

01060

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**ASPECTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS DE LA CARTOGRAFÍA EN LA
GEOGRAFÍA DE LA POBLACIÓN**

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN GEOGRAFÍA

QUE PRESENTA

MA. DEL CONSUELO GÓMEZ ESCOBAR



DIRECTORA DE TESIS: DRA. MARÍA INÉS ORTIZ ÁLVAREZ

MÉXICO, D. F.

JUNIO 2005

m 345724



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Mi profundo agradecimiento para la *Dra. María Inés Ortiz Alvarez*, Directora de esta Tesis y para cada uno de los miembros del Jurado: *Dra. María Teresa Gutiérrez de MacGregor*, *Dra. Laura Elena Maderey Rascón*, *Dra. María Inés Ortiz Alvarez*, *Dra. María Teresa Sánchez Salazar*, *Dra. Rosalía Vidal Zepeda*, quienes colaboraron con sus atinadas recomendaciones para mejorar el trabajo y por su incansable apoyo y confianza para hacerlo realidad. Su dedicación, tenacidad y entrega a la investigación han sido un gran ejemplo a seguir y han contribuido a mi formación.

A la *Sra. Dolores Riquelme Vda. de Rejón*, querida y estimable maestra que me impulsó y condujo por el mundo de la Cartografía.

A las personas que me impulsaron para alcanzar esta meta: *Dra. Atlántida Coll Hurtado*, *Dra. Aurea Commons de M.* y *Dra. Ana García de F.*

Agradezco al personal directivo del Instituto de Geografía de la UNAM, su valioso soporte en la elaboración de este trabajo. A la *Mtra. Concepción Basilio* por el apoyo que me dio al proporcionarme los documentos y material bibliográfico del acervo de la Biblioteca del Instituto de Geografía.

A *María Elena Cea H.*, *Roberto Jiménez G.*, *Lorena Pájaro D.*, *César J. Rosas*, *José de J. Rodríguez C.*, quienes colaboraron con su trabajo.

A la *Sra. Ma. Imelda Quezada Valdepeña* por la captura magnética del texto.

A mi madre *Sra. María I. Escobar S.* y a mi hermano *Salvador E. Gómez E.* por su aliento, apoyo y comprensión.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.
NOMBRE: María del Consuelo Gómez Escobar
FECHA: 13 - JUNIO 2005
FIRMA: Mtra. Concepción Basilio

ÍNDICE

Introducción	7
1. La Cartografía. Tendencias Actuales.....	32
1.1 Carta topográfica	34
1.2 Carta temática.....	35
2. La Escala de los Mapas.....	39
2.1 Escala numérica	39
2.2 Escala gráfica.....	43
2.3 Los mapas topográficos y su escala	45
3. El lenguaje cartográfico.....	48
3.1 Componentes del mapa.....	48
3.1.1 Componentes espaciales.....	48
3.1.2 Componentes del lenguaje cartográfico	49
3.1.2.1 Signos y símbolos	49
3.1.2.2 La implantación gráfica.....	56
3.1.2.3 Variables visuales.....	58
3.1.2.4 Los modos de expresión	68
4. Metodología y generalización del contenido del mapa	74
4.1 Cartografía de análisis, de síntesis y de correlación	74
4.2 Cartografía estática y dinámica.....	80
5. Los datos geográficos y los símbolos geométricos.....	87
5.1 Métodos matemáticos para el cálculo de clases.....	90
5.2 Métodos para calcular el tamaño proporcional de los símbolos geométricos	99
6. La representación cartográfica, la leyenda y los niveles de información.....	113
6.1 Métodos de representación cartográfica.....	114
6.1.1 Mapas de puntos.....	114
6.1.2 Mapas de vectores o líneas de flujo	119
6.1.3 Cartograma	124

6.1.4 Cartodiagrama.....	126
6.2 La Leyenda y los niveles de información.....	129
7. Conclusiones.....	138

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Sistemas de proyección cartográfica
- Figura 2. Escala gráfica
- Figura 3. La ciudad de Ameca, Jal., en tres escalas diferentes
- Figura 4. Signos convencionales fuera de escala: puntuales
- Figura 5. Signos convencionales fuera de escala: lineales
- Figura 6. Signos convencionales de superficie o areales
- Figura 7. Signos evidentes o visuales
- Figura 8. Pictogramas
- Figura 9. Ideogramas
- Figura 10. Símbolos geométricos proporcionales
- Figura 11. Símbolos de vectores o flechas
- Figura 12. Signos literales
- Figura 13. Recursos mineros para la economía
- Figura 14a. Geología del NE de México
- Figura 14b. Geología del NE de México
- Figura 15. Densidad de población rural de las localidades de menos de 1000 habitantes
- Figura 16. Variables visuales: tamaño y forma
- Figura 17. Variables visuales: orientación y textura o grano
- Figura 18. Propiedades receptivas
- Figura 19. Caracterización de los espacios agrícolas
- Figura 20. Climas
- Figura 21. Dinámica de la población urbana
- Figura 22. Gráfica de distribución de frecuencias
- Figura 23. Método 3: Círculos proporcionales
- Figura 24. Método 4: Círculos proporcionales
- Figura 25. Métodos para el cálculo del cuadrado proporcional
- Figura 26. Métodos para el cálculo del triángulo proporcional
- Figura 27. Distribución de la Población Rural y Urbana
- Figura 28. Inmigrantes al Istmo de Tehuantepec de Oaxaca y Veracruz, 2000
- Figura 29. Escala proporcional simple
- Figura 30. Escala graduada
- Figura 31. Población en edad reproductiva

- Figura 32. Incidencia de paludismo, 1988
- Figura 33. Industria maquiladora en la frontera norte
- Figura 34. Diagramas
- Figura 35. Diagramas
- Figura 36. Leyenda
- Figura 37. Leyenda
- Figura 38. Leyenda
- Figura 39. Leyenda
- Figura 40. Leyenda arborescente

INTRODUCCIÓN

La población es el elemento más importante del espacio geográfico, por tanto su estudio constituye un aspecto fundamental en la investigación geográfica.

Las relaciones e interacciones de la población con los factores del espacio geográfico, de acuerdo con su desarrollo social, económico y técnico han generado complejas relaciones a través del tiempo, que se manifiestan en la desigual distribución espacial de la población y de sus componentes y características, en los diversos modos de ocupación de los territorios, en diferentes configuraciones y estructuras espaciales demográficas, asociadas con las sociales, económicas y culturales.

La investigación, el análisis, la explicación y el conocimiento de los fenómenos demográficos y sus relaciones e interacciones con los sociales, económicos y físico-geográficos que los afectan, sus causas y consecuencias, son el objeto y sujeto de estudio de la geografía de la población, su campo es muy amplio ya que estudia los componentes de la población que determina su ritmo de crecimiento y volumen: nacimientos, defunciones y migración; las características demográficas: edad y sexo, morbilidad, lugar de nacimiento, lugar de residencia (urbana y rural, estado civil; las características sociales y económicas: educación, alfabetismo, nivel de instrucción, empleo, ingresos y las características culturales: religión y lengua.

En geografía de la población, la metodología cartográfica es fundamental para expresar la información sobre su campo de estudio de manera espacial es decir a través de diversos tipos de mapas. Estos permiten investigar, identificar, conocer, transmitir y comunicar las variaciones, configuraciones y estructuras espaciales demográficas y mostrar sus tendencias y dinámica, también facilitar hacer las interrelaciones con diferentes variables demográficas y con los factores físico-geográficos, sociales, económicos, culturales o históricos, en un mismo mapa o con la correlación e la información representada en varios mapas temáticos.

Los mapas de distribución de la población o de sus atributos, son modelos que transmiten y comunican la información sobre la realidad de los fenómenos y hechos de la población, de manera que los

resultados expresados en ellos son de gran utilidad en las diversas etapas de la investigación para coadyuvar en el planteamiento de las políticas y alternativas adecuadas para la distribución de la población, de sus características, para la planificación y el ordenamiento territorial.

A través de los mapas temáticos se posibilita el tratamiento de las diversas características, las variables e indicadores de los hechos y fenómenos de la población, es decir, los mapas son una herramienta fundamental pues permiten representar espacialmente en forma analítica, sintética, correlacionada o compleja, sobre un fondo de referencia geográfica, mediante el lenguaje cartográfico, la semiología cartográfica y los métodos de representación cartográfica los hechos y fenómenos que ocurren en un territorio y sus correlaciones, tanto cuantitativas como cualitativas y su forma de implantación ya sea puntual, lineal o areal.

Por lo anterior se considera que la cartografía temática es un apoyo sustantivo en las diversas etapas de la investigación en la Geografía de la Población, por esto la importancia y el interés de tratar en este trabajo en forma sistematizada los aspectos teóricos, metodológicos y técnicos básicos para la redacción de mapas temáticos ya que éstos son un medio de expresión gráfica que se distinguen de otras representaciones gráficas por tener sus bases propias de elaboración y diseño, con el fin de que la información espacial sea inteligible, cognoscible y fácil de transmitir y comprender rápidamente por los usuarios y lectores del mapa.

La Geografía de la Población ha introducido para la elaboración de los mapas temáticos fundamentales y derivados correspondientes, las herramientas que proporciona la geoinformática o geomática: bases de datos georreferenciados, Sistemas de Información Geográfica (SIGs), digitalización y la cartografía automatizada. Estas herramientas han permitido hacer más rápido el procesamiento y el análisis de los datos geográficos y el diseño cartográfico, sobre todo cuando los datos alcanzan gran volumen.

Actualmente se dispone de varios programas para elaborar mapas en forma automatizada ellos se encuentran en desarrollo continuo y en general se observa que los signos, símbolos, achures, símbolos

geométricos o los colores y tonos son muy diferentes y en cada programa, por lo que es posible seleccionar aquél que reúna el mayor número de soluciones al problema que se desea representar cartográficamente.

La elaboración de mapas aplicando la geomática, requiere de las bases teóricas, metodológicas y técnicas de la cartografía temática.

La importancia de desarrollar una investigación en el campo de la Geografía de la Población y su relación con la cartografía temática, plantea a la necesidad de conocer las bases metodológicas, teóricas, lógicas y técnicas de la cartografía temática para aplicarlas en la elaboración de los mapas temáticos con la finalidad de proporcionar y difundir, los conocimientos básicos para la elaboración de mapas sobre distintos temas de la población, entre los geógrafos y las personas interesadas en la representación espacial y territorial de los temas que son objeto de estudio de sus disciplinas.

La idea tiene varios orígenes:

1. La práctica docente, al impartir la materia de Cartografía Temática en el Colegio de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM.
2. La experiencia adquirida en la autoría de varios mapas del Atlas Nacional de México y del Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán.
3. El asesoramiento como redactor cartógrafo de las obras citadas.
4. La impartición de cursos de cartografía temática en distintas entidades académicas donde el conocimiento cartográfico es indispensable para la investigación y presentación de resultados en mapas.

La tesis se estructura en seis capítulos, que a continuación se describen:

CAPÍTULO 1. LA CARTOGRAFÍA. TENDENCIAS ACTUALES

En la actualidad las tendencias cartográficas son la topográfica y la temática.

El mapa topográfico es el mapa base de un país del cual se toman los elementos físicos y de la planimetría que se consideren convenientes para elaborar el mapa de referencia geográfica, con base en la escala que se necesita, que servirá de base para elaborar los mapas temáticos de Geografía de la Población.

El mapa temático representa la información de los distintos temas que son objeto de estudio de la Geografía de la Población: distribución de la población, los patrones de los movimientos migratorios de la población, la distribución de la población en edad reproductiva, entre otros.

En este capítulo se expone la definición de cartografía y las características de las tendencias actuales: el mapa topográfico y el mapa temático. Se hace una descripción de los sistemas de proyección cartográficas, sus propiedades, las superficies de proyección, la clasificación de las proyecciones y su uso.

CAPÍTULO 2. LA ESCALA DE LOS MAPAS

Para elaborar un mapa temático el geógrafo de la población tiene que seleccionar la escala de ese mapa, considerando el objetivo de éste, la extensión territorial y la información del tema que va a representar con el fin de que el mapa resulte legible, comprensible y comunique lo señalado en el objetivo.

El capítulo trata varios aspectos referentes a la escala de los mapas: y las formas de expresarla: numérica y gráfica.

Se plantean varios ejemplos para resolver los tres tipos de problemas que se pueden presentar en relación con la escala: calcular la distancia gráfica, la distancia real o la escala. También se plantean varios ejemplos para construir la escala gráfica.

CAPÍTULO 3. EL LENGUAJE CARTOGRÁFICO

Para la redacción correcta de un mapa, éste requiere de un lenguaje gráfico particular: los signos y los símbolos, éstos deben ser implantados en el mapa según las características del fenómeno de la población y de la información, por ejemplo la implantación es puntual cuando se representa el volumen de la población de cada localidad o de cada ciudad; es lineal cuando la información representa el desplazamiento o

migración de la población, o es areal cuando la información es extensiva en las unidades de análisis: tasas de natalidad por municipios, índice de vejez por entidades federativas

Los símbolos o signos además deben combinarse con las variables visuales, las cuales permiten dar mayor información para el análisis del mapa, permiten saber si el fenómeno de la población es cuantitativo o cualitativo; las cantidades valores, el orden o la jerarquía que éstas tienen en el espacio o territorio, las relaciones de semejanzas y diferencias, la selectividad, la clasificación.

El capítulo se refiere a los componentes espaciales del mapa: latitud, longitud y la coordenada "Z", y el lenguaje cartográfico y sus componentes: los signos y los símbolos sus características y sus categorías; las formas de implantación: lineal, puntual y areal; las variables visuales: tamaño, forma, orientación, textura o grano, color y sus propiedades perceptivas. Finalmente se tratan los modos de expresión del lenguaje cartográfico: cualitativo y o cuantitativo.

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA Y GENERALIZACIÓN DEL CONTENIDO DEL MAPA

Los hechos y fenómenos que trata la Geografía de la Población se representan con frecuencia en mapas de análisis y de relación. Los primeros son mapas de referencia o inventario, algunos ejemplos son los mapas de distribución de la población por localidades, los de flujos migratorios de la población y los de densidad de la población o de los porcentajes de población en edad reproductiva.

Los mapas de población también pueden ser de relación cuando expresan dos o tres variables en forma correlacionada de manera que al analizar los mapas se identifique la relación causa-efecto como sería la migración y los ingresos.

En Geografía de la población también se elaboran mapas de síntesis al combinar tres o más variables en un índice.

Los mapas estáticos representan solo un momento del fenómeno de la población, como sería el caso de la población alfabeta en el 2005. Los mapas dinámicos representan la evolución y la dinámica del fenómeno de la población como es la tasa de crecimiento medio anual.

Este capítulo comprende dos apartados.

El primero se refiere a las características de los mapas de análisis, síntesis y correlación, el grado de complejidad y relación de la información que representan y comunican, su importancia y su uso. El segundo apartado se refiere a las características de los mapas estáticos y dinámicos e igualmente su importancia y su uso.

CAPÍTULO 5. LOS DATOS GEOGRÁFICOS Y LOS SÍMBOLOS GEOMÉTRICOS

Por la naturaleza de los datos que maneja el geógrafo de la población, para poder expresarlos en un mapa tiene que agrupar tales datos en clases. Aquí se plantean varios métodos para tal fin; el geógrafo de la población debe experimentar y seleccionar el método que refleje mejor la distribución de sus datos con base en el propósito, la escala y el usuario del mapa. Asimismo se presentan varios métodos para calcular el tamaño proporcional, a las cantidades que representan.

Los símbolos que más se emplean en Geografía de la Población: círculos, semicírculos, cuadrados, triángulos, tanto para datos continuos como en clases.

Este capítulo se integra de dos apartados.

En el primero se exponen varios métodos para agrupar los datos estadísticos en clases: por progresión aritmética, geométrica, de intervalos regulares e irregulares. En el segundo apartado se exponen también varios métodos para calcular el tamaño proporcional de los símbolos geométricos de mayor uso: círculo, semicírculo, cuartos de círculo, cuadrado y triángulo.

CAPÍTULO 6. LA REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA, LA LEYENDA Y LOS NIVELES DE INFORMACIÓN

En Geografía de la Población es frecuente el uso del método de puntos para representar la distribución de la población por localidades, ya sea la total o la urbana o rural y en ocasiones para otros fenómenos de carácter puntual. La movilidad espacial de la población se representa por el método cartográfico de vectores u flujos. Es frecuente el uso del cartograma para representar porcentajes, tasas o índices: porcentaje de población económicamente activa por municipios o por entidades federativas, tasas de

mortalidad infantil o índices de vejez. Los cartodiagramas permiten representar con diagramas valores absolutos como la población económicamente activa por entidades federativas o municipio y en el mismo mapa en forma de cartograma los porcentajes de la fuerza de trabajo.

Al plantear los mapas sobre los distintos hechos o fenómenos de la población, hay que acompañarlos de su traducción en el lenguaje gráfico propio de la cartografía.

El capítulo comprende dos apartados.

En el primero se exponen los métodos cartográficos que más se emplean para representar los temas de población, como son el de puntos, el de vectores o flujos, el cartograma y el cartodiagrama; se tratan las características y el uso de cada método, las consideraciones y criterios para su elaboración.

El segundo apartado se refiere a la construcción de la leyenda y los niveles de información.

Antecedentes

La Geografía de la Población es una subdisciplina de la Geografía Humana que se consolidó y sistematizó como tal en la década de los años cincuenta en Europa y en los años sesenta en México contando con muy pocos geógrafos de la población en nuestro país en ese momento; sin embargo, la producción de trabajos de investigación en el campo de esta subdisciplina fue importante.

Respecto a la expresión cartográfica sobre los temas de Geografía de la Población, cabe destacar varias investigaciones que incluyen mapas temáticos y que han sido elaboradas por los geógrafos de la población, publicadas desde 1941 a la fecha. La revisión y análisis de los mapas temáticos sobre población, se realizó con base principalmente en los trabajos de investigación realizados en el Instituto de Geografía y en el Colegio de Geografía de la UNAM, centros de investigación y docencia geográficas.

De los temas de población más estudiados que incluyen mapas a distintas escalas territoriales cabe destacar los siguientes:

Distribución de la población urbana y rural, por localidades.

Distribución de la población hablante de lengua indígena con base en los troncos lingüísticos, así como los relacionados a su condición de habla española: monolingües y bilingües,

Tasas de natalidad y mortalidad.

Población económicamente activa total y por sectores.

Tasas de crecimiento e incremento de la población.

Alfabetismo.

Población por edad y sexo.

Migración.

Los mapas de las temáticas citadas en general son analíticos, y fueron elaborados en forma manual por lo que son considerados "tradicionales" o analógicos. A partir de 1990 fue posible realizar mapas en forma automatizada pues ya se contaba con la tecnología de punta hardware, software y los programas que actualmente ofrece la geomática.

Entre los primeros mapas están los de distribución de la población, que fueron elaborados por investigadores del Instituto de Geografía.

El primero titulado "Distribución Geográfica de la Población en la República Mexicana" se realizó bajo la dirección de López de Llergo, R. (1962); el trabajo consta de 12 mapas, escala 1:4 000 000 y un libro. En un mapa se representa por localidades y de manera puntual, la distribución de la población en el territorio nacional, diferenciando las localidades de población rural por medio de puntos y las urbanas por círculos en color, la información de las últimas se agrupó en cinco clases. En cuatro cartas se representa la distribución de la población por altitudes con base en la información censal de 1950. En las otras seis cartas se representa la distribución de la población urbana por localidades en forma puntual, según los censos de la población de 1900 a 1950.

En el texto se hace referencia a la importancia que tienen los mapas de esta temática, a la metodología que se planteó previamente a la elaboración del mapa, como fue la valoración de la información estadística, la agrupación de éstas en clases, los criterios para definir la población urbana y rural, los colores y tonos para una y otra, el método de representación cartográfica.

El segundo trabajo se titula "Desarrollo y distribución de la población urbana en México" de Gutiérrez de MacGregor, M. T. (1965). El trabajo contiene nueve mapas, escala 1:4 000 000, gráficos y un texto; el criterio de 10 000 y más habitantes fue el que se utilizó par determinar las localidades como urbanas, los datos se agruparon en clases y la representación fue puntual, por medio de círculos de tamaño proporcional al número de habitantes de cada una de ellas. En el primer mapa se representaron todas las localidades del país, según el censo de población de 1960. En cuatro mapas se muestra la distribución de la población urbana en distintos niveles de altitud y en tres mapas la distribución en las diferentes áreas climáticas. En el último mapa se representó el crecimiento espacial de la Gran Ciudad, en escala 1: 100 000.

El tercer trabajo se realizó en 1966 para la Unión Geográfica Internacional (UGI) y la Comisión de los Salarios Mínimos. se trata de la carta de Población de México; coordinado por Vivó, J. A. (1966) y dirigido por Gutiérrez de MacGregor, M. T. La escala del mapa es 1:1 000 000, se elaboró con datos del censo de población de 1960. La representación de la población se hizo por medio de puntos y círculos en escala gráfica logarítmica en ocho rangos, la población rural se representa por medio de puntos, a cada uno se le dio un "peso" de doscientos habitantes. Para la población urbana o sean las localidades de 10 000 y más habitantes se utiliza un escala proporcional al número de habitantes y se representa por medio de esferas.

El mapa fue elaborado conforme a los criterios que estableció la Comisión Mundial del Mapa de Población de la UGI.

El mapa base de referencia geográfica que se utilizó para los mapas que integran estos tres trabajos, registra la hidrografía y las vías terrestres, lo que permite al analizar los mapas de población hacer algunas correlaciones.

Los mapas de tasas de crecimiento e incrementos de la población total, urbana o rural; de natalidad, mortalidad, densidad de población, alfabetismo, migración, población hablante de lenguas indígenas monolingües y bilingües, son cartogramas, la información se expresa en tres o cinco clases mediante achures o puntos, en blanco y negro; los mapas de población económicamente activa y los de distribución de la población por edad y sexo son cartodiagramas. Los mapas se encuentran publicados en varios artículos en los Boletines del Instituto de Geografía y en los Anuarios de Geografía del Colegio de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras, ambos de la UNAM y en las Memorias de los Congresos Nacionales de Geografía. Los trabajos mencionados comprenden un texto y algunos de los mapas que los acompañan tienen como objetivo mostrar la distribución espacial del fenómeno de la población estudiado o se usan para el análisis y explicación del tema.

Los Atlas de Migración de 1980 y 1990, coordinados por Gutiérrez de MacGregor, M. T. representan la movilidad espacial interestatal de la población mediante vectores o flechas de distinto grosor acorde con el número de habitantes para cada clase establecida.

Aunque los temas de investigación sobre población analizados son distintos, se observa que el lenguaje cartográfico se limita principalmente al uso de puntos, círculos, esferas; al uso de achures o puntos dibujados o de material gráfico de puntos y líneas autoadheribles, para representar porcentajes, tasas, índices; de diagramas de barras o circulares simples o con estructuras simples, así como al uso de pirámides de edades.

Desde el punto de vista teórico y metodológico de la cartografía temática prácticamente los conceptos o términos referentes a la forma de implantación de los símbolos, los modos de expresión, los tipos de mapas según su metodología, contenido y grado de generalización –analíticos, de relación, sintéticos–, los métodos de representación cartográfica, así como los lineamientos señalados por la

semiología cartográfica no se aplicaban de manera teórica, metodológica y técnica. En general los mapas eran publicados en blanco y negro o monocromía.

A partir de 1986 se dio un gran impulso al desarrollo de la cartografía temática con motivo del proyecto de investigación Atlas Nacional de México. Esta obra que se llevó a cabo en el Instituto de Geografía de la UNAM, está integrada por tres volúmenes, durante su elaboración se fueron sentando las bases para el uso y manejo del lenguaje cartográfico.

El volumen de la Sección III. Sociedad, se compone de varios mapas que expresan los hechos y fenómenos más relevantes de la población, como son: la distribución histórica de la población en México, la distribución de la población urbana y rural en 1980, la población urbana y rural 1940-1990 y su evolución, los patrones espaciales del crecimiento de la población 1940-1980, la dinámica de la población urbana 1970-1990. En cuanto a las características demográficas y económicas de la población se elaboraron los siguientes mapas: índice de masculinidad, índice de feminidad, población en edad reproductiva, tasa global de fecundidad, índice de juventud, índice de vejez, índice de dependencia, tasa de participación, estructura poblacional por edad y sexo y natalidad, fuerza de trabajo y población económicamente activa, población económicamente activa en actividades primarias, secundarias y terciarias; la distribución de la población hablante de lengua indígena por troncos lingüísticos y el crecimiento social de la población.

Otros mapas que forman parte de la Sección Sociedad, expresan varias características sociales y culturales, destacan los mapas sobre distintos aspectos de la educación, de la vivienda, de la cultura, de la salud y finalmente el mapa de síntesis que muestra la tipología sociodemográfica.

En la realización del Atlas Nacional de México se introdujeron las bases teóricas, metodológicas y técnicas de la cartografía temática o metacartografía.

Importancia y Justificación

La importancia del estudio se hace relevante al considerar que el mapa es un documento gráfico importante y necesario para el geógrafo; en él expresa espacialmente los hechos y fenómenos geográficos mostrando

sus características esenciales y peculiares, su distribución, sus regularidades, sus correlaciones y dinámica; es una herramienta imprescindible para la conceptualización espacial y realizar un proceso cognoscitivo. Es un instrumento de investigación, que permite identificar lo conocido, activa las preconcepciones, aporta sugerencias y estimula la profundización y continuación de la investigación acerca de un problema expresado con anterioridad en un mapa, aporta nuevos conocimientos, sostiene o deshecha hipótesis o comunica los resultados de investigación.

El mapa es un medio que permite expresar gráficamente en forma integrada, generalizada, relacionada y simbolizada, información diversa del espacio geográfico –cualitativa como cuantitativa-, mediante el tratamiento a través de operaciones matemáticas, estadísticas y gráficas o de la selección de características cualitativas. Por lo tanto no es un simple dibujo o croquis, sino que adquiere el carácter científico a partir de su concepción, redacción y elaboración ya que se requiere del conocimiento y la práctica de las bases teóricas, metodológicas y lógicas, propias de la cartografía general y de la cartografía temática.

De la primera es conveniente saber el manejo de las escalas geográficas además de las características de las proyecciones cartográficas, en particular lo referente a la conservación de la forma, la superficie, la distancia y el rumbo de la superficie de la Tierra que comprende la proyección.

De la segunda, los conocimientos y la práctica sobre el uso del lenguaje cartográfico, de la semiología cartográfica, los métodos de representación cartográfica, la generalización cartográfica y geográfica, la elaboración de las leyendas en varios niveles para facilitar la lectura, el análisis, la interpretación y la comunicación de lo expresado en el mapa.

Por lo anteriormente señalado, se considera importante y necesario presentar en forma sistematizada varios aspectos teóricos, metodológicos y lógicos de la cartografía temática para aplicarlos en la elaboración de mapas principales y derivados de análisis, de correlación o de síntesis, estáticos o dinámicos que tratan los distintos hechos y fenómenos de la población.

Son varios los geógrafos contemporáneos que confirman la importancia de los mapas en los estudios geográficos, entre ellos los siguientes:

Hartshorne (1939: 249) citado por Harvey (1969:371) y por Word, C. H. y Sëller, C. P. (1996:20) afirma que: ... *“Si su problema (el de investigación) no puede estudiarse fundamentalmente mediante mapas –normalmente comparando varios mapas, entonces será cuestionable que pertenezca al campo de la geografía”*.

Cholley dice: ... *“nuestra geografía no se ha hecho aún suficientemente cartográfica. Es la práctica del croquis la que debe hacerla salir de la concepción literatúresca en que se ha hundido. La cartografía y el croquis deberían ocupar un lugar importante en todos nuestros exámenes así como en nuestra enseñanza”* (Cholley, A., 1942:192).

Wooldridge y Est (1951:64) citan la siguiente frase de H. R. Mill, según Harvey (1969:371) y Word, C. H. y Sëller, C. P. (1996:20): *“En geografía constituye un axioma que aquello que no puede representarse en un mapa no puede describirse”*.

Sauer (1963:391), citado por Harvey (1969:371), escribe: *“Que me presenten a un geógrafo que no los necesite (los mapas) constantemente y que no los busque, y tendré mis dudas acerca de si no ha errado su camino en la vida (...). El mapa habla a través de las barreras del lenguaje; a veces se le conoce como el lenguaje de la geografía”*.

Asimismo (García de F., Ana 1992:13) afirma ... *“como medio de análisis, el mapa es un modelo a escala del territorio que ayuda a seleccionar y generalizar la información a correlacionarla y con ello a interpretar los fenómenos geográficos; como lenguaje su capacidad de síntesis permite expresar de manera integral toda la complejidad de un fenómeno”*.

Entre las consideraciones que sobre la importancia de los mapas han hecho algunos geógrafos de la población destacan las siguientes:

Zelinsky, W., expresa: ... *"el geógrafo debería servirse del cartógrafo para la obtención de los mapas que muestren la localización de las características demográficas"* (...). Este autor también dice que ... *"Antes de la utilización geográfica de la información, ésta debe traducirse a términos cartográficos"*, afirma que *"el mapa constituye la herramienta necesaria en la geografía de la población"* (Zelinsky, 1971:7-8).

Ghosh, dice que *"el mapeo de la población es el campo espacial y esto corresponde y ocupa un lugar principal en la técnica y la práctica de la cartografía"* (Ghosh, 1985:2).

El geógrafo francés Noin considera que para *"el estudio de las relaciones entre la población y el espacio no hay que desdeñar ningún enfoque de análisis, entre ellos el cartográfico puesto que todos son complementarios para buscar las regularidades en las configuraciones espaciales"* (en García Ballesteros, A., 1986:191).

Los geógrafos R. Woods y Jones, entre otros le han dado a la Geografía de la Población un enfoque teórico y cuantitativo, además de una dimensión social. Para estos autores es importante la elaboración de hipótesis, teorías explicativas, modelos predictivos y dinámicos, utilizando técnicas de análisis y de representación cartográfica automatizadas (García Ballesteros, A., 1986:192-193).

Las opiniones de estos geógrafos de la población confirman y justifican la importancia y necesidad del uso de los mapas geográficos como instrumentos o herramientas básicas para expresar, analizar, conocer, explicar y comunicar la distribución de los hechos y fenómenos demográficos, sus regularidades, variaciones y estructuras espaciales; para analizar las leyes de esa distribución, la dinámica y los procesos espacio-temporales, establecer las relaciones e interacciones entre las variables demográficas y entre éstas y los factores físico-geográficos, socioeconómicos, políticos, históricos y culturales.

Cabe agregar que en la actualidad la elaboración de los mapas se realiza principalmente con las tecnologías modernas, la geomática, bases de datos, sistemas digitales, mediante el uso de diversos programas: MapInfo, Arc View, Corel Draw entre otros; sin embargo, para obtener los resultados de

legibilidad, transmisión, cognoscibilidad, comunicación y riqueza del lenguaje cartográfico en los mapas digitales, es necesario tener las bases teóricas, metodológicas y lógicas cartográficas, referentes a la elaboración de los mapas, es decir, se requiere conocer: los modos de expresión, las formas de implantación de los símbolos, la generalización, el lenguaje cartográfico, el uso de las variables visuales, los niveles de información, los métodos de representación cartográfica, para así seleccionar el programa o los programas que mejor se adapten a los aspectos que se van a expresar.

Marco conceptual y teórico

El Marco conceptual y teórico que sustenta a la presente investigación hace referencia al concepto de mapa.

En los últimos años se ha hecho extensivo el uso del término "mapa" en varias disciplinas no geográficas y lo consideran como un modelo de lo que representa o una forma de expresión gráfica o escrita o como imágenes que sirven para observar, visualizar, analizar o comunicar ideas, conceptos, imágenes e información no espaciales, como son los "mapas mentales", los cuadros o diagramas que expresan o sintetizan una información, por ejemplo un "mapa curricular", los análisis médicos que se obtienen a través de microscopios electrónicos y videos sobre tejidos, sistema óseo, sistema circulatorio y cardiovascular, entre otros y que pueden visualizarse en un monitor de computadora; los diagramas de un aparato o maquinaria. Estos "mapas" permiten percibir, conocer y comprender las configuraciones y relaciones estructurales de lo representado.

Conviene destacar lo que Borden D. Dent (1993:3-4) expresa acerca de lo que es un mapa: "*Un mapa es una representación gráfica del medio ambiente*".

Para este autor el concepto de medio ambiente es muy amplio ya que comprende todos los aspectos del medio ambiente cultural y físico, así como las abstracciones mentales, las cuales no están físicamente presentes en el paisaje geográfico, no ocupan un espacio físico, por ejemplo las actitudes de las personas; para otros autores, las percepciones que las personas tienen de su entorno.

Las representaciones de estas actitudes o percepciones se realizan en un plano geométrico euclidiano y han sido denominadas de diversas maneras: imagen, mapa mental, mapa cognitivo, modelo de la realidad, las percepciones o actitudes tienen atributos espaciales: orientación, distancia, dirección.

Un mapa cognitivo o mental es *“un modelo incompleto, esquematizado, aumentado o distorsionado de la realidad externa”* (García Ballesteros, A., 1995:83). Los mapas mentales son desarrollados en el cerebro con la información que se recibe a través de los sentidos y del tiempo. Estos mapas han adquirido importancia en los campos de la psicología, en donde tuvieron su origen, en la geografía de la percepción y en la enseñanza, entre otros.

Desde el punto de vista de la geografía y de la cartografía existen varias definiciones de mapa, así:

El Diccionario de Términos Geográficos (Monkhouse, F. J., 1978:286), define al mapa como la *“representación de las características de una parte de la superficie terrestre, realizada a una escala determinada, sobre una superficie plana (...). Según la escala empleada y el detalle deseado presentará un distinto grado de generalización y diferente énfasis”*.

El Diccionario de Geografía (George, Pierre, 1991:366), dice que mapa es la *“Representación convencional, generalmente plana, en posiciones relativas de fenómenos concretos o abstractos, localizables en el espacio”*.

Para el cartógrafo francés Joly: *“Mapa es una representación geométrica plana, simplificada y convencional, de toda o parte de la superficie terrestre, con una relación de similitud proporcionada a la que se llama escala”* (Joly, 1979:1).

La Asociación Cartográfica Internacional (ICA) dice lo siguiente: *“Mapa es la representación convencional gráfica de fenómenos concretos o abstractos, localizados en la Tierra o en cualquier parte del Universo”* (en Vázquez, Maure, 1995:2). Es decir, los mapas no se refieren solo a la superficie de la Tierra sino que también existen mapas de la Luna, las constelaciones o de parte de la esfera celeste.

Estas definiciones concuerdan en varios elementos que caracterizan al mapa, casi todas coinciden en que el mapa es:

- una representación convencional
- una representación reducida de toda la Tierra o de parte de ella
- esta representación tiene una relación proporcionada que es la escala
- se representan hechos o fenómenos concretos o abstractos
- la representación de los hechos o fenómenos es generalizada

No obstante, se estima que todos estos elementos no son suficientes para definir el mapa geográfico.

Se considera que la definición del mapa geográfico más completa es la elaborada por el cartógrafo ruso Salitchev y que se expresa como sigue:

“Los mapas geográficos son representaciones reducidas, generalizadas y matemáticamente determinadas, de la superficie terrestre sobre un plano, en las cuales se interpreta la distribución, el estado y los vínculos de los distintos fenómenos naturales y sociales, ... (además los económicos) ... seleccionados y caracterizados de acuerdo con la asignación concreta del mapa” (Salitchev, 1981:7).

Este autor afirma que para que la representación reducida de la superficie de la Tierra en un plano, constituya un mapa, éste debe reunir las siguientes propiedades:

1. La representación de la superficie terrestre debe estar matemáticamente determinada.
2. El método de representación cartográfica y el lenguaje cartográfico apropiados.
3. La selección y generalización de los fenómenos que se representan.

La primera propiedad se logra a través de la cartografía matemática según el propio Salitchev o el cartógrafo francés Cuenin (1972:39-74) o de la cartografía teórica de acuerdo con Rimbart, S. (1968:11).

La cartografía matemática o teórica se ocupa de obtener las medidas de la Tierra y de su transformación geométrica, de un cuerpo de forma de geoide o de elipsoide de revolución o esférica a un plano. La cartografía matemática comprende la geodesia, fotogrametría, cartometría que proporcionan los datos para el cálculo y la elaboración de las diferentes proyecciones cartográficas en diversas escalas según si se desea conservar la superficie, o la forma, o la distancia o la orientación de la superficie terrestre o bien para elaborar los mapas topográficos básicos para un país y generales.

Las proyecciones y los mapas topográficos sirven de base para derivar y construir los mapas base y de referencia en los que se elaborarán los diversos mapas temáticos.

La segunda propiedad se basa en los aspectos teóricos, metodológicos y lógicos que señala la cartografía temática o metacartografía para la expresión y redacción de los mapas temáticos, como son: la elección del lenguaje cartográfico (simbología), los métodos de representación y el uso de la semiología cartográfica entre otros aspectos.

La tercera propiedad se relaciona con la asignación, es decir con el objetivo y el usuario del mapa; el geógrafo-cartógrafo seleccionará la proyección, la escala del mapa, los hechos o fenómenos que se representarán, los niveles o análisis estructural de la información, y los aspectos más relevantes o sea el grado de contenido o generalización de la información, así como la elaboración de las leyendas.

El mapa geográfico es un modelo o abstracción de la realidad puesto que sintetiza los hechos y fenómenos que ocurren en el espacio geográfico. Este modelo se caracteriza de dos formas: isomórfico y homomórfico. Respecto a la primera característica, el mapa contiene todas las variables de la realidad geográfica, presenta la realidad tal cual es, o sea que se representan las relaciones complejas que se dan en ella, lo que ocasiona que no siempre sea posible leer el mapa, entenderse y comprenderse fácilmente.

La segunda característica se refiere a que el mapa es homólogo a la realidad geográfica objetiva, las variables (hechos y fenómenos) se representan en el mapa o modelo mediante símbolos y debe transmitir y comunicar la información sobre esa realidad de manera legible, comprensible e inteligible.

Antes de construir el mapa debe tenerse el cuidado y la certeza de que los procesos teóricos, conceptuales y de investigación geográfica, según la temática y que rigen la redacción y expresión cartográfica del mapa, tengan validez con respecto a la realidad geográfica, de esta manera el mapa será un modelo de ella. Un mapa debe construirse con base en su teoría explícita o explicativa.

En la cartografía actual se tienen dos enfoques o paradigmas en relación con las funciones del mapa: el cognoscitivo y el de comunicación.

El paradigma cognoscitivo considera a la cartografía como la ciencia del conocimiento y de la representación de la realidad geográfica por medio de la modelación cartográfica, en tanto los mapas significan modelos de imágenes simbólicas y se esfuerza además por afianzar los vínculos con la geografía y a la elaboración de la teoría de la cartografía geográfica (Candeau, D. R., 1994:19).

El paradigma de la comunicación conceptúa la cartografía como la ciencia que trata de la transmisión de la información geográfica por medio de las técnicas de la comunicación gráfica o semiología gráfica en la que se basó Jacques Bertin, para construir las bases teóricas de la semiología cartográfica.

Con base en lo anterior se considera que el mapa tiene una función cognoscitiva y otra de información y comunicación.

Cada mapa que se elabore cumplirá con la función cognoscitiva si aporta nuevos conocimientos sobre la realidad geográfica objeto de estudio o retroalimenta o ayuda a corregir la información o conocimientos existentes o ya conocidos.

Hay que señalar que en el caso de la cartografía temática aplicada a los temas de población, que es el propósito de este trabajo, la función cognoscitiva tiene estrecha relación con los aspectos teóricos, metodológicos y científicos de las investigaciones propias de la Geografía de la Población, de tal manera que hay que identificar y determinar los aspectos teóricos y metodológicos de la cartografía temática más viables para el tema de población que se requiere expresar por medio de mapas.

Esto es, determinar si se requiere un mapa de análisis, de correlación o síntesis; esto conlleva a seleccionar la proyección y la escala para el mapa base fondo de referencia geográfica y a elegir los elementos que llevará éste; a determinar los modos de expresión, la generalización de la información y del contenido y al mismo tiempo obtener y procesar la información que se necesita, asimismo, determinar el lenguaje cartográfico, la implantación de los símbolos y los niveles de información.

Usos o funciones de los mapas

Los mapas tienen varios usos o funciones: pueden ser un instrumento directo de la investigación geográfica o para exponer los resultados de ésta, o bien ser útiles para plantear hipótesis, obtener información científica, comunicar o difundir el conocimiento científico, como inventario de los recursos naturales y humanos o para hacer diagnósticos, pronósticos o para la planificación o el ordenamiento territorial, o pueden ser un instrumento de carácter decisorio o ejecutivo. El uso o función del mapa está en relación con el objetivo y la asignación del mapa.

Los aspectos que se representan y expresan en los mapas dan respuesta a varias preguntas: ¿dónde están?, ¿cuántos son?, ¿por qué están?, ¿a dónde van?; además muestran las regularidades o variaciones espaciales, aspectos éstos que enfatizan varios geógrafos de la población en las definiciones siguientes:

George, P. considera que la Geografía de la Población es el "*examen de las relaciones entre el comportamiento de las colectividades humanas y el medio geográfico*", relaciones que considera recíprocas y en cuyo estudio hace intervenir también "*las leyes generales de los procesos*

económicos y sociales” para constituir un conjunto evolutivo que “comporta un pasado histórico y un presente geográfico” (George, P., 1950:291-300).

Para Zelinsky, W. la Geografía de la Población puede definirse como *“aquella ciencia que trata acerca del modo en que todo conjunto de fenómenos demográficos afecta el carácter geográfico de los distintos lugares y, a su vez, del modo en que estas características geográficas afectan a este conjunto de fenómenos demográficos, conjunto que varía según el tiempo y el espacio en cuanto sigue sus propias leyes de comportamiento existiendo una interacción entre éstos y otros fenómenos de carácter no demográfico” (Zelinsky, W., 1971:6).*

Para Clarke, J., la Geografía de la Población debe *“demostrar cómo las variaciones espaciales en la distribución, composición, migraciones y crecimiento de las poblaciones se relacionan con las variaciones espaciales en la naturaleza de los lugares, en el tiempo y espacio es decir las relaciones con los fenómenos físicos, culturales y económicos” (Clarke, J., 1973: 3 y 1991:3-4).*

Demko, Rose y Schenell afirman que la Geografía de la Población *“estudia las variaciones espaciales en las cualidades demográficas o no, de la población humana, y las consecuencias económicas y sociales que surgen de la interacción asociada a un conjunto especial de condiciones existente en una unidad de superficie dada. Además, la Geografía de la Población es muy sensible a la dimensión temporal, dimensión que considera necesaria para la comprensión de los procesos que actúan para producir cualquier variación de los atributos de la población en un contexto espacial” (Demko, G. J., 1986:185- 186).*

Noin, D. geógrafo francés, considera que el objeto de la Geografía de la Población es *“describir y comprender la sociedad mediante el estudio de las relaciones entre la población y el espacio: distribución espacial, movimientos en el espacio y diferenciación en el espacio”*. Este autor considera que la Geografía de la Población es de carácter social (Noin, D., 1987:20).

