcentajes se determinan con más frecuencia con base en la política de la compañía, con frecuencia junto con el proveedor. Si se desea un método menos dispendioso para llegar a los porcentajes apropiados, puede usarse el *Military Standard Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes* (MIL-STD-105D) (Procedimientos Militares de muestreo estándar y tablas de inspección por atributos). Estas tablas especifican el tamaño de la muestra adecuado y el número de defectos necesarios para rechazar el envío.

Debido a que el muestreo está involucrado, es posible cometer un error al decidir si aceptar o rechazar un envío. Un envío que cumple con las especificaciones mínimas puede rechazarse. Este es un error tipo I, y se denomina **riesgo del productor**, porque los productores son los que corren el riesgo de que les devuelvan un envío.

Riesgo del productor La probabilidad de que el error de muestreo ocasione que el comprador rechace equivocadamente un envío y lo regrese al vendedor se denomina riesgo del productor. Este es un error tipo I.

Un error tipo II ocurre cuando se acepta un envío malo. Aceptar un envío malo se llama **riesgo del consumidor**, debido a que el comprador sin saberlo tendrá un envío con un número excesivo de defectos.

Riesgo del consumidor La probabilidad de que el error de muestreo conlleve al comprador a retener un envío que contiene un número desproporcionado de defectos. Este es un error tipo II.

Un error tipo I se llama nivel α , y la probabilidad de un error tipo II se llama β .

Considerando nuevamente la empresa de telefonía celular, se estableció que un envío que contiene más del 5% de defectos debería rechazarse (NCA = 5%), y sólo el 1% de los envíos buenos se regresarían equivocadamente ($\alpha = 1\%$). Este 1% es el valor del riesgo del productor. Su propósito es proteger los proveedores de la empresa del rechazo no garantizado de un lote de productos o envío.

Del análisis anterior de las distribuciones de probabilidad se tiene que una distribución hipergeométrica podría utilizarse para determinar la probabilidad de que un cierto número de defectos se encuentren en un envío. En la práctica, la distribución binomial, debido a su simplicidad, es utilizada con más frecuencia para proporcionar una aproximación exacta.

Se asume que de los varios cientos de piezas recibidas por la empresa de telefonía celular, se toma una muestra de $n = 50$. Dado que la empresa acepta un NCA del 5%, π se fija en 0.05. Entonces es necesario determinar qué número de defectos garantiza que no se rechace más del 1% de envíos buenos. Es decir, ¿qué número de defectos asegurará que por lo menos 99% de los envíos buenos que contienen 95% ($1.00 - \text{NCA}$) de no defectos se acepten? Este número de defectuosos que determina si aceptar el envío o no se llama **número de aceptación**.

Número de aceptación Es el número máximo de defectuosos de una muestra que pueden ocurrir sin producir el rechazo de un envío. Garantiza que se mantenga el NCA sin rechazar más del porcentaje prescrito de los envíos buenos.

El máximo número de defectos, C puede encontrarse en la extensión de la tabla C (apéndice III). Para $n = 50$, baje por la columna encabezada con $\pi = 0.05$ hasta que encuentre el primer valor que excede de ($1.00 -$ el riesgo del productor), en este caso $1.00 - 0.01 = 0.99$. Este valor es 0.9968, el cual está relacionado con $C = 7$. La probabilidad más cercana que no supera el 1% de defectos es $1.00 - 0.9968 = 0.0032 < 0.01$. Si hay más de $C = 7$ defectos en la muestra de $n = 50$, todo el lote debería regresarse.

Ejemplo 15.4 Dilema de Claude y Carol

Claude Vaughan es director de control de calidad de la planta embotelladora de PepsiCo en Cincinnati. Los datos sobre los niveles de producción demuestran que un número exagerado de botellas están bajas de contenido. Temeroso de que el envío de botellas pudiera espantar a los clientes, Claude propone un plan de muestreo de aceptación para minimizar los envíos con bajo contenido sin hacer que se descarten demasiadas botellas que están con el nivel de llenado adecuado.

Él acuerda con el supervisor de producción, Carol Henning, que pueden enviar máximo un 1% de botellas bajas de contenido. Esto representa el nivel aceptable de defectos, de manera que $NCA = 1\%$. Carol insiste en que no más del 10% de los lotes de producción aceptable deban rechazarse. Es decir, el riesgo del productor debería limitarse al 10%. Si las muestras de 100 se toman de un lote de producción ¿Cuál es el número de aceptación de botellas bajas en contenido que Claude y Carol pueden tolerar antes de que se rechace todo el lote?

Solución

Utilizando la extensión de la tabla binomial acumulada, se fija π igual a NCA de 1%. Claude y Carol deben encontrar el número de botellas con bajo nivel de contenido que no terminen en el rechazo de más del 10% de los lotes de producción del producto. Ellos seleccionan una muestra de 100 botellas del lote más reciente. Dado que $\pi = 0.01$, el número de botellas con bajo nivel de contenido que garantiza que no se rechace más del 10% de los lotes buenos es dicho valor de C que tenga una probabilidad que exceda de $(1.00 - \text{riesgo del productor})$, o $1.00 - 0.10 = 0.90$. En la tabla, bajo $n = 100$, se encuentra la columna encabezada con $\pi = 0.01$. Se baja por la columna hasta que se encuentre una probabilidad superior a 0.90. Este valor es 0.9206, el cual tiene el número de aceptación $C = 2$.

Interpretación

Al rechazar todos los lotes de producción de los cuales se tomaron las muestras de $n = 100$ que contienen más de dos botellas con bajo contenido, Claude y Carol asegurarán que a largo plazo los lotes de producción no contendrán más del 1% de botellas con nivel bajo de contenido y que los lotes que tengan menos de 1% de botellas con bajo contenido se rechazarán no más del 10% del tiempo.

A. Diferentes planes de muestreo

El muestreo de aceptación asume que sólo se tome una muestra. Esto lógicamente se refiere a un plan de una sola muestra. Sin embargo, se pueden tomar dos o más muestras. Dichos planes se denominan planes de muestreo **múltiple** o **secuencial**.

Un plan de **muestreo doble** involucra la selección de una muestra primaria. Con base en los resultados de esta primera muestra, el plan luego requiere una de tres acciones: 1) el lote puede rechazarse; 2) el lote puede aceptarse; o 3) se puede tomar una segunda muestra. Se especifican dos valores de C , en donde C_1 es el número de aceptación de la primera muestra, y C_2 es el número de aceptación para ambas muestras.

Para ilustrar, se asume que un plan de muestreo doble estipula $n_1 = 100$, $n_2 = 100$, $C_1 = 3$, $C_2 = 8$. Se selecciona una muestra preliminar de 100. Si se encuentran tres o menos defectos, se acepta el lote. Si se encuentran $3 + 8 = 11$ o más, entonces se rechaza el lote. Si la primera muestra contiene de 4 a 10 defectos, se toma una segunda muestra de $n_2 = 100$. Si el total de defectos en ambas muestras supera los 11 se rechaza el lote.

Los planes secuenciales tienden a ser más eficientes que los planes de una sola muestra debido a que se necesitan menos observaciones para garantizar el mismo grado de precisión. Los planes secuenciales se utilizan con frecuencia cuando la prueba requiere de la destrucción de cada unidad.

A medida que se agudiza la competencia en el mercado mundial, una empresa debe asegurarse que su producto o servicio cumpla con los estándares mínimos si espera permanecer en el mercado. Por tanto las medidas de control de calidad son vitales.

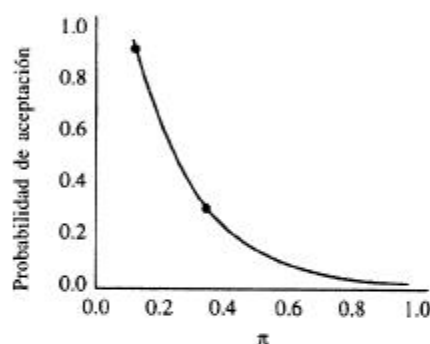
B. Curvas características de operación

Quienes tienen que ver con planes de control de calidad frecuentemente consideran conveniente crear curvas de operación (CO). Tales curvas despliegan la probabilidad de aceptación bajo una diversidad de condiciones.

Específicamente, una curva CO puede permitir al especialista en control de calidad evaluar, dados valores diferentes para la proporción de defectos π , 1) la probabilidad de aceptar un lote dado: el tamaño de la muestra n , 2) el número máximo de defectos permisibles, C .

Para ilustrarlo, se puede diseñar un plan de muestreo en el cual se seleccione de forma rutinaria $n = 10$ unidades de cada envío de forma aleatoria. Se determina que si $C = 3$ o menos unidades, todo el lote se aceptará. Bajo este esquema, es posible calcular la probabilidad de aceptación para los valores diferentes de π . Por ejemplo, si típicamente $\pi = 5\%$ de las unidades son defectuosas, ¿cuál es la probabilidad de que un lote dado se acepte? Esta pregunta puede responderse con el uso de la distribución binomial acumulada. De la tabla binomial acumulada, se puede observar que la probabilidad de aceptación $= P(C \leq 3 | n = 10, \pi = 0.05) = 0.9990$. Si por otro lado, la proporción de defectos en el pasado ha resultado 10%, la probabilidad de aceptación será $P(C \leq 3 | n = 10, \pi = 0.10) = 0.9872$. Lógicamente se nota que entre más alto sea el valor para π menos probable es que se acepte el envío. Si se seleccionan otros valores posibles para π , la relación entre π y la probabilidad de aceptación puede determinarse y representarse con una curva CO como se muestra en la figura 15.10.

Figura 15.10
Curva característica
de operación para
 $n = 10, C = 3$



La forma de la CO se determina mediante el valor π , pero otros factores también la afectan. Si por ejemplo se incrementa C , la probabilidad de aceptación sube para todo valor de π . Por tanto toda la curva CO cambiaría hacia arriba.

Si el tamaño de la muestra n se incrementara, toda la curva iría hacia abajo. Se tiene $P(C \leq 3 | n = 10, \pi = 0.10) = 0.9872$ y $P(C \leq 3 | n = 15, \pi = 0.10) = 0.9444$. La probabilidad de que una muestra más grande termine en aceptación, dados los valores para C y π es más pequeña que la de una muestra pequeña con valores correspondientes para C y π . De esta forma la curva CO puede utilizarse para diseñar un plan de control de calidad con necesidades específicas de cualquier operación en el negocio.

Problemas resueltos

- Hallando los incumplimientos en los pagos** *Business Week* describió el problema que un importante banco en Chicago tenía con los incumplimientos en los créditos. Se supone que se seleccionaron muestras de tamaño 5 para siete funcionarios y se tabularon los resultados. Desarrolle un $\bar{X}$ y una R para el banco.

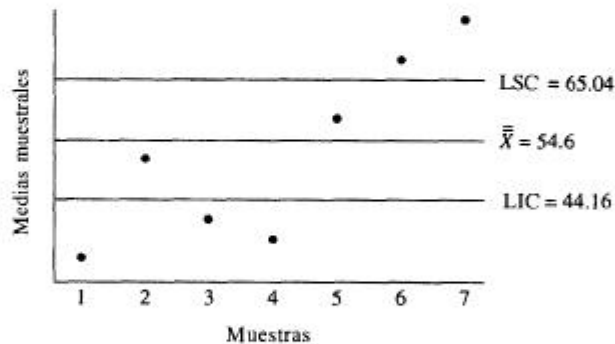
Funcionario	Monto de crédito (en US\$1,000's)					$\bar{X}$	R
	1	2	3	4	5		
1	14.2	9.2	7.1	6.8	6.0	8.7	8.2
2	45.5	65.5	45.2	55.2	55.1	53.3	20.3
3	23.4	31.2	36.3	31.5	32.6	31.0	12.9
4	32.3	31.2	29.1	27.8	28.1	29.7	4.5

(Continúa)

Funcionario	Monto de crédito (en US\$1,000's)					$\bar{X}$	R
	1	2	3	4	5		
5	56.7	65.3	45.2	55.5	58.2	56.2	20.1
6	89.7	90.2	84.2	85.5	89.2	87.8	6.0
7	112.0	99.2	115.3	98.5	153.2	115.6	54.7
						382.3	126.7
$\bar{\bar{X}} = 54.6$							
$\bar{R} = 18.1$							

Solución

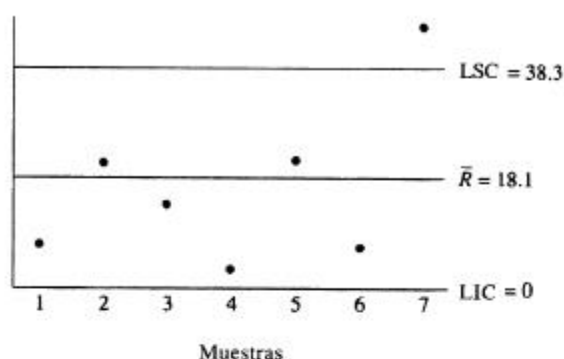
$$\begin{aligned}
 LSC_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} \\
 &= 54.6 + (0.577)(18.1) \\
 &= 65.04 \\
 LIC_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} \\
 &= 44.16
 \end{aligned}$$



Existe una inconsistencia aparente en el tamaño de los créditos otorgados por siete funcionarios bancarios. Quizá debería hacerse algún esfuerzo por encontrar una explicación para la disparidad en las prácticas de los funcionarios. Los funcionarios primero, tercero y cuarto están concediendo créditos pequeños de forma inusual, y el último funcionario parece otorgar créditos excesivamente grandes.

Se encuentra que la carta R es:

$$\begin{aligned}
 LSC_R &= D_4\bar{R} \\
 &= (2.115)(18.1) \\
 &= 38.3 \\
 LIC_R &= D_3\bar{R} \\
 &= (0)(18.1) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$



Sólo un funcionario parece estar violando los límites de control para el rango. De nuevo, el patrón del séptimo funcionario sobresale del resto, sugiriendo que sus prácticas deberían revisarse.

2. **Comparación de funcionarios** Al considerar la disparidad en el desempeño de los funcionarios, puede ser razonable utilizar una carta p para comparar cada funcionario. Se seleccionan muestras de 10 créditos otorgados por los funcionarios, y se registra la proporción de incumplimientos en el crédito para cada uno:

Funcionario	Número de defectos (incumplimientos), c	Proporción de defectos, p
1	4	0.4
2	3	0.3
3	3	0.3
4	2	0.2
5	0	0.0
6	3	0.3
7	8	0.8
	23	

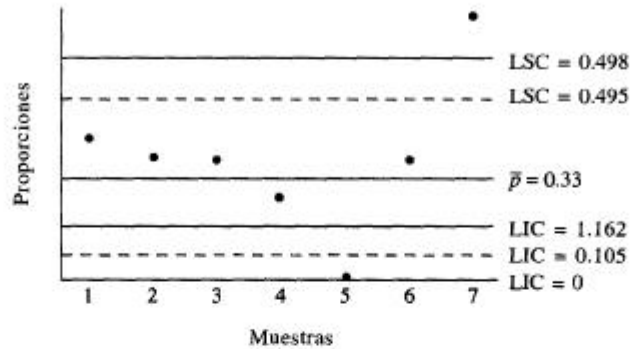
$$\bar{p} = \frac{23}{70} = 0.33$$

Solución

$$\begin{aligned}
 LSC_p &= \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\
 &= 0.33 + 3(0.056) \\
 &= 0.498 \\
 LIC_p &= \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\
 &= 0.162
 \end{aligned}$$

Se tiene que 0.498 y 0.162 son los límites preliminares para p y se muestran en la carta p . El último funcionario se diferencia de nuevo del resto. Su tasa de incumplimiento es excesiva. Además, el hecho de que el quinto funcionario no tuviera incumplimientos también puede indicar un punto problema. Quizás él o ella está siendo demasiado conservador al otorgar los créditos, y se le debe exigir un mayor grado de agresividad.

Al eliminar las muestras quinta y sexta, se puede determinar los límites finales. Estos son $LSC_p = 0.495$ y $LIC_p = 0.105$.



Un análisis adicional de los procesos de crédito puede implicar el uso de las cartas c para controlar el número de errores (defectos) cometidos en cada solicitud de crédito (unidad). En este esfuerzo, $n = 12$ créditos se seleccionan aleatoriamente, y se registra el número de violaciones de la política bancaria para cada solicitud de crédito.

Crédito	Violaciones (defectos), c	Crédito	Violaciones (defectos), c
1	3	7	2
2	4	8	0
3	2	9	3
4	3	10	4
5	10	11	2
6	1	12	3
		37	

En 37 casos la política bancaria no se cumplió al extender los 12 créditos. Por tanto:

$$\bar{c} = \frac{37}{12} = 3.08$$

$$s_{\bar{c}} = \sqrt{3.08}$$

$$= 1.75$$

Entonces,

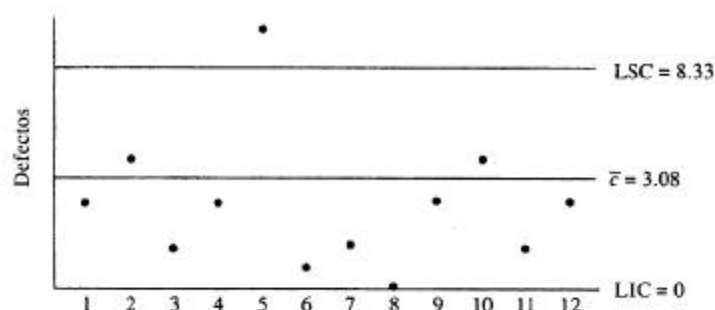
$$LSC_c = \bar{c} + 3s_{\bar{c}}$$

$$= 8.33$$

$$LIC_c = \bar{c} - 3s_{\bar{c}}$$

$$= -2.17, \text{ y se toma como } 0$$

Sólo el quinto crédito de la muestra sugiere un problema. La gerencia debería determinar quién aprobó el crédito: medida que puede tomarse para reducir el número de incumplimientos en el pago de los créditos.



3. **Estas cucharadas, o está despedido** Crisp-O Raisin Bran, un fabricante importante de cereales, promete tres cucharadas de uvas pasas en cada caja. Una caja con menos cucharadas es considerada como defectuosa. Un cliente de Crisp-O aceptará un máximo del 1% de cajas defectuosas. Crisp-O acepta esta norma de calidad, pero insiste en limitar el riesgo del productor al 5%. No más del 5% de los envíos, que cumplan la restricción de contener por lo menos el 99% de cajas con 3 cucharadas deben ser rechazadas. Por ende, al menos 95% de los envíos buenos se deben aceptar. De la muestra de 100 cajas seleccionadas de un envío grande, ¿cuál es el número de aceptación de defectos que puede terminar en el rechazo de dicho envío?

Debido a que el cliente no aceptará más del 1% de defectos, el NCA se fija en 1%. De la extensión de la tabla binomial, se debe encontrar un número C que no produzca el rechazo de más del 5% de los envíos buenos. (Un envío bueno es aquel que contiene por lo menos el 99% de las cajas con tres cucharadas de uvas pasas). El valor π se fija en 1%. Bajando por la columna encabezada con $\pi = 0.01$ y con $n = 100$, se encuentra que el primer número excede de $(1.00 - \text{riesgo del productor})$, o $1.00 - 0.05 = 0.95$, es 0.9816, el cual está relacionado con $C = 3$. Así, si se toma una muestra de $n = 100$ de un envío grande, y más de 3 cajas de las 100 analizadas contienen menos de tres cucharadas de uvas pasas, todo el envío debería devolverse a Crisp-O.

Lista de fórmulas

[15.3]

$$LSC_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

El límite superior de control es el valor máximo que una media muestral puede asumir sin indicar que el proceso está fuera de control.

[15.4]

$$LIC_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

El límite inferior de control es el valor mínimo que una media muestral puede tomar sin indicar que el proceso está fuera de control.

[15.7]

$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$

El límite superior de control es el máximo valor que un rango muestral puede tomar sin indicar que el proceso está fuera de control.

$$[15.8] \quad LIC_R = D_3 \bar{R}$$

El límite inferior de control es el mínimo valor que un rango muestral puede tomar sin indicar que el proceso está fuera de control.

$$[15.10] \quad s_p = \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

Desviación estándar del número de defectos.

$$[15.13] \quad LSC_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

El límite superior del control es el valor máximo que una proporción muestral puede tomar sin indicar que el proceso está fuera de control.

$$[15.14] \quad LIC_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$$

El límite inferior de control es el mínimo valor que una proporción muestral puede tomar sin indicar que el proceso está fuera de control.

$$[15.15] \quad s_c = \sqrt{\bar{c}}$$

Desviación estándar del número de defectos en la carta c .

$$[15.16] \quad LSC_c = \bar{c} + 3s_c$$

El límite superior de control es el máximo número de defectos que pueden ocurrir sin indicar que el proceso está fuera de control.

$$[15.17] \quad LIC_c = \bar{c} - 3s_c$$

El límite inferior de control es el mínimo número de defectos que pueden ocurrir sin indicar que el proceso está fuera de control.

Ejercicios del capítulo

11. En su empresa, el director de su división pasa por su escritorio y se da cuenta que usted está trabajando con algo llamado carta de control. Debido a que él consiguió el trabajo por ser el yerno del jefe, y no sabe nada de cartas de control o de control de calidad, él desea que usted le describa lo que está haciendo y por qué. Anote en sus propias palabras el propósito y la función de las cartas $\bar{X}$, R , c , y p .
12. Defina el número de aceptación y el nivel de calidad aceptable tal y como se utiliza en el muestreo de aceptación. Si NCA es 5% y el riesgo del productor es 1%, ¿cómo describiría usted el número de aceptación en términos de estos dos porcentajes?
13. Acme Salt Mine, en donde usted trabaja como principiante, le ha pedido que registre el número de millas que el personal de ventas conduce al hacer las visitas de ventas. Utilizando estos datos de muestras durante cinco días consecutivos, haga las cartas $\bar{X}$ y R . ¿Parece que el sistema está fuera de control?

Muestra	Millas conducidas					
1	112	132	145	117	125	189
2	214	252	274	189	236	203
3	198	205	185	214	236	199
4	236	250	245	210	210	259
5	109	111	125	132	145	152

14. Durante un período de varios días, Tolbart Manufacturing recolecta siete muestras de tamaño 5 sobre el peso de un nuevo producto. Haga una carta R para determinar si el proceso de producción está bajo control. Los pesos en onzas aparecen a continuación:

Muestras	Observaciones					
1	42	48	28	43	52	
2	52	57	24	41	21	
3	48	65	54	35	45	
4	59	35	53	63	56	
5	68	65	62	35	56	
6	57	54	42	32	35	
7	51	51	51	34	35	

15. ¿Qué revela una carta $\bar{X}$ sobre el proceso del problema anterior?
16. Un productor de motos para nieves toma muestras diarias de producción tomando 10 muestras, cada una de la producción de cinco días. Los datos aparecen a continuación. Realice la carta R y saque una conclusión respecto al control del proceso.

Muestras	Observaciones					
1	5	3	5	5	5	
2	2	6	1	3	1	
3	6	9	5	6	2	
4	4	8	8	5	12	
5	2	5	9	8	10	
6	5	7	6	9	11	
7	6	4	5	5	16	
8	8	5	4	4	8	
9	9	9	7	7	9	
10	5	6	8	8	8	

17. Utilizando los datos del ejercicio 16, haga e interprete una carta $\bar{X}$.
18. Una nueva tecnología registra las longitudes de una cuerda medida en pies. Realice una carta R y saque una conclusión respecto al beneficio de este nuevo método de producción.

Muestra	Observaciones					
1	12.5	14.8	21.5	15.8	23.6	12.5
2	13.6	15.9	23.6	14.6	25.4	21.5
3	15.8	26.0	15.6	21.5	21.5	14.2
4	15.6	8.0	25.7	23.5	19.2	15.6
5	12.5	26.0	32.8	15.4	19.7	15.5
6	14.8	15.8	32.5	18.2	18.2	12.5
7	22.5	16.9	12.8	14.7	14.5	18.2
8	32.6	14.5	14.9	12.0	15.6	14.5
9	15.5	14.2	15.8	14.5	21.5	12.2

19. Utilizando los datos del ejercicio 18, haga e interprete una carta $\bar{X}$.
20. Veinte muestras de tamaño 7 para los pesos (en onzas) del contenido de las latas de cola arrojaron los resultados siguientes. ¿El productor debe buscar las causas asignables con base en una carta R o en una carta $\bar{X}$?

Muestra	Media	Rango	Muestra	Media	Rango
1	27	6	11	32	7
2	32	8	12	45	9
3	21	4	13	34	5
4	24	8	14	23	7
5	43	6	15	32	8
6	31	7	16	21	4
7	23	5	17	34	4
8	12	6	18	21	7
9	21	5	19	27	5
10	32	9	20	34	6

21. Los resultados de diez muestras de tamaño 6 cada una para la longitud (en pulgadas) de cable eléctrico aparecen a continuación. ¿Al hacer una carta R y una carta $\bar{X}$, el sistema está fuera de control?:

Muestra	Media	Rango
1	20	7
2	18	9
3	17	8
4	23	2
5	19	5

Muestra	Media	Rango
6	34	4
7	21	3
8	12	2
9	18	6
10	13	5

22. AllRight Insurance Company de Buffalo, Nueva York, recolecta cinco muestras de tamaño 12 cada una sobre las reclamaciones contra ellos por daños en los autos. Las medias y los rangos se proporcionan en la siguiente tabla. Haga las cartas $\bar{X}$ y R , y realice sus comentarios.

Muestra	Media	Rango
Ene	US\$812	US\$54
Feb	234	23
Mar	321	27
Abr	250	29
May	276	20

23. En el ejercicio 22, ¿una tormenta de nieve en el mes de enero que significaría?
24. Una gran tienda de repuestos para autos en Little Rock se rehúsa a aceptar un envío de tapas para el distribuidor si más del 5% están defectuosas. Los gerentes de la tienda aceptan, para proteger sus proveedores, que en los envíos muestreados no regresaran más del 20% de todos los envíos que cumplan el requisito del 5%. Si se toman muestras de 50, ¿cuál es el número de aceptación?
25. Para el ejercicio 24, ¿cuál es el número de aceptación si se toman muestras de 20?
26. En el ejercicio 24, si el porcentaje real de tapas defectuosas es del 10%, ¿cuál es la probabilidad de que sea aceptado un envío si se toma una muestra de 50 tapas?
27. Del ejercicio 24 y 26, si el porcentaje real de defectos es 1%, ¿cuál es la probabilidad de que se acepte el envío? Haga comentarios sobre la diferencia en sus respuestas en este problema y en el ejercicio 26.
28. Kmart vende unidades detectoras de radar utilizadas por los motoristas. La política de la compañía es aceptar un máximo de 5% de unidades defectuosas. Sólo el 10% de los envíos que contengan menos del 5% de defectos serán devueltos al proveedor. ¿Cuál es el número máximo de detectores defectuosos que pueden ocurrir en una muestra de 50?
29. Si el riesgo del productor se reduce al 1% en el ejercicio 28, ¿cuál es el número de aceptación? Haga comentarios sobre la diferencia en su respuesta con el ejercicio 28.
30. Un recién graduado del programa de maestría en Administración de negocios en una universidad privada está haciendo por ahora negocios independientes. Él desea probar su método de producción tomando 10 muestras de tamaño 8 cada una. Encuentra que $\bar{X} = 42$ y $\bar{R} = 17$. Determine sus límites de control tanto para las cartas R como para las cartas $\bar{X}$.
31. Para probar adicionalmente su producto, el recién graduado del ejercicio 30 toma 15 muestras de tamaño 100, y encuentra que el número de defectos en cada muestra es:

Muestra	Defectos	Muestra	Defectos
1	4	8	8
2	8	9	7
3	8	10	9
4	3	11	3
5	8	12	9
6	5	13	6
7	6	14	8
		15	7

Si la carta p revela que su proceso de producción está bajo control, planea “globalizar” su producto. ¿Debería hacerlo?

32. TCBY Yogurt comprobó la estabilidad del funcionamiento de su franquicia tomando muestras de 25 cada una en seis estados. Los números de franquicias que fallaron fueron 4, 7, 2, 6, 8 y 12. Haga una carta p para ayudar a TCBY a vigilar sus puntos de venta.
33. La Bradley University utiliza dos paquetes de procesador de texto: Professional Write y WordPerfect. Para comparar sus méritos relativos, se tomaron muestras de tamaño 18 del tiempo que le tomó al personal de la facultad dominar cada paquete. Los resultados se muestran a continuación. Prepare las cartas $\bar{X}$ y R para utilizarlas para evaluar cada paquete. ¿Cuáles son sus conclusiones?

Professional Write V. 2.0		
Muestra	Media (horas)	Rango (horas)
1	3.2	1.2
2	3.9	0.9
3	3.9	1.5
4	3.7	1.5
5	3.6	1.1
6	3.3	1.9
7	2.5	1.8
8	3.6	1.7

WordPerfect V. 5.1		
Muestra	Media (horas)	Rango (horas)
1	78.5	10.2
2	79.5	8.7
3	55.6	6.8
4	78.6	7.8
5	58.9	11.3
6	72.8	10.6
7	86.9	12.3

34. En una revisión continuada (ver ejercicio 33) de los paquetes de procesador de texto, el personal de la Bradley University tomó cuatro muestras (en realidad el número de muestras fue mucho mayor) de 50 páginas, digitadas cada una con WordPerfect y encontró lo siguiente

- 10 páginas con un total de 12 errores
- 12 páginas con un total de 18 errores
- 8 páginas con un total de 15 errores
- 17 páginas con un total de 13 errores

Cuatro muestras de 50 páginas digitadas cada una con Professional Write revelaron lo siguiente:

- 2 páginas con un total de 2 errores
- 0 páginas con errores
- 1 página con un total de 1 error
- 3 páginas con un total de 3 errores

Prepara una carta p y una carta c para estos datos.

35. *Up Your Cash Flow* (Publicaciones Granville), escrito por Harvey Goldstein, CPT, observa varias hojas de cálculo y la velocidad con la cual pueden pronosticar los presupuestos. Lilly Paper Products aplicó algunos de los principios encontrados en el libro. Descubrieron que 10 muestras de tamaño 15 del número de días que le tomó a las oficinas locales preparar sus presupuestos trimestrales produjo las siguientes medias y rangos:

Muestra	Media	Rango	Muestra	Media	Rango
1	32.4	23.4	6	45.7	34.6
2	68.7	45.3	7	56.7	17.5
3	45.6	18.6	8	13.2	12.2
4	67.6	45.6	9	34.5	29.8
5	23.8	18.3	10	76.7	67.9

Relice las cartas $\bar{X}$ y las cartas R . ¿Qué concluye?

36. *Nation's Business* reportó que el libro de Harvey Mackay, *Beware the Naked Man Who Offers You His Shirt* (Morrow) (Tenga cuidado con el hombre desnudo que te ofrece su camisa) explica a los ejecutivos del negocio, entre otras cosas, cómo seleccionar un abogado. Una gran empresa legal escoge una muestra de tamaño 30 cada mes, durante los últimos 15 meses, del número de casos legales que manejó. A continuación se registraron los casos que la firma perdió: 5, 4, 12, 0, 19, 21, 4, 23, 8, 12, 19, 12, 23, 6 y 10. Haga una carta p para determinar si el proceso está fuera de control
37. Kador, el científico más malévolo del mundo, fabrica amuletos para exorcizar hechizos malignos. Para control de calidad Meldok, el asistente de Kador, selecciona 30 amuletos e inspecciona cada uno en busca de defectos. El propósito de la inspección es determinar si un amuleto dado contiene demasiados defectos como para utilizarlo. El número de defectos en cada amuleto aparece en las siguientes tablas. Diseñe la herramienta apropiada de control de calidad y determine si el proceso está fuera de control.

Amuleto	Número de defectos	Amuleto	Número de defectos	Amuleto	Número de defectos
1	3	11	4	21	8
2	2	12	2	22	2
3	4	13	0	23	7
4	1	14	0	24	3
5	0	15	5	25	1
6	1	16	2	26	9
7	3	17	3	27	7
8	4	18	4	28	0
9	0	19	5	29	0
10	3	20	7	30	1

38. Una empresa que prepara declaraciones de impuestos intenta revisar dos veces todos los formatos que diligencia. Sin embargo, en el período de enero al 15 de abril, esto ha sido imposible. La política de la firma es permitir máximo un 1% de declaraciones con errores. Si se presumen más errores, todo el lote debe hacerse de nuevo. Sin embargo, una empresa no desea hacer de nuevo un lote de declaraciones si menos del 1% contiene errores, si puede evitarse. Decide fijar un límite sobre calcular de nuevo un lote bueno al 5% de las veces. Se toma una muestra de 20 de un lote grande y revela que cinco declaraciones contienen errores. ¿Debería revisarse de nuevo todo el lote?
39. Mother's Best vende rosquillas al por menor. De un camión se toma una muestra de 100 rosquillas, y 8 se encuentran defectuosas. Si Mother's Best está dispuesta a aceptar un máximo del 10% de defectos, y sus proveedores desean restringir su riesgo al 20%, ¿debería devolverse este envío?
40. Yakov Smirnoff, un comediante ruso americano publica que Best Western tiene habitaciones económicas para los viajeros. Se promediaron los costos de alojamiento por noche durante 15 noches ($n = 15$) en 20 oportunidades ($k = 20$ muestras). La media de esas 20 medias muestrales fue de US\$45.12, con un rango medio de US\$12.34. ¿Cuáles son los valores para las cartas $\bar{X}$ y R ?
41. Budget Rental, una empresa de alquiler de autos practica una política en la cual cada carro se coloca en una lista de verificación antes que se entregue a un cliente. Una valoración reciente de 20 carros descubrió que los siguientes puntos de verificación habían sido pasados por alto: 3, 5, 7, 2, 6, 8, 10, 4, 9, 12, 7, 3, 6, 13, 12, 4, 15, 4, 5, y 9. ¿El sistema de la lista de verificación está bajo control?
42. Las licitaciones elaboradas por una empresa de construcción para un trabajo se analizan para determinar si debe incrementarse el número de licitaciones que la empresa gana sobre sus competidores. Se toman muestras de tamaño 40, produciendo las medias y los rangos que aparecen aquí en miles de dólares. ¿El proceso de licitación está fuera de control?

Muestra	Media	Rango
1	7.5	5.4
2	8.6	4.5
3	4.5	3.4
4	5.6	2.5
5	8.9	3.2

43. Con la sospecha de que My Mother's Catch, un bote pesquero del Mar de Bering, está utilizando medios ilegales para aumentar su pesca diaria, la guardia costera de Estados Unidos tomó muestras de cinco cargamentos de los botes durante 6 días durante el mes anterior. ¿Las tácticas ilegales podrían ser la causa asignable?

