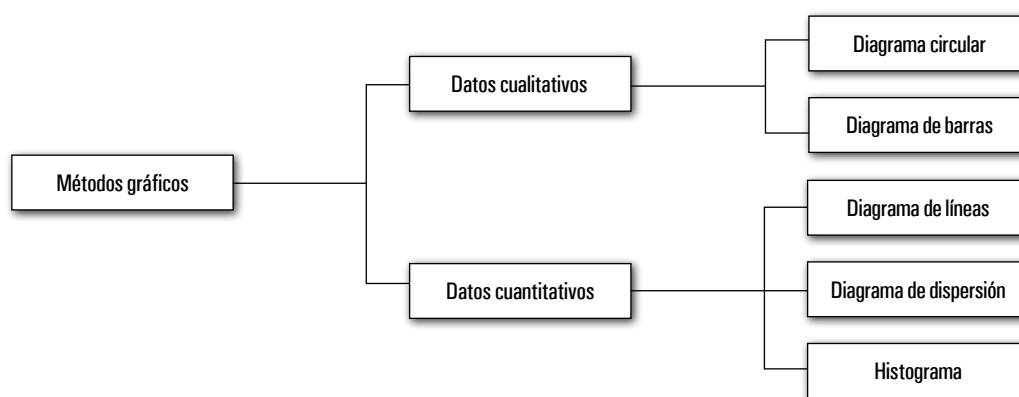


2.2. Métodos gráficos

Un viejo proverbio chino señala que una imagen dice más que mil palabras. Este proverbio resume el objetivo de la presente sección, en la que se mostrarán algunos métodos gráficos, proporcionados por la estadística descriptiva, que son utilizados en las ciencias sociales, administrativas y de negocios. Su propósito, como en los métodos tabulares, consiste en la organización de los datos para facilitar su interpretación, análisis y toma de decisiones sobre un fenómeno en estudio.

Los métodos gráficos, también conocidos como gráficas o diagramas, tienen ventaja sobre los métodos tabulares pues proporcionan una idea visual de la distribución de datos. En muchas ocasiones las gráficas facilitan la transmisión de ideas y conclusiones a las personas que no están habituadas a trabajar con las tablas de distribuciones de frecuencia.

Las gráficas que se exponen en esta sección se clasifican de acuerdo con el tipo de datos, ya sea cualitativos o cuantitativos.



El uso de los métodos gráficos depende de la naturaleza del problema que estemos analizando. Su propósito es mostrar las características más relevantes del conjunto de datos, de manera resumida y visual, con el fin de facilitar la interpretación, análisis y toma de decisiones sobre un fenómeno en estudio.

2.2.1. Diagrama circular

También conocido como diagrama circular de segmentos o gráfica de pastel, es una figura circular que se divide en varios segmentos; cada uno representa una de las clases estudiada. Se usa para mostrar el porcentaje que cada clase representa en el total de la población. Su uso es más frecuente cuando utilizamos datos con variables cualitativas

Para elaborar un diagrama circular, primero tenemos que encontrar los porcentajes que cada clase representa del total de la población. Los porcentajes de cada clase deben ser proporcionales al área establecida en el diagrama circular para cada clase y al número de grados que le correspondan del total de 360°.

Ejemplo 8

Encontrar el diagrama circular para las exportaciones que realizó México durante el año 2000, según el sector económico:

Sector	Millones de dls.	Porcentaje
Petrolero	16 379.9	9.70%
Agropecuario	4 262.7	2.56%
Extractivo	520.7	0.40%
Manufacturero	145 260.7	87.30%
Total	166 424.0	100.00%

Fuente: Información financiera y económica, www.banxico.org.mx

Tabla 2.8. Exportaciones de México en el año 2000.

Como puede observarse, la información ha sido convertida en porcentajes, con lo cual puede facilitarse la comparación de las exportaciones por sector. Para construir el diagrama circular debemos conocer el número de grados que corresponden a cada una de las cuatro clases señaladas en la tabla 2.8. Esto nos ayudará a establecer cada una de las áreas que integran el diagrama circular. Para esto acudimos a la siguiente regla de conversión a grados:

$$\text{Número de grados para una clase} = N_i \frac{360^\circ}{N}$$

Donde N_i es el tamaño de la clase i y N es el tamaño del total de la población.

En este caso, si tomamos por ejemplo el sector petrolero, se puede observar que $N_i = 16\,379.9$, mientras que $N = 166\,424.0$. Sustituyendo en la regla de conversión, se obtienen los siguientes grados que representan el área que conformará la clase del sector petrolero en el diagrama circular:

$$\text{Número de grados para sector petrolero} = (16\,379.9) \frac{360^\circ}{166\,424} = 35.43^\circ$$

El área correspondiente a la clase representada por el sector petrolero es de 35.43° del total de 360° que tiene el diagrama circular. Lo mismo se puede realizar para obtener los grados que corresponden a cada uno de los sectores:

$$\text{Número de grados para sector agropecuario} = (4\,262.7) \frac{360^\circ}{166\,424.0} = 9.22^\circ$$

$$\text{Número de grados para sector extractivo} = (520.7) \frac{360^\circ}{166\,424.0} = 1.12^\circ$$

$$\text{Número de grados para sector manufacturero} = (145\,260.7) \frac{360^\circ}{166\,424.0} = 314.23^\circ$$

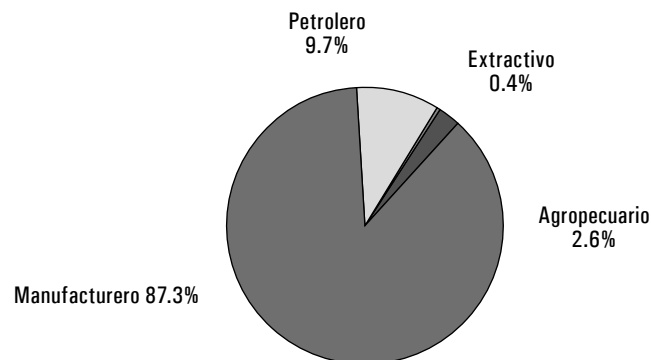


Figura 2.1. Exportaciones mexicanas, según el sector de la economía en el 2000.

En el gráfico puede observarse que el sector manufacturero abarca la mayor parte de las exportaciones mexicanas con una participación de 87.3% del total; seguido por las exportaciones petroleras con 9.7%; las exportaciones agropecuarias con 2.6% y las exportaciones del sector extractivo apenas alcanzan 0.4% del total. De la gráfica podemos observar que México ya no tiene demasiada dependencia de las exportaciones petroleras como lo fue en la década de 1980, aunque este sector sigue siendo clave para la economía.

Ejemplo 9

Encontrar el diagrama circular para la distribución de la producción nacional en México en el tercer trimestre del 2001, según el sector económico:

Sector	Millones de pesos de 1993	Porcentaje
Agropecuario	75 043 474	5.24%
Industrial	415 706 866	29.02%
Servicios	941 943 481	65.74%
Total	1 432 693 821	100.00%

Fuente: Banco de Información Económica, www.inegi.gob.mx

Tabla 2.9. Producción en México en el tercer trimestre del 2001.