Para Woods y Jones, el carácter espacial es nota clave de la Geografía de la Población aunque su interés debe centrarse en el estudio de los procesos, principalmente de los componentes dinámicos de la población (natalidad- mortalidad- migraciones) por considerar que su interacción espacial y temporal producen cambios en la cantidad, distribución y composición de la población. Para estos autores la Geografía de la Población reviste un carácter demográfico.

Como se advierte estos especialistas en geografía de la población, entre otros, destacan el carácter espacial de ésta, aspecto que refuerza y justifica la expresión cartográfica de los hechos y fenómenos de la población tanto en mapas principales como derivados. Además, estos geógrafos consideran que esta subdisciplina es sensible a la variable tiempo y que la diferencia que guarda con la Demografía radica en que esta última pone énfasis en lo estadístico y en el tiempo.

Estas definiciones muestran tres orientaciones. Una hace énfasis en las *diferenciaciones espaciales*, más no considera las regularidades, los estudios espaciales son descriptivos con base en datos estadísticos y el análisis es cualitativo.

Una segunda orientación señala el estudio de las relaciones que existen entre la población y el medio en el que habita, es decir, la explicación y el análisis de las *interrelaciones* entre el medio físico y humano, por una parte y la población por la otra, constituyen la esencia de la geografía de la población.

Noin, D. conjuga y enriquece las dos corrientes anteriores. Considera que la geografía de la población debe orientarse a "*describir y comprender la sociedad a través del estudio de las relaciones entre población y espacio: distribución en el espacio, movimientos en el espacio y diferenciación en el espacio*". Para alcanzar estos objetivos, Noin considera que son válidos y útiles diferentes tipos de análisis, entre ellos considera el cartográfico, así como los métodos cuantitativos, los históricos, sociopolíticos o el demográfico, porque todos se complementan; lo que importa es que se busquen las regularidades dentro de las configuraciones espaciales a fin de poder elaborar teorías interpretativas para facilitar la comprensión de una realidad compleja (Noin, 1987:19-20).

Woods, R. y Jones consideran importante el énfasis temporal, los procesos, distinguir los patrones espaciales, las variaciones espacio-temporales de las características de la población. Para alcanzar estos objetivos, los autores proponen las vías expuestas ya con anterioridad. Estos autores manifiestan una gran preocupación por estimular la construcción de teorías en geografía de la población, para que los **geógrafos hagan** importantes contribuciones en estudios de población via su perspectiva espacial (Woods, R., 1982:XIII- XIV).

El análisis sobre las diferentes definiciones de la geografía de la población permite confirmar la importancia de los mapas y los diferentes objetivos, usos y aplicaciones que pueden tener los mapas.

HIPÓTESIS

El trabajo plantea como hipótesis central el que a medida que se impulse el conocimiento y la difusión de las bases teóricas, metodológicas, lógicas y técnicas de la expresión cartográfica, se incrementará la elaboración de mapas temáticos con rigor científico y calidad sobre los hechos y fenómenos de la población, esto en el medio académico geográfico y de otras disciplinas, en el docente de nivel básico, medio superior y superior.

La elaboración de mapas temáticos de población con rigor y alta calidad, contribuirá a profundizar y ampliar el conocimiento de la distribución, correlación y dinámica de los hechos y fenómenos demográficos en el espacio geográfico o territorio, así como en el desarrollo de la geografía de la población mexicana.

Para el desarrollo de la presente investigación se consideraron los siguientes objetivos generales:

- Dar a conocer y difundir las bases teóricas, metodológicas para representar en un modelo: el mapa, la distribución, las correlaciones y la dinámica de los hechos y fenómenos de la población que ocurren en el espacio geográfico o territorio.
- Coadyuvar para que en la elaboración de mapas analógicos y digitales, los geógrafos de la población así como los especialistas de otras disciplinas consideren las bases que proporciona la cartografía

temática, con el fin de obtener mapas analíticos, de correlación y sintéticos ya sea estáticos o dinámicos legibles, inteligibles, con valor cognoscitivo y de comunicación rápida.

Así como desarrollar los siguientes objetivos específicos:

- Presentar en forma **sistematizada las bases** teóricas y metodológicas de la cartografía temática para contribuir en la elaboración de mapas con calidad científica, en el caso particular en los que corresponden a la expresión de los temas de Geografía de la Población.

Difundir e impulsar la práctica y aplicación del lenguaje cartográfico, de la semiología cartográfica y de los métodos de representación cartográfica en el quehacer geográfico como forma de expresión, interpretación y conocimiento de los hechos y fenómenos, en este caso particular de la población, que se representan en el espacio geográfico o territorio.

- Contribuir a una mayor formación cartográfica de los estudiantes en geografía, ya que la cartografía temática **es esencial** en la investigación geográfica científica, en la elaboración de los mapas para expresar los resultados de sus trabajos escolares, de sus tesis y en su vida profesional.
- Dar a conocer y difundir **las bases** teóricas, metodológicas y lógicas de la cartografía temática entre los especialistas de varias disciplinas que tratan hechos y fenómenos que ocurren en el espacio o territorio (demógrafos, antropólogos, economistas, sociólogos, historiadores, urbanistas, Planificadores, entre otros), para que expresen en mapas geográficos la distribución espacial los hechos y fenómenos objeto de sus disciplinas, para poder comunicar mejor los resultados de sus investigaciones, así la comunicación científica o ejecutiva, a los usuarios, será más rápida y fácil, con el apoyo visual de los mapas.

Metodología

Para estructurar y elaborar los capítulos que se presentan en esta investigación se procedió como sigue:

1. Se revisaron y seleccionaron diversas fuentes bibliográficas actuales referentes a la Geografía de la Población, a la Cartografía General y a la Cartografía Temática, de diferentes escuelas o tendencias: la anglosajona, la francesa, la española y la cubana.
2. Se analizó e interpretó el material bibliográfico y se elaboraron fichas de trabajo.
3. Se revisaron y analizaron varias fuentes cartográficas: escala, título, simbología, leyenda y contenido.
4. Se revisó y analizó el material cartográfico de varios Atlas, unos generales y otros temáticos.
5. Para ejemplificar el contenido de los capítulos, se consideraron fracciones de algunos mapas del Atlas Nacional de México (1986-1992) y del Atlas del Istmo de Tehuantepec.
6. Los mapas del Atlas Nacional de México fueron elaborados en forma manual pero para su presentación en esta investigación se escanearon y digitalizaron utilizando los programas de ArcView y Mapinfo.
7. En la elaboración del texto de los capítulos se consideraron las ideas de algunos autores y las aportaciones propias con base en los conocimientos y experiencias adquiridas en el trabajo desarrollado en el Instituto de Geografía y en la docencia.

1. LA CARTOGRAFÍA. TENDENCIAS ACTUALES

Las representaciones que en forma gráfica hicieron los pueblos primitivos de los fenómenos y hechos geográficos percibidos y de su espacio geográfico conocido (ríos, montañas, caminos, parcelas), constituyen los antecedentes de la cartografía. A través de la historia de la cartografía se han observado varias tendencias, cada una de las cuales aportó mayores conocimientos geográficos, matemáticos, astronómicos, geodésicos, topográficos y técnicos: instrumentos de medición, fotografías aéreas, imágenes de satélite, expresión gráfica, dibujo, etc.; estas aportaciones fueron enriqueciendo, sistematizando y consolidando la cartografía, hasta llegar a tener actualmente una cartografía científica, que muestra dos tendencias de aceptación internacional: la topográfica y la temática.

Respecto a la cartografía en general, existen varias definiciones, una de ellas dice: “es el conjunto de estudios y operaciones científicas, artísticas y técnicas que intervienen, a partir de los resultados de las observaciones directas o de la explotación de una documentación, en el establecimiento de **mapas**, planos y otras formas de expresión, así como en su utilización” (Joly, 1979:4 y 5).

Existen varias definiciones acerca de lo que es un mapa geográfico. Se considera que la expresada por K. Salitchev es bastante precisa, ya que diferencia al mapa geográfico, del plano, del globo terráqueo, las imágenes de satélite o las fotografías, que son otras formas de representación de la Tierra.

Salitchev, K. dice: “el mapa geográfico es una representación reducida, generalizada y matemáticamente determinada, de la superficie terrestre, sobre un plano, en el cual se interpreta la distribución, el estado y los vínculos de los distintos fenómenos naturales y socioeconómicos, seleccionados y caracterizados de acuerdo con la asignación concreta del mapa” (Salitchev, K., 1979:6).

A partir de esta definición Salitchev señala las propiedades del mapa geográfico, como son:

1. Las dimensiones de la Tierra son de tal magnitud que no es posible representarla en su verdadero tamaño, sino que hay que reducirla miles o millones de veces, es decir representarla a **escala**.

2. Respecto a la representación matemáticamente determinada de la superficie terrestre, sobre un plano, se refiere a la selección de la **proyección cartográfica**¹ que sea más conveniente para elaborar un mapa, según si se requiere toda o parte de la superficie terrestre y del objetivo, contenido y usuario del mapa.
3. Se comprende como **generalizada**, el hecho de que no todos los elementos naturales, como ríos, relieve, costas y vegetación, entre otros; los culturales o humanos, como parcelas, puentes, presas, carreteras, edificaciones, asentamientos de población, etc., o los elementos abstractos, como número de habitantes, producción en toneladas, número de nacimientos o de migrantes, etc., se representan tal como son en la realidad, sino que son representados esquemáticamente, o por medio de signos o símbolos; es más aquellos elementos naturales, culturales o abstractos poco significativos, no se llegan a representar en el mapa.

La generalización tiene relación con la escala, el objetivo y la asignación del mapa.

4. Uso del **lenguaje cartográfico**, es decir de signos, símbolos y color acordes con los fenómenos naturales, económicos, sociales, históricos o políticos que se requieran expresar en el mapa.
5. El **método de representación cartográfica**, consiste en seleccionar el que sea conveniente para el lenguaje cartográfico o el contenido, según las variables e indicadores.

¹ **Proyecciones Cartográficas**

Por la forma que tiene la Tierra no ha sido fácil trasladarla a un plano, para ello los cartógrafos matemáticos han construido un sistema de proyecciones cartográficas y aunque éstas son numerosas no todas se usan.

Cuando se va a elaborar un mapa es necesario elegir un sistema de proyección cartográfica y revisar sus propiedades, pues según sea el plano o superficie geométrica en la que se proyecte la superficie de la Tierra se conservará la forma, los ángulos, el área o superficie, la distancia o el rumbo. Conociendo las propiedades que reúnan las distintas proyecciones, se seleccionará la que convenga a las necesidades del cartógrafo, considerando el objetivo, la escala, el contenido y la asignación del mapa que se va a elaborar.

Propiedades de las proyecciones

Para la representación de la superficie de la Tierra en un plano, primero hay que representarla en un elipsoide terrestre o en una esfera, superficies de referencia geométrica; esta representación es la que se traslada a un plano o mapa por medio de las proyecciones cartográficas, éstas permiten establecer la correspondencia entre los puntos del elipsoide o de la esfera y del plano, es decir, las coordenadas y con éstas la red de paralelos y meridianos que forman el caneavá de la proyección; sin embargo, como el elipsoide o la esfera, no son superficies desarrollables por ser curvas, al proyectarse la superficie terrestre en el plano sufre distintas deformaciones. Según sean las propiedades que se conservan a escala en el mapa –la superficie, la forma y los ángulos o la distancia– las proyecciones se clasifican en: equivalentes, conformes y equidistantes respectivamente.

Las proyecciones equivalentes conservan el área o superficie, son propias para expresar datos estadísticos mostrando la distribución de la densidad y la concentración de la variable que se expresa en el mapa, por ejemplo: la distribución de la población, de las variables de diversos aspectos económicos, el clima, la vegetación o el uso del suelo.

6. **La selección y generalización** de los fenómenos que se representan.

Todas estas propiedades están estrechamente correlacionadas y son aplicables en la construcción y elaboración de los mapas topográficos y temáticos.

1.1 **Carta topográfica**

La cartografía topográfica se ocupa de la elaboración de mapas en los que se representa en forma detallada y exacta la superficie terrestre, particularmente la altimetría y los accidentes de la superficie, así como la planimetría.

La elaboración de la carta topográfica se apoya en las fotografías aéreas, los levantamientos geodésicos, astronómicos, topográficos y de toponimias, así como, en la restitución fotogramétrica. A la conjugación de estos apoyos se agregan la proyección cartográfica y la escala del mapa. Esta carta permite obtener en forma precisa medidas de ángulos, distancias, áreas y desniveles.

La carta topográfica es de localización exacta, posición, altitud, forma, dimensiones e identificación de los accidentes del terreno, de los aspectos hidrológicos: ríos, lagos, lagunas; de la vegetación; de la planimetría, o de los objetos materiales y culturales que se hallan de manera visible y permanente en el lugar: poblados, áreas construidas, infraestructura vial, presas, puentes, escuelas, hospitales, líneas telefónicas, telegráficas, entre otros objetos. El contenido de esta carta se expresa por medio de símbolos y

En las proyecciones conformes se conservan la forma de la superficie terrestre y no hay deformaciones angulares, lo que permite usarlas cuando es necesario medir ángulos en el mapa y mantener la forma de los espacios proyectados. Estas proyecciones son adecuadas para elaborar cartas aeronáuticas, de navegación marítima, meteorológicas, topográficas, espaciales.

En las proyecciones equidistantes la distancia a escala entre los paralelos es constante, y a lo largo de los meridianos se conserva la escala. Estas proyecciones se usan a menudo en los atlas como base de referencia general de continentes o países, así como, para medir distancias o rumbos a otros lugares del mundo, por esto se usan en cartas de navegación aérea.

Ninguna proyección reúne al mismo tiempo la propiedad de conformidad y equivalencia o de equidistancia.

Superficies de proyección

La superficie de la Tierra se puede proyectar sobre la superficie de un plano o de una superficie desarrollable como la del cilindro o del cono. Con base en ellas, las proyecciones cartográficas se dividen en acimutales o cenitales, cilíndricas y cónicas, y según sea la relación de la esfera con el plano, las proyecciones son tangentes, secantes, oblicuas, o transversales. (Figura 1).

1. Proyecciones acimutales o cenitales

En las proyecciones acimutales o cenitales, el plano de proyección puede ser tangente a la esfera en el punto del polo (Figura 1.a) o en un punto del ecuador, (que sería un meridiano) o en cualquier otro punto. Las proyecciones que resultan son polares, meridianas o ecuatoriales y gnomónicas.

En las proyecciones polares se proyecta el hemisferio norte o el hemisferio sur a partir del ecuador y en las meridianas es

signos sencillos que están normalizados, es decir, tienen un uso y reconocimiento universal, es un lenguaje gráfico que puede ser leído e interpretado por los cartógrafos de todos los países, o aún por personas no especializadas en la disciplina cartográfica.

La carta topográfica es un inventario de los elementos naturales y humanos que existen en los territorios, es el mapa básico de un país, se construye a escala grande y mediana. Su elaboración comúnmente está a cargo de los gobiernos de los Estados.

La carta topográfica básica de México está a escala 1:50 000, en proyección Universal Transversa de Mercator (UTM). De ésta se han derivado otras cartas topográficas por medio de la generalización y la reducción. Así, se tiene en escala mediana la de 1:250 000 en proyección UTM y en pequeñas escalas las de 1:1 000 000 a 1:5 000 000, en proyección Cónica Conforme de Lambert con dos paralelos tipo: 17° 30' y 29° 30'.

1.2 Carta temática

La cartografía temática o metacartografía trata sobre los aspectos teóricos, metodológicos y lógicos para la conceptualización y la elaboración de los mapas que no sean matemáticos ni topográficos, y su aplicación para guiar la elección y elaboración de los medios de expresión gráfica y las leyendas temáticas, en función de los fenómenos y de los objetos materiales o reales a representar.

En el mapa temático se representa en forma convencional, por medio de signos y símbolos

frecuente proyectar el hemisferio oriental o el occidental.

Las proyecciones polares y meridianas más utilizadas son la ortográfica y la estereográfica. La proyección ortográfica no es conforme ni equivalente la deformación corresponde a las regiones más alejadas del centro. La proyección estereográfica es conforme, y conserva los ángulos por lo cual es útil en la aeronáutica. En ésta la deformación se da en el centro de la proyección.

2. Proyecciones cilíndricas

En las proyecciones cilíndricas el plano de proyección es la superficie lateral de un cilindro tangente al ecuador o secante a dos paralelos de igual latitud, denominados "tipo". La primera es una proyección con escala en el ecuador y la segunda con escala en los dos paralelos "tipo" (Figura 1.b).

Existen varias proyecciones cilíndricas: equivalente, equidistante y conforme.

- a) En la proyección cilíndrica equivalente la escala en los paralelos aumenta rápidamente hacia el norte y el sur del ecuador, deformándose en las latitudes cercanas a los polos. El polo geográfico tiene una longitud igual a la del ecuador.
- b) En la proyección con escala en el ecuador equidistante o simple, la escala es verdadera en él y en los meridianos, distendiéndose las tierras, de manera exagerada hacia el Este y el Oeste, en las regiones polares. Los paralelos y meridianos forman una red de líneas rectas paralelas y equidistantes.
- c) En la proyección cilíndrica con escala en dos paralelos "tipo", la escala se conserva a lo largo de los paralelos seleccionados

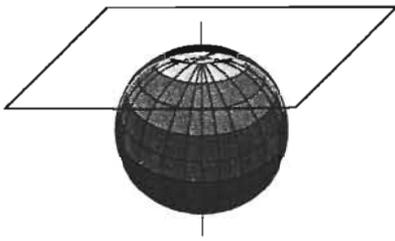
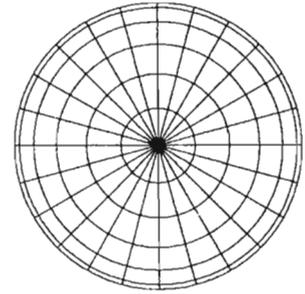


Figura 1.a Azimutal



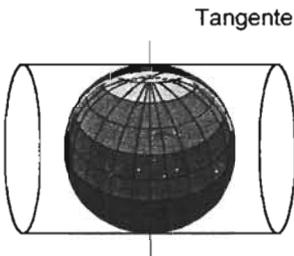
Tangente



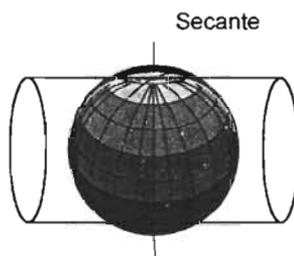
Secante



Figura 1.b Cilíndrica



Tangente



Secante

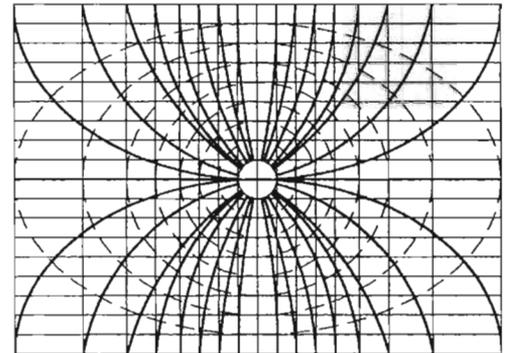
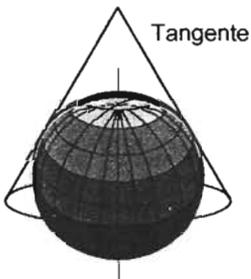


Figura 1.c Cilíndrica Universal Transversal de Mercator



Tangente



Secante

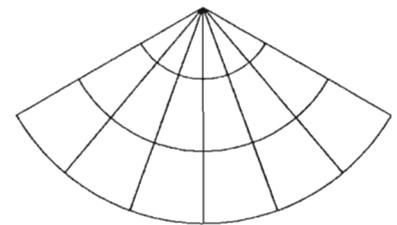


Figura 1.d Cónica

Figura 1. Sistemas de proyección cartográfica

cualitativos y/o cuantitativos, una información igualmente cualitativa y/o cuantitativa, correspondiente a los atributos o características concretas o abstractas de la componente “Z”, o sea de los hechos y fenómenos naturales, sociales, económicos, culturales, históricos o políticos que ocurren en el espacio geográfico.

Este mapa se elabora sobre un fondo geográfico de referencia, derivado de una carta topográfica de la cual se seleccionan y generalizan los elementos que se consideren indispensables, según el objetivo, la escala del mapa y la asignación del mapa temático, como son: las coordenadas, algunas curvas de nivel, (generalmente las maestras), algunos ríos, lagos o presas; algunas vías de comunicación, algunas localidades con su ubicación puntual, o los límites político-administrativos del nivel que se necesiten, entre otros elementos.

La información para la elaboración de un mapa temático se obtiene de diversas fuentes: material cartográfico, ya sea de contenidos físicos o humanos, observación directa de campo, información estadística y censal, encuestas, muestreo, fotografías aéreas, imágenes de satélite.

Cabe señalar que la expresión gráfica de la información debe ser legible, clara y precisa, a fin de que visualmente sea perceptible, comprensible y fácil y rápidamente se transmita al lector del mapa. Hay que agregar que los mapas son abstracciones y simplificaciones del espacio geográfico.

y en los meridianos, los paralelos situados a ambos lados, el ecuador y el polo se distorsionan.

En cuanto a la proyección cilíndrica conforme hay que destacar que son dos las proyecciones más utilizadas: la Proyección simple conforme de Mercator y la Universal Transversa de Mercator o UTM.

- d) En la proyección simple conforme de Mercator, la distancia entre los paralelos es creciente en latitud, la superficie terrestre en las latitudes altas aumenta alargándose, las zonas próximas al ecuador quedan bien representadas por lo cual es útil para representar las regiones intertropicales, ya que presentan muy poca distorsión.
- e) La proyección Transversa de Mercator o UTM, es conforme. El cilindro gira tangente a un círculo máximo, o sea un círculo meridiano seleccionado, éste es la línea estándar o de escala y se representa como línea recta. Los paralelos y demás meridianos son curvos. Esta proyección representa la superficie terrestre comprendida entre 0° y 80° de latitud norte y de latitud sur (Figura 1.c).

Actualmente en la proyección Transversa de Mercator o UTM, se construyen, por acuerdo internacional, las cartas topográficas básicas, de escala grande y media, de casi todos los países.

3. Proyecciones cónicas

Las proyecciones cónicas resultan de la proyección de la superficie terrestre en la superficie lateral del cono, ya sea tangente a un paralelo, denominada cónica con escala en un paralelo, o secante a dos paralelos, conocida como cónica con escala en dos paralelos, en las dos proyecciones los paralelos escala son considerados “tipo” o estándar (Figura 1.d).

A diferencia de la cartografía topográfica, en la temática los elementos de expresión gráfica no son limitados, ni están normalizados, por el contrario, existe una gran diversidad de signos y símbolos, métodos de representación y formas de presentar los resultados hasta para un mismo tema, de acuerdo con la conceptualización y creatividad del autor del mapa.

Solamente se ha podido llegar a una normalización de los medios de expresión para algunos mapas temáticos del campo de la geografía física como los de vegetación, suelos, geología o hidrología.

Los temas a tratar en la cartografía temática son muy numerosos y variados, puesto que los fenómenos y hechos susceptibles de localizarse en los mapas son también innumerables, ya que este tipo de cartografía no se restringe sólo a la elaboración de mapas referentes a fenómenos geográficos físicos o humanos, sino que puede hacerse extensiva a otros campos como el de la historia, la sociología, la demografía, la antropología, la política o hasta la estrategia militar, por citar algunos ejemplos.

Es conveniente destacar las posibilidades de elaborar un sinnúmero de mapas temáticos, ya que simplemente alrededor de un solo fenómeno geográfico se pueden tratar y expresar gráficamente diversos temas y hacer varias correlaciones, así como representar todos ellos de distintas formas. Por ejemplo, en relación con el fenómeno migratorio, además de los mapas de flujos o corrientes migratorias se pueden

Estas proyecciones son conformes y conservan ángulos.

La escala se conserva sobre los paralelos "tipo" o estándar y en los meridianos.

Los meridianos se proyectan como líneas rectas concurrentes en el vértice del cono (polo geográfico) y los paralelos son arcos de círculo concéntricos, regularmente espaciados.

Se utilizan para representar la superficie terrestre de las latitudes medias. Las bajas latitudes resultan muy distendidas y las deformaciones aumentan al alejarse de los paralelos estándar. Se dividen en:

- a) Proyección cónica con escala en un paralelo o cónica simple. La escala aumenta en los paralelos que no son estándar se utiliza en los mapas de zonas poco extendidas en latitud.
- b) Proyección cónica conforme de Lambert con dos paralelos "tipo" o estándar.

Los dos paralelos "tipo" son de distinta latitud y la escala se conserva a lo largo de ellos, aunque aumenta rápidamente a ambos lados de los estándar.

Esta proyección se utiliza para mapas a gran escala, ya que la zona comprendida entre los paralelos "tipo" tiene una deformación mínima, para cartas aeronáuticas internacionales, en latitudes medias, donde se cumple la propiedad de conformidad, facilita el escalado de distancias y el trazado de rutas. También se usa para mapas topográficos y cartas meteorológicas.

Los mapas básicos de México están contruidos, uno en la proyección cilíndrica Universal Transversa de Mercator (UTM) y el otro en la proyección cónica Conforme de Lambert con dos paralelos tipo.

Existe otro grupo de proyecciones llamadas convencionales, en las cuales la red de paralelos y meridianos no se obtienen como en las proyecciones anteriores, sino analíticamente; entre estas proyecciones están la de Mollweide, la Sinusoidal, varias de Eckert, la Homalográfica o cortada de Goode. Estas proyecciones se utilizan para representar distribuciones sobre distintos aspectos físicos, sociales o económicos a escala mundial y en los atlas.

elaborar mapas de tasas de inmigración y de emigración; migración neta, migración por edad y sexo, migración por grado de escolaridad, por nacionalidad y otros más. Un ejemplo más es el referente a los fenómenos geológicos, al respecto se pueden elaborar mapas estratigráficos, tectónicos, hidrogeológicos, de sedimentos terciarios o cuaternarios o los de yacimientos minerales, además de los propiamente geológicos.

Para elaborar un mapa, el geógrafo de la población debe partir de la disponibilidad de un mapa base de referencia geográfica en el cual va a representar las variables e indicadores de los temas de población. El mapa base de referencia geográfica es un mapa generalizado que se deriva de un mapa topográfico o de otro mapa temático.

La generalización consiste en seleccionar del mapa topográfico los elementos físicos y altimétricos necesarios que sirvan como referentes al momento de elaborar el mapa temático o al momento en que el usuario lee y analiza este mapa, así por ejemplo, se seleccionan los ríos más importantes, las ciudades de determinado número de habitantes, algunas carreteras o vías férreas, si se requiere algunas curvas de nivel, los lagos más importantes. El grado de generalización del mapa base de referencia está en función de la escala que se necesita, para el mapa temático de trabajo y de presentación final.

Por otra parte, el geógrafo de la población debe seleccionar la proyección cartográfica, que de acuerdo con el objetivo del mapa temático que se va a elaborar sea conveniente para conservar: la forma, o la superficie, o la distancia del espacio territorial de trabajo y representación cartográficas.

2. LA ESCALA DE LOS MAPAS

Por sus dimensiones, la Tierra no se puede representar en un plano en su verdadera magnitud, hay que representarla a escala.

La escala de un mapa es la relación que existe entre la distancia gráfica lineal que hay entre dos puntos en el mapa y la distancia lineal que existe entre dichos puntos en la superficie terrestre, esto es, una unidad de longitud en el mapa representa las mismas unidades sobre la superficie terrestre.

Generalmente se usa la escala centímetro/kilómetro (cm/km), así cuando en un mapa se expresa Esc. 1:1 000 000, significa que una unidad de longitud en el mapa, es decir, un centímetro entre dos puntos corresponde a 1000 000 de las mismas unidades de la superficie de la Tierra, por tanto cada centímetro equivale a 10 km. Ejemplo:

1 cm en el mapa	=	1 000 000	de centímetros del terreno
1 cm en el mapa	=	10 000	metros en el terreno
1 cm en el mapa	=	10	km en el terreno

Si se tiene un mapa Esc. 1: 250 000, entonces, las conversiones serán:

1 cm en el mapa	=	250 000	cm del terreno
1 cm en el mapa	=	2 500	m del terreno
1 cm en el mapa	=	2.5	km del terreno

La escala siempre es un número abstracto, es decir no se le asigna especie (centímetros).

La escala de los mapas se puede expresar de dos formas: numérica y gráfica o lineal.

2.1 Escala numérica

La escala numérica se expresa como una razón o fracción en la forma siguiente:

1/1 000 000, ó así: $\frac{1}{1\,000\,000}$, o bien 1:1 000 000, esta última expresión es la más usual.

El numerador es siempre 1 y representa la distancia en el mapa (1 cm), mientras que el denominador indica la distancia en la superficie terrestre.

Determinación de la escala.

Se pueden presentar tres tipos de problemas relacionados con la escala, éstos se pueden resolver con una simple operación aritmética, mediante la siguiente fórmula.

$$\frac{1}{E} = \frac{ab}{AB} \quad \text{ó} \quad 1 : E :: ab : AB$$

Donde:

I Se refiere a una unidad del mapa, generalmente 1 centímetro.

E Es la Escala.

ab Es la distancia gráfica entre dos puntos del mapa, generalmente se expresa en centímetros o milímetros.

AB Es la distancia real entre dos puntos de la superficie terrestre, y se expresa en metros o en kilómetros, pero para facilitar su manejo conviene convertir a centímetros.

Ejemplos acerca de cómo resolver los problemas que se pueden presentar en relación con la escala.

1. Se requiere conocer la escala numérica de un mapa teniendo los valores de la distancia gráfica y la real.

Datos: $ab = 12 \text{ cm}$

$$AB = 15 \text{ km}$$

Fórmula: $\frac{1}{E} = \frac{ab}{AB}$

Sustitución: $\frac{1}{E} = \frac{12 \text{ cm}}{15 \text{ km}}$ (Convirtiendo los kilómetros a una misma unidad, es decir a centímetros)

Desarrollo: $E = \frac{1 \times 1\,500\,000}{12} = 125\,000$

La escala del mapa es 1: 125 000, ésta se debe indicar así:

Esc. 1: 125 000

2. Se desea conocer la distancia gráfica que hay entre dos puntos del mapa, sabiendo su escala numérica y la distancia real entre esos mismos puntos.

Datos: Esc. 1: 125 000
 AB = 15 km

Fórmula: $\frac{1}{E} = \frac{ab}{AB}$

Sustitución: $\frac{1}{125\,000} = \frac{ab}{15 \text{ km}}$

Desarrollo:
 $ab = \frac{1 \times 1\,500\,000}{125\,000}$

∴ Distancia gráfica = 12 cm

3. Se necesita saber cual es la distancia real entre dos puntos representados en el mapa por 12 cm a Esc. 1: 125 000.

Datos: Esc. 1: 125 000
 ab = 12 cm

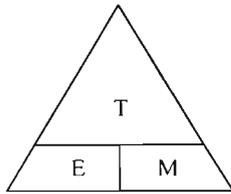
Fórmula: $\frac{1}{E} = \frac{ab}{AB}$

Sustitución: $\frac{1}{125\,000} = \frac{12 \text{ cm}}{AB}$

Desarrollo:
 $AB = \frac{125\,000 \times 12}{1} = 1\,500\,000 \text{ cm} = 15 \text{ km}$

∴ Distancia Real = 15 km

Otra forma para calcular la escala, la distancia gráfica en el mapa o la distancia real, es por medio del gráfico de nemotecnia siguiente: (Sánchez, A., 1992:58-11).



E = escala

T = medida en el terreno (km o m)

M = medida en el mapa (cm)

$$\therefore E = \frac{T}{M} \quad M = \frac{T}{E} \quad T = E \times M$$

Ejemplos:

1) $E = \frac{T}{M}$

$$E = \frac{960 \text{ km}}{5 \text{ cm}}$$

$$E = \frac{96\,000\,000}{5} = 19\,200\,000$$

\therefore Esc. 1: 19 200 000

2) $M = \frac{T}{E}$

$$M = \frac{960 \text{ km}}{19\,200\,000}$$

$$M = \frac{96\,000\,000}{19\,200\,000} = 5 \text{ cm}$$

\therefore M = 5 cm (distancia gráfica)

3) $T = E \times M$

$$T = 19\,200\,000 \times 5 = 96\,000\,000 \text{ cm}$$

\therefore T = 960 km (distancia real)

La escala numérica sólo es verdadera en determinadas líneas del mapa, según el sistema de proyección, fuera de ellas la escala puede ser mayor o menor que la numérica, por esto se considera conveniente indicar en el mapa de qué proyección se trata, y conocer sus características o propiedades ya que esto facilitará el cálculo de la escala numérica cuando se requiere.

2.2 Escala gráfica

La escala gráfica, lineal o barra de escala, es aquella en la que una línea recta de longitud convencional se divide en partes iguales, y cada una de éstas corresponde a las unidades de longitud que sobre el mapa representan las unidades de longitud de la superficie terrestre. La escala gráfica consta de dos partes, a la derecha del 0 (cero) se leen directamente las unidades que indican la relación entre las medidas del mapa y las de la superficie terrestre, o sea cm/km y a la izquierda, en el llamado talón, las subdivisiones corresponden a las fracciones o submúltiplos de la unidad considerada, como se observa en la escala gráfica (Figura 2).

La construcción de una escala gráfica lineal se realiza estableciendo una proporción, para la cual tiene que conocerse la escala numérica.

De acuerdo con la escala 1:2 000 000, un centímetro equivale a 20 km, esta es la relación de la unidad de longitud del mapa con la longitud en el terreno, por lo tanto si se traza una línea de longitud conveniente, por ejemplo de 10 cm, al final de la línea, el total de km será de 200 resultado de multiplicar 20 km por 10 cm y las subdivisiones menores, sobre el talón corresponden a 2 km por milímetro (Figura 2).

Otros ejemplos:

- 1). ¿Si se quiere construir una escala gráfica para un mapa Esc. 1:4 000 000 cuya longitud de la línea represente un total de 300 km, a partir de 0 (cero) de qué longitud se debe trazar? Se procede en la forma siguiente:

$$1 \text{ cm} = 40 \text{ km}$$

$$\frac{1 \text{ km}}{40 \text{ km}} = 0.025 \text{ cm, corresponde a 1 km}$$

$$\frac{0.025}{1 \text{ km}} = \frac{X}{300 \text{ km}}$$

$$\begin{array}{r} 0.025 \\ \times 300 \text{ km} \\ \hline 00.7500 \end{array}$$

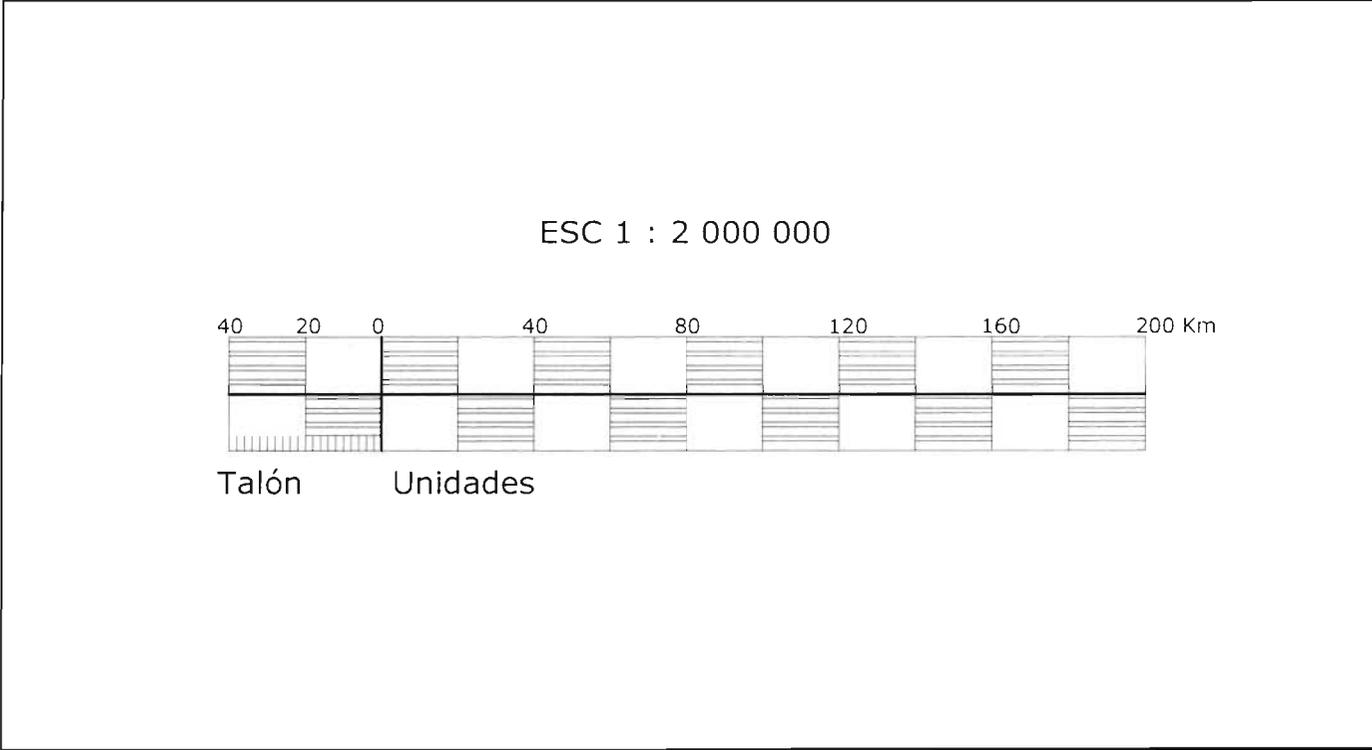


Figura 2. Escala gráfica.

La longitud de la línea que representa 300 km debe ser de 7.5 cm. Para calcular las subdivisiones menores sobre el talón de la escala gráfica se procede así:

$$\text{Sustitución: } \frac{7.5 \text{ cm}}{300 \text{ km}} = \frac{X}{1 \text{ km}}$$

$$\frac{7.5}{30\,000\,000} = \frac{X}{100\,000}$$

$$\text{Desarrollo: } X = \frac{7.5 \times 100\,000}{30\,000\,000} = 750\,000.0$$

$$\frac{750\,000}{30\,000\,000} = 0.025 \text{ cm}$$

0.025 cm representa 1 km

Por lo tanto:

		Longitud del Talón			
10 km	x	0.025	=	2.5 mm	
20 km	x	0.025	=	5.0 mm	
40 km	x	0.025	=	10.0 mm	ó 1 cm

- 2). Para un mapa Esc. 1:8 000 000 construir una escala gráfica de manera que el total de su longitud corresponda a 400 km.

Entonces:

$$1 \text{ cm} = 80 \text{ km}$$

$$\frac{1 \text{ km}}{80 \text{ km}} = 0.0125 \text{ cm}$$

$$\frac{0.0125}{1 \text{ km}} = \frac{X}{400 \text{ km}}$$

$$\frac{0.0125 \times 400 \text{ km}}{5.0000}$$

La longitud de la línea que representa 400 km será de 5.0 cm.

3). Para un mapa Esc. 1:16 000 000 y una línea recta que represente 500 km.

Entonces:

$$1 \text{ cm} = 160 \text{ km}$$

$$\frac{1 \text{ km}}{160 \text{ km}} = 0.00625$$

$$\frac{0.00625}{1 \text{ km}} = \frac{X}{500 \text{ km}}$$

$$\begin{array}{r} 0.00625 \\ \times 500 \text{ km} \\ \hline 3.12500 \end{array}$$

Una línea de 3.1 cm de longitud representará 500 km.

2.3 Los mapas topográficos y su escala

1. El espacio geográfico objeto de estudio y de representación cartográfica puede corresponder a toda la superficie de la Tierra o a una parte de ella, esto es, puede ser a escala planetaria o de un continente, una región, zona rural o urbana; de unidades político-administrativas, en el caso de México de todo el país, un estado o entidad, municipio, localidad, delegación, colonia, manzana, barrio.
2. Cada uno de estos espacios constituye una escala geográfica distinta, con sus características, comportamientos, relaciones e interacciones internas y externas propias.
3. A estas distintas escalas geográficas corresponde una determinada escala de representación cartográfica, según las características distintivas de la extensión espacial, pero sobre todo del tema o problema a tratar y representar, la naturaleza de sus relaciones, las variables o indicadores, los niveles de información y generalización, el objetivo y usuario del mapa.
4. De acuerdo con lo mencionado, se infiere que no es posible utilizar mapas a una misma escala para todos los propósitos o necesidades, tampoco es recomendable usar mapas a diferentes escalas de manera indiscriminada.

Las categorías de escalas que ha establecido la International Cartographic Association (ICA-ACI) para los mapas topográficos básicos y derivados son: (ACI-ICA, 1984:18 y Anson, R, W, 1984-1).

Escalas grandes	Escalas medianas	Escalas pequeñas	Escala muy pequeñas
1: 2 000	1: 50 000	1: 250 000	Menores de
1: 5 000	1: 75 000	1: 500 000	1: 2 500 000
1: 10 000	1: 100 000	1: 1 000 000	
1: 20 000	1: 125 000	1: 2 500 000	
1: 25 000	1: 200 000		
	1: 250 000		

En México, la Dirección General de Geografía del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) clasifica a los mapas topográficos, con base en su escala, como sigue: (SPP, 1981:12, 13).

Escala grande	Escala media	Escalas pequeñas
1: 50 000	1: 250 000	1: 5 000 000
		1: 4 000 000
		1: 2 000 000
		1: 1 000 000

Los mapas de escala muy grande de 1: 1 000 a 1: 5 000 y menos, se denominan planos y prescinden del uso de proyecciones cartográficas, pues no se considera la esfericidad de la Tierra. Los planos representan áreas reducidas de la superficie terrestre como son las ciudades o parte de ellas, parcelas agrícolas, predios mineros o ganaderos, entre otros; o bien representan parte de éstos en tamaño grande.