Bote	Cargamento promedio (toneladas)	Rango
My Mother's Catch	39.4	12.2
Neptune's Spear	18.6	18.2
Salty Dog	19.6	21.2
Wind Ablow	38.8	22.5
Deep 6	21.2	19.2

44. Fox Pictures distribuye muchas películas a sus teatros de todo el país. Decide tomar muestras de lotes de una película en particular para determinar si las copias fueron reproducidas sin imperfecciones. Si el proceso de muestreo sugiere que no más del 5% de las copias tienen un defecto, todo el lote se distribuirá a las empresas de cine. Los funcionarios desean rechazar los lotes buenos no más del 10% de las veces. Si proyectan 20 copias de una película y encuentran que 7 tienen fallas, ¿debería destruirse todo el lote?
45. En las 20 películas que Fox proyectó en el ejercicio 44, descubren que el número de fallas en las películas fueron: 6, 7, 2, 12, 19, 10, 2, 2, 22, 21, 0, 1, 19, 0, 15, 3, 12, 21, 2 y 5. ¿Parece que el proceso de reproducción está fuera de control?
46. Labor Inc., selecciona varias muestras de tamaño de 50 empleados para quienes recientemente ha encontrado trabajo, y descubre que el número en cada muestra que todavía tienen el mismo trabajo un año más tarde es 10, 12, 4, 17, 2, 21, 34, 32, 43, 12, 5, y 5. ¿El sistema de colocación está fuera de control?
47. Calcule los límites finales de control en el ejercicio 46.
48. La impresora láser IBM 4019 imprime en promedio casi 10 páginas por minuto. De las 1,200 páginas impresas, se seleccionan 100 aleatoriamente y se buscan errores. Doce páginas presentaron un promedio de 2.3 errores. Deberían reimprimirse todas las 1,200 páginas si el NCA = 5% y el riesgo del productor se fija en 15%?
49. Determine los límites de control para una carta c en el ejercicio 48.
50. Las temperaturas en las cajas de refrigeración se vigilan durante un período de 10 días, durante el cual la temperatura se registra todos los días cada hora durante ocho horas. Las medias y rangos resultantes aparecen a continuación. ¿Parece que algo debería hacerse sobre el proceso de refrigeración?

Muestra	Media (F)	Rango
1	32	29
2	45	21
3	12	45
4	54	34
5	17	24

Muestra	Media (F)	Rango
6	23	21
7	57	34
8	13	45
9	31	12
10	47	2

51. Federal Express toma ocho muestras de tamaño 25 para medir el número de horas que le toma entregar los paquetes. Los resultados de dicho estudio se muestran a continuación. ¿Debe tomarse alguna acción correctiva?

Muestra	Media	Rango
1	22.2	3.2
2	17.5	3.4
3	18.0	2.9
4	23.4	2.5

Muestra	Media	Rango
5	24.6	3.3
6	23.3	2.4
7	21.5	2.4
8	19.8	3.1



PUESTA EN ESCENA

Ray Murdock, el nuevo CEO de Minot Industries, tal como se mencionó en la sección Escenario, a comienzos de este capítulo, ha pedido mejorar los estándares de producción en Minot. Durante varios años la compañía ha producido cristalería de varios tipos. Debido a la introducción de técnicas de producción más modernas, Minot ha tenido algunos "inconvenientes" que han llevado a una inaceptable reducción de la calidad de su producto.

Para combatir esta tendencia, los analistas de Minot recolectaron 5 muestras de los pesos medidos en gramos del plomo que se utiliza para producir la cristalería grande con pie o tallo. A continuación se registran los datos:

Muestra				
1	2	3	4	5
5.2	5.8	10.3	4.9	8.9
6.3	6.8	13.5	9.5	5.8
7.5	4.5	12.5	6.8	4.7
7.9	6.8	14.9	8.9	2.9
8.2	9.5	9.2	2.8	4.5
3.2	4.5	8.9	4.5	6.2
8.9	6.5	6.2	6.5	3.5

Además, se analizan 10 muestras de tamaño 50 cada una y se encuentra que el número de unidades defectuosas en cada muestra es 5, 6, 10, 15, 2, 5, 19, 3, 0 y 15. Finalmente, se seleccionan 20 cajas aleatoriamente. Se inspecciona cada una y se registran los defectos para todas las 20:

Caja	Número de defectos	Caja	Número de defectos
1	3	11	5
2	5	12	6
3	0	13	3
4	8	14	2
5	10	15	8
6	5	16	8
7	2	17	7
8	8	18	5
9	1	19	2
10	5	20	8

Como director de calidad del producto, su función es construir las cartas de control apropiadas y reportar sus descubrimientos en forma de reporte estadístico tal y como se describió en el apéndice I.

Del escenario a la vida real

Como director de calidad del producto en Minot Industries, del ejercicio de Puesta en escena, es probable que usted sea un miembro del Centro Norteamericano de Productividad y Calidad (*American Productivity and Quality Center- APQC*). Si es así, usted puede obtener una amplia variedad de apoyo por parte de esta organización en la realización de su trabajo. Una visita al sitio web de APQC (<http://www.apqc.org>) le proporcionará los seminarios y publicaciones de capacitación disponibles que se relacionan con sus metas en Minot.

En la página de presentación, haga clic en **Benchmarking**, una forma de desarrollar estándares de calidad. En la siguiente página, se observa la lista de seminarios de capacitación. Analice varias de las ofertas y haga una lista de algunas que tienen que ver directamente con el trabajo que usted está dirigiendo en Minot. Luego regrese a la página de Benchmarking y desplácese por la lista de artículos y publicaciones. Haga una lista de algunos que tengan que ver directamente con la situación de Minot.

Regrese a la página de presentación de APQC y haga clic en el área de **Productivity and Quality** (Productividad y Calidad). De nuevo, piense en los recursos de APQC que le ayudarán a tener éxito en su trabajo en Minot Industries.

Apéndice

1

Cómo escribir un informe de negocios

A.1 Introducción

En la medida en que el entorno de los negocios se torne cada vez más complejo, la importancia de una excelente comunicación resulta esencial para lograr las metas institucionales. Además de la necesidad de desarrollar destrezas estadísticas adecuadas, se requiere un método capaz de comunicar a los demás, de manera efectiva, los resultados de los estudios estadísticos. Resulta de poca utilidad formular soluciones a problemas de negocios sin transmitir adecuadamente esta información a quienes están involucrados en el proceso de solución. La importancia de comunicar eficazmente los resultados de un estudio estadístico nunca será exagerada.

Infortunadamente, parece que muchos gerentes de empresa no cuentan con suficientes destrezas de comunicación. El ejemplo de diciembre de 1990, del *Training and Development Journal*, señala que “Ejecutivos entrevistados en un estudio reciente, le restan importancia a la falta de destrezas para escribir, en los candidatos a un cargo”. Un informe publicado en un número de 1993, de la *Management Review*, alude a la “desventaja impuesta a los negocios por deficiencia en las destrezas para escribir”. El informe establece que los empresarios están comenzando a dar un mayor énfasis a la comunicación en sus métodos de contratación. Muchos de ellos han adoptado políticas que exigen a los candidatos a un cargo presentar un breve informe escrito, como parte del proceso de selección. En agosto de 1992, el *Marketing News* reveló que los “empresarios buscan comunicadores motivados para ingresarlos a posiciones en el nivel de marketing”. Obviamente, la presión causada por la carencia de adecuadas destrezas de comunicación y redacción en las empresas estadounidenses, se encuentra bien documentada.

Por consiguiente, el propósito de este apéndice es el de ilustrar algunos de los principios de la comunicación en negocios y la preparación de informes de negocios. Se estudian el propósito general y las características esenciales de un informe y se hace énfasis en los beneficios de un informe bien escrito. Este énfasis se pone en el formato habitual que debe tener un informe de negocios y el objetivo de cada una de sus partes. Se estudian ejemplos de informes prácticos y los problemas brindarán al lector la

oportunidad de desarrollar y aguzar sus destrezas de comunicación.

A.2 La necesidad de comunicarse

La mayor parte de las decisiones de negocios implican la cooperación e interacción de varios individuos. En ocasiones, docenas de colegas y colaboradores se esfuerzan al unísono para alcanzar metas comunes. Por tanto, deben mantenerse líneas de comunicación que faciliten estos esfuerzos conjuntos. Sin comunicar las ideas y los pensamientos, sería imposible identificar los objetivos comunes y los propósitos necesarios para realizar operaciones exitosas. Sin comunicación y el esfuerzo del equipo la realización exitosa de cualquier proyecto importante puede verse en peligro. Adicionalmente se corre el riesgo de que algunos aspectos del proyecto se puedan repetir innecesariamente mientras que otras tareas quedarían sin atención. Además, ante la falta de una comunicación adecuada, los colegas se encontrarían trabajando en propósitos diferentes y, quizá, buscando metas opuestas. A veces sucede que un miembro del equipo puede haber estado trabajando todo en un día, con gran esfuerzo y otro puede desarticular el trabajo al siguiente día. Sin una comunicación adecuada las oportunidades para obtener éxito en cualquier empresa de negocios, se reducen de manera significativa.

A.3 Las características del lector

Con bastante frecuencia, los informes empresariales se dirigen a una amplia variedad de audiencias diferentes. Resulta esencial identificar cuidadosamente la audiencia a quien va dirigido un reporte pues, de otro modo, es probable que éste esté mal dirigido y sea menos efectivo. Se debe considerar con exactitud lo que ya saben los lectores del informe y lo que necesitan saber para tomar decisiones bien informadas.

También se debe considerar la actitud que la audiencia adoptará hacia el informe. Si su autor teme que los lectores pueden ser de algún modo hostiles hacia su reporte, quizá necesite ofrecer más evidencia

y documentación para respaldarlo, si considera que esto puede favorecer su aceptación. El nivel educativo y la experiencia laboral de la audiencia también son un factor clave en la presentación de un informe. Un informe para ejecutivos de alto nivel diferirá considerablemente de uno preparado para supervisores de línea en términos de estilo, vocabulario y complejidad. Incluso, edad, género y otras características demográficas pueden servir para orientar un informe.

Una cosa es cierta. Si el autor del informe se gana la vida como contador, gerente de marketing, supervisor de producción o representante de ventas, no trabajará dentro de un contexto vacío. Encontrará que es necesario comunicarse constantemente con los demás para lograr la plena realización de su trabajo. En otras palabras, cuanto más grande sea la institución en donde trabaje, tanto mayor será la necesidad de preparar informes escritos. A medida que la organización se vuelve más compleja, lo mismo sucede con el grado necesario de la comunicación formal.

A.4. El propósito de los informes estadísticos

Dada la importancia de la comunicación, no debe ser una sorpresa que el objetivo principal de un informe sea el de transmitir información. En este esfuerzo, los reportes estadísticos han de ser bastante concisos y siguen un patrón predeterminado. Este patrón familiar permite reconocer con facilidad las características esenciales y facilita al lector la comprensión rápida del estudio. Para realizar un informe estadístico, se debe separar el problema y reunir los datos necesarios. La población se debe identificar con claridad y se debe elegir la muestra con especial cuidado. Entonces, el investigador realiza el estudio y se prepara para informar los resultados.

Como se indicó antes, el procedimiento a seguir para estructurar un informe estadístico consta de varios pasos bastante precisos y bien definidos que sólo se pueden modificar ligeramente. Luego de la página de presentación (que se ilustra en el ejemplo posterior), el informe estadístico brinda un recuento de sus conclusiones y recomendaciones. Por lo común, en un escenario de negocios este enunciado de apertura se conoce como **resumen ejecutivo** que, junto con las demás partes de un informe estadístico, se estudia a continuación.

A. El resumen ejecutivo

El propósito de un resumen ejecutivo es suministrar al lector carente de tiempo, los hechos más representativos y los resultados más importantes derivados del estudio. Este resumen pocas veces excede una o dos páginas. En él se resumen los hallazgos y conclusiones, junto con algunas recomendaciones, y se presentan al comienzo del estudio. Esta ubicación permite un acceso fácil a la información más relevante para cualquier decisión que un gerente necesite tomar. Si el gerente o lector está interesado en algún detalle adicional, puede consultar el cuerpo principal del reporte.

El resumen ejecutivo debe escribirse de una manera no técnica, dado que los lectores en su mayoría son directivos de alto nivel cuya experiencia, a menudo, se encuentra en la gerencia de la empresa y no en áreas técnicas como química, física o, incluso, en muchos casos, estadística, lo cual hace que se interesen poco en el aspecto técnico del informe. Ellos solamente quieren asegurarse de que han considerado todos los factores importantes para la empresa y que han seguido los procedimientos científicos apropiados en la formulación del informe. Entonces, si el lector desea una explicación técnica más detallada, puede leer cualquier otra parte adicional del informe.

Resumen ejecutivo Enunciado de conclusiones y recomendaciones que se encuentra al comienzo de un informe.

Aunque el resumen ejecutivo precede al informe cuando se presenta en su forma final, solamente se escribe después de haber realizado el estudio y de haber completado el resto del informe. El resumen no debe incluir información nueva que no se encuentre en el informe y no debe ofrecer conclusiones con base en datos o información que no se encuentren en éste.

B. Introducción

El segundo paso es una breve introducción que describe la naturaleza y alcance del problema. Se debe incluir cualquier historia o antecedente relevante del problema que resulte esencial para entender a cabalidad y aclarar el resto del estudio. Este enunciado se hace para explicar

por qué la solución del tema en cuestión es importante y la apremiante necesidad de formular un curso de acción.

C. Metodología

La tercera sección de un informe estadístico es más técnica que el resto del estudio, ya que explica la naturaleza exacta de las pruebas estadísticas que se realizaron. Describe en detalle las herramientas cuantitativas y cualitativas precisas que se usaron y revela la manera como ellas conducirán a los resultados deseados. También se acostumbra presentar de manera sucinta el conjunto de datos y la manera como se tomó la muestra. Esto se irá volviendo familiar a medida que el autor de los informes alcance una mayor comprensión del análisis estadístico y sus muchas aplicaciones.

La metodología que se utilice dependerá principalmente de lo que se quiera lograr. Este hecho también será más evidente a medida que aumente la perspectiva que se tenga sobre el proceso del análisis estadístico, como se describió en este texto.

D. Hallazgos

En este punto es donde se realiza el análisis estadístico en sí mismo. Los hallazgos están integrados por los cálculos estadísticos reales que suministra la información requerida para tomar decisiones y hacer recomendaciones. Estos cálculos pueden variar desde técnicas descriptivas simples hasta el más avanzado análisis inferencial. Los cálculos se presentan con detalles suficientes que permitan revelar y validar la prueba estadística sin entregar información innecesaria o volverse demasiado pesado.

Además, se presentan comentarios con respecto a los cálculos para resaltar los resultados y dirigir la atención hacia su significación. Es decir, los resultados de los cálculos simplemente se citan o señalan como referencia. No se hace ningún esfuerzo para discutirlos o interpretarlos. Esto se deja para el siguiente segmento.

E. Discusión e interpretación

Con base en los hallazgos de la sección anterior, ahora el investigador ofrece una discusión e interpretación de las principales implicaciones del informe. También debe proporcionar una interpretación de los hallazgos de

manera significativa y que no sea técnica. Esta sección tiene un impacto considerable sobre la formulación de soluciones, para el problema descrito en la introducción y que motivó el informe.

F. Conclusiones y recomendaciones

A menudo, este segmento final repite parte de la información que se encuentra en el resumen ejecutivo, aunque permite que el investigador explique con mayor detalle el cómo y el por qué de las conclusiones. También se puede incluir un análisis más detallado de las recomendaciones. Resulta importante que esta sección se base en los resultados de los hallazgos y que no ofrezca conclusiones o recomendaciones que no se encuentran respaldadas por el análisis.

Si los reportes se preparan en esta forma organizada, son más útiles y le dan al investigador un sentido de credibilidad y autoridad. El reporte transmitirá respeto a quienes confían en él para tomar decisiones importantes.

A.5 Ilustraciones y ejemplos

Se puede lograr una imagen más completa de los reportes y resúmenes financieros utilizando ejemplos de problemas de caso específicos. Primero se mirará un informe estadístico diseñado para ayudar en la toma de una decisión con respecto a la ubicación de una planta en expansión. Una decisión de esta naturaleza probablemente lleve a un informe completo, en oposición a un resumen, debido al costo involucrado y al efecto a largo plazo del sitio donde se ubique la planta.

En realidad, una decisión de esta clase requiere de un análisis estadístico que va más allá de las simples herramientas descriptivas que se presentaron en esta obra. Sin embargo, se tratará el tema de la expansión de la planta solamente con los análisis descriptivos simples descritos en los dos primeros capítulos de este texto. Con esta limitación en mente, se comienza el estudio del reporte que se presentará para tomar la decisión de la ubicación de la planta.

Usted ha sido contratado como analista administrativo por Global Motors (G.M.), Inc., una

empresa ubicada en Detroit, Michigan. El señor Sumner, CEO de GM, ha solicitado que su división administrativa prepare un informe estadístico sobre la factibilidad de construir una nueva planta de montaje. En consideración para el sitio se encuentran cuatro ciudades: Houston, Detroit, Pittsburgh y Boston. ¿Cuál sería su respuesta?

Después de la página de presentación, el informe contendrá el resumen ejecutivo (recuerde que en éste se sintetizan todos los hallazgos principales, conclusiones y recomendaciones, solamente después de haber concluido todo el estudio). La página de presentación podría tener un aspecto como el siguiente:

SITIOS ALTERNOS PARA UBICAR LA PLANTA
PARA EL PLAN DE EXPANSIÓN 1988 DE GLOBAL
MOTORS

Presentado a Samuel Sumner
Director ejecutivo (CEO)
de Global Motors International
Oficina principal
Detroit, MI

Preparado por Jarrod Hirsch, Jefe de la División
Administrativa de Análisis
División de la Oficina Principal
Global Motors International
Chicago, IL

Agosto 10, 2000

A. El resumen ejecutivo

El resumen ejecutivo podría ser como sigue:

Tras un cuidadoso estudio de todos los aspectos relevantes, la División Administrativa de Análisis recomienda que se elija la ciudad de Houston como el sitio para la instalación de la nueva planta de expansión de Global Motors. Después de un profundo análisis, la división ha encontrado que Houston ofrece más de los requisitos de instalación y comodidades para la culminación exitosa del proyecto de expansión.

La División consideró factores técnicos como disponibilidad de mano de obra con el

entrenamiento o entrenamiento potencial necesario, lo mismo que con las tarifas salariales en vigencia. Analizamos el acceso geográfico para las materias primas. Concluimos que las instalaciones locales de transporte eran adecuadas para acomodar el volumen de carga requerido para las operaciones de montaje.

La cooperación con los gobiernos local y estatal en el área de Houston parece asegurada. La Oficina del Procurador General del Estado ha ofrecido algunos incentivos tributarios que superaron los que se encontrarían en otros sitios potenciales. Además, la ciudad de Houston ha aceptado dar un plazo a Global Motors para pagar los impuestos sobre propiedad y ventas a la ciudad, por un período de dos años. Adicionalmente, Texas es un estado en donde rige la ley que prohíbe la obligación de los trabajadores de pertenecer a un sindicato. Ese no es el caso en los demás estados en donde se encuentran localizados los otros sitios propuestos.

La División hizo una amplia comparación de las instalaciones tanto para los trabajadores de administración como para los operarios. Nuestros resultados indican claramente que el mercado de Houston ofrece mejores oportunidades con tasas hipotecarias razonables. También concluimos, después de una completa evaluación comparativa, que las escuelas de Houston eran, por lo menos, comparables con las de los otros sitios potenciales.

Por consiguiente, recomendamos seleccionar un equipo de transición para asistir a nuestro personal clave que temporalmente estará en las nuevas instalaciones. También se puede conformar un equipo para mantener contacto con los funcionarios apropiados tanto de organizaciones públicas como privadas, y así facilitar la culminación del proyecto de expansión.

Observe que el resumen ejecutivo ofrece una serie de conclusiones que se basan en los hallazgos, y recomendaciones que surgen lógicamente de la información que contiene el estudio. De otro lado, se hacen los esfuerzos necesarios para garantizar que se hayan incluido todos los aspectos esenciales. Se prestó atención a factores que van desde los impuestos para el negocio hasta los servicios de educación para los hijos de los empleados.

B. Introducción

La introducción es el siguiente componente del formato del informe estadístico. Se debe recordar que en ella se trata cualquier asunto relevante y se da claridad acerca de por qué el tema en cuestión requiere de una solución.

Desde 1990, las instalaciones de producción de Global Motors han sido inadecuadas para mantener el ritmo requerido por el nivel de producción. Se prevé que la demanda aumentará en el futuro próximo. Con base en estos eventos históricos y de proyección, resulta esencial que se identifique un sitio viable para la planta con el propósito de ampliar la capacidad de producción de Global Motors.

A menos que las instalaciones de producción se puedan ampliar de una manera adecuada, es probable que la participación de mercado de Global Motors resulte afectada y que la firma quede en una posición de desventaja competitiva. Los estudios de la industria han demostrado que los competidores de GM ya han aumentado su capacidad de producción o planean hacerlo en un futuro cercano.

C. Metodología

La sección de metodología especifica cuáles son las herramientas que se utilizarán para realizar el estudio. Como se indicó antes, ya que se han examinado sólo las herramientas descriptivas básicas, el análisis se restringirá a la selección del sitio de la planta únicamente para estas herramientas. En la realidad, claro está, se utilizarán muchos otros tipos de herramientas. Esta sección también incluye una breve descripción del conjunto de los datos.

METODOLOGÍA

Se aplicarán varias herramientas descriptivas a los datos recopilados con el fin de realizar este estudio. Se utilizarán tablas de distribución, tablas de contingencia y numerosos gráficos para determinar analíticamente el sitio óptimo para la expansión de la planta de Global Motors. Cada una de estas herramientas se aplicará a los datos obtenidos en las cuatro ciudades. El propósito será suministrar una base de comparación

suficiente para permitir llegar a un argumento concluyente sobre cuál es el sitio preferible.

Los datos de distintas variables relevantes se han obtenido directamente de gobiernos locales en las áreas propuestas para el sitio, lo mismo que de publicaciones. Estas publicaciones que han servido como fuente incluyen a *Survey of Current Business* y a *Urban Economics*. Estos datos se utilizarán en un análisis comparativo de los sitios propuestos.

Se puede observar que en esta sección se enumera y explica la metodología y la manera como se emplearán las herramientas para llegar a una conclusión.

D. Hallazgos

Esta sección contiene los cálculos estadísticos reales. Consta de una presentación en donde se comparan los cuatro sitios, usando las diferentes herramientas descriptivas. El diagrama de barras muestra los incentivos tributarios en cada ciudad, las tablas de frecuencia reflejan los costos de las viviendas en cada uno de los mercados locales, y las tablas de contingencia reflejan las vías de transporte.

Las estadísticas relevantes presentadas en el análisis descriptivo se comunican en esta sección de una manera formal. Suponga, por ejemplo, que el análisis de datos revela lo siguiente:

Tabla A, que es una tabla de frecuencia de los costos de vivienda para 1,000 hogares investigados en Houston, revela que el costo promedio de las viviendas es más bajo en esa ciudad. Como se presenta en la tabla, 56% de todas las casas están en el nivel de US\$100,000 a US\$120,000, Pittsburg ofrece un promedio de US\$120,000.

Tabla A

Tabla de frecuencia para costos de vivienda en Houston (en miles US\$)

Costos de vivienda	Frecuencia
60 ≤ 80	92
80 ≤ 100	115
100 ≤ 120	560
120 ≤ 140	135
140 ≤ 160	98
	1,000

El cuadro 1 revela que Houston ofrece acceso a 56% de toda la materia prima necesaria en un lapso de 24 horas, mientras que en los demás sitios potenciales existe el riesgo de retrasos hasta por 72 horas.

El cuadro 2 sobre costos de transporte en todas las ciudades demuestra que el nivel de costos

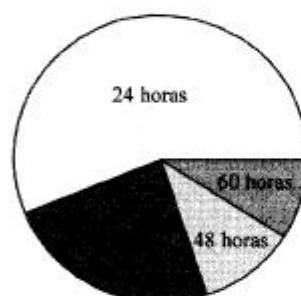
está entre US\$320 por mes hasta US\$512 por mes. El más bajo es Detroit.

El cuadro 3 sobre incentivos tributarios muestra que el ahorro total en impuestos en Houston debe alcanzar la suma de US\$2,000,000. En Detroit, sin embargo, los ahorros se proyectaron en una cifra de US\$500,000.

Cuadro 1

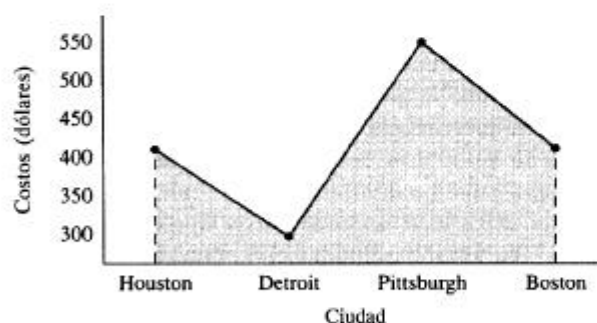
Diagrama circular sobre el acceso de las materias primas en Houston

Número de horas necesarias para recibir la materia prima	Porcentaje de materias primas	Grados en el diagrama circular
24	56	$360 \times .56 = 201.6$
36	24	$360 \times .24 = 86.4$
48	11	$360 \times .11 = 39.6$
60	9	$360 \times .09 = 32.4$
		360.0



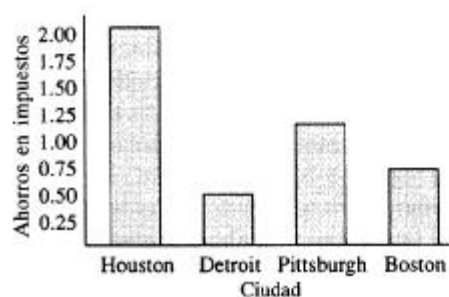
Cuadro 2

Promedio mensual de costos de transporte para todas las ciudades



Cuadro 3

Ahorro en impuestos durante el primer año de operaciones (en millones de dólares)



Se puede observar que en esta sección de hallazgos los resultados no están unidos a ninguna interpretación o significado. En esta sección, las cifras se citan; solamente hay una descripción o contabilización de los datos.

E. Discusión e interpretación

La sección de discusión e interpretación ilustra los hallazgos relevantes y ofrece una explicación. A partir de los hallazgos, se presume que la discusión e interpretación siguientes, son posibles:

Los hallazgos que se encuentran en el diagrama circular sobre el acceso a los mercados de materia prima, revelan que Houston ofrece la mayor posibilidad de acceso para todos los materiales necesarios dentro de un lapso de 24 horas. Los otros sitios propuestos presentan un período mucho mayor. Esto sugiere que los costos de transporte serían más altos. Además, la planeación de la producción sería más difícil. Como se muestra en las tablas de frecuencia, los costos de vivienda más bajos en el área de Houston significan que los salarios podrían estar a un nivel más bajo, minimizando los costos de mano de obra.

Aunque Pittsburgh cuenta con costos de vivienda más bajos en general, el mercado de finca raíz en esa ciudad ha sufrido una caída recientemente. Si esto continúa, puede ser evidencia de que las viviendas compradas por nuestros empleados podrían convertirse en una inversión equivocada.

Los cuadros de barras reflejan una inestabilidad considerable en los gobiernos de las ciudades en varios de los sitios sugeridos. Esto indica que cualquiera que decida realizar operaciones de negocios en estas áreas puede enfrentarse a condiciones de inestabilidad política graves.

La tabla de contingencia revela que los niveles de salarios y los índices de desempleo parecen favorables para actividades de expansión en Houston y en Detroit. Sin embargo, con base en los índices proyectados en Detroit, podría interpretarse que esta tendencia no continuará.

Dadas las numerosas herramientas descriptivas examinadas en este texto, y las distintas variables

citadas en el estudio de GM, resulta posible realizar un trabajo de discusión e interpretación adicional. Sin embargo, éste debe ser suficiente para ilustrar que esta sección presenta los hallazgos más relevantes para suscitar la atención del lector y ofrece alguna interpretación significativa. Las cifras ya han sido citadas en la sección anterior de los hallazgos. Ahora es esencial dar significado e interpretar estos números.

F. Conclusiones y recomendaciones

La sección final del reporte es la de conclusiones y recomendaciones. En ella se puede repetir parte de la información que se encuentra en el resumen ejecutivo.

Después de revisar cuidadosamente las diferentes medidas de índices de negocios y calidad de vida, la División Administrativa de Análisis recomienda que la ciudad de Houston sea seleccionada como sitio de expansión. Houston presenta las condiciones más deseables para esta selección con respecto a las demás localidades posibles.

Los hallazgos sugieren con firmeza que Houston promete, por lo menos, éxito potencial en todas las características examinadas en el estudio. Además, presentó un factor de éxito más alto que el promedio cuando se consideraron todas las variables.

En la opinión analizada por la división, Houston es el primer sitio a considerar con fines de expansión. Esta conclusión se basa en un estudio profesional y objetivo, que consideró todos los factores pertinentes.

Aunque este ejemplo de un informe estadístico de negocios contiene todos los elementos esenciales y demuestra los principios básicos inherentes a la realización de un informe escrito, no se deberá tomar como un modelo específico para cualquier clase de informe. Todo informe debe ajustarse a la naturaleza del problema en estudio, la disponibilidad de datos y el carácter general y la personalidad de quienes lo preparan. Otros factores que influyen en su carácter y buena disposición, alterarán la forma final del informe. Se deben hacer todos los esfuerzos necesarios para transmitir en la creación del producto final, el estilo y la manera personal de quien escribe el informe.

Apéndice 2

Respuestas a problemas seleccionados

Capítulo 2

2. a. 9

b. 0.84; redondeo a US\$1,000

c. Las respuestas variarán

4.

Educación				
Nivel administrativo	1 (10-12)	2 (13-15)	3 (16+)	Total
1	7	4	0	11
2	5	8	1	14
3	1	3	5	9
4	0	2	9	11
Total	13	17	15	45

Un nivel más alto de educación parece asociado con un nivel administrativo más elevado.

6.

Tallo	Hoja
3	2, 6, 7
4	2, 6, 7, 7, 8
5	4, 5, 5
6	2, 7, 8, 9

10.

I.C. = 120,000
Intervalo de clase
0 < 120,000
120,000 < 240,000
240,000 < 360,000
Etc.

16. a.

Tallo	Hoja
5	1, 5, 9
6	5, 8
7	0, 2, 3
8	3, 4, 5, 5, 7, 8
9	1, 1, 3, 8, 9
10	0, 2, 3
11	0, 5, 7
12	3, 7
13	2, 4, 7
14	2, 3
15	0, 2, 3
16	0, 3, 3, 7
17	0, 3, 5

Clase	Frecuencia	M	Frecuencia relativa
5 y menos de 7	5	6	5/42 = 0.119
7 y menos de 9	9	8	9/42 = 0.214
9 y menos de 11	8	10	8/42 = 0.190
11 y menos de 13	5	12	5/42 = 0.119
13 y menos de 15	5	14	5/42 = 0.119
15 y menos de 17	7	16	7/42 = 0.167
17 y menos de 19	3	18	3/42 = 0.071
	42		1.00

c. $2^c > 42$; $c \approx 6$

$$I.C. = \frac{17.5 - 5.1}{6} = 2.06 \approx 2.00$$

Distribución o más de frecuencia acumulada

Clase	Frecuencia acumulada
5 o más	42
7 o más	37
9 o más	28
11 o más	20
13 o más	15
15 o más	10
17 o más	3
19 o más	0

18.