Como puede observarse, la información ha sido convertida en porcentajes, con lo que se facilita la comparación de los datos acerca de la producción en México por sector. El porcentaje de la producción que cada sector representa en la economía nacional puede visualizarse en el siguiente diagrama circular de segmentos:

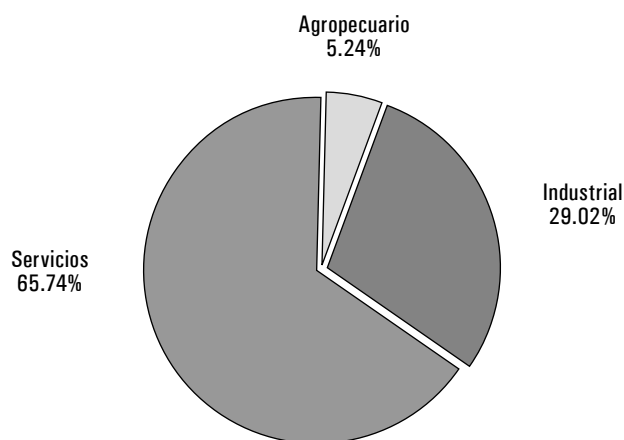


Figura 2.2. Producción en México, según el sector de la economía.

En la figura 2.2 se muestra la distribución de la producción en México en el tercer trimestre del año 2001, según el sector. Este diagrama tiene una pequeña inclinación, cuyos segmentos se encuentran separados, lleva el nombre de “diagrama circular seccionado con efecto”.

Se puede observar que en el tercer trimestre del 2001 el sector servicios ocupa la mayor participación en la producción nacional con 941 943 481 millones de pesos a precios de 1993, que

representa 65.74% del total. En este sector se encuentran incluidos todo tipo de servicios como comercio, restaurantes, hoteles, transporte, almacenaje, comunicaciones, financieros, seguros, bancarios o inmobiliarios. En la segunda posición se encuentra el sector industrial con 29.02% de la producción total; mientras que en último lugar se encuentra el sector agropecuario, con 5.24% del total, que incluye silvicultura, pesca, ganadería y agricultura.

2.2.2. Diagrama de barras

Otra manera de organizar datos provenientes de variables cualitativas es través del diagrama de barras. Este diagrama está compuesto por barras o segmentos rectangulares separados que representan una clase o categoría. Las barras pueden estar en posición vertical u horizontal. Lo largo de cada barra indica el nivel que adquiere la variable cualitativa.

Ejemplo 10

A continuación se muestra, en miles de toneladas, la producción mundial de tabaco durante el año 2000. Encontrar el diagrama de barras para la producción mundial de tabaco, de acuerdo con el país de origen:

País	Miles de toneladas
China	2 021.04
India	599.40
Brasil	493.10
Estados Unidos	408.20
Turquía	197.26
Indonesia	157.35
Otros productores	1 869.54
Total	5 745.89

Fuente: Claridades agropecuarias, ASERCA-SAGARPA, www.sagarpa.gob.mx

Tabla 2.10. Producción de tabaco en el año 2000 por país de origen.

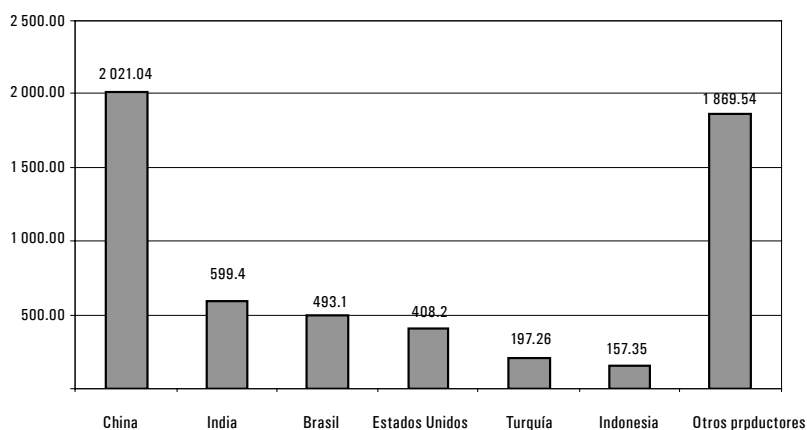


Figura 2.3. Producción de tabaco en el año 2000, según país de origen.

En este gráfico de barras se observa que el principal productor de tabaco en el mundo es China, con 2 021.04 miles de toneladas producidas durante el año 2000. Observa que el gráfico expone la producción mundial de tabaco desagregado de acuerdo con el país de origen, lo que es una variable de tipo cualitativo. También observa que las barras se encuentran separadas entre sí. Cada una de las barras representa una categoría (país de origen) y en su parte superior se indica el monto de la producción de tabaco.

Ejemplo 11

De acuerdo con el *ranking* de los programas de maestría en negocios construido por la revista *Financial Times*, a continuación se presentan las escuelas de negocios catalogadas dentro de las mejores diez del mundo en el año 2001:

Posición	Escuela	Puntos
1	University of Pennsylvania: Wharton	76.1
2	Harvard Business School	75.3
3	Stanford University	73.0
4	University of Chicago	70.3
5	Columbia University	69.9
6	MIT: Sloan	68.5
7	Insead, Francia	67.8
8	London Business School	65.4
9	Northwestern University: Kellogg	64.8
10	New York University: Stern	63.6

Fuente: *Financial Times*, http://mba.ft.com/CareerAdvisor/MBARankings/ranking_body.jsp

Tabla 2.11. Las diez mejores escuelas de negocios en el mundo.

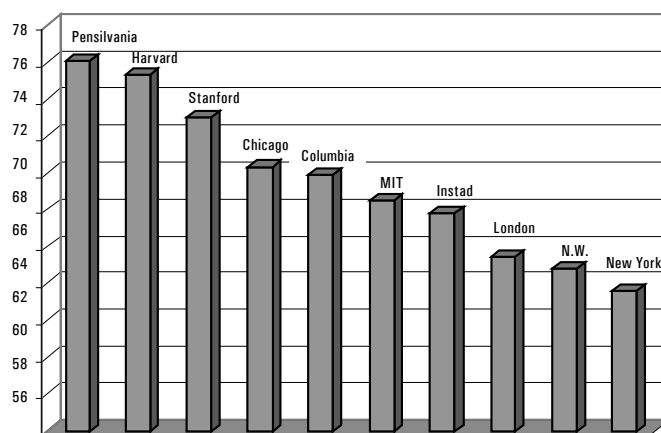


Figura 2.4. Diez mejores programas de maestría en negocios.

La información proporcionada por la revista *Financial Times* puede ser presentada mediante un diagrama de barras, en virtud que la variable bajo estudio, “Programas de maestría en negocios”, es de tipo cualitativo. Específicamente éste es un diagrama de barras con efecto.

El diagrama de barras también puede ser construido de manera horizontal y sus categorías o barras pueden ser mostradas en porcentajes.

Ejemplo 12

Durante el año de 1998 se presentaron 2 269 conflictos colectivos de trabajo en México, mismos que se presentan en la siguiente tabla, clasificados de acuerdo con las organizaciones obreras.

Organización	Conflictos	Porcentaje
CTM	764	33.70%
CROC	520	22.91%
Independiente	193	8.50%
CROM	53	2.33%
Otras organizaciones	455	20.05%
No especificado	284	12.51%
Total	2 269	100.00%

Fuente: Estadísticas sobre relaciones laborales de jurisdicción local y federal, INEGI, www.inegi.gob.mx
Tabla 2.12. Conflictos colectivos de trabajo en 1998, según la organización obrera.