Los mapas de escala grande comprenden áreas y distancias pequeñas, por ejemplo en un mapa Esc. 1: 50 000 un centímetro en el mapa equivale a 0.5 kilómetros, en el terreno (500 metros). Los mapas de escala pequeña abarcan áreas más grandes, así en un mapa Esc. 1:2 000 000, un centímetro en el mapa representa 20 kilómetros del terreno. La relación entre la escala y las áreas que representan son inversamente proporcionales.

A medida que disminuye la escala del mapa, debe aumentar la generalización tanto del contenido, y en consecuencia de las variables, como de la simbolización o expresión gráfica de ese contenido. El tratamiento de un fenómeno o hecho geográfico o una característica de éstos varía según la escala, es decir, los resultados de la representación no son los mismos en todas las escalas.

Por otra parte, los proyectos, o investigaciones que requieren de mucho detalle y de medidas muy precisas necesitan mapas a escalas grandes.

Finalmente cabe mencionar que es necesario y conveniente indicar en el mapa la escala gráfica y la escala numérica, sobre todo la primera, es de gran utilidad, pues cuando se amplía o reduce un mapa es posible calcular la escala a la que ha quedado, la barra o línea muestra los cambios de tamaño en proporción directa al mapa.

El geógrafo de la población necesita saber si el espacio o territorio objeto de su investigación demográfica es un área extensa o pequeña en la realidad, con el fin de elegir el mapa de trabajo y el de presentación final a una escala conveniente que permita la representación de la información procesada en forma clara, legible e inteligible.

Por lo anterior, el geógrafo de la población requiere saber y comprender el concepto de escala, dominar los cambios de escala, es decir de grandes a chicas y a la inversa, la equivalencia de la distancia gráfica en el mapa y la real que existe entre los mismos dos puntos en el terreno y en el mapa, asimismo debe saber construir a partir de una escala gráfica una numérica o de ésta una gráfica.

3. EL LENGUAJE CARTOGRÁFICO

3.1 Componentes del mapa

3.1.1 Componentes espaciales

Los hechos y fenómenos geográficos que interesan a los especialistas en estudios del espacio geográfico se pueden expresar y transmitir por medio de mapas.

El mapa se compone de una o varias imágenes. La imagen se crea y se lee en tres componentes espaciales; dos de los componentes de base del espacio geográfico, para responder a la pregunta geográfica ¿dónde?, son las coordenadas geográficas o de localización: la longitud o componente "x" y la latitud o componente "y".

Con estas coordenadas se identifican los diversos puntos del plano en cuanto a su posición, es decir en situación absoluta, y sus distancias, direcciones y orientaciones, o sea en situación relativa. El posicionamiento puede ser por punto, línea o área (ICA, 1984:90).

Sistemas de posicionamiento e implantación de los hechos y fenómenos geográficos

1. Puntual



2. Lineal



3. Areal



1. Se define por un punto situado en el espacio geográfico.
2. Resulta de la unión entre dos puntos del espacio geográfico.
3. Se define por la línea que une a tres o más puntos.

La tercera componente, "Z", es la que caracteriza cualificando o cuantificando los hechos o fenómenos geográficos que tienen lugar en forma puntual, lineal o areal, es decir se refiere a la cualidad o magnitud de los atributos de esos hechos y fenómenos, por ejemplo: la altitud, el relieve, el clima, el número de habitantes, la densidad de población, el área de un cultivo, etc.

De acuerdo con Joly (1979: 28, 84) elaborar un mapa es expresar, sobre un mapa base geográfico de referencia, mediante el lenguaje cartográfico, una información cuantitativa o cualitativa del espacio geográfico, de modo que sea lógico, visualmente inteligible, comprensible y fácilmente transmisible al lector o usuario del mapa.

3.1.2 Componentes del lenguaje cartográfico

Los componentes del lenguaje cartográfico son: los signos y los símbolos (cualitativos y cuantitativos) combinados con las variables visuales y la forma de implantación gráfica de ellos: puntual, lineal y areal o zonal. La combinación de estas tres componentes permite la expresión gráfica en el mapa de las componentes espaciales "x", "y" y "Z".

3.1.2.1 Signos y símbolos

Los objetos materiales o concretos como una ciudad, una escuela, hospital o fábrica o los hechos abstractos como la distribución de la población alfabetada, rural, o el número de habitantes, por citar algunos ejemplos, es decir, los hechos y fenómenos geográficos, no se representan tal y como son en la realidad, sino que se representan en forma esquematizada por medio de signos y símbolos figurativos y/o abstractos, cualitativos y/o cuantitativos, como son figuras y dibujos de los objetos o símbolos abstractos como puntos, líneas, figuras geométricas y colores.

Hay que señalar que los objetos materiales y las formas reales deben representarse por sus contornos exactos y proyectarse en su verdadera magnitud a la escala del mapa, siempre que ésta lo permita. Por ejemplo, en un mapa topográfico Esc. 1: 50 000, la representación de las ciudades es más exacta y real, pero a medida que disminuye la escala, el contorno estará más esquematizado incluso hasta llegar a ser un punto (Fig. 3).

En cambio en un mapa topográfico Esc. 1: 100 000, una carretera de terracería se representaría por una línea de 0.1 milímetros de espesor o grosor; una carretera de 50 metros de ancho se representaría por una línea de 0.5 milímetros, esto se puede comprobar con las conversiones siguientes:

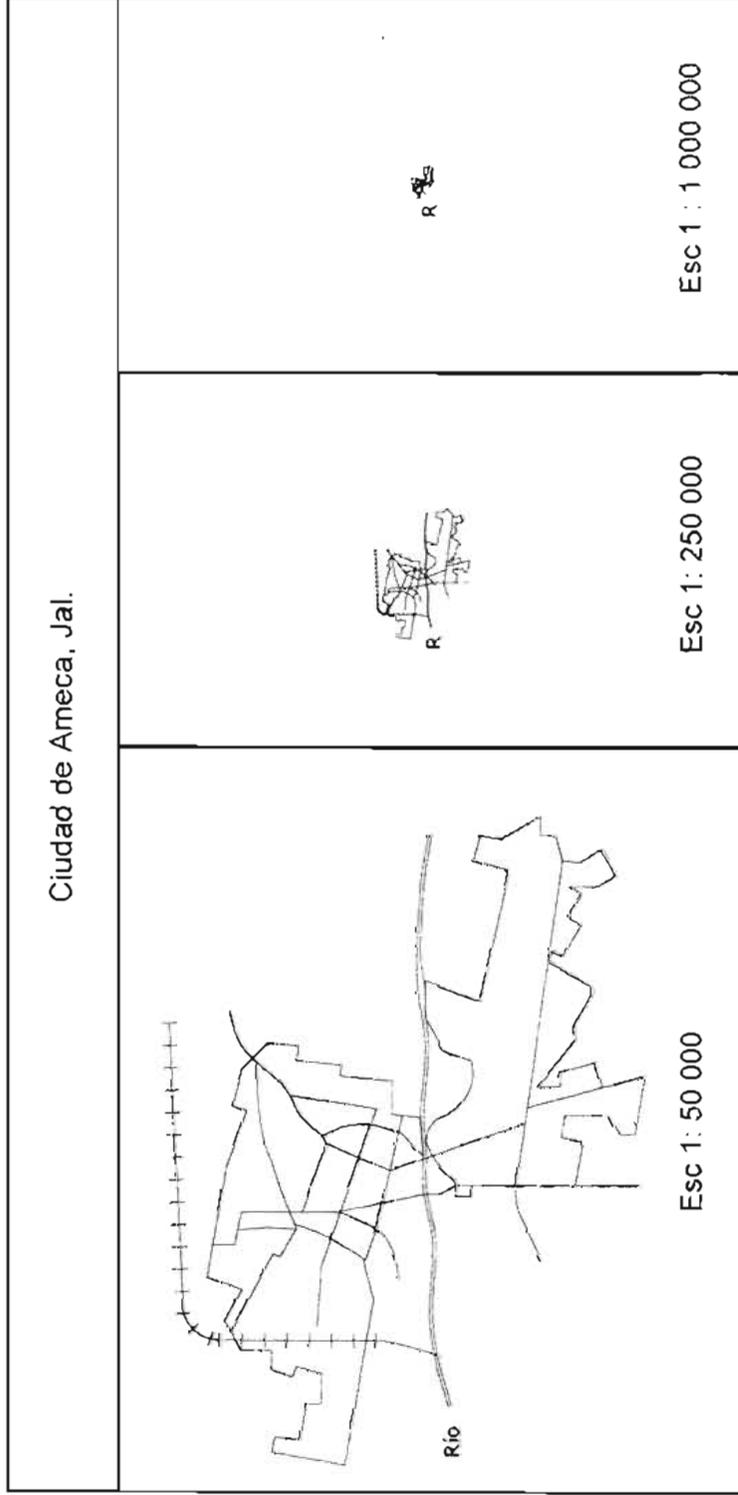


Figura 3. La ciudad de Ameca, Jal. en tres escalas diferentes.

Esc. 1: 100 000 igual a:

1	cm	=	100 000 cm
1	cm	=	1 000 m
5	mm	=	500 m
1	mm	=	100 m
0.5	mm	=	50 m
0.1	mm	=	10 m

En este ejemplo el espesor o grosor de las líneas no difiere mucho, por tanto no se diferencian fácilmente a la vista.

Esto significa que casi siempre la escala del mapa impone una reducción del tamaño de los objetos que se representan, por lo cual sus contornos se generalizan a tal grado que se tornan poco visibles, o difícilmente se pueden identificar las curvas o inflexiones por ejemplo de una carretera, vía de ferrocarril, río, litoral.

En consecuencia, hay que recurrir a una representación deformada, modificada, engrosando. como en este ejemplo, la línea que representa a la carretera, con lo que quedará representada fuera de escala. Esto sucede en general con objetos muy pequeños como una línea telefónica o un ducto de gas. Los signos no reproducen en el mapa su verdadero tamaño o área, de ahí que se les denomine signos fuera de escala.

La necesidad de una representación simbólica es más evidente cuando se trata de variables o características abstractas, como una cantidad, un porcentaje, un carácter de la población, como la lengua o la religión.

Según el glosario francés de cartografía: (1970:46). "Símbolo es la representación gráfica de un objeto o de un hecho o fenómeno en forma evocadora, simplificada, esquematizada, sin implantación rigurosa".

Los símbolos en cartografía representan distribuciones, movimientos, desarrollo de un fenómeno, características cualitativas y cuantitativas y pueden ser simples o complejos.

Hay que considerar que el significado de un símbolo, aunque sea muy reconocible, no suele ser universal, sino múltiple, sobre todo en Geografía Humana; por ejemplo una espiga de trigo puede representar en un momento dado el cultivo de trigo, o bien una fábrica de harina o una panificadora; un libro puede significar una imprenta, una librería o una biblioteca.

Las analogías simbólicas son más cuestión de costumbre y repetición, que de semejanza, es decir, son una disposición convencional.

Lo que conviene es utilizar símbolos claros, fáciles de leer, de dibujar y de reducir a pequeñas dimensiones, los mejores serán aquellos que se reconozcan fácilmente sin rotulación.

El simbolismo cartográfico está condicionado en gran medida por la escala, el contenido, el tema, el objetivo del mapa y el destinatario.

El grado de simbolismo aumenta cuando la escala disminuye, así como la imprecisión de las localizaciones; considerar un mapa como un sistema de signos, como un lenguaje visual, puede ayudarnos a su cabal comprensión.

El lenguaje cartográfico tiene características propias, y está sujeto a las leyes fundamentales de la ciencia general de los signos que es la semiología gráfica; basándose en estas leyes, J. Bertin (1967, 1973 y 1977) crea la semiología cartográfica, en sus obras establece las reglas para expresar y transmitir, en forma lógica, una información concreta en mapas y gráficos, por medio de un sistema de signos gráficos, acorde con la sintaxis y la semántica del lenguaje gráfico.

Los objetivos de la semiología cartográfica son:

1. Conocer las propiedades del lenguaje gráfico aplicado a la elaboración de mapas (signos, símbolos, variables visuales, imágenes) para utilizarlo mejor.
2. Formular correctamente el lenguaje cartográfico, es decir, concebir, redactar y difundir el conocimiento expresado en el mapa.
3. Comprender el lenguaje, o sea, percibir, leer e interpretar el contenido del mapa.

En una **carta temática**, como en cualquier otro sistema de signos, se distinguen los aspectos: semánticos, sintácticos y pragmáticos (Duch G. E., 1983:57-59).

a) Los **semánticos corresponden a la parte de la semiología** que se ocupa de la correcta representación de los objetos pertenecientes a la realidad empírica, por medio de signos y símbolos, **además**, tratan de las **relaciones** entre signos y objetos.

“Un **problema semántico cartográfico** es el de la “unicidad” de la representación. Ejemplo: en un mapa de densidad de la población por municipios, el propósito es asociar a una división geográfica en municipios con una serie numérica: densidad de población o número de habitantes por Km²” (op.cit:58-59), para esto:

Se reduce la serie numérica por medio de una agrupación en clases.

Existen diferentes criterios estadísticos o matemáticos para esa **reducción**.

Dependiendo de los criterios que se utilicen para la **reducción de los datos**, y el método de expresión cartográfica, “se obtendrá un mapa distinto que **mostrará relaciones** distintas.

¿Cuál es la representación cartográfica correcta?

La respuesta no es posible porque el cartógrafo utiliza su criterio **personal**.

Por lo tanto existe ambigüedad en la representación cartográfica: esto es un problema semántico” (op.cit : 58-59).

Lo conveniente es tener sólo una representación cartográfica.

Se puede afirmar que en la simbología no hay unicidad, es decir, un símbolo no suele ser universal o único, sino múltiple: espiga de trigo: cultivo, harina o pan; libros: biblioteca, librería, instrucción o escuela.

b) Los **sintácticos** tratan de las **relaciones entre los signos mismos** y la correcta jerarquía de los niveles de información del contenido del mapa.

Los problemas sintácticos en cartografía se presentan en mapas que requieren de la yuxtaposición o sobreposición de signos. Ejemplo:

“La sobreposición de dos pantallas en distinta orientación pero con la misma textura pueden producir, en áreas donde se intercectan, un tercer tipo de signo o de conformación visual que entorpecen la transmisión del mensaje cartográfico: ruido visual” (Ibid : 58-59).

- c) Los problemas pragmáticos se presentan cuando la expresión gráfica del mapa no es clara o legible; su lectura, interpretación y comprensión se dificultan y no se comunica la información cartográfica, por lo tanto el mapa no es útil para el usuario. Al elaborar el mapa se deben tener presentes el objetivo, la escala y el usuario y prever el grado de dominio del lenguaje cartográfico y la percepción visual con el fin de establecer los umbrales para que la vista distinga los símbolos.

Categorías de Símbolos

1. Signos convencionales fuera de escala puntuales:

Señalan el lugar en que se ubican los objetos que no pueden expresarse de acuerdo con la escala del mapa, ya que ocupan un área menor a la del signo. Estos signos tienen una posición verdadera en el mapa, que es su centro: ciudades, escuelas, cementerio, mina (Figura 4).

2. Signos convencionales lineales:

Señalan las líneas y objetos de extensión lineal como ríos, gasoductos, fronteras, líneas eléctricas, carreteras, líneas conductoras de agua, canales de riego, etc.

Estos signos conservan la forma de las configuraciones lineales pero pueden exagerar la anchura del objeto lineal para que se perciban visualmente.

El signo lineal debe seguir o comportar el eje de los objetos: ríos, carreteras, fronteras, etc. (Figura 5).

3. Signos convencionales de superficie

Cubren un área y señalan características cualitativas y/o cuantitativas: las áreas cubiertas por tipos de vegetación, de rocas o de cultivos (Figura 6).

4. Signos evidentes o visuales

Son símbolos evocadores, esquematizados o simplificados, su localización y posición puede ser sencillamente definida, y se asemejan a los objetos que representan, ejemplos fábrica: una industria; matraz: industria química; engrane: manufactura pesada; carretes de hilo: industria textil, etc. (Figura 7).

5. Pictogramas

Son símbolos fáciles de comprender, evocan un objeto o hecho de manera más real, ejemplos: libro, caja de regalos, automóvil, avión, tractor, vaca (Figura 8).

Estos símbolos se usan en mapas dirigidos a escolares de nivel básico, o en mapas a través de los cuales, las secretarías de estado o las empresas, divulgan espacialmente algunos hechos: número de libros distribuidos en las entidades, número de automóviles armados por alguna empresa.

6. Ideogramas

Representan una idea, ejemplos: cruz (cristianismo), cruz gamada (nazismo), hoz y martillo (comunismo), encapuchado (kukuxklán) (Figura 9).

Los símbolos evidentes o visuales, los pictogramas y los ideogramas, son voluminosos y no se dibujan con facilidad, no deben variar de tamaño, porque dificultan al usuario del mapa la localización rápida y el hacer comparaciones o identificar variaciones.

7. Estarcido o trama

	Banco de material		Ciudad capital
	Mina		Capital estatal
	Escuela		Puntos de red geodésica
	Templo		Centros de Investigación nuclear
	Asistencia médica		Estación meteorológica
	Cementerio		Molino
	Ciudad		

Figura 4. Signos convencionales fuera de escala: puntuales.

	Ferrocarril de servicios públicos, estación de FF.CC.		Carretera pavimentada
	Ferrocarril de vía ancha		Terracería
	Ferrocarril de vía estrecha		Vereda
	Líneas límite político-administrativas		Línea telefónica, telegráfica
	Líneas límite político-administrativas		Línea eléctrica de 33 kv o más, de menos de 33 kv.
	Líneas límite fronterizas		Corriente de agua de régimen fluvial
	Líneas límite fronterizas		Vadi (ríos secos o intermitentes)
	Líneas límite fronterizas		Canales de riego
	Líneas límite fronterizas		Manantial

Figura 5. Signos convencionales fuera de escala: lineales.

Arena	Conglomerado	Granito	Oasis	Marisma

Figura 6. Signos convencionales de superficie o areales.

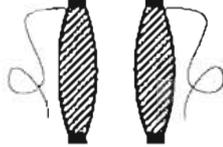
			
Aserradero	Fábrica	Papel	Industria Química
			
Uranio	Manufactura Pesada	Textil	Vestido

Figura 7. Signos evidentes o visuales.

			
Libro	Dulces	Regalo	Taxi

Figura 8. Pictogramas.

			
Cristianismo	Judaísmo	Islam	Budismo
			
Kukux klan	Comunismo	Nazismo	

Figura 9. Ideogramas

Es una estructura constituida por la repetición de un elemento gráfico, (líneas o puntos), de un símbolo o de un conjunto de símbolos sobre una superficie limitada, ejemplos: bosque de coníferas o pinos, bosque tropical o selva, cultivo de maíz.

8. Símbolos geométricos proporcionales

Son los más recomendables para la elaboración de mapas cuantitativos y a la vez de implantación puntual, cuya dimensión varía con la importancia del fenómeno representado. También pueden utilizarse para representaciones cualitativas. Estos símbolos son formas geométricas: círculos, esferas, cuadrados, cubos, rombos, rectángulos, triángulos (Figura 10), se diseñan fácilmente, ocupan poco espacio, el centro de la figura está en posición, por lo que indica exactamente la ubicación del hecho o fenómeno geográfico, además, estos símbolos pueden llevar color, textura e incluso algunos se pueden orientar. Facilitan la lectura del mapa, hacer comparaciones e identificar variaciones y regularidades.

Los símbolos geométricos también se emplean para representar hechos y fenómenos geográficos cuantitativos o cualitativos de regiones o de unidades político-administrativas.

Los símbolos geométricos proporcionales tienen gran aplicación en mapas de investigación, en los de los atlas, en la enseñanza media superior y superior.

9. Símbolos de vectores o flechas

Estos símbolos son propios para representar fenómenos o hechos geográficos en movimiento, como los vientos, huracanes, corrientes marinas, flujos de mercancías, flujos migratorios, flujos de turistas, etc. (Figura 11).

El ancho de los vectores expresa el volumen de los hechos y fenómenos y la saeta señala la dirección.

10. Signos literales o alfanuméricos

Estos signos se emplean en mapas cualitativos como los de geología, vegetación y minería entre otros.

Corresponden a una de las letras iniciales o abreviaturas del nombre del objeto o fenómeno que se representa, ejemplos: Au-oro, Ag-plata, Fe-hierro, Mg-magnesio, Lu-lutitas.

Estos signos por su tamaño, no son recomendables en mapas de escalas pequeñas, ya que recargan el mapa, no siempre indican la posición puntual o areal del objeto, no permiten comparar tamaños, solo son recomendables si van dentro de un símbolo geométrico, ejemplo: (Figuras 12).

Algunos de los signos convencionales fuera de escala puntuales, lineales y de superficie que se utilizan en los mapas topográficos y físicos están normalizados y estandarizados internacionalmente.

Los símbolos que se utilizan en los mapas de carácter socio-económico no están en esta situación, de ahí que el cartógrafo tiene una mayor posibilidad de crear continuamente nuevos símbolos.

Los símbolos los propone el autor o redactor del mapa al lector o usuario del mapa y deben ir expuestos en la leyenda.

3.1.2.2 La implantación gráfica

La implantación gráfica es la forma de representar los signos y símbolos combinados con las variables visuales sobre el mapa. La implantación depende del posicionamiento que tengan los hechos y fenómenos geográficos o los objetos materiales en el espacio geográfico o en el territorio. La implantación de los símbolos puede ser: puntual, lineal y zonal o areal.

Mapas de implantación puntual

En los mapas de implantación puntual se representan los fenómenos o hechos geográficos u objetos materiales, cualitativos o cuantitativos, que tienen una posición, localización o ubicación en un punto situado en el espacio geográfico o territorio.

Para representar los fenómenos puntuales se utilizan varios tipos de símbolos: el punto, el círculo y figuras de la familia de éste, como semicírculos, coronas o círculos inscritos, esferas u otros símbolos geométricos a escala o fuera de ella, símbolos de varias formas o símbolos evidentes o visuales también fuera de escala éstos últimos, por una parte, no son fácilmente graduales en tamaño y por otra representan objetos que no se pueden expresar proporcionalmente sino sólo convencionalmente, como ocurre con ciertos elementos de los mapas topográficos.

Cualquiera de estos símbolos que se utilice debe implantarse o localizarse, en el punto del mapa que corresponde al punto del espacio geográfico donde tiene lugar el hecho o fenómeno que se representa, los símbolos deben implantarse de manera que el centro de ellos coincida exactamente con la posición o localización del hecho o fenómeno que interesa.

En la implantación puntual los símbolos pueden variar de forma, tamaño, orientación y color (Figura 13).

Mapas de implantación lineal

Existen fenómenos cuantitativos y cualitativos que tienen una posición lineal en el espacio geográfico o territorio, de ahí que el símbolo sea de implantación lineal, por ejemplo: las fronteras internacionales, los límites político-administrativos, los ríos, o los flujos migratorios.

En esta implantación puede variar la forma de la línea, el tamaño dado por el grosor o la longitud de la línea, lo que puede significar la intensidad del fenómeno o hecho geográfico, las variaciones cuantitativas o cualitativas; la orientación, que da la idea del sentido o dirección del flujo o corriente, también se pueden usar variaciones del color y del tono.

Las líneas simbólicas se sitúan sobre el eje del fenómeno al que caracterizan, algunas son más o menos figurativas como las líneas para fenómenos tectónicos o geomorfológicos (Figura 14a).

Algunos símbolos lineales como los de las fronteras o límites son continuas o discontinuas, llenas, de trazos (guiones) o punteadas, simples, dobles o hasta triples.

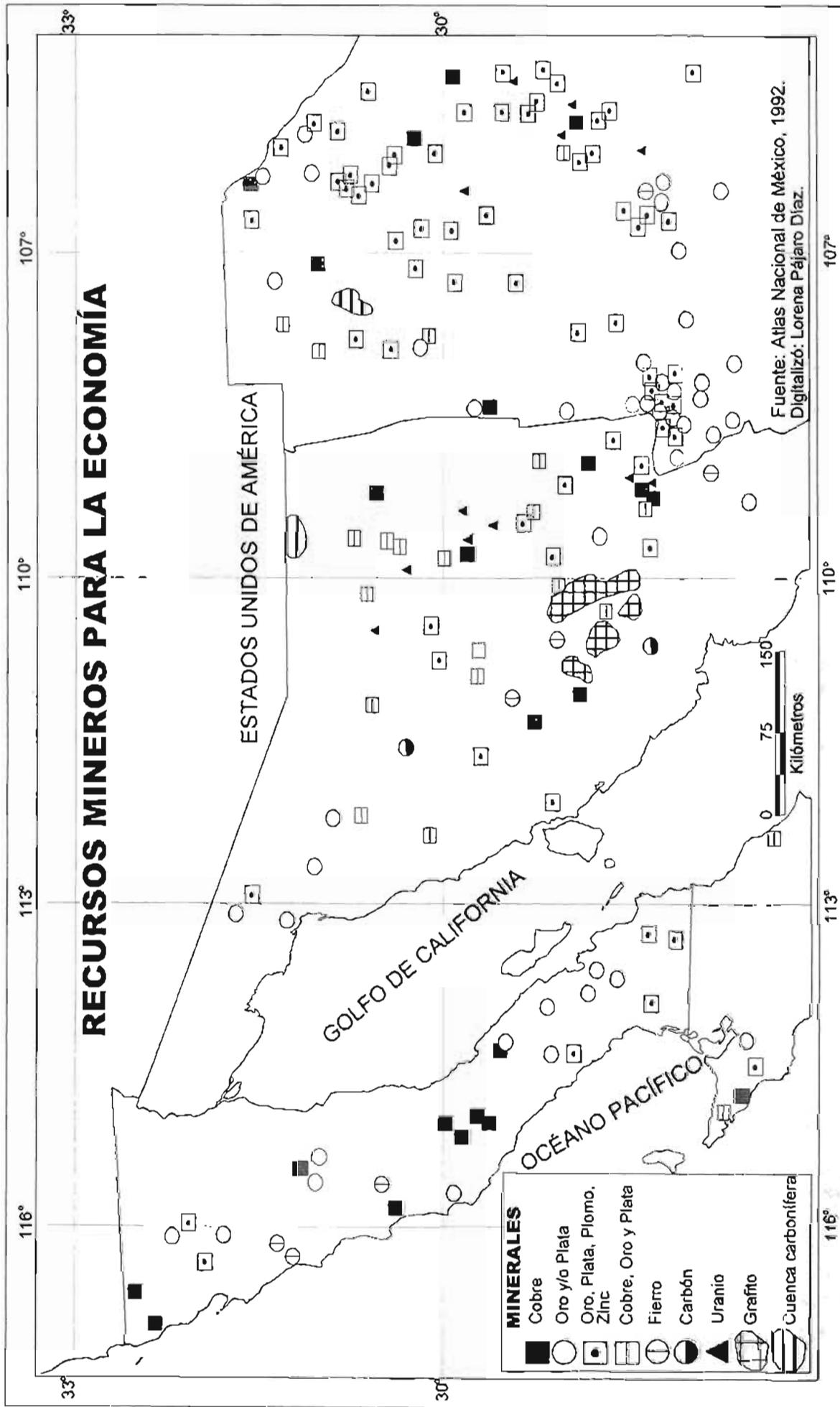
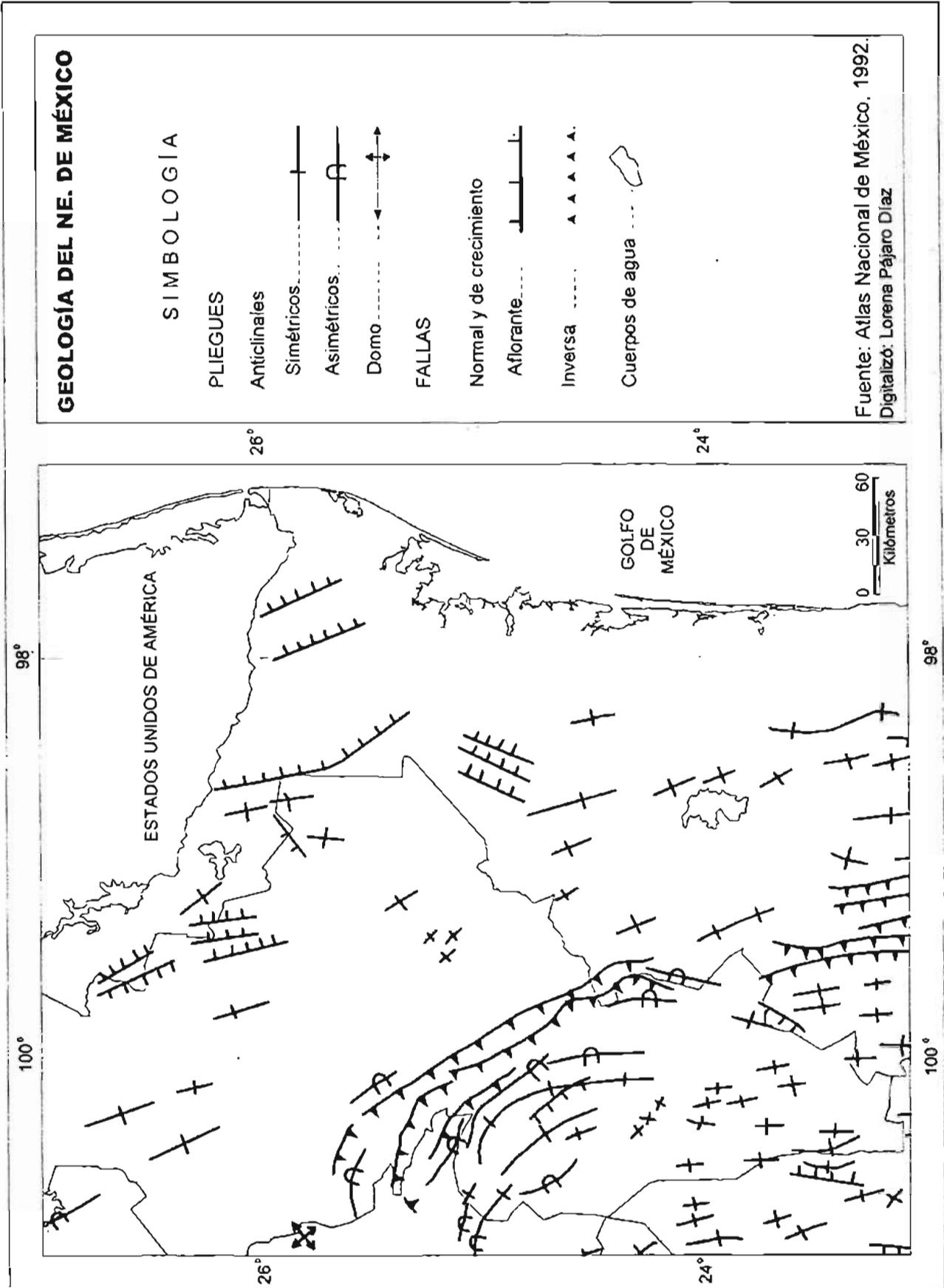


Figura 13.



Fuente: Atlas Nacional de México, 1992.
 Digitalizó: Lorena Pájaro Díaz

Figura 14 a.

Mapas de implantación zonal o areal

Los fenómenos o hechos geográficos cuantitativos o cualitativos pueden tener en el espacio geográfico o territorio una posición en área.

Los símbolos areales o zonales se utilizan en fenómenos cualitativos como los relacionados con la geología (Figura 14b) o la vegetación, por ejemplo; o en fenómenos cuantitativos, como la densidad de población, el índice de masculinidad, la tasa de migración, entre otros. Los símbolos de implantación areal son de extensión, o sea que se aplican a toda la superficie del mapa que se va a caracterizar cualitativa o cuantitativamente.

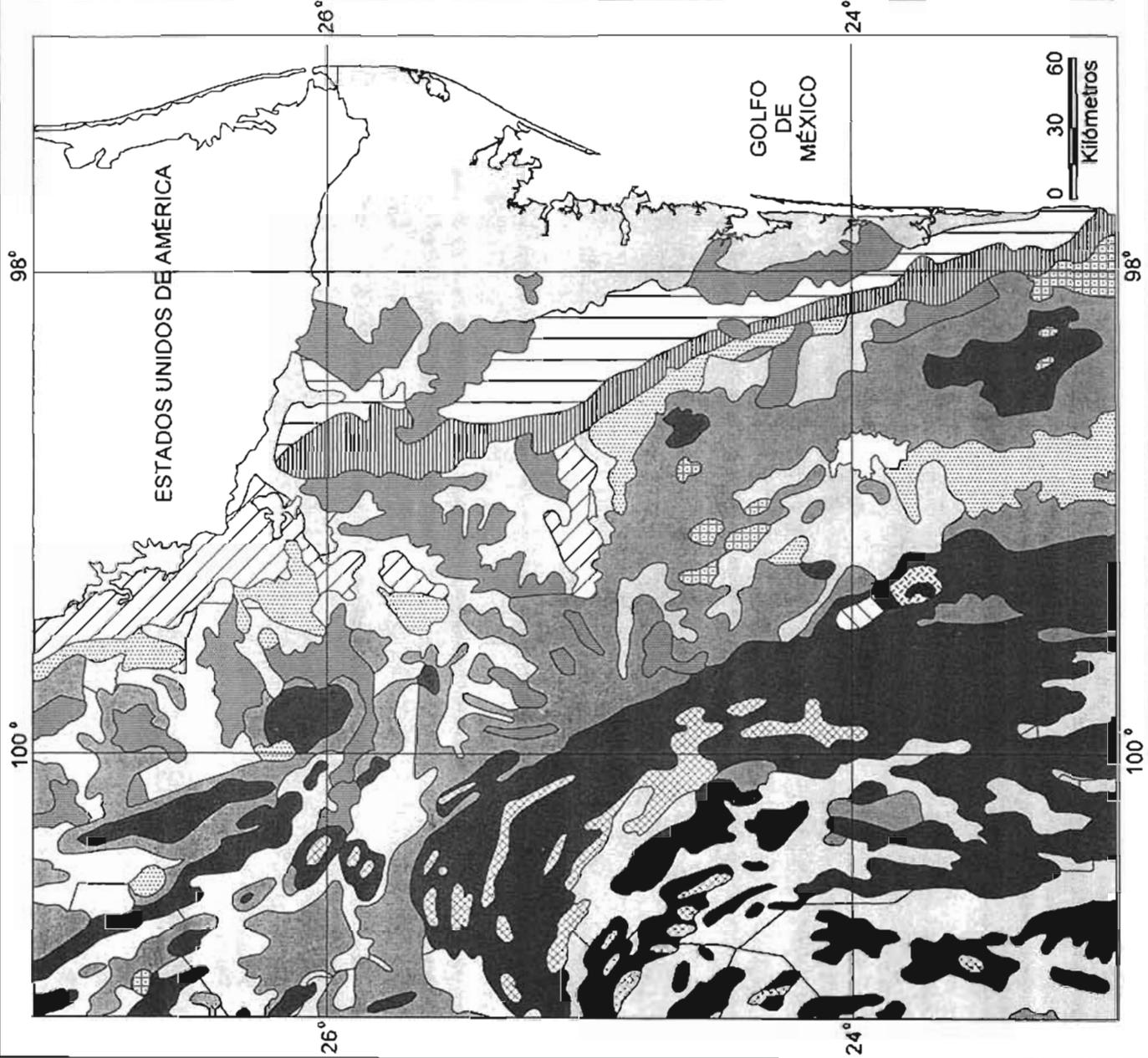
Para diferenciar áreas de carácter cualitativo como las de los mapas de división política o administrativa, se utilizan colores planos, es decir no en tonos o gradación. En los mapas cualitativos de minería, de geología, de vegetación y otros, se usan colores y tonos, o símbolos convencionales de área fuera de escala para diferenciar las estructuras y características. En los mapas cuantitativos de implantación areal también se usan colores y tonos o símbolos gráficos de puntos y líneas variando la textura o grano (Figuras 15).

Como símbolos areales sólo se pueden utilizar el color, el tono y el grano o textura, esto sobre todo en los mapas cuantitativos donde, para expresar los valores de los hechos o fenómenos geográficos, se establecen clases jerarquizadas; además, se pueden usar hachures con grano, textura y orientación distintas.

Dependiendo del contenido o número de indicadores a representar, en algunos casos se emplean en un mismo mapa temático, los tres tipos de implantación gráfica: puntual, lineal y areal.

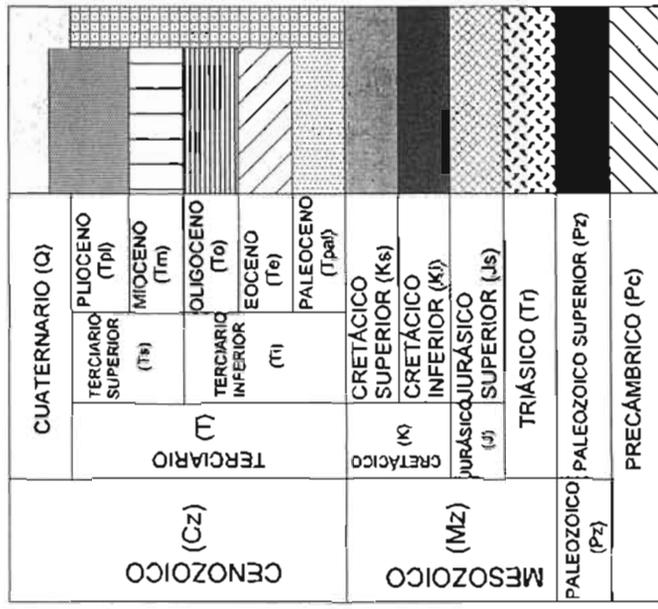
3.1.2.3 Variables visuales

El lenguaje cartográfico es un lenguaje formal, sus procedimientos simbólicos de construcción, los elementos estructurales de las distribuciones, las relaciones entre los signos o símbolos y las distribuciones y la composición de las expresiones o imágenes se basan en principios básicos propuestos por la comunicación gráfica o semiología.



GEOLOGÍA DEL NE. DE MÉXICO

CRONOLOGÍA



Fuente: Atlas Nacional de México, 1992.
 Digitalizó: Lorena Pájaro Díaz

Figura 14 b.

Densidad de Población Rural de las localidades de menos de 1000 habitantes

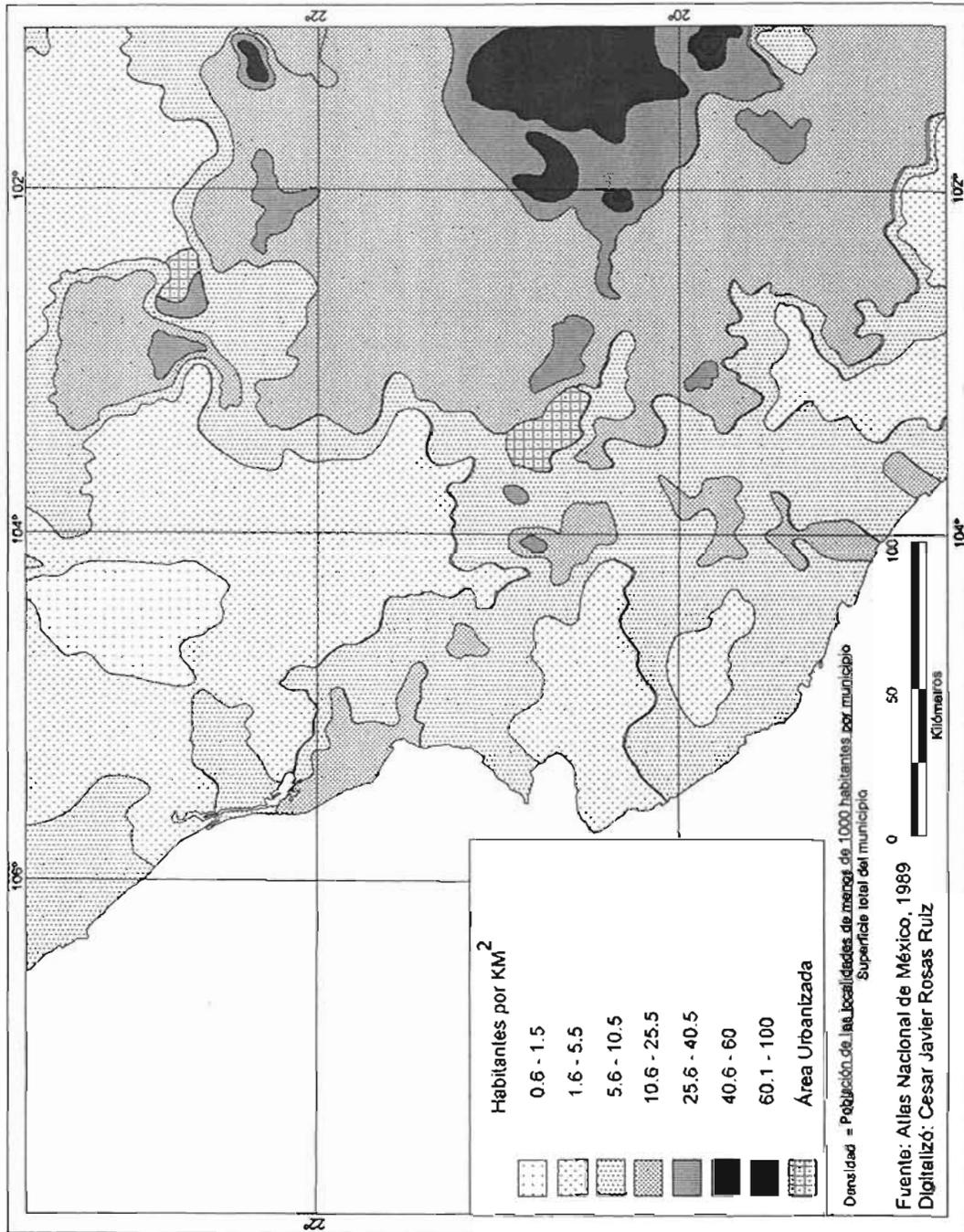


Figura: 15

Al relacionar las características gráficas de los signos o símbolos, que se reconocen e identifican, al expresarlos en los mapas con las características que se eligen de los datos o información de un lugar, se asigna un significado cualitativo y cuantitativo a esos símbolos, lo cual los convierte en símbolos designados. Asimismo, al disponer los símbolos en el plano horizontal X-Y, se les da un significado geográfico y lo expuesto en el plano se transforma en un mapa.