Estado	Rango				Total
	US\$0 hasta 4,999	US\$5,000 hasta 9,999	US\$10,000 hasta 14,999	US\$15,000 y más	
Vencido	10 (0.083)	15 (0.125)	11 (0.092)	5 (0.042)	41 (0.342)
Vencido y no pagado	5 (0.042)	10 (0.083)	10 (0.083)	7 (0.058)	32 (0.267)
En mora	10 (0.083)	12 (0.10)	18 (0.15)	7 (0.058)	47 (0.392)
Totales	25 (0.208)	37 (0.308)	39 (0.325)	19 (0.158)	120 (1.00)

Capítulo 3

2. $\bar{X} = 15.24$

Mediana = 19.8

Moda = 21.6 y 22.3

4. Plan 1: 27.5%

Plan 2: 5.7%

8. Curly $\bar{X} = 2383$
 $S = 1775$
 Moe $\bar{X} = 638.4$
 $S = 217.7$
 Larry $\bar{X} = 534$
 $S = 0$
 Curly ha tenido la media más alta, pero Larry es más consistente.
10. Resultado:
 $\bar{X} = 10.41$
 Mediana = 10.17
 Moda = 10
12. a. $P_{75} - P_{25} = 62.25 - 20.75 = 41.5$
 b./c. $p_{50} = \text{Mediana} = 38$
 d. $P_{70} = 56$
 e. $P_{30} = 27$
14. a. 68.3%
 b. 95.5%
 c. 99.7%
 d. 0.15%
 e. 15.85%
16. $CV_{edad} = 22.6$
 $CV_{ingresos} = 18$
18. a. $\bar{X} = 45.304$
 Mediana = 39.5
 Moda = 69.875
 b. $S^2 = 312.02$; $S = 17.664$
 c. RICE = 40.625
 d. $P_{40} = 38.8$
20. a. $\bar{X} = 6.939$
 b. 0.424
 c. $s = 0.276$
22. US \$1.90
24. US \$3.07 por pie
26. a. US\$6,925
 b. US\$28.265 por acción
28. a. $\bar{X} = 1077$
 Mediana = 965
 Moda = 673.33
 b. $CV_{edad} = 9.98$
 $CV_{salario} = 61.04$
32. $s = \text{US\$1.78}$; IQR = 3.62
34. a. 42
 b. 267.43
 c. 16.35
 d. 20.5
 e. 20.5
 f. 30.5
36. $\bar{X}_g = 14$
 Mediana = 13.882
 Moda = 13.8
38. $p = 0$
40. a. $\bar{X}_A = 82.14$ $\bar{X}_B = 71.5$
 Mediana de A = 82 Mediana de B = 71.5
 Moda de A = 75 Moda de B = ninguno
 b. $s_A = 12.034$ $s_B = 15.35$
42. a. $\bar{X}_A = 7.3367$
 $s = 1.5464$
 b. 22.5
 c. 29 i.e. $wl: 2s$
44. a. $P_{60} = 23$
 $P_{25} = 14.29$
 $P_{50} = 20.5$
 $P_{75} = 26.25$
 b. $P_{10} = 10$
 $P_{90} = 31.67$

Capítulo 4

4. Errado. Los lanzamientos son independientes.
6. a. 27/52
 b. 16/52
 c. 9/52
 d. 36/52
10. $(B \cup D)$ Todas las mujeres sin tener en cuenta su educación o todos los no graduados sin tener en cuenta el género.
 $(B \cap D)$ Todas las mujeres sin educación.
14. a. 0.332
 b. 0.083
 c. 0.083
 d. 0.167
16. a. 0.385 d. $P(S|G) = 0.385$
 b. $P(S|A) = 0.385$ $P(E|G) = 0.615$
 $P(S|G) = 0.385$ $P(C|G) = 0$
 c. $P(C|P) = 0.227$
 $P(C|A) = 0.308$
18. a. 0.80
 b. 0.42
 c. 0.40
 d. 0.40
 e. 0.78
20. a. 0.50
 b. 0.10
 c. 0.90
 d. 0.70
22. a. 0.2275
 b. No
24. $P(S|M) = 0.10 < 0.30$; sí
26. 720
28. 24

30. a. $37/75$
b. $2/75$
c. $21/75$
d. $18/75$
e. $56/75$
f. $61/75$
32. a. $3/120$
b. $18/120$
c. $65/120$
d. $34/120$
e. $37/120$
f. $102/120$
34. $0.15 \neq 0$
36. 0.0417
38. $17,576,000$
40. 56.25%
42. 68.94%

Capítulo 5

4. $\mu = 2.82$
 $\sigma^2 = 3.76$
 $\sigma = 1.95$
8. 1.8
10. a. 0.1209
b. 0.1115
c. 0.9452
d. 0.6331
e. 0.7779
12. 0.2403
14. 0.1231
16. 0.1833
18. a. 0.1363
b. 0.8647
c. 0.3067
20. $0.9896 > 0.30$;
inventario de camisetas
22. 0.8647
24. 0.9975
26. 0.9907
28. a. 13.9 y 18.1
b. 0.167
30. 61.7%
32. a. 0.2643
b. 0.7357
c. 0.7503
d. 0.0292

34. a. 50%
b. 16.11%
c. 98.75%
d. 38.50%
36. a. $\text{US\$}27.80$
b. $\text{US\$}19.82$
c. $\text{US\$}27.80$
d. $\text{US\$}22.87$
38. 0.0002
40. a. 0.2270
b. 0.1582
c. 0.0834
d. 0.9972
42. 0.0895
44. 0.9958
46. $\text{US\$}920.50$
50. a. 33.3 hasta 36.7
b. 0.2941
52. 0.2138
58. 0.7764
60. 340.4 unidades
62. 99.18 días
64. $933.8 > 900$; no
66. 0.8438
68. 0.9222

Capítulo 6

2. $\bar{X} = 220$
 $\sigma_{\bar{x}} = 31.22$
4. 3.95
10. a. 0.9772
b. 0.9772
c. 0.9818
12. 0.1646
14. 0.0668
16. 0.1251
24. 0.0375
26. 0.0082
28. 0.0901
32. 87.28 unidades
34. a. 0.1587
b. 0.0548
36. 0.3544

38. 0.7704
 40. 0.3936
 42. Sólo hay un 7.64% de probabilidad de que si su computador hubiera perdido 9% de tiempo durante las últimas 90 horas, se habrían perdido 12 horas.
 44. a. $\sigma_p = 0.044$
 b. $\bar{P} = 0.45$
 c. 0.2483

Capítulo 7

4. $15.01 \leq \mu \leq 15.38$
 6. $6.00 \leq \mu \leq 6.40$
 8. $52.32 \leq \mu \leq 57.64$
 10. $15.95 \leq \mu \leq 17.25$
 12. $n \leq 30$; σ desconocida; se supone que la población es normal.
 14. $14.82 \leq \mu \leq 15.58$
 16. $58,760 \leq \mu \leq 73,020$
 18. $1736 \leq \mu \leq 2994$
 20. $0.62 \leq \pi \leq 0.70$; sí, 68% está en el intervalo.
 22. $0.27 \leq \pi \leq 0.31$
 24. $0.79 \leq \pi \leq 0.85$
 26. 73
 28. 51
 30. 167
 32. 1359
 36. $0.4799 \leq \mu \leq 0.560$
 38. a. $693.8 \leq \mu \leq 696.2$
 b. GP puede confiar en 90% de que el pabellón tendrá un promedio entre estos dos valores
 c. No
 40. $1.73 \leq \mu \leq 1.85$
 42. $13.274 \leq \mu \leq 14.926$
 44. $14.9 \leq \mu \leq 15.7$
 46. 95%
 48. $11.53 \leq \mu \leq 14.31$
 50. $44.05 \leq \mu \leq 50.55$
 52. $78.56 \leq \mu \leq 87.84$
 54. $0.823 \leq \pi \leq 0.937$
 Aunque FOA tiene un intervalo más alto, la superposición sugiere que no puede existir diferencia en la proporción de clientes satisfechos.
 56. $6.95 \leq \mu \leq 7.65$
 58. $12.25 \leq \mu \leq 12.75$; no subir el precio.

60. a. $0.623 \leq \pi \leq 0.757$
 b. $0.647 \leq \pi \leq 0.733$
 c. El intervalo más pequeño resulta de un nivel más bajo de confianza. No, porque usted debe aceptar un nivel de confianza más bajo.
 62. 112
 64. 777
 66. $0.5339 \leq \pi \leq 0.7661$
 68. $0.235 \leq \pi \leq 0.285$
 No; 30% no está en el intervalo.
 70. 154
 72. 757

Capítulo 8

10. $H_0: \mu = 2,100$; $Z = 1.49$ está entre ± 1.96 ; no rechazar.
 12. $H_0: \mu = 58$; $Z = -1.24$ está entre ± 2.58 ; no rechazar.
 14. $H_0: \mu = 12$; $Z = -3.18 < -1.65$; rechazar.
 16. $H_0: \mu = 32,533$; $Z = 0.77$ está entre ± 2.58 ; no rechazar.
 18. El signo "igual" debe aparecer en la hipótesis nula para darle algún valor específico a la prueba.
 20. $H_0: \mu \leq 7,880$; $Z = 0.50 < 2.33$; no rechazar.
 22. $H_0: \mu \geq 34.4$; $Z = -4.04 < -1.75$; rechazar.
 24. $H_0: \mu \geq 10,000$; $Z = -5.84 < -2.33$; rechazar; sí.
 26. $H_0: \mu \geq 325,500$; $Z = 0.25 > -1.65$; no rechazar; sí.
 28. $H_0: \mu = 800$; $Z = -1.20$ está entre ± 1.96 ; no rechazar; valor $p = 0.5000 - 0.3849 = 0.1151$ (2) = 0.2302
 30. $H_0: \mu \leq 283$; $Z = 0.91 < 2.33$; no rechazar; valor $p = 0.1814$
 32. $H_0: \mu \leq 27,400$; $Z = 2.60 > 1.65$; rechazar; valor $p = 0.5000 - 0.4953 = 0.0047$.
 34. $H_0: \mu \leq 5,775$; $t = 0.9395 < 2.624$; no rechazar; discontinuar el programa.
 36. $H_0: \mu \leq 5000$; $t = 0.31 < 1.711$; no rechazar.
 38. $H_0: \mu = 25$; $t = -0.91$ está entre ± 2.797 ; no rechazar.
 40. $H_0: \mu = 500$; $t = 1.054$ está entre ± 1.761 ; no rechazar.
 42. $H_0: \pi \leq 0.35$; $Z = 0.51 < 1.65$; no rechazar; no. Valor $p = 0.5000 - 0.1950 = 0.3050$
 44. $H_0: \pi = 0.21$; $Z = -2.60 < -1.96$; rechazar; Valor $p = 0.5000 - 0.4953 = 0.0047$ (2) = 0.0094.

46. $H_0: \pi \geq 0.70$; $Z = -1.69 > -2.05$; no rechazar; sí, implementar el programa.
54. $H_0: \mu = 18$; $Z = 1.35$ está entre ± 1.96 ; no rechazar. No ajustar. Valor $p = 0.1819$
56. $H_0: \mu = 115,000$; $Z = 0.272$ está entre ± 1.81 ; no rechazar. Valor $p = 0.7868$
58. $H_0: \mu = 3.1$; $t = -0.63$ está entre ± 3.106 ; no rechazar.
60. $H_0: \pi = 0.25$; $Z = -2.64 < -1.65$; rechazar; valor $p = 0.0041$.
62. $H_0: \mu = 0.30$; $t = -1.06$ está entre ± 3.707 ; no rechazar; sí, Dean está feliz.
64. $H_0: \pi = 0.50$; $Z = 1.41$ está entre ± 1.96 ; no rechazar.
66. $H_0: \mu \geq 0.25$; $Z = -3.25$; rechazar.
68. $H_0: \mu \leq 52,500$; $Z = 1.58$ entre ± 1.65 ; no rechazar; el nuevo tiempo no es mejor.
70. a. $H_0: \mu \leq 57$; $Z = 2.34 > 2.33$; rechazar; modificar longitud.
b. Valor $p = 0.0096$
72. $H_0: \pi \leq .53$; $Z = 1.45 < 1.75$; no rechazar; el dinero no se invierte bien.
30. $H_0: \pi_1 \leq \pi_2$; $Z = 1.43 > 1.28$; rechazar.
32. $-0.048 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 0.408$
34. $1.343 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 3.657$
36. $-9.474 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq -2.526$
38. $-22 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 38.4$
40. $4268 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 12,932$
42. $-3.78 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 16.383$
44. a. $86 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 136$
b. $n = 182$
46. $-15.366 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq -7.634$; usted puede confiar en 95% en que la expectativa media de vida de los alcohólicos tiene entre 7,634 años y 15,366 años menos.
48. $0.6122 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 0.6378$; usted puede confiar en 99% en que el cambio en el precio medio está entre 61¢ y 64¢ más en los días viernes.
50. $-9.343 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 51.143$
52. $-1.026 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 0.134$
54. $0.1841 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 0.2759$
56. $0.796 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 6.204$; conservar la máquina antigua.
58. $H_0: (\mu_F = \mu_C)$; $t = 2.65 > 2.711$; rechazar, concluir $\mu_F - \mu_C$ dado que $\bar{X}_F > \bar{X}_C$.
60. a. $-0.0074 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 1.4074$; como el intervalo contiene cero, parece que no existe diferencia; Skinner no lo respalda.
b. $n = 20$
62. $12.31 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 14.69$; μ_1 es mayor.
64. $H_0: \pi_1 = \pi_2$; $Z = 0.423$ está entre ± 1.96 ; no rechazar.
66. $-0.199 \leq (\pi_1 - \pi_2) \leq 0.099$
68. a. $-0.215 \leq (\pi_1 - \pi_2) \leq 0.315$
b. $n = 1165$
70. $H_0: \pi_w \leq \pi_m$; $Z = -0.908$ está entre ± 1.65 ; no rechazar.
72. $H_0: \pi_c \leq \pi_p$; $Z = 3.37 > 1.28$; rechazar.
74. $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$
 $F = 1.46 < F_{0.005, 7, 9} = 6.88$; no rechazar.

Capítulo 9

2. $-5.77 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 0.177$
4. $-0.037 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 0.417$
6. Las poblaciones son normales o casi normales; muestra pequeña; σ^2 desconocida.
8. $-17.65 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 8.05$; no, el intervalo contiene cero, sugiriendo que no hay diferencia.
10. $-27.39 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 330.62$
12. $0.99 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 4.44$
14. $0.072 \leq (\mu_F - \mu_N) \leq 5.27$; jugar en Nugget.
16. $-2.94 \leq (\mu_1 - \mu_2) \leq 0.59$; como el intervalo contiene cero, no hay diferencia en la inversión que se elija.
18. $1.425 \leq (\mu_S - \mu_T) \leq 5.058$; ya usted obtiene valores positivos de $\mu_S - \mu_T$, $\mu_S > \mu_T$.
20. $-0.114 \leq (\pi_{\text{bata}} - \pi_{\text{no bata}}) \leq -0.026$; $\mu_{\text{bata}} > \mu_{\text{no bata}}$
22. $H_0: \mu_1 - \mu_2$; $Z = -2.91 < -2.33$; rechazar.
24. $H_0: \mu_1 - \mu_2$; $t = -1.836$ está entre ± 2.921 ; no rechazar.
26. $H_0: \mu_1 \leq \mu_2$; $Z = 1.71 > 1.65$; rechazar.
28. $H_0: \mu_1 - \mu_2$; $t = 10.46 > 2.064$; rechazar.

Capítulo 10

2. $F = 20.69 > F_{0.05, 3, 24} = 3.01$; rechazar.
4. $F = 0.30 < 2.54$; no rechazar.
6. $F = 22.315 > 4.02$; rechazar.
 $T = 5.53$; $\underline{W}$ $\underline{Th}$ $\underline{T}$ $\underline{M}$ $\underline{F}$
8. $F = 4.84 > F_{0.05, 5, 10} = 3.33$; rechazar bloque.
 $F = 9.37 > F_{0.05, 2, 10} = 4.10$; rechazar muestras.
 $T = 1.33$; sólo 2 y 3 no difieren significativamente.

10. $F = 10.10 > 9.78$; rechazar bloque.
 $F = 28.99 > 10.92$; rechazar muestras.
Sólo 2 y 3 no difieren significativamente.
12. $F = 17.906 > 10.92$; rechazar bloques.
 $F = 0.17 < 9.78$; no rechazar muestras.
14. $F = 11 > 3.49$; rechazar muestras.
16. $F = 0.200 < 99$; no rechazar.
24. $F = 5.52 < 3.55$; rechazar.
26. $F = 1.26 < 2.70$; no rechazar.
28. $F = 3.83 < 3.89$; no rechazar.
30. $F = 184.71 > 6.93$; rechazar.
32. $F = 5.886 > 3.89$; rechazar.
34. $F = 199.85 > 5.29$; rechazar.
36. $F = 1.537 < 2.70$; no rechazar.
38. $F = 3.94$; $T = 2.35$; $DMS = 1.75$
40. $DMS = 1.98$; $T = 2.41$
42. $F = 4.75 > 3.26$; rechazar bloques.
 $F = 0.19 < 3.49$; no rechazar muestras.
44. $F = 71.616 > 7.01$; rechazar bloques.
 $F = 1.025 < 8.65$; no rechazar muestras.
46. $F = 38.56 > 18$; rechazar bloques.
 $F = 0.52 < 18$; no rechazar muestras.

Capítulo 11

10. b. $\hat{C} = 1.777 + 0.558I$
c. US\$15,346.77
12. b. $\hat{C} = 3.72 + 0.1259U$
c. US\$4,664
14. $\hat{R} = 0.138 + 0.598S$; 4.324
20. $S_e = 2.251$
22. $S_e = 0.617$
30. $H_0: \beta_1 = 0$
 $t = 7.376 > t_{0.01,10} = 3.169$; rechazar la hipótesis nula; sí, es significativa.
32. $H_0: \beta_1 = 0$
 $t = 0.767 < t_{0.05,9} = 2.262$; no rechazar; no significativo.
38. $0.666 \leq Y_x \leq 5.67$
40. a. US\$8,095.68
b. US\$584 $\leq Y_x \leq$ US\$15,606
42. $r^2 = .916$
44. $5.32 \leq \beta_1 \leq 8.82$
46. $-30.81 \leq \beta_1 \leq -19.89$
48. $b_1 = 1.6687$; sí, $b_1 > 0$.

50. $H_0: \beta_1 = 0$; $t = -1.461$ entre ± 3.169 ; no rechazar.
 $H_0: \rho = 0$; $t = 1.461$ entre ± 3.169 ; no rechazar
52. a. $\hat{B} = 68.114 - 0.532TR$; no, hay una relación negativa entre B y TR .
b. $r^2 = 0.8167$
c. $S_e = 0.4825$
54. $b_1 = 3.39 > 0$
 $r = 0.896 > 0$
56. a. $H_0: \beta_1 = 0$; $t = 21.15 > Z = 1.65$; rechazar H_0 .
b. $H_0: \rho = 0$; los mismos resultados.
58. $29.10 \leq \mu_{Y|X=10} \leq 30.57$

Capítulo 12

2. X_1 tiene un valor t bajo; no es significativo; considere retirarlo del modelo.
4. Demuestra que a medida que aumenta P , la gente compra más. Esto es improbable.
6. Con t crítica de ± 1.96 , I es significativa pero w no lo es.
8. a. $0:1 = 20.706 - 0.853T + 0.11287P + 0.001929PR$
b. Temperatura y Precio no lo son.
c. Los valores p .
d. Retirar precio
e. $R^2 = 95.8\%$
10. La variable independiente no está relacionada con la variable dependiente.
12. $H_0: \beta_i = 0$; DR ; no rechazar si t está entre ± 2.052 . Ambas son significativas.
14. $H_0: \beta_i = 0$; no rechazar si t está entre ± 3.25 ; I es significativa; r , no.
22. Si $X_2 = 1$ cuando se presenta una huelga, $b_2 < 0$.
24. Se necesitan dos variables dummy ya que hay tres categorías.
28. $\hat{Y} = 78.12 + 1.01(17) - 17.2(0) = 95.29$ en un distrito con una oficina.
 $\hat{Y} = 78.12 + 1.01(17) - 17.2(1) = 78.09$ en un distrito sin una oficina.
32. b. $\hat{T} = -31276206 + 874097NB$ para el modelo lineal.
 $r^2 = 78.9\%$
 $\hat{T} = -9069460 + 172498NB + 5297NB^2$
 $R^2 = 79.3\%$
34. $\hat{Y} = -39.6 + 0.144X_1 + 1.25X_2 + 0.683X_3$
(0.72) (2.53) (1.55)
[0.487] [0.028] [0.149]
los valores t están entre () y los valores p están entre [].

36. $FIV_1 = 1.1$; $FIV_2 = 2.7$; $FIV_3 = 2.6$

38. $\hat{R} = 89 + 0.289 PC - 57.2 DISTANCIA$
 (1.86) (-1.87)
 [0.096] [0.094]

 los valores t están entre () y los valores p están entre [].

40.

	Renta	Pies cuadrados
Renta	1.000	0.885
PC	0.885	1.050

$$FIV = 3.7$$

42. US\$114.40 más.

 44. $\hat{Y} = -111 + 0.193 PC + 6.69 LUX$. Este modelo es superior al primero que se basó en $\bar{R}^2$, S_e , y ambas variables son significativas.

46. a.
- $\hat{S} = -22.3 + 7.31E + 0.81S$
-
- b.
- $t = 0.26 < 2.447$
- ; no rechazar
- $\beta_5 = 0$
- .
-
- c.
- $t = 16.32 > 2.447$
- ; rechazar
- $\beta_6 = 0$
- .
-
- d. La prueba para AC no es concluyente.
-
- No hay evidencia de heteroscedasticidad.

Capítulo 13

4.

Día	3	4	5	6	7	8	9	10
Ausencias	49.875	46.625	41.875	41.875	46.5	49.875	49.625	48.5

6. $F_{10} = 214.152$; $CME = 124.57$ (con $\alpha = 0.1$)
 $F_{10} = 205.061$; $CME = 171.16$ (con $\alpha = 0.8$)

8. $\hat{O} = 88.714 - 4.131t$; $\hat{O}_{Nov} = 43.27$; $\hat{O}_{Dic} = 39.14$

10. I = 0.7203; II = 0.8344; III = 0.9443; IV = 1.5010

12. I = 0.9045; II = 0.9334; III = 1.3881; IV = 0.7740

14.

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Azúcar	83.66	96.24	100	98.53	102.78
Goma base	56.65	59.11	100	96.55	90.64
Maíz	88.99	95.41	100	105.50	114.68

16. $L_{96} = 73.3$ $P_{96} = 74.03$
 $L_{97} = 100$ $P_{97} = 100$
 $L_{98} = 108.10$ $P_{98} = 103.42$

18. Ene = 0.8176 Jul = 1.1383
 Feb = 0.8694 Ago = 1.2313
 Mar = 0.9244 Sep = 1.0278
 Abr = 0.9977 Oct = 0.8878
 May = 1.0299 Nov = 1.0090
 Jun = 1.1926 Dic = 0.8702

20. Jul 19.94 Oct 19.49
 Ago 20.30 Nov 21.01
 Sep 21.31 Dic 18.62

22. a.

		Inventarios	PM centrado
1995	Ene	87.00	
	Feb	93.00	
	Mar	102.00	
	Abr	112.00	
	May	93.00	
	Jun	82.00	
	Jul	80.00	95.67
	Ago	73.00	96.38
	Sep	93.00	97.17
	Oct	102.00	97.71
	Nov	115.00	98.08
	Dic	112.00	98.67
1996	Ene	95.00	99.13
	Feb	102.00	99.50
	Mar	112.00	99.38
	Abr	115.00	98.46
	May	99.00	96.96
	Jun	90.00	95.13
	Jul	83.00	
	Ago	79.00	
	Sep	84.00	
	Oct	89.00	
	Nov	92.00	
	Dic	91.00	

b.

	Inventarios	PM centrado
Ene	0.9467	
Feb	1.0126	
Mar	1.1133	
Abr	1.1538	
May	1.0086	
Jun	0.9346	
Jul	0.8260	
Ago	0.7482	
Sep	0.9455	
Oct	1.0312	
Nov	1.1582	
Dic	1.1213	

c.

		Inventarios	PM centrado
1995	Ene	91.90	
	Feb	91.84	

(Continúa)

	Inventarios	PM centrado
Mar	91.62	
Abr	97.07	
May	92.21	
Jun	87.74	
Jul	96.85	
Ago	97.56	
Sep	98.37	
Oct	98.91	
Nov	99.29	
Dic	99.88	
1996 Ene	100.35	
Feb	100.73	
Mar	100.60	
Abr	99.67	
May	98.15	
Jun	96.30	
Jul	100.48	
Ago	105.58	
Sep	88.85	
Oct	86.31	
Nov	79.43	
Dic	81.16	

24.

Ene	1.06	Jul	0.99
Feb	1.02	Ago	0.97
Mar	1.02	Sep	0.96
Abr	1.01	Oct	1.02
May	0.98	Nov	1.01
Jun	1.00	Dic	0.98

26. Una disminución de US\$320 cada mes.

28. a. Los datos muestran variaciones según las estaciones.

b.

	Deuda	PM
1	14.1	
2	13.7	
3	12.1	
4	13.1	
5	13.5	
6	9.1	
7	7.2	11.0208
8	6.1	11.0833
9	8.7	11.1458
10	10.1	11.2250
11	11.8	11.2792
12	12.2	11.3167
13	15.2	11.3333
14	14.1	11.3500
15	13.2	11.3833
16	13.9	11.4583

	Deuda	PM
17	14.0	11.5333
18	9.5	11.6000
19	7.2	11.5875
20	6.5	11.4583
21	9.1	11.3333
22	11.5	11.1958
23	12.2	11.0750
24	13.4	11.0000
25	13.7	10.9292
26	12.5	10.8708
27	11.8	10.8125
28	12.0	10.7042
29	13.0	10.5792
30	8.7	10.4583
31	6.3	
32	6.0	
33	8.2	
34	9.8	
35	10.9	
36	11.8	

c.

	Índice estacional
Ene	1.2967
Feb	1.1955
Mar	1.1249
Abr	1.1665
May	1.2207
Jun	0.8250
Jul	0.6370
Ago	0.5585
Sep	0.7913
Oct	0.9630
Nov	1.0733
Dic	1.1475

d.

1995	Ene	10.8738
	Feb	11.4599
	Mar	10.7566
	Abr	11.2304
	May	11.0590
	Jun	11.0303
	Jul	11.3028
	Ago	10.9213
	Sep	10.9939
	Oct	10.4883
	Nov	10.9938
	Dic	10.6315
1996	Ene	11.7221
	Feb	11.7945
	Mar	11.7345

(Continúa)

	Abr	11.9162
	May	11.4686
	Jun	11.5152
	Jul	11.3028
	Ago	11.6375
	Sep	11.4994
	Oct	11.9421
	Nov	11.3665
	Dic	11.6772
1997	Ene	10.5654
	Feb	10.4561
	Mar	10.4899
	Abr	10.2874
	May	10.6494
	Jun	10.5455
	Jul	9.8900
	Ago	10.7423
	Sep	10.3621
	Oct	10.1767
	Nov	10.1553
	Dic	10.2829

30. b. $\log \hat{Y} = 1.29 + 0.0956r$
 c. $\log \hat{Y} = 1.29 + 0.0956(13) = 2.5328$
 $\hat{Y} = \text{US\$}341.04 \text{ miles}$

32.

	1996	1997	1998
Carne	100	124.68	125.64
Leche	100	115.24	119.52
Pollo	100	107.69	108.72
Pan	100	89.9	113.13

34. $IP_{90} = 60.44$ $IP_{93} = 100$
 $IP_{91} = 69.27$ $IP_{94} = 111.38$
 $IP_{92} = 86.93$ $IP_{95} = 116.98$

36.

	IP ₉₄	IP ₉₅	IP ₉₆
Killer	90.86	109.14	126.90
Pyro	75	125	149.75
Maniac	95.24	104.76	114.29

38. $F = 151.19$
 42. El aumento de enero a febrero es 2.6%.
 El aumento de febrero a marzo es 2.9%.
 El aumento de marzo a abril es 3.6%.

Capítulo 14

2. $\chi^2 = 0.72 < \chi^2_{0.5,2} = 5.991$; no rechazar.
 4. $\chi^2 = 5.98 < 11.348$; no rechazar.

6. $H_0: m = P; P(x \leq 3) = 0.0287 < 0.05$; rechazar.
 8. $H_0: m = P; P(x \geq 5 | n = 8, \pi = 0.5) = 0.3639 > 0.05$; no rechazar.
 10. $H_0: \mu_F \geq \mu_m; Z = -2.91 < -1.28$; rechazar.
 12. $H_0: \mu_T = \mu_E; Z = -2.43 < -1.96$; rechazar.
 14. $H_0: \rho_S = 0; r_S = 0.809 > 0.6091$; rechazar.
 16. $H_0: \rho_S = 0; Z = 0.475 < -1.96$; rechazar.
 18. $K = 4.24 < 5.991$; no rechazar.
 20. $K = 9.455 > 5.991$; rechazar; $C_K = 6.92$; 2 y 3 no son significativamente diferentes.
 32. H_0 : el patrón específico existe; $\chi^2 = 6.5 < 13.277$; no rechazar.
 34. H_0 : la distribución es normal; $\chi^2 = 8.33 < 9.488$; no rechazar.
 36. H_0 : la distribución es uniforme; $\chi^2 = 35.677 > 13.277$; rechazar.
 38. H_0 : la distribución es uniforme; $\chi^2 = 3.77 < 15.086$; no rechazar.
 40. $\chi^2 = 86.661 > 16.919$; rechazar.
 42. $\chi^2 = 1.602 < 9.488$; no rechazar.
 44. H_0 : distancia y preferencia son independientes. $\chi^2 = 32.87 > 20.09$; rechazar.
 46. H_0 : tamaño e importancia son independientes. $\chi^2 = 29.61 > 7.779$; rechazar.
 48. $H_0: P \leq m; P(P \geq 7 | n = 8, \pi = .5) = 0.0351 < 0.05$; rechazar.
 50. H_0 : el uso es aleatorio; $r = 8$ rachas están entre 4 y 14; no rechazar.
 52. H_0 : las ventas son aleatorias; 10 rachas no están, entre 13 y 26; rechazar la hipótesis nula y aumentar publicidad.
 54. H_0 : las ventas son aleatorias; $z = -5.04 < -1.96$; rechazar la hipótesis nula y desplazarse a 200.
 56. $H_0: \mu_1 = \mu_2; Z = 1.01$ está entre ± 2.58 ; no rechazar.
 58. $H_0: \mu_1 \leq \mu_2; Z = 2.40 > 1.65$; rechazar.
 60. $H_0: \mu_D \leq \mu_m; Z = 2.76 > 1.28$; rechazar.
 62. H_0 : las fallas son uniformes; $\chi^2 = 1.17 < 11.345$; no rechazar.
 64. H_0 : la distribución uniforme es preferencia; $\chi^2 = 4.40 < 6.251$; no rechazar.
 66. $\chi^2 = 1.71 < 7.815$; no rechazar.
 68. $H_0: \rho_S = 0; r_S = 0.25 < 0.6786$; no rechazar.
 70. H_0 : las calificaciones son independientes; $z = 5.9 > 1.65$; rechazar.
 72. H_0 : las calificaciones son independientes; $z = -1.83 > -2.58$; no rechazar.

Capítulo 15

2. $LSC_{\bar{x}} = 19.567$
 $LIC_{\bar{x}} = 10.533$
 $LSC_R = 14.148$
 $LIC_R = 0$
4. $LSC_{\bar{x}} = 12.11$
 $LIC_{\bar{x}} = 5.082$
 $LSC_R = 20.26$
 $LIC_R = 2.54$
6. $LSC = 0.2278$
 $LIC = 0.0756$
8. $LSC = 12.57$
 $LIC = -1.53$ o 0
10. $LSC = 10.58$
 $LIC = -1.911$ o 0
14. $LSC_R = 58.31$
 $LIC_R = 0$
16. $LSC_R = 12.056$
 $LIC_R = 0$
18. $LSC_R = 29.46$
 $LIC_R = 0$
20. $LSC_R = 9.99$
 $LIC_R = 2.61$
 $LSC_{\bar{x}} = 29.58$
 $LIC_{\bar{x}} = 27.32$
22. $LSC_{\bar{x}} = \text{US } \386.74
 $LIC_{\bar{x}} = \text{US } \370.46
 $LSC_R = \text{US } \$52.52$
 $LIC_R = \text{US } \$8.69$
24. $\pi = NCA = 0.05$
 Riesgo del productor = 0.20
 $n = 50$
 $c = 4$
26. El embarque será aceptado si la cantidad de defectos no supera a 4.
28. $\pi = NCA = 0.05$
 Riesgo del productor = 0.10
 $n = 50$
 $c = 5$
30. $LSC_{\bar{x}} = 48.341$
 $LIC_{\bar{x}} = 35.66$
 $LSC_R = 31.69$
 $LIC_R = 2.31$
32. $LSC_p = 0.524$
 $LIC_p = 0$
34. Para Word Perfect:
 $LSC_p = 0.48$; $LIC_p = 0.098$
 $LSC_c = 25.9$; $LIC_c = 3.07$
 Para Professional Write:
 $LSC_p = 0.10$
 $LIC_p = 0$
 $LSC_c = 0.55$
 $LIC_c = 0$
36. $LSC_p = 0.66$
 $LIC_p = 0.12$
38. $\pi = 0.01$; riesgo del productor = 0.05;
 $n = 20$; $c = 1 < 5$; sí, debe volver a trabajar todo el lote
40. $LSC_{\bar{x}} = \text{US } \47.87
 $LIC_{\bar{x}} = \text{US } \42.37
 $LSC_R = \text{US } \$20.39$
 $LIC_R = \text{US } \$4.29$
42. $LSC_{\bar{x}} = 7.6$
 $LIC_{\bar{x}} = 6.4$
 $LSC_R = 5.9$
 $LIC_R = 1.7$
44. $NCA = 0.05$; $\alpha = 0.1$; $n = 20$
 $c = 7 > 2$; destruir el lote.
46. $LSC_p = 0.53$
 $LIC_p = 0.13$
48. $\pi = 0.05$; riesgo del productor = 0.15;
 $n = 100$; $C = 7 < 12$ reimprimir el lote.
50. $LSC_{\bar{x}} = 43.1$
 $LIC_{\bar{x}} = 23.1$
 $LSC_R = 28.6$
 $LIC_R = 3.63$

Apéndice

3

Tablas estadísticas

Lista de tablas estadísticas

- A. Números aleatorios
- B. Distribución binomial
- C. Distribución binomial acumulada
- D. Distribución de Poisson
- E. Distribución normal
- F. Distribución t
- G. Distribución F
- H. Distribución chi-cuadrado
- I. Logaritmos comunes
- J. Alfabeto griego
- K. Estadístico de Durbin-Watson
- L. Valores críticos de la distribución de rangos de Student
- M. Valores críticos de r en la prueba de rachas
- N. Correlación de rangos de Spearman, áreas combinadas en ambas colas.
- O. Factores críticos para las cartas de control
- P. Combinatorios

Tabla A Números aleatorios

	00-04	05-09	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49
00	49317	61129	89131	29072	80328	28430	78219	60095	04875	30641
01	07046	86793	60292	56275	32920	27352	55677	34884	87794	22116
02	56428	89199	96669	95523	00874	01737	08316	00882	56108	34900
03	68900	32909	98886	85352	20112	46277	62505	69155	07346	92641
04	65662	92876	33167	85630	60153	25658	04163	81487	59085	33576
05	30626	89793	89030	39186	62672	34096	79259	15484	82961	86128
06	08944	92260	71141	63269	05390	42740	02812	98612	58029	78535
07	53490	30321	64325	57140	95602	92005	05120	24503	74878	21816
08	33484	23794	22548	16752	78833	64716	14800	69177	26377	02784
09	16467	95532	29912	12393	74101	24446	45482	55675	59413	91906
10	35648	85681	27823	00756	75951	51803	04182	35073	89864	78820
11	73724	25186	66154	26528	02112	53109	15320	44726	02152	14321
12	61085	53289	05080	77312	79142	58556	45233	37393	60769	37304
13	23284	89012	94167	81623	59675	85151	78454	84486	31295	94858
14	81334	97145	27866	93469	02050	99518	30914	79136	89952	51563
15	70229	95039	36517	04863	14328	71347	16221	92383	90054	08118
16	84379	45707	36649	43629	61046	93738	36678	57640	90478	50696
17	91202	42142	73277	70202	61335	18636	27563	02650	45680	24077
18	69071	10757	67521	59631	22410	24987	37794	12790	97416	19615
19	42822	63339	34940	43796	83207	39270	98714	70333	82408	52589
20	86633	11146	47855	13344	43564	53166	42681	00803	37026	44351
21	61596	11753	08231	18109	94006	35433	01043	39224	38726	13111
22	86215	20972	18304	21153	17059	12093	69457	56257	84432	05259
23	98688	73108	70887	75456	83201	93243	38804	66203	59053	90063
24	32796	91274	53344	24202	18083	07536	04096	55453	15316	11471
25	15977	05506	18654	22614	91478	64332	51332	63110	76297	19613
26	17925	59081	74018	14369	24886	19808	61363	19310	58818	99851
27	67049	15491	35555	35341	35698	97895	39569	07110	49428	50891
28	75900	74079	27038	77422	29686	24769	88667	16058	21021	04819
29	48659	92532	93316	11508	82066	12347	35076	23829	11305	48093
30	23159	60432	40676	89822	36698	69157	38945	01148	44429	78018
31	37587	46602	28947	12981	14217	76012	04095	04679	23535	31867
32	09754	64860	72470	18049	67372	37792	85406	05552	06024	27259
33	89173	97364	23088	43273	31372	23748	50282	89728	03484	80002
34	34997	55750	50195	60033	87970	94694	98383	47484	77607	53880
35	68498	33841	10761	73957	29175	19068	76619	60242	12495	44883
36	99127	03990	54471	01563	50411	63460	85032	53959	74689	78264
37	44161	42863	30138	21892	91664	93233	07974	44475	52732	21112
38	15269	95676	29448	72868	62829	44748	67316	21874	31629	92205
39	98973	40380	26128	53541	02008	12446	44222	22946	05278	12020