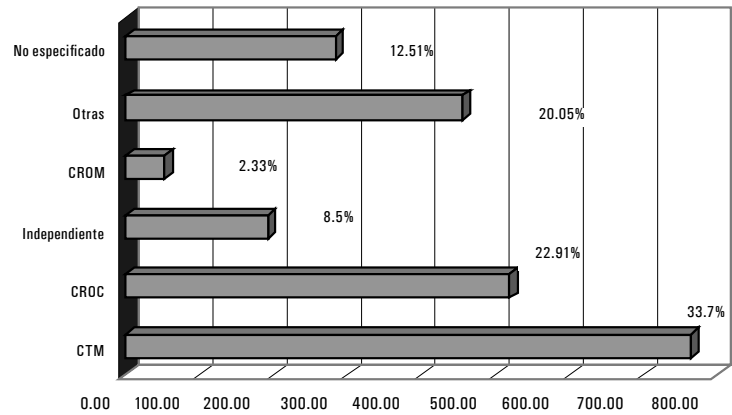


Figura 2.5. Conflictos colectivos de trabajo en México en 1998.

En la figura 2.5 se muestra un diagrama de barras construido de manera horizontal, con el número de conflictos colectivos laborales que se presentaron en México durante el año de 1998 y el porcentaje que representa del total, según la central obrera. Podemos apreciar que la central obrera que más conflictos laborales emplazó en 1998 fue la CTM con 33.7%, seguida por la CROC con 22.91% del total de conflictos en México.

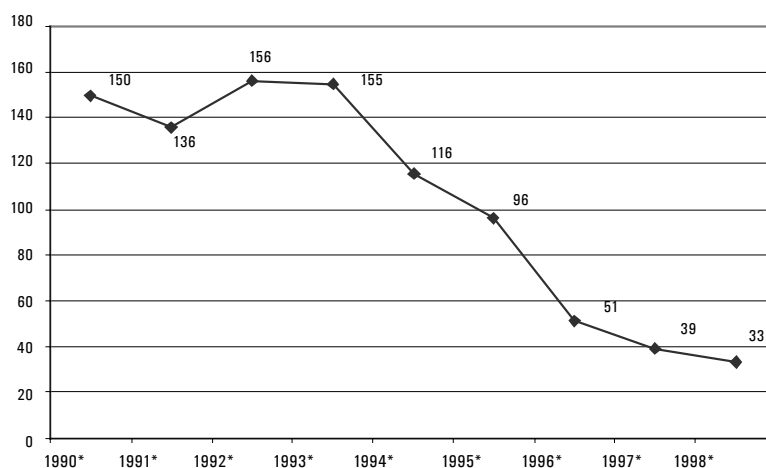
2.2.3. Diagrama de líneas

Este tipo de gráficos es utilizado para exponer el comportamiento de variables cuantitativas a través del tiempo. Es una representación gráfica de los datos que, a diferencia del diagrama de barras, los

puntos correspondientes a los niveles son unidos por segmentos lineales, donde los puntos definen una característica de los datos con los que se trabaja. En este tipo de gráficos, en el eje horizontal se posiciona la medición del tiempo y en el eje vertical se colocan los distintos valores de la variable en cuestión. Son de gran utilidad para observar las tendencias que la variable adquiere a través del tiempo.

Ejemplo 13

Continuando con el estudio del mercado laboral en México, a continuación se expone una gráfica de líneas en la que se señalan las huelgas estalladas de 1990 a 1998 en México, cuya jurisdicción fue de carácter federal:



Fuente: Estadísticas sobre relaciones laborales de jurisdicción local y federal, INEGI, www.inegi.gob.mx

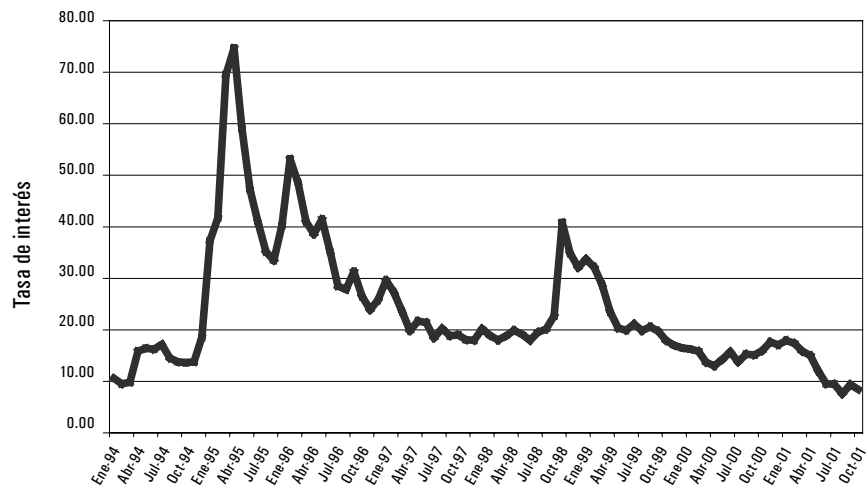
Figura 2.6. Huelgas estalladas en México de jurisdicción federal.

En la figura 2.6 podemos observar que el número de huelgas estalladas en México ha mostrado una tendencia hacia la baja a partir del año de 1993. De esta manera, un analista puede señalar que existen condiciones favorables en el mercado de trabajo para llevar a cabo inversiones en México. Esta gráfica puede resultar de gran interés para inversionistas tanto nacionales como extranjeros, pues el hecho de que existan menos huelgas estalladas favorece el panorama laboral en nuestro país.

En el ejemplo 13 se observa que en el eje horizontal del gráfico el tiempo es medido en años. No obstante, existen diversos casos en los que podemos elaborar diagramas lineales para analizar el comportamiento de una variable en meses, en trimestres, en cuatrimestres o incluso en horas y minutos, dependiendo del problema que se estudie. Además, los diagramas lineales ayudan a analizar si existe volatilidad o nerviosismo en un mercado.

Ejemplo 14

Durante los meses que corren de enero de 1994 a octubre de 2001 se ha observado el comportamiento diario de la tasa de interés en México, éste se muestra en el siguiente diagrama de líneas:



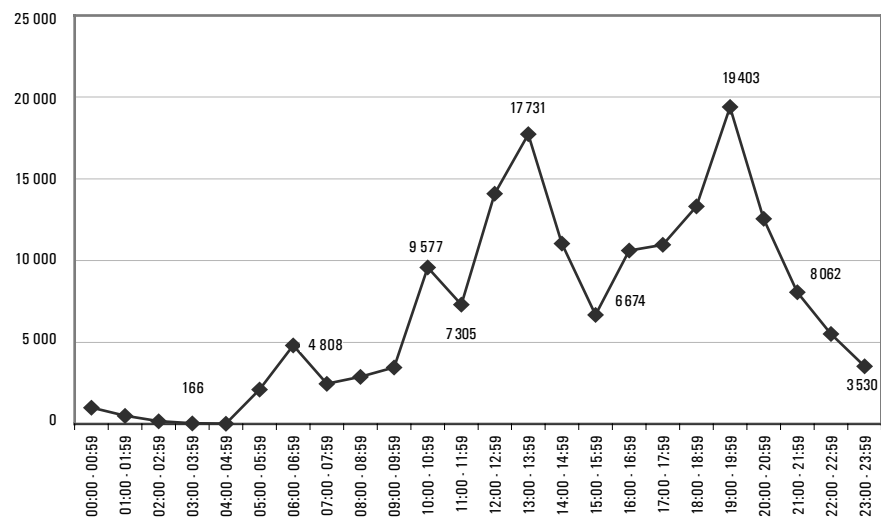
Fuente: Banco de México, www.banxico.org.mx

Figura 2.7. Tasa de interés en México, CETES a 28 días, 1994-2001.