Para representar, expresar y comunicar los distintos datos de un modo inteligible y significativo mediante los símbolos y sus relaciones, se requiere modular, afinar, variar o suavizar la cualidad y percepción gráfica de esos símbolos, ya sean éstos de implantación puntual, lineal o areal o zonal, según la naturaleza espacial o de localización del hecho o fenómeno geográfico.

La modulación o variación se logra mediante la aplicación de las variables visuales o retinianas que se recomiendan y manejan en la comunicación gráfica: tamaño, intensidad, forma, orientación, textura o grano, color y tono o valor.

El semiólogo francés J. Bertin (1973, 1977) considera que son dos las clases de variables visuales o retinianas para mostrar las relaciones y percepciones de semejanzas-diferencias, de orden jerárquico y de proporcionalidad y cuantitativa.

La primera clase está constituida por cuatro variables que son de "tercera dimensión" y atañen a la imagen. Dos de estas variables pertenecen al plano o mapa y son la longitud (X) y la latitud (Y), éstas son las componentes geográficas o de localización y permiten ubicar los diversos puntos referentes a los hechos o fenómenos geográficos en el mapa en posición, distancia, dirección y orientación.

Las otras dos variables son tamaño (Figura 16) e intensidad y corresponden a la dimensión o componente Z, es decir, a las características del hecho o fenómeno geográfico que ocurre en el lugar; por ejemplo, el número de habitantes de una localidad, el número de nacimientos, la tasa de crecimiento natural o el porcentaje de población económicamente activa.

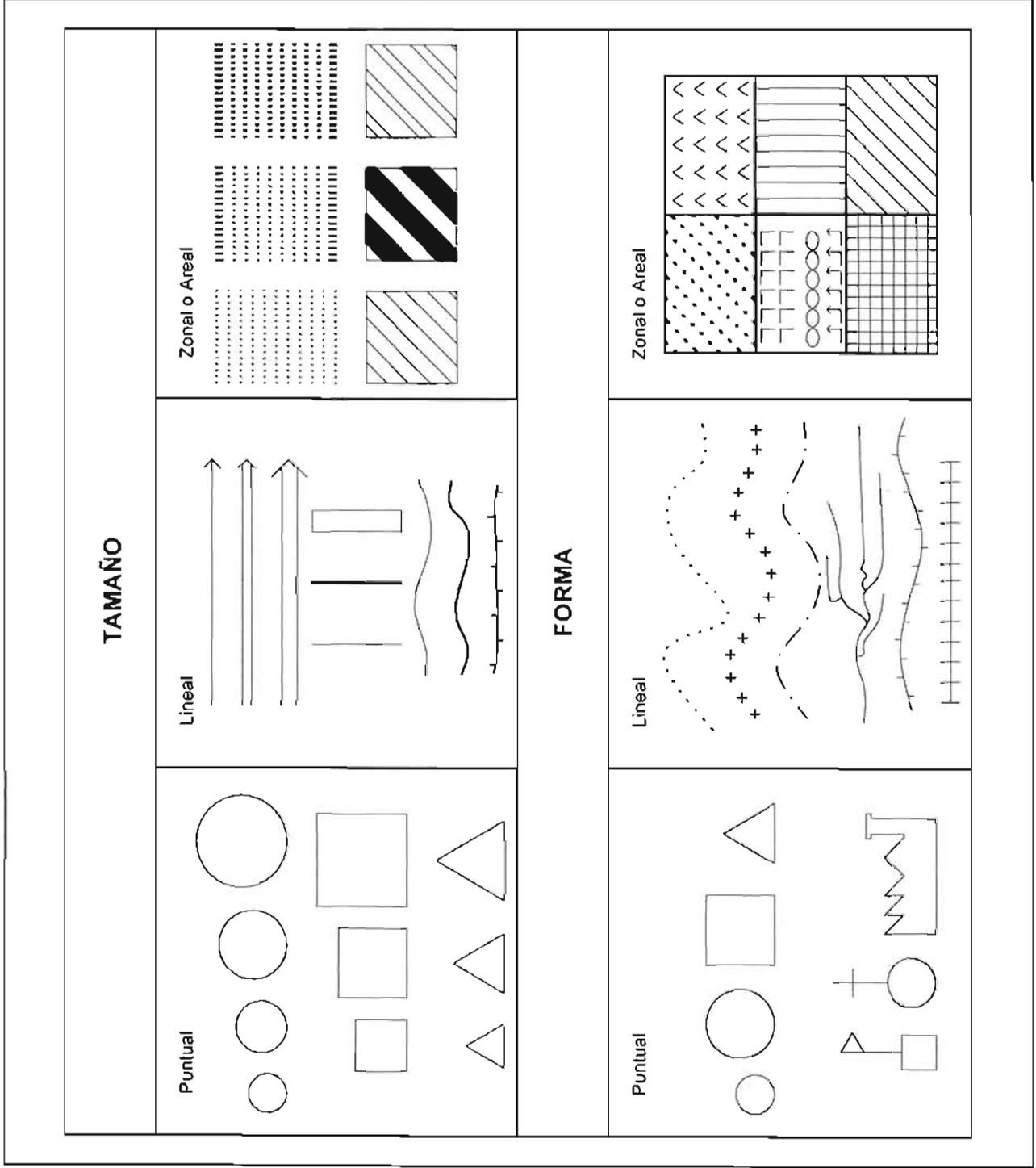


Figura 16. Variables visuales: tamaño y forma.

La segunda clase corresponde a las variables visuales o retinianas que sirven para la separación de las imágenes; por medio de ellas se modula la percepción del signo o símbolo con que se expresan o representan las características de la dimensión o componente Z y, por otra parte, las combinaciones de estas variables permiten enriquecer y profundizar la información de Z, aunque debe procurarse que la redacción y expresión de la información y en general el contenido del mapa resulte legible y cognoscible, ya que no todas las variables pueden combinarse entre sí.

Las variables visuales de esta segunda clase son: la forma, la orientación, el color y tono o valor y el grano o textura (Figura 16 y 17).

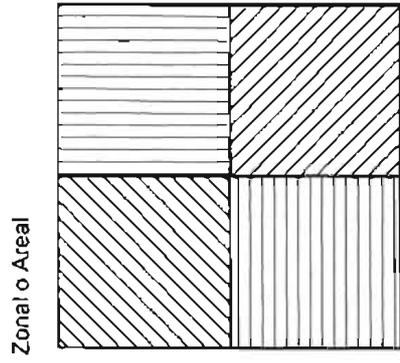
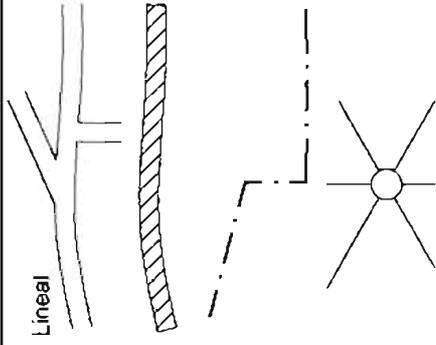
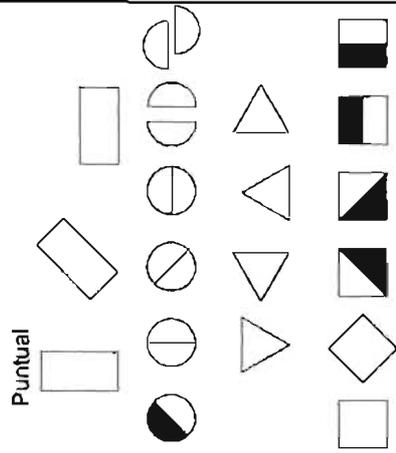
Con respecto a las relaciones de semejanza-diferencia, orden y proporción, se considera que tienen distintos valores o actitudes de percepción. Los valores de la percepción se refieren al grado de comprensión que tiene el lector sobre lo que expresa el mapa, el nivel de organización que existe entre los signos y símbolos puntuales, lineales o areales, modulados por las variables visuales, los niveles de información y de lectura.

La relación semejanza-diferencia transcribe el nivel de organización cualitativa y los valores de la percepción de esta relación son las asociativas que permiten distinguir el predominio de las semejanzas que existen entre los componentes o símbolos y formar subconjuntos (Figuras 18.1(a), 18.2(a)), y las selectivas, a través de las cuales se dividen las imágenes en diferentes categorías (Figuras 18.1(a), 18.2(a)) y permiten aislar los elementos de una de ellas con independencia de las restantes.

El valor de la percepción ordenada se experimenta cuando el lector del mapa puede establecer relaciones de orden entre los elementos o símbolos de cada categoría, además de aislar todas las categorías y descubrir el orden jerárquico (Figuras 18.1(b), 18.2(b)).

La percepción cuantitativa proporcional se tiene cuando el lector del mapa establece relaciones numéricas y de proporción entre los elementos o símbolos de una misma categoría que representan al fenómeno o hecho geográfico (Figuras 18.1(b), 18.2(b)).

ORIENTACIÓN



TEXTURA O GRANO

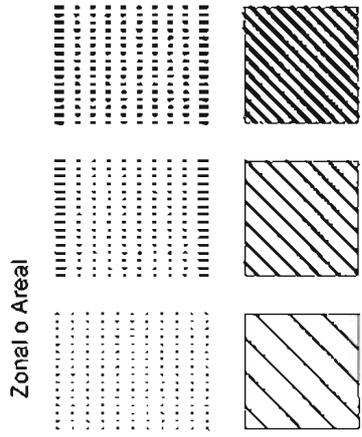
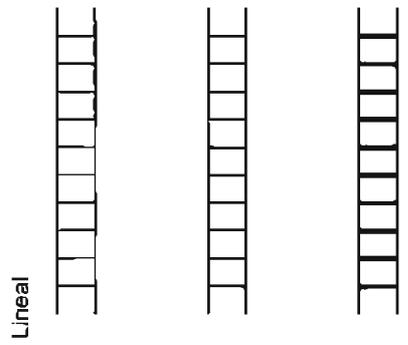
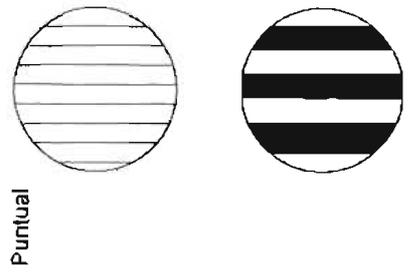
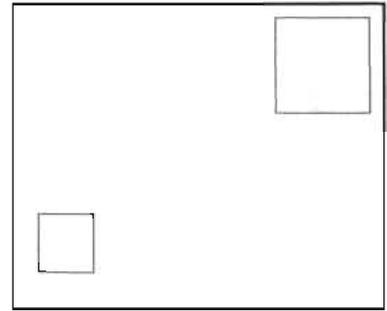
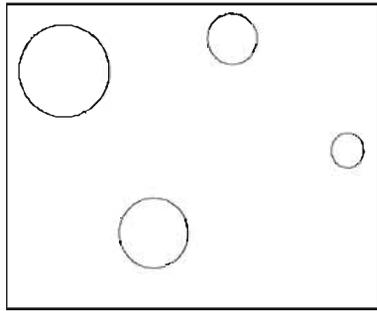
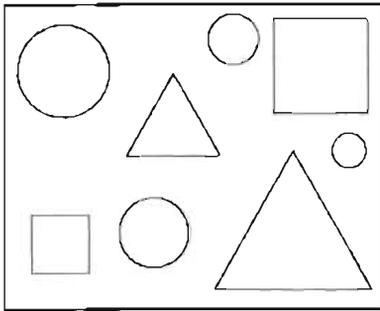


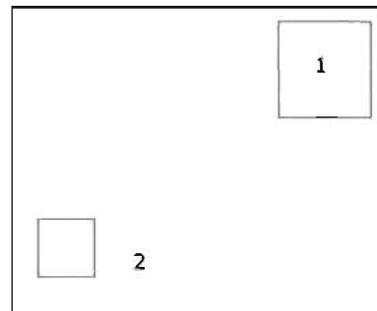
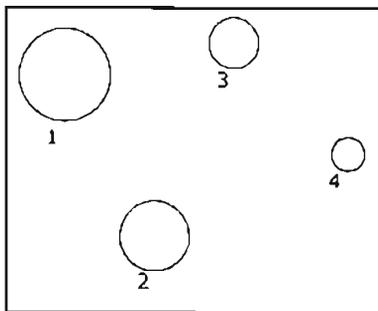
Figura 17. Variables visuales: orientación y textura o grano.

18.1 Imagen.

18.1(a) Asociativa y Selectiva

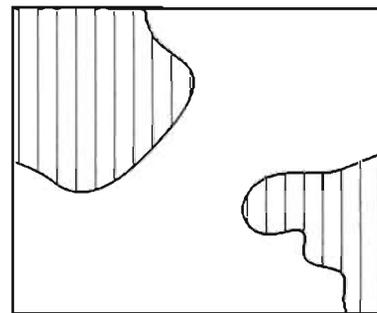
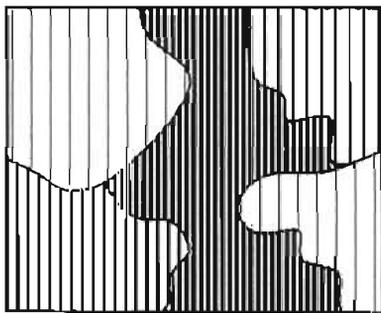


18.1(b) Ordenada y cuantitativa



18.2 Imagen.

18.2(a) Asociativa y Selectiva



18.2(b) Ordenada y cuantitativa

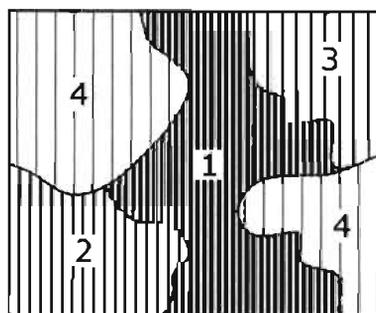


Figura 18. Propiedades perceptivas.

Variable Tamaño

Es una variable cuantitativa y expresa la proporción entre dos, tres o más magnitudes, esto es, el tamaño del símbolo varía proporcionalmente al valor de la magnitud o número absoluto o al valor relativo de los datos. Esta variable permite organizar los datos en una relación de ordenación progresiva ascendente o descendente y establece las diferencias y semejanzas de magnitud, por lo que también es una variable selectiva: “mayor que” o “menor que”.

La función de la variable tamaño es crear la imagen, y por ello disocia cualquier otra variable con la que se combina.

En implantación puntual, en un área o zona, o en una unidad de análisis, la percepción visual está dada por la modulación de la superficie o el volumen del símbolo geométrico o diagramas varios; en la implantación lineal la percepción visual está dada por la longitud de la línea, que puede coincidir o caracterizar la dirección, trayecto, límite o el eje del hecho o fenómeno (río, carretera, frontera, migrantes), o bien por el grosor que puede indicar su magnitud o volumen. En la implantación zonal o areal, el tamaño lo van a dar el grosor o el espaciado de los elementos gráficos usados: puntos, líneas o hachuras. El grosor o el espaciado de los elementos gráficos variará de una zona a otra, de acuerdo con el nivel cuantitativo o cualitativo del hecho o fenómeno que se representa (Figura 16).

Variable Forma

“Es la característica gráfica proporcionada por el aspecto distintivo de una figura regular, como por ejemplo un círculo, cuadrado o triángulo; ... “el perfil de un área irregular, como por ejemplo un estado o una isla; o el contorno de una característica lineal como un río o una línea costera” (Robinson, 1987:142).

La variable forma, es ilimitada, por lo que existe una enorme posibilidad de crear formas; sin embargo, no se pueden dibujar numerosas formas bien diferenciadas, ni reproducirlas con rigor como el círculo, éste se percibe mejor que el cuadrado y éste mejor que el triángulo.

La variable forma permite la clasificación en grupos, de los hechos o fenómenos geográficos representados, así como hacer relaciones de semejanza-diferencia; es principalmente asociativa.

En la implantación puntual, en una unidad política administrativa o en una región, las formas de los símbolos pueden ser desde un punto de distinto grosor, hasta formas geométricas de superficie, volumen, diagramas diversos, símbolos evidentes o también pictogramas. Estos símbolos se sitúan o localizan en el mapa con precisión, es decir, el centro del símbolo debe coincidir con el centro del lugar. En la implantación lineal, la forma se define de acuerdo con las distintas direcciones que tenga el eje del fenómeno: río, frontera, carretera, vía férrea. En la implantación zonal o areal los elementos gráficos, como puntos, líneas, hachuras, o estarcido deben extenderse sobre una superficie del mapa (área o zona, región, unidad político-administrativa) de manera regular.

Variable orientación

Esta variable se relaciona con la dirección de un símbolo, o de una marca en el símbolo, como la saeta de un vector para indicar un flujo migratorio, o de los elementos gráficos lineales, o de los hachures.

La variable orientación sirve para establecer la relación semejanza-diferencia, de ahí que sea selectiva y asociativa, es decir facilita detectar subconjuntos con un mismo símbolo, pero con diferente orientación; ejemplo: diferenciar los subgrupos de hablantes de distinta lengua indígena: Tzeltal, Tzotzil, Tojolobal, que son parte del tronco lingüístico maya o bien el predominio de la población económicamente activa por sector de actividad.

En mapas de implantación puntual, la variable orientación ofrece una selectividad comparable a la variable color y constituye áreas o zonas de distribución. Esta variable se combina muy bien con la de tamaño (Figura 17).

En implantación lineal no puede contarse más que con tres orientaciones selectivas: horizontal, vertical e inclinada en color o en achures (Figura 17).

En mapas de implantación zonal la selectividad de la orientación la dan las diferencias de textura o grano (Figura 18.2).

Debido a que la legibilidad del mapa tiene sus límites, los elementos gráficos lineales deben estar dibujados en una misma dirección u orientación, con textura o grano que varíe gradualmente para una relación cuantitativa o bien usar hachuras en color con varios valores o tonos.

El número máximo de orientaciones distintas sólo puede ser de 4 a 7 horizontal o vertical o con distinto grado de inclinación, esto con el fin de que el mapa sea legible e inteligible (Figura 17).

Cabe agregar que las líneas o elementos gráficos que forman el símbolo deben tener el mismo grosor que el que se tiene en el espacio que existe entre ellas. Este requisito lo cumple por lo regular el material impreso comercial conocido como pantalla o zip a tone, para los mapas analógicos dibujados manualmente directo sobre el papel, hasta las diversas formas de hachuras preestablecidas en los programas para la construcción de mapas en formato digital.

La orientación es la variable visual que puede utilizarse con gran eficacia para representar algunos fenómenos dinámicos, como los movimientos migratorios, la dirección de los vientos, corrientes marinas, rutas de navegación aérea y marítima, desplazamiento de mercancías o transportes. Permite indicar la dirección hacia donde convergen o de donde divergen los fenómenos o hechos geográficos que se caracterizan por la movilidad espacial. En los mapas cuantitativos varía el espesor o grosor de las líneas.

Variable textura o grano

En el idioma inglés esta variable es denominada textura y en francés grano. La textura o grano se diseña mediante elementos gráficos, ya sean líneas o puntos, que deben tener una variación sistemática tanto de grosor o tamaño como de espaciado, es decir, ambos aspectos deben tener regularidad.

La variable textura o grano se caracteriza porque la relación que establece es de semejanza-diferencia por lo tanto es selectiva y asociativa, esto es, por una parte facilita separar áreas o zonas a través de varias intensidades selectivas, y por otra parte, agrupar en subconjuntos semejantes (Figura 18.2b).

La textura o grano también da lugar al nivel de organización ordenada ya sea de manera cuantitativa o cualitativa, pues por sus características tiene la propiedad de clasificar y ordenar (Figura 18.2b).

Esta variable se utiliza con frecuencia como símbolo de implantación areal o zonal y por su “transparencia” se puede representar en forma superpuesta, alguna información adicional que guarde relación, procurando mantener la legibilidad del mapa, por ejemplo, una primera información puede expresarse con la variable color con distintos valores o grados de saturación y una segunda información puede expresarse conjuntando las variables orientación y textura o grano, en negro o en colores, de forma que contrasten con la primera información.

La asociación de los valores o intensidades de los elementos gráficos: líneas o puntos, si son legibles, facilitan realizar la separación de dos o más subconjuntos de los mismos fenómenos geográficos.

Cabe señalar, que son cinco o siete el número máximo de variaciones de textura o grano posibles de usar en implantación zonal o areal, a fin de conservar la legibilidad del mapa; asimismo, esta variable no es propia para símbolos geométricos puntuales pequeños, pues el grosor y el espacio de las líneas o puntos tienen límites.

Variable color

Esta variable visual es muy compleja, sin embargo, es muy usada porque es inmediata e intensamente perceptible, de tal forma que es bastante efectivo su uso después de la variable tamaño e intensidad, ya que el color contribuye a la separación de las imágenes y amplía las posibilidades de clasificación y de estructuración gráfica jerarquizada, o sea la relación de orden y clasificación cuantitativa e incluso cualitativa, por lo que también permite establecer relaciones de semejanza y diferencia, de ahí que el valor de la percepción del color sea selectivo y asociativo.

La percepción de los colores depende de la manera como se combinan, por ejemplo, no es adecuado combinar puntos en amarillo con puntos negros, ya que se pierden los primeros y resaltan los segundos.

El color relaciona conceptos y aspectos perceptivos psicológicos de importancia para la comunicación gráfica; por ejemplo, el color verde de distinto tono o valor o grado de saturación, evoca las diferencias de humedad y temperatura de un bosque tropical o templado, o puede referirse a distintos cultivos. El azul se usa generalmente para la presencia de agua: mar, río, lago, presa; al variar el valor de ese color, de azul claro a azul oscuro se estarán indicando variaciones en las profundidades del mar. Por acuerdos o convenios, estos colores son de uso internacional.

Los colores o tonos se clasifican en:

- 1) Colores primarios, éstos son el cian o azul verdoso, amarillo y magenta, que al sumarlos o mezclarlos forman el color negro. A estos colores también se les considera como colores planos o puros.
- 2) Colores fundamentales o complementarios secundarios son: el azul, verde y rojo. Estos resultan de la mezcla de los primarios. Al sumar o mezclar los tres colores se obtiene el blanco.

Al mezclarse los colores primarios puros o planos, así como los secundarios, con determinados porcentajes o valor de color blanco o negro se obtienen colores o tonos con distintos valores de saturación; así, un color o tono verde puede variar de manera progresiva desde el más claro, casi blanco, hasta el más fuerte, casi negro, perdiendo en consecuencia luminosidad hasta ser acromático.

A mayor porcentaje de negro, menos luminosidad y en contraste, a menor proporción de negro mayor luminosidad del color. Igualmente a mayor proporción de blanco, menor valor de saturación y a menor proporción de blanco mayor saturación.

El color puro no tiene porcentaje alguno de negro, por lo que no es recomendable su uso para expresar información en relación de orden o jerarquizada, puesto que la perturba.

En general se considera que existen colores o tonos “cálidos”: naranja, rojo, violeta; y colores o tonos “fríos”: verde, azul, amarillo. Con fines cartográficos, el color o tono amarillo se considera como neutro. De hecho el color gris es el neutro.

Los colores o tonos “cálidos” se usan generalmente para indicar magnitudes mayores y/o positivas y los “fríos” para las magnitudes bajas y/o negativas. El color amarillo es un tono a partir del cual se inicia la escala ordenada cuantitativa positiva ascendente o la negativa, de las magnitudes absolutas o relativas.

Cuando se trata de expresar en el mapa información cualitativa que, aún considerándose negativa es necesario o deseable destacar por su importancia, se pueden usar los colores cálidos; por ejemplo, para destacar las áreas o regiones económica y socialmente muy deprimidas o marginadas, o las áreas donde se presentan los índices más altos de contaminación del aire.

Se recomienda no usar un mismo color en símbolos de formas diferentes porque la percepción o lectura del mapa puede no ser muy precisa y legible. Asimismo, no usar los colores amarillos para signos de implantación puntual o lineal pequeños, ya que no se percibe el color.

En la implantación puntual de los símbolos, el color facilita diferenciar los subconjuntos, pero es conveniente no utilizar la variable tamaño, es decir, la relación cuantitativa, sobre todo si se trata de símbolos geométricos; es mejor que los círculos o cuadrados, por ejemplo, sean de igual tamaño cuando se trata de mapas cualitativos.

Las variables forma y tamaño deben combinarse con un solo color o el negro.

Cuando se necesita sobreponer información en implantación areal o zonal se recomienda incorporar a las diferencias de color en las áreas o zonas, las variables, textura o grano y orientación en líneas, o puntos, o bien hachures coloreados y con cierto umbral de separación para su percepción, de manera que se transparente el color de cada nivel de información que cubre las áreas.

Para expresar variaciones cuantitativas y ordinales continuas de algún fenómeno, en implantación zonal o areal, es mejor usar un solo color con valores o tonos diferentes. El color más fuerte para las magnitudes mayores y los más claros para las menores. Si se desea expresar en el mapa características cualitativas se pueden usar colores diferentes.

Aunque se tiene un número infinito de colores y tonos, es recomendable usar en un mapa, solamente de 7 a 8 variaciones de colores o de tonos. El uso de tres o más colores aumenta las combinaciones y los valores y con ello las posibilidades de expresar en el mapa mayor información.

Para la edición de los mapas, los talleres o empresas especializadas en estos aspectos cuentan con las cartas de color, en las cuales se seleccionan los colores o tonos que más se aproximan a los que interesan al autor de un mapa, para expresar sus datos o información cuantitativa o cualitativa o ambas.

En las cartas de color se indican los porcentajes de blanco o negro con los que se mezclan los colores primarios y secundarios o sus combinaciones para obtener diferentes grados de saturación o valor. Los mapas en formato digital son más fáciles de editar ya que los programas proporcionan los colores y sus tonos directamente.

Variable valor

Esta variable visual se refiere al grado de percepción de oscuridad y claridad de un signo puntual, lineal o areal.

La variable visual valor resulta de la mezcla de un color o colores determinados y un cierto porcentaje de color blanco o negro, de tal forma que el color varía a partir de blanco, pasando por todos los tonos o valores de ese color; por ejemplo de color rosa a bermellón, rojo, rojo carmín y negro, o bien se obtienen varios tonos de grises que igualmente van del blanco al negro.

Cuando se hace referencia a la sensación de tono o escalas de tonos, conviene más utilizar el término valor, ya que el "tono" es la propiedad del color que asociamos con las diferencias en la longitud de onda, así el verde, amarillo y rojo son más bien los tonos que se captan en el grupo de colores primarios.

Los colores o tonos, así como los distintos grises y la textura o grano se pueden jerarquizar en relación a su claridad u oscuridad, es decir a sus valores.

La variable valor se aplica a las variables de color y de textura o grano por eso se considera que su relación perceptiva es de semejanza-diferencia o sea selectiva, así como de orden o cuantitativa.

Según algunos autores las variables visuales no tienen todas las propiedades de la percepción.

Hay que destacar que, en la actualidad, los mapas temáticos se elaboran en formato digital. Programas como ArcView, ArcInfo, MapInfo, ArcMap y otros disponen de signos, símbolos (puntos, figuras geométricas, líneas), y colores, de los cuales se seleccionan los más convenientes para la expresión cartográfica.

3.1.2.4 Los modos de expresión

Desde el punto de vista del carácter de la expresión o modos de representación de la componente "Z", los mapas se clasifican en cualitativos y cuantitativos.

Mapas Cualitativos

Estos mapas sólo expresan la distribución de las características cualitativas, es decir, intrínsecas de los hechos y fenómenos geográficos, además de distinguir las diferentes clases o tipos de ellas. Pueden expresar información tanto de carácter físico como social y económico. No expresan las magnitudes o valores numéricos, ni las intensidades, ni el status relativo de los fenómenos o hechos geográficos o de las características de éstos.

En la elaboración de los mapas cualitativos, se pueden usar los símbolos convencionales fuera de escala: de implantación puntual, lineal y areal. En los de implantación puntual están los puntos, las figuras geométricas combinadas con la variable color y tono o con textura o grano (Figura 13), así como símbolos evidentes o visuales, los pictogramas e ideogramas. Como símbolos convencionales fuera de escala de implantación areal se usan símbolos gráficos de puntos o líneas, el dibujo de achures o colores.

Los mapas cualitativos pueden referirse a distribuciones simples o a distribuciones compuestas.

En el primer caso se expresa la distribución de un solo fenómeno, por ejemplo, la distribución de la población hablante de lenguas indígenas en un territorio dado, sin especificar a qué lengua o tronco lingüístico pertenecen. En el segundo caso se representa en el mapa una serie de características o elementos de la misma naturaleza que se asocian, pero al mismo tiempo se diferencian, lo que da lugar a zonas o

regiones en ese territorio. Un ejemplo sería la distribución de los hablantes de lenguas indígenas, caracterizados según las distintas lenguas o troncos lingüísticos.

En los mapas de distribuciones compuestas se forman áreas y subáreas, que se distinguen unas de otras de acuerdo a sus características cualitativas específicas, de ahí que en ocasiones resulta conveniente dibujar las líneas que limitan a esas áreas y subáreas.

Un gran número de mapas físicos como los geológicos, tectónicos, de sismicidad, gravimetría, morfología, suelos, vegetación, o fauna, por mencionar sólo algunos, son mapas cualitativos simples, otros son compuestos, según si expresan sólo una característica o varias de la misma naturaleza.

Los hechos y fenómenos que se representan en los mapas cualitativos pueden ser continuos, por ejemplo la geología (Figura 14b) o los suelos; también pueden ser fenómenos discretos o discontinuos, como es la distribución territorial de las escuelas por categorías o de los tipos de cultivos.

Mapas Cuantitativos

Estos mapas expresan la magnitud o valor cuantitativo de uno o varios fenómenos o hechos geográficos, según sea el caso. La información numérica puede corresponder a cantidades o valores absolutos o relativos, a tasas, índices, razones, coeficientes, proporciones, porcentajes, promedios, etc.

En los mapas cuantitativos se pueden usar símbolos de implantación puntual, lineal o areal; estos símbolos pueden combinarse en un mismo mapa o emplearse en forma independiente, esto depende del contenido del mapa.

Cuando es necesario revelar diferencias o variaciones de magnitudes absolutas, como sería el número de personas por localidades, es conveniente usar símbolos geométricos de tamaños proporcionales a los valores individuales o agrupados en clases (Figura 27).

Otras veces hay que destacar las diferencias que se relacionan con la intensidad o densidad de un fenómeno, o la proporción o el índice, por ejemplo el número de habitantes por kilómetro cuadrado (Figura 15), la población rural por hectárea de tierras de labor, la tasa de crecimiento medio anual de la población,

la tasa de inmigración o de natalidad, el índice de juventud, el porcentaje de población en edad reproductiva, (Figura 31), el porcentaje de población urbana, etc.; para expresar estos aspectos se usan símbolos areales: hachures, puntos o líneas modulados por la textura o grano, o el color modulado por el valor para obtener gamas.

En un mismo mapa se pueden expresar los dos tipos de diferencias, las absolutas y las relativas; según se trate del contenido del mapa.

Conviene agregar que los fenómenos geográficos que se representan en los mapas cuantitativos también pueden ser, desde el punto de vista espacial, continuos o discretos; de igual forma, los datos o valores numéricos que corresponden a esos fenómenos son continuos o discretos.

Los fenómenos continuos ocurren en extensión o superficie, como sucede con la temperatura, la altitud o la presión del aire, éstos se presentan en toda la superficie y en forma gradual. Los fenómenos discretos se restringen a puntos específicos del espacio geográfico o de un territorio y están separados unos de otros, por ejemplo, los asentamientos humanos y su número de habitantes o la infraestructura para la educación.

Hay que mencionar que algunos mapas temáticos son al mismo tiempo cualitativos y cuantitativos, por ejemplo: la distribución de la población hablante de lenguas indígenas bilingüe. La expresión cualitativa corresponde a la distribución de la población por troncos lingüísticos: huave, maya, mixe-zoque, otomangue, etc.; el lenguaje cartográfico para diferenciar a cada grupo lingüístico puede ser la variable color. El aspecto cuantitativo está referido al porcentaje de personas hablantes bilingües de cada tronco lingüístico por municipios. Si los porcentajes se agrupan en tres clases, para indicar cada una de éstas se utiliza el color correspondiente a cada tronco lingüístico en tonos o gamas.

En la categoría de mapas cuantitativos se incluye un gran número de mapas, pues comprende tanto aspectos de fenómenos físico-geográficos como de fenómenos sociales y económicos.

El geógrafo de la población debe conocer las normas y convenciones para el uso correcto del lenguaje cartográfico y de la semiología cartográfica.

Con el fin de representar en los mapas las distribuciones y las interrelaciones entre los diversos hechos y fenómenos demográficos y las relaciones de éstos con otros hechos y fenómenos sociales, o económicos, o físico-geográficos, de tal forma que la visualización y comprensión de las regularidades o variaciones de las distribuciones, así como la transmisión y comunicación que conlleva la complejidad que se deriva de las representaciones en mapas de diversas escalas, de distintos temas de población y con distintos objetivos resulten legibles, cognoscibles e inteligibles.

A continuación se describen algunos ejemplos sobre la aplicación del lenguaje cartográfico y de la semiología cartográfica en los mapas temáticos sobre población.

En Geografía de la Población son de especial interés los mapas de distribución de la población total, urbana o rural, ya que son la base para la planeación del desarrollo socioeconómico nacional, regional, estatal o municipal.

Para un mapa de distribución de la población urbana (coordenada "Z") el símbolo que se usa es el geométrico, de preferencia el círculo o la esfera (variable visual: forma), también se puede usar el cuadrado. El tamaño del círculo o del cuadrado debe ser proporcional al número de habitantes (variable visual tamaño), si es que los datos se representan en escala continua o al número de habitantes contenidos en cada una de las clases establecidas. El mapa es cuantitativo.

La implantación de los símbolos (círculos, esferas o cuadrados) que representan el número de habitantes es puntual, es decir el símbolo se ubica justo donde se interceptan sus coordenadas X y Y de cada localidad urbana.

Si el mapa se va a publicar en color, hay que considerar que para las localidades urbanas convencionalmente se usa el color rojo (variable visual color), si no es posible el uso del color, entonces se usan texturas en puntos o líneas (variable visual textura), el segundo tipo de textura no se recomienda para figuras geométricas muy pequeñas.

Se trata de un mapa que representa la distribución de la población total, clasificada en urbana y rural, convencionalmente se usan el color rojo para la urbana y el verde para la rural, o el color rojo para la primera y el negro para la segunda.

En la actualidad otro de los mapas de gran importancia es el que representa los patrones de la movilidad espacial de la población de una entidad federativa a los municipios, o la movilidad interestatal, intermunicipal, o interregional, o a determinadas ciudades; el símbolo que se usa es el vector o flecha, la saeta de este símbolo indica el lugar de destino de la población.

A los vectores se les asigna en escala continua o en clases un grosor (variable visual: tamaño) diferente que indica el volumen de la población migrante, el manejo de la cantidad de migrantes de inmediato indica que el mapa es cuantitativo. Los vectores o flechas son de implantación lineal, unen dos puntos, que corresponden al lugar de origen y de destino de la población migrante. Si el objetivo del mapa es mostrar el número de inmigrantes y de emigrantes, entonces se construyen dos flechas o vectores paralelos, prácticamente unidos, de grosores proporcionales a las cantidades respectivas de migrantes; las dos direcciones se diferencian por la saeta y usando dos colores (variable visual color) por ejemplo, rojo para una dirección y el azul para la otra.

El tema de las tasas de crecimiento medio anual de la población en un periodo determinado, también es de gran interés para la Geografía de la Población.

Las tasas de crecimiento medio anual de la población pueden corresponder a diferentes escalas de unidades de análisis: municipios o entidades federativas.

Los valores de las tasas se expresan en porciento, caracterizando al mapa como cuantitativo. Los valores de las tasas se agrupan en clases, el símbolo de representación de éstas en los mapas es de implantación areal, pues los valores de las tasas se hacen extensivas a todo el territorio de las unidades de análisis.

El símbolo areal puede ser un color en tonos (variable visual: color) tantos como el número de clases en las que se hallan agrupado las tasas; el tono de color más alto o intenso se aplicará a las unidades de análisis (municipios o entidades) que registran las tasas de valores más altos (variable visual: tamaño) y el tono más claro a la clase de valores más bajos. En lugar de colores y tonos se pueden usar achures o puntos con texturas que den la percepción visual de tonos de gris más oscuro hasta el más claro.

Las tasas de crecimiento medio anual se pueden obtener para diversas características de la población, según el tema objeto de estudio; se pueden calcular, por ejemplo: para la población total o urbana o rural; para la población que constituye la fuerza de trabajo, o la población de 15 a 44 años de edad, la población económicamente activa ocupada en el sector terciario o en otro, la población que habla lengua indígena zapoteca, la población con instrucción básica, etc.

4. METODOLOGÍA Y GENERALIZACIÓN DEL CONTENIDO DEL MAPA

Desde el punto de vista metodológico y atendiendo al grado de generalización de su contenido, los mapas temáticos pueden ser de análisis o de síntesis y estáticos o dinámicos; cada una de estas categorías comprenden varias subdivisiones.

4.1 Cartografía de análisis, de síntesis y de correlación

a) Mapas de análisis

Estos mapas representan el desarrollo o distribución de uno o varios fenómenos o hechos geográficos, o bien sólo un aspecto particular de ellos, con el objeto de determinar sus relaciones con el espacio geográfico: su posición, latitud y longitud, altitud, lejanía o cercanía al mar, orientación, etc. El objetivo de estos mapas es clasificar, para analizar, la distribución del fenómeno o hecho cartografiado, a partir de sus variaciones, regularidades, concentraciones, dispersiones, semejanzas, diferencias y correlaciones. La lectura de estos mapas da respuesta a nivel general y a nivel selectivo localizado.

La información o datos cualitativos o cuantitativos se tienen que generalizar con el fin de llevar esa información del espacio concreto o real a la abstracción del mapa, de manera que la información sea clara, intelegible y comprensible.

Los mapas de análisis son mapas de referencia o inventario, puesto que constituyen un medio de almacenar información y una fuente de documentación de los hechos y fenómenos geográficos que se han localizado en ellos de manera precisa, de ahí que en la investigación o búsqueda de correlaciones de los hechos y fenómenos, tanto del campo de la geografía física como humana o las que se dan entre éstas, los mapas mencionados tienen aplicación a nivel de información, inventario y compilación. El ejemplo más representativo de mapa analítico de inventario, es el topográfico; otros ejemplos son los mapas políticos, los de comunicaciones, los planos de ciudades y los geológicos entre otros.

En los mapas de análisis se puede cartografiar información de hechos y fenómenos geográficos cualitativos o cuantitativos de carácter puntual, como los museos por especialidades, el número de habitantes por localidades, de carácter lineal como el flujo de migrantes (Figura 28), la red ferroviaria o los flujos de mercancías; y de carácter areal como los tipos de cultivos, los de distribución de porcentajes, índices, tasas, promedios, y mostrar correlaciones sencillas a nivel de información.

En el mapa de análisis, los elementos que se cartografían deben permitir al usuario del mapa, al momento de realizar la lectura de conjunto del mismo, percibir la distribución general de los hechos y fenómenos, y en una lectura hecha con mayor profundidad y detenimiento descubrir las medidas, cuantificaciones y comparaciones necesarias.

Tipos de mapas de análisis

Según sea la naturaleza del fenómeno, los mapas de análisis se clasifican en mapas de distribución, generalmente son mapas de datos puntuales; mapas de redes, éstos son de datos de implantación lineal y mapas de datos areales o zonales.

1. Mapas de distribución

En los mapas de distribución los hechos y fenómenos geográficos que se expresan, ya sean cualitativos o cuantitativos, corresponden a puntos específicos del espacio geográfico y para su representación se emplean símbolos de implantación puntual. Estos mapas permiten observar los patrones de concentración de los hechos o fenómenos, así como las áreas de dispersión, es decir la estructura de las distribuciones (Figuras 27).

2. Mapas de redes

Los mapas de redes representan los fenómenos geográficos que ocurren en forma lineal, por esto los símbolos para representar la información cualitativa o cuantitativa respectiva, son lineales.

En los mapas de redes es posible percibir los patrones o formas de ellos, las relaciones jerárquicas, los vínculos, las convergencias y divergencias, los puntos de origen y destino. Algunos ejemplos son las redes hidrográficas, de carreteras, de vías férreas o rutas aéreas. En el caso de la población hay que citar el mapa de flujos de migrantes (Figura 28).

3. Mapas zonales o areales

Los mapas de áreas o zonales muestran la distribución, en extensión o superficie, del hecho o fenómeno geográfico o de una característica de éste, en el espacio geográfico o territorio, ya sea formando áreas homogéneas, discontinuas, islotes o zonas yuxtapuestas, en cualquiera de éstas los límites pueden ser reales: fronteras, límites político-administrativos, o abstractos: coropletas o isopletas (Figura 15).

b) Mapas de síntesis

Los mapas de síntesis son mapas complejos; por medio de ellos se comunican, explican o demuestran los resultados de las investigaciones geográficas en forma simplificada y deben dar respuesta a todos los niveles de preguntas y de lectura.

¿Dónde?, ¿Qué? y ¿Cómo? Son preguntas que dan respuesta al nivel de lectura elemental, es decir a nivel general, para proporcionar información pura, son del nivel de inventario. Las respuestas a éstas preguntas se tienen también en los mapas de análisis pero los mapas de síntesis además dan respuestas a las preguntas: ¿Cuál es el contenido específico del mapa? y ¿Cuál es la distribución? Estas preguntas dan respuesta a los niveles medio y de conjunto de la lectura del mapa.

Los mapas de síntesis, al dar respuesta a todas las preguntas, permiten comunicar las relaciones que existen entre las componentes de las variables, establecer correlaciones, definir zonas homogéneas, agrupaciones, etc.

Los mapas de síntesis presentan los datos o la información cuantitativa o cualitativa de varias características, ya sea de un fenómeno o de varios fenómenos geográficos, en forma combinada, dando

lugar a “tipos”, esto es, los datos de las características o atributos de los fenómenos geográficos no se representan aislados o separados como en los mapas de análisis, “sino como un todo único” (Salitchev 1979:128).

Esta combinación se logra mediante la transformación, con diversos grados de complejidad, de varios datos que dan como resultado coeficientes, índices, tasas, porcentajes, promedios, medias, esto es, algunos mapas de síntesis cuantitativos o cualitativos se construyen con base en técnicas estadísticas básicas y otros con técnicas cuantitativas complejas: análisis de factores, análisis multivariado, cocientes sucesivos, tipificación probabilística, componentes principales, por mencionar algunos. Las técnicas cuantitativas complejas facilitan la correlación de numerosas variables geográficas que actúan en forma combinada en el hecho o fenómeno geográfico de estudio, por ejemplo la marginación.