Tabla A Números aleatorios (continuación)

	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-99
00	03424	74864	11746	77342	24970	15430	76369	08232	05402	66087
01	01677	84988	35246	15095	08838	31175	20982	30309	18096	84899
02	57939	08859	48441	57896	84319	83283	14811	97076	89291	35910
03	27552	57307	58843	38377	02136	59389	82338	26309	28637	68452
04	97565	86873	98942	00360	64645	46932	71799	09485	09314	51819
05	84800	50323	33396	46177	09149	02865	00588	46994	99550	40506
06	52914	13681	23381	38797	28428	48170	03086	32809	75236	00058
07	54951	66790	09596	29427	05105	92584	45968	12386	07806	40655
08	80362	43955	61191	47628	11426	99325	69607	28305	73922	89271
09	62421	70476	37258	31697	61109	18333	91701	95563	46201	12514
10	33012	34971	29595	09899	95259	51098	16799	89517	09909	48352
11	93937	10140	85341	57364	65055	85239	68144	72578	85758	20926
12	47343	53008	64554	77142	54813	94272	13220	93276	12028	05842
13	36728	89534	32162	58174	07438	49352	68648	65773	47769	73026
14	54192	52552	94695	93188	69058	53322	86416	18973	95293	10967
15	73243	63347	17348	17122	59731	57994	34753	97620	20537	42766
16	38748	95561	20099	98539	36899	30760	28145	60312	83863	96312
17	95047	14426	44302	54731	18933	19080	72952	57627	56855	34859
18	77174	73993	06339	33863	27247	70802	72386	35801	43204	07923
19	75687	63671	09641	21688	19629	77186	34847	76911	77754	74082
20	65318	93663	57336	82518	72106	38375	45361	17294	32214	77321
21	39689	65062	26294	06957	28051	32978	04044	19522	00154	07399
22	86917	30252	02536	28503	08677	89051	37121	30540	24812	33251
23	87081	02290	11567	64665	52242	44974	06450	82159	86458	35857
24	20029	12125	22239	70058	66242	78416	53416	76656	37235	37497
25	41343	01619	68185	65843	30455	16122	43529	99837	08684	56947
26	48802	86690	70360	61800	96292	54364	27178	39817	58175	64075
27	00201	53674	62822	14069	80581	45643	92836	46278	82670	37519
28	96157	13631	45042	85158	13973	67170	14192	72897	13882	68487
29	66903	83523	64279	09547	78335	40315	74289	05578	98707	68894
30	77037	12096	69134	13504	00181	31991	79227	67942	70880	37872
31	07666	49845	86053	94798	83079	50421	68467	76689	02028	55555
32	60628	11373	54477	41349	96997	02999	16166	57749	13288	05359
33	08193	10440	76553	44186	83076	05119	31491	82985	61346	08473
34	64368	14947	82460	06619	79026	51058	65457	59765	09322	71875
35	17654	34052	30839	63725	84414	76157	74516	53829	88846	77860
36	73333	12388	33682	35931	08861	84952	54744	06407	28523	22183
37	71375	07499	20422	92949	04918	90317	23064	83117	82547	17584
38	46163	11272	64918	50711	54539	23970	17133	55776	16550	91313
39	49910	95947	81477	20980	47258	33546	64109	68526	73100	49610

Tabla B Distribución binomial

n	X	π									
		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
1	0	0.9500	0.9000	0.8500	0.8000	0.7500	0.7000	0.6500	0.6000	0.5500	0.5000
	1	0.0500	0.1000	0.1500	0.2000	0.2500	0.3000	0.3500	0.4000	0.4500	0.5000
2	0	0.9025	0.8100	0.7225	0.6400	0.5625	0.4900	0.4225	0.3600	0.3025	0.2500
	1	0.0950	0.1800	0.2550	0.3200	0.3750	0.4200	0.4550	0.4800	0.4950	0.5000
	2	0.0025	0.0100	0.0225	0.0400	0.0625	0.0900	0.1225	0.1600	0.2025	0.2500
3	0	0.8574	0.7290	0.6141	0.5120	0.4219	0.3430	0.2746	0.2160	0.1664	0.1250
	1	0.1354	0.2430	0.3251	0.3840	0.4219	0.4410	0.4436	0.4320	0.4084	0.3750
	2	0.0071	0.0270	0.0574	0.0960	0.1406	0.1890	0.2389	0.2880	0.3341	0.3750
	3	0.0001	0.0010	0.0034	0.0080	0.0156	0.0270	0.0429	0.0640	0.0911	0.1250
4	0	0.8145	0.6561	0.5220	0.4096	0.3164	0.2401	0.1785	0.1296	0.0915	0.0625
	1	0.1715	0.2916	0.3685	0.4096	0.4219	0.4116	0.3845	0.3456	0.2995	0.2500
	2	0.0135	0.0486	0.0975	0.1536	0.2109	0.2646	0.3105	0.3456	0.3675	0.3750
	3	0.0005	0.0036	0.0115	0.0256	0.0469	0.0756	0.1115	0.1536	0.2005	0.2500
	4	0.0000	0.0001	0.0005	0.0016	0.0039	0.0081	0.0150	0.0256	0.0410	0.0625
5	0	0.7738	0.5905	0.4437	0.3277	0.2373	0.1681	0.1160	0.0778	0.0503	0.0313
	1	0.2036	0.3281	0.3915	0.4096	0.3955	0.3602	0.3124	0.2592	0.2059	0.1563
	2	0.0214	0.0729	0.1382	0.2048	0.2637	0.3087	0.3364	0.3456	0.3369	0.3125
	3	0.0011	0.0081	0.0244	0.0512	0.0879	0.1323	0.1811	0.2304	0.2757	0.3125
	4	0.0000	0.0005	0.0022	0.0064	0.0146	0.0284	0.0488	0.0768	0.1128	0.1563
	5	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010	0.0024	0.0053	0.0102	0.0185	0.0313
6	0	0.7351	0.5314	0.3771	0.2621	0.1780	0.1176	0.0754	0.0467	0.0277	0.0156
	1	0.2321	0.3543	0.3993	0.3932	0.3560	0.3025	0.2437	0.1866	0.1359	0.0938
	2	0.0305	0.0984	0.1762	0.2458	0.2966	0.3241	0.3280	0.3110	0.2780	0.2344
	3	0.0021	0.0146	0.0415	0.0819	0.1318	0.1852	0.2355	0.2765	0.3032	0.3125
	4	0.0001	0.0012	0.0055	0.0154	0.0330	0.0595	0.0951	0.1382	0.1861	0.2344
	5	0.0000	0.0001	0.0004	0.0015	0.0044	0.0102	0.0205	0.0369	0.0609	0.0938
	6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0007	0.0018	0.0041	0.0083	0.0156
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0	0.6983	0.4783	0.3206	0.2097	0.1335	0.0824	0.0490	0.0280	0.0152	0.0078
	1	0.2573	0.3720	0.3960	0.3670	0.3115	0.2471	0.1848	0.1306	0.0872	0.0547
	2	0.0406	0.1240	0.2097	0.2753	0.3115	0.3177	0.2985	0.2613	0.2140	0.1641
	3	0.0036	0.0230	0.0617	0.1147	0.1730	0.2269	0.2679	0.2903	0.2918	0.2734
	4	0.0002	0.0026	0.0109	0.0287	0.0577	0.0972	0.1442	0.1935	0.2388	0.2734
	5	0.0000	0.0002	0.0012	0.0043	0.0115	0.0250	0.0466	0.0774	0.1172	0.1641
	6	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0013	0.0036	0.0084	0.0172	0.0320	0.0547
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0006	0.0016	0.0037	0.0078
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0	0.6634	0.4305	0.2725	0.1678	0.1001	0.0576	0.0319	0.0168	0.0084	0.0039
	1	0.2793	0.3826	0.3847	0.3355	0.2670	0.1977	0.1373	0.0896	0.0548	0.0313
	2	0.0515	0.1488	0.2376	0.2936	0.3115	0.2965	0.2587	0.2090	0.1569	0.1094
	3	0.0054	0.0331	0.0839	0.1468	0.2076	0.2541	0.2786	0.2787	0.2568	0.2188
	4	0.0004	0.0046	0.0185	0.0459	0.0865	0.1361	0.1875	0.2322	0.2627	0.2734
	5	0.0000	0.0004	0.0026	0.0092	0.0231	0.0467	0.0808	0.1239	0.1719	0.2188
	6	0.0000	0.0000	0.0002	0.0011	0.0038	0.0100	0.0217	0.0413	0.0703	0.1094
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0012	0.0033	0.0079	0.0164	0.0313
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0007	0.0017	0.0039
9	0	0.6302	0.3874	0.2316	0.1342	0.0751	0.0404	0.0207	0.0101	0.0046	0.0020
	1	0.2985	0.3874	0.3679	0.3020	0.2253	0.1556	0.1004	0.0605	0.0339	0.0176

Tabla B Distribución binomial (continuación)

n	X	π									
		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
10	2	0.0629	0.1722	0.2597	0.3020	0.3003	0.2668	0.2162	0.1612	0.1110	0.0703
	3	0.0077	0.0446	0.1069	0.1762	0.2336	0.2668	0.2716	0.2508	0.2119	0.1641
	4	0.0006	0.0074	0.0283	0.0661	0.1168	0.1715	0.2194	0.2508	0.2600	0.2461
	5	0.0000	0.0008	0.0050	0.0165	0.0389	0.0735	0.1181	0.1672	0.2128	0.2461
	6	0.0000	0.0001	0.0006	0.0028	0.0087	0.0210	0.0424	0.0743	0.1160	0.1641
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0012	0.0039	0.0098	0.0212	0.0407	0.0703
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0013	0.0035	0.0083	0.0176
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0008	0.0020
	0	0.5987	0.3487	0.1969	0.1074	0.0563	0.0282	0.0135	0.0060	0.0025	0.0010
	1	0.3151	0.3874	0.3474	0.2684	0.1877	0.1211	0.0725	0.0403	0.0207	0.0098
11	2	0.0746	0.1937	0.2759	0.3020	0.2816	0.2335	0.1757	0.1209	0.0763	0.0439
	3	0.0105	0.0574	0.1298	0.2013	0.2503	0.2668	0.2522	0.2150	0.1665	0.1172
	4	0.0010	0.0112	0.0401	0.0881	0.1460	0.2001	0.2377	0.2508	0.2384	0.2051
	5	0.0001	0.0015	0.0085	0.0264	0.0584	0.1029	0.1536	0.2007	0.2340	0.2461
	6	0.0000	0.0001	0.0012	0.0055	0.0162	0.0368	0.0689	0.1115	0.1596	0.2051
	7	0.0000	0.0000	0.0001	0.0008	0.0031	0.0090	0.0212	0.0425	0.0746	0.1172
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0014	0.0043	0.0106	0.0229	0.0439
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0016	0.0042	0.0098
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010
	0	0.5688	0.3138	0.1673	0.0859	0.0422	0.0198	0.0088	0.0036	0.0014	0.0005
12	1	0.3293	0.3835	0.3248	0.2362	0.1549	0.0932	0.0518	0.0266	0.0125	0.0054
	2	0.0867	0.2131	0.2866	0.2953	0.2581	0.1998	0.1395	0.0887	0.0513	0.0269
	3	0.0137	0.0710	0.1517	0.2215	0.2581	0.2568	0.2254	0.1774	0.1259	0.0806
	4	0.0014	0.0158	0.0536	0.1107	0.1721	0.2201	0.2428	0.2365	0.2060	0.1611
	5	0.0001	0.0025	0.0132	0.0388	0.0803	0.1321	0.1830	0.2207	0.2360	0.2256
	6	0.0000	0.0003	0.0023	0.0097	0.0268	0.0566	0.0985	0.1471	0.1931	0.2256
	7	0.0000	0.0000	0.0003	0.0017	0.0064	0.0173	0.0379	0.0701	0.1128	0.1611
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0011	0.0037	0.0102	0.0234	0.0462	0.0806
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0018	0.0052	0.0126	0.0269
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0007	0.0021	0.0054
13	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0005
	0	0.5404	0.2824	0.1422	0.0687	0.0317	0.0138	0.0057	0.0022	0.0008	0.0002
	1	0.3413	0.3766	0.3012	0.2062	0.1267	0.0712	0.0368	0.0174	0.0075	0.0029
	2	0.0988	0.2301	0.2924	0.2835	0.2323	0.1678	0.1088	0.0639	0.0339	0.0161
	3	0.0173	0.0852	0.1720	0.2362	0.2581	0.2397	0.1954	0.1419	0.0923	0.0537
	4	0.0021	0.0213	0.0683	0.1329	0.1936	0.2311	0.2367	0.2128	0.1700	0.1208
	5	0.0002	0.0038	0.0193	0.0532	0.1032	0.1585	0.2039	0.2270	0.2225	0.1934
	6	0.0000	0.0005	0.0040	0.0155	0.0401	0.0792	0.1281	0.1766	0.2124	0.2256
	7	0.0000	0.0000	0.0006	0.0033	0.0115	0.0291	0.0591	0.1009	0.1489	0.1934
	8	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0024	0.0078	0.0199	0.0420	0.0762	0.1208

Tabla B Distribución binomial (continuación)

<i>n</i>	<i>X</i>	π									
		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
10	2	0.1109	0.2448	0.2937	0.2680	0.2059	0.1388	0.0836	0.0453	0.0220	0.0095
	3	0.0214	0.0997	0.1900	0.2457	0.2517	0.2181	0.1651	0.1107	0.0660	0.0349
	4	0.0028	0.0277	0.0838	0.1535	0.2097	0.2337	0.2222	0.1845	0.1350	0.0873
	5	0.0003	0.0055	0.0266	0.0691	0.1258	0.1803	0.2154	0.2214	0.1989	0.1571
	6	0.0000	0.0008	0.0063	0.0230	0.0559	0.1030	0.1546	0.1968	0.2169	0.2095
	7	0.0000	0.0001	0.0011	0.0058	0.0186	0.0442	0.0833	0.1312	0.1775	0.2095
	8	0.0000	0.0000	0.0001	0.0011	0.0047	0.0142	0.0336	0.0656	0.1089	0.1571
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0009	0.0034	0.0101	0.0243	0.0495	0.0873
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0006	0.0022	0.0065	0.0162	0.0349
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0012	0.0036	0.0095
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0016
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
14	0	0.4877	0.2288	0.1028	0.0440	0.0178	0.0068	0.0024	0.0008	0.0002	0.0001
	1	0.3593	0.3559	0.2539	0.1539	0.0832	0.0407	0.0181	0.0073	0.0027	0.0009
	2	0.1229	0.2570	0.2912	0.2501	0.1802	0.1134	0.0634	0.0317	0.0141	0.0056
	3	0.0259	0.1142	0.2056	0.2501	0.2402	0.1943	0.1366	0.0845	0.0462	0.0222
	4	0.0037	0.0349	0.0998	0.1720	0.2202	0.2290	0.2022	0.1549	0.1040	0.0611
	5	0.0004	0.0078	0.0352	0.0860	0.1468	0.1963	0.2178	0.2066	0.1701	0.1222
	6	0.0000	0.0013	0.0093	0.0322	0.0734	0.1262	0.1759	0.2066	0.2088	0.1833
	7	0.0000	0.0002	0.0019	0.0092	0.0280	0.0618	0.1082	0.1574	0.1952	0.2095
	8	0.0000	0.0000	0.0003	0.0020	0.0082	0.0232	0.0510	0.0918	0.1398	0.1833
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0018	0.0066	0.0183	0.0408	0.0762	0.1222
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0014	0.0049	0.0136	0.0312	0.0611
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0010	0.0033	0.0093	0.0222
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0019	0.0056
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0009
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
15	0	0.4633	0.2059	0.0874	0.0352	0.0134	0.0047	0.0016	0.0005	0.0001	0.0000
	1	0.3658	0.3432	0.2312	0.1319	0.0668	0.0305	0.0126	0.0047	0.0016	0.0005
	2	0.1348	0.2669	0.2856	0.2309	0.1559	0.0916	0.0476	0.0219	0.0090	0.0032
	3	0.0307	0.1285	0.2184	0.2501	0.2252	0.1700	0.1110	0.0634	0.0318	0.0139
	4	0.0049	0.0428	0.1156	0.1876	0.2252	0.2186	0.1792	0.1268	0.0780	0.0417
	5	0.0006	0.0105	0.0449	0.1032	0.1651	0.2061	0.2123	0.1859	0.1404	0.0916
	6	0.0000	0.0019	0.0132	0.0430	0.0917	0.1472	0.1906	0.2066	0.1914	0.1527
	7	0.0000	0.0003	0.0030	0.0138	0.0393	0.0811	0.1319	0.1771	0.2013	0.1964
	8	0.0000	0.0000	0.0005	0.0035	0.0131	0.0348	0.0710	0.1181	0.1647	0.1964
	9	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0034	0.0116	0.0298	0.0612	0.1048	0.1527
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0030	0.0096	0.0245	0.0515	0.0916
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0006	0.0024	0.0074	0.0191	0.0417
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0016	0.0052	0.0139
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010	0.0032
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	0	0.4401	0.1853	0.0743	0.0281	0.0100	0.0033	0.0010	0.0003	0.0001	0.0000
	1	0.3706	0.3294	0.2097	0.1126	0.0535	0.0228	0.0087	0.0030	0.0009	0.0002
	2	0.1463	0.2745	0.2775	0.2111	0.1336	0.0732	0.0353	0.0150	0.0056	0.0018

Tabla B Distribución binomial (continuación)

n	X	π									
		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
17	3	0.0359	0.1423	0.2285	0.2463	0.2079	0.1465	0.0888	0.0468	0.0215	0.0085
	4	0.0061	0.0514	0.1311	0.2001	0.2252	0.2040	0.1553	0.1014	0.0572	0.0278
	5	0.0008	0.0137	0.0555	0.1201	0.1802	0.2099	0.2008	0.1623	0.1123	0.0667
	6	0.0001	0.0028	0.0180	0.0550	0.1101	0.1649	0.1982	0.1983	0.1684	0.1222
	7	0.0000	0.0004	0.0045	0.0197	0.0524	0.1010	0.1524	0.1889	0.1969	0.1746
	8	0.0000	0.0001	0.0009	0.0055	0.0197	0.0487	0.0923	0.1417	0.1812	0.1964
	9	0.0000	0.0000	0.0001	0.0012	0.0058	0.0185	0.0442	0.0840	0.1318	0.1746
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0014	0.0056	0.0167	0.0392	0.0755	0.1222
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0013	0.0049	0.0142	0.0337	0.0667
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0011	0.0040	0.0115	0.0278
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0008	0.0029	0.0085
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0018
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002
	16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0	0.4181	0.1668	0.0631	0.0225	0.0075	0.0023	0.0007	0.0002	0.0000	0.0000
	1	0.3741	0.3150	0.1893	0.0957	0.0426	0.0169	0.0060	0.0019	0.0005	0.0001
	2	0.1575	0.2800	0.2673	0.1914	0.1136	0.0581	0.0260	0.0102	0.0035	0.0010
18	3	0.0415	0.1556	0.2359	0.2393	0.1893	0.1245	0.0701	0.0341	0.0144	0.0052
	4	0.0076	0.0605	0.1457	0.2093	0.2209	0.1868	0.1320	0.0796	0.0411	0.0182
	5	0.0010	0.0175	0.0668	0.1361	0.1914	0.2081	0.1849	0.1379	0.0875	0.0472
	6	0.0001	0.0039	0.0236	0.0680	0.1276	0.1784	0.1991	0.1839	0.1432	0.0944
	7	0.0000	0.0007	0.0065	0.0267	0.0668	0.1201	0.1685	0.1927	0.1841	0.1484
	8	0.0000	0.0001	0.0014	0.0084	0.0279	0.0644	0.1134	0.1606	0.1883	0.1855
	9	0.0000	0.0000	0.0003	0.0021	0.0093	0.0276	0.0611	0.1070	0.1540	0.1855
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0025	0.0095	0.0263	0.0571	0.1008	0.1484
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0026	0.0090	0.0242	0.0525	0.0944
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0006	0.0024	0.0081	0.0215	0.0472
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0021	0.0068	0.0182
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0016	0.0052
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0010
	16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
	17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0	0.3972	0.1501	0.0536	0.0180	0.0056	0.0016	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000
18	1	0.3763	0.3002	0.1704	0.0811	0.0338	0.0126	0.0042	0.0012	0.0003	0.0001
	2	0.1683	0.2835	0.2556	0.1723	0.0958	0.0458	0.0190	0.0069	0.0022	0.0006
	3	0.0473	0.1680	0.2406	0.2297	0.1704	0.1046	0.0547	0.0246	0.0095	0.0031
	4	0.0093	0.0700	0.1592	0.2153	0.2130	0.1681	0.1104	0.0614	0.0291	0.0117
	5	0.0014	0.0218	0.0787	0.1507	0.1988	0.2017	0.1664	0.1146	0.0666	0.0327
	6	0.0002	0.0052	0.0301	0.0816	0.1436	0.1873	0.1941	0.1655	0.1181	0.0708
	7	0.0000	0.0010	0.0091	0.0350	0.0820	0.1376	0.1792	0.1892	0.1657	0.1214
	8	0.0000	0.0002	0.0022	0.0120	0.0376	0.0811	0.1327	0.1734	0.1864	0.1669
	9	0.0000	0.0000	0.0004	0.0033	0.0139	0.0386	0.0794	0.1284	0.1694	0.1855
	10	0.0000	0.0000	0.0001	0.0008	0.0042	0.0149	0.0385	0.0771	0.1248	0.1669
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0010	0.0046	0.0151	0.0374	0.0742	0.1214
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0012	0.0047	0.0145	0.0354	0.0708
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0012	0.0045	0.0134	0.0327

Tabla B Distribución binomial (continuación)

n	X	π									
		0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
19	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0011	0.0039	0.0117
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0009	0.0031
	16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0006
	17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
	18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0	0.3774	0.1351	0.0456	0.0144	0.0042	0.0011	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000
	1	0.3774	0.2852	0.1529	0.0685	0.0268	0.0093	0.0029	0.0008	0.0002	0.0000
	2	0.1787	0.2852	0.2428	0.1540	0.0803	0.0358	0.0138	0.0046	0.0013	0.0003
	3	0.0533	0.1796	0.2428	0.2182	0.1517	0.0869	0.0422	0.0175	0.0062	0.0018
	4	0.0112	0.0798	0.1714	0.2182	0.2023	0.1491	0.0909	0.0467	0.0203	0.0074
	5	0.0018	0.0266	0.0907	0.1636	0.2023	0.1916	0.1468	0.0933	0.0497	0.0222
	6	0.0002	0.0069	0.0374	0.0955	0.1574	0.1916	0.1844	0.1451	0.0949	0.0518
	7	0.0000	0.0014	0.0122	0.0443	0.0974	0.1525	0.1844	0.1797	0.1443	0.0961
	8	0.0000	0.0002	0.0032	0.0166	0.0487	0.0981	0.1489	0.1797	0.1771	0.1442
	9	0.0000	0.0000	0.0007	0.0051	0.0198	0.0514	0.0980	0.1464	0.1771	0.1762
	10	0.0000	0.0000	0.0001	0.0013	0.0066	0.0220	0.0528	0.0976	0.1449	0.1762
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0018	0.0077	0.0233	0.0532	0.0970	0.1442
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0022	0.0083	0.0237	0.0529	0.0961
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0024	0.0085	0.0233	0.0518
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0006	0.0024	0.0082	0.0222
20	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0022	0.0074
	16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0018
	17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003
	18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0	0.3585	0.1216	0.0388	0.0115	0.0032	0.0008	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.3774	0.2702	0.1368	0.0576	0.0211	0.0068	0.0020	0.0005	0.0001	0.0000
	2	0.1887	0.2852	0.2293	0.1369	0.0669	0.0278	0.0100	0.0031	0.0008	0.0002
	3	0.0596	0.1901	0.2428	0.2054	0.1339	0.0716	0.0323	0.0123	0.0040	0.0011
	4	0.0133	0.0898	0.1821	0.2182	0.1897	0.1304	0.0738	0.0350	0.0139	0.0046
	5	0.0022	0.0319	0.1028	0.1746	0.2023	0.1789	0.1272	0.0746	0.0365	0.0148
	6	0.0003	0.0089	0.0454	0.1091	0.1686	0.1916	0.1712	0.1244	0.0746	0.0370
	7	0.0000	0.0020	0.0160	0.0545	0.1124	0.1643	0.1844	0.1659	0.1221	0.0739
	8	0.0000	0.0004	0.0046	0.0222	0.0609	0.1144	0.1614	0.1797	0.1623	0.1201
	9	0.0000	0.0001	0.0011	0.0074	0.0271	0.0654	0.1158	0.1597	0.1771	0.1602
	10	0.0000	0.0000	0.0002	0.0020	0.0099	0.0308	0.0686	0.1171	0.1593	0.1762
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0030	0.0120	0.0336	0.0710	0.1185	0.1602
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0008	0.0039	0.0136	0.0355	0.0727	0.1201
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0010	0.0045	0.0146	0.0366	0.0739
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0012	0.0049	0.0150	0.0370
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0013	0.0049	0.0148	
16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0013	0.0046	
17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0011	
18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	
19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

Tabla C Distribución binomial acumulada

n	X	π										
		0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
2	0	0.9801	0.9025	0.8100	0.7225	0.6400	0.5625	0.4900	0.4225	0.3600	0.3025	0.2500
	1	0.9999	0.9975	0.9900	0.9775	0.9600	0.9375	0.9100	0.8775	0.8400	0.7975	0.7500
3	0	0.9703	0.8574	0.7290	0.6141	0.5120	0.4219	0.3430	0.2746	0.2160	0.1664	0.1250
	1	0.9997	0.9928	0.9720	0.9393	0.8960	0.8438	0.7840	0.7183	0.6480	0.5748	0.5000
	2	1.0000	0.9999	0.9990	0.9966	0.9920	0.9844	0.9730	0.9571	0.9360	0.9089	0.8750
4	0	0.9606	0.8145	0.6561	0.5220	0.4096	0.3164	0.2401	0.1785	0.1296	0.0915	0.0625
	1	0.9994	0.9860	0.9477	0.8905	0.8192	0.7383	0.6517	0.5630	0.4752	0.3910	0.3125
	2	1.0000	0.9995	0.9963	0.9880	0.9728	0.9492	0.9163	0.8735	0.8208	0.7585	0.6875
	3	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	0.9984	0.9961	0.9919	0.9850	0.9744	0.9590	0.9375
5	0	0.9510	0.7738	0.5905	0.4437	0.3277	0.2373	0.1681	0.1160	0.0778	0.0503	0.0313
	1	0.9990	0.9774	0.9185	0.8352	0.7373	0.6328	0.5282	0.4284	0.3370	0.2562	0.1875
	2	1.0000	0.9988	0.9914	0.9734	0.9421	0.8965	0.8369	0.7648	0.6826	0.5931	0.5000
	3	1.0000	1.0000	0.9995	0.9978	0.9933	0.9844	0.9692	0.9460	0.9130	0.8688	0.8125
	4	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9990	0.9976	0.9947	0.9898	0.9815	0.9688
6	0	0.9415	0.7351	0.5314	0.3771	0.2621	0.1780	0.1176	0.0754	0.0467	0.0277	0.0156
	1	0.9985	0.9672	0.8857	0.7765	0.6554	0.5339	0.4202	0.3191	0.2333	0.1636	0.1094
	2	1.0000	0.9978	0.9842	0.9527	0.9011	0.8306	0.7443	0.6471	0.5443	0.4415	0.3438
	3	1.0000	0.9999	0.9987	0.9941	0.9830	0.9624	0.9295	0.8826	0.8208	0.7447	0.6563
	4	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996	0.9984	0.9954	0.9891	0.9777	0.9590	0.9308	0.8906
	5	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9998	0.9993	0.9982	0.9959	0.9917	0.9844
7	0	0.9321	0.6983	0.4783	0.3206	0.2097	0.1335	0.0824	0.0490	0.0280	0.0152	0.0078
	1	0.9980	0.9556	0.8503	0.7166	0.5767	0.4449	0.3294	0.2338	0.1586	0.1024	0.0625
	2	1.0000	0.9962	0.9743	0.9262	0.8520	0.7564	0.6471	0.5323	0.4199	0.3164	0.2266
	3	1.0000	0.9998	0.9973	0.9879	0.9667	0.9294	0.8740	0.8002	0.7102	0.6083	0.5000
	4	1.0000	1.0000	0.9998	0.9988	0.9953	0.9871	0.9712	0.9444	0.9037	0.8471	0.7734
	5	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996	0.9987	0.9962	0.9910	0.9812	0.9643	0.9375
	6	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9998	0.9994	0.9984	0.9963	0.9922
8	0	0.9227	0.6634	0.4305	0.2725	0.1678	0.1001	0.0576	0.0319	0.0168	0.0084	0.0039
	1	0.9973	0.9428	0.8131	0.6572	0.5033	0.3671	0.2553	0.1691	0.1064	0.0632	0.0352
	2	0.9999	0.9942	0.9619	0.8948	0.7969	0.6785	0.5518	0.4278	0.3154	0.2201	0.1445
	3	1.0000	0.9996	0.9950	0.9786	0.9437	0.8862	0.8059	0.7064	0.5941	0.4770	0.3633
	4	1.0000	1.0000	0.9996	0.9971	0.9896	0.9727	0.9420	0.8939	0.8263	0.7396	0.6367
	5	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9988	0.9958	0.9887	0.9747	0.9502	0.9115	0.8555
	6	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996	0.9987	0.9964	0.9915	0.9819	0.9648
	7	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9998	0.9993	0.9983	0.9961
9	0	0.9135	0.6302	0.3874	0.2316	0.1342	0.0751	0.0404	0.0207	0.0101	0.0046	0.0020
	1	0.9966	0.9288	0.7748	0.5995	0.4362	0.3003	0.1960	0.1211	0.0705	0.0385	0.0195
	2	0.9999	0.9916	0.9470	0.8591	0.7382	0.6007	0.4628	0.3373	0.2318	0.1495	0.0898
	3	1.0000	0.9944	0.9917	0.9661	0.9144	0.8343	0.7297	0.6089	0.4826	0.3614	0.2539
	4	1.0000	1.0000	0.9991	0.9944	0.9804	0.9511	0.9012	0.8283	0.7334	0.6214	0.5000
	5	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9969	0.9900	0.9747	0.9464	0.9006	0.8342	0.7461
	6	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9987	0.9957	0.9888	0.9750	0.9502	0.9102
	7	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996	0.9986	0.9962	0.9909	0.9805
	8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9992	0.9980
10	0	0.9044	0.5987	0.3487	0.1969	0.1074	0.0563	0.0282	0.0135	0.0060	0.0025	0.0010

Tabla C Distribución binomial acumulada (continuación)

n	X	π										
		0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
10	1	0.9957	0.9139	0.7361	0.5443	0.3758	0.2440	0.1493	0.0860	0.0464	0.0233	0.0107
	2	0.9999	0.9885	0.9298	0.8202	0.6778	0.5256	0.3828	0.2616	0.1673	0.0996	0.0547
	3	1.0000	0.9990	0.9872	0.9500	0.8791	0.7759	0.6496	0.5138	0.3823	0.2660	0.1719
	4	1.0000	0.9999	0.9984	0.9901	0.9672	0.9219	0.8497	0.7515	0.6331	0.5044	0.3770
	5	1.0000	1.0000	0.9999	0.9986	0.9936	0.9803	0.9527	0.9051	0.8338	0.7384	0.6230
	6	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9991	0.9965	0.9894	0.9740	0.9452	0.8980	0.828
	7	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996	0.9984	0.9952	0.9877	0.9726	0.9453
	8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	0.9983	0.9955	0.9893
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9990
11	0	0.8953	0.5688	0.3138	0.1673	0.0859	0.0422	0.0198	0.0088	0.0036	0.0014	0.0005
	1	0.9948	0.8981	0.6974	0.4922	0.3221	0.1971	0.1130	0.0606	0.0302	0.0139	0.0059
	2	0.9998	0.9848	0.9104	0.7788	0.6174	0.4552	0.3127	0.2001	0.1189	0.0652	0.0327
	3	1.0000	0.9984	0.9815	0.9306	0.8389	0.7133	0.5696	0.4256	0.2963	0.1911	0.1133
	4	1.0000	0.9999	0.9972	0.9841	0.9496	0.8854	0.7897	0.6683	0.5328	0.3971	0.2744
	5	1.0000	1.0000	0.9997	0.9973	0.9883	0.9657	0.9218	0.8513	0.7535	0.6331	0.5000
	6	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9980	0.9924	0.9784	0.9499	0.9006	0.8262	0.7256
	7	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9988	0.9957	0.9878	0.9707	0.9390	0.8867
	8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9980	0.9941	0.9852	0.9673
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9993	0.9978	0.9941
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9995
12	0	0.8864	0.5404	0.2824	0.1422	0.0687	0.0317	0.0138	0.0057	0.0022	0.0008	0.0002
	1	0.9938	0.8816	0.6590	0.4435	0.2749	0.1584	0.0850	0.0424	0.0196	0.0083	0.0032
	2	0.9998	0.9804	0.8891	0.7358	0.5583	0.3907	0.2528	0.1513	0.0834	0.0421	0.0193
	3	1.0000	0.9978	0.9744	0.9078	0.7946	0.6488	0.4925	0.3467	0.2253	0.1345	0.0730
	4	1.0000	0.9998	0.9957	0.9761	0.9274	0.8424	0.7237	0.5833	0.4382	0.3044	0.1938
	5	1.0000	1.0000	0.9995	0.9954	0.9806	0.9456	0.8822	0.7873	0.6652	0.5269	0.3872
	6	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993	0.9961	0.9857	0.9614	0.9154	0.8418	0.7393	0.6128
	7	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9972	0.9905	0.9745	0.9427	0.8883	0.8062
	8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996	0.9983	0.9944	0.9847	0.9644	0.9270
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9992	0.9972	0.9921	0.9807
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9989	0.9968
11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9998	
13	0	0.8775	0.5133	0.2542	0.1209	0.0550	0.0238	0.0097	0.0037	0.0013	0.0004	0.0001
	1	0.9928	0.8646	0.6213	0.3983	0.2336	0.1267	0.0637	0.0296	0.0126	0.0049	0.0017
	2	0.9997	0.9755	0.8661	0.6920	0.5017	0.3326	0.2025	0.1132	0.0579	0.0269	0.0112
	3	1.0000	0.9969	0.9658	0.8820	0.7473	0.5843	0.4206	0.2783	0.1686	0.0929	0.0461
	4	1.0000	0.9997	0.9935	0.9658	0.9009	0.7940	0.6543	0.5005	0.3530	0.2279	0.1334
	5	1.0000	1.0000	0.9991	0.9925	0.9700	0.9198	0.8346	0.7159	0.5744	0.4268	0.2905
	6	1.0000	1.0000	0.9999	0.9987	0.9930	0.9757	0.9376	0.8705	0.7712	0.6437	0.5000
	7	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9988	0.9944	0.9818	0.9538	0.9023	0.8212	0.7095
	8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9990	0.9960	0.9874	0.9679	0.9302	0.8666
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993	0.9975	0.9922	0.9797	0.9539
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9987	0.9959	0.9888
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	0.9983
12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	