En la figura 2.7 se aprecia claramente los momentos de inestabilidad económica. Por ejemplo, desde diciembre de 1994 y durante todo el año de 1995 se observa que las tasas de interés se dispararon por encima de 20%, lo que generó la caída de la inversión privada. Éste fue un periodo de crisis económica conocida como “el error de diciembre de 1994”. Por otra parte, en el año de 1998, la tasa de interés nuevamente se dispara por encima de 20%. Si bien ésta no fue una crisis económica generada en el interior del país, la inestabilidad fue causada por una crisis internacional que se presentaba en Asia y que sacudió todos los mercados de dinero en el mundo, entre ellos al de México. En este ejemplo, el diagrama de líneas ayuda a visualizar y entender el comportamiento de la tasa de interés a través del tiempo.

Ejemplo 15

Se desea conocer el comportamiento del flujo migratorio en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, de acuerdo con su horario de llegadas internacionales. Para esto se analiza el ingreso de extranjeros a México que se presentó durante el mes de julio del año 2001 mediante el siguiente diagrama de líneas.



Fuente: Programa Bidual de Mejora Regulatoria 2001-2003 de la Secretaría de Gobernación, www.cofemer.gob.mx

Figura 2.8. Ingreso de extranjeros en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México durante el mes de julio de acuerdo con el horario.

En la figura 2.8 se aprecia que el ingreso de extranjeros comienza a incrementarse a partir de las 11:30 horas, alcanzando entre la 13:00 y 14:00 horas un nivel de 17 731 extranjeros registrados; posteriormente desciende el flujo migratorio para nuevamente incrementarse alrededor de las 19:00 y las 20:00 horas, en el que alcanza su punto máximo con 19 403 extranjeros registrados durante el mes de julio de 2000. Con esta información los establecimientos comerciales en el aeropuerto sabrán el número de empleados requeridos por horario.

2.2.4. Diagrama de dispersión

Es una representación gráfica de dos variables cuantitativas que se analizan de manera simultánea, por ejemplo x y y . En estos diagramas, los valores de ambas variables se representan individualmente sin agruparse en clases. Este tipo de gráficos se aplica preferentemente a pequeños conjuntos de datos y son particularmente útiles en la comparación de dos conjuntos de datos; por ejemplo, para observar de qué forma dos variables se relacionan entre sí.

Una característica particular de estos gráficos es que los datos se representan en forma de puntos, sin estar unidos por segmentos de recta, se le llama diagrama de dispersión ya que cada punto muestra una observación que es comparable con las demás observaciones o datos. En este diagrama se comparan dos variables diferentes y se define si tienen relación entre sí, por ejemplo, se puede observar la relación que existe entre los cambios en las cantidades demandadas y los precios, la relación entre la inversión y la tasa de interés, o la relación que existe entre la tasa de interés y el índice de precios y cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores.

Ejemplo 16

Se desea conocer si existe alguna relación entre el nivel de inflación en México y la tasa de interés. Con la información de la tasa de interés de los CETES a 28 días y el nivel de inflación mensual que se presentó entre los meses de noviembre de 1994 y diciembre de 1995, construye un diagrama de dispersión e interpreta su resultado.

Mes	Inflación	Tasa de interés
Nov/1994	0.5300	13.74
Dic/1994	0.8800	18.51
Ene/1995	3.7600	37.25
Feb/1995	4.2400	41.69
Mar/1995	5.9000	69.54
Abr/1995	7.9700	74.75
May/1995	4.1800	59.17
Jun/1995	3.1700	47.25
Jul/1995	2.0400	40.94
Ago/1995	1.6600	35.14
Sep/1995	2.0700	33.46
Oct/1995	2.0600	40.29
Nov/1995	2.4700	53.16
Dic/1995	3.2600	48.62

Fuente: Banco de México, www.banxico.org.mx

Tabla 2.13. Tasas de interés e inflación mensual en México.

En la tabla 2.13 se exponen los valores de dos variables importantes para la macroeconomía del país, en un momento de gran volatilidad. Si realizamos una breve inspección a esta tabla resulta muy difícil apreciar si existe relación entre ambas variables. Únicamente observamos que ambas variables se disparan a partir del mes de diciembre de 1994, fecha en que se presenta una crisis económica en México. Para analizar la relación de estas dos variables, acudimos a la construcción de un diagrama de dispersión donde se graficarán las catorce observaciones señaladas en la tabla 2.13.

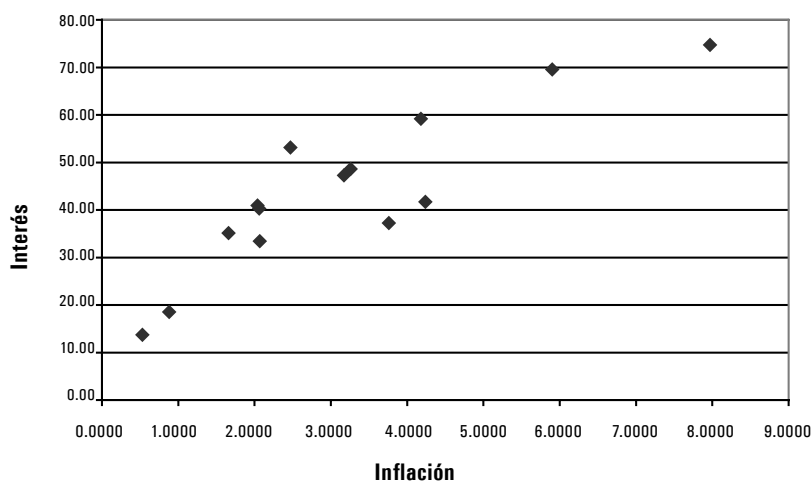


Figura 2.9. Relación entre tasa de interés e inflación en México.

En este diagrama de dispersión se puede apreciar un conjunto de puntos dispersos a través de la gráfica. El comportamiento de esta dispersión hace ver que existe una relación positiva entre la tasa de interés y la inflación en México. Es decir, si trazáramos una curva de tendencia a través de los puntos, observaremos que la pendiente de esta curva será positiva.

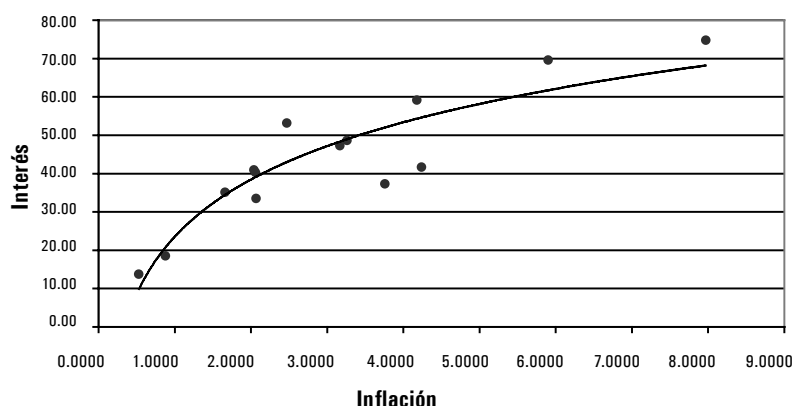


Figura 2.10. Relación entre tasa de interés e inflación.