Otros mapas de síntesis muestran varios niveles de información en forma correlacionada. Cada nivel expresa un aspecto del tema principal y se representa con un método cartográfico particular.

Según Joly (1979:193), los mapas de síntesis también se pueden elaborar mediante la superposición o yuxtaposición y transformación de la información cartográfica de varios mapas analíticos, tanto en los casos de información cualitativa como cuantitativa.

En la elaboración o construcción de los mapas sintéticos por superposición se deben obtener, a través de las comparaciones, combinaciones y correlaciones de manera que se logre un grado de generalización elevado y se presente una imagen global de las diversas combinaciones en un nuevo mapa: el de síntesis, sea éste simplificado o parcial o un mapa complejo.

Cabe mencionar que Rimbart (1968:69-70) considera como mapas de síntesis los regionales y las representaciones que combinan diversas variables o elementos relacionados o asociados entre ellos; a estos mapas otros autores como Salitchev (op. cit.:128) los llaman mapas complejos. De acuerdo con Rimbart (op. cit.:70), se puede afirmar que las combinaciones no deben confundirse con las simples superposiciones, ya que los mapas de síntesis son sistemas lógicos y no una forma de acumulación, en

estratos o capas, de los resultados de los mapas de análisis, pues esto en vez de dar origen a un mapa de síntesis sólo lleva a la representación de numerosas discordancias gráficas y cromáticas que son la negación de la combinación “sintética”; la mencionada autora considera además que el abuso que se ha hecho de las superposiciones se debe a una interpretación errónea del método de las correlaciones empíricas propuestas por Fred K. Schaefer en su obra *Excepcionalismo en Geografía*, sin embargo, la misma autora considera que debido a la creciente especialización y a la imposibilidad de abarcar la totalidad real, se ha preferido sustituir el mapa de síntesis regional o global, por algunos mapas de análisis y algunos de síntesis parciales.

La combinación (o fusión) puede corresponder a datos cualitativos o cuantitativos. Los datos cuantitativos son más fáciles de tratar que los cualitativos o puramente descriptivos, ya que los primeros son menos susceptibles de clasificaciones subjetivas, no obstante las investigaciones, y en este caso los mapas deben de garantizar una gran objetividad, pues con los datos numéricos también se corre el riesgo de apartarse o alejarse de la realidad.

Los mapas de síntesis cualitativos son más difíciles de concebir; en muchas ocasiones se elaboran incorrectamente a partir de la yuxtaposición de mapas de análisis, por lo general describen tipologías: de suelos, de vegetación, de agricultura (Figura 19).

El mapa de climas es un mapa de síntesis complejo puesto que las zonas y tipos de climas son el resultado de un conjunto de índices tales como los de temperatura, precipitación, humedad, vientos, además de la altitud y el relieve, etc., en este mapa los datos de varios de los factores y elementos del clima se combinan en un sistema lógico (Figura 20).

c) Mapas de correlación

Éstos expresan “las relaciones lógicas que existen entre dos o más fenómenos o hechos geográficos” (Joly (1979:212) ya sean físicos, económicos, sociales, políticos o históricos. Las relaciones o asociaciones pueden ser entre dos, tres o varios atributos de los hechos o fenómenos mencionados, por ejemplo: entre

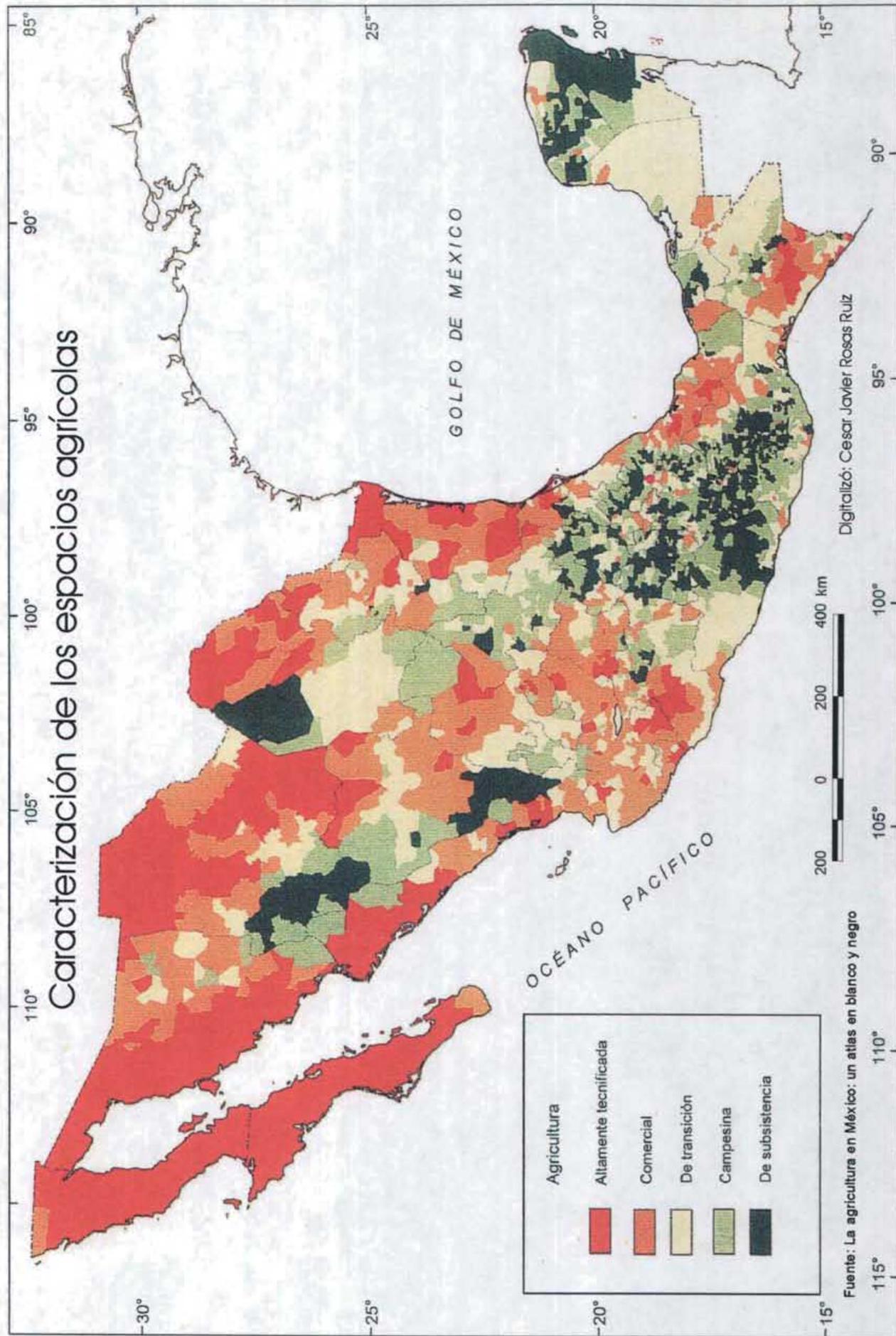


Figura 19

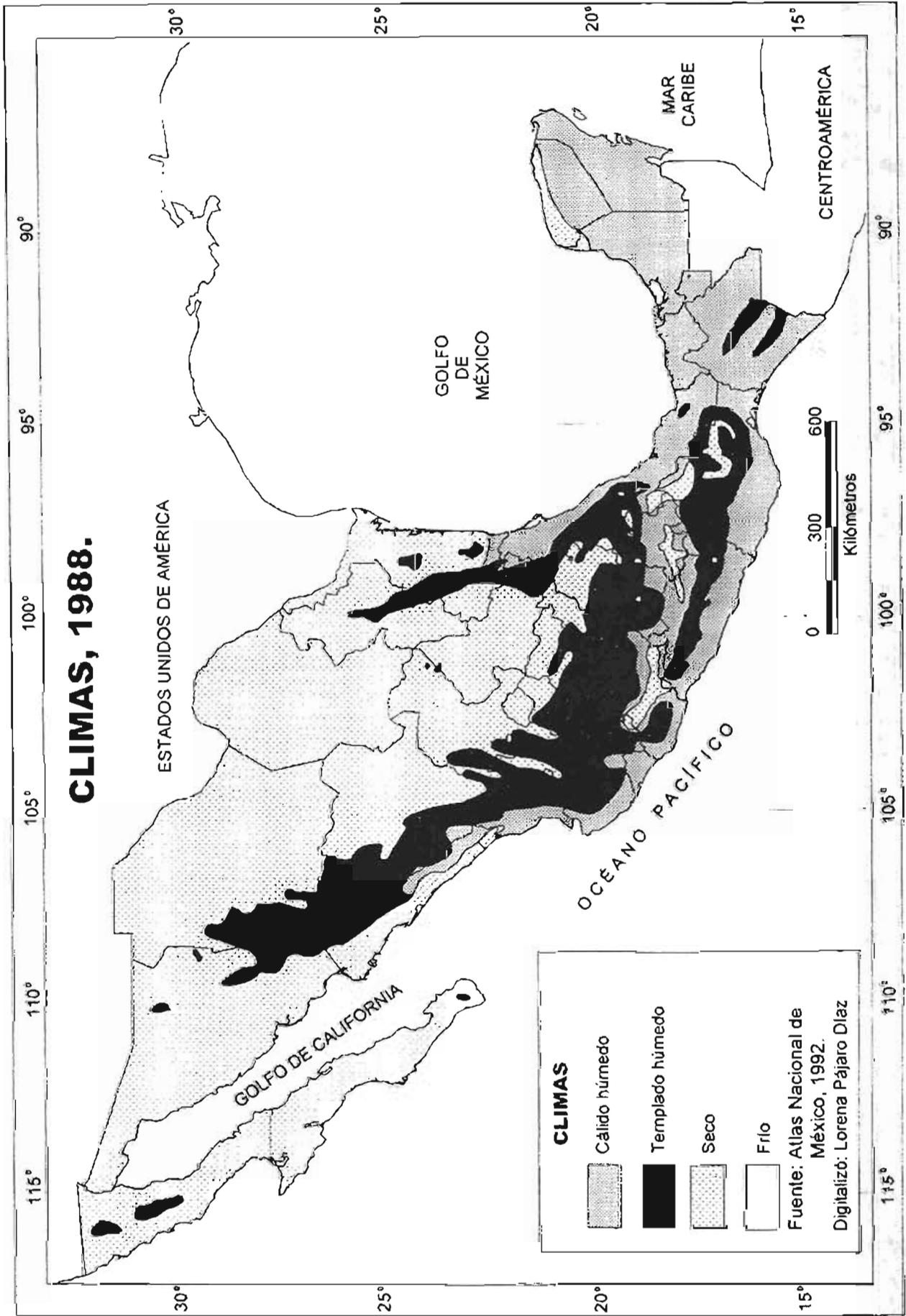


Figura 20.

población y relieve, entre población y clima; entre población rural e ingresos; entre población urbana, población alfabetizada y nivel de ingresos, etc.

Para elaborar los mapas de correlación se seleccionan los hechos o fenómenos geográficos y sus datos cuantitativos o cualitativos, según se trate, cuyas relaciones se quieren explicar ya sea por sobreposición de mapas de análisis o de símbolos. Los fenómenos y sus datos o variables pueden ser de órdenes diferentes, por ejemplo: relieve y población; clima y población; ingresos o PEA y migración, pero debe de existir entre ellos una relación de causa y efecto verdadera, no falsa; es decir, unos hechos o fenómenos deben de causar, explicar o determinar a otro u otros o sus atributos, éstos a su vez deben ser los causados, explicados o determinados por los primeros; en este tipo de mapas se manejan variables independientes y dependientes.

Es necesario considerar que la relación causa-efecto varía en el espacio y en el tiempo, pues depende de las circunstancias económicas, sociales, políticas, históricas y técnicas que existan en un lugar y en un momento determinado.

En la búsqueda de correlaciones entre los fenómenos geográficos interviene el criterio y el conocimiento que el geógrafo-cartógrafo tenga sobre ellos para cartografiar o elaborar el mapa de correlación, pues hay que seleccionar hechos, fenómenos o atributos y datos que sean significativos y desechar así falsas causalidades; también hay que considerar la escala del mapa, el objetivo y la asignación para determinar el contenido y grado de generalización.

El mapa de correlación debe dar al lector una visión directa de la correlación, ya sea a nivel de información, de inventario, de comparación, de comunicación o de resultados de los hechos y fenómenos correlacionados y de las consecuencias que de ellos se derivan, o también dar una conclusión explicativa.

Algunas correlaciones son proporcionalmente directas: a mayor proporción de vías de comunicación que convergen en un lugar, mayor concentración de población en él. Otras son proporcionalmente inversas: a mayor proporción de población rural, menor proporción de servicios de atención a la salud.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Los mapas de correlación deben considerarse como un medio de investigación, un estado experimental, un medio de generalización y análisis para orientar las nuevas investigaciones. La investigación de correlación es una forma intermedia entre el análisis y la síntesis.

4.2 Cartografía estática y dinámica

Los mapas de análisis y de síntesis, a su vez, pueden ser estáticos o dinámicos.

a) Mapas estáticos

En éstos se expresan los hechos o fenómenos geográficos que tienen lugar en el espacio geográfico en un momento determinado, es decir, solo en el momento "t".

Ese momento "t" tiene mayor duración para ciertos hechos o fenómenos que tardan más en modificarse, algunos requieren sólo unos cuantos años, otros decenas o cientos de años, como es el caso del relieve y de la geología. Por el contrario para otros fenómenos, el momento "t" transcurre rápidamente, es muy breve, como ocurre con el estado del tiempo.

Cabe mencionar que hay hechos o fenómenos cuyo momento "t" depende del tiempo durante el cual se considere su validez para ser un fenómeno estático o dinámico; por ejemplo a los datos de los hechos o fenómenos demográficos y económicos, particularmente los censales, se les concede una validez o vigencia de cinco años a partir del momento en que se levantaron los censos, esto es, los datos estadísticos censales se consideran válidos y hasta cierto punto dinámicos solo durante los primeros cinco años, después son considerados como estáticos, por lo tanto los datos que se utilizan para elaborar un mapa y éste mismo, tendrán mayor validez y vigencia en los primeros cinco años.

Hay mapas que son estáticos y a la vez son históricos, por ejemplo el mapa "Minería durante el Porfiriato, 1880- 1910"², muestra el desarrollo de la minería en México en un período de 30 años e informa sobre las minas principales, los distritos en explotación por tipo de mineral, el origen del capital

² Coll-H.- (1991). "Minería durante el Porfiriato 1880-1910". Minería Histórica. Hoja VI.8.2 Sección Economía, Atlas Nacional de México.

invertido, las innovaciones tecnológicas, las plantas de fundición, las compañías de generación de electricidad que servían a las minas y a varias áreas del país.

Con el fin de que los mapas y los hechos o fenómenos que se representan en ellos no se conviertan rápidamente en estáticos, sobre todo los mapas sinópticos, los económicos, los meteorológicos, algunos demográficos, etc., es recomendable elaborar mapas en los que los datos cuantitativos se expresen en forma estadística a través de la media, mediana, moda, desviación típica o standard, en datos agrupados en clases o intervalos, aunque de esta manera los fenómenos que ocurren en el espacio real se representan en forma abstracta.

b) Mapas dinámicos

En estos mapas se representa el movimiento de uno o varios hechos o fenómenos geográficos en el espacio y en el tiempo, desde que se inician hasta un momento final, ya sea este último presente o futuro, es decir, se representa su evolución, en el tiempo y en el espacio.

Los mapas dinámicos se clasifican en mapas de flujos o corrientes y de evolución. Los primeros muestran los movimientos de los fenómenos geográficos en el espacio, por ejemplo las migraciones de la población (Figura 28) o de animales, los movimientos de circulación o pendulares de personas, los flujos de transportación de pasajeros, el transporte de mercancías, la circulación de fluidos, de mass media (periódicos, revistas, etc.), de ideas, difusión de innovaciones o de adelantos técnicos, etc.

Los segundos muestran los cambios de un fenómeno o hecho geográfico a través del tiempo. La evolución se puede representar a intervalos regulares, en grandes períodos o solamente los momentos inicial y final del fenómeno, o sea entre dos o tres fechas (Figura 21).

En los mapas de evolución se expresa, en un solo mapa, el resultado de los datos de las dos o tres fechas que se analizan, lo que evita tener que leer e interpretar varios mapas, por otra parte, en un solo mapa se puede observar la “permanencia, aparición y desaparición” (Cortizo, A. T., 1998:110) del hecho o fenómeno geográfico, o el incremento, decremento o estabilidad del fenómeno a lo largo del tiempo, por

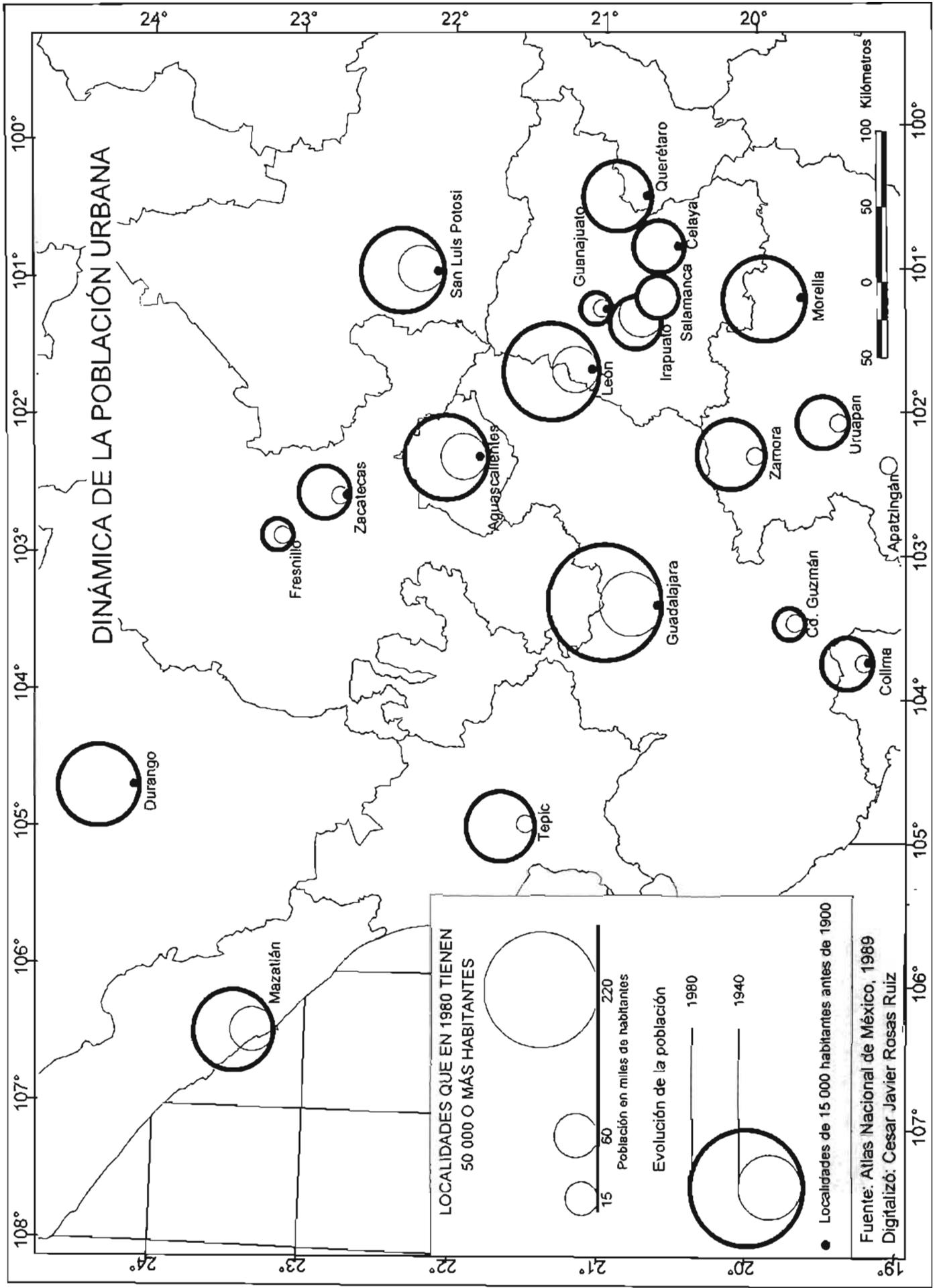


Figura 21

ejemplo el mapa “Patrones espaciales de crecimiento de la población”³, representa los cambios de crecimiento medio anual de la población en tres periodos 1940-1960, 1960-1970 y 1970–1980 a escala municipal, permite identificar las unidades de análisis con incremento, decremento o estabilidad en los tres periodos.

Desde el punto de vista metodológico y atendiendo al contenido del mapa, los temas que estudia la Geografía de la Población se pueden representar en mapas de análisis, de correlación y de síntesis; el tipo de mapa que se construya estará en función del objetivo, la escala, el usuario del mapa y la disponibilidad de la información.

En los mapas de *análisis*, el geógrafo de la población representa la distribución de una o varias características de los hechos o fenómenos demográficos, por ejemplo, la distribución de la población total por localidades, clasificadas en urbanas y rurales. Este mapa permite conocer las variaciones espaciales de la distribución, es decir, las áreas de concentración y dispersión de la población, relacionar estas variaciones con los componentes espaciales: posición, latitud, lejanía o cercanía al mar o con la altitud, o también con los factores físico-geográficos como la hidrología, los climas o los suelos.

El mapa de distribución de la población es un instrumento excelente de documentación y de referencia para la planeación del desarrollo socioeconómico, es un mapa básico para otras investigaciones relacionadas con el campo de la Geografía Social, de la Geografía Económica, de la Geografía Física o de la Geografía Política.

Un mapa de análisis de redes en Geografía de la Población es el de la distribución de los patrones de los flujos de migración de la población. El mapa muestra los patrones migratorios a través de las direcciones y los diferentes configuraciones de redes que forman el conjunto de vectores que representan la movilidad espacial de la población. Los patrones pueden ser de distribución, de redes nodales o radiales;

³ Gutiérrez de MacGregor, Ma. Teresa, Rosalía Vidal Zepeda y Jorge González Sánchez. (1989). Patrones Espaciales de Crecimiento de la Población. Hoja III.1.4. Sección. Distribución de la Población y Características Demográficas. Atlas Nacional de México.

este mapa también ayuda a inferir y relacionar las distancias y el volumen de migrantes, además de conocer los lugares de origen y de destino intermedio y final de la migración de la población.

El grosor de los símbolos (vectores o flechas) indica las relaciones jerárquicas de las corrientes migratorias y sus vínculos con los lugares de origen y de destino de los migrantes.

Un mapa de migraciones sirve de referencia para otros estudios de carácter socioeconómico de la población migrante o de los lugares de origen y de destino.

En Geografía de la Población también se elaboran mapas de análisis de tipo areal o zonal como es el de la densidad de población, o sea la cantidad promedio de habitantes por unidad de superficie en kilómetros cuadrados.

Este mapa proporciona información sobre la distribución de la densidad por unidades de análisis: municipios o entidades federativas o por áreas, éstas no consideran los límites administrativos. El mapa muestra las variaciones espaciales: territorios con muy altas o muy bajas densidades de población, en las que factores geográficos, históricos, económicos, entre otros, además de la superficie de las unidades de análisis, intervienen.

Otros ejemplos de mapas de análisis areal o zonal son los de las tasas de fecundidad, de las tasas de mortalidad, de los índices masculinidad, de los porcentajes de la población en edad de votar, de los porcentajes de población mayor de 65 años, por citar solo algunos.

Los mapas de *correlación* también son importantes en Geografía de la Población. Son numerosos los mapas que se pueden elaborar relacionando dos o tres características de la propia población o bien relacionando una de ellas con otros factores sociales, económicos, o físico-geográficos.

El geógrafo de la población puede elaborar mapas de correlación combinando los datos de dos o tres variables demográficas, expresándolos por niveles de información en un mapa, o sobreponiendo la información contenida en dos o tres mapas; por ejemplo, al mapa de distribución de la población total por localidades se le puede agregar la hipsometría en forma generalizada y de esta manera mostrar y conocer la

relación de la distribución de la población con el relieve y la altitud, o bien se puede relacionar con el mapa de climas, y así identificar el relieve o los climas que favorecen la mayor concentración de la población, o que no son propios para la habitabilidad humana, dando lugar a espacios con población dispersa o vacíos. Un mapa en el que se relacionan la distribución de la población urbana por localidades y las tasas de crecimiento medio anual de esta población, facilitará no solo ampliar la información sobre el fenómeno urbano sino además, identificar la relación que existe entre las localidades urbanas grandes y sus altas tasas de crecimiento medio anual, esto depende del contexto temporal, o detectar las ciudades grandes o pequeñas y su ritmo de crecimiento, si éste es mayor o menor que el de las ciudades grandes.

El mapa se elabora sobreponiendo las dos informaciones.

Un mapa de correlación de un fenómeno de población y uno económico es el que registra la representación de dos características en un mismo mapa: la representación de los flujos o corrientes migratorias y la especialización económica de las unidades de análisis, con base en la PEA ocupada en el sector primario, secundario y terciario en porcentaje; la primera información se representa con vectores o flechas y se sobrepone a la segunda, ésta se representa en las unidades de análisis en implantación areal mediante colores o achures.

La lectura de este mapa proporciona información sobre las unidades de análisis o las áreas, que se caracterizan por la especialización en el sector primario, como las de mayor expulsión de población y las de especialización en el sector secundario y terciario como las de mayor atracción, hacia estas áreas se dirigen las flechas o vectores de mayor grosor, o sea las que registran mayor número de inmigrantes.

Otros mapas de correlación pueden ser los de migrantes- niveles de ingreso; migrantes- niveles de instrucción, población rural- niveles de ingresos, población rural- tasa de mortalidad por enfermedades gastrointestinales, etc.

Los mapas de *síntesis* combinan información de diferentes mapas analíticos en un mismo fondo de referencia, al sintetizar cualitativamente la información contenida en los mapas se obtienen tipologías. Los

mapas de síntesis también se elaboran por métodos estadísticos al manejar distintas variables, obteniendo índices o coeficientes; un ejemplo de mapa de síntesis en Geografía de la Población es el mapa de marginación de la población, otro es el de la “Tipología Demográfica” publicado en el Atlas Nacional de México.

Para el geógrafo de la población también es importante la construcción de mapas *dinámicos*, unos muestran la movilidad espacial o territorial de la población mediante los símbolos de flujos o vectores, como en el caso de la migración; otros representan la evolución de los fenómenos demográficos, ejemplo de ésta son los mapas de tasa de crecimiento medio anual de la población en un período determinado, así como los mapas de incrementos. Para la construcción de cualquiera de estos dos mapas, el símbolo es de implantación areal, es decir se aplica en todo el territorio de las unidades de análisis.

En mapas dinámicos se pueden representar distintas características de la población, por ejemplo: la evolución de la población total mayor de 65 años de dos o más períodos censales. La representación de las cantidades absolutas se realiza mediante círculos proporcionales tangentes, correspondientes a cada período. Otro mapa dinámico es el de las tasas de crecimiento medio anual de la PEA en el sector secundario o específicamente en la industria; también un mapa dinámico será el que proporciona información sobre el incremento de las personas que padecen SIDA, entre otros ejemplos más.

La dinámica de las características demográficas se puede representar por medio de varios mapas correspondientes a distintos momentos, es decir, por medio de mapas analítico-estáticos. La lectura comparativa de estos mapas proporciona información sobre los cambios y evolución del fenómeno de población representado en esos periodos o también de los cambios estructurales, por ejemplo.

Los mapas *estáticos* que elabora el geógrafo de la población representan información sólo para un momento concreto.

En un mapa se puede representar una característica de la población o varias, ya sean éstas demográficas o combinadas con otras de carácter social, económico o de carácter físico-geográficas.

Retomando algunos de los ejemplos citados anteriormente, un mapa estático es del de la distribución de la población total por localidades en el año 2000; la distribución de la población con instrucción básica en el año 1995; la distribución de las tasas de mortalidad infantil en el año 2005; la distribución de la población urbana por localidades y su relación con los climas en el año 1960; estructura de la población por sexo y grupos etáreos en el año 1970. Cabe agregar que cuando se combinan dos o más datos para un mapa estático y a su vez de correlación, la información de ellos debe corresponder al mismo momento concreto.

5. LOS DATOS GEOGRÁFICOS Y LOS SÍMBOLOS GEOMÉTRICOS

Para expresar en un mapa los fenómenos y hechos geográficos y llegar a su análisis, explicación y comprensión espacial se dispone de datos, observaciones o información de los mismos en cada punto, entre dos puntos o entre 3 o más puntos del espacio geográfico; estos datos u observaciones se refieren a las características de cada punto del espacio: número de habitantes, población analfabeta, hombres, mujeres, ingresos, producción en toneladas, superficie cosechada, presión, lluvia, etc.

La clasificación de los datos se puede hacer de dos maneras:

1. Por el tipo y naturaleza de los datos: cualitativa y cuantitativa.
2. Por las escalas de medida: nominal, ordinal, por intervalos y de proporciones o razones.

Los datos cualitativos son aquellos que no son susceptibles de cuantificar mediante una escala numérica, sino que son categorías o modalidades. Estos datos pueden representarse en un mapa en forma individual, por ejemplo la localización puntual de las categorías de museos, hoteles, establecimientos comerciales, o las áreas lingüísticas, o las del uso del suelo: urbano, comercial, residencial, o de los tipos de vegetación; la categoría de las carreteras: federales, estatales, autopistas, de terracería, entre otros ejemplos.

Los datos cuantitativos son los que pueden ser medidos o cuantificados numéricamente: número de habitantes, número de alumnos, metros cúbicos de madera en rollo, distancia entre dos ciudades.

Los datos cuantitativos a su vez se clasifican en:

- a) Continuos, que toman un número infinito no numerable de valores posibles, como las distancias en kilómetros, la superficie de los predios agrícolas en hectáreas, la edad en años, meses y días, la temperatura.
- b) Los datos discretos sólo pueden tomar un número finito, o infinito numerable de valores, con frecuencia sólo absolutos o enteros, por ejemplo: el número total de migrantes, el total de cabezas de ganado bovino. No se pueden tener fracciones de esos valores.

Los datos cuantitativos individuales de las características de los fenómenos y hechos geográficos integran la serie de datos, dependiendo de la escala del mapa, del objetivo y asignación, estos datos pueden expresarse en aquel de dos formas:

Una consiste en representar los valores de cada dato individual con símbolos cuyos tamaños varían de acuerdo con los valores de los datos de manera proporcional, para darles un tamaño conveniente, sin embargo, en la mayoría de los casos, cuando los datos tienen pocas diferencias entre sí, el tamaño del símbolo correspondiente a cada dato tampoco difiere mucho por lo que prácticamente no se advierten las variaciones de los valores ni sus tendencias. Otro aspecto que debe tomarse en cuenta es el número de datos, observaciones o casos de que se dispone, la oscilación de los valores máximo y mínimo así como a que unidades de análisis corresponden los datos: localidades, municipios, entidades federativas o regiones, esto con el fin de elaborar un mapa en el que la información resulte legible e inteligible.

Cuando se usan los datos individuales, se considera que los valores de los hechos o fenómenos geográficos expresados en el mapa están en *escala continua*.

El uso de los datos en escala continua es aceptable cuando se tienen muy pocos, por ejemplo: 3, 5, 8, 12 datos, por lo tanto no es necesario agruparlos, sino que cada dato puede ser representado por un símbolo de tamaño proporcional a su valor.

Cuando se tiene un gran número de datos y se representan en escala continua, se corre el riesgo de perder calidad, ya que, como se mencionó antes, no es fácil diferenciar los tamaños de los símbolos, porque muchos tienen una gran similitud, tanto en los valores de los datos como en el tamaño del símbolo, por lo que no se perciben las tendencias de los fenómenos o hechos geográficos o de sus características representadas.

La segunda forma de representar los datos en un mapa con el fin de que éste sea legible, y obtener calidad en la comunicación al usuario, consiste en reducir el conjunto de los datos, agrupándolos *en clases*, tanto para elaborar mapas puntuales como lineales y zonales.

Al agrupar los datos, el número de éstos se simplifica y se pueden manejar y representar en el mapa más fácilmente, lo cual permite lograr mayor claridad para identificar las tendencias fundamentales, las variaciones o las regularidades espaciales de lo que se representa.

El agrupamiento de los datos requiere del método que exprese mejor la distribución en el territorio de los hechos y fenómenos geográficos.

Al respecto se debe tener presente que si se usan pocas clases, se generaliza demasiado y muchas características se pierden. Por otra parte, si se obtiene un número excesivo de clases, el resultado será particularizar demasiado, y que algunas clases queden vacías, es decir que no existan datos para ellas.

Se recomienda que el número de clases sea impar, de preferencia de 3, o 5, ya que esto facilita la percepción visual selectiva en el mapa y además porque en un momento dado también se puede calificar la distribución espacial de los fenómenos con base cuantitativa en: Alto, Medio, Bajo, o bien Muy Alto, Alto, Medio, Bajo, Muy Bajo. Algunos autores, entre ellos Robinson (1987:348) considera que, dependiendo de la naturaleza de los datos pueden establecerse hasta 5 u 8 clases, sin embargo, con un mayor número de clases se dificulta la capacidad de percepción visual para observar y leer el mapa. Por otra parte, hay que tomar en cuenta que el número de clases determina el grado de generalización de la información y del contenido del mapa.

Existen varios métodos para determinar las clases y sus límites: matemáticos y estadísticos.

Debe seleccionarse el método que mejor refleje la naturaleza de la distribución de los datos, de acuerdo con el propósito para el cual se requiere el establecimiento de las clases; definir si se quiere lograr una variación máxima que permita contrastar las clases, es decir identificar los contrastes espaciales o si se desea obtener una variación mínima y con ello lograr mayor similitud dentro de las clases para observar las regularidades espaciales. El método de agrupamiento dependerá del propósito u objetivo del mapa, de la escala y asignación.

5.1 Métodos matemáticos para el cálculo de clases.

Método 1. Obtención de clases por progresión aritmética

Los valores del conjunto o serie de datos son por ejemplo: 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 25. Se toma como razón aritmética para construir la progresión el valor más bajo, que en este ejemplo es 5.

La progresión aritmética será:				Las clases son:		Frecuencias	
mínimo						en la clase	
		5	=	5	-	10	3
5	+	5	=	10	-	15	5
10	+	5	=	15	-	20	3
15	+	5	=	20	-	25	4
20	+	5	=	25			

Esta escala conviene cuando en la serie de datos los valores extremos (5 y 20) oscilan muy poco y el número de datos es reducido.

Método 2. Cálculo de clases por progresión geométrica

Este método se aplica cuando los valores de la serie de datos u observaciones en general, son heterogéneos y los valores extremos oscilan fuertemente; por ejemplo 10 el valor mínimo y 1 000 000 el valor máximo y entre éstos hay numerosos valores heterogéneos. Éste es un método de intervalos múltiples. En este ejemplo se considera como razón de la progresión geométrica el valor mínimo de la serie, o sea 10. La progresión y las clases serán como sigue:

mínimo				Clases		Frecuencias	
10						en la clase	
10	x	10	=	10	-	100	8
100	x	10	=	101	-	1000	10
1000	x	10	=	1001	-	10000	15
10000	x	10	=	10001	-	100000	12
100000	x	10	=	100001	-	1000000	9

Método 3. Progresión geométrica

Otra forma para establecer clases por progresión geométrica y por lo tanto de intervalos múltiples, consiste en calcular la razón de la progresión mediante la fórmula propuesta por Cortizo (Cortizo, A.T. 1998:80).

$$a = \sqrt[n]{\frac{Q_M}{Q_m}}$$

Donde:

QM = al valor máximo de la serie de datos

Qm = el valor mínimo de la serie de datos

n = el número de clases que se desean.

a = la razón de la progresión

Suponiendo que en una serie de datos el valor máximo es 6500 y el mínimo 9 y se desean 5 clases, se procede así:

$$6500/9 = 722.2 \quad \sqrt[5]{722.2} = 3.7$$

El valor de la razón es 3.7. El valor mínimo, 9, se multiplica por la razón 3.7 y se obtiene la primera clase, ésta se multiplica por 3.7 y así sucesivamente hasta obtener las cinco clases:

$$\begin{array}{rclcl} 9 & \times & 3.7 & = & 33.3 \\ 33.3 & \times & 3.7 & = & 123.2 \\ 123.2 & \times & 3.7 & = & 455.8 \\ 455.9 & \times & 3.7 & = & 1686.6 \\ 1686.7 & \times & 3.7 & = & 6240.9 \end{array}$$

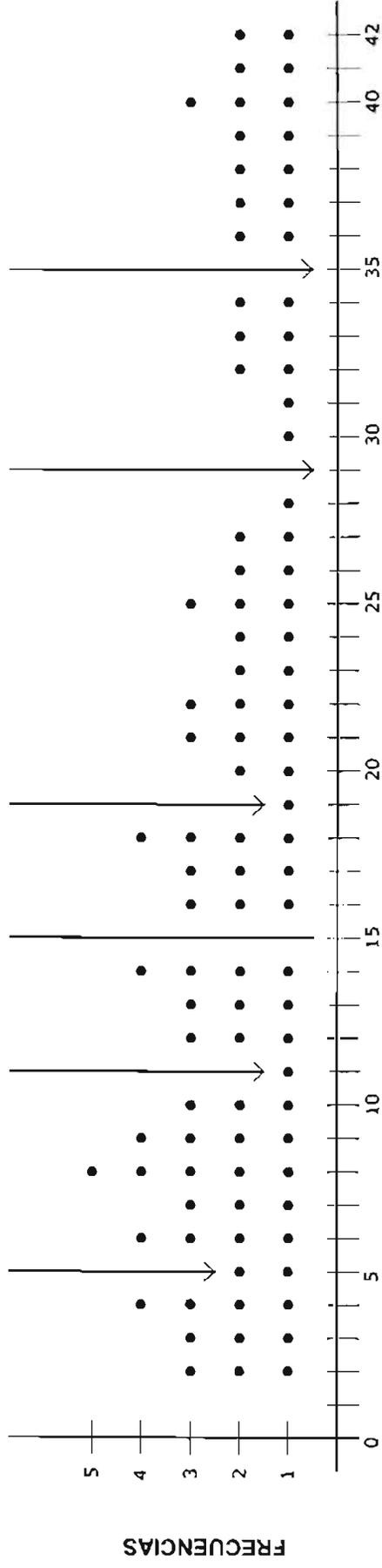
El intervalo va disminuyendo hacia el extremo inferior de la escala.

Clases para datos continuos			Clases para datos discretos				
9	-	33.0			9	-	33
33.1	-	123.0			34	-	123
123.1	-	456.0	clases ajustadas		124	-	456
456.1	-	1687.0			457	-	1687
1687.1	-	6500.0			1688	-	6500

Método 4. Distribución de frecuencias absolutas

Cuando se tiene un gran número de datos discretos, por ejemplo más de 50, para cartografiarlos hay que agruparlos en clases, para esto se requiere:

1. Elaborar una serie simple, ordenando los datos de valores mínimo a máximo o a la inversa. Ejemplo: (Cuadro 1).
2. Agrupar los datos de la serie en frecuencias, esto puede hacerse mediante el gráfico de distribución de frecuencias, es un método sencillo para identificar los valores de los límites de las clases (Figura 22).



Hectáreas incultas productivas por municipios

Figura 22. Gráfica de distribución de frecuencias.

Los datos se vacían a lo largo de una línea horizontal (eje X) dividido en partes iguales de manera que contenga el valor mínimo y el máximo de la serie de datos que se van a cartografiar. Se puede construir en forma computarizada o manualmente en papel milimétrico o semilogarítmico.

Cuadro 1
Serie simple

Número de hectáreas productivas en 96 municipios							
2	6	9	13	18	22	28	37
2	6	9	13	18	23	30	38
2	6	9	14	18	23	31	38
3	6	9	14	18	24	32	39
3	7	10	14	19	24	32	39
3	7	10	14	20	25	33	40
4	7	10	16	20	25	33	40
4	8	11	16	21	25	34	40
4	8	12	16	21	26	34	41
4	8	12	17	21	26	36	41
5	8	12	17	22	27	36	42
5	8	13	17	22	27	37	42

La gráfica de frecuencias muestra el número de veces que se repite un dato o valor, es decir la distribución de frecuencias de los datos (5 es la frecuencia del valor 8), permite definir también los agrupamientos de los mismos y los límites de tales agrupamientos, o sea el límite de las clases (Figura 22).

Como se observa en la gráfica, los límites de las clases se identifican por las interrupciones que en los datos graficados se advierten por la ausencia de puntos o por la máxima inflexión a lo largo del eje x, indicados por las flechas.

La gráfica muestra que los valores 5,11, 15, 19, 29, 35, 42 son los límites de las siete clases, que resultan en este ejemplo.

Si los datos fueran discretos las clases se expresarían así.

Clases	frecuencias
2 - 5	12
6 - 11	20
12 - 15	10
16 - 19	11
20 - 29	20
30 - 35	8
36 - 42	15

Si los datos fueran continuos, las clases quedarían como sigue:

Clases	Frecuencias
2 - 5	12
5.1 - 11	20
11.1 - 15	10
15.1 - 19	11
19.1 - 29	20
29.1 - 35	8
35.1 - 42	15

Las clases determinadas con esta gráfica son de intervalos diferentes o irregulares; ningún dato queda eliminado, es decir todos quedan incluidos en las clases correspondientes, por lo tanto ninguna clase queda vacía.

Método 5. Para obtener clases regulares u homogéneas o de intervalos iguales

El intervalo se determina de la forma siguiente: se calcula la diferencia entre valor superior o máximo y el inferior o mínimo que se registran en el conjunto de datos, el resultado obtenido de la resta es el rango; éste se divide entre el número deseado de clases. Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{Valor máximo} &= 72 \\ \text{Valor mínimo} &= 8 \\ \text{Intervalo de clase} &= \frac{72 - 8}{5 \text{ clases}} = \frac{64 \text{ (rango)}}{5} = 12.8 \end{aligned}$$

El intervalo de clase es de 12.8. Este se suma al valor mínimo que en este caso es 8 y las clases que resultan son:

Clases			
mínimo			8.0
8	+	12.8	= 20.8
20.8	+	12.8	= 33.6
33.6	+	12.8	= 46.4
46.4	+	12.8	= 59.2
59.2	+	12.8	= 72.0

Las clases se pueden ajustar procediendo como en el método 4, según se trate de datos continuos o discretos.