Tabla C Distribución binomial acumulada (continuación)

		π										
n	X	0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
14	0	0.8687	0.4877	0.2288	0.1028	0.0440	0.0178	0.0068	0.0024	0.0008	0.0002	0.0001
	1	0.9916	0.8470	0.5846	0.3567	0.1979	0.1010	0.0475	0.0205	0.0081	0.0029	0.0009
	2	0.9997	0.9699	0.8416	0.6479	0.4481	0.2811	0.1608	0.0839	0.0398	0.0170	0.0065
	3	1.0000	0.9958	0.9559	0.8535	0.6982	0.5213	0.3552	0.2205	0.1243	0.0632	0.0287
	4	1.0000	0.9996	0.9908	0.9533	0.8702	0.7415	0.5842	0.4227	0.2793	0.1672	0.0898
	5	1.0000	1.0000	0.9985	0.9885	0.9561	0.8883	0.7805	0.6405	0.4859	0.3373	0.2120
	6	1.0000	1.0000	0.9998	0.9978	0.9884	0.9617	0.9067	0.8164	0.6925	0.5461	0.3953
	7	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9976	0.9897	0.9685	0.9247	0.8499	0.7414	0.6047
	8	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9996	0.9978	0.9917	0.9757	0.9417	0.8811	0.7880
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9983	0.9940	0.9825	0.9574	0.9102
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9989	0.9961	0.9886	0.9713
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9978	0.9935
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9991
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999
15	0	0.8601	0.4633	0.2059	0.0874	0.0352	0.0134	0.0047	0.0016	0.0005	0.0001	0.0000
	1	0.9904	0.8290	0.5490	0.3186	0.1671	0.0802	0.0353	0.0142	0.0052	0.0017	0.0005
	2	0.9996	0.9638	0.8159	0.6042	0.3980	0.2361	0.1268	0.0617	0.0271	0.0107	0.0037
	3	1.0000	0.9945	0.9444	0.8227	0.6482	0.4613	0.2969	0.1727	0.0905	0.0424	0.0176
	4	1.0000	0.9994	0.9873	0.9383	0.8358	0.6865	0.5155	0.3519	0.2173	0.1204	0.0592
	5	1.0000	0.9999	0.9978	0.9832	0.9389	0.8516	0.7216	0.5643	0.4032	0.2608	0.1509
	6	1.0000	1.0000	0.9997	0.9964	0.9819	0.9434	0.8689	0.7548	0.6098	0.4522	0.3036
	7	1.0000	1.0000	1.0000	0.9994	0.9958	0.9827	0.9500	0.8868	0.7869	0.6535	0.5000
	8	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9992	0.9958	0.9848	0.9578	0.9050	0.8182	0.6964
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9992	0.9963	0.9876	0.9662	0.9231	0.8491
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993	0.9972	0.9907	0.9745	0.9408
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	0.9981	0.9937	0.9824
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9989	0.9963
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995
14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
16	0	0.8515	0.4401	0.1853	0.0743	0.0281	0.0100	0.0033	0.0010	0.0003	0.0001	0.0000
	1	0.9891	0.8108	0.5147	0.2839	0.1407	0.0635	0.0261	0.0098	0.0033	0.0010	0.0003
	2	0.9995	0.9571	0.7892	0.5614	0.3518	0.1971	0.0994	0.0451	0.0183	0.0066	0.0021
	3	1.0000	0.9930	0.9316	0.7899	0.5981	0.4050	0.2459	0.1339	0.0651	0.0281	0.0106
	4	1.0000	0.9991	0.9830	0.9209	0.7982	0.6302	0.4499	0.2892	0.1666	0.0853	0.0384
	5	1.0000	0.9999	0.9967	0.9765	0.9183	0.8103	0.6598	0.4900	0.3288	0.1976	0.1051
	6	1.0000	1.0000	0.9995	0.9944	0.9733	0.9204	0.8247	0.6881	0.5272	0.3660	0.2272
	7	1.0000	1.0000	0.9999	0.9989	0.9930	0.9729	0.9256	0.8406	0.7161	0.5629	0.4018
	8	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9985	0.9925	0.9743	0.9329	0.8577	0.7441	0.5982
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9984	0.9929	0.9771	0.9417	0.8759	0.7728
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9984	0.9938	0.9809	0.9514	0.8949
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9987	0.9951	0.9851	0.9616
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9991	0.9965	0.9894
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9979
	14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997
15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	

Tabla C Distribución binomial acumulada (continuación)

n	X	π										
		0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
17	0	0.8429	0.4181	0.1668	0.0631	0.0225	0.0075	0.0023	0.0007	0.0002	0.0000	0.0000
	1	0.9877	0.7922	0.4818	0.2525	0.1182	0.0501	0.0193	0.0067	0.0021	0.0006	0.0001
	2	0.9994	0.9497	0.7618	0.5198	0.3096	0.1637	0.0774	0.0327	0.0123	0.0041	0.0012
	3	1.0000	0.9912	0.9174	0.7556	0.5489	0.3530	0.2019	0.1028	0.0464	0.0184	0.0064
	4	1.0000	0.9988	0.9779	0.9013	0.7582	0.5739	0.3887	0.2348	0.1260	0.0596	0.0245
	5	1.0000	0.9999	0.9953	0.9681	0.8943	0.7653	0.5968	0.4197	0.2639	0.1471	0.0717
	6	1.0000	1.0000	0.9992	0.9917	0.9623	0.8929	0.7752	0.6188	0.4478	0.2902	0.1662
	7	1.0000	1.0000	0.9999	0.9983	0.9891	0.9598	0.8954	0.7872	0.6405	0.4743	0.3145
	8	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9974	0.9876	0.9597	0.9006	0.8011	0.6626	0.5000
	9	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9995	0.9969	0.9873	0.9617	0.9081	0.8166	0.6855
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9968	0.9880	0.9652	0.9174	0.8338
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993	0.9970	0.9894	0.9699	0.9283
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9975	0.9914	0.9755
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	0.9981	0.9936
	14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9997	0.9988
	15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999
	16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
18	0	0.8345	0.3972	0.1501	0.0536	0.0180	0.0056	0.0016	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000
	1	0.9862	0.7735	0.4503	0.2241	0.0991	0.0395	0.0142	0.0046	0.0013	0.0003	0.0001
	2	0.9993	0.9419	0.7338	0.4797	0.2713	0.1353	0.0600	0.0236	0.0082	0.0025	0.0007
	3	1.0000	0.9891	0.9018	0.7202	0.5010	0.3057	0.1646	0.0783	0.0328	0.0120	0.0038
	4	1.0000	0.9985	0.9718	0.8794	0.7164	0.5187	0.3327	0.1886	0.0942	0.0411	0.0154
	5	1.0000	0.9998	0.9936	0.9581	0.8671	0.7175	0.5344	0.3550	0.2088	0.1077	0.0481
	6	1.0000	1.0000	0.9988	0.9882	0.9487	0.8610	0.7217	0.5491	0.3743	0.2258	0.1189
	7	1.0000	1.0000	0.9998	0.9973	0.9837	0.9431	0.8593	0.7283	0.5634	0.3915	0.2403
	8	1.0000	1.0000	1.0000	0.9995	0.9957	0.9807	0.9404	0.8609	0.7368	0.5778	0.4073
	9	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9991	0.9946	0.9790	0.9403	0.8653	0.7473	0.5927
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9988	0.9939	0.9788	0.9424	0.8720	0.7597
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9986	0.9938	0.9797	0.9463	0.8811
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9986	0.9942	0.9817	0.9519
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9987	0.9951	0.9846
	14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9990	0.9962
	15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993
	16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999
	17	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
19	0	0.8262	0.3774	0.1351	0.0456	0.0144	0.0042	0.0011	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000
	1	0.9847	0.7547	0.4203	0.1985	0.0829	0.0310	0.0104	0.0031	0.0008	0.0002	0.0000
	2	0.9991	0.9335	0.7054	0.4413	0.2369	0.1113	0.0462	0.0170	0.0055	0.0015	0.0004
	3	1.0000	0.9868	0.8850	0.6841	0.4551	0.2631	0.1332	0.0591	0.0230	0.0077	0.0022
	4	1.0000	0.9980	0.9648	0.8556	0.6733	0.4654	0.2822	0.1500	0.0696	0.0280	0.0096
	5	1.0000	0.9998	0.9914	0.9463	0.8369	0.6678	0.4739	0.2968	0.1629	0.0777	0.0318
	6	1.0000	1.0000	0.9983	0.9837	0.9324	0.8251	0.6655	0.4812	0.3081	0.1727	0.0835
	7	1.0000	1.0000	0.9997	0.9959	0.9767	0.9225	0.8180	0.6656	0.4878	0.3169	0.1796
	8	1.0000	1.0000	1.0000	0.9992	0.9933	0.9713	0.9161	0.8145	0.6675	0.4940	0.3238
	9	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9984	0.9911	0.9674	0.9125	0.8139	0.6710	0.5000

Tabla C Distribución binomial acumulada (continuación)

n	X	π										
		0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
20	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9977	0.9895	0.9653	0.9115	0.8159	0.6762
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9995	0.9972	0.9886	0.9648	0.9129	0.8204
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9969	0.9884	0.9658	0.9165
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993	0.9969	0.9891	0.9682
	14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9972	0.9904
	15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	0.9978
	16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996
	17	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	0	0.8179	0.3585	0.1216	0.0388	0.0115	0.0032	0.0008	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.9831	0.7358	0.3917	0.1756	0.0692	0.0243	0.0076	0.0021	0.0005	0.0001	0.0000
	2	0.9990	0.9245	0.6769	0.4049	0.2061	0.0913	0.0355	0.0121	0.0036	0.0009	0.0002
	3	1.0000	0.9841	0.8670	0.6477	0.4114	0.2252	0.1071	0.0444	0.0160	0.0049	0.0013
	4	1.0000	0.9974	0.9568	0.8298	0.6296	0.4148	0.2375	0.1182	0.0510	0.0189	0.0059
	5	1.0000	0.9997	0.9887	0.9327	0.8042	0.6172	0.4164	0.2454	0.1256	0.0553	0.0207
	6	1.0000	1.0000	0.9976	0.9781	0.9133	0.7858	0.6080	0.4166	0.2500	0.1299	0.0577
	7	1.0000	1.0000	0.9996	0.9941	0.9679	0.8982	0.7723	0.6010	0.4159	0.2520	0.1316
	8	1.0000	1.0000	0.9999	0.9987	0.9900	0.9591	0.8867	0.7624	0.5956	0.4143	0.2517
	9	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9974	0.9861	0.9520	0.8782	0.7553	0.5914	0.4119
	10	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9994	0.9961	0.9829	0.9468	0.8725	0.7507	0.5881
11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9991	0.9949	0.9804	0.9435	0.8692	0.7483	
12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9987	0.9940	0.9790	0.9420	0.8684	
13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9985	0.9935	0.9786	0.9423	
14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9984	0.9936	0.9793	
15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9985	0.9941	
16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9987	
17	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	
18	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
21	0	0.8097	0.3406	0.1094	0.0329	0.0092	0.0024	0.0006	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.9815	0.7170	0.3647	0.1550	0.0576	0.0190	0.0056	0.0014	0.0003	0.0001	0.0000
	2	0.9988	0.9151	0.6484	0.3705	0.1787	0.0745	0.0271	0.0086	0.0024	0.0006	0.0001
	3	0.9999	0.9811	0.8480	0.6113	0.3704	0.1917	0.0856	0.0331	0.0110	0.0031	0.0007
	4	1.0000	0.9968	0.9478	0.8025	0.5860	0.3674	0.1984	0.0924	0.0370	0.0126	0.0036
	5	1.0000	0.9996	0.9856	0.9173	0.7693	0.5666	0.3627	0.2009	0.0957	0.0389	0.0133
	6	1.0000	1.0000	0.9967	0.9713	0.8915	0.7436	0.5505	0.3567	0.2002	0.0964	0.0392
	7	1.0000	1.0000	0.9994	0.9917	0.9569	0.8701	0.7230	0.5365	0.3495	0.1971	0.0946
	8	1.0000	1.0000	0.9999	0.9980	0.9856	0.9439	0.8523	0.7059	0.5237	0.3413	0.1917
	9	1.0000	1.0000	1.0000	0.9996	0.9959	0.9794	0.9324	0.8377	0.6914	0.5117	0.3318
	10	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9990	0.9936	0.9736	0.9228	0.8256	0.6790	0.5000
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9983	0.9913	0.9687	0.9151	0.8159	0.6682
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9996	0.9976	0.9892	0.9648	0.9092	0.8083
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9994	0.9969	0.9877	0.9621	0.9054
	14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993	0.9964	0.9868	0.9608
	15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9992	0.9963	0.9867
	16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9992	0.9964
	17	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993

Tabla C Distribución binomial acumulada (continuación)

n	X	π										
		0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
22	18	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999
	19	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	0	0.8016	0.3235	0.0985	0.0280	0.0074	0.0018	0.0004	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.9798	0.6982	0.3392	0.1367	0.0480	0.0149	0.0041	0.0010	0.0002	0.0000	0.0000
	2	0.9987	0.9052	0.6200	0.3382	0.1545	0.0606	0.0207	0.0061	0.0016	0.0003	0.0001
	3	0.9999	0.9778	0.8281	0.5752	0.3320	0.1624	0.0681	0.0245	0.0076	0.0020	0.0004
	4	1.0000	0.9960	0.9379	0.7738	0.5429	0.3235	0.1645	0.0716	0.0266	0.0083	0.0022
	5	1.0000	0.9994	0.9818	0.9001	0.7326	0.5168	0.3134	0.1629	0.0722	0.0271	0.0085
	6	1.0000	0.9999	0.9956	0.9632	0.8670	0.6994	0.4942	0.3022	0.1584	0.0705	0.0262
	7	1.0000	1.0000	0.9991	0.9886	0.9439	0.8385	0.6713	0.4736	0.2898	0.1518	0.0669
	8	1.0000	1.0000	0.9999	0.9970	0.9799	0.9254	0.8135	0.6466	0.4540	0.2764	0.1431
	9	1.0000	1.0000	1.0000	0.9993	0.9939	0.9705	0.9084	0.7916	0.6244	0.4350	0.2617
	10	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9984	0.9900	0.9613	0.8930	0.7720	0.6037	0.4159
	11	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9971	0.9860	0.9526	0.8793	0.7543	0.5841
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993	0.9957	0.9820	0.9449	0.8672	0.7383
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9989	0.9942	0.9785	0.9383	0.8569
	14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9984	0.9930	0.9757	0.9331
	15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9981	0.9920	0.9738
	16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996	0.9979	0.9915
	17	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	0.9978
	18	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996
	19	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999
23	20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	0	0.7936	0.3074	0.0886	0.0238	0.0059	0.0013	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.9780	0.6794	0.3151	0.1204	0.0398	0.0116	0.0030	0.0007	0.0001	0.0000	0.0000
	2	0.9985	0.8948	0.5920	0.3080	0.1332	0.0492	0.0157	0.0043	0.0010	0.0002	0.0000
	3	0.9999	0.9742	0.8073	0.5396	0.2965	0.1370	0.0538	0.0181	0.0052	0.0012	0.0002

Tabla C Distribución binomial acumulada (continuación)

n	X	π										
		0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
24	0	0.7857	0.2920	0.0798	0.0202	0.0047	0.0010	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.9761	0.6608	0.2925	0.1059	0.0331	0.0090	0.0022	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000
	2	0.9983	0.8841	0.5643	0.2798	0.1145	0.0398	0.0119	0.0030	0.0007	0.0001	0.0000
	3	0.9999	0.9702	0.7857	0.5049	0.2639	0.1150	0.0424	0.0133	0.0035	0.0008	0.0001
	4	1.0000	0.9940	0.9149	0.7134	0.4599	0.2466	0.1111	0.0422	0.0134	0.0036	0.0008
	5	1.0000	0.9990	0.9723	0.8606	0.6559	0.4222	0.2288	0.1044	0.0400	0.0127	0.0033
	6	1.0000	0.9999	0.9925	0.9428	0.8111	0.6074	0.3886	0.2106	0.0960	0.0364	0.0113
	7	1.0000	1.0000	0.9983	0.9801	0.9108	0.7662	0.5647	0.3575	0.1919	0.0863	0.0320
	8	1.0000	1.0000	0.9997	0.9941	0.9638	0.8787	0.7250	0.5257	0.3279	0.1730	0.0758
	9	1.0000	1.0000	0.9999	0.9985	0.9874	0.9453	0.8472	0.6866	0.4891	0.2991	0.1537
	10	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9962	0.9787	0.9258	0.8167	0.6502	0.4539	0.2706
	11	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9990	0.9928	0.9686	0.9058	0.7870	0.6151	0.4194
	12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9979	0.9885	0.9577	0.8857	0.7580	0.5806
	13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9995	0.9964	0.9836	0.9465	0.8659	0.7294
	14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9990	0.9945	0.9783	0.9352	0.8463
	15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9984	0.9925	0.9731	0.9242
	16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9996	0.9978	0.9905	0.9680
	17	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	0.9972	0.9887
	18	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9993	0.9967
	19	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9992
	20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999
21	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
25	0	0.7778	0.2774	0.0718	0.0172	0.0038	0.0008	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.9742	0.6424	0.2712	0.0931	0.0274	0.0070	0.0016	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000
	2	0.9980	0.8729	0.5371	0.2537	0.0982	0.0321	0.0090	0.0021	0.0004	0.0001	0.0000
	3	0.9999	0.9659	0.7636	0.4711	0.2340	0.0962	0.0332	0.0097	0.0024	0.0005	0.0001
	4	1.0000	0.9928	0.9020	0.6821	0.4207	0.2137	0.0905	0.0320	0.0095	0.0023	0.0005
	5	1.0000	0.9988	0.9666	0.8385	0.6167	0.3783	0.1935	0.0826	0.0294	0.0086	0.0020
	6	1.0000	0.9998	0.9905	0.9305	0.7800	0.5611	0.3407	0.1734	0.0736	0.0258	0.0073
	7	1.0000	1.0000	0.9977	0.9745	0.8909	0.7265	0.5118	0.3061	0.1536	0.0639	0.0216
	8	1.0000	1.0000	0.9995	0.9920	0.9532	0.8506	0.6769	0.4668	0.2735	0.1340	0.0539
	9	1.0000	1.0000	0.9999	0.9979	0.9827	0.9287	0.8106	0.6303	0.4246	0.2424	0.1148
	10	1.0000	1.0000	1.0000	0.9995	0.9944	0.9703	0.9022	0.7712	0.5858	0.3843	0.2122
	11	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9985	0.9893	0.9558	0.8746	0.7323	0.5426	0.3450
12	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9996	0.9966	0.9825	0.9396	0.8462	0.6937	0.5000	
13	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9991	0.9940	0.9745	0.9222	0.8173	0.6550	
14	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9982	0.9907	0.9656	0.9040	0.7878	
15	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9995	0.9971	0.9868	0.9560	0.8852	
16	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9992	0.9957	0.9826	0.9461	
17	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9998	0.9988	0.9942	0.9784	
18	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9984	0.9927	
19	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9996	0.9980	
20	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9995	
21	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	
22	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	

Tabla C Distribución binomial acumulada (continuación)

<i>n</i>	<i>X</i>	π										
		0.01	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
100	6	0.9999	0.7660	0.1172	0.0047	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	7	1.0000	0.8720	0.2061	0.0122	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	8	1.0000	0.9369	0.3209	0.0275	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	9	1.0000	0.9718	0.4513	0.0551	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	10	1.0000	0.9885	0.5832	0.0994	0.0057	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	11	1.0000	0.9957	0.7030	0.1635	0.0126	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	12	1.0000	0.9985	0.8018	0.2473	0.0253	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	13	1.0000	0.9995	0.8761	0.3474	0.0469	0.0025	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	14	1.0000	0.9999	0.9274	0.4572	0.0804	0.0054	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	15	1.0000	1.0000	0.9601	0.5683	0.1285	0.0111	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	16	1.0000	1.0000	0.9794	0.6725	0.1923	0.0211	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	17	1.0000	1.0000	0.9900	0.7633	0.2712	0.0376	0.0022	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	18	1.0000	1.0000	0.9954	0.8372	0.3621	0.0630	0.0045	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	19	1.0000	1.0000	0.9980	0.8935	0.4602	0.0995	0.0089	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
	20	1.0000	1.0000	0.9992	0.9337	0.5595	0.1488	0.0165	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000
	21	1.0000	1.0000	0.9997	0.9607	0.6540	0.2114	0.0288	0.0017	0.0000	0.0000	0.0000
	22	1.0000	1.0000	0.9999	0.9779	0.7389	0.2864	0.0479	0.0034	0.0001	0.0000	0.0000
	23	1.0000	1.0000	1.0000	0.9881	0.8109	0.3711	0.0755	0.0066	0.0003	0.0000	0.0000
	24	1.0000	1.0000	1.0000	0.9939	0.8686	0.4617	0.1136	0.0121	0.0006	0.0000	0.0000
	25	1.0000	1.0000	1.0000	0.9970	0.9125	0.5535	0.1631	0.0211	0.0012	0.0000	0.0000
	26	1.0000	1.0000	1.0000	0.9986	0.9442	0.6417	0.2244	0.0351	0.0024	0.0001	0.0000
	27	1.0000	1.0000	1.0000	0.9994	0.9658	0.7224	0.2964	0.0558	0.0046	0.0002	0.0000
	28	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9800	0.7925	0.3768	0.0848	0.0084	0.0004	0.0000
	29	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9888	0.8505	0.4623	0.1236	0.0148	0.0008	0.0000
	30	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9939	0.8962	0.5491	0.1730	0.0248	0.0015	0.0000
	31	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9969	0.9307	0.6331	0.2331	0.0398	0.0030	0.0001
	32	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9984	0.9554	0.7107	0.3029	0.0615	0.0055	0.0002
	33	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9993	0.9724	0.7793	0.3803	0.0913	0.0098	0.0004
	34	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9836	0.8371	0.4624	0.1303	0.0166	0.0009
	35	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9906	0.8839	0.5458	0.1795	0.0272	0.0018
	36	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9948	0.9201	0.6269	0.2386	0.0429	0.0033
	37	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9973	0.9470	0.7024	0.3068	0.0651	0.0060
	38	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9986	0.9660	0.7699	0.3822	0.0951	0.0105
	39	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9993	0.9790	0.8276	0.4621	0.1343	0.0176
	40	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9875	0.8750	0.5433	0.1831	0.0284
	41	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9928	0.9123	0.6225	0.2415	0.0443
	42	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9960	0.9406	0.6967	0.3087	0.0666
	43	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9979	0.9611	0.7635	0.3828	0.0967
	44	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9989	0.9754	0.8211	0.4613	0.1356
	45	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9995	0.9850	0.8689	0.5413	0.1841
	46	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9997	0.9912	0.9070	0.6196	0.2421
	47	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9950	0.9362	0.6931	0.3086
	48	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9999	0.9973	0.9577	0.7596	0.3822
	49	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9985	0.9729	0.8173	0.4602
	50	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9993	0.9832	0.8654	0.5398

Tabla C Distribución binomial acumulada (continuación)[illegible]

Tabla D Distribución de Poisson

x	μ									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0	0.9048	0.8187	0.7408	0.6703	0.6065	0.5488	0.4966	0.4493	0.4066	0.3679
1	0.0905	0.1637	0.2222	0.2681	0.3033	0.3293	0.3476	0.3595	0.3659	0.3679
2	0.0045	0.0164	0.0333	0.0536	0.0758	0.0988	0.1217	0.1438	0.1647	0.1839
3	0.0002	0.0011	0.0033	0.0072	0.0126	0.0198	0.0284	0.0383	0.0494	0.0613
4	0.0000	0.0001	0.0003	0.0007	0.0016	0.0030	0.0050	0.0077	0.0111	0.0153
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0004	0.0007	0.0012	0.0020	0.0031
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005
7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001

x	μ									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0	0.3329	0.3012	0.2725	0.2466	0.2231	0.2019	0.1827	0.1653	0.1496	0.1353
1	0.3662	0.3614	0.3543	0.3452	0.3347	0.3230	0.3106	0.2975	0.2842	0.2707
2	0.2014	0.2169	0.2303	0.2417	0.2510	0.2584	0.2640	0.2678	0.2700	0.2707
3	0.0738	0.0867	0.0998	0.1128	0.1255	0.1378	0.1496	0.1607	0.1710	0.1804
4	0.0203	0.0260	0.0324	0.0395	0.0471	0.0551	0.0636	0.0723	0.0812	0.0902
5	0.0045	0.0062	0.0084	0.0111	0.0141	0.0176	0.0216	0.0260	0.0309	0.0361
6	0.0008	0.0012	0.0018	0.0026	0.0035	0.0047	0.0061	0.0078	0.0098	0.0120
7	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005	0.0008	0.0011	0.0015	0.0020	0.0027	0.0034
8	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005	0.0006	0.0009

x	μ									
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
0	0.1225	0.1108	0.1003	0.0907	0.0821	0.0743	0.0672	0.0608	0.0550	0.0498
1	0.2572	0.2438	0.2306	0.2177	0.2052	0.1931	0.1815	0.1703	0.1596	0.1494
2	0.2700	0.2681	0.2652	0.2613	0.2565	0.2510	0.2450	0.2384	0.2314	0.2240
3	0.1890	0.1966	0.2033	0.2090	0.2138	0.2176	0.2205	0.2225	0.2237	0.2240
4	0.0992	0.1082	0.1169	0.1254	0.1336	0.1414	0.1488	0.1557	0.1622	0.1680
5	0.0417	0.0476	0.0538	0.0602	0.0668	0.0735	0.0804	0.0872	0.0940	0.1008
6	0.0146	0.0174	0.0206	0.0241	0.0278	0.0319	0.0362	0.0407	0.0455	0.0504
7	0.0044	0.0055	0.0068	0.0083	0.0099	0.0118	0.0139	0.0163	0.0188	0.0216
8	0.0011	0.0015	0.0019	0.0025	0.0031	0.0038	0.0047	0.0057	0.0068	0.0081
9	0.0003	0.0004	0.0005	0.0007	0.0009	0.0011	0.0014	0.0018	0.0022	0.0027
10	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0008
11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002
12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001

x	μ									
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0
0	0.0450	0.0408	0.0369	0.0334	0.0302	0.0273	0.0247	0.0224	0.0202	0.0183
1	0.1397	0.1304	0.1217	0.1135	0.1057	0.0984	0.0915	0.0850	0.0789	0.0733
2	0.2165	0.2087	0.2008	0.1929	0.1850	0.1771	0.1692	0.1615	0.1539	0.1465
3	0.2237	0.2226	0.2209	0.2186	0.2158	0.2125	0.2087	0.2046	0.2001	0.1954
4	0.1733	0.1781	0.1823	0.1858	0.1888	0.1912	0.1931	0.1944	0.1951	0.1954
5	0.1075	0.1140	0.1203	0.1264	0.1322	0.1377	0.1429	0.1477	0.1522	0.1563

Tabla D Distribución de Poisson (continuación)

x	μ									
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0
6	0.0555	0.0608	0.0662	0.0716	0.0771	0.0826	0.0881	0.0936	0.0989	0.1042
7	0.0246	0.0278	0.0312	0.0348	0.0385	0.0425	0.0466	0.0508	0.0551	0.0595
8	0.0095	0.0111	0.0129	0.0148	0.0169	0.0191	0.0215	0.0241	0.0269	0.0298
9	0.0033	0.0040	0.0047	0.0056	0.0066	0.0076	0.0089	0.0102	0.0116	0.0132
10	0.0010	0.0013	0.0016	0.0019	0.0023	0.0028	0.0033	0.0039	0.0045	0.0053
11	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0009	0.0011	0.0013	0.0016	0.0019
12	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001

x	μ									
	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0
0	0.0166	0.0150	0.0136	0.0123	0.0111	0.0101	0.0091	0.0082	0.0074	0.0067
1	0.0679	0.0630	0.0583	0.0540	0.0500	0.0462	0.0427	0.0395	0.0365	0.0337
2	0.1393	0.1323	0.1254	0.1188	0.1125	0.1063	0.1005	0.0948	0.0894	0.0842
3	0.1904	0.1852	0.1798	0.1743	0.1687	0.1631	0.1574	0.1517	0.1460	0.1404
4	0.1951	0.1944	0.1933	0.1917	0.1898	0.1875	0.1849	0.1820	0.1789	0.1755
5	0.1600	0.1633	0.1662	0.1687	0.1708	0.1725	0.1738	0.1747	0.1753	0.1755
6	0.1093	0.1143	0.1191	0.1237	0.1281	0.1323	0.1362	0.1398	0.1432	0.1462
7	0.0640	0.0686	0.0732	0.0778	0.0824	0.0869	0.0914	0.0959	0.1002	0.1044
8	0.0328	0.0360	0.0393	0.0428	0.0463	0.0500	0.0537	0.0575	0.0614	0.0653
9	0.0150	0.0168	0.0188	0.0209	0.0232	0.0255	0.0281	0.0307	0.0334	0.0363
10	0.0061	0.0071	0.0081	0.0092	0.0104	0.0118	0.0132	0.0147	0.0164	0.0181
11	0.0023	0.0027	0.0032	0.0037	0.0043	0.0049	0.0056	0.0064	0.0073	0.0082
12	0.0008	0.0009	0.0011	0.0013	0.0016	0.0019	0.0022	0.0026	0.0030	0.0034
13	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009	0.0011	0.0013
14	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0005
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002

x	μ									
	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0
0	0.0061	0.0055	0.0050	0.0045	0.0041	0.0037	0.0033	0.0030	0.0027	0.0025
1	0.0311	0.0287	0.0265	0.0244	0.0225	0.0207	0.0191	0.0176	0.0162	0.0149
2	0.0793	0.0746	0.0701	0.0659	0.0618	0.0580	0.0544	0.0509	0.0477	0.0446
3	0.1348	0.1293	0.1239	0.1185	0.1133	0.1082	0.1033	0.0985	0.0938	0.0892
4	0.1719	0.1681	0.1641	0.1600	0.1558	0.1515	0.1472	0.1428	0.1383	0.1339
5	0.1753	0.1748	0.1740	0.1728	0.1714	0.1697	0.1678	0.1656	0.1632	0.1606
6	0.1490	0.1515	0.1537	0.1555	0.1571	0.1584	0.1594	0.1601	0.1605	0.1606
7	0.1086	0.1125	0.1163	0.1200	0.1234	0.1267	0.1298	0.1326	0.1353	0.1377
8	0.0692	0.0731	0.0771	0.0810	0.0849	0.0887	0.0925	0.0962	0.0998	0.1033
9	0.0392	0.0423	0.0454	0.0486	0.0519	0.0552	0.0586	0.0620	0.0654	0.0688
10	0.0200	0.0220	0.0241	0.0262	0.0285	0.0309	0.0334	0.0359	0.0386	0.0413
11	0.0093	0.0104	0.0116	0.0129	0.0143	0.0157	0.0173	0.0190	0.0207	0.0225
12	0.0039	0.0045	0.0051	0.0058	0.0065	0.0073	0.0082	0.0092	0.0102	0.0113
13	0.0015	0.0018	0.0021	0.0024	0.0028	0.0032	0.0036	0.0041	0.0046	0.0052