Cuando observamos una relación positiva en un diagrama de dispersión señalamos que las dos variables se mueven en el mismo sentido. En el caso de este ejemplo podemos señalar que cuando la inflación tiende a incrementarse, la tasa de interés tendrá un comportamiento similar, o cuando observamos que la inflación disminuye, la tendencia de la tasa de interés se comporta de la misma manera. Para demostrar lo anterior, grafiquemos de manera separada, con la ayuda de diagramas de líneas, el comportamiento de la inflación y la tasa de interés entre noviembre de 1994 y diciembre de 1995.

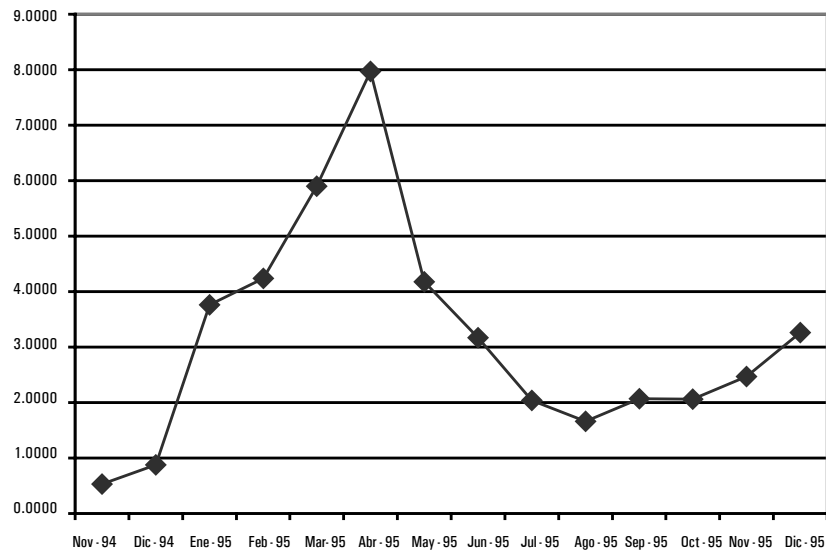


Figura 2.11. Inflación.

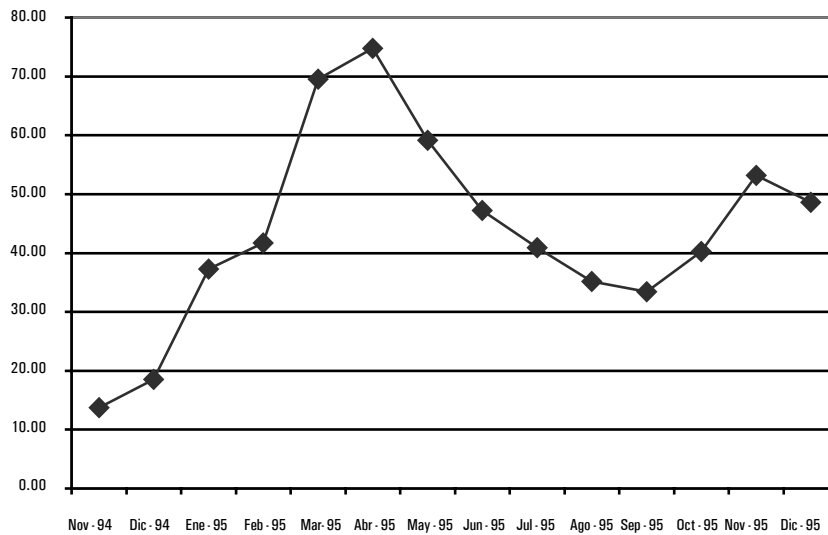


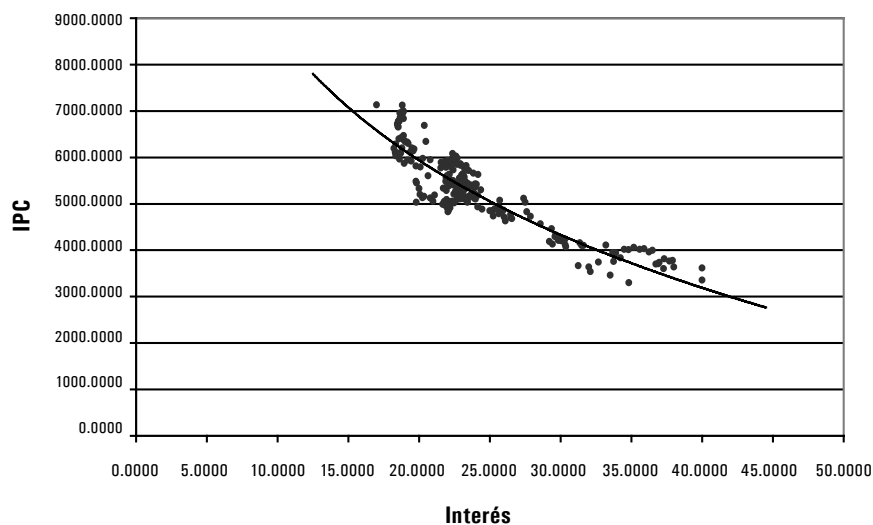
Figura 2.12. Tasa de interés.

Podemos observar que el comportamiento de ambas gráficas es similar; es decir, que durante los meses de noviembre de 1994 a abril de 1995, ambas variables mostraron una tendencia hacia la alza, también se observa este comportamiento ascendente a partir del mes de agosto de 1995. Por otra parte, es fácil reconocer que de los meses de abril a julio de 1995 la inflación y la tasa de interés muestran una tendencia decreciente, por lo que se concluye que la relación existente entre estas dos variables es positiva.

Por esta razón, es muy común escuchar que una de las prioridades del Banco de México ha sido reducir la inflación, pues de esta manera se presenta una disminución en las tasas de interés, abaratando el costo por endeudamiento y reactivando así la inversión en el país.

Ejemplo 17

A continuación se muestra el diagrama de dispersión para conocer la relación entre el índice de precios y cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores (IPC) y la tasa de interés de CETES en el año de 1999.



Fuente: Bolsa Mexicana de Valores, www.bmv.com.mx

Figura 2.13. Relación entre el IPC de la Bolsa y la tasa de interés.

En la figura 2.13 se puede observar una relación inversa o negativa entre las tasas de interés y el IPC de la Bolsa Mexicana de Valores (véase la pendiente de la línea de tendencia trazada por encima de los puntos dispersos del diagrama). Veamos el comportamiento diario de ambas variables durante el año de 1999 con ayuda de los diagramas de líneas.

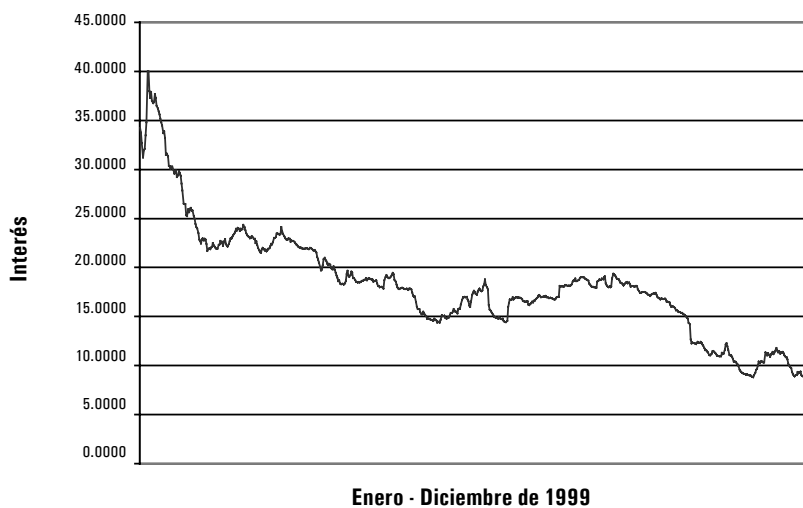


Figura 2.14. Tasa de interés en 1999.