Cuando los intervalos son regulares puede darse el caso de que las clases cercanas a la media en una distribución normal correspondan a un número elevado de datos y que las clases restantes, hacia arriba o hacia abajo contengan pocos datos o queden vacías. También puede ocurrir que muchos datos queden

comprendidos en unas pocas clases y pocos datos o ninguno en otras clases. Cabe recordar que nunca deben quedar clases vacías, si esto llega a ocurrir hay que probar otros métodos más precisos.

En la obtención de clases de una serie cuantitativa hay un número óptimo de clases, si bien se mencionó que de preferencia sean 3, 5 o 7, en ocasiones el número de datos es muy grande, como sería el caso de 570 datos referentes a la producción en toneladas de maíz y cuyos valores oscilan mucho, varios valores muy altos y muy bajos, o pueden ser pocos datos pero muy heterogéneos; por ejemplo 33, referentes al valor de la producción industrial en miles de millones de pesos y para estas situaciones no es posible establecer el número de clases antes señaladas sino un número mayor, pero siempre considerando que la percepción visual limita el número de clases. Cuando se presentan casos como los de los ejemplos anteriores se podrían admitir 12 clases como número máximo.

Para estos casos se pueden aplicar las siguientes fórmulas propuestas por Huntsberger y Brook-Carrouters (Grupo Chadule, 1980:47).

Huntsberger propone la fórmula : $1 + (3.3 \log N)$ y Brook-Carrouters, propone: $5 \log N$ siendo N, en las dos fórmulas, el número de datos.

La aplicación de cualquiera de estas dos fórmulas conduce al establecimiento de clases de intervalos irregulares, como se observa en los métodos 6 y 7:

Método 6. Para formar clases irregulares con un número igual de observaciones o datos cada clase

Para obtener el número de clases se aplica la fórmula de Brook – Carrouters⁴, $5 \times \log N$.

Donde N es el número de datos que integran la serie. Por ejemplo, 60 datos: $N = 60$.

Paso 1: obtener el número de clases aplicando la fórmula:

$$5 \times \log N$$

$$5 \times \log 60$$

$$5 \times 1.77815 = 8.89075$$

⁴ La fórmula $5 \times \log N$ también la utilizan Toyne, P. y Davis, P., para ejemplificar el cálculo de clases de intervalos irregulares (Toyne, P. 1977:88), (Davis, P. 1979:62).

Este resultado indica que se pueden establecer entre 8 y 9 clases, con intervalos irregulares en cada una, con este método no se considera el rango para establecer clases.

Paso 2: Se divide el número total de datos entre el número de clases:

$$\frac{N}{C} \quad \text{o sea} \quad \frac{60}{8} \quad = \quad 7.5$$

Este resultado indica que cada clase debe tener 7 u 8 datos, en el ejemplo se tomaron 7. Los datos se colocan en orden descendente. Ejemplo: Cuadro 2.

Cuadro 2

	Clases									Clases definitivas		
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	9ª	36	-	42
1.	42	34	27	21	18	16	12	9	5	28	-	34
2.	42	34	26	21	18	16	12	9	5	22	-	27
3.	40	32	26	20	18	14	12	8	3	19	-	21
4.	40	32	25	20	18	14	11	8	3	17	-	18
5.	40	31	23	20	17	14	11	8		13	-	16
6.	39	30	23	20	17	14	11	7		10	-	12
7.	36	28	22	19	17	13	10	7		7	-	9
										3	-	5

Método 7. Para establecer límites de clases de intervalos irregulares o variables

Los límites de clases varían en forma irregular, prácticamente en forma geométrica. Por ejemplo, se tienen 32 observaciones o datos con valores que varían de 130 Ton. (valor más bajo) a 363796 Ton. (valor más alto). Con estos dos datos se establece el número de clases y sus límites, para ello se procede aplicando la fórmula propuesta por Brook-Carrouters.

1. $5 \times \log 32$

$$5 \times 1.5051 = 7.5$$

El resultado indica que son 7 clases que hay que establecer.

2. Restar al logaritmo del valor máximo el logaritmo del valor mínimo:

$$\begin{array}{r} \log \quad 363\,796 = 5.5608 \\ -\log \quad 130 = -2.1139 \\ \hline 3.4469 \end{array}$$

3. El resultado de esta resta se divide entre el número de clases, en este caso son 7:

$$\frac{3.4469}{7} = 0.4924 \text{ este valor se considera como una constante}$$

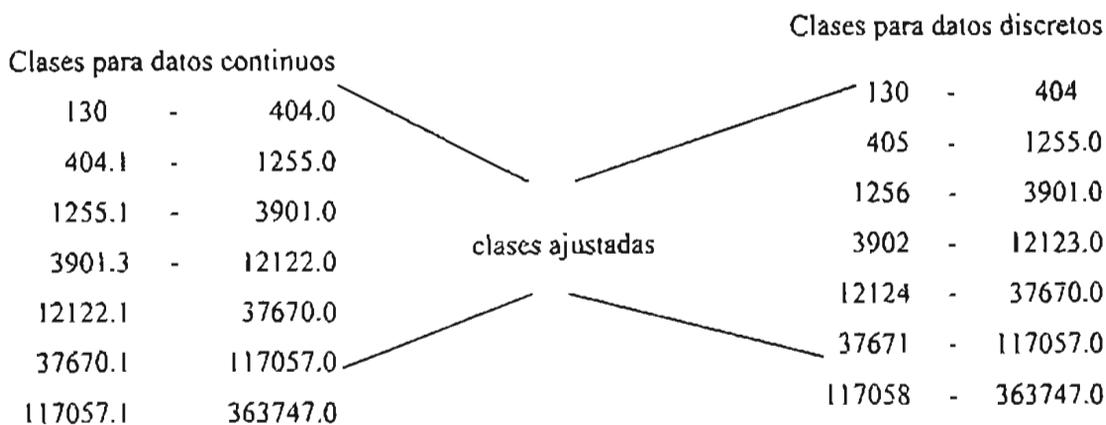
4. Al logaritmo del valor máximo se resta la constante, al resultado se le vuelve a restar la constante y así sucesivamente:

5.5608	antilog. =	363	747.4
-0.4924			
5.0684	antilog. =	117	057.7
-0.4924			
4.5760	antilog. =	37	670.3
-0.4924			
4.0836	antilog. =	12	122.7
-0.4924			
3.5912	antilog. =	3	901.2
-0.4924			
3.0988	antilog. =	1	255.4
-0.4924			
2.6064	antilog. =		404.0
-0.4924			
2.1140	antilog. =		130.0

5. Se busca el antilogaritmo de cada uno de los resultados y se usan como límites de las clases requeridas.

El paso número 4 puede hacerse también en forma inversa: con el logaritmo del valor más bajo agregando la constante.

Clases	
130	404.0
405	1255.4
1255.5	3901.2
3901.3	12122.7
12122.8	37670.3
37670.4	117057.7
117057.7	363747.4



La obtención de clases irregulares es aplicable cuando el cartógrafo desea: “llamar la atención hacia las diversas características internas de la distribución, como el hecho de que algunos valores pueden ser significativos en relación a otros análisis; minimizar ciertos aspectos de error, o realzar determinados elementos de la gama de datos que no se manejarían adecuadamente si se utilizara una serie equidistante o de ascenso y descenso regular” (Robinson 1987:351).

Para agrupar los datos de una serie en clases, se dispone también de varios métodos estadísticos.

Si la distribución de los valores se aproxima a la “normal”, la obtención de clases con igual número de datos y la medida de las distancias a la media, se puede hacer usando métodos estadísticos como el de las “medias en cascada” (Cortizo, A.T., 1988-116) o “medias anidadas” (op. cit.:351).

Otros métodos estadísticos de tendencia central que permiten conocer la posición de los valores de las series de datos o de las clases y frecuencias, alrededor de los cuales tienden a agruparse los datos o las clases son: la moda, la mediana, los cuantiles (cuartiles quintiles, deciles o percentiles). La desviación standard y la varianza son método que proporcionan el grado de variabilidad de los datos respecto a alguna de las medidas de tendencia central, es decir cuantifican la dispersión de los datos.

El método estadístico más conveniente será aquel que esté más acorde con el objetivo, la escala y el usuario del mapa.

Actualmente los métodos estadísticos para el manejo cartográfico de las clases y su representación en mapas se pueden desarrollar por medio de programas computarizados; el más conocido es el paquete

estadístico para Ciencias Sociales (SPSS), también se pueden usar hojas de cálculo como Lotus, Work, Acces o Excel o bien la alternativa de clases predeterminadas que ofrecen los Sistema de Información Geográfica (GIS).

Los Sistemas de Información Geográfica (GIS) los cuales constituyen una herramienta importante; han facilitado que la cartografía temática actual se elabore en formato digital permitiendo manejar gran número de datos y hacer una interrelación mayor de variables, así como agilizar el procesamiento de información y la elaboración de los mapas.

Existen diversos programas de GIS para elaborar las bases de datos, procesar éstos, agruparlos en clases y finalmente elaborar el mapa: ArcInfo, ArcView, MapInfo, ArcMap, etc.

En ocasiones las clases predeterminadas por los programas no resultan convenientes ya que el intervalo y el número de clases o sus límites pueden no ser los más adecuados, o los datos pueden concentrarse en alguna clase y algunas clases quedan vacías; las clases predeterminadas generalmente no siguen la distribución e la curva "normal" de las frecuencias.

Por tanto, se recomienda analizar y evaluar la distribución de las frecuencias de los datos y de las clases predeterminadas, aplicando algún método estadístico como el diagrama de frecuencias acumuladas, o alguno de los métodos de posición o de variación, según se requiera, empleando programas informáticos de análisis estadístico como el SPSS o Excel, u otros .

Asimismo, es conveniente tener un amplio conocimiento del problema que se va a cartografiar y del espacio geográfico donde ocurre, lo cual orientará al investigador o cartógrafo para aceptar las clases predeterminadas, hacerles algunos ajustes o buscar una mejor distribución de las frecuencias y de las clases.

5.2 Métodos para el cálculo de los símbolos geométricos

En el capítulo sobre el lenguaje cartográfico se mencionó que los símbolos más convenientes para expresar las **características** cuantitativas de los hechos y fenómenos geográficos, cuyos datos corresponden a valores absolutos discretos, son los **geométricos** los cuales pueden si es necesario ser modulados por las variables visuales de forma, tamaño y color.

Los símbolos geométricos más comúnmente usados son los círculos, los cuadrados y los triángulos, ya que permiten variar su tamaño de acuerdo con la importancia cuantitativa del hecho o fenómeno o de sus características, y con ello representar los valores de los datos de forma gráfica y visual en mapas cuantitativos. Los círculos y los cuadrados son los más sencillos y suficientemente expresivos en proporción a las cantidades que representan, así como los más fáciles de construirse y dibujarse, además de que la lectura, la transmisión de la información, la comunicación de las cantidades absolutas y la definición de los patrones de distribución cuantitativa resultan más rápidas e inteligibles, es decir, la percepción visual es más accesible para el usuario del mapa, incluso cuando la figura, círculo o cuadrado, queda incompleta por estar parcialmente oculta por otra superpuesta, el ojo visualiza con facilidad el centro de la figura detectando su posición o localización.

Estos símbolos se emplean principalmente para mapas cuantitativos de implantación puntual. También para expresar datos cuantitativos absolutos de áreas, como regiones de distintos tipos hidrológicas, económicas, lingüísticas o de unidades de análisis como entidades o municipios.

Los datos a representar pueden estar organizados en escala continua o en clases, según sea la naturaleza de los datos, su número, la escala del mapa y su objetivo y el usuario del mismo.

Estos símbolos tienen un uso muy amplio, ya que mediante ellos se puede expresar una amplia serie de datos de los hechos y fenómenos **geográficos** y sus características, tanto de los físicos como de los económicos y sociales.

Los círculos, cuadrados y triángulos son símbolos cuya superficie debe ser proporcional a las cantidades que representan. El cálculo de su tamaño se basa en el método de la raíz cuadrada.

La superficie del círculo representa el valor absoluto, por ejemplo el número total de habitantes, y para calcular su radio se aplica la fórmula $S = \pi R^2$, donde π es una constante que se puede suprimir.

El radio del círculo, por tanto es proporcional a la superficie: $R = \sqrt{S}$. Algunos autores no descartan π en los cálculos del radio, para dar mayor precisión y quedaría $R = \sqrt{S/3.1416}$. Los resultados de estas fórmulas pueden usarse como radios o como diámetros para la construcción del círculo.

A continuación se presentan varios métodos para calcular el tamaño proporcional del círculo, semicírculo, cuadrantes de círculo, cuadrado y triángulo. Estos métodos se pueden aplicar para datos en escala continua o para datos agrupados en clases.

Métodos para calcular el tamaño de símbolos geométricos proporcionales

Método 1. Círculos proporcionales

En principio se debe calcular la raíz cuadrada de todos los datos de una serie dada, y estos valores se dividen entre la raíz cuadrada del dato más pequeño, Cuadro 3.

Cuadro 3

Datos	$\sqrt{\quad}$	$R = \frac{\sqrt{\text{dato mayor}}}{\sqrt{\text{dato menor}}}$
10 126	100.6	1.0 mm.
14 124	118.8	1.2 mm.
35 840	189.3	1.9 mm.
236 520	486.3	4.8 mm.
362 720	602.2	5.9 mm.
3 580 320	1 892.2	18.8 mm.
7 420 352	2 724.0	27.0 mm.

Ejemplos:

$$100.6/100.6 = 1.0 \quad 189.3/100.6 = 1.9 \quad 1892/100.6 = 18.8$$

Si la longitud de los radios da lugar a círculos cuyo tamaño no es el adecuado para la escala del mapa, se puede aplicar entonces una constante (K) o coeficiente de proporcionalidad, la cual se escoge arbitrariamente, de manera que los valores de los radios permitan construir círculos de tamaños convenientes a la escala manteniendo la proporcionalidad. Éstos también pueden ser tomados como diámetros en lugar de radios de los círculos.

La misma constante se debe aplicar a todos los valores de los radios y la fórmula será:

$$R = K \frac{\sqrt{\text{dato mayor}}}{\sqrt{\text{dato menor}}}$$

Si la constante (K) es mayor de 1.0, el tamaño de los círculos aumentará.

Si la constante (K) es menor de 1.0, el tamaño de los círculos disminuirá.

Tomando algunos de los valores de los radios que figuran en el Cuadro 3, al aplicar una constante de 1.5 o una constante de 0.1, los radios aumentan o disminuyen como se observa en los siguientes ejemplos:

Valor de la constante K 1.5			
1.0	x	1.5	= 1.5 mm.
1.9	x	1.5	= 2.8 mm.
18.8	x	1.5	= 28.2 mm.
27.7	x	1.5	= 41.5 mm.

Valor de la constante K 0.1			
1.0	x	0.1	= 0.10 mm.
1.9	x	0.1	= 0.19 mm.
18.8	x	0.1	= 1.88 mm.
27.7	x	0.1	= 2.77 mm.

Método 2. Círculos proporcionales

Pasos:

1. Decidir el tamaño del círculo que se va a usar para representar el dato del valor más alto. Por ejemplo, un radio de 20 mm. para la localidad de Mérida, Yuc. con 523 422 habitantes.
2. Se calcula la raíz cuadrada de cada uno de los valores de las localidades listadas en el Cuadro 4.

Cuadro 4

Localidad	Población Urbana	Núm. de unid. ⁵	Constante	Radio
	1990	$\sqrt{\quad}$		
Mérida	523 422	723.5	0.03	21.7 mm.

Progreso	35 280	187.8	0.03	5.6 mm.
Tizimín	34 174	184.9	0.03	5.5 mm.
Valladolid	29 279	171.1	0.03	5.1 mm.
Ticul	22 866	151.2	0.03	4.5 mm.
Kanasin	22 020	148.4	0.03	4.4 mm.
Uman	21 781	147.6	0.03	4.4 mm.
Tekax	18 527	136.1	0.03	4.0 mm.
Hunucma	17 459	132.1	0.03	4.0 mm.
Motul	17 410	131.9	0.03	3.9 mm.
Oxkutzcab	17 189	131.1	0.03	3.9 mm.

⁵ Los valores de las raíces cuadradas se consideran como unidades de los radios de cada círculo.

- Para calcular la longitud de cada unidad de radio o diámetro se divide el valor del círculo máximo asignado en el paso 1, entre la raíz cuadrada del valor o dato más alto. En este caso: $20\text{mm}/723.5 = 0.027$, aproximando será 0.03; este valor se considera como una constante por lo cual se multiplicarán los valores de las raíces cuadradas de cada dato a representar (Ver Cuadro 4).

Método 3. Círculos proporcionales

- Se traza una línea horizontal (eje x), se divide en forma equidistante de manera que queden incluidas las raíces máxima y mínima y se señalan los valores de las raíces cuadradas correspondientes a la serie de datos (Figura 23).

Cuadro 5

Datos	$\sqrt{\quad}$
50	7.1
100	10.0
500	22.4
1 000	31.6
2 500	50.0
3 600	60.0
5 625	75.0

2. Se dibuja el círculo grande con un radio del tamaño máximo que se desee para el dato mayor de la serie, en el punto de la línea horizontal correspondiente a la raíz cuadrada del dato mayor, que en este ejemplo es 75.
3. Se traza una línea desde el punto cero del eje x al centro del círculo máximo.
4. El radio del círculo más pequeño, así como los intermedios se obtienen levantando una perpendicular desde el punto del eje que corresponde a su valor de la raíz cuadrada hasta la línea oblicua trazada hacia el centro del círculo máximo (Figura 23).

Método 4. Círculos proporcionales

1. Se obtiene la raíz cuadrada si es que se van a trazar círculos (o la raíz cúbica para trazar esferas), de los valores o datos que se quieren representar (Magallón, Florencio, 1979:222).

Cuadro 6

Municipio	PEA 1990	$\sqrt{\quad}$		Valor de longitud proporcional en cm
Abala	1106	33.25/20	=	1.7
Acanceh	3155	56.16/20	=	2.8
Akil	1949	44.15/20	=	2.2
Baca	1336	36.55/20	=	1.8
Bokoba	533	23.08/20	=	1.1
Buctzotz	2033	45.08/20	=	2.2
Calotmul	1020	31.93/20	=	1.6
Cuncunul	309	17.57/20	=	0.9
Chemax	4298	65.55/20	=	3.3
Hunucma	5890	76.74/20	=	3.8
Kanasin	7536	86.81/20	=	4.3
Mérida	188001	433.59/20	=	21.7
Oxkutzcab	6110	78.16/20	=	3.9
Progreso	11661	107.98/20	=	5.4

2. Se traza una línea recta horizontal (eje x) de una longitud equivalente al mayor valor proporcional (21.7 cm en este ejemplo) y a lo largo de ella se marcan divisiones equivalentes a los valores

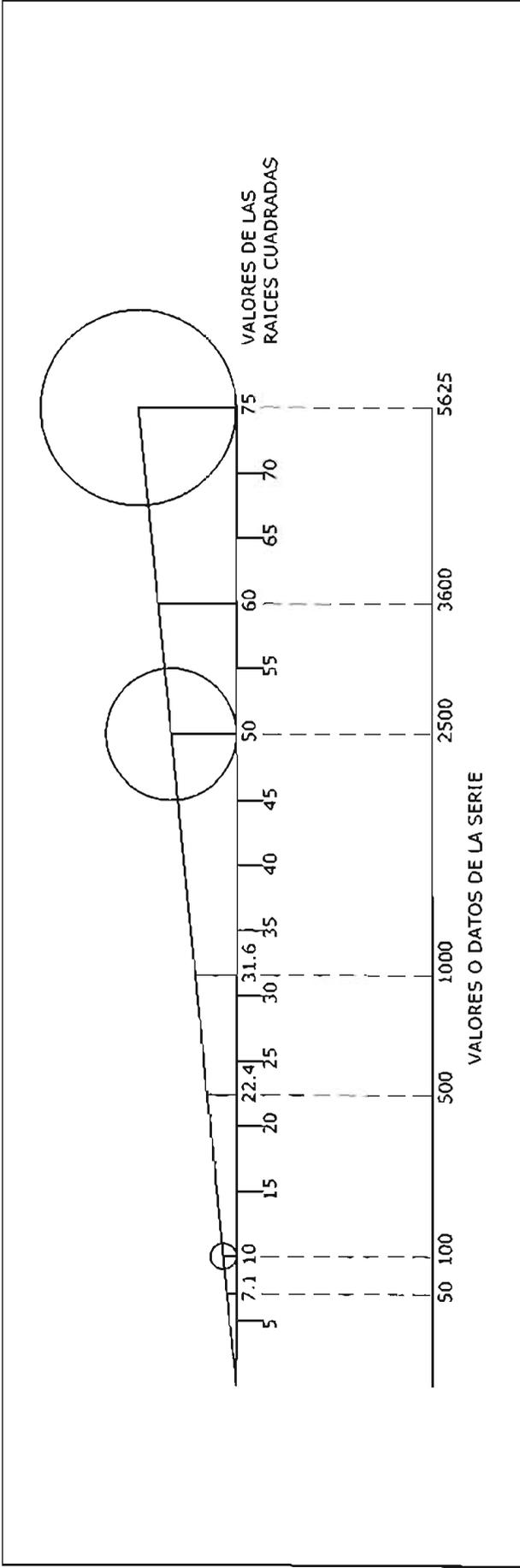


Figura 23 . Método 3: Círculos proporcionales.

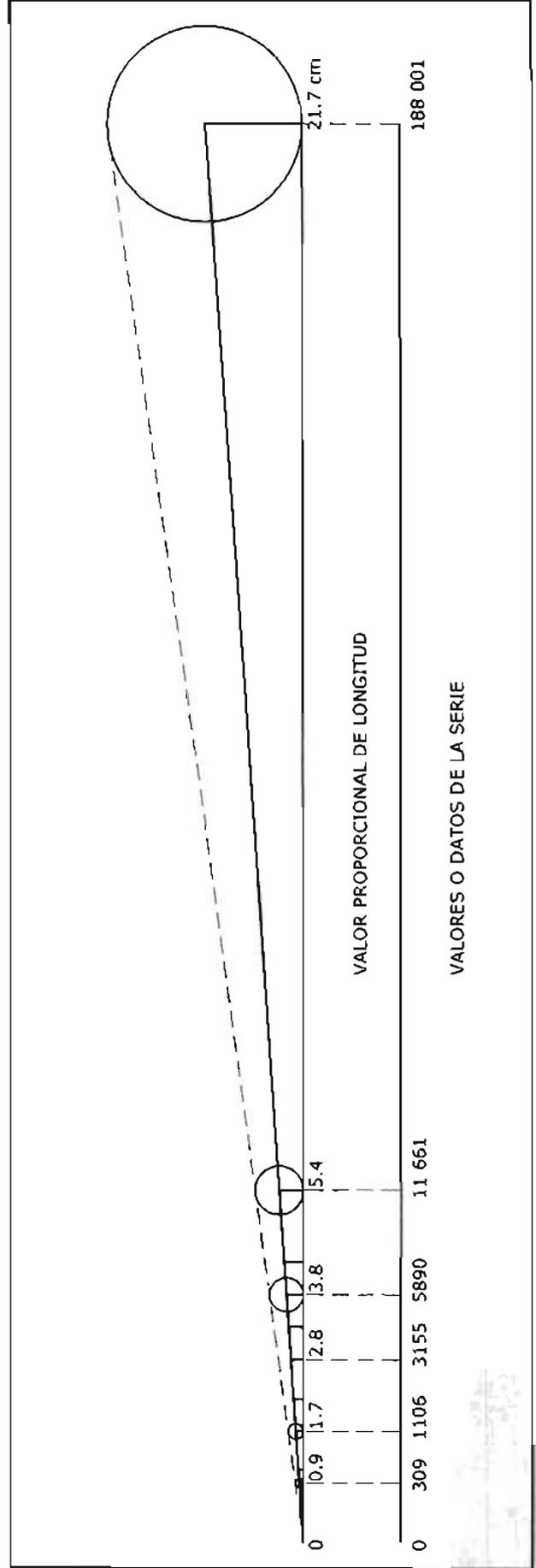


Figura 24. Método 4: Círculos proporcionales.

proporcionales a las raíces cuadradas (o cúbicas) de la serie de datos, partiendo desde cero hasta el valor mayor (21.7 cm). En este punto se levanta una perpendicular cuya medida corresponderá al radio o diámetro preestablecido para el dato mayor, que en el ejemplo es de 15 mm.

3. Se traza una línea oblicua que una el punto cero y el punto del radio o diámetro asignado al valor máximo.
4. El radio o diámetro de cada valor se encuentra levantando una perpendicular desde el punto de su correspondiente valor proporcional, en el eje x, a la oblicua trazada hacia el círculo máximo (Figura 24).

Si se trabaja con datos pequeños (de 1 a 100), el valor de la raíz cuadrada se multiplicará por un número o proporción. Si se tienen números grandes el valor de la raíz cuadrada se dividirá entre una proporción; en este ejemplo la proporción que se aplicó fue dividir entre 20.

Método 5. Fórmula que usa la Unión Geográfica Internacional (UGI) para obtener el diámetro de las esferas

$$d = K \sqrt[3]{P}$$

Donde:

d = diámetro

K = una constante

P = Población absoluta

Si se quiere obtener el diámetro de círculos, se saca raíz cuadrada en lugar de raíz cúbica.

Método 6. Para círculos que representarán datos en clases, es decir en escala escalonada

- I. Establecer las clases:

Cuadro 7

Producción petroquímica (miles de toneladas)		Media
Clases		
10 -	20	15

21	-	40	30
41	-	80	60
81	-	100	90

- Se obtiene la media o punto medio de cada clase (Cuadro 7).
- A una unidad de superficie (1mm^2 ó 1cm^2) se le asigna un valor que se puede ir experimentando de acuerdo con el tamaño que se desea para los círculos. Por ejemplo: $1\text{cm}^2 = 5$ toneladas. El valor 5 se toma como constante.
- La media de cada clase se divide entre la constante, 5 en este caso.

$$15/5 = 3, \quad 30/5 = 6, \quad 60/5 = 12, \quad 90/5 = 18$$

- Se aplica a estos datos la siguiente fórmula:

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad R = \sqrt{\frac{S}{3.1416}}$$

$$R = \sqrt{\frac{3}{3.1416}} = 0.97 \text{ cm. de radio o diámetro (clase 1)}$$

$$R = \sqrt{\frac{6}{3.1416}} = 1.38 \text{ cm. de radio o diámetro (clase 2)}$$

$$R = \sqrt{\frac{12}{3.1416}} = 1.95 \text{ cm. de radio o diámetro (clase 3)}$$

$$R = \sqrt{\frac{18}{3.1416}} = 2.39 \text{ cm. de radio o diámetro (clase 4)}$$

Método 7. Para obtener el radio o diámetro de los semicírculos

- Después de establecer las clases, se obtiene la media o punto medio de cada clase (Cuadro 8).

Cuadro 8

Producción petroquímica (miles de toneladas)	Punto medio o media	Unidad de Superficie	
10 – 20	15	$5 \times 2 = 10$	$15/10 = 1.5$
21 – 40	30	$5 \times 2 = 10$	$30/10 = 3.0$
41 – 80	60	$5 \times 2 = 10$	$60/10 = 6.0$
81 – 100	90	$5 \times 2 = 10$	$90/10 = 9.0$

2. A una unidad de superficie (1 mm^2 ó 1 cm^2) se le asigna un valor, en el ejemplo anterior fue $1 \text{ cm}^2 = 5$.
3. El valor de la unidad de superficie se multiplica por dos, ya que el área del círculo está dividida a la mitad.

$$1 \text{ cm}^2 = 5 \times 2 = 10$$

El valor 10 se toma como constante.

4. El valor de la media o punto medio se divide entre la constante:

$$15/10 = 1.5, \quad 30/10 = 3.0, \quad 60/10 = 6.0, \quad 90/10 = 9.0$$

5. A estos nuevos valores se les aplica la fórmula:

	Radio o diámetro del semicírculo
$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$	$R = \sqrt{\frac{1.5}{3.1416}} = 0.7 \text{ cm}$
	$R = \sqrt{\frac{3.0}{3.1416}} = 0.9 \text{ cm}$
	$R = \sqrt{\frac{6.0}{3.1416}} = 1.4 \text{ cm}$
	$R = \sqrt{\frac{9.0}{3.1416}} = 1.7 \text{ cm}$

Método 8. Para obtener el radio de los cuadrantes de un círculo

1. Se establecen las clases.
2. Se obtiene la media o punto medio de cada clase.
3. A una unidad de superficie (1 mm^2 ó 1 cm^2) se le asigna un valor, en el ejemplo con el que se ha trabajado se dio a 1 cm^2 el valor de 5.

4. El valor de la unidad de superficie se multiplica por 4, debido a que el área del círculo es reducida a la cuarta parte.

$$1 \text{ cm}^2 = 5 \times 4 = 20$$

El valor 20 es la constante.

5. El valor de la media o punto medio se divide entre la constante, que en este caso es 20:

$$15/20 = 0.7 \quad 30/20 = 1.5 \quad 60/20 = 3 \quad 90/20 = 4.5$$

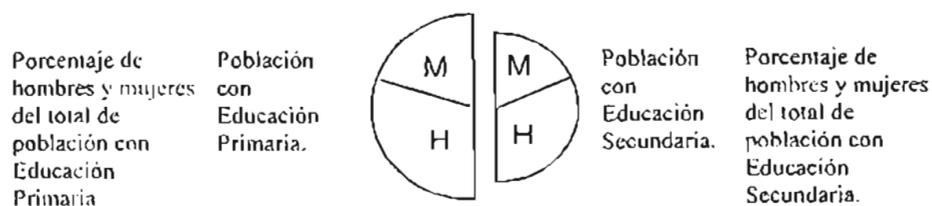
6. Se aplica la fórmula:

Radio del Cuadrante		
$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$	$R = \sqrt{\frac{0.7}{3.1416}} =$	0.4
	$R = \sqrt{\frac{1.5}{3.1416}} =$	0.7
	$R = \sqrt{\frac{3}{3.1416}} =$	0.9
	$R = \sqrt{\frac{4.5}{3.1416}} =$	1.2

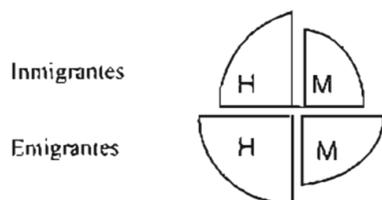
Los semicírculos permiten representar dos grupos de datos opuestos que amplían y complementan la información al usuario del mapa por ejemplo:



Si los semicírculos se estructuran se puede proporcionar más información, por ejemplo:



Los cuadrantes de círculos ayudan a representar cuatro grupos de datos que igualmente amplían y complementan la información sobre un hecho o fenómeno, ejemplo:



Los semicírculos y los cuadrantes de círculos permiten matizar y descomponer un valor en distintas variables, esto es, facilitan sintetizar un número grande de datos.

Los círculos además de ser fáciles de dibujar y de leer, pueden combinarse con las variables visuales, lo cual permite agregar más información. Así, los círculos pueden estar vacíos o rellenos ya sea con color o con textura, de manera que, visualmente, proporcionen tonos de color o de gris.

Por otra parte, los círculos pueden ser tangentes, concéntricos o inscritos, con corona, divididos en sectores, o bien pueden ser semicírculos, vacíos o estructurados (Figuras 34-35), a las que se les puede aplicar la variable orientación; también pueden ser cuartos de círculo con radios proporcionales.

Otra ventaja de los círculos es que se pueden sobreponer varios, de tal forma que el centro de cada uno de ellos coincida con su posición puntual. Cuando se requiere sobreponer los círculos, primero hay que dibujar los más pequeños, siguiendo a éstos los de tamaño inmediato superior y así sucesivamente, quedando oculta parte de algunos de los círculos superpuestos, de tal forma que todos sean visualmente perceptibles (Figuras 10).

En algunos mapas cualitativos también es posible usar figuras geométricas que pueden variar de tamaño para indicar categorías o aspectos cualitativos, la variación del tamaño de los símbolos en estos mapas no es proporcional a valores o cantidades absolutas.

Métodos para calcular el tamaño proporcional de los cuadrados y de los triángulos

Cálculos de los cuadrados

Método I

Teniendo una serie de datos se procede como sigue:

Se extrae la raíz cuadrada de cada uno de los datos, ella constituye el valor de uno de los lados del cuadrado, ya que la fórmula de éste indica que la superficie se obtiene elevando al cuadrado el valor de uno de los lados:

$$S = \text{lado al cuadrado} \quad \therefore \ell = \sqrt{S}$$

Para observar si su tamaño es el conveniente de acuerdo con la escala del mapa, se hace lo siguiente:

Se traza un sistema de coordenadas cartesianas. Sobre el eje (y) se indican los valores de las raíces cuadradas de la serie de datos. En este ejemplo, el eje (y) se dividió aritméticamente en segmentos iguales, de 10 en 10, desde el punto de origen hasta encontrar el valor de la raíz cuadrada correspondiente al dato mayor. La raíz cuadrada del dato menor es 10, esta medida en milímetros será el valor de un lado del cuadrado, sobre el eje x se marca la misma medida que se marcó en y. La intersección de xy forma un ángulo de 90°, se traza a 45° la bisectriz (a), que unirá el ángulo superior derecho de los cuadrados de la serie determinando su tamaño, como se observa en la (Figura 25-a). Cuadro 9.

Cuadro No. 9

Número de habitantes Datos	Valor del lado del cuadrado Raíz Cuadrada
100	10 mm.
225	15 mm.
400	20 mm.
625	25 mm.
900	30 mm.
1500	39 mm.
3200	56 mm.

Si los tamaños de los cuadrados resultan muy grandes para la escala del mapa, en la misma figura se pueden trazar a partir del origen cero y a distintos ángulos en el espacio comprendido entre cero y 45°, otra u otras líneas (b), para reducir el tamaño de los cuadrados; todos deben tener una misma reducción proporcional. Cuando los tamaños de los cuadrados no son convenientes para la escala del mapa, y resultan muy pequeños o muy grandes, al igual que se recomendó para los círculos, el valor del lado del cuadrado se multiplica por una constante mayor de 1.0 o menor de 1.0 con el fin de aumentar o disminuir su tamaño de acuerdo a los requerimientos.

Método 2

Un segundo método consiste en darle a una unidad de superficie un valor determinado según convenga, por ejemplo 1 mm cuadrado = 10 habitantes, este valor se considera como una constante.

Los datos de la serie se dividen entre el valor de la constante 10 y a los resultados se les extrae la raíz cuadrada, estos nuevos valores se toman como medida de los lados de los cuadrados, así en el ejemplo, el cuadrado más grande medirá 23.9 mm por lado y el más pequeño 3.1 mm por lado (Figura 25-b). Cuadro 10.

Cuadro No. 10

Datos No. de habitantes	División entre la constante	$\sqrt{\quad}$	Valor del lado del cuadrado
100	100/10 =	10	3.1 mm de lado
225	225/10 =	22.5	4.7 mm de lado
400	400/10 =	40.0	6.3 mm de lado
625	625/10 =	62.5	7.9 mm de lado
900	900/10 =	90.0	9.5 mm de lado
1500	1500/10 =	150.0	12.2 mm de lado
3200	3200/10 =	320.0	17.9 mm de lado
5750	5750/10 =	575.0	23.9 mm de lado

Cálculo de los triángulos

El cálculo del tamaño del triángulo tiene relación con el cuadrado, por esto hay que obtener la raíz cuadrada de la serie de datos que se van a representar. Por ejemplo para una población de 625 habitantes, la raíz cuadrada es 25, este valor, considerado en milímetros, correspondería a un lado del cuadrado.

La altura del triángulo (h) es igual a un tercio más que el valor del lado del cuadrado, por lo tanto, $25/3 = 8.3$; entonces $25 + 8.3 = 33.3$; este resultado es el valor de la altura (h) del triángulo.

Como la fórmula del área del triángulo es $A = \frac{(b \times h)}{2}$, al despejar el valor de la base del triángulo es igual a $2A / h$, y sustituyendo valores: $2 \times 625 / 33.3 = 1250 / 33.3 = 37.5$, este último resultado es el valor de la base para la figura aquí tratada.

Así, los datos para construir un triángulo representativo de 625 habitantes con 625 mm² de superficie son: base (b) = 37.5 mm y altura (h) = 33.3 mm (Figura 26).

La mayor parte de los mapas de población representan y comunican cantidades absolutas y/o valores relativos, como son: promedios, relaciones, proporciones, razones, tasas de variación, índices, coeficientes, etc., para lo cual se necesita manejar gran cantidad de datos estadísticos sobre las características y las variables de los hechos y fenómenos demográficos.

Las fuentes estadísticas básicas que utiliza el geógrafo de la población, en el caso de México, son los Censos Generales de Población y Vivienda de los distintos periodos censales, las Estadísticas Vitales, las Estadísticas de Salud, los Anuarios Estadísticos, los Registros Migratorios, además de los Censos Económicos, de Transportes, de Servicios Industriales, entre otras muchas fuentes que publica el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).

También se utilizan los datos de varias proyecciones y encuestas nacionales levantadas por el INEGI y por el Consejo Nacional de Población (CONAPO). Entre las encuestas nacionales cabe destacar las siguientes: Encuesta Nacional de Fecundidad y Salud, la de Migración, la del Empleo, Ingreso-Gasto, la de Empleo en Zonas Indígenas, etc. Los resultados de las encuestas, muestreos o entrevistas coadyuvan a profundizar en temas que requieren mayores aclaraciones o información.

El Registro Civil y los Registros Parroquiales, también son fuentes de información que utiliza el geógrafo de la población. Otras fuentes son los registros estadísticos específicos que elaboran las distintas instancias gubernamentales: Secretaría de Relaciones Exteriores, Instituto Nacional de Migración,

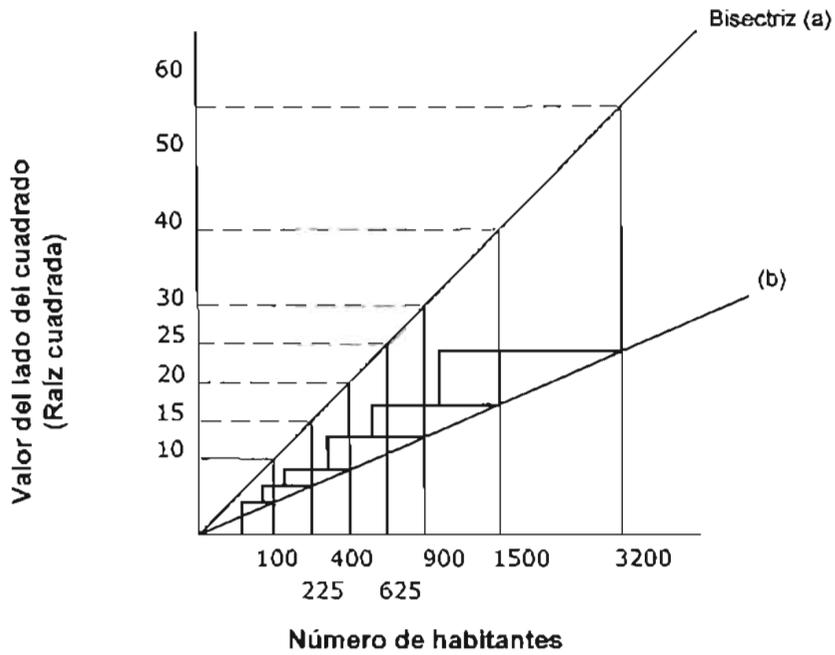


Figura 25 - 1.



Figura 25 - 2.

Figura 25. Métodos: para el cálculo del cuadrado proporcional.

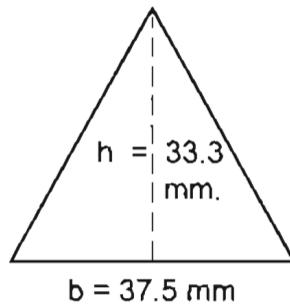


Figura 26. Métodos para el cálculo del Triángulo proporcional.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Secretaría de Educación, Instituto Nacional de la Nutrición, Secretaría de Salud, entre otras. También se utilizan las estadísticas elaboradas por las organizaciones del sector privado: la industria, la banca o el comercio.

El geógrafo de la población investiga, analiza, evalúa y selecciona la fuente o fuentes que contiene la información que necesita para su investigación y la elaboración de sus mapas respectivos. La información que se seleccionó, se procesa: se desagrega o agrupa, se convierte a valores relativos: tasas, porcentajes, índices, promedios, etc. o bien se utiliza en magnitudes absolutas.

Con base en la escala, el objetivo, el usuario del mapa y el número de datos que el geógrafo de la población va a representar en los mapas por medio del lenguaje cartográfico, agrupa dichos datos en clases para que los valores unitarios sean más manejables o los usa en escala continua.

Para agrupar los datos en clases se pueden usar los métodos matemáticos planteados en este capítulo, o bien usar métodos estadísticos.

Igualmente para calcular el tamaño proporcional de los símbolos para representarlos en escala continua o en clases, el geógrafo de la población puede utilizar algunos de los métodos propuestos en el mismo capítulo.

6. LA REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA, LA LEYENDA Y LOS NIVELES DE INFORMACIÓN

Para expresar, comunicar, transmitir, interpretar, comprender y conocer por medio de los mapas los diferentes hechos y fenómenos geográficos del mundo real, los elementos o variables de éstos y sus relaciones, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

1. Considerar la naturaleza de los hechos o fenómenos, es decir, si son físicos, sociales o económicos; si éstos son continuos o discretos, si son cuantitativos o cualitativos, si se distribuyen en el espacio geográfico en forma puntual, lineal o areal, así como la calidad de la información y la forma en que ésta se encuentra: muy agrupada o desglosada. Se debe tomar en cuenta el objetivo, además la asignación y la escala del mapa.
2. Asimismo se requiere el conocimiento de la “esencia, las posibilidades y los límites de cada método” (Salitchev, 1979:92) de redacción cartográfica, de las características y propiedades del lenguaje simbólico y de los signos cartográficos, de manera que los mapas proporcionen una percepción visual legible e inteligible para analizar, interpretar y comprender los patrones de distribución, las regularidades o variaciones, y las relaciones espaciales de los hechos o fenómenos geográficos representados, así como sus tendencias, desplazamiento y desarrollo espacial y temporal.
3. Es importante determinar y seleccionar el método y el lenguaje cartográficos más viables, que permitan la comprensión rápida y fácil del contenido del mapa, la facilidad de establecer relaciones entre los diferentes símbolos y la asociación entre las variables. Por otra parte, en muchas ocasiones un mismo hecho o fenómeno geográfico, se puede expresar con distintos métodos, hay que recordar que no existe unicidad en los mapas, por ejemplo, la densidad de población se puede representar mediante el método del cartograma o el de isopletas, esta selección dependerá, como se ha mencionado, del objetivo, asignación y escala del mapa y de los demás aspectos.