Tabla D Distribución de Poisson (continuación)

x	μ									
	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0
14	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009	0.0011	0.0013	0.0015	0.0017	0.0019	0.0022
15	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
16	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003
17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

x	μ									
	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0
0	0.0022	0.0020	0.0018	0.0017	0.0015	0.0014	0.0012	0.0011	0.0010	0.0009
1	0.0137	0.0126	0.0116	0.0106	0.0098	0.0090	0.0082	0.0076	0.0070	0.0064
2	0.0417	0.0390	0.0364	0.0340	0.0318	0.0296	0.0276	0.0258	0.0240	0.0223
3	0.0848	0.0806	0.0765	0.0726	0.0688	0.0652	0.0617	0.0584	0.0552	0.0521
4	0.1294	0.1249	0.1205	0.1162	0.1118	0.1076	0.1034	0.0992	0.0952	0.0912
5	0.1579	0.1549	0.1519	0.1487	0.1454	0.1420	0.1385	0.1349	0.1314	0.1277
6	0.1605	0.1601	0.1595	0.1586	0.1575	0.1562	0.1546	0.1529	0.1511	0.1490
7	0.1399	0.1418	0.1435	0.1450	0.1462	0.1472	0.1480	0.1486	0.1489	0.1490
8	0.1066	0.1099	0.1130	0.1160	0.1188	0.1215	0.1240	0.1263	0.1284	0.1304
9	0.0723	0.0757	0.0791	0.0825	0.0858	0.0891	0.0923	0.0954	0.0985	0.1014
10	0.0441	0.0469	0.0498	0.0528	0.0558	0.0588	0.0618	0.0649	0.0679	0.0710
11	0.0244	0.0265	0.0285	0.0307	0.0330	0.0353	0.0377	0.0401	0.0426	0.0452
12	0.0124	0.0137	0.0150	0.0164	0.0179	0.0194	0.0210	0.0227	0.0245	0.0263
13	0.0058	0.0065	0.0073	0.0081	0.0089	0.0099	0.0108	0.0119	0.0130	0.0142
14	0.0025	0.0029	0.0033	0.0037	0.0041	0.0046	0.0052	0.0058	0.0064	0.0071
15	0.0010	0.0012	0.0014	0.0016	0.0018	0.0020	0.0023	0.0026	0.0029	0.0033
16	0.0004	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0010	0.0011	0.0013	0.0014
17	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0005	0.0006
18	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002
19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

x	μ									
	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0
0	0.0008	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003
1	0.0059	0.0054	0.0049	0.0045	0.0041	0.0038	0.0035	0.0032	0.0029	0.0027
2	0.0208	0.0194	0.0180	0.0167	0.0156	0.0145	0.0134	0.0125	0.0116	0.0107
3	0.0492	0.0464	0.0438	0.0413	0.0389	0.0366	0.0345	0.0324	0.0305	0.0286
4	0.0874	0.0836	0.0799	0.0764	0.0729	0.0696	0.0663	0.0632	0.0602	0.0573
5	0.1241	0.1204	0.1167	0.1130	0.1094	0.1057	0.1021	0.0986	0.0951	0.0916
6	0.1468	0.1445	0.1420	0.1394	0.1367	0.1339	0.1311	0.1282	0.1252	0.1221
7	0.1489	0.1486	0.1481	0.1474	0.1465	0.1454	0.1442	0.1428	0.1413	0.1396
8	0.1321	0.1337	0.1351	0.1363	0.1373	0.1381	0.1388	0.1392	0.1395	0.1396
9	0.1042	0.1070	0.1096	0.1121	0.1144	0.1167	0.1187	0.1207	0.1224	0.1241
10	0.0740	0.0770	0.0800	0.0829	0.0858	0.0887	0.0914	0.0941	0.0967	0.0993
11	0.0478	0.0504	0.0531	0.0558	0.0585	0.0613	0.0640	0.0667	0.0695	0.0722
12	0.0283	0.0303	0.0323	0.0344	0.0366	0.0388	0.0411	0.0434	0.0457	0.0481
13	0.0154	0.0168	0.0181	0.0196	0.0211	0.0227	0.0243	0.0260	0.0278	0.0296
14	0.0078	0.0086	0.0095	0.0104	0.0113	0.0123	0.0134	0.0145	0.0157	0.0169

Tabla D Distribución de Poisson (continuación)

x	μ									
	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0
15	0.0037	0.0041	0.0046	0.0051	0.0057	0.0062	0.0069	0.0075	0.0083	0.0090
16	0.0016	0.0019	0.0021	0.0024	0.0026	0.0030	0.0033	0.0037	0.0041	0.0045
17	0.0007	0.0008	0.0009	0.0010	0.0012	0.0013	0.0015	0.0017	0.0019	0.0021
18	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0005	0.0006	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
19	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	0.0004
20	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002
21	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001

x	μ									
	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0
0	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001
1	0.0025	0.0023	0.0021	0.0019	0.0017	0.0016	0.0014	0.0013	0.0012	0.0011
2	0.0100	0.0092	0.0086	0.0079	0.0074	0.0068	0.0063	0.0058	0.0054	0.0050
3	0.0269	0.0252	0.0237	0.0222	0.0208	0.0195	0.0183	0.0171	0.0160	0.0150
4	0.0544	0.0517	0.0491	0.0466	0.0443	0.0420	0.0398	0.0377	0.0357	0.0337
5	0.0882	0.0849	0.0816	0.0784	0.0752	0.0722	0.0692	0.0663	0.0635	0.0607
6	0.1191	0.1160	0.1128	0.1097	0.1066	0.1034	0.1003	0.0972	0.0941	0.0911
7	0.1378	0.1358	0.1338	0.1317	0.1294	0.1271	0.1247	0.1222	0.1197	0.1171
8	0.1395	0.1392	0.1388	0.1382	0.1375	0.1366	0.1356	0.1344	0.1332	0.1318
9	0.1256	0.1269	0.1280	0.1290	0.1299	0.1306	0.1311	0.1315	0.1317	0.1318
10	0.1017	0.1040	0.1063	0.1084	0.1104	0.1123	0.1140	0.1157	0.1172	0.1186
11	0.0749	0.0776	0.0802	0.0828	0.0853	0.0878	0.0902	0.0925	0.0948	0.0970
12	0.0505	0.0530	0.0555	0.0579	0.0604	0.0629	0.0654	0.0679	0.0703	0.0728
13	0.0315	0.0334	0.0354	0.0374	0.0395	0.0416	0.0438	0.0459	0.0481	0.0504
14	0.0182	0.0196	0.0210	0.0225	0.0240	0.0256	0.0272	0.0289	0.0306	0.0324
15	0.0098	0.0107	0.0116	0.0126	0.0136	0.0147	0.0158	0.0169	0.0182	0.0194
16	0.0050	0.0055	0.0060	0.0066	0.0072	0.0079	0.0086	0.0093	0.0101	0.0109
17	0.0024	0.0026	0.0029	0.0033	0.0036	0.0040	0.0044	0.0048	0.0053	0.0058
18	0.0011	0.0012	0.0014	0.0015	0.0017	0.0019	0.0021	0.0024	0.0026	0.0029
19	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009	0.0010	0.0011	0.0012	0.0014
20	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0005	0.0005	0.0006
21	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003
22	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

x	μ									
	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0
0	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000
1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0008	0.0007	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
2	0.0046	0.0043	0.0040	0.0037	0.0034	0.0031	0.0029	0.0027	0.0025	0.0023
3	0.0140	0.0131	0.0123	0.0115	0.0107	0.0100	0.0093	0.0087	0.0081	0.0076
4	0.0319	0.0302	0.0285	0.0269	0.0254	0.0240	0.0226	0.0213	0.0201	0.0189
5	0.0581	0.0555	0.0530	0.0506	0.0483	0.0460	0.0439	0.0418	0.0398	0.0378
6	0.0881	0.0851	0.0822	0.0793	0.0764	0.0736	0.0709	0.0682	0.0656	0.0631
7	0.1145	0.1118	0.1091	0.1064	0.1037	0.1010	0.0982	0.0955	0.0928	0.0901

Tabla D Distribución de Poisson (continuación)

x	μ									
	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0
8	0.1302	0.1286	0.1269	0.1251	0.1232	0.1212	0.1191	0.1170	0.1148	0.1126
9	0.1317	0.1315	0.1311	0.1306	0.1300	0.1293	0.1284	0.1274	0.1263	0.1251
10	0.1198	0.1210	0.1219	0.1228	0.1235	0.1241	0.1245	0.1249	0.1250	0.1251
11	0.0991	0.1012	0.1031	0.1049	0.1067	0.1083	0.1098	0.1112	0.1125	0.1137
12	0.0752	0.0776	0.0799	0.0822	0.0844	0.0866	0.0888	0.0908	0.0928	0.0948
13	0.0526	0.0549	0.0572	0.0594	0.0617	0.0640	0.0662	0.0685	0.0707	0.0729
14	0.0342	0.0361	0.0380	0.0399	0.0419	0.0439	0.0459	0.0479	0.0500	0.0521
15	0.0208	0.0221	0.0235	0.0250	0.0265	0.0281	0.0297	0.0313	0.0330	0.0347
16	0.0118	0.0127	0.0137	0.0147	0.0157	0.0168	0.0180	0.0192	0.0204	0.0217
17	0.0063	0.0069	0.0075	0.0081	0.0088	0.0095	0.0103	0.0111	0.0119	0.0128
18	0.0032	0.0035	0.0039	0.0042	0.0046	0.0051	0.0055	0.0060	0.0065	0.0071
19	0.0015	0.0017	0.0019	0.0021	0.0023	0.0026	0.0028	0.0031	0.0034	0.0037
20	0.0007	0.0008	0.0009	0.0010	0.0011	0.0012	0.0014	0.0015	0.0017	0.0019
21	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0005	0.0006	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
22	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004
23	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002
24	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001

x	μ									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0010	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0037	0.0018	0.0008	0.0004	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0102	0.0053	0.0027	0.0013	0.0006	0.0003	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
5	0.0224	0.0127	0.0070	0.0037	0.0019	0.0010	0.0005	0.0002	0.0001	0.0001
6	0.0411	0.0255	0.0152	0.0087	0.0048	0.0026	0.0014	0.0007	0.0004	0.0002
7	0.0646	0.0437	0.0281	0.0174	0.0104	0.0060	0.0034	0.0019	0.0010	0.0005
8	0.0888	0.0655	0.0457	0.0304	0.0194	0.0120	0.0072	0.0042	0.0024	0.0013
9	0.1085	0.0874	0.0661	0.0473	0.0324	0.0213	0.0135	0.0083	0.0050	0.0029
10	0.1194	0.1048	0.0859	0.0663	0.0486	0.0341	0.0230	0.0150	0.0095	0.0058
11	0.1194	0.1144	0.1015	0.0844	0.0663	0.0496	0.0355	0.0245	0.0164	0.0106
12	0.1094	0.1144	0.1099	0.0984	0.0829	0.0661	0.0504	0.0368	0.0259	0.0176
13	0.0926	0.1056	0.1099	0.1060	0.0956	0.0814	0.0658	0.0509	0.0378	0.0271
14	0.0728	0.0905	0.1021	0.1060	0.1024	0.0930	0.0800	0.0655	0.0514	0.0387
15	0.0534	0.0724	0.0885	0.0989	0.1024	0.0992	0.0906	0.0786	0.0650	0.0516
16	0.0367	0.0543	0.0719	0.0866	0.0960	0.0992	0.0963	0.0884	0.0772	0.0646
17	0.0237	0.0383	0.0550	0.0713	0.0847	0.0934	0.0963	0.0936	0.0863	0.0760
18	0.0145	0.0255	0.0397	0.0554	0.0706	0.0830	0.0909	0.0936	0.0911	0.0844
19	0.0084	0.0161	0.0272	0.0409	0.0557	0.0699	0.0814	0.0887	0.0911	0.0888
20	0.0046	0.0097	0.0177	0.0286	0.0418	0.0559	0.0692	0.0798	0.0866	0.0888
21	0.0024	0.0055	0.0109	0.0191	0.0299	0.0426	0.0560	0.0684	0.0783	0.0846
22	0.0012	0.0030	0.0065	0.0121	0.0204	0.0310	0.0433	0.0560	0.0676	0.0769
23	0.0006	0.0016	0.0037	0.0074	0.0133	0.0216	0.0320	0.0438	0.0559	0.0669

Tabla D Distribución de Poisson (continuación)[illegible]

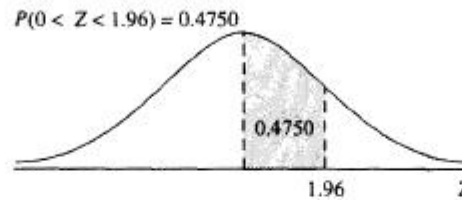
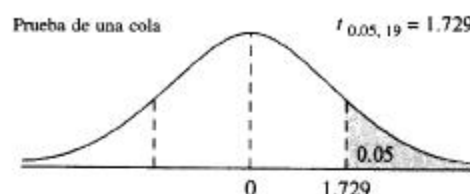
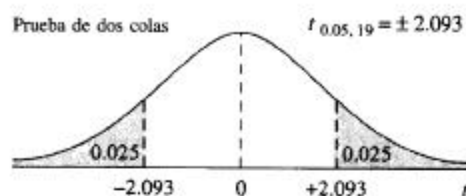
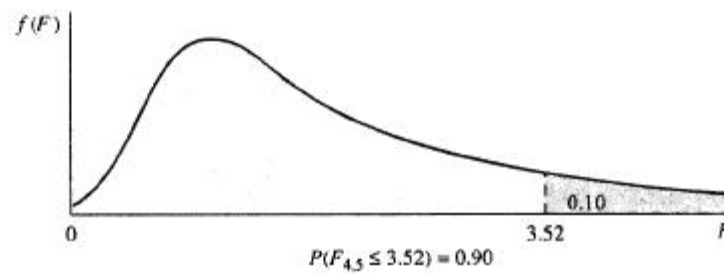


Tabla E Distribución normal

[illegible]

Tabla F Distribución t

	0.900	0.700	0.500	0.300	0.200	0.100	0.050	0.020	0.010	Valor α	Prueba de dos colas
	0.100	0.300	0.500	0.700	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	IC	
	0.450	0.350	0.250	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005	Valor α	Prueba de una cola
	0.550	0.650	0.750	0.850	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995	IC	
g.l.	Valores de t										
1	0.158	0.510	1.000	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657		
2	0.142	0.445	0.816	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925		
3	0.137	0.424	0.765	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841		
4	0.134	0.414	0.741	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604		
5	0.132	0.408	0.727	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032		
6	0.131	0.404	0.718	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707		
7	0.130	0.402	0.711	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499		
8	0.130	0.399	0.706	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355		
9	0.129	0.398	0.703	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250		
10	0.129	0.397	0.700	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169		
11	0.129	0.396	0.697	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106		
12	0.128	0.395	0.695	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055		
13	0.128	0.394	0.694	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012		
14	0.128	0.393	0.692	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977		
15	0.128	0.393	0.691	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947		
16	0.128	0.392	0.690	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921		
17	0.128	0.392	0.689	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898		
18	0.127	0.392	0.688	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878		
19	0.127	0.391	0.688	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861		
20	0.127	0.391	0.687	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845		
21	0.127	0.391	0.686	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831		
22	0.127	0.390	0.686	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819		
23	0.127	0.390	0.685	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807		
24	0.127	0.390	0.685	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797		
25	0.127	0.390	0.684	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787		
26	0.127	0.390	0.684	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779		
27	0.127	0.389	0.684	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771		
28	0.127	0.389	0.683	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763		
29	0.127	0.389	0.683	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756		
30	0.127	0.389	0.683	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750		
40	0.126	0.388	0.681	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704		
60	0.126	0.387	0.679	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660		
120	0.126	0.386	0.677	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617		
∞	0.126	0.385	0.674	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576		

Tabla G Distribución F

Grados de libertad del denominador	$F_{0.90}; \alpha = 0.10$								
	Grados de libertad del numerador								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.86
2	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38
3	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24
4	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94
5	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32
6	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96
7	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72
8	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56
9	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44
10	3.29	2.92	2.71	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35
11	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27
12	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21
13	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16
14	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12
15	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09
16	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06
17	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03
18	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00
19	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98
20	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96
21	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95
22	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93
23	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.95	1.92
24	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91
25	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89
26	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88
27	2.90	2.51	2.30	2.17	2.07	2.00	1.95	1.91	1.87
28	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87
29	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86
30	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85
40	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79
60	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74
120	2.75	2.35	2.13	1.99	1.90	1.82	1.77	1.72	1.68
∞	2.71	2.30	2.08	1.95	1.85	1.77	1.72	1.67	1.63

Tabla G Distribución F (continuación)

Grados de libertad del denominador	$F_{0.05}; \alpha = 0.10$									
	Grados de libertad del numerador									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	60.19	60.71	61.22	61.74	62.00	62.26	62.53	62.79	63.06	63.33
2	9.39	9.41	9.42	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.48	9.49
3	5.23	5.22	5.20	5.18	5.18	5.17	5.16	5.15	5.14	5.13
4	3.92	3.90	3.87	3.84	3.83	3.82	3.80	3.79	3.78	3.76
5	3.30	3.27	3.24	3.21	3.19	3.17	3.16	3.14	3.12	3.11
6	2.94	2.90	2.87	2.84	2.82	2.80	2.78	2.76	2.74	2.72
7	2.70	2.67	2.63	2.59	2.58	2.56	2.54	2.51	2.49	2.47
8	2.54	2.50	2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.34	2.32	2.29
9	2.42	2.38	2.34	2.30	2.28	2.25	2.23	2.21	2.18	2.16
10	2.32	2.28	2.24	2.20	2.18	2.16	2.13	2.11	2.08	2.06
11	2.25	2.21	2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.03	2.00	1.97
12	2.19	2.15	2.10	2.06	2.04	2.01	1.99	1.96	1.93	1.90
13	2.14	2.10	2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.90	1.88	1.85
14	2.10	2.05	2.01	1.96	1.94	1.91	1.89	1.86	1.83	1.80
15	2.06	2.02	1.97	1.92	1.90	1.87	1.85	1.82	1.79	1.76
16	2.03	1.99	1.94	1.89	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
17	2.00	1.96	1.91	1.86	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69
18	1.98	1.93	1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69	1.66
19	1.96	1.91	1.86	1.81	1.79	1.76	1.73	1.70	1.67	1.63
20	1.94	1.89	1.84	1.79	1.77	1.74	1.71	1.68	1.64	1.61
21	1.92	1.87	1.83	1.78	1.75	1.72	1.69	1.66	1.62	1.59
22	1.90	1.86	1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.64	1.60	1.57
23	1.89	1.84	1.80	1.74	1.72	1.69	1.66	1.62	1.59	1.55
24	1.88	1.83	1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.61	1.57	1.53
25	1.87	1.82	1.77	1.72	1.69	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52
26	1.86	1.81	1.76	1.71	1.68	1.65	1.61	1.58	1.54	1.50
27	1.85	1.80	1.75	1.70	1.67	1.64	1.60	1.57	1.53	1.49
28	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52	1.48
29	1.83	1.78	1.73	1.68	1.65	1.62	1.58	1.55	1.51	1.47
30	1.82	1.77	1.72	1.67	1.64	1.61	1.57	1.54	1.50	1.46
40	1.76	1.71	1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.47	1.42	1.38
60	1.71	1.66	1.60	1.54	1.51	1.48	1.44	1.40	1.35	1.29
120	1.65	1.60	1.55	1.48	1.45	1.41	1.37	1.32	1.26	1.19
∞	1.60	1.55	1.49	1.42	1.38	1.34	1.30	1.24	1.17	1.00

Grados de libertad del denominador	$F_{0.05}; \alpha = 0.05$								
	Grados de libertad del numerador								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00

Tabla G Distribución F (continuación)

Grados de libertad del denominador	$F_{0.95}; \alpha = 0.05$								
	Grados de libertad del numerador								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96
∞	3.84	3.00	2.61	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88

Grados de libertad del denominador	$F_{0.95}; \alpha = 0.05$									
	Grados de libertad del numerador									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	241.88	243.91	245.95	248.01	249.05	250.10	251.14	252.20	253.25	254.31
2	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.37
6	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71

Tabla G Distribución F (continuación)

Grados de libertad del denominador	$F_{0.05}; \alpha = 0.05$									
	Grados de libertad del numerador									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
10	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
∞	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

Grados de libertad del denominador	$F_{0.975}; \alpha = 0.025$								
	Grados de libertad del numerador								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	647.8	799.5	864.2	899.6	921.8	937.1	948.2	956.7	963.3
2	38.51	39.00	39.17	39.25	39.30	39.33	39.36	39.37	39.39
3	17.44	16.04	15.44	15.10	14.88	14.73	14.62	14.54	14.47
4	12.22	10.65	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90
5	10.01	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68
6	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52
7	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82
8	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36
9	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03
10	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78
11	6.72	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.66	3.59
12	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44
13	6.41	4.97	4.35	4.00	3.77	3.60	3.48	3.39	3.31

Tabla G Distribución F (continuación)

Grados de libertad del denominador	$F_{0.975}; \alpha = 0.025$								
	Grados de libertad del numerador								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	6.30	4.86	4.24	3.89	3.66	3.50	3.38	3.29	3.21
15	6.20	4.77	4.15	3.80	3.58	3.41	3.29	3.20	3.12
16	6.12	4.69	4.08	3.73	3.50	3.34	3.22	3.12	3.05
17	6.04	4.62	4.01	3.66	3.44	3.28	3.16	3.06	2.98
18	5.98	4.56	3.95	3.61	3.38	3.22	3.10	3.01	2.93
19	5.92	4.51	3.90	3.56	3.33	3.17	3.05	2.96	2.88
20	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84
21	5.83	4.42	3.82	3.48	3.25	3.09	2.97	2.87	2.80
22	5.79	4.38	3.78	3.44	3.22	3.05	2.93	2.84	2.76
23	5.75	4.35	3.75	3.41	3.18	3.02	2.90	2.81	2.73
24	5.72	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.70
25	5.69	4.29	3.69	3.35	3.13	2.97	2.85	2.75	2.68
26	5.66	4.27	3.67	3.33	3.10	2.94	2.82	2.73	2.65
27	5.63	4.24	3.65	3.31	3.08	2.92	2.80	2.71	2.63
28	5.61	4.22	3.63	3.29	3.06	2.90	2.78	2.69	2.61
29	5.59	4.20	3.61	3.27	3.04	2.88	2.76	2.67	2.59
30	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57
40	5.42	4.05	3.46	3.13	2.90	2.74	2.62	2.53	2.45
60	5.29	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33
120	5.15	3.80	3.23	2.89	2.67	2.52	2.39	2.30	2.22
∞	5.02	3.69	3.12	2.79	2.57	2.41	2.29	2.19	2.11

Grados de libertad del denominador	$F_{0.975}; \alpha = 0.025$									
	Grados de libertad del numerador									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	968.6	976.7	984.9	993.1	997.2	1001.4	1005.6	1009.8	1014.0	1018.2
2	39.40	39.41	39.43	39.45	39.46	39.46	39.47	39.48	39.49	39.50
3	14.42	14.34	14.25	14.17	14.12	14.08	14.04	13.99	13.95	13.90
4	8.84	8.75	8.66	8.56	8.51	8.46	8.41	8.36	8.31	8.26
5	6.62	6.52	6.43	6.33	6.28	6.23	6.18	6.12	6.07	6.02
6	5.46	5.37	5.27	5.17	5.12	5.07	5.01	4.96	4.90	4.85
7	4.76	4.67	4.57	4.47	4.41	4.36	4.31	4.25	4.20	4.14
8	4.30	4.20	4.10	4.00	3.95	3.89	3.84	3.78	3.73	3.67
9	3.96	3.87	3.77	3.67	3.61	3.56	3.51	3.45	3.39	3.33
10	3.72	3.62	3.52	3.42	3.37	3.31	3.26	3.20	3.14	3.08
11	3.53	3.43	3.33	3.23	3.17	3.12	3.06	3.00	2.94	2.88
12	3.37	3.28	3.18	3.07	3.02	2.96	2.91	2.85	2.79	2.73
13	3.25	3.15	3.05	2.95	2.89	2.84	2.78	2.72	2.66	2.60
14	3.15	3.05	2.95	2.84	2.79	2.73	2.67	2.61	2.55	2.49
15	3.06	2.96	2.86	2.76	2.70	2.64	2.59	2.52	2.46	2.40
16	2.99	2.89	2.79	2.68	2.63	2.57	2.51	2.45	2.38	2.32

Tabla G Distribución F (continuación)

Grados de libertad del denominador	$F_{0.975}; \alpha = 0.025$									
	Grados de libertad del numerador									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
17	2.92	2.82	2.72	2.62	2.56	2.50	2.44	2.38	2.32	2.25
18	2.87	2.77	2.67	2.56	2.50	2.44	2.38	2.32	2.26	2.19
19	2.82	2.72	2.62	2.51	2.45	2.39	2.33	2.27	2.20	2.13
20	2.77	2.68	2.57	2.46	2.41	2.35	2.29	2.22	2.16	2.09
21	2.73	2.64	2.53	2.42	2.37	2.31	2.25	2.18	2.11	2.04
22	2.70	2.60	2.50	2.39	2.33	2.27	2.21	2.14	2.08	2.00
23	2.67	2.57	2.47	2.36	2.30	2.24	2.18	2.11	2.04	1.97
24	2.64	2.54	2.44	2.33	2.27	2.21	2.15	2.08	2.01	1.94
25	2.61	2.51	2.41	2.30	2.24	2.18	2.12	2.05	1.98	1.91
26	2.59	2.49	2.39	2.28	2.22	2.16	2.09	2.03	1.95	1.88
27	2.57	2.47	2.36	2.25	2.19	2.13	2.07	2.00	1.93	1.85
28	2.55	2.45	2.34	2.23	2.17	2.11	2.05	1.98	1.91	1.83
29	2.53	2.43	2.32	2.21	2.15	2.09	2.03	1.96	1.89	1.81
30	2.51	2.41	2.31	2.20	2.14	2.07	2.01	1.94	1.87	1.79
40	2.39	2.29	2.18	2.07	2.01	1.94	1.88	1.80	1.72	1.64
60	2.27	2.17	2.06	1.94	1.88	1.82	1.74	1.67	1.58	1.48
120	2.16	2.05	1.94	1.82	1.76	1.69	1.61	1.53	1.43	1.31
∞	2.05	1.95	1.83	1.71	1.64	1.57	1.48	1.39	1.27	1.00

	$F_{9,99}; \alpha = 0.01$								
Grados de libertad del denominador	Grados de libertad del numerador								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4052.2	4999.5	5403.4	5624.6	5763.6	5859.0	5928.4	5981.1	6022.5
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52

Tabla G Distribución F (continuación)

Grados de libertad del denominador	$F_{0.99}; \alpha = 0.01$								
	Grados de libertad del numerador								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12
29	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72
120	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56
∞	6.64	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41

Grados de libertad del denominador	$F_{0.99}; \alpha = 0.01$									
	Grados de libertad del numerador									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	6055.8	6106.3	6157.3	6208.7	6234.6	6260.6	6286.8	6313.0	6339.4	6365.8
2	99.40	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.49	99.50
3	27.23	27.05	26.87	26.69	26.60	26.50	26.41	26.32	26.22	26.13
4	14.55	14.37	14.20	14.02	13.93	13.84	13.75	13.65	13.56	13.46
5	10.05	9.89	9.72	9.55	9.47	9.38	9.29	9.20	9.11	9.02
6	7.87	7.72	7.56	7.40	7.31	7.23	7.14	7.06	6.97	6.88
7	6.62	6.47	6.31	6.16	6.07	5.99	5.91	5.82	5.74	5.65
8	5.81	5.67	5.52	5.36	5.28	5.20	5.12	5.03	4.95	4.86
9	5.26	5.11	4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.48	4.40	4.31
10	4.85	4.71	4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.08	4.00	3.91
11	4.54	4.40	4.25	4.10	4.02	3.94	3.86	3.78	3.69	3.60
12	4.30	4.16	4.01	3.86	3.78	3.70	3.62	3.54	3.45	3.36
13	4.10	3.96	3.82	3.66	3.59	3.51	3.43	3.34	3.25	3.17
14	3.94	3.80	3.66	3.51	3.43	3.35	3.27	3.18	3.09	3.00
15	3.80	3.67	3.52	3.37	3.29	3.21	3.13	3.05	2.96	2.87
16	3.69	3.55	3.41	3.26	3.18	3.10	3.02	2.93	2.84	2.75
17	3.59	3.46	3.31	3.16	3.08	3.00	2.92	2.83	2.75	2.65
18	3.51	3.37	3.23	3.08	3.00	2.92	2.84	2.75	2.66	2.57
19	3.43	3.30	3.15	3.00	2.92	2.84	2.76	2.67	2.58	2.49
20	3.37	3.23	3.09	2.94	2.86	2.78	2.69	2.61	2.52	2.42
21	3.31	3.17	3.03	2.88	2.80	2.72	2.64	2.55	2.46	2.36
22	3.26	3.12	2.98	2.83	2.75	2.67	2.58	2.50	2.40	2.31
23	3.21	3.07	2.93	2.78	2.70	2.62	2.54	2.45	2.35	2.26
24	3.17	3.03	2.89	2.74	2.66	2.58	2.49	2.40	2.31	2.21

Tabla G Distribución F (continuación)

Grados de libertad del denominador	$F_{0.99}; \alpha = 0.01$									
	Grados de libertad del numerador									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
25	3.13	2.99	2.85	2.70	2.62	2.54	2.45	2.36	2.27	2.17
26	3.09	2.96	2.81	2.66	2.58	2.50	2.42	2.33	2.23	2.13
27	3.06	2.93	2.78	2.63	2.55	2.47	2.38	2.29	2.20	2.10
28	3.03	2.90	2.75	2.60	2.52	2.44	2.35	2.26	2.17	2.06
29	3.00	2.87	2.73	2.57	2.49	2.41	2.33	2.23	2.14	2.03
30	2.98	2.84	2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.21	2.11	2.01
40	2.80	2.66	2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.02	1.92	1.81
60	2.63	2.50	2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.84	1.73	1.60
120	2.47	2.34	2.19	2.03	1.95	1.86	1.76	1.66	1.53	1.38
∞	2.32	2.19	2.04	1.88	1.79	1.70	1.59	1.47	1.33	1.00

Grados de libertad del denominador	$F_{0.995}; \alpha = 0.005$								
	Grados de libertad del numerador								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	16211	20000	21615	22500	23056	23437	23715	23925	24091
2	198.50	199.00	199.17	199.25	199.30	199.33	199.36	199.37	199.39
3	55.55	49.80	47.47	46.19	45.39	44.84	44.43	44.13	43.88
4	31.33	26.28	24.26	23.15	22.46	21.97	21.62	21.35	21.14
5	22.78	18.31	16.53	15.56	14.94	14.51	14.20	13.96	13.77
6	18.63	14.54	12.92	12.03	11.46	11.07	10.79	10.57	10.39
7	16.24	12.40	10.88	10.05	9.52	9.16	8.89	8.68	8.51
8	14.69	11.04	9.60	8.81	8.30	7.95	7.69	7.50	7.34
9	13.61	10.11	8.72	7.96	7.47	7.13	6.88	6.69	6.54
10	12.83	9.43	8.08	7.34	6.87	6.54	6.30	6.12	5.97
11	12.23	8.91	7.60	6.88	6.42	6.10	5.86	5.68	5.54
12	11.75	8.51	7.23	6.52	6.07	5.76	5.52	5.35	5.20
13	11.37	8.19	6.93	6.23	5.79	5.48	5.25	5.08	4.94
14	11.06	7.92	6.68	6.00	5.56	5.26	5.03	4.86	4.72
15	10.80	7.70	6.48	5.80	5.37	5.07	4.85	4.67	4.54
16	10.58	7.51	6.30	5.64	5.21	4.91	4.69	4.52	4.38
17	10.38	7.35	6.16	5.50	5.07	4.78	4.56	4.39	4.25
18	10.22	7.21	6.03	5.37	4.96	4.66	4.44	4.28	4.14
19	10.07	7.09	5.92	5.27	4.85	4.56	4.34	4.18	4.04
20	9.94	6.99	5.82	5.17	4.76	4.47	4.26	4.09	3.96
21	9.83	6.89	5.73	5.09	4.68	4.39	4.18	4.01	3.88
22	9.73	6.81	5.65	5.02	4.61	4.32	4.11	3.94	3.81
23	9.63	6.73	5.58	4.95	4.54	4.26	4.05	3.88	3.75
24	9.55	6.66	5.52	4.89	4.49	4.20	3.99	3.83	3.69
25	9.48	6.60	5.46	4.84	4.43	4.15	3.94	3.78	3.64
26	9.41	6.54	5.41	4.79	4.38	4.10	3.89	3.73	3.60
27	9.34	6.49	5.36	4.74	4.34	4.06	3.85	3.69	3.56
28	9.28	6.44	5.32	4.70	4.30	4.02	3.81	3.65	3.52
29	9.23	6.40	5.28	4.66	4.26	3.98	3.77	3.61	3.48

Tabla G Distribución F (continuación)

Grados de libertad del denominador	$F_{0.995}; \alpha = 0.005$								
	Grados de libertad del numerador								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	9.18	6.35	5.24	4.62	4.23	3.95	3.74	3.58	3.45
40	8.83	6.07	4.98	4.37	3.99	3.71	3.51	3.35	3.22
60	8.49	5.79	4.73	4.14	3.76	3.49	3.29	3.13	3.01
120	8.18	5.54	4.50	3.92	3.55	3.28	3.09	2.93	2.81
∞	7.88	5.30	4.28	3.72	3.35	3.09	2.90	2.75	2.62

Grados de libertad del denominador	$F_{0.995}; \alpha = 0.005$									
	Grados de libertad del numerador									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	24224	24426	24630	24836	24940	25044	25148	25253	25359	25464
2	199.40	199.42	199.43	199.45	199.46	199.47	199.47	199.48	199.49	199.50
3	43.69	43.39	43.08	42.78	42.62	42.47	42.31	42.15	41.99	41.83
4	20.97	20.70	20.44	20.17	20.03	19.89	19.75	19.61	19.47	19.33
5	13.62	13.38	13.15	12.90	12.78	12.66	12.53	12.40	12.27	12.14
6	10.25	10.03	9.81	9.59	9.47	9.36	9.24	9.12	9.00	8.88
7	8.38	8.18	7.97	7.75	7.64	7.53	7.42	7.31	7.19	7.08
8	7.21	7.01	6.81	6.61	6.50	6.40	6.29	6.18	6.06	5.95
9	6.42	6.23	6.03	5.83	5.73	5.62	5.52	5.41	5.30	5.19
10	5.85	5.66	5.47	5.27	5.17	5.07	4.97	4.86	4.75	4.64
11	5.42	5.24	5.05	4.86	4.76	4.65	4.55	4.45	4.34	4.23
12	5.09	4.91	4.72	4.53	4.43	4.33	4.23	4.12	4.01	3.90
13	4.82	4.64	4.46	4.27	4.17	4.07	3.97	3.87	3.76	3.65
14	4.60	4.43	4.25	4.06	3.96	3.86	3.76	3.66	3.55	3.44
15	4.42	4.25	4.07	3.88	3.79	3.69	3.58	3.48	3.37	3.26
16	4.27	4.10	3.92	3.73	3.64	3.54	3.44	3.33	3.22	3.11
17	4.14	3.97	3.79	3.61	3.51	3.41	3.31	3.21	3.10	2.98
18	4.03	3.86	3.68	3.50	3.40	3.30	3.20	3.10	2.99	2.87
19	3.93	3.76	3.59	3.40	3.31	3.21	3.11	3.00	2.89	2.78
20	3.85	3.68	3.50	3.32	3.22	3.12	3.02	2.92	2.81	2.69
21	3.77	3.60	3.43	3.24	3.15	3.05	2.95	2.84	2.73	2.61
22	3.70	3.54	3.36	3.18	3.08	2.98	2.88	2.77	2.66	2.55
23	3.64	3.47	3.30	3.12	3.02	2.92	2.82	2.71	2.60	2.48
24	3.59	3.42	3.25	3.06	2.97	2.87	2.77	2.66	2.55	2.43
25	3.54	3.37	3.20	3.01	2.92	2.82	2.72	2.61	2.50	2.38
26	3.49	3.33	3.15	2.97	2.87	2.77	2.67	2.56	2.45	2.33
27	3.45	3.28	3.11	2.93	2.83	2.73	2.63	2.52	2.41	2.29
28	3.41	3.25	3.07	2.89	2.79	2.69	2.59	2.48	2.37	2.25
29	3.38	3.21	3.04	2.86	2.76	2.66	2.56	2.45	2.33	2.21
30	3.34	3.18	3.01	2.82	2.73	2.63	2.52	2.42	2.30	2.18
40	3.12	2.95	2.78	2.60	2.50	2.40	2.30	2.18	2.06	1.93
60	2.90	2.74	2.57	2.39	2.29	2.19	2.08	1.96	1.83	1.69
120	2.71	2.54	2.37	2.19	2.09	1.98	1.87	1.75	1.61	1.43
∞	2.52	2.36	2.19	2.00	1.90	1.79	1.67	1.53	1.36	1.00