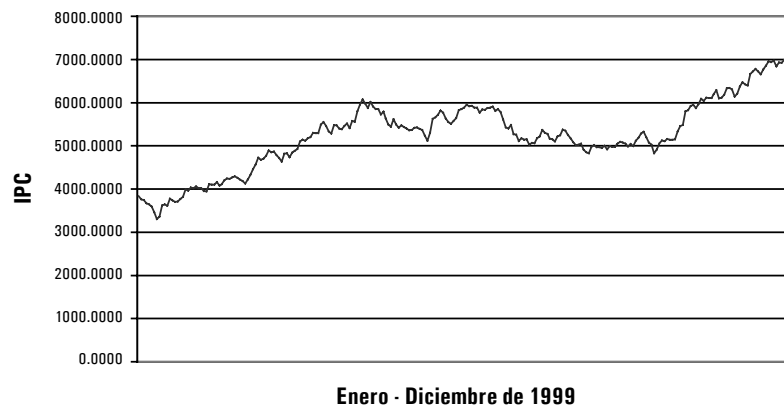


Figura 2.15. IPC de la BMV en 1999.

En ambas gráficas se observa que existen tendencias inversas entre las dos variables. Por esta razón es frecuente escuchar que cuando la tasa de interés de los CETES sube, la Bolsa Mexicana de Valores reacciona con una caída o viceversa, cuando se presenta una disminución de las tasas de interés, la Bolsa se manifiesta con una buena jornada bursátil.

2.2.5. Histograma

El histograma es una manera de describir gráficamente la información contenida en una distribución de frecuencias. Es un diagrama que se utiliza para organizar datos cuantitativos; en el eje horizontal de la gráfica se colocan los valores de cada clase, mientras que en el eje vertical se exponen las frecuencias o número de observaciones de cada clase. Sobre cada una de las clases se construyen rectángulos que alcanzan la altura señalada por la frecuencia de clase.

Un error muy común que se comete es confundir el histograma con el diagrama de barras. Recuerda que el histograma es utilizado para organizar datos cuantitativos, mientras que el diagrama de barras es utilizado para datos cualitativos. Adicionalmente, en el diagrama de barras, las clases o columnas se encuentran separadas por un espacio, mientras que en el histograma las columnas se encuentran colocadas una seguida de la otra, sin espacio alguno entre ellas.

Ejemplo 18

Con la información expuesta en el ejemplo 5, sobre las ventas de una compañía automotriz, elabora el histograma correspondiente:

Clases	Frecuencia (f)
41 - 50	2
51 - 60	8
61 - 70	10
71 - 80	12
81 - 90	6
91 - 100	2
Σ	40

Tabla 2.14. Distribución de frecuencias de la venta de automóviles.

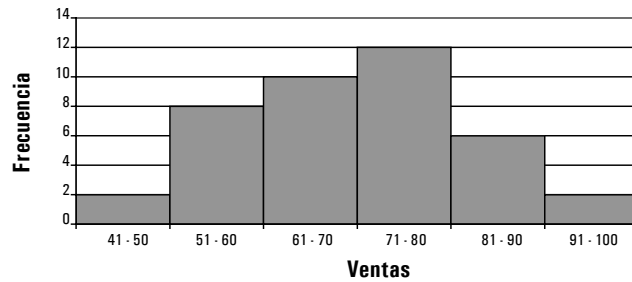


Figura 2.16. Histograma de las ventas de automóviles.

En el histograma se aprecia que en los cuarenta días observados, en dos días específicos se vendieron entre 41 y 50 coches, en ocho días específicos se vendieron entre 51 y 60 coches y así sucesivamente.

Ejemplo 19

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2000, existen 22 268 916 hogares en México de los cuales, 1 403 179 son habitados por un integrante; 2 861 484 son habitados por 2 integrantes; 4 035 951 con 3 integrantes; 4 951 343 con 4 integrantes; 3 945 599 con 5 integrantes; 2 355 680 con 6 integrantes; 1 177 911 con 7 integrantes; 679 978 con 8 integrantes, y 857 791 con 9 o más integrantes. Elabora un histograma para las frecuencias de los hogares en México.

Integrantes	Hogares
1	1 403 179
2	2 861 484
3	4 035 951
4	4 951 343
5	3 945 599
6	2 355 680
7	1 177 911
8	679 978
9 y más	857 791
Total	22 268 916

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000, www.inegi.gob.mx

Tabla 2.15. Número de hogares en México según número de integrantes.

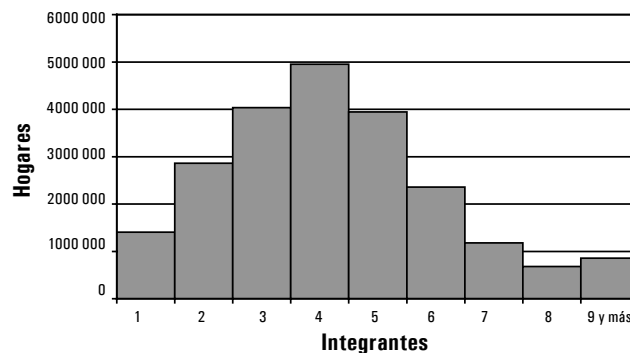


Figura 2.17. Histograma de hogares en México.

El histograma permite observar cómo se distribuyen las frecuencias de la tabla 2.15. Se puede observar que los hogares habitados con 4 integrantes es el más frecuente en México. Esta información podría ser utilizada por una compañía constructora de casas de interés social con el fin de diseñar el tipo de casa que más se demandarían en el país.

Ejercicio 2

1. Un egresado de licenciatura en administración desea continuar sus estudios de maestría en el extranjero y recabó información sobre algunas universidades de su interés. El estudiante observó que en el proceso de admisión a la maestría en negocios ofrecida por la escuela Richard Ivey de la Universidad de Western Ontario en Canadá, 9% de los estudiantes admitidos estudiaron su licenciatura en el campo de las artes; 24% en ciencias administrativas; 2% en leyes; 13% en ciencias, 26% en ciencias sociales; 21% de diversas ingenierías y 5% restante en otras disciplinas. También observó que de los egresados de ese programa de maestría, 36% obtiene una posición laboral en el área de finanzas; 17% en el área de mercadotecnia; 24% en el área de consultoría y 23% en otras áreas. (Fuente: www.ivey.uwo.ca)
 - a) Elabora un diagrama circular para ilustrar el área de estudio a nivel licenciatura de donde provienen los estudiantes admitidos para la maestría en negocios.
 - b) Elabora un diagrama circular para ilustrar el campo laboral donde laboran los egresados de esta maestría en negocios.

2. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2000 realizado en México por el INEGI, se observa que existen 97 483 412 habitantes, clasificados de la siguiente manera: 49 891 159 son mujeres y 47 592 253 son hombres. Además se sabe que la población con edad de 12 años en adelante es de 69 235 053 habitantes, misma que se clasifica según su estado conyugal de la siguiente manera: 25 665 924 es soltera; 8 824 446 está casada únicamente por el civil; 1 409 494 está casada únicamente por lo religioso; 20 574 435 está casada tanto por el civil como por lo religioso; 7 103 365 vive en unión libre; 1 799 035 está separada; 687 444 es divorciada; 2 992 514 son personas viudas; y 178 396 no especificó su estado civil. (Fuente: Censo de Población y Vivienda 2000, www.inegi.gob.mx)
 - a) Elabora un diagrama circular para ilustrar la manera en que se clasifica la población en México de acuerdo con el género.
 - b) Elabora un diagrama de barras para ilustrar la manera en que se clasifica la población en México de acuerdo con su estado civil.

3. Un analista estudia el mercado mundial de la pimienta. La producción mundial de este producto durante los últimos años, en miles de toneladas, fue de 230.76 para el año de 1995; 230.18 en 1996; 212.35 en 1997; 223.32 en 1998; 235.36 en 1999; 251.92 en 2000 y 222.22 en 2001. En el último año, la producción de pimienta se dividió de la siguiente manera: 57.00 miles de toneladas produjo India; 55.12 Indonesia; 28.28 Brasil; 16.06 Malasia; 17.81 Sri Lanka y 47.95 el resto del mundo. Adicionalmente, el analista observó que las cotizaciones de la pimienta blanca en el mercado de Nueva York, expresado en dólares por libra al finalizar cada año fue: 4.08 para el año de 1997; 3.40 para 1998; 3.03 para 1999; 1.50 para 2000 y 1.35 para 2001. (Fuente: ASERCA-SAGARPA, www.sagarpa.gob.mx).
 - a) Encuentra un diagrama circular para la producción en el 2001, según el país de origen.
 - b) Elabora un diagrama de barras para la producción mundial de los años de 1995 a 2001.
 - c) Un diagrama de líneas para la cotización en el mercado de Nueva York.

4. Se observó el comportamiento de la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) y del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores (IPC) durante diez días del mes de noviembre de 2001. Los resultados fueron los siguientes:

Fecha	TIIE	IPC
01/11/2001	9.0000	5 778.6500
02/11/2001	8.8400	5 712.4600
05/11/2001	8.9900	5 699.1900
06/11/2001	9.1400	5 674.4100
07/11/2001	8.8300	5 685.3900
08/11/2001	8.7500	5 734.9000
09/11/2001	8.5000	5 759.4900
12/11/2001	8.1500	5 860.4400
13/11/2001	8.1500	5 848.2100
14/11/2001	8.6500	5 841.3400

Fuente: Banco de México, www.banxico.org.mx/eInfoFinanciera/FSinfoFinanciera.html

- Elabora un diagrama de dispersión para observar si existe relación entre la TIIE y el IPC.
 - De ser posible, traza una línea a través de los puntos del diagrama de dispersión y señala cómo se relacionan las variables TIIE e IPC.
 - Elabora las gráficas de líneas con respecto al tiempo para cada una de las dos variables bajo estudio. Con estas gráficas interpreta el resultado del inciso anterior.
5. Se muestra el nivel de inflación anual y los conflictos laborales de jurisdicción local en México entre los años de 1990 a 1996. Los resultados fueron los siguientes:

Año	Inflación	Conflictos
1990	29.93	144
1991	18.79	108
1992	11.94	79
1993	8.01	93
1994	7.05	153
1995	51.97	232
1996	27.7	232

Fuente: Estadísticas sobre relaciones laborales de jurisdicción local y federal. INEGI, www.inegi.gob.mx

- Elabora un diagrama de dispersión para observar si existe relación entre los conflictos laborales y la inflación en México.
 - De ser posible, traza una línea a través de los puntos del diagrama de dispersión y señala cómo se relacionan las dos variables bajo estudio.
6. Las tasas de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) y las de la inversión en México entre los años de 1990 a 2000 fueron las siguientes:

Año	% PIB	% Inversión
1989	4.20	5.75
1990	5.07	13.12
1991	4.22	10.99
1992	3.63	10.84
1993	1.95	-2.53
1994	4.42	8.39
1995	-6.17	-29.00
1996	5.15	16.40
1997	6.77	21.04
1998	5.03	10.28
1999	3.75	7.69
2000	6.86	9.99

Fuente: Banco de México, www.banxico.org.mx

- a) Elabora un diagrama de dispersión para observar si existe relación entre la tasa de crecimiento del PIB y de la inversión.
 - b) De ser posible, traza una línea a través de los puntos del diagrama de dispersión y señala cómo se relacionan las dos variables bajo estudio.
7. Del ejercicio 6, correspondiente a la distribución de la población del XII Censo de Población y Vivienda 2000 en México, según su edad.
- a) Elabora el histograma correspondiente a la población de hombres.
 - b) Elabora el histograma correspondiente a la población de mujeres.

Edades	Frecuencia	Hombres	Mujeres
0 – 9 años	21 850 480	11 079 017	10 771 463
10 – 19 años	20 728 628	10 345 385	10 383 243
20 – 29 años	17 228 877	8 165 082	9 063 795
30 – 39 años	13 489 061	6 406 684	7 082 377
40 – 49 años	9 266 924	4 451 948	4 814 976
50 – 59 años	5 917 184	2 858 105	3 059 079
60 – 69 años	3 858 931	1 825 070	2 033 861
70 – 79 años	2 110 944	1 000 303	1 110 641
80 – 89 años	773 927	342 371	431 556
90 – más años	184 598	76,284	108 314
No especificado	2 073 858	1 053 732	1 020 126
Total	97 483 412	47 603 981	49 879 431

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000, www.inegi.gob.mx

2.3. Polígonos de frecuencias relativas

El polígono de frecuencias relativas es una manera de representar, de forma visual, la información proporcionada por las tablas de frecuencia relativa. Es un diagrama que organiza datos cuantitativos; en su eje horizontal se colocan los valores de cada clase, mientras que en su eje vertical se exponen las frecuencias relativas de cada clase.

Se construye uniendo las *marcas de clase* a través de una línea poligonal o segmentos de líneas rectas. Una marca de clase es el punto medio del valor de la clase el cual es posicionado a la altura de la frecuencia relativa respectiva.

$$\text{Marca de clase} = \frac{\text{Valor superior de la clase} + \text{Valor inferior de la clase}}{2}$$

Ejemplo 20

De la información recolectada en el Censo de Población y Vivienda 2000, encuentra las marcas de clase, el polígono de frecuencias relativas para la población total de mujeres y para la población total de hombres en México, según la edad:

Edades	Marca	Hombres	Mujeres
0 – 9 años	4.5	0.233	0.216
10 – 19 años	14.5	0.217	0.208
20 – 29 años	24.5	0.172	0.183
30 – 39 años	34.5	0.135	0.142
40 – 49 años	44.5	0.093	0.097
50 – 59 años	54.5	0.060	0.061
60 – 69 años	64.5	0.038	0.040
70 – 79 años	74.5	0.021	0.022
80 – 89 años	84.5	0.007	0.009
90 – más años	94.5	0.002	0.002
No especificado		0.022	0.020
Total		1.00	1.00

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000, www.inegi.gob.mx

Tabla 2.16. Frecuencia relativa de la población en México.