Con base en la clasificación establecida por Salitchev (op. cit.), los principales métodos de representación cartográfica son: el de puntos, el de vectores o líneas de flujo, el de áreas, el del fondo

cualitativo, el de isoclinas, el cartograma y el cartodiagrama. El cartógrafo Kraak (Kraak, M. J., F. J. Omerling, 1996:152), considera nueve métodos cartográficos entre éstos el de distribución regular, de volumen, de superficie; igualmente Salitchev menciona otros métodos: los de signos literales, evidentes o visuales, signos fuera de escala y signos lineales.

6.1 Métodos de representación cartográfica

En este capítulo sólo se tratarán los métodos de representación cartográfica de mayor aplicación en los temas sociales y económicos: el de puntos, el de vectores o flujos, el cartograma y el cartodiagrama.

6.1.1 Mapas de Puntos

El método de puntos se emplea para representar en los mapas los hechos o fenómenos geográficos que se localizan en un *punto real*, preciso, del espacio geográfico, esto es para expresar la distribución de datos puntuales discretos y cuantitativos, como el número de habitantes de una localidad; en este caso la información es puntual.

El mapa de puntos muestra la distribución y la densidad relativa, permite distinguir las variaciones en las configuraciones espaciales: áreas de concentración y de dispersión, las discontinuidades espaciales del hecho o fenómeno geográfico expresado, así como, de acuerdo con Salitchev (1979:78), identificar las correlaciones cuantitativas, cualitativas, la dinámica o crecimiento del hecho o fenómeno y su desplazamiento.

El método de puntos se usa para representar, por ejemplo, la distribución de la población rural y urbana, la población hablante de lenguas indígenas por localidades, el número de cabezas de ganado por predios, áreas o municipios ganaderos, las hectáreas sembradas o cosechadas, la producción agrícola en toneladas, etc.

En este método el símbolo gráfico es el punto y la información cuantitativa que se representa es en valores absolutos.

Construcción del mapa de puntos

Para la elaboración de un mapa por el método de puntos de valor unitario, constante o estándar, se debe determinar cuidadosamente el “peso” o valor del punto y el grosor o tamaño gráfico del mismo. El “peso” o valor que se le dará a un punto debe ser en números exactos por ejemplo:

	“peso” del punto	Tamaño del punto
Un punto	= 10 unidades	(.)
Un punto	= 500 unidades	(•)
Un punto	= 750 unidades	(●)

Un punto es igual a una cantidad determinada de unidades y los datos se representan mediante la repetición del punto de “peso” y tamaño gráfico asignados. Estos aspectos van a depender de la escala del mapa.

Para los mapas de escala mediana y chica el valor que se da a cada punto debe ser de un número mayor de unidades. El grosor del punto da idea de la densidad relativa y no numérica, pues el número de puntos de valor estándar es independiente del tamaño del área en la que se han cartografiado. Para saber el número de puntos que hay que representar en cada localización, se divide el valor total del dato puntual entre el valor o “peso” del punto y así se obtiene el número de puntos que se van a dibujar.

Después de decidir el “peso” y el tamaño del punto, los datos a localizarse, y la base cartográfica: escala del mapa, el fondo de referencia, la división político-administrativa, regiones naturales o económicas, la naturaleza de los datos: sociales, económicos, físicos; la amplitud de la información: muy desagregada o muy agrupada, y el número de datos o casos, es recomendable ensayar o experimentar la localización y distribución espacial de los puntos en las áreas de alta, media y baja densidad o concentración, a fin de comprobar si se ha elegido el “peso” y el tamaño del punto más convenientes. Para ello se seleccionan algunos de los valores máximos de los datos puntuales del área más pequeña, por ejemplo, varias localidades del municipio o entidades más pequeñas y varios valores mínimos del área de mayor superficie, con el fin de observar al cartografiarlos en el mapa, si los puntos resultan muy pequeños

y de gran “peso” su número será insuficiente proporcionando distribuciones poco significativas y su configuración dará idea de fenómenos dispersos o de áreas vacías; además se puede dejar fuera de la representación cartográfica información que sí es relevante, en cambio, si el tamaño de los puntos es demasiado grande y de un “peso” muy bajo se ubicarán muchos puntos que llegarán a la coalescencia, es decir, se fundirán formando varias manchas y la percepción visual será la de una densidad excesiva. El grosor del punto da idea de densidad y no numérica.

Algunos cartógrafos opinan que las agrupaciones de puntos indican la densidad relativa o una distribución concentrada en contraste con la distribución dispersa del hecho o fenómeno, y que ellos no deben de fundirse, esto es con el fin de que se pueda contar el número de puntos que al multiplicarse por su “peso” permitan determinar la cantidad o valor del hecho o fenómeno en todas las localizaciones. Otros autores consideran que lo importante son las configuraciones espaciales: las discontinuidades o las áreas de varias concentraciones o densidades y de dispersión del fenómeno y que, por lo tanto, no importa que se fundan, ya que prácticamente en raras ocasiones se hace la sumatoria de los puntos.

Desde luego, cuando los datos no son numerosos, lo cual indica escasa presencia del hecho o fenómeno, la expresión es de distribuciones poco densas o de dispersión, sin llegar a fundirse los puntos.

Después de observar las distribuciones de los puntos, evaluadas mediante los experimentos anteriores mencionados, se resolverá si conviene cambiar el “peso” y el tamaño del punto.

Se debe revisar la información cuantitativa referente a los hechos o fenómenos geográficos que se van a representar y, con base en la escala, el objetivo y la asignación del mapa, decidir el límite de los valores mínimos a representar, ya que también puede darse el caso de que, según sea el “peso” del punto, los datos de valores menores al del “peso” no se representarán. También hay que establecer el criterio a seguir cuando el dato que se divide por el “peso”, arroje una cantidad sobrante en el cociente, en el ejemplo siguiente consideremos que los datos se refieren al número de habitantes:

Datos	"Peso"	Número de puntos
500	500	1
1500	500	3
3000	500	6
4500	500	9

Datos	"Peso"	Número de puntos	Cantidad Sobrante
570	500	1	70
1850	500	3	380
3000	500	6	0
4658	500	9	158

En el primer grupo de datos la división es exacta, no sobra ningún número de habitantes así que no representa dificultad el elaborar el mapa. En el segundo grupo sobran 70, 380 y 158 habitantes; 380 representa más de la mitad de los 500, que corresponden al peso del punto, el autor del mapa puede decidir si esta cantidad la considera para dibujar un punto más en el lugar o si se acumula para la localidad colindante, igual se acumularían los 70 y 158 personas a otra u otras localidades, esto se debe realizar con sumo cuidado para no perder población, pero tampoco aumentarla.

Para realizar la localización precisa del hecho o fenómeno geográfico y representarlo, es conveniente que el autor del mapa se auxilie de fuentes cartográficas que faciliten referenciar con precisión la localización y obtener una distribución acorde con la pauta territorial del objeto de estudio como son los mapas topográficos, en escala grande y suficientemente detallados; los hidrológicos, los de climas, de comunicaciones y poblamiento, por citar algunos. Actualmente el INEGI cuenta con los tabulados por localidades con sus coordenadas, de manera que, al elaborar el mapa de puntos en formato digital, la localización es precisa, pues está georeferenciada.

También es importante tener conocimiento sobre los factores físico geográficos, económicos, sociales, históricos y políticos que han acontecido en el espacio que se va a cartografiar, por ejemplo: políticas de asentamiento de la población, apertura de nuevas tierras para la agricultura, construcción de caminos, tierras en litigio, entre otros aspectos, ya que esto dará idea de cómo serán las distribuciones.

El conocimiento de los factores, así como el uso de mapas de apoyo facilitan tener un antecedente de los espacios en los que no ocurre el hecho o fenómeno objeto de representación y las áreas en las que si se registra.

Mapa de puntos de diferente "peso" y "tamaño"

Cuando la serie de datos es numerosa y sus valores tienen grandes oscilaciones –valores muy altos y valores muy bajos - como acontece con el número de habitantes por localidades, es posible emplear varios tamaños de puntos con diferente "peso" o valor según las categorías en que se agrupan los datos o bien éstos se pueden agrupar en clases y para cada una determinar el "peso" y el tamaño del punto. Por ejemplo la categoría de población urbana y población rural y las clases de 1000 a 4999 y de 10 000 a 14 999 (Figura 27). Algunos datos en lugar de representarse por puntos se expresan por figuras geométricas proporcionales a los valores de los datos, como sucede con algunas localidades rurales grandes y con las localidades urbanas y zonas metropolitanas, para las cuales, generalmente se usan diagramas circulares o esferas; en estos casos el centro de los puntos de tamaño grande y de los círculos debe de coincidir con la localización puntual (Figura 27). De la misma forma se puede proceder cuando se trata del número de cabezas de ganado, producción agrícola o mineral en toneladas, etc.

Otra modalidad del método de puntos, consiste en utilizar elementos **gráficos**, como son pequeñas figuras geométricas: círculos, cuadrados, rombos o triángulos. A cada uno de estos símbolos se le asignará un valor o "peso" que puede ser una unidad o un determinado número de unidades, según la escala del mapa, por ejemplo:

$$\begin{array}{ccc} \bigcirc = 1 & \bigcirc = 5 & \bigcirc = 10 \\ \square = 1 & \square = 5 & \square = 10 \end{array}$$

Para determinar cuántos símbolos se requieren en cada área, región o unidad político – administrativa, se procede de la forma antes citada: dividir el valor total entre el "peso" del símbolo y se dibujan tantos símbolos de igual tamaño, como sean necesarios para que sumen el valor total o absoluto que corresponda. Hay que aclarar que la implantación de estos símbolos es puntual o puede corresponder al centro de la unidad político administrativa, área o región.

Esta forma de representación es más abstracta y se usa frecuentemente en los mapas económicos.

Distribución de la Población Rural y Urbana

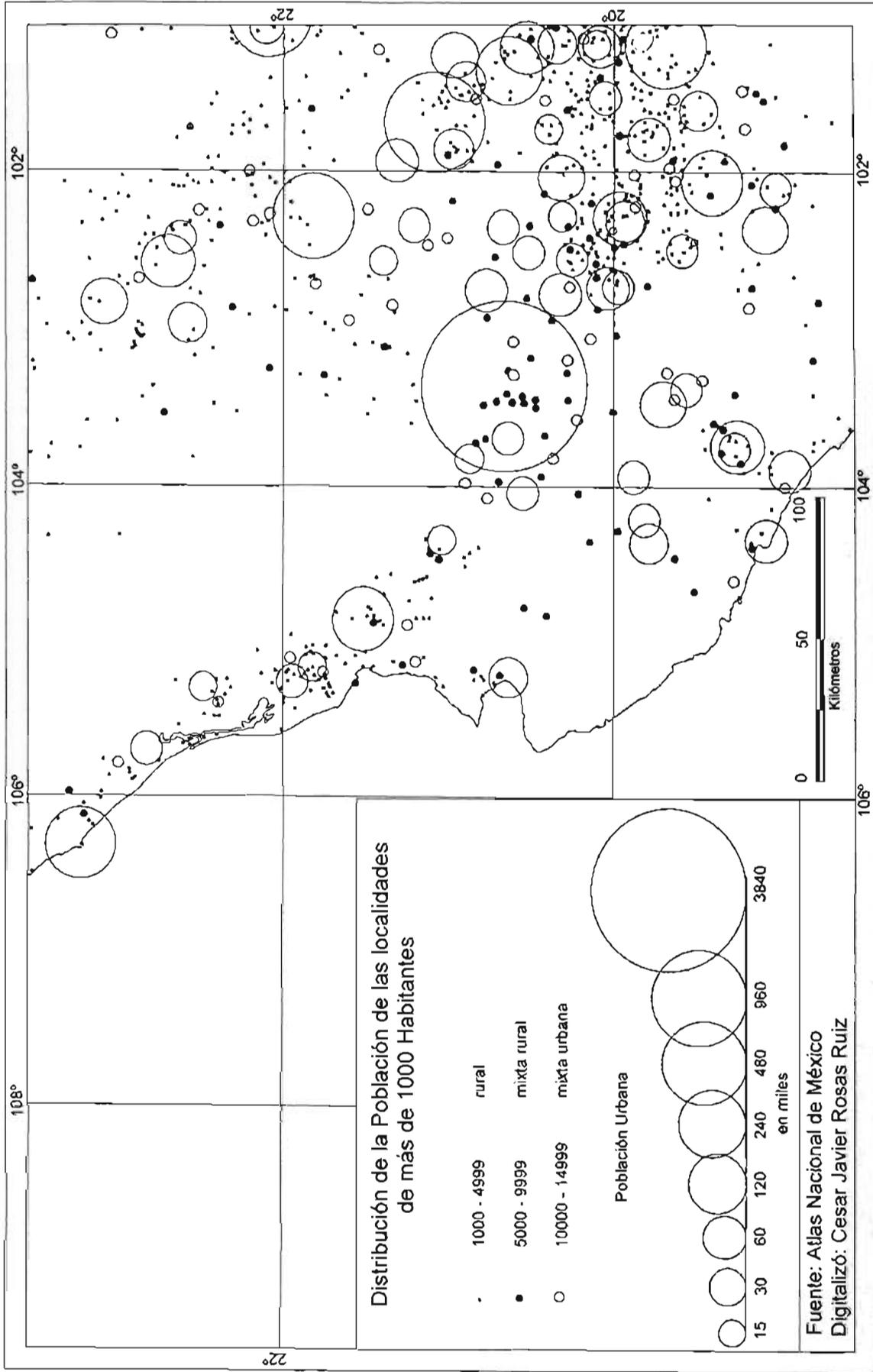


Figura 27

6.1.2 Mapas de vectores o líneas de flujo

El método cartográfico de líneas de flujos o vectores se utiliza para representar los fenómenos geográficos en movimiento entre dos o más puntos en el espacio geográfico y muestran las relaciones, conexiones y articulaciones territoriales entre esos puntos o áreas. Los mapas de flujos pueden ser cuantitativos, dinámicos, cualitativos, etc., pueden representar el volumen de los intercambios, la estructura del fenómeno: origen y destino, la forma o patrón: la dirección, la distancia, la velocidad, el balance global y la conformación en valores absolutos o proporciones respecto a los totales; por ejemplo, estructura de la carga de cereales: volumen o proporción de trigo, arroz, centeno, maíz.

Para la elaboración del mapa de flujos hay que definir el objetivo del mapa, y su contenido, ya que la información y la expresión cartográfica dependerá de las relaciones que se investigan: volumen de intercambios, origen y destino, proporciones entre otros flujos.

El símbolo que se utiliza en la representación cartográfica de los fenómenos geográficos en movimiento en el espacio, es lineal, de ancho o grosor variable, proporcional al valor del volumen que se desplaza en una ruta. Cuando se tienen representadas en un mapa varias líneas de diferente grosor, la lectura y la percepción visual deben registrar el orden que guardan entre sí los flujos, su organización territorial y su importancia. El patrón del movimiento está regido por un sistema de rutas o líneas de flujo cuyas saetas indican las direcciones que siguen.

Respecto al patrón que representan las líneas de flujo, Dent (1993:230) cita a Parks como el cartógrafo que realizó una clasificación de los patrones en el diseño de los mapas de flujos, particularmente para temas de geografía económica. Los principales patrones son: el radial, el de redes y el distributivo.

...“Los mapas de flujo radial se distinguen fácilmente por un patrón de radios o de rayos, especialmente cuando las características y los lugares mapeados son en forma nodal, los mapas de volumen de tráfico diario entran en esta categoría. Los mapas de flujos de redes son usados para revelar la interconectividad de los lugares, especialmente evidencian la transportación o comunicación o conexión en cadena. Los mapas de rutas aéreas o de ferrocarriles son un buen

ejemplo que muestra la interconectividad entre lugares. Los mapas de flujos distributivos representan la distribución de carga por ferrocarril, o carretera, por ejemplo o los flujos de migración.

Los flujos del comercio como embarques de trigo entre países son un buen ejemplo de este tipo.

Los mapas que muestran la difusión de las ideas o pensamientos están incluidos en esta clase y son usados en la geografía cultural”...(Dent, 1993:230).

Entre los fenómenos en movimiento o desplazamiento están:

- Las migraciones de personas o de la fauna.
- El flujo de fluidos: petróleo, gas, electricidad
- Los movimientos de carga: mercancías.
- El transporte de personas, flujo de tráfico: circulación de vehículos, ferrocarriles, barcos, aviones.
- Los movimientos de ideas, difusión de las innovaciones, movimiento de los mass media.
- Los flujos de Turistas.

La información sobre los fenómenos geográficos en movimiento puede ser de tres tipos:

- Datos que corresponden a puntos de control o nodos de las rutas, en los que se hacen observaciones y se cuantifica el volumen de los flujos: flujo de vehículos automotores, de pasajeros, descarga de los ríos.
- Datos que pertenecen al volumen del flujo que pasa a lo largo de una sección o tramo determinado de la ruta en un tiempo específico: flujos de personas y número de transportes que se desplazan en esa sección en horas punta, número de pasajeros o toneladas de carga por ferrocarril, número de personas migrantes que se registran en ese tramo o sección.
- Datos correspondientes al volumen del flujo que pasa sólo entre dos puntos conocidos, uno de origen o de procedencia y otro de destino, en un período dado. Este tipo difiere del anterior ya que no se precisan las rutas o itinerarios de los desplazamientos sino que más bien resalta el volumen que se

desplaza entre los dos puntos, por ejemplo la migración de personas que no hacen escalas en poblaciones intermedias (Figura 28).

Métodos para calcular el grosor o ancho de las líneas de flujo

Escala proporcional simple

El ancho de la línea es directamente proporcional a la cantidad o valor del volumen del flujo o movimiento que se va a representar, ya sea éste entre dos puntos: origen y destino o entre puntos de control o nodos de la ruta.

Se decide el ancho máximo que se le va a asignar a la línea de flujo para el valor del dato más alto y gráficamente se obtienen los grosores de la línea para los demás valores de los flujos. Para esto, se traza una línea horizontal y se divide en partes iguales, señalando en cada división los valores a representar, se traza una diagonal que una la vertical que representa el grosor del dato máximo con el punto cero, es decir se hace un triángulo escala. Ejemplo: (Figura 29).

20 000 millones de toneladas	=	12 mm
16 000 millones de toneladas	=	10 mm
8 000 millones de toneladas	=	5 mm

Esta escala es útil cuando la variación de los valores o cantidades es muy grande, sobre todo cuando existen muchos datos de flujos pequeños que se consideran escasamente significativos para representarse y muy pocos valores altos que son importantes para su representación.

El mapa es dominado por las líneas de flujos de mayor grosor y da una buena impresión visual. Los flujos pequeños no aparecerán en el mapa ya que se perderán en la escala gráfica y no se podrán dibujar, en cambio los flujos grandes si destacarán en la expresión gráfica.

Cuando además de los flujos altos existen flujos con valores muy bajos, que si interesa representar porque son significativos con base en el objetivo del mapa, el grosor se puede obtener indistintamente por medio de la raíz cuadrada o calculando el logaritmo de cada dato. Son dos procedimientos que llegan al mismo resultado.

INMIGRANTES AL ISTMO DE TEHUANTEPEC DE OAXACA Y VERACRUZ, 2000.

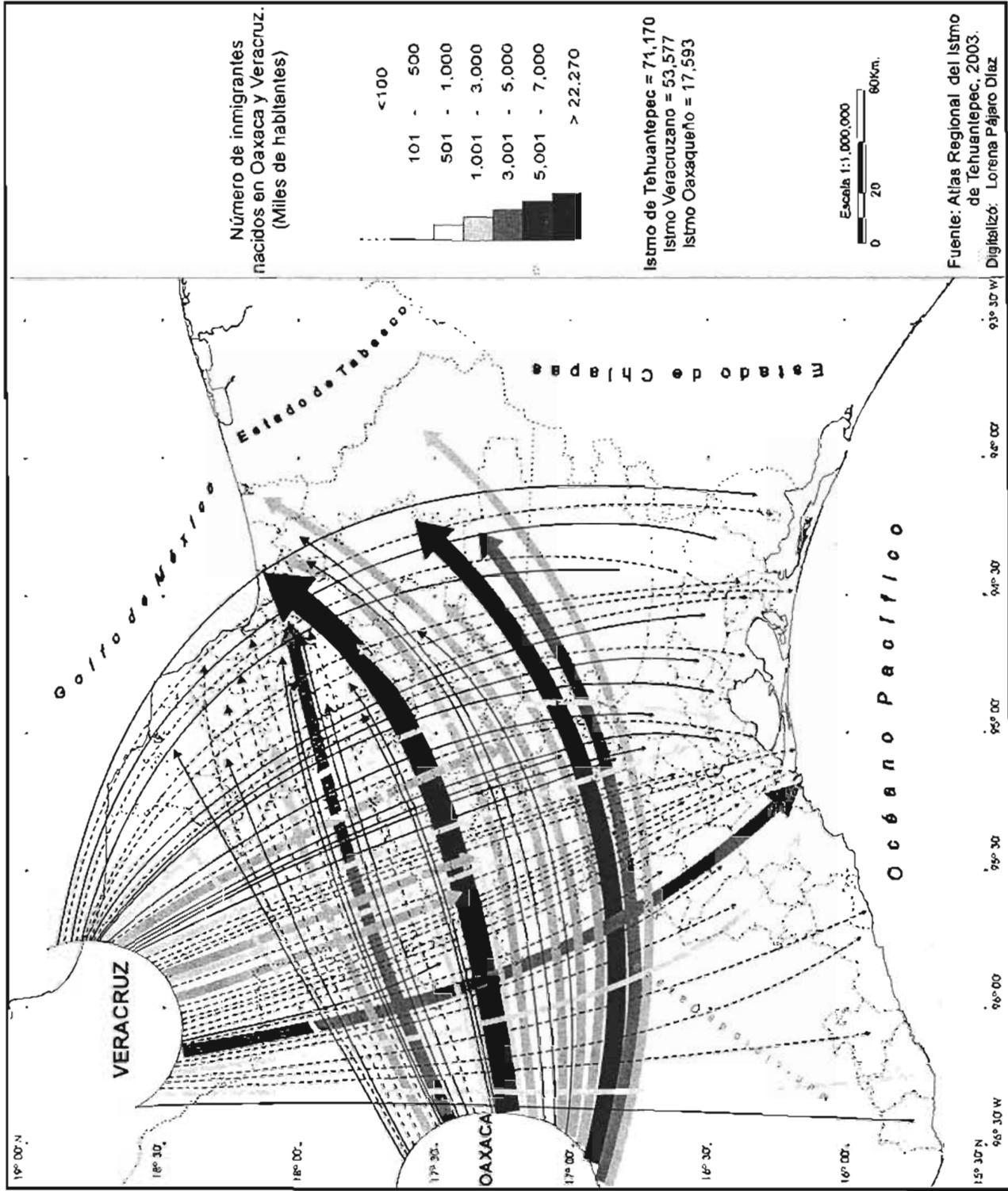


Figura 28.

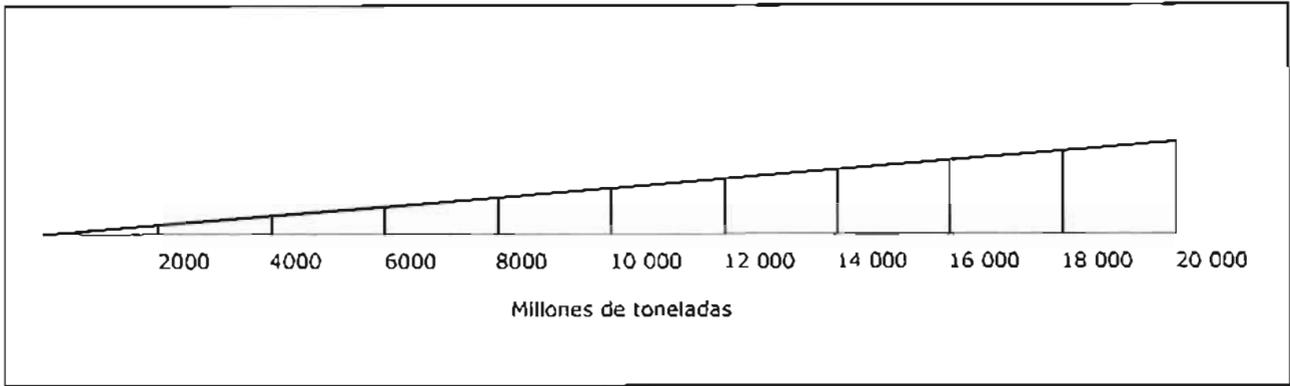


Figura 29. Escala proporcional simple.

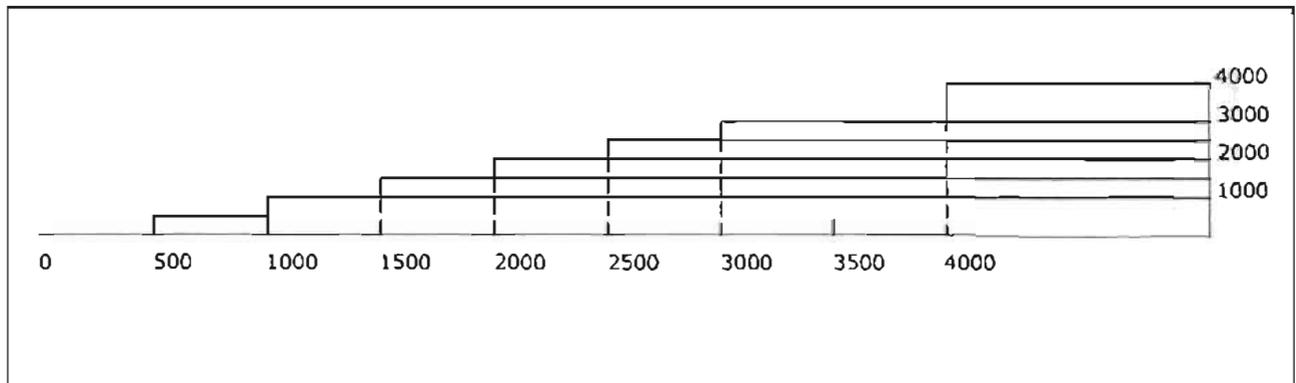


Figura 30. Escala graduada.

Escala proporcional a la raíz cuadrada

Suponiendo que el flujo de valor más alto es 1500 y se decide representarlo con un cm de ancho; para calcular el ancho de tres flujos menores: 1250, 1000 y 625, usando la escala de la raíz cuadrada se procede como sigue:

$$\sqrt{1500} = 38.7$$

$$38.7 \div 38.7 = 1 \text{ cm}$$

El valor que se obtuvo al extraer la raíz cuadrada al dato más alto se toma como una constante, en este ejemplo la constante es 38.7 y entre ésta se dividen todos los valores de la raíz cuadrada de los demás datos. El resultado de la división indicará la medida del grosor para el vector correspondiente:

$$\sqrt{1250} = 35.55$$

$$35.5 \div 38.7 = 0.9 \text{ cm será el ancho o grosor del vector}$$

$$\sqrt{1000} = 31.6$$

$$31.6 \div 38.7 = 0.8 \text{ cm de grosor del vector}$$

$$\sqrt{625} = 25$$

$$25 \div 38.7 = 0.6 \text{ cm de grosor del vector}$$

Esta escala exagera el ancho o grosor de las líneas de los flujos más pequeños, en comparación con el método anterior, y puede mostrar con mayor detalle la presencia de ellos.

Aplicar este método para calcular el ancho de flujos mayores creará una impresión visual engañosa del tamaño relativo.

Escala por logaritmos

Se obtiene el logaritmo del valor más alto y se toma como una constante entre la cual se dividen los logaritmos de los demás datos, ejemplo:

$$\text{Log de } 1800 = 3.2, \text{ este dato se usa como constante}$$

$3.2 \div 3.2 = 1$ cm representa el grosor de la línea de flujo de valor máximo

Log de 1550 = 3.1

$3.1 \div 3.2 = 0.9$ cm de grosor de la línea

Log de 620 = 2.7

$2.7 \div 3.2 = 0.8$ cm de grosor de la línea

Por este procedimiento se exagera aun más el ancho o grosor de las líneas, por lo tanto se representan mejor los flujos pequeños.

Escala graduada. Se usa para un número limitado de grosores fijos de los vectores o líneas (Figura 30).

Algunos aspectos que deben considerarse en el diseño de los mapas de líneas de flujo

En cada caso se decide primero el ancho de la línea de valor máximo que se va a usar.

Cuando se diseñan los mapas de flujos, por su compleja estructura gráfica, se debe poner especial atención en la organización total del mapa ya que en ocasiones por la escala del mapa no se representan flujos intermedios en una ruta. Son mapas muy generalizados.

Es recomendable elaborar un mapa preliminar o borrador, trazando las líneas con sus respectivas direcciones y valores con el fin de experimentar la representación del grosor y dirección definitivas de las líneas y lograr una correcta generalización y legibilidad del mapa.

Las líneas de flujo o vectores no deben sobreponerse o ser cubiertas parcialmente longitudinalmente, o coincidir en parte, excepto en la vecindad de los nodos.

Cuando las líneas de flujo de menor valor cruzan a las de mayor volumen y grosor, se deben trazar de forma tal que la percepción visual sea que la menor atraviesa sobre la del flujo de mayor grosor (Figura 28).

Se pueden estructurar flujos en una dirección o flujos en dos direcciones: corriente y contracorriente; para diferenciar los volúmenes del desplazamiento se usan las variables visuales: un color en dos tonos, o diferente textura o grano.

Estos métodos también se pueden emplear para representar datos agrupados en clases o intervalos, la constante se obtendría de la raíz cuadrada o del logaritmo del valor medio de la clase correspondiente a los valores más altos. El valor medio de cada clase se divide entre la constante y se obtiene el grosor de la línea que se asignará a cada clase.

Los mapas de líneas de flujo se pueden relacionar con otras variables, como datos cuantitativos derivados que se pueden representar por el método del cartograma, por ejemplo: tasas de migración o índice de masculinidad de los migrantes.

Los símbolos de líneas de flujo se usan también para representar movimientos o desplazamientos no cuantitativos, como las llamadas “líneas de preferencia”: movilidad de las personas a centros comerciales o centros de recreación. Estas líneas de flujo no varían de grosor, no son proporcionales a valores de volumen del desplazamiento, y sólo llevan saeta para indicar la dirección de origen y de destino.

6.1.3 Cartograma

Con este método se representan espacialmente el desarrollo, el comportamiento y las variaciones en intensidad media de los hechos o fenómenos geográficos cuantitativos discretos, considerando como base las divisiones territoriales político-administrativas en que se presentan, como son las entidades federativas, los municipios o las regiones o áreas. Este método tiene aplicación en la representación de hechos o fenómenos sociales, económicos y físicos.

El cartograma se emplea únicamente para representar los valores discretos cuantitativos en todo el territorio de cada unidad de análisis, por lo que al interior de éstas no es posible conocer las variaciones espaciales de los fenómenos o hechos. Los valores se distribuyen de manera uniforme, al igual que los hechos o fenómenos representados; debido a estas características, el cartograma sólo debe emplearse en mapas de escala chica, con el fin de que la percepción visual, la legibilidad, inteligibilidad y la transmisión

de la información del mapa no resulten distorsionadas y falsas. Por otra parte, a mayor número de unidades político-administrativas, la caracterización de los territorios es mejor (Baranski, 1983), puesto que se advertirán más los contrastes y las variaciones de la intensidad de los hechos o fenómenos de unos y otros territorios político-administrativos, regiones o áreas.

El cartograma es considerado como un mapa estadístico, su construcción se basa en datos de series estadísticas cuyos valores absolutos se deben convertir a valores relativos o derivados que expresen las relaciones entre dos o más datos, ya sea con respecto a la población o a la superficie territorial, o bien la participación o proporción de dos o más elementos integrantes de un todo; por ejemplo el número de hombres por cada cien mujeres (índice de masculinidad); el número de nacimientos por cada mil habitantes (tasa de natalidad); el número de habitantes por kilómetro cuadrado (densidad de población); el número de cabezas de ganado por hectárea (índice de agostadero); el ingreso per cápita; los porcentajes de población hablante de lenguas indígenas; el porcentaje de la superficie cubierta de pastos; el índice de aridez, entre otros.

Con el método del cartograma es posible expresar la dinámica de los fenómenos socioeconómicos: incremento, decremento, crecimiento medio anual, de dos momentos diferentes en un solo mapa.

Las clases de relaciones que se expresan en el cartograma son: densidades, índices o razones, proporciones, tasas, porcentajes y coeficientes, promedios o medidas de tendencia central: media aritmética, mediana, media geográfica, moda, o medidas de dispersión.

Para elaborar el cartograma, los valores relativos se agrupan en clases o intervalos regulares o irregulares, considerando la escala, el objetivo, los datos que se desean destacar (ya sean los valores más bajos o los más altos) o las irregularidades, los contrastes en la distribución o las asociaciones de una variable con otra, como en el cartograma compuesto. Los datos se agrupan por métodos matemáticos o estadísticos.

Para los mapas corocromáticos se selecciona un color, y éste se aplica en diferentes tonos para cada clase, de acuerdo con la variación de la intensidad ascendente o descendente de los valores, según el orden establecido de las clases. A los territorios de las unidades político-administrativas, regiones o áreas que por sus valores relativos quedan comprendidos en determinada clase, se les aplica el tono que les corresponda. En lugar de colores y tonos se pueden usar texturas (elementos gráficos de puntos o de líneas o hachures), de manera que la percepción visual sea desde tonos de gris muy claro hasta gris muy oscuro, aplicando siempre las variables visuales correspondientes, de manera que se observen o visualicen las variaciones o tendencias de la intensidad del fenómeno.

Son varios los tipos de cartogramas que se pueden elaborar: simple (Figura 31), compuesto o complejo, estructural de bandas y radial. Estos cartogramas, con excepción del de bandas, se pueden usar solos o combinados con diagramas u otros símbolos.

La leyenda se puede expresar en forma horizontal o vertical.

6.1.4 Cartodiagrama

Con este método se representa por medio de diagramas la distribución, más no la localización, de varios de los hechos o fenómenos geográficos cuantitativos discretos, ya sean sociales, económicos o físicos.

El cartodiagrama es un método cartográfico de gran uso, su valor radica en que permite “combinar numerosos indicadores interrelacionados entre sí, en una misma figura, mostrando las múltiples relaciones que se derivan del análisis conjunto del territorio y de la comparación de las unidades territoriales” (Candeau, 1994:85).

Los diagramas expresan el valor o magnitud total, absoluta, del hecho o fenómeno dentro de los límites territoriales de las unidades de representación: población urbana o toneladas de producción de azúcar, por ejemplo.

Los diagramas se implantan en las unidades de análisis: entidades federativas (Figura 32), municipios, regiones diversas (económicas, climáticas, hidrográficas, pesqueras, forestales, agrícolas); los

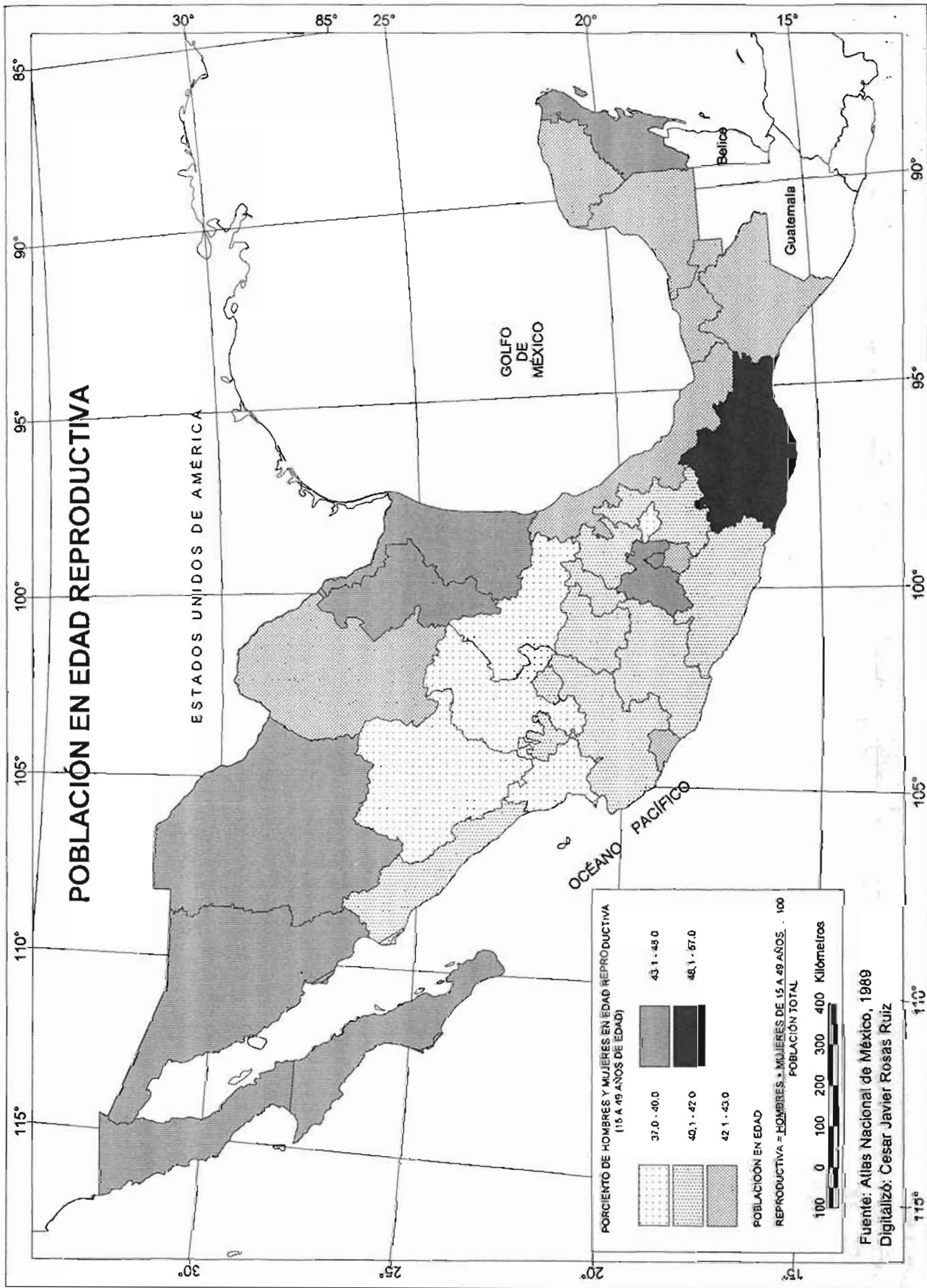
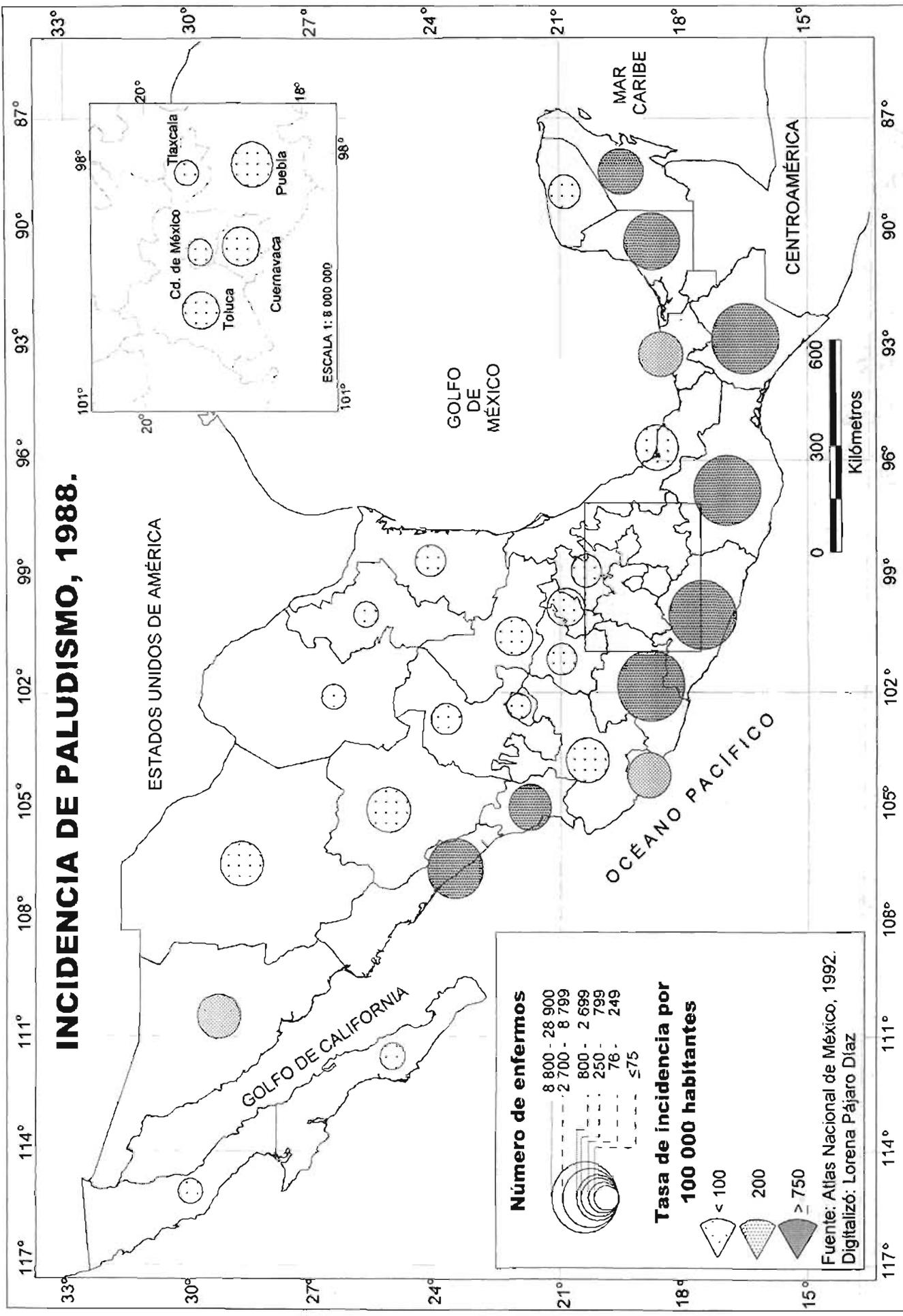


Figura: 31

INCIDENCIA DE PALUDISMO, 1988.