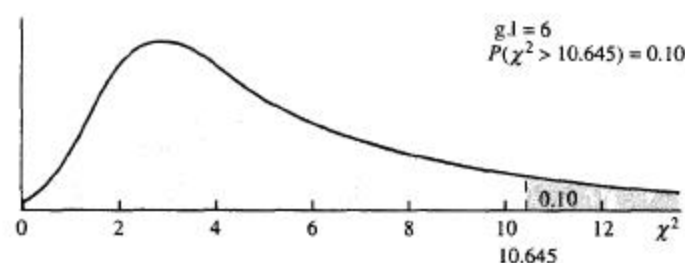


Tabla H Distribución chi-cuadrado

g.l.	$\chi^2_{0.995}$	$\chi^2_{0.990}$	$\chi^2_{0.975}$	$\chi^2_{0.950}$	$\chi^2_{0.900}$	$\chi^2_{0.800}$	$\chi^2_{0.700}$	$\chi^2_{0.600}$	$\chi^2_{0.500}$	$\chi^2_{0.400}$	$\chi^2_{0.300}$	$\chi^2_{0.250}$	$\chi^2_{0.200}$	$\chi^2_{0.150}$	$\chi^2_{0.100}$	$\chi^2_{0.050}$	$\chi^2_{0.025}$	$\chi^2_{0.010}$	$\chi^2_{0.005}$
1	0.000	0.000	0.001	0.004	0.016	0.148	0.455	1.074	1.642	2.706	3.841	5.024	5.412	6.635	7.879				
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	0.713	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.378	7.824	9.210	10.597				
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	1.424	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.348	9.837	11.345	12.838				
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	2.195	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.143	11.668	13.277	14.860				
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	3.000	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	12.833	13.388	15.086	16.750				
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	3.828	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	14.449	15.033	16.812	18.548				
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	4.671	6.346	8.383	9.803	12.017	14.067	16.013	16.622	18.475	20.278				
8	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	5.527	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	17.535	18.168	20.090	21.955				
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	6.393	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.023	19.679	21.666	23.589				
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	7.267	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	20.483	21.161	23.209	25.188				
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	8.148	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	21.920	22.618	24.725	26.757				
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	9.034	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	23.337	24.054	26.217	28.299				
13	3.565	4.107	5.009	5.892	7.042	9.926	12.340	15.119	16.985	19.812	22.362	24.736	25.472	27.688	29.819				
14	4.075	4.660	5.629	6.571	7.790	10.821	13.339	16.222	18.151	21.064	23.685	26.119	26.873	29.141	31.319				
15	4.601	5.229	6.262	7.261	8.547	11.721	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	27.488	28.259	30.578	32.801				
16	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	12.624	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	28.845	29.633	32.000	34.267				
17	5.697	6.408	7.564	8.672	10.085	13.531	16.338	19.511	21.615	24.769	27.587	30.191	30.995	33.409	35.718				
18	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	14.440	17.338	20.601	22.760	25.989	28.869	31.526	32.346	34.805	37.156				
19	6.844	7.633	8.907	10.117	11.651	15.352	18.338	21.689	23.900	27.204	30.144	32.852	33.687	36.191	38.582				
20	7.434	8.260	9.591	10.851	12.443	16.266	19.337	22.775	25.038	28.412	31.410	34.170	35.020	37.566	39.997				
21	8.034	8.897	10.283	11.591	13.240	17.182	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	35.479	36.343	38.932	41.401				
22	8.643	9.542	10.982	12.338	14.041	18.101	21.337	24.939	27.301	30.813	33.924	36.781	37.659	40.289	42.796				
23	9.260	10.196	11.689	13.091	14.848	19.021	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	38.076	38.968	41.638	44.181				
24	9.886	10.856	12.401	13.848	15.659	19.943	23.337	27.096	29.553	33.196	36.415	39.364	40.270	42.980	45.559				
25	10.520	11.524	13.120	14.611	16.473	20.867	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	40.646	41.566	44.314	46.928				
26	11.160	12.198	13.844	15.379	17.292	21.792	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	41.923	42.856	45.642	48.290				
27	11.808	12.879	14.573	16.151	18.114	22.719	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	43.194	44.140	46.963	49.645				
28	12.461	13.565	15.308	16.928	18.939	23.647	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	44.461	45.419	48.278	50.993				
29	13.121	14.256	16.047	17.708	19.768	24.577	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	45.722	46.693	49.588	52.336				
30	13.787	14.953	16.791	18.493	20.599	25.508	29.336	33.530	36.250	40.256	43.773	46.979	47.962	50.892	53.672				
40	20.707	22.164	24.433	26.509	29.051	34.872	39.335	44.165	47.269	51.805	55.758	59.342	60.436	63.691	66.766				
50	27.991	29.707	32.357	34.764	37.689	44.313	49.335	54.723	58.164	63.167	67.505	71.420	72.613	76.154	79.490				
60	35.534	37.485	40.482	43.188	46.459	53.809	59.335	65.227	68.972	74.397	79.082	83.298	84.580	88.379	91.952				
70	43.275	45.442	48.758	51.739	55.329	63.346	69.334	75.689	79.715	85.527	90.531	95.023	96.388	100.425	104.215				
80	51.172	53.540	57.153	60.391	64.278	72.915	79.334	86.120	90.405	96.578	101.879	106.629	108.069	112.329	116.321				
90	59.196	61.754	65.647	69.126	73.291	82.511	89.334	96.524	101.054	107.565	113.145	118.136	119.648	124.116	128.299				
100	67.328	70.065	74.222	77.929	82.358	92.129	99.334	106.906	111.667	118.498	124.342	129.561	131.142	135.807	140.169				

Tabla I Logaritmos comunes

	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
1	0.0000	0.0414	0.0792	0.1139	0.1461	0.1761	0.2041	0.2304	0.2553	0.2788
2	0.3010	0.3222	0.3424	0.3617	0.3802	0.3979	0.4150	0.4314	0.4472	0.4624
3	0.4771	0.4914	0.5051	0.5185	0.5315	0.5441	0.5563	0.5682	0.5798	0.5911
4	0.6021	0.6128	0.6232	0.6335	0.6435	0.6532	0.6628	0.6721	0.6812	0.6902
5	0.6990	0.7076	0.7160	0.7243	0.7324	0.7404	0.7482	0.7559	0.7634	0.7709
6	0.7782	0.7853	0.7924	0.7993	0.8062	0.8129	0.8195	0.8261	0.8325	0.8388
7	0.8451	0.8513	0.8573	0.8633	0.8692	0.8751	0.8808	0.8865	0.8921	0.8976
8	0.9031	0.9085	0.9138	0.9191	0.9243	0.9294	0.9345	0.9395	0.9445	0.9494
9	0.9542	0.9590	0.9638	0.9685	0.9731	0.9777	0.9823	0.9868	0.9912	0.9956
10	1.0000	1.0043	1.0086	1.0128	1.0170	1.0212	1.0253	1.0294	1.0334	1.0374
11	1.0414	1.0453	1.0492	1.0531	1.0569	1.0607	1.0645	1.0682	1.0719	1.0755
12	1.0792	1.0828	1.0864	1.0899	1.0934	1.0969	1.1004	1.1038	1.1072	1.1106
13	1.1139	1.1173	1.1206	1.1239	1.1271	1.1303	1.1335	1.1367	1.1399	1.1430
14	1.1461	1.1492	1.1523	1.1553	1.1584	1.1614	1.1644	1.1673	1.1703	1.1732
15	1.1761	1.1790	1.1818	1.1847	1.1875	1.1903	1.1931	1.1959	1.1987	1.2014
16	1.2041	1.2068	1.2095	1.2122	1.2148	1.2175	1.2201	1.2227	1.2253	1.2279
17	1.2304	1.2330	1.2355	1.2380	1.2405	1.2430	1.2455	1.2480	1.2504	1.2529
18	1.2553	1.2577	1.2601	1.2625	1.2648	1.2672	1.2695	1.2718	1.2742	1.2765
19	1.2788	1.2810	1.2833	1.2856	1.2878	1.2900	1.2923	1.2945	1.2967	1.2989
20	1.3010	1.3032	1.3054	1.3075	1.3096	1.3118	1.3139	1.3160	1.3181	1.3201
21	1.3222	1.3243	1.3263	1.3284	1.3304	1.3324	1.3345	1.3365	1.3385	1.3404
22	1.3424	1.3444	1.3464	1.3483	1.3502	1.3522	1.3541	1.3560	1.3579	1.3598
23	1.3617	1.3636	1.3655	1.3674	1.3692	1.3711	1.3729	1.3747	1.3766	1.3784
24	1.3802	1.3820	1.3838	1.3856	1.3874	1.3892	1.3909	1.3927	1.3945	1.3962
25	1.3979	1.3997	1.4014	1.4031	1.4048	1.4065	1.4082	1.4099	1.4116	1.4133
26	1.4150	1.4166	1.4183	1.4200	1.4216	1.4232	1.4249	1.4265	1.4281	1.4298
27	1.4314	1.4330	1.4346	1.4362	1.4378	1.4393	1.4409	1.4425	1.4440	1.4456
28	1.4472	1.4487	1.4502	1.4518	1.4533	1.4548	1.4564	1.4579	1.4594	1.4609
29	1.4624	1.4639	1.4654	1.4669	1.4683	1.4698	1.4713	1.4728	1.4742	1.4757
30	1.4771	1.4786	1.4800	1.4814	1.4829	1.4843	1.4857	1.4871	1.4886	1.4900
31	1.4914	1.4928	1.4942	1.4955	1.4969	1.4983	1.4997	1.5011	1.5024	1.5038
32	1.5051	1.5065	1.5079	1.5092	1.5105	1.5119	1.5132	1.5145	1.5159	1.5172
33	1.5185	1.5198	1.5211	1.5224	1.5237	1.5250	1.5263	1.5276	1.5289	1.5302
34	1.5315	1.5328	1.5340	1.5353	1.5366	1.5378	1.5391	1.5403	1.5416	1.5428
35	1.5441	1.5453	1.5465	1.5478	1.5490	1.5502	1.5514	1.5527	1.5539	1.5551
36	1.5563	1.5575	1.5587	1.5599	1.5611	1.5623	1.5635	1.5647	1.5658	1.5670
37	1.5682	1.5694	1.5705	1.5717	1.5729	1.5740	1.5752	1.5763	1.5775	1.5786
38	1.5798	1.5809	1.5821	1.5832	1.5843	1.5855	1.5866	1.5877	1.5888	1.5899
39	1.5911	1.5922	1.5933	1.5944	1.5955	1.5966	1.5977	1.5988	1.5999	1.6010
40	1.6021	1.6031	1.6042	1.6053	1.6064	1.6075	1.6085	1.6096	1.6107	1.6117
41	1.6128	1.6138	1.6149	1.6160	1.6170	1.6180	1.6191	1.6201	1.6212	1.6222
42	1.6232	1.6243	1.6253	1.6263	1.6274	1.6284	1.6294	1.6304	1.6314	1.6325
43	1.6335	1.6345	1.6355	1.6365	1.6375	1.6385	1.6395	1.6405	1.6415	1.6425
44	1.6435	1.6444	1.6454	1.6464	1.6474	1.6484	1.6493	1.6503	1.6513	1.6522
45	1.6532	1.6542	1.6551	1.6561	1.6571	1.6580	1.6590	1.6599	1.6609	1.6618

Tabla I Logaritmos comunes (continuación)

	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
46	1.6628	1.6637	1.6646	1.6656	1.6665	1.6675	1.6684	1.6693	1.6702	1.6712
47	1.6721	1.6730	1.6739	1.6749	1.6758	1.6767	1.6776	1.6785	1.6794	1.6803
48	1.6812	1.6821	1.6830	1.6839	1.6848	1.6857	1.6866	1.6875	1.6884	1.6893
49	1.6902	1.6911	1.6920	1.6928	1.6937	1.6946	1.6955	1.6964	1.6972	1.6981
50	1.6990	1.6998	1.7007	1.7016	1.7024	1.7033	1.7042	1.7050	1.7059	1.7067
51	1.7076	1.7084	1.7093	1.7101	1.7110	1.7118	1.7126	1.7135	1.7143	1.7152
52	1.7160	1.7168	1.7177	1.7185	1.7193	1.7202	1.7210	1.7218	1.7226	1.7235
53	1.7243	1.7251	1.7259	1.7267	1.7275	1.7284	1.7292	1.7300	1.7308	1.7316
54	1.7324	1.7332	1.7340	1.7348	1.7356	1.7364	1.7372	1.7380	1.7388	1.7396
55	1.7404	1.7412	1.7419	1.7427	1.7435	1.7443	1.7451	1.7459	1.7466	1.7474
56	1.7482	1.7490	1.7497	1.7505	1.7513	1.7520	1.7528	1.7536	1.7543	1.7551
57	1.7559	1.7566	1.7574	1.7582	1.7589	1.7597	1.7604	1.7612	1.7619	1.7627
58	1.7634	1.7642	1.7649	1.7657	1.7664	1.7672	1.7679	1.7686	1.7694	1.7701
59	1.7709	1.7716	1.7723	1.7731	1.7738	1.7745	1.7752	1.7759	1.7767	1.7774
60	1.7782	1.7789	1.7796	1.7803	1.7810	1.7818	1.7825	1.7832	1.7839	1.7846
61	1.7853	1.7860	1.7868	1.7875	1.7882	1.7889	1.7896	1.7903	1.7910	1.7917
62	1.7924	1.7931	1.7938	1.7945	1.7952	1.7959	1.7966	1.7973	1.7980	1.7987
63	1.7993	1.8000	1.8007	1.8014	1.8021	1.8028	1.8035	1.8041	1.8048	1.8055
64	1.8062	1.8069	1.8075	1.8082	1.8089	1.8096	1.8102	1.8109	1.8116	1.8122
65	1.8129	1.8136	1.8142	1.8149	1.8156	1.8162	1.8169	1.8176	1.8182	1.8189
66	1.8195	1.8202	1.8209	1.8215	1.8222	1.8228	1.8235	1.8241	1.8248	1.8254
67	1.8261	1.8267	1.8274	1.8280	1.8287	1.8293	1.8299	1.8306	1.8312	1.8319
68	1.8325	1.8331	1.8338	1.8344	1.8351	1.8357	1.8363	1.8370	1.8376	1.8382
69	1.8388	1.8395	1.8401	1.8407	1.8414	1.8420	1.8426	1.8432	1.8439	1.8445
70	1.8451	1.8457	1.8463	1.8470	1.8476	1.8482	1.8488	1.8494	1.8500	1.8506
71	1.8513	1.8519	1.8525	1.8531	1.8537	1.8543	1.8549	1.8555	1.8561	1.8567
72	1.8573	1.8579	1.8585	1.8591	1.8597	1.8603	1.8609	1.8615	1.8621	1.8627
73	1.8633	1.8639	1.8645	1.8651	1.8657	1.8663	1.8669	1.8675	1.8681	1.8686
74	1.8692	1.8698	1.8704	1.8710	1.8716	1.8722	1.8727	1.8733	1.8739	1.8745
75	1.8751	1.8756	1.8762	1.8768	1.8774	1.8779	1.8785	1.8791	1.8797	1.8802
76	1.8808	1.8814	1.8820	1.8825	1.8831	1.8837	1.8842	1.8848	1.8854	1.8859
77	1.8865	1.8871	1.8876	1.8882	1.8887	1.8893	1.8899	1.8904	1.8910	1.8915
78	1.8921	1.8927	1.8932	1.8938	1.8943	1.8949	1.8954	1.8960	1.8965	1.8971
79	1.8976	1.8982	1.8987	1.8993	1.8998	1.9004	1.9009	1.9015	1.9020	1.9025
80	1.9031	1.9036	1.9042	1.9047	1.9053	1.9058	1.9063	1.9069	1.9074	1.9079
81	1.9085	1.9090	1.9096	1.9101	1.9106	1.9112	1.9117	1.9122	1.9128	1.9133
82	1.9138	1.9143	1.9149	1.9154	1.9159	1.9165	1.9170	1.9175	1.9180	1.9186
83	1.9191	1.9196	1.9201	1.9206	1.9212	1.9217	1.9222	1.9227	1.9232	1.9238
84	1.9243	1.9248	1.9253	1.9258	1.9263	1.9269	1.9274	1.9279	1.9284	1.9289
85	1.9294	1.9299	1.9304	1.9309	1.9315	1.9320	1.9325	1.9330	1.9335	1.9340
86	1.9345	1.9350	1.9355	1.9360	1.9365	1.9370	1.9375	1.9380	1.9385	1.9390
87	1.9395	1.9400	1.9405	1.9410	1.9415	1.9420	1.9425	1.9430	1.9435	1.9440
88	1.9445	1.9450	1.9455	1.9460	1.9465	1.9469	1.9474	1.9479	1.9484	1.9489
89	1.9494	1.9499	1.9504	1.9509	1.9513	1.9518	1.9523	1.9528	1.9533	1.9538
90	1.9542	1.9547	1.9552	1.9557	1.9562	1.9566	1.9571	1.9576	1.9581	1.9586

Tabla I Logaritmos comunes (fin)

	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
91	1.9590	1.9595	1.9600	1.9605	1.9609	1.9614	1.9619	1.9624	1.9628	1.9633
92	1.9638	1.9643	1.9647	1.9652	1.9657	1.9661	1.9666	1.9671	1.9675	1.9680
93	1.9685	1.9689	1.9694	1.9699	1.9703	1.9708	1.9713	1.9717	1.9722	1.9727
94	1.9731	1.9736	1.9741	1.9745	1.9750	1.9754	1.9759	1.9763	1.9768	1.9773
95	1.9777	1.9782	1.9786	1.9791	1.9795	1.9800	1.9805	1.9809	1.9814	1.9818
96	1.9823	1.9827	1.9832	1.9836	1.9841	1.9845	1.9850	1.9854	1.9859	1.9863
97	1.9868	1.9872	1.9877	1.9881	1.9886	1.9890	1.9894	1.9899	1.9903	1.9908
98	1.9912	1.9917	1.9921	1.9926	1.9930	1.9934	1.9939	1.9943	1.9948	1.9952
99	1.9956	1.9961	1.9965	1.9969	1.9974	1.9978	1.9983	1.9987	1.9991	1.9996

Tabla J Alfabeto griego

A	α	alpha	N	ν	nu
B	β	beta	Ξ	ξ	xi
Γ	γ	gamma	O	o	omicron
Δ	δ	delta	Π	π	pi
E	ϵ	epsilon	P	ρ	rho
Z	ζ	zeta	Σ	σ	sigma
H	η	eta	T	τ	tau
Θ	θ	theta	Y	υ	upsilon
I	ι	iota	Φ	ϕ	phi
K	κ	kappa	X	χ	chi
Λ	λ	lambda	Ψ	ψ	psi
M	μ	mu	Ω	ω	omega

Tabla K Estadístico de Durbin-Watson (d). Puntos de significancia de d_L y d_U (1%)

n	$k = 1$		$k = 2$		$k = 3$		$k = 4$		$k = 5$	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
15	0.81	1.07	0.70	1.25	0.59	1.46	0.49	1.70	0.39	1.96
16	0.84	1.09	0.74	1.25	0.63	1.44	0.53	1.66	0.44	1.90
17	0.87	1.10	0.77	1.25	0.67	1.43	0.57	1.63	0.48	1.85
18	0.90	1.12	0.80	1.26	0.71	1.42	0.61	1.60	0.52	1.80
19	0.93	1.13	0.83	1.26	0.74	1.41	0.65	1.58	0.56	1.77
20	0.95	1.15	0.86	1.27	0.77	1.41	0.68	1.57	0.60	1.74
21	0.97	1.16	0.89	1.27	0.80	1.41	0.72	1.55	0.63	1.71
22	1.00	1.17	0.91	1.28	0.83	1.40	0.75	1.54	0.66	1.69
23	1.02	1.19	0.94	1.29	0.86	1.40	0.77	1.53	0.70	1.67
24	1.04	1.20	0.96	1.30	0.88	1.41	0.80	1.53	0.72	1.66
25	1.05	1.21	0.98	1.30	0.90	1.41	0.83	1.52	0.75	1.65
26	1.07	1.22	1.00	1.31	0.93	1.41	0.85	1.52	0.78	1.64
27	1.09	1.23	1.02	1.32	0.95	1.41	0.88	1.51	0.81	1.63
28	1.10	1.24	1.04	1.32	0.97	1.41	0.90	1.51	0.83	1.62
29	1.12	1.25	1.05	1.33	0.99	1.42	0.92	1.51	0.85	1.61
30	1.13	1.26	1.07	1.34	1.01	1.42	0.94	1.51	0.88	1.61
31	1.15	1.27	1.08	1.34	1.02	1.42	0.96	1.51	0.90	1.60
32	1.16	1.28	1.10	1.35	1.04	1.43	0.98	1.51	0.92	1.60
33	1.17	1.29	1.11	1.36	1.05	1.43	1.00	1.51	0.94	1.59
34	1.18	1.30	1.13	1.36	1.07	1.43	1.01	1.51	0.95	1.59
35	1.19	1.31	1.14	1.37	1.08	1.44	1.03	1.51	0.97	1.59
36	1.21	1.32	1.15	1.38	1.10	1.44	1.04	1.51	0.99	1.59
37	1.22	1.32	1.16	1.38	1.11	1.45	1.06	1.51	1.00	1.59
38	1.23	1.33	1.18	1.39	1.12	1.45	1.07	1.52	1.02	1.58
39	1.24	1.34	1.19	1.39	1.14	1.45	1.09	1.52	1.03	1.58
40	1.25	1.34	1.20	1.40	1.15	1.46	1.10	1.52	1.05	1.58
45	1.29	1.38	1.24	1.42	1.20	1.48	1.16	1.53	1.11	1.58
50	1.32	1.40	1.28	1.45	1.24	1.49	1.20	1.54	1.16	1.59
55	1.36	1.43	1.32	1.47	1.28	1.51	1.25	1.55	1.21	1.59
60	1.38	1.45	1.35	1.48	1.32	1.52	1.28	1.56	1.25	1.60
65	1.41	1.47	1.38	1.50	1.35	1.53	1.31	1.57	1.28	1.61
70	1.43	1.49	1.40	1.52	1.37	1.55	1.34	1.58	1.31	1.61
75	1.45	1.50	1.42	1.53	1.39	1.56	1.37	1.59	1.34	1.62
80	1.47	1.52	1.44	1.54	1.42	1.57	1.39	1.60	1.36	1.62
85	1.48	1.53	1.46	1.55	1.43	1.58	1.41	1.60	1.39	1.63
90	1.50	1.54	1.47	1.56	1.45	1.59	1.43	1.61	1.41	1.64
95	1.51	1.55	1.49	1.57	1.47	1.60	1.45	1.62	1.42	1.64
100	1.52	1.56	1.50	1.58	1.48	1.60	1.46	1.63	1.44	1.65

 n = número de observaciones. k = número de variables explicativas.Esta tabla se tomó de *Biometrika*, vol. 41, 1951, p. 175, con permiso de los fideicomisarios.

Tabla K Estadístico de Durbin-Watson (d) (continuación). Puntos de significancia d_L y d_U (5%)

n	$k = 1$		$k = 2$		$k = 3$		$k = 4$		$k = 5$	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
15	1.08	1.36	0.95	1.54	0.82	1.75	0.69	1.97	0.56	2.21
16	1.10	1.37	0.98	1.54	0.86	1.73	0.74	1.93	0.62	2.15
17	1.13	1.38	1.02	1.54	0.90	1.71	0.78	1.90	0.67	2.10
18	1.16	1.39	1.05	1.53	0.93	1.69	0.82	1.87	0.71	2.06
19	1.18	1.40	1.08	1.53	0.97	1.68	0.86	1.85	0.75	2.02
20	1.20	1.41	1.10	1.54	1.00	1.68	0.90	1.83	0.79	1.99
21	1.22	1.42	1.13	1.54	1.03	1.67	0.93	1.81	0.83	1.96
22	1.24	1.43	1.15	1.54	1.05	1.66	0.96	1.80	0.86	1.94
23	1.26	1.44	1.17	1.54	1.08	1.66	0.99	1.79	0.90	1.92
24	1.27	1.45	1.19	1.55	1.10	1.66	1.01	1.78	0.93	1.90
25	1.29	1.45	1.21	1.55	1.12	1.66	1.04	1.77	0.95	1.89
26	1.30	1.46	1.22	1.55	1.14	1.65	1.06	1.76	0.98	1.88
27	1.32	1.47	1.24	1.56	1.16	1.65	1.08	1.76	1.01	1.86
28	1.33	1.48	1.26	1.56	1.18	1.65	1.10	1.75	1.03	1.85
29	1.34	1.48	1.27	1.56	1.20	1.65	1.12	1.74	1.05	1.84
30	1.35	1.49	1.28	1.57	1.21	1.65	1.14	1.74	1.07	1.83
31	1.36	1.50	1.30	1.57	1.23	1.65	1.16	1.74	1.09	1.83
32	1.37	1.50	1.31	1.57	1.24	1.65	1.18	1.73	1.11	1.82
33	1.38	1.51	1.32	1.58	1.26	1.65	1.19	1.73	1.13	1.81
34	1.39	1.51	1.33	1.58	1.27	1.65	1.21	1.73	1.15	1.81
35	1.40	1.52	1.34	1.58	1.28	1.65	1.22	1.73	1.16	1.80
36	1.41	1.52	1.35	1.59	1.29	1.65	1.24	1.73	1.18	1.80
37	1.42	1.53	1.36	1.59	1.31	1.66	1.25	1.72	1.19	1.80
38	1.43	1.54	1.37	1.59	1.32	1.66	1.26	1.72	1.21	1.79
39	1.43	1.54	1.38	1.60	1.33	1.66	1.27	1.72	1.22	1.79
40	1.44	1.54	1.39	1.60	1.34	1.66	1.29	1.72	1.23	1.79
45	1.48	1.57	1.43	1.62	1.38	1.67	1.34	1.72	1.29	1.78
50	1.50	1.59	1.46	1.63	1.42	1.67	1.38	1.72	1.34	1.77
55	1.53	1.60	1.49	1.64	1.45	1.68	1.41	1.72	1.38	1.77
60	1.55	1.62	1.51	1.65	1.48	1.69	1.44	1.73	1.41	1.77
65	1.57	1.63	1.54	1.66	1.50	1.70	1.47	1.73	1.44	1.77
70	1.58	1.64	1.55	1.67	1.52	1.70	1.49	1.74	1.46	1.77
75	1.60	1.65	1.57	1.68	1.54	1.71	1.51	1.74	1.49	1.77
80	1.61	1.66	1.59	1.69	1.56	1.72	1.53	1.74	1.51	1.77
85	1.62	1.67	1.60	1.70	1.57	1.72	1.55	1.75	1.52	1.77
90	1.63	1.68	1.61	1.70	1.59	1.73	1.57	1.75	1.54	1.78
95	1.64	1.69	1.62	1.71	1.60	1.73	1.58	1.75	1.56	1.78
100	1.65	1.69	1.63	1.72	1.61	1.74	1.59	1.76	1.57	1.78

n = número de observaciones.

k = número de variables explicativas.

Esta tabla se tomó de *Biometrika*, vol. 41, 1951, p. 173, con permiso de los fideicomisarios.

Tabla L Valores críticos de la distribución de rangos de Student para $\alpha = 0.05$

$n - c$	c																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	18.0	27.0	32.8	37.1	40.4	43.1	45.4	47.4	49.1	50.6	52.0	53.2	54.3	55.4	56.3	57.2	58.0	58.8	59.6	
2	6.08	8.33	9.80	10.9	11.7	12.4	13.0	13.5	14.0	14.4	14.7	15.1	15.4	15.7	15.9	16.1	16.4	16.6	16.8	
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.2	10.3	10.5	10.7	10.8	11.0	11.1	11.2	
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66	8.79	8.91	9.03	9.13	9.23	
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72	7.83	7.93	8.03	8.12	8.21	
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59	
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76	6.85	6.94	7.02	7.10	7.17	
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87	
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28	6.36	6.44	6.51	6.58	6.64	
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11	6.19	6.27	6.34	6.40	6.47	
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98	6.06	6.13	6.20	6.27	6.33	
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21	
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79	5.86	5.93	5.99	6.05	6.11	
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71	5.79	5.85	5.91	5.97	6.03	
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65	5.72	5.78	5.85	5.90	5.96	
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59	5.66	5.73	5.79	5.84	5.90	
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54	5.61	5.67	5.73	5.79	5.84	
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79	
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75	
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43	5.49	5.55	5.61	5.66	5.71	
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32	5.38	5.44	5.49	5.55	5.59	
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21	5.27	5.33	5.38	5.43	5.47	
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73	4.82	4.90	4.98	5.04	5.11	5.16	5.22	5.27	5.31	5.36	
60	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73	4.81	4.88	4.94	5.00	5.06	5.11	5.15	5.20	5.24	
120	2.80	3.36	3.68	3.92	4.10	4.24	4.36	4.47	4.56	4.64	4.71	4.78	4.84	4.90	4.95	5.00	5.04	5.09	5.13	
α	2.77	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55	4.62	4.68	4.74	4.80	4.85	4.89	4.93	4.97	5.01	

Fuente: Reimpreso con permiso de los fideicomisarios de *Biometrika* de E.S. Pearson y H.O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3rd ed. (Cambridge University Press, 1966).

Tabla L Valores críticos de la distribución de rangos de Student para $\alpha = 0.01$ (fin)

$n - c$	c																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	90.0	135	164	186	202	216	227	237	246	253	260	266	272	277	282	286	290	294	298	
2	14.0	19.0	22.3	24.7	26.6	28.2	29.5	30.7	31.7	32.6	33.4	34.1	34.8	35.4	36.0	36.5	37.0	37.5	37.9	
3	8.26	10.6	12.2	13.3	14.2	15.0	15.6	16.2	16.7	17.1	17.5	17.9	18.2	18.5	18.8	19.1	19.3	19.5	19.8	
4	6.51	8.12	9.17	9.96	10.6	11.1	11.5	11.9	12.3	12.6	12.8	13.1	13.3	13.5	13.7	13.9	14.1	14.2	14.4	
5	5.70	6.97	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.2	10.5	10.7	10.9	11.1	11.2	11.4	11.6	11.7	11.8	11.9	
6	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30	9.49	9.65	9.81	9.95	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	
7	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55	8.71	8.86	9.00	9.12	9.24	9.35	9.46	9.55	9.65	
8	4.74	5.63	6.20	6.63	6.96	7.24	7.47	7.68	7.87	8.03	8.18	8.31	8.44	8.55	8.66	8.76	8.85	8.94	9.03	
9	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.32	7.49	7.65	7.78	7.91	8.03	8.13	8.23	8.32	8.41	8.49	8.57	
10	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21	7.36	7.48	7.60	7.71	7.81	7.91	7.99	8.07	8.15	8.22	
11	4.39	5.14	5.62	5.97	6.25	6.48	6.67	6.84	6.99	7.13	7.25	7.36	7.46	7.56	7.65	7.73	7.81	7.88	7.95	
12	4.32	5.04	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81	6.94	7.06	7.17	7.26	7.36	7.44	7.52	7.59	7.66	7.73	
13	4.26	4.96	5.40	5.73	5.98	6.19	6.37	6.53	6.67	6.79	6.90	7.01	7.10	7.19	7.27	7.34	7.42	7.48	7.55	
14	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54	6.66	6.77	6.87	6.96	7.05	7.12	7.20	7.27	7.33	7.39	
15	4.17	4.83	5.25	5.56	5.80	5.99	6.16	6.31	6.44	6.55	6.66	6.76	6.84	6.93	7.00	7.07	7.14	7.20	7.26	
16	4.13	4.78	5.19	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35	6.46	6.56	6.66	6.74	6.82	6.90	6.97	7.03	7.09	7.15	
17	4.10	4.74	5.14	5.43	5.66	5.85	6.01	6.15	6.27	6.38	6.48	6.57	6.66	6.73	6.80	6.87	6.94	7.00	7.05	
18	4.07	4.70	5.09	5.38	5.60	5.79	5.94	6.08	6.20	6.31	6.41	6.50	6.58	6.65	6.72	6.79	6.85	6.91	6.96	
19	4.05	4.67	5.05	5.33	5.55	5.73	5.89	6.02	6.14	6.25	6.34	6.43	6.51	6.58	6.65	6.72	6.78	6.84	6.89	
20	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09	6.19	6.29	6.37	6.45	6.52	6.59	6.65	6.71	6.76	6.82	
24	3.96	4.54	4.91	5.17	5.37	5.54	5.69	5.81	5.92	6.02	6.11	6.19	6.26	6.33	6.39	6.45	6.51	6.56	6.61	
30	3.89	4.45	4.80	5.05	5.24	5.40	5.54	5.65	5.76	5.85	5.93	6.01	6.08	6.14	6.20	6.26	6.31	6.36	6.41	
40	3.82	4.37	4.70	4.93	5.11	5.27	5.39	5.50	5.60	5.69	5.77	5.84	5.90	5.96	6.02	6.07	6.12	6.17	6.21	
60	3.76	4.28	4.60	4.82	4.99	5.13	5.25	5.36	5.45	5.53	5.60	5.67	5.73	5.79	5.84	5.89	5.93	5.98	6.02	
120	3.70	4.20	4.50	4.71	4.87	5.01	5.12	5.21	5.30	5.38	5.44	5.51	5.56	5.61	5.66	5.71	5.75	5.79	5.83	
α	3.64	4.12	4.40	4.60	4.76	4.88	4.99	5.08	5.16	5.23	5.29	5.35	5.40	5.45	5.49	5.54	5.57	5.61	5.65	

Fuente: Reimpreso con permiso de los fideicomisarios de *Biometrika* de E.S. Pearson y H.O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3^{er} ed. (Cambridge University Press, 1966).