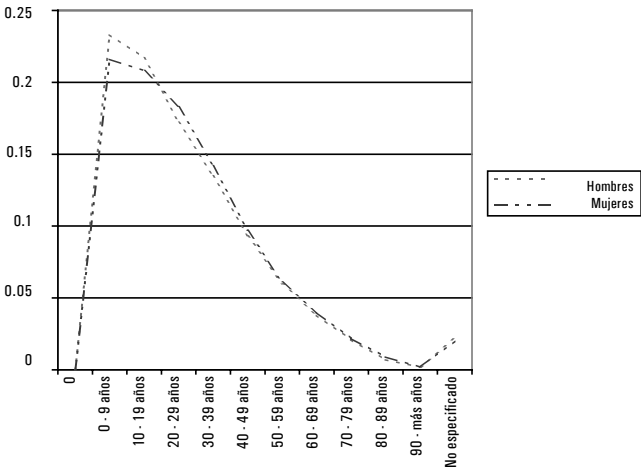


Figura 2.18. Polígono de frecuencias relativas de la población en México, según edad.

Un polígono de frecuencias relativas tiene la ventaja sobre el histograma, pues se pueden comparar las distribuciones de frecuencias de diferentes poblaciones en una misma gráfica.

Por ejemplo, en la figura 2.18 se puede observar de manera visual las distribuciones de frecuencias relativas de dos distintas poblaciones en: las mujeres y los hombres en México, según su edad, mediante sus polígonos de frecuencias relativas. Estos representan mayores ventajas que si se hubieran construido histogramas de frecuencia, pues pueden ser expuestos en la misma gráfica. Por ejemplo, se puede observar que los hombres con edades de 0 a 19 años ocupan una mayor proporción en el total de hombres, que las mujeres de la misma edad (observa que el polígono de los hombres entre 0 y 19 años se encuentra por encima del polígono de las mujeres con la misma edad).

2.4. Polígonos de frecuencias relativas acumuladas

También conocido con el nombre de ojiva, el polígono de frecuencia relativa acumulada es una manera de representar, de forma visual, la información proporcionada por las tablas de frecuencia relativa acumulada estudiadas en la sección 2.1.3.

Para determinar el polígono de frecuencia relativa acumulada se emplean las frecuencias relativas acumuladas como valores para el eje vertical de cada punto del polígono. El eje horizontal de dichos puntos se determina por los límites reales superiores de cada clase. Cada uno de estos puntos son unidos mediante segmentos de recta y al gráfico obtenido se le conoce como ojiva.

El límite real de clase es un límite teórico que se obtiene sumando el límite superior de una clase y el límite inferior de la clase siguiente y dividiendo esa suma entre dos, con lo que se obtiene tanto el límite real superior de la clase como el límite real inferior de la clase siguiente, los cuales son iguales. El cálculo de los límites reales se debe a que en la mayoría de las ocasiones se trabaja con datos continuos y facilita la construcción de diagramas de clase y medidas descriptivas cuando se trabaja con datos agrupados.

$$\text{Límite real superior} = \frac{\text{Límite superior de clase} + \text{Límite inferior de la clase siguiente}}{2}$$

Ejemplo 21

De la información contenida en la tabla 2.3 del ejemplo 3, encuentra el polígono de frecuencia relativa acumuladas para la población en México, según la edad:

Edades	Marca de clase	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
0 – 9 años	9.5	21 850 480	0.2241	0.2241
10 – 19 años	19.5	20 728 628	0.2126	0.4367
20 – 29 años	29.5	17 228 877	0.1768	0.6135
30 – 39 años	39.5	13 489 061	0.1384	0.7519
40 – 49 años	49.5	9 266 924	0.0950	0.8469
50 – 59 años	59.5	5 917 184	0.0606	0.9075
60 – 69 años	69.5	3 858 931	0.0396	0.9471
70 – 79 años	79.5	2 110 944	0.0217	0.9688
80 – 89 años	89.5	773 927	0.0080	0.9768
90 – más años	99.5	184 598	0.0019	0.9787
No especificado		2 073 858	0.0213	1.00
Total		97 483 412	1.00	

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000, www.inegi.gob.mx

Tabla 2.17. Frecuencia relativa acumulada de la población en México.

En la segunda columna de la tabla 2.17 se inscriben los límites superiores de cada clase. Por ejemplo, en la primera clase que corresponde a las personas entre 0 y 9 años de edad, el límite superior se encuentra sumando el límite superior de esa clase (9) más el límite inferior de la clase siguiente (10) dando un resultado igual a 19, este resultado se divide entre dos y se obtiene el límite superior de la primera clase, que es 9.5. En la última clase que corresponde a las personas mayores a los 90 años, al no existir un límite superior, se supone 99 como el límite superior de esa clase y 100 como el límite inferior de la clase siguiente, dando un límite real superior de 99.5.

En el polígono de frecuencias relativas acumuladas que se muestra en la figura 2.19 se puede observar las frecuencias relativas acumuladas de la población en México. Aquellos segmentos que sean más largos representan una mayor proporción de la población, como es el caso de la clase de las personas cuya edad fluctuaba entre los 0 y 9 años de edad. La frecuencia acumulada para las personas menores de 40 años es superior a 0.6, lo que señala que más de 60% de la población tiene una edad inferior a 40 años.

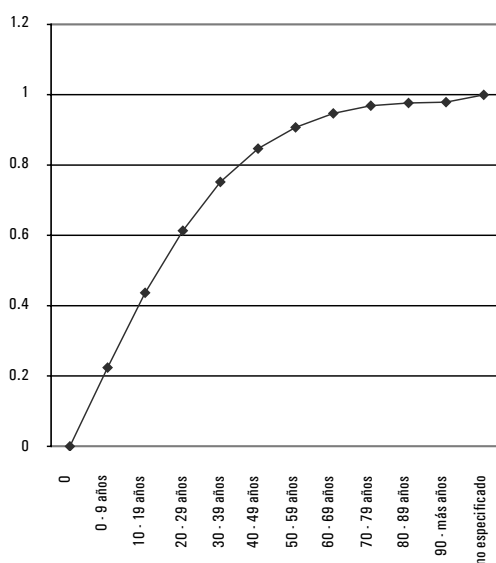


Figura 2.19. Polígono de frecuencias relativas acumuladas de la población en México, según edad.

Ejercicio 3

1. Con la información de productos vendidos por hora en una tienda de autoservicio que se muestra en la siguiente tabla, encuentra los polígonos de frecuencia relativa y de frecuencia relativa acumulada:

Artículos vendidos	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
31 – 40	11	0.22	0.22
41 – 50	9	0.18	0.40
51 – 60	11	0.22	0.62
61 – 70	14	0.28	0.90
71 – 80	2	0.04	0.94
81 – 90	3	0.06	1.00
Total	50	1.00	

2. De la siguiente información proveniente del ejemplo 5, sobre las ventas de una compañía automotriz, construye el polígono de frecuencias relativas y el polígono de frecuencias relativas acumuladas.

Clases	Frecuencia (f)	Frecuencia relativa (f_r)	Frecuencia relativa acumulada
41 – 50	2	0.05	0.05
51 – 60	8	0.20	0.25
61 – 70	10	0.25	0.50
71 – 80	12	0.30	0.80
81 – 90	6	0.15	0.95
91 – 100	2	0.05	1
Σ	40	1	