Tabla M Valores críticos de r en la prueba de rachas

La tabla M1 y M2 contienen varios valores críticos de r para varios valores de n_1 y n_2 . Para la prueba de rachas de una sola muestra, todo valor de r que sea igual o menor que el mostrado en la tabla M1 o igual o mayor que el mostrado en la tabla M2 es significativo al nivel del 0.05.

Tabla M1

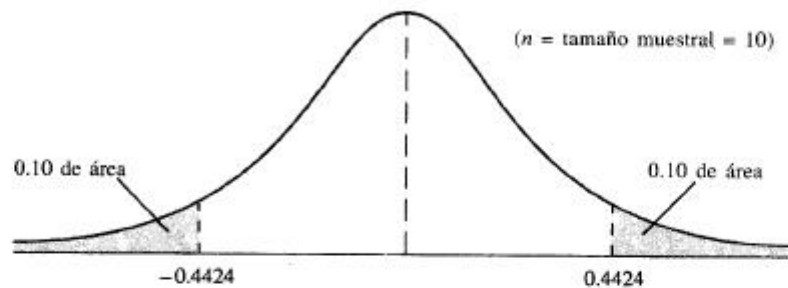
$n_1 \backslash n_2$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2											2	2	2	2	2	2	2	2	2
3					2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
4				2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
5			2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
6		2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6
7		2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
8		2	3	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7
9		2	3	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8
10		2	3	3	4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9
11		2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	9
12	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10
13	2	2	3	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	10	10
14	2	2	3	4	5	5	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11
15	2	3	3	4	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11	12
16	2	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11	12	12
17	2	3	4	4	5	6	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11	12	12	13
18	2	3	4	5	5	6	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13
19	2	3	4	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	11	12	12	13	13	13
20	2	3	4	5	6	6	7	8	9	9	10	10	11	12	12	13	13	13	14

Tabla M2

$n_1 \backslash n_2$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2																			
3																			
4				9	9														
5			9	10	10	11	11												
6			9	10	11	12	12	13	13	13	13								
7				11	12	13	13	14	14	14	14	15	15	15					
8				11	12	13	14	14	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	17
9					13	14	14	15	16	16	16	17	17	18	18	18	18	18	18
10					13	14	15	16	16	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20
11					13	14	15	16	17	17	18	19	19	19	20	20	20	21	21
12					13	14	16	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	22	22
13						15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23
14						15	16	17	18	19	20	20	21	22	22	23	23	23	24
15						15	16	18	18	19	20	21	22	22	23	23	24	24	25
16							17	18	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	25
17							17	18	19	20	21	22	23	23	24	25	25	26	26
18							17	18	19	20	21	22	23	24	25	25	26	26	27
19							17	18	20	21	22	23	23	24	25	26	26	27	27
20							17	18	20	21	22	23	24	25	25	26	27	27	28

Fuente: Adaptado de Frieda S. Swed y C. Eisenhart, "Tables for Testing Randomness of Grouping in a Sequence of alternatives", *Annals of Mathematical Statistics* 14, 1943, pp.66-87. Utilizado con autorización.

Tabla N Correlación de rangos de Spearman, áreas combinadas en ambas colas



Ejemplo: Para una prueba de dos colas de nivel de significancia de 0.20, con $n = 10$, el valor apropiado de r puede hallarse observando bajo la columna 0.20 y bajando hasta 10; allí se encontrará el valor apropiado de r_s que es 0.4424.

n	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002
4	0.8000	0.8000				
5	0.7000	0.8000	0.9000	0.9000		
6	0.6000	0.7714	0.8286	0.8857	0.9429	
7	0.5357	0.6786	0.7450	0.8571	0.8929	0.9643
8	0.5000	0.6190	0.7143	0.8095	0.8571	0.9286
9	0.4667	0.5833	0.6833	0.7667	0.8167	0.9000
10	0.4424	0.5515	0.6364	0.7333	0.7818	0.8667
11	0.4182	0.5273	0.6091	0.7000	0.7455	0.8364
12	0.3986	0.4965	0.5804	0.6713	0.7273	0.8182
13	0.3791	0.4780	0.5549	0.6429	0.6978	0.7912
14	0.3626	0.4593	0.5341	0.6220	0.6747	0.7670
15	0.3500	0.4429	0.5179	0.6000	0.6536	0.7464
16	0.3382	0.4265	0.5000	0.5824	0.6324	0.7265
17	0.3260	0.4118	0.4853	0.5637	0.6152	0.7083
18	0.3148	0.3994	0.4716	0.5480	0.5975	0.6904
19	0.3070	0.3895	0.4579	0.5333	0.5825	0.6737
20	0.2977	0.3789	0.4451	0.5203	0.5684	0.6586
21	0.2909	0.3688	0.4351	0.5078	0.5545	0.6455
22	0.2829	0.3597	0.4241	0.4963	0.5426	0.6318
23	0.2767	0.3518	0.4150	0.4852	0.5306	0.6186
24	0.2704	0.3435	0.4061	0.4748	0.5200	0.6070
25	0.2646	0.3362	0.3977	0.4654	0.5100	0.5962
26	0.2588	0.3299	0.3894	0.4564	0.5002	0.5856
27	0.2540	0.3236	0.3822	0.4481	0.4915	0.5757
28	0.2490	0.3175	0.3749	0.4401	0.4828	0.5660
29	0.2443	0.3113	0.3685	0.4320	0.4744	0.5567
30	0.2400	0.3059	0.3620	0.4251	0.4665	0.5479

Fuente: Adaptado de Glasser y Winter, *Biometrika*, 1961, con autorización de los fideicomisarios de *Biometrika*.

Tabla O Factores críticos de las cartas de control

<i>n</i>	Carta para promedios	Carta para rangos			
	Factor para el límite de control A_2	Factor para la recta central d_2	Factores de los límites de control D_3 D_4 d_3		
2	1.880	1.128	0	3.267	0.8525
3	1.023	1.693	0	2.575	0.8884
4	0.729	2.059	0	2.282	0.8798
5	0.577	2.326	0	2.115	0.8641
6	0.483	2.534	0	2.004	0.8480
7	0.419	2.704	0.076	1.924	0.833
8	0.373	2.847	0.136	1.864	0.820
9	0.337	2.970	0.184	1.816	0.808
10	0.308	3.078	0.223	1.777	0.797
11	0.285	3.173	0.256	1.744	0.787
12	0.266	3.258	0.284	1.716	0.778
13	0.249	3.336	0.308	1.692	0.770
14	0.235	3.407	0.329	1.671	0.762
15	0.223	3.472	0.348	1.652	0.755
16	0.212	3.532	0.364	1.636	0.749
17	0.203	3.588	0.379	1.621	0.743
18	0.194	3.640	0.392	1.608	0.738
19	0.187	3.689	0.404	1.596	0.733
20	0.180	3.735	0.414	1.586	0.729
21	0.173	3.778	0.425	1.575	0.724
22	0.167	3.819	0.434	1.566	0.720
23	0.162	3.858	0.443	1.557	0.716
24	0.157	3.895	0.452	1.548	0.712
25	0.153	3.931	0.459	1.541	0.709

Fuente: Los valores de d_2 y d_3 provienen de E.S. Pearson, "The Percentage Limits for the Distribution of Range in Samples from a Normal Population", *Biometrika* 24, 1932, p. 416. Utilizado con autorización de los fideicomisarios de *Biometrika*.

$$A_2 = 3/(d_2 \sqrt{n}), D_3 = 1 - 3(d_3/d_2), D_4 = 1 + 3(d_3/d_2).$$

Tabla P Combinatorios

n	${}_nC_0$	${}_nC_1$	${}_nC_2$	${}_nC_3$	${}_nC_4$	${}_nC_5$	${}_nC_6$	${}_nC_7$	${}_nC_8$	${}_nC_9$	${}_nC_{10}$
0	1										
1	1	1									
2	1	2	1								
3	1	3	3	1							
4	1	4	6	4	1						
5	1	5	10	10	5	1					
6	1	6	15	20	15	6	1				
7	1	7	21	35	35	21	7	1			
8	1	8	28	56	70	56	28	8	1		
9	1	9	36	84	126	126	84	36	9	1	
10	1	10	45	120	210	252	210	120	45	10	1
11	1	11	55	165	330	462	462	330	165	55	11
12	1	12	66	220	495	792	924	792	495	220	66
13	1	13	78	286	715	1287	1716	1716	1287	715	286
14	1	14	91	364	1001	2002	3003	3432	3003	2002	1001
15	1	15	105	455	1365	3003	5005	6435	6435	5005	3003
16	1	16	120	560	1820	4368	8008	11440	12870	11440	8008
17	1	17	136	680	2380	6188	12376	19448	24310	24310	19448
18	1	18	153	816	3060	8568	18564	31824	43758	48620	43758
19	1	19	171	969	3876	11628	27132	50388	75582	92378	92378
20	1	20	190	1140	4845	15504	38760	77520	125970	167960	184756

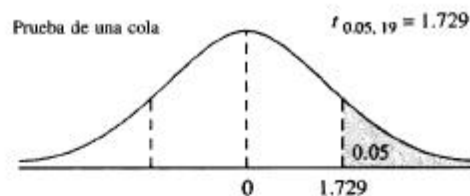
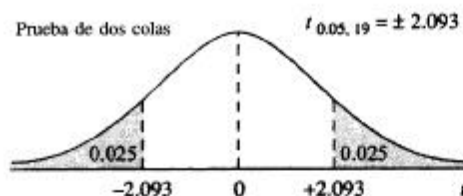


Tabla F La distribución t

	0.900	0.700	0.500	0.300	0.200	0.100	0.050	0.020	0.010	Valor α	Prueba de dos colas
	0.100	0.300	0.500	0.700	0.800	0.900	0.950	0.980	0.990	IC	
	0.450	0.350	0.250	0.150	0.100	0.050	0.025	0.010	0.005	Valor α	Prueba de una cola
	0.550	0.650	0.750	0.850	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995	IC	
g.l.	Valores de t										
1	0.158	0.510	1.000	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657		
2	0.142	0.445	0.816	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925		
3	0.137	0.424	0.765	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841		
4	0.134	0.414	0.741	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604		
5	0.132	0.408	0.727	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032		
6	0.131	0.404	0.718	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707		
7	0.130	0.402	0.711	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499		
8	0.130	0.399	0.706	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355		
9	0.129	0.398	0.703	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250		
10	0.129	0.397	0.700	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169		
11	0.129	0.396	0.697	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106		
12	0.128	0.395	0.695	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055		
13	0.128	0.394	0.694	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012		
14	0.128	0.393	0.692	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977		
15	0.128	0.393	0.691	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947		
16	0.128	0.392	0.690	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921		
17	0.128	0.392	0.689	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898		
18	0.127	0.392	0.688	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878		
19	0.127	0.391	0.688	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861		
20	0.127	0.391	0.687	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845		
21	0.127	0.391	0.686	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831		
22	0.127	0.390	0.686	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819		
23	0.127	0.390	0.685	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807		
24	0.127	0.390	0.685	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797		
25	0.127	0.390	0.684	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787		
26	0.127	0.390	0.684	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779		
27	0.127	0.389	0.684	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771		
28	0.127	0.389	0.683	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763		
29	0.127	0.389	0.683	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756		
30	0.127	0.389	0.683	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750		
40	0.126	0.388	0.681	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704		
60	0.126	0.387	0.679	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660		
120	0.126	0.386	0.677	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617		
∞	0.126	0.385	0.674	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576		

Índice

C

A

- Aleatoriedad, 482-484
- Análisis de correlación, 345-348
- Análisis de la varianza (ANOVA), 272-274; ANOVA a dos vías
 - en el modelo de regresión, 358-359
 - modelo de regresión múltiple, 383-384
 - prueba para diseños balanceados, 283-286
 - prueba para el diseño no balanceado, 286-289
 - razón- F , 276
 - tabla, 280-283
- Análisis de regresión, 325-326; *ver también* regresión múltiple
 - error estándar de estimación, 341-344
 - estimación de intervalo en, 353-357
 - limitaciones de, 349
 - mínimos cuadrados ordinarios (MCO), 328-331
 - modelo lineal simple, 326-328
- Análisis de tendencia, 424-427
- Análisis de varianza a dos vías (ANOVA),
 - Diseño aleatorizado en bloques, 289-298
- Análisis de varianza a una vía
 - definición, 274-275
 - fundamentos, 275, 276
- Análisis factorial, 298-302
- Analistas económicos, 6
- Analistas financieros, 6
- Aproximación normal, a la distribución binomial, 132-133, 137
- Autocorrelación negativa, 339-340
- Autocorrelación positiva, 339-340
- Autocorrelación, 339-340

B

- Bayes, Rev. Thomas, 90
- Bernoulli, Jacob, 108
- Bloqueo, 289-292
- Bondad de ajuste; *ver* error estándar de estimación

- coeficiente de determinación múltiple, 381-382
- para chi cuadrado (χ^2), 465-472

C

- Carta $\bar{X}$, 527-529
- Carta R , 529-532
- Cartas c , 537-541
- Cartas de control de atributos
 - cartas c , 537-541
 - cartas p , 533-537
- Cartas de control de variables
 - carta R , 529-532
 - carta X , 527-529
- Cartas de control, 521
 - interpretación, 541-542
 - para atributos
 - cartas c , 537-541
 - cartas p , 533-537
 - para variables, 523-526
 - carta R , 529-533
 - carta $\bar{X}$, 527-529
- Cartas P , 533-537
- Causalidad, 349
- Celdas, 25
- Centro de Fondo Mutuo Tradeline, 73
- Centro del Fondo de Inversión Mutuo, 73
- Chebyshev, P.L., 59
- Círculos de control de calidad, 7
- Clase(s), c , 21-24
 - determinación del número de, 22
 - intervalo, 23
 - límites, 22
 - punto medio, M , 23
 - regla para determinar número de, 22
- Coeficiente de confianza, 171-172
- Coeficiente de correlación poblacional pruebas para, 351-352
- Coeficiente de correlación producto-momento de Pearson, 345

Coeficiente de correlación, 345-347
Coeficiente de determinación corregido, 382
Coeficiente de determinación múltiple, 381-382
Coeficiente de determinación, 348
Coeficiente de regresión, 331
 comparación, 394-395
Coeficiente de sesgo de Pearson, 63
Coeficiente de sesgo, 63
Coeficiente de variación (CV), 63
Coeficientes beta; *ver* coeficientes de regresión estandarizados
Coeficientes de regresión estándar, 395
Coeficientes de regresión parcial, 377
Coeficientes de regresión parcial, 377
 pruebas individuales, 385-387
Combinaciones, 93, 94
Comparación por pares
 criterio de Tukey, 283-284
 diferencia menos significativa (DMS), 283-286
Computadores; *ver* Excel; Minitab
Conjunto de datos bimodales, 42
Conjunto, 80
Control de calidad (CC), 7
 historia del, 521-523
Control estadístico de calidad, 7-8
Correlación de rangos de Spearman, 491-495, 499
Correlación espúrea, 349
Correlación, causalidad y, 349
Criterio de Tukey (T), 283-284
Cuadrado medio de los tratamientos (CMTR), 279
Cuadrado medio del error (CME), 279
Cuadrado medio total (CMT), 279
Cuartiles, 57-58
Curva simétrica en forma de campana, 60
Curvas características de operación (CO), 545-546

D

Datos agrupados
 media, 53-54
 mediana, 54
 moda, 55
 varianza y desviación estándar para, 55-56
Datos, método de agrupación, 21; *ver también* datos agrupados
Deciles, 57-59
Deflactar, una serie de tiempo, 446
Deming, W. Edward, 521-523
Despliegue en función de la calidad, 7
Desviación estándar
 distribuciones de probabilidad, 107
 intervalos de confianza y, 174-175
 muestras, 50-52
 poblacional, 48-50
 usos frecuentes de la, 59-64
Desviación estándar de la muestra, para datos agrupados, 55-56
Desviación explicada, 346
Desviación no explicada, 347
Desviación normal, 125-126, 183
 cálculo de probabilidades con, 126-130
 la distribución de las proporciones muestrales, 158
Desviación total, 346
Desviación, medidas de, 346-347
Diagrama de árbol, 91
Diagrama de Pareto, 7
Diagrama de tallo y hoja, 29
Diagrama de Venn, 80
Diagramas circular, 28
Diagramas de dispersión, 325-326
Diferencia estadísticamente insignificante, 199-200
Diferencia menos significativa (DMS)
 para diseños balanceados, 283-286
 para diseños no balanceados, 286-288
Diseño aleatorizado en bloques, 289-298

- Diseño completamente aleatorizado, 300; *ver también* ANOVA a una vía
- Diseño de bloques, 300
- Diseño en cuadrado latino, 302-305
- Diseños balanceados, pruebas para; *ver también* diseños no balanceados
- criterio de Tukey, 284
 - método de diferencia menos significativo, 285-286
- Diseños no balanceados; *ver también* diseños balanceados, pruebas alternas para el método DMS, 286-289
- Dispersión, *ver* medidas de dispersión,
- Distribución
- binomial, 108-113
 - de Poisson, 115-118
 - discreta, 106-108
 - exponencial, 118-120
 - hipergeométrica, 113-115
 - normal, 123-133
 - muestral, 145-150
 - uniforme, 120-123
- Distribución Z, 176
- Distribución chi-cuadrado (χ^2), 59
- pruebas de bondad de ajuste, 465-472
 - pruebas de independencia, 472-477
- Distribución de frecuencia acumulada "más de", 23
- Distribución de frecuencia acumulada "menor que", 23-24
- Distribución de frecuencias, 21-24
- acumulada "más que", 23
 - acumulada "menor que", 23-24
 - relativa, 24
- Distribución de la frecuencia relativa, 24
- Distribución de Poisson, 115-118; 135
- uso del computador para, 117-118
- Distribución de probabilidad uniforme, 120-123
- uso del computador para, 122
- Distribución de probabilidad, 105-106
- desviación estándar de una, 107
 - media de una, 106
 - varianza de una, 106-107
- Distribución exponencial, 118-119, 135
- usando el computador, 119-120
- Distribución F, 253-255
- Distribución hipergeométrica, 113-115
- Distribución muestral, 152-153, 171
- definición, 145-146
 - de las medias muestrales, 146-147
 - aplicaciones, 152-157
 - error estándar, 147-149
 - media, 146-147
 - teorema del límite central, 150-151
 - varianza, 147-149 - de las proporciones muestrales, 157-159
 - error estándar, 158
 - valor esperado, 157-158
- Distribución normal estándar, 125
- Distribución normal, 60-62, 123-126, 135-136
- Distribución t de Student, 176-178
- Distribución -t, 234-238, 249-250; *ver también* distribución t de Student
- Distribución uniforme, 135
- Distribuciones binomiales acumuladas, 111-112
- Distribuciones binomiales, 134
- acumuladas, 111-112
 - aproximación normal a, 132-133, 137
 - cálculo, 109-110
 - definidas, 108
 - media, 110
 - propiedades de, 108
 - usando el computador para, 112-113
 - varianza, 111
- Distribuciones discretas, 106-108
- Dos poblaciones, 230-231
- E**
- Efecto de tratamiento, 276
- Elaboración de reportes de negocios, 561-567

Error

- nivel de significación y, 201
- tipo I, 201
- tipo II, 201
- tolerable, 183

Error de muestreo, 145

- causas de, 10
- definición, 11
- fuentes, 160

Error estándar

- de la media condicionada, 353
- de las medias muestrales, 147-149
- del pronóstico, 355
- impacto del tamaño de la muestra en, 149
- para diferencia de dos proporciones, 243
- utilizando el factor de corrección para poblaciones finitas (fpc), 149

Error estándar de estimación (Se), 341-344

- para regresión múltiple, 379-380

Error Tipo I, 201

- muestreo de aceptación, 543

Error Tipo II, 201

- muestreo de aceptación, 544

Error tolerable, 183**Espacio muestral (EM), 77****Estadística**

- aplicación universal de la, 6
- definición, 9
- descriptiva, 10
- funciones de la, 11-12
- oportunidades en la carrera de, 6-8
- importancia de la, 4-5
- inferencial, 10

Estadística descriptiva, 10**Estadística inferencial, 10, 144-145****Estadístico de prueba Z**

- para muestras grandes, 246-247

Estimación mancomunada, 234**Estimación puntual, 170-171****Estimación, 170-171**

- definición, 186-187

Estimador insesgado (Theta), 187**Estimador consistente, 188****Estimador eficiente, 188****Estimador suficiente, 189****Estimadores, 186-187**

- definición, 186-187

- propiedades de los buenos, 186-187

Eventos colectivamente exhaustivos, 81**Eventos complementarios, 82****Eventos dependientes, probabilidad de, 86****Eventos independientes, 81-82**

- probabilidad conjunta de, 86-87

Eventos mutuamente excluyentes, 81**Eventos no disyuntos, 81**

- determinación de la probabilidad de, 86-88

Eventos, 80-82**Evidencia de caminata aleatoria, 413****Exactitud, 10-11****Excel**

- para distribuciones binomiales, 112
- para distribuciones hipergeométricas, 113
- para la distribución de Poisson, 117-118
- para la distribución exponencial, 119

Éxito, probabilidad de (π), 109**Experimento, definición, 77****F****Factor de corrección de continuidad, 133****Factor de corrección para poblaciones finitas (fpc), 149****Factor de inflación de la varianza (FIV), 392****Fisher, Sir Ronald A., 253****FIV, ver factor de inflación de la varianza (FIV)****Fluctuaciones estacionales, 414****Fluctuaciones, 414****Formación estadística, necesidad de, 8**

Fórmula de conversión; *ver* fórmula Z
 Fórmula Z, 125-126, 152
 Fracaso, probabilidad de $(1 - \pi)$, 109
 Frecuencia relativa, 77-78
 Frecuencias esperadas, 468-469

G

Galton, Sir Francis, 325
 Gerencia de calidad total (GCT), 7-8
 Gosset, William S., 176
 Grados de libertad, 51
 para varianzas poblacionales desiguales, 236-237
 Gráfico de máximos-mínimos - cierre, 28, 29
 Gráficos de mínimos, máximos y cierre, 29

H

Heteroscedasticidad, 337
 Hiperplano, 378
 Hipótesis
 alternativa, 199
 nula, 199
 Hipótesis alternativa, 199; *ver también* hipótesis nula
 Hipótesis nula, 199
 Histograma, 27-28
 Homoscedasticidad, 337-338

I

I.C.; *ver* intervalo de confianza (I.C)
 Incremento puntual porcentual, 438
 Índice industrial Dow Jones, 445
 Índice agregativo de Standard & Poor, 445
 Índice de Laspeyres, 440-444
 Índice de Paasche, 441-444
 Índice de precios agregativos ponderados

Laspeyres, 440-444

Paasche, 441-444

Índice de precios agregativos, 439
 Índice de precios al consumidor (IPC), 445-448
 Índice de precios simple, 436-439
 Índice de producción industrial, 445
 Índice precios al productor, 445
 Informe de la industria educativa, 4
 Ingreso real, 447
 Interacción, 300-301
 Internet, información de la carrera en, 17
 Intersección, 80
 Intervalo
 factores que influyen el ancho de un, 357
 en análisis de regresión, 353-358
 estimación por, 170-171
 intervalo de confianza para la diferencia entre dos proporciones, 243-244
 muestras independientes
 muestra grande, 231-234
 muestra pequeña, 234-238
 muestras pareadas, 238-242
 Intervalo de confianza (I.C), 171-172
 control del ancho de, 182-183
 cuando la desviación estándar de la población es conocida, 174-175
 de la media condicionada, 353
 de la media poblacional
 muestras grandes, 172-176
 muestras pequeñas, 176-180
 fundamentos del, 171-172
 interpretación, 173-174
 para el intervalo de predicción, 355
 para la diferencia entre dos proporciones, 243-244
 para proporciones poblacionales, 180-181
 Intervalo de predicción, 353
 para un valor único de Y , 355-357

J

Juram, Joseph, 523

L

La gran media, 146-147, 275

LIC; *ver* Límite inferior de confianza (LIC)

Límite inferior de confianza (LIC), 171

Límite superior de confianza (LSC), 171

LSC; *ver* Límite superior de confianza (LSC)

M

Media aritmética, 41

Media condicionada, 353-355

Media de la muestra ($\bar{X}$ barra), 41

Media de las sumas de cuadrados, 278-280

Media geométrica, 44-46

Media poblacional, 41

Media ponderada, 43-44

Media; *ver también* media poblacional; Media muestral

comparada con la mediana y la moda, 46-47

de distribución de probabilidad, 106

de las distribuciones binomiales, 110

de las medias muestrales, 146-147

geométrica, 44-46

intervalo de confianza para la media poblacional, 172-176

intervalos de muestras pequeñas para la, 176-179

para datos agrupados, 53-54

ponderada, 43-44

prueba de una cola para, 206-208

pruebas con muestras pequeñas para estimar la, 213-215

pruebas de dos colas para la, 202-203

selección del estadístico de prueba apropiado para estimar la, 179

tamaño de la muestra para estimar la, 183

Mediana, 42

comparada la media y la moda, 46-47

para datos agrupados, 54

Medición, escalas de

intervalo, 13

nominal, 12-13

ordinal, 13

razón, 14

Medidas de dispersión, 41, 47-48, 57-58

definición, 46-47

desviación estándar, 48-50

para datos agrupados, 55-57

rango, 48

relativas, 63

varianza, 48-50

Medidas de tendencia central, 40-41

comparación, 46-47

media geométrica, 44-46

media ponderada, 43

media, 41

mediana, 42

moda, 42-43

para datos agrupados, 53-55

Medidas en escala de intervalo, 13-14

Medidas en escala de razón, 14

Medidas en escala nominal, 12-13

Medidas en escala ordinal, 13

Mejoramiento del producto; *ver* control de calidad (CC)

Método de conteo de opción múltiple, 95

Métodos de muestreo, 160-163

aleatorio simple, 161

estratificado, 161

por conglomerados, 162

sistemático, 161

Mínimos cuadrados ordinarios (MCO), 328-330

aplicación a la prueba de rachas, 484-486

Minitab

distribución de Poisson, 117-118

- intervalos de confianza, 174-175
- para distribuciones binomiales, 112
- prueba de dos colas para μ , 203
- distribución uniforme, 122-123
- valor p , 211
- Moda, 42-43
 - comparada con la mediana y la media, 46-47
 - para datos agrupados, 55
- Modelo clásico de probabilidad, 78
- Modelo de efectos aleatorios, 273
- Modelo de efectos fijos, 273
- Modelo subjetivo de la probabilidad, 78
- Modelos logarítmicos en la regresión curvilínea, 403-404
- Modelos polinomiales de regresión curvilínea, 401-402
- Muestra aleatoria simple, 161
- Muestra, 10, 144
 - definición, 9
 - desviación estándar, 50-51
 - varianza, 50-52
- Muestras independientes
 - estimación con muestras grandes, 231-234
 - estimación con muestras pequeñas, 234-238
- Muestras independientes, para pruebas con dos poblaciones, 231
- Muestras pareadas, 238-242
 - para pruebas con dos poblaciones, 231
 - pruebas de hipótesis con, 250-251
- Muestreo
 - aleatorio simple, 161
 - con reemplazo, 149
 - estratificado, 161
 - por conglomerados, 162
 - sistemático, 161
- Muestreo de aceptación, 8, 543-546
- Muestreo estratificado, 161
- Muestreo por conglomerados, 162
- Muestreo sistemático, 161
- Multicolinealidad, 377, 390-394
- N
 - Nivel de calidad aceptable (NCA), 8, 543
 - Nivel de significancia, 200-201
 - probabilidad de error y, 201
 - Norma estadística, en variación cíclica, 434-435
 - Número de aceptación, 544
 - Número índice
 - de precios agregativos, 439
 - de precios agregativos ponderados
 - Laspeyres, 440-444
 - Paasche, 441-444
 - de precios simple, 436-438
- P
 - Parámetro, 9
 - Parámetros poblacionales, pruebas para, 349-352
 - Patrones, detección de, 483
 - Pearson, Karl, 345
 - Percentiles, 57-58
 - Permutaciones, 93-94
 - Planes de muestreo múltiple, 545
 - Planes de muestreo secuencial, 545
 - Planes de muestreo, 545
 - Plano de regresión, 378
 - Población, 146; *ver también*, Media
 - definición, 8-9
 - desviación estándar, 48-50
 - varianza, 48-50
 - Poblaciones con varianzas desiguales, grados de libertad para, 236-237
 - Poblaciones normales
 - comparación de la varianza de dos, 253-255
 - Poisson, Simeon, 115
 - Premio Nacional de Calidad Malcolm Baldrige, 522-523
 - Probabilidad condicional, 84-85, 91
 - Probabilidad de éxito, 109
 - Probabilidad de fracaso, 109

- Probabilidad, 76-77
 - condicional, 84-85
 - modelo clásico, 78-79
 - modelo de frecuencia relativa, 77-78
 - modelo subjetivo, 78
 - regla de la adición para, 87-89
 - regla de la multiplicación para, 86
 - Probabilidades conjuntas, 83
 - Probabilidades marginales, 83
 - Proceso de Bernoulli, 108
 - Producto interno bruto (PIB), 447
 - Producto interno bruto real (PIBR), 447
 - Profundidades, 29
 - Promedio de posición (posicional); ver Mediana
 - Promedio, 41
 - Promedios móviles (PM), 417-420
 - Proporción poblacional, 180-181
 - pruebas para, 216-218
 - (prueba) Z, 216-218
 - Prueba Durbin-Watson, 339
 - Prueba de efectos principales, 299
 - Prueba de hipótesis
 - concepto de la, 199-201
 - pasos de una, 202
 - probabilidad de error en una, 201
 - zonas de rechazo en una, 200-201
 - Prueba de Kruskal-Wallis, 496-499
 - Prueba del signo, 477-481, 499
 - Prueba *U* de Mann-Whitney, 486-490, 499
 - Prueba *U*; ver Prueba *U* de Mann-Whitney
 - Pruebas con dos poblaciones
 - muestras independientes, 231-237
 - muestras pareadas, 231, 238-242
 - Pruebas con muestras pequeñas, media y, 213-215
 - Pruebas de dos colas, 202-203
 - U* de Mann-Whitney, 489
 - valor *p* para, 210-211
 - Pruebas de hipótesis
 - con datos pareados, 250-251
 - para diferencia de proporciones, 251-252
 - para dos medias con muestras independientes
 - con muestras grandes, 246-248
 - estimación con muestras pequeñas, 249-250
 - Pruebas de rachas, 482-486, 499
 - Pruebas de una cola
 - para μ , 206-209
 - prueba *U* de Mann-Whitney, 489-490
 - Pruebas libres de distribución; ver pruebas no paramétricas
 - Pruebas no paramétricas, 464-465
 - comparación con las pruebas paramétricas, 499
 - correlación de rangos de Spearman, 491-495
 - distribución chi-cuadrado, 465-477
 - Kruskal-Wallis, 496-499
 - pruebas del signo, 477-481
 - pruebas de rachas, 482-486
 - U* de Mann-Whitney, 486-490
 - Pruebas paramétricas, 464
 - comparadas con las pruebas no paramétricas, 499
 - Pareto, Vilfredo, 7
- R**
- Racha, 482
 - Rango, 48
 - Razón de normalización, 430
 - Razón *F*, 253;
 - tal y como se usa en análisis de varianza, 276
 - Razón media por promedio móvil, 430
 - Razón por promedio móvil, 429
 - Recta del mejor ajuste, 330
 - Redacción de informes, 561-567
 - Regla de adición de la probabilidad, 87-89
 - Regla de decisión, 201
 - Regla de la multiplicación de la probabilidad, 86
 - Regla empírica, 60-61, 123-125, 171, 343

- Regla, 80/20, 8
 - Reglas de probabilidad
 - adición, 87-89
 - multiplicación, 86
 - Regresión bivariada; *ver* regresión simple
 - Regresión curvilínea
 - definición, 325-326
 - modelos logarítmicos, 403-404
 - modelos polinómicos, 401-402
 - Regresión lineal
 - definición, 325-326
 - determinación del modelo, 326-328
 - error estándar de estimación, 341-344
 - modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), 328-331
 - supuestos de la, 336-340
 - Regresión múltiple, 325
 - coeficiente de determinación corregido, 382
 - coeficiente de determinación múltiple, 381-382
 - error estándar de estimación, 380
 - modelo de, 377-378
 - pruebas de significación, 383-387
 - Regresión paso a paso, 396
 - Regresión simple, 325
 - Relaciones estocásticas, 327
 - Relaciones determinísticas, 327
 - Restricción, 51
 - Resultado, 77
 - Resumen ejecutivo, 562
 - Riesgo del consumidor, 544
 - Riesgo del productor, 543-544
- S**
- Serie ordenada, 21, 29
 - Series de tiempo
 - análisis de tendencia, 424-427
 - componentes, 413-416
 - descomposición de
 - aislamiento de la componente estacional, 428-434
 - aislamiento de la variación cíclica, 434-435
 - variación irregular, 435-436
 - modelos, 416
 - técnicas de suavizamiento, 416-423
 - Sesgo de especificación, 394
 - Sesgo en el muestreo, 11, 160
 - Sesgo muestral, 11, 160
 - Sesgo, 62
 - Shewhart, Walter, 523
 - Suavizamiento exponencial, 420-423
 - Subagrupamiento racional, 524
 - Subgrupo, 524
 - Suma de cuadrados de los tratamientos, 277
 - Suma de cuadrados del bloque de filas (SCBF), 303-304
 - Suma de cuadrados del error (SCE), 277-278
 - Suma de cuadrados, 276-278
 - Suma de errores al cuadrado, 330
- T**
- Tablas de contingencia, 25-26, 477
 - para probabilidad de eventos, 83-87
 - Tablas de probabilidad, para eventos, 83-84
 - Tamaño de la muestra
 - determinación apropiada, 183-184
 - incremento, 182
 - para estimar π , 185
 - selección apropiada, 245
 - Técnicas de conteo, 93-95
 - Técnicas de suavizamiento
 - exponencial, 420-423
 - promedios móviles, 417-420
 - Tendencia central; *ver* medidas de la tendencia central
 - Tendencia secular, 414