Número de enfermos

8 800 - 28 900
2 700 - 8 799
800 - 2 699
250 - 799
76 - 249
≤ 75

Tasa de incidencia por 100 000 habitantes

< 100
200
≥ 750

Fuente: Atlas Nacional de México, 1992.
Digitalizó: Lorena Pájaro Díaz

Figura 32.

diagramas también pueden ser implantados puntualmente (Figura 33) cuando se requiere representar el valor absoluto de determinado indicador puntual.

El cartodiagrama permite hacer comparaciones e interrelaciones espaciales del hecho o fenómeno expresado en las unidades territoriales.

La información básica para elaborar el cartodiagrama son las estadísticas socio-económicas o físicas, aspecto por el que algunos cartógrafos consideran que este mapa es de carácter estadístico, sin embargo, la información no se usa como dato simple, éstos requieren de una reducción o agrupación, es decir, de generalizarse. Los datos estadísticos se transforman al combinar diferentes variables o indicadores para interrelacionarlos, o se obtienen datos derivados para estructurarlos; así, se descomponen sus valores en distintas variables, todo ello requiere de un procesamiento de la información. Por otra parte, la representación gráfica expresa la información de manera sintética y permite una percepción visual de conjunto del hecho o fenómeno que se analiza, más accesible y rápida que la observación de los datos de las series estadísticas.

Estos mapas en general proporcionan información cuantitativa, aunque también se pueden elaborar cartodiagramas cualitativos.

Los símbolos o diagramas son de tamaño proporcional a los valores absolutos, dependiendo de la escala, del objetivo y asignación del mapa, así como de la naturaleza de la información; puede ser en escala continua o en clases o intervalos regulares o irregulares, para este último tipo de clases hay que recordar que el tamaño es proporcional a los límites superiores de las clases o al punto medio de cada clase.

Los cartodiagramas utilizan varios tipos de diagramas:

Lineales.- Su longitud debe ser proporcional a los valores absolutos o totales que se van a representar, son útiles para comparar magnitudes en forma dinámica: gráficos de barras horizontales o verticales.

INDUSTRIA MAQUILADORA EN LA FRONTERA NORTE

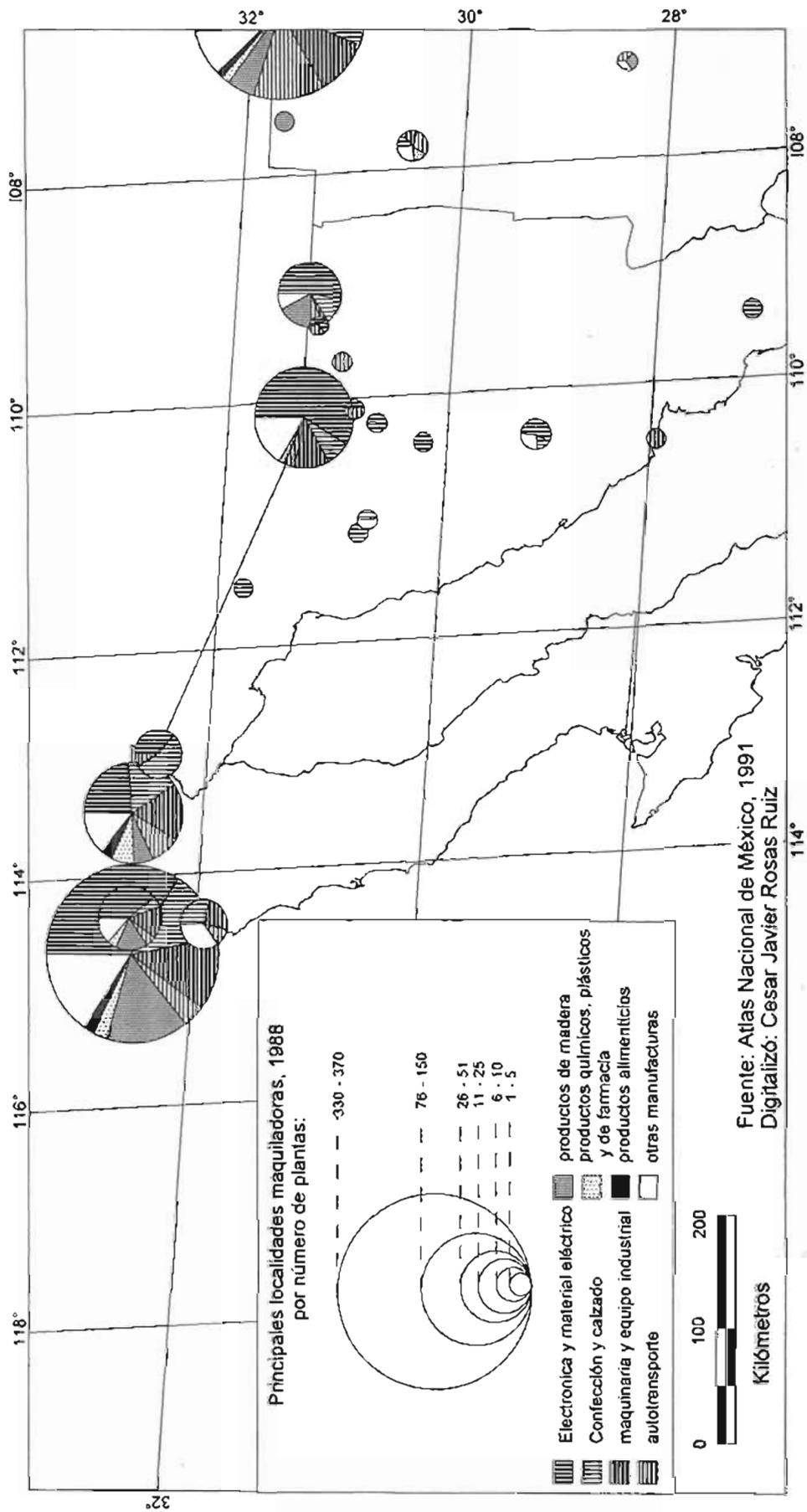


Figura 33

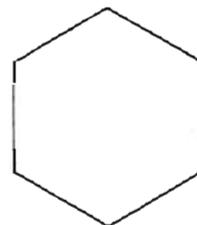
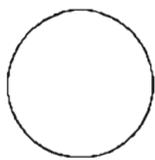
De superficie.- También deben ser proporcionales a los valores totales o absolutos que representan. Ocupan poco espacio y son fáciles de dibujar y manejar: círculos, cuadrados, rectángulos, triángulos, rombos.

De volumen.- Son proporcionales a los valores absolutos. Es conveniente usarlos cuando se tienen valores que oscilan fuertemente entre el máximo y el mínimo, por ejemplo las localidades urbanas que generalmente registran valores muy altos o para grandes volúmenes de producción. Las figuras geométricas más usuales son la esfera y el cubo.

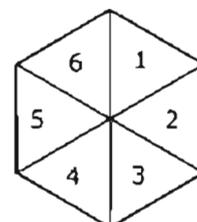
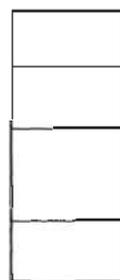
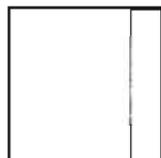
Tipos de diagramas (Figuras 34 y 35).

- Diagramas simples.- Su tamaño es proporcional al volumen o valor absoluto del hecho o fenómeno geográfico que se representa en las unidades territoriales o de un aspecto del mismo: población total o población femenina total. Al combinarse dos diagramas simples o más, dos círculos tangentes o varias gráficas de barras por ejemplo, se puede mostrar la dinámica o evolución del fenómeno.
- Diagramas simples con estructura.- Su tamaño también es proporcional al volumen o valor absoluto de los hechos o fenómenos geográficos. Los diagramas se dividen para expresar los valores relativos o la estructura de una serie de datos, o sea, la proporción o participación de los componentes del valor total del fenómeno, aumentando la información cuantitativa y cualitativa y enriqueciendo el contenido del mapa. En ocasiones los diagramas se estructuran para indicar las características cualitativas que integran al fenómeno.
- Diagramas que representan dos series de datos opuestos, con o sin estructura, cada serie de datos amplía y complementa la información. Los diagramas más usuales son los círculos con o sin círculos internos y éstos con o sin estructura, también los semicírculos unidos o separados por el diámetro permiten comparar los valores de dos aspectos diferentes. Estos diagramas también pueden construirse de manera que muestren la dinámica del fenómeno.

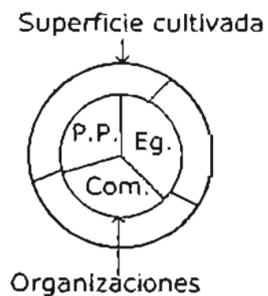
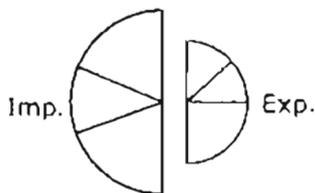
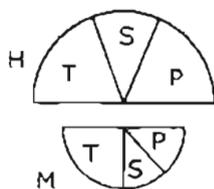
Diagramas simples.



Diagramas simples de estructura sencilla.



Diagramas con dos series de datos y con estructura sencilla.



Diagramas simples y con dinámica.

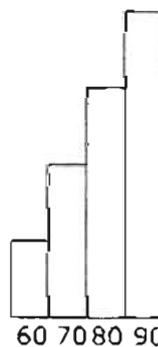
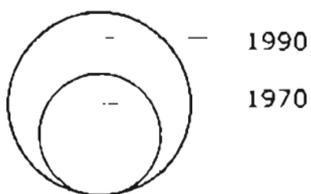
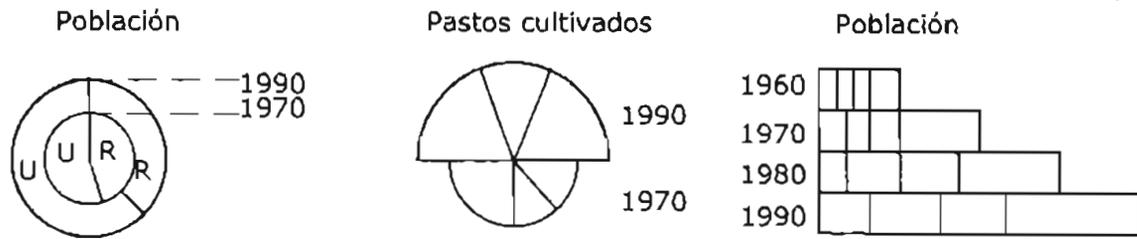
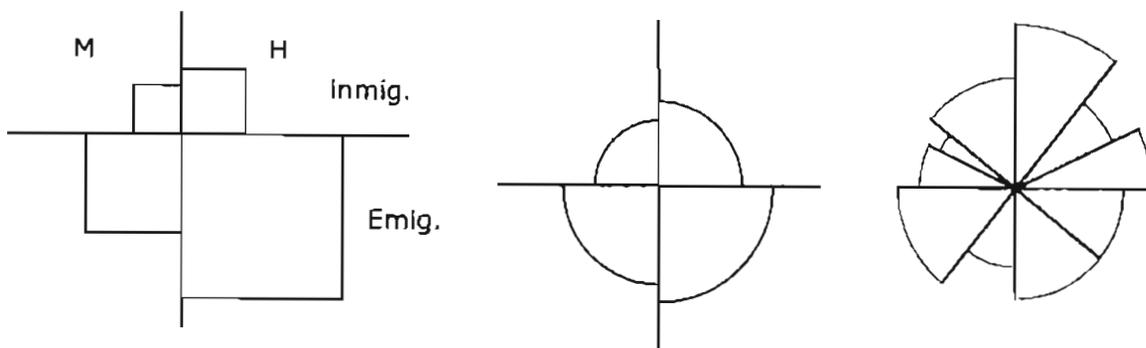


Figura 34. Diagramas.

Diagramas con estructura y dinámica.



Diagramas complejos con varias series de datos.



Diagramas complejos combinados y dinámicos.

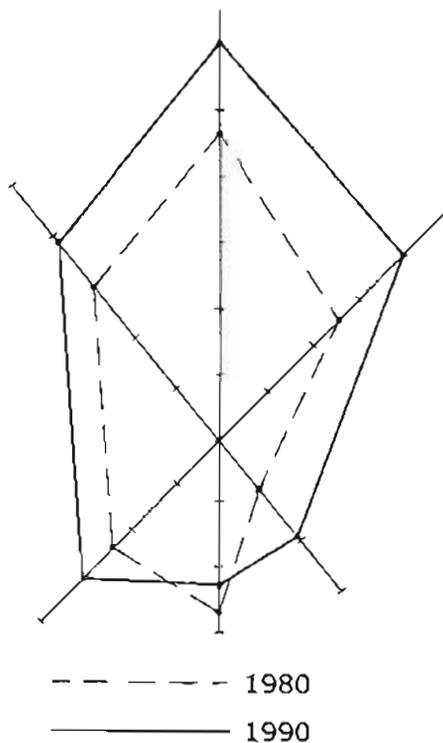


Diagrama de celdas.

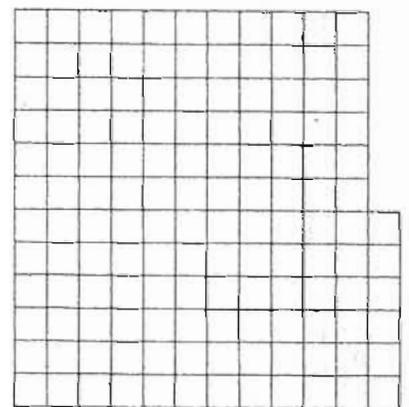


Figura 35 . Diagramas.

- Diagramas complejos con varias series de datos. Los diagramas más utilizados son los cuadrantes de círculo o de cuadrados mediante los cuales se pueden representar cuatro series de datos opuestos que amplían y complementan la información sobre un fenómeno geográfico.
- Diagramas complejos: combinados y con dinámica. Se pueden representar seis variables opuestas, complementarias y la dinámica de dos, tres o más momentos para permitir observar su evolución; estos diagramas son llamados tipogramas.
- Otros diagramas son el de celdas, el triangular, y la pirámide de edades, entre otros.

6.2 La leyenda y los niveles de información

Uno de los aspectos que requiere gran atención en la elaboración de un mapa temático es la redacción de la leyenda. Ésta guía el contenido básico del mapa, redactado por medio del lenguaje cartográfico, que incluye los símbolos y signos cuantitativos y/o cualitativos, en su implantación puntual, lineal o areal, y las variables visuales.

La leyenda es indispensable para facilitar al lector la lectura del mapa: la percepción rápida de los fenómenos y hechos geográficos representados, la comprensión, el análisis y la comunicación de la información contenida en el mapa, distinguiendo sus variaciones y correlaciones.

El lenguaje cartográfico obedece a varias reglas, equivalentes a las reglas gramaticales del lenguaje escrito y verbal. Como expresión gráfica es un tipo de lenguaje que se caracteriza por procesos simultáneos de entrada –percepción visual– de información, razonamiento, comprensión y asimilación. Para esto tienen que leerse los signos y símbolos empleados en la leyenda, que deben ser de fácil y rápida lectura y deben permitir traducir e interpretar las relaciones entre los conceptos, hechos, fenómenos y objetos representados en el mapa.

Para esto es necesario organizar la leyenda de manera lógica y jerárquica de tal forma que responda a una proposición principal y a las proposiciones subordinadas, en orden de importancia, esto es, la leyenda

se estructura por niveles de información; estos niveles guiarán el orden de la lectura del mapa a partir del nivel superior, o sea la primera información que se percibe visualmente, descendiendo nivel por nivel hasta leer la información que está en el fondo del mapa.

La leyenda debe redactarse primero, antes de elaborar el mapa, ya que, como se mencionó anteriormente, ella guía el orden lógico y jerárquico que debe seguir el lenguaje cartográfico con el cual se va a redactar el contenido del mapa conforme a los métodos de representación cartográfica que se van a emplear.

La selección, clasificación y codificación del lenguaje cartográfico, es decir, de los símbolos, signos y variables visuales para confeccionar la leyenda y por lo tanto el contenido del mapa, están determinados por la asignación, la escala y el objetivo del mismo. Estos aspectos conducen tanto a determinar el grado de generalización de la información para el mapa, según la relevancia o jerarquía de las distintas variables a expresar, como a establecer los niveles de análisis y la forma de estructurar la información.

La redacción de la leyenda es fácil cuando el mapa es de análisis, ya que los símbolos son individuales.

Por el contrario, la redacción de la leyenda es compleja cuando el contenido del mapa comprende una información muy amplia, es decir, cuando el mapa es de correlación o de síntesis. La complejidad de la leyenda se debe al empleo de varios signos, símbolos y variables visuales (forma, tamaño, orientación, textura, grano, color y tono) y al uso de dos o más métodos de representación cartográfica; ésto da como resultado una superposición de símbolos y variables visuales, por ello se debe tener sumo cuidado para que la expresión del mapa resulte legible, inteligible, comprensible y de rápida comunicación, puesto que se combinan múltiples variables de diferentes fenómenos, hechos u objetos materiales, cuyas relaciones y estructuras se quieren explicar o evidenciar.

Procedimiento para la redacción de la leyenda

1. Al plantear el mapa hay que acompañarlo de su traducción semiológica, para lo cual hay que elaborar una lista o tabla de todos los signos, símbolos y variables visuales que se van a utilizar y de los

valores que representan, ya sean éstos en escala continua o en intervalos, correspondientes a los aspectos cuantitativos y/o cualitativos.

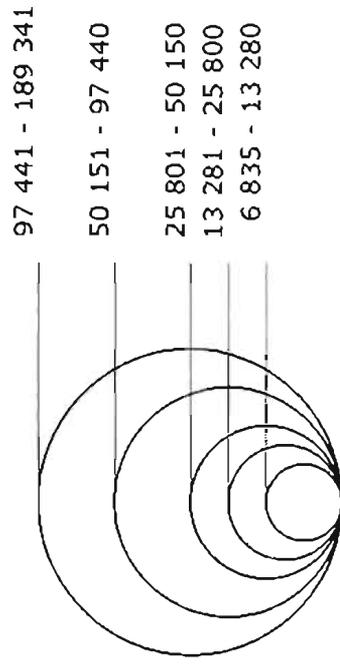
2. Clasificar esta lista o tabla por capítulos, subcapítulos o apartados, a los cuales se les asignan títulos y subtítulos, es decir, se hace una clasificación lógica y ordenada, por niveles de información, acorde con el tema y los aspectos que se expresarán de él en el mapa en forma correlacionada.
3. Disponer estos capítulos, subcapítulos o apartados en columnas verticales, siempre de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, por niveles de información. En ocasiones se requiere una segunda columna para continuar con los niveles de información que no tuvieron lugar en la primera, debido al espacio asignado para la leyenda o porque es mucha la información que se pretende representar.
4. Se recomienda que, a nivel de boceto de autor y en la edición e impresión, la leyenda cumpla en su diseño con el orden lógico de los niveles de información.
5. La leyenda puede ir dentro del cuerpo del mapa o en la tira marginal; la primera generalmente corresponde a mapas de investigación científica, escolares, de divulgación. La leyenda en la tira marginal es común encontrarla en los mapas técnicos, de planeación, de dependencias gubernamentales, etc.

Las leyendas tienen distintos grados de complejidad, que dependen del objetivo y de la escala del mapa, así como de la generalización de la información para el contenido del mismo, según las variables y las categorías en que se subdividen y las relaciones que existen entre ellas.

Algunas leyendas comprenden solo un nivel, otras dos o tres o más niveles. Ejemplos: La primera leyenda (Figura 36) indica que el contenido del mapa, es sencillo, expresa sólo un nivel de información: *Total de personas discapacitadas y la proporción de discapacitados por sexo*, aunque en la leyenda las dos informaciones se expresan en forma separada, éstas se unen en el mapa y dan lugar a un solo nivel de información.

Población discapacitada, 2000.

Número de personas discapacitadas.



Discapacitados por sexo (%)

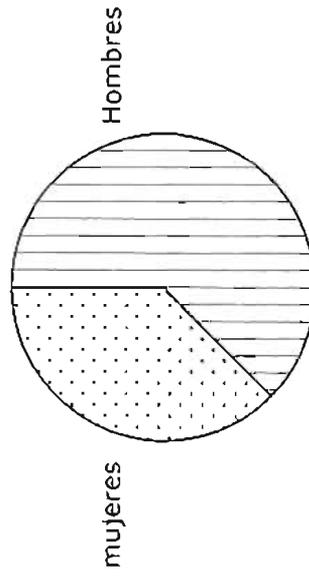


Figura 36. Leyenda.

La segunda leyenda (Figura 37) muestra dos niveles de información, es decir, añade a la información de la leyenda anterior, que conforma el primer nivel, un segundo nivel con la Tasa de discapacidad.

En la Figura 38 la leyenda comprende tres niveles:

El primero comprende dos aspectos referentes a la *producción* del sorgo: 1) *En Toneladas* y 2) *En Hectáreas*. El segundo nivel corresponde a las *Principales áreas de cultivo*; representa las áreas de Cultivo dominante, las de Cultivo no dominante, las de Cultivo secundario y disperso, además de las Zonas agrícolas y el tercero expresa los: *Rendimientos en toneladas por hectárea*.

La leyenda de la Figura 39, más compleja que las anteriores, expresa cuatro niveles de información:

El primer nivel muestra: el *Número de muertes*, por infecciones respiratorias agudas.

El segundo nivel expresa tres tipos de *Enfermedades respiratorias en porcentaje* y se desglosa indicando la Tasa de mortalidad específica.

El tercer nivel corresponde a la representación de la *Tasa de mortalidad por infecciones respiratorias agudas*.

El cuarto nivel representa la *Vivienda no consolidada y con hacinamiento en porcentaje*. En este nivel se sintetizan dos variables: 1) *Viviendas sin consolidar* y 2) *Viviendas con hacinamiento*.

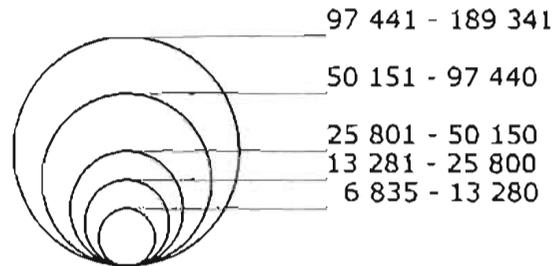
Las leyendas de los mapas temáticos correspondientes a la geografía física se construyen de manera que se ha expuesto; sin embargo, para algunos temas las leyendas son de tipo arborescente, como las de los mapas geológicos (Figura 40) o los de vegetación.

Después de elaborada la leyenda se procede a la redacción cartográfica del mapa, confrontando el contenido y la leyenda a fin de comprobar que existe concordancia.

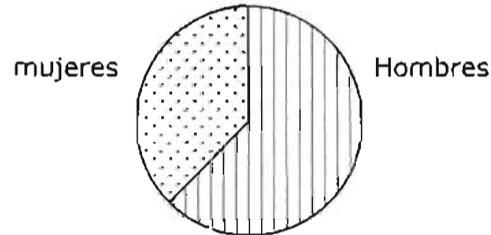
Los métodos de representación cartográfica más usuales en Geografía de la Población son el de puntos, el de vectores o flechas, el cartograma y el cartodiagrama.

Población discapacitada, 2000.

Número de personas discapacitadas.



Discapacitados por sexo (%)

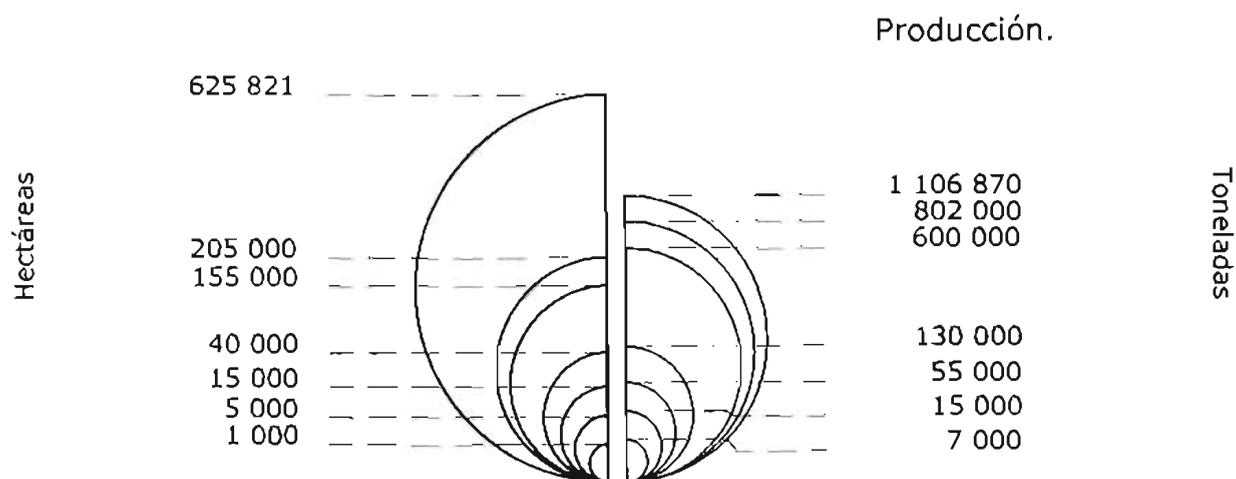


Tasa de discapacidad
(por 100 000 habitantes)

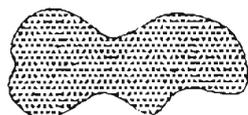


Figura 37. Leyenda.

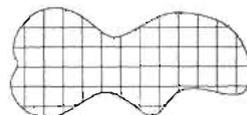
SORGO, 1989.



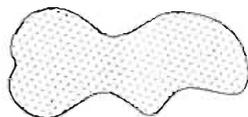
Principales áreas de cultivo.



Cultivo dominante



Cultivo no dominante



Cultivo secundario y disperso



Zonas agrícolas

Rendimiento

(toneladas/hectáreas)



1.77 - 2.44

2.68 - 3.65

3.91 - 4.40

5.35 - 5.78

6.52 - 6.8

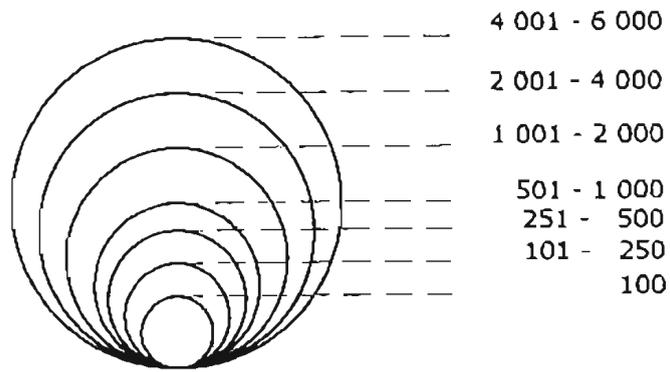


Entidad no productora o con producción no significativa

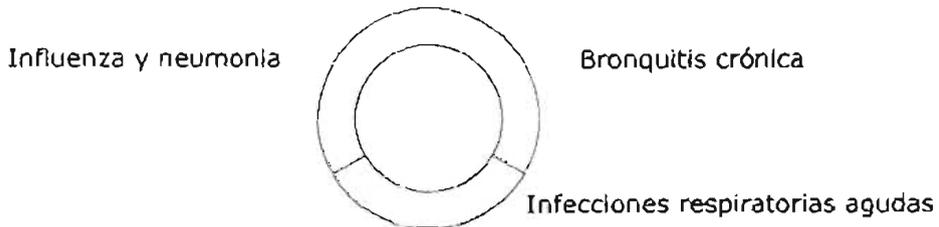
Figura 38. Leyenda.

Fuente: Atlas Nacional de México, 1991.

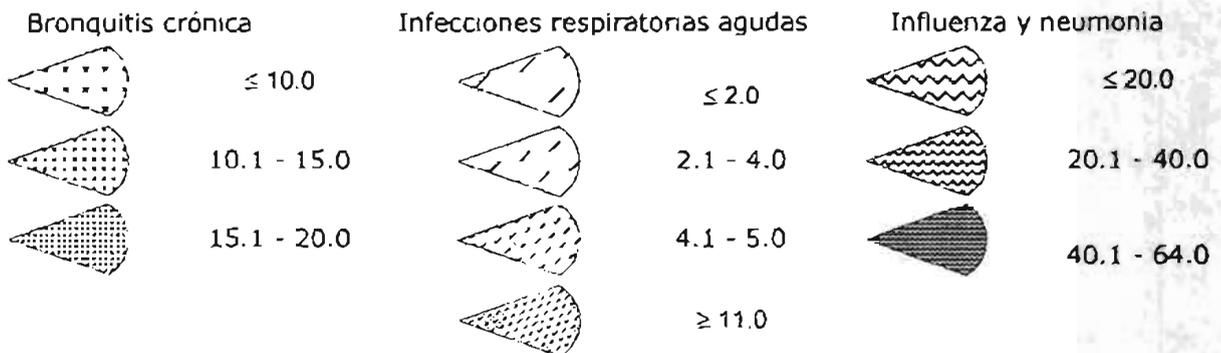
Número de muertes



Tipo de enfermedad %.



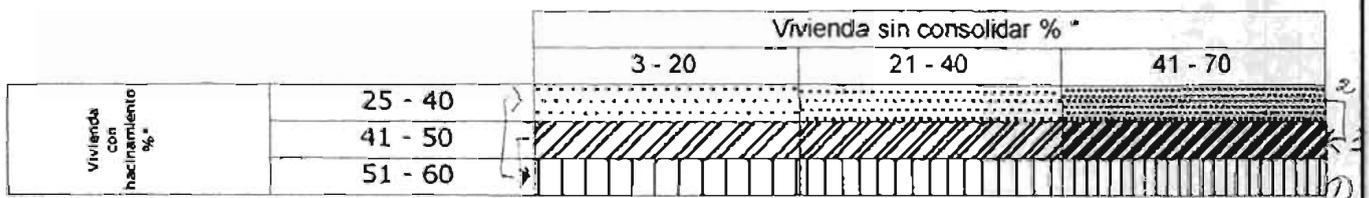
Tasa de mortalidad específica (defunciones por 100 000 habitantes)



Tasa de mortalidad por infecciones respiratorias agudas (defunciones por 100 000 habitantes)



Vivienda no consolidada y con hacinamiento



* Relativo al total de viviendas en cada entidad

Figura 39. Leyenda.

Fuente: Atlas Nacional de México, 1991.

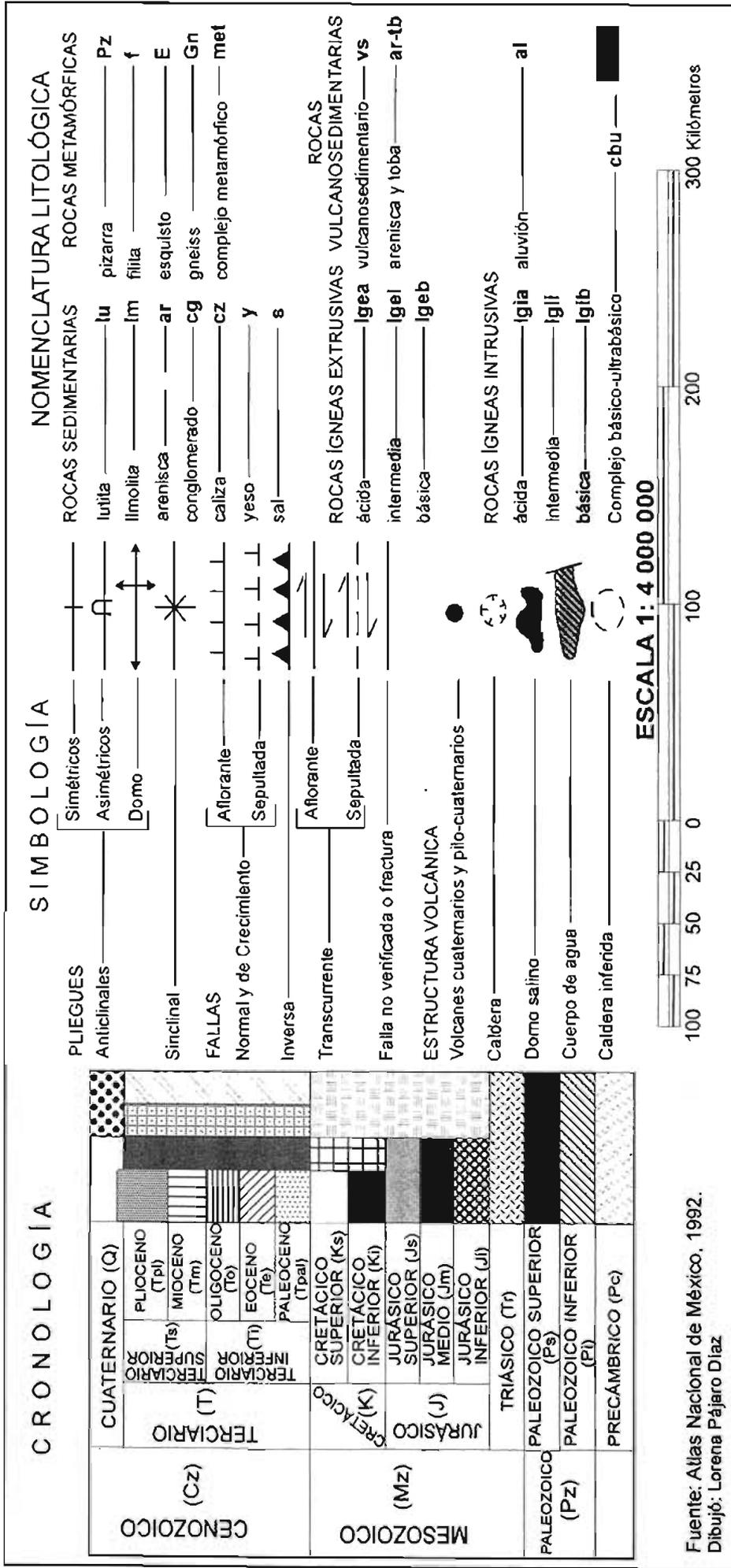


Figura 40. Leyenda: arborescente

Fuente: Atlas Nacional de México, 1992.
 Dibujo: Lorena Pájaro Díaz

El método de representación cartográfica de *puntos* tiene una enorme aplicación en Geografía de la Población, particularmente en los mapas de distribución de la población por localidades de un país, una entidad, un municipio, una región o de todo el mundo. La implantación de los símbolos es puntual y dependiendo de la escala, el objetivo, el usuario del mapa y las características de los datos, la representación de éstos se puede hacer en escala continua o en clases con puntos de diferente "peso" y grosor para cada una de éstas.

Un ejemplo de la aplicación del método de puntos con datos agrupados en clases y con puntos de diferente "peso", combinado con diagramas circulares y con el método de isolíneas, corresponde a la Hoja III. 1.2, "Distribución de la población 1980. Distribución de la población rural y urbana", Sección Sociedad, Atlas Nacional de México.

Este mapa se elaboró a escala 1: 4 000 000 con base en el X Censo General de Población y Vivienda, 1980. En él se representó la distribución de la población urbana y rural por localidades, por lo tanto la implantación de los símbolos, puntos y círculos de tamaño proporcional, es puntual.

La clasificación de la población en urbana y rural, se basó en el criterio establecido por Luis Unikel, para este investigador la población que reside en localidades de 15 000 y más habitantes es urbana y la que reside en localidades menores a 15 000 es rural. Unikel además subdividió cada uno de estos grupos, el primero comprende la población rural y mixta rural, y el segundo la población mixta urbana y la urbana.

Debido a que la parte central del país, la zona comprendida entre los paralelos 18° N y 21° N, históricamente es la más poblada, presenta una alta concentración de habitantes, de manera que la población de las localidades de menos de 1000 habitantes en dicha zona no se representaron con puntos, pues el conjunto de éstos se agruparían de tal modo que la expresión gráfica visual consistiría en manchones, ya que los puntos se fundirían, restándole legibilidad al mapa, para resolver esta imagen se optó por representar a la población de estas localidades en forma de densidad aritmética por municipios, por medio del método de representación cartográfica de isopleas (isolíneas), (Gómez Escobar, M. C. 1994:

3-12), éste se aplicó en todos los municipios del país. La población de las localidades de 1000 y más habitantes se agrupó en clases y se representó por el método de puntos con "peso" y grosor diferentes.

Para la localización puntual de las localidades de 1000 y más habitantes se consideraron las coordenadas geográficas, unas se obtuvieron de la integración territorial del INEGI y otras se calcularon por interpolación con base en las coordenadas de las localidades registradas en las cartas topográficas Escala 1: 250 000 del INEGI.

Para la representación de la población rural, los datos de las localidades que registraron entre 1000 y 9999 habitantes se agruparon en tres clases, a cada una se le dio un tamaño de punto y el "peso" de éstos correspondió a los valores comprendidos en cada clase:

Población	Número de habitantes en clases "peso" del punto	Tamaño del punto
Rural	1000 - 4999	0.5 mm de diámetro
Mixta rural	5000 - 9999	1.0 mm de diámetro
Mixta urbana	10000 - 14999	2.0 mm de diámetro

La localización de la población urbana también fue puntual y se representó por medio de círculos de tamaño proporcional a los valores de cada localidad urbana, es decir la escala fue continua; para determinar el tamaño de los círculos proporcionales se aplicó la fórmula de la Unión Geográfica Internacional:

$$D = K \sqrt[3]{P}$$

En el mapa "Distribución de la población, 1980" figuran los nombres de las capitales de las entidades federativas y los nombres de las localidades urbanas de 100 000 y más habitantes. En total se localizaron 6184 localidades rurales y 300 urbanas.

Respecto al método de representación cartográfica de *vectores o flechas*, se considera que la aplicación y la relación de la cartografía temática para construir estos mapas demográficos, ha sido suficientemente tratado en los ejemplos de los capítulos anteriormente expuestos.

En cuanto al *cartograma*, éste es un método de representación cartográfica que utiliza el geógrafo de la población para representar numerosas características demográficas, en valores relativos: promedios, porcentajes, tasas, índices, **proporciones**, coeficientes, etc.

El cartograma se caracteriza porque los símbolos que se usan son de implantación areal, ya sean colores y tonos o achures en líneas o puntos mediante texturas; el símbolo y por tanto los valores se hacen extensivos a todo el territorio de las unidades de análisis: municipios o entidades o áreas.

El cartograma se puede usar para representar la densidad de población, el porcentaje de la población por grupos de edad, el porcentaje de población rural, el porcentaje de la PEA por sectores o por ramas, las tasas de alfabetismo, las tasas de asistencia escolar, las tasas de natalidad, de fecundidad global o específica, las tasas de mortalidad bruta, de mortalidad específica, de mortalidad infantil, las tasas de la población femenina en edad reproductiva, las tasas de dependencia económica, los índices de juventud, los índices de envejecimiento, los índices de masculinidad o de feminidad, los coeficientes de dispersión de la población, las tasas de emigración o de inmigración, los índices de hacinamiento, el número de médicos por cada mil habitantes, las tasas de crecimiento medio anual de la población y los incrementos, por citar solo algunos ejemplos.

El cartograma es simple cuando se representa una variable: índices de hacinamiento; y si representan dos variables: porcentaje de población urbana y tasas de mortalidad por enfermedades del corazón por ejemplo, el cartograma es compuesto, éste se construye sobreponiendo los datos de las dos variables, en dos niveles de información. Un nivel se representa por medio del color en tonos, según el número de clases que se establezcan, el otro nivel se representa por medio de achures con distintas texturas.

El *cartodiagrama* también es un método de representación cartográfica que tiene un uso muy amplio en Geografía de la Población, ya que permite representar mucha información estadística. Este método resulta de la combinación del cartograma y los diagramas.

El geógrafo de la población representa la distribución de los valores absolutos de las características demográficas dentro de las unidades de análisis: municipios, entidades o áreas.

Para construir el cartodiagrama se emplean varios símbolos geométricos, generalmente denominados diagramas y deben ser de tamaño proporcional a los valores en escala continua o en clases. Los diagramas en algunos casos se emplean en implantación puntual.

Un ejemplo de cartodiagrama en Geografía de la Población es el que se construye para comparar el número de alumnos inscritos en la educación básica por entidades federativas; el símbolo puede ser un diagrama circular de tamaño proporcional al número de alumnos de cada entidad. La información se puede ampliar o complementar al estructurar el círculo para representar el porcentaje de alumnos inscritos por grados.

Otro ejemplo es un cartodiagrama en el que se muestra el número total de las personas que hablan lengua indígena por entidades federativas; el símbolo puede ser un diagrama circular de tamaño proporcional al número de hablantes y además se puede estructurar para representar el porcentaje de hablantes monolingües y bilingües por entidades.

Un mapa dinámico sobre la evolución de la población total de las entidades federativas, comparando cuatro periodos censales, se puede representar en un cartodiagrama. Los símbolos pueden ser cuatro círculos tangentes de tamaño proporcional a la población de cada periodo y entidad. Este cartodiagrama permite comparar y conocer por una parte, el número de habitantes de las entidades federativas en cada periodo y por otra, comparar los cambios temporales.

Un ejemplo de cartodiagrama completo es el que muestra el número de médicos de seguridad social por cada mil habitantes con símbolos de área: color y tonos o achures y texturas, según el número de clases establecidas, y con diagramas circulares de tamaño proporcional a cada una de las clases determinadas, el número de derechohabientes.

Otro ejemplo. A escala de entidades federativas representar por medio de diagramas circulares proporcionales el número de personas que mueren por enfermedades del corazón. Estos diagramas se sobreponen a un cartograma compuesto, en donde se representa en un nivel de información la tasa de mortalidad por enfermedades del corazón por cada cien mil habitantes, usando como símbolo de área la variable color y tonos según el número de clases establecidas; en otro nivel se representa el porcentaje de población urbana con el símbolo areal de achures en diferentes texturas correspondientes a cada clase. Este último ejemplo constituye por su metodología y contenido un mapa de relación.

CONCLUSIONES

Como el método o enfoque cartográfico en la investigación de los problemas abordados por la Geografía de la Población es fundamental, en este trabajo se hace un análisis de los diversos tipos de los mapas como un instrumento básico para representar, conocer, investigar y comunicar la distribución espacial, de los hechos y fenómenos demográficos, sus relaciones con las variables demográficas y/o con las de carácter físico geográficas, sociales, económicas, históricas, culturales y políticas, que ocurren en el espacio geográfico.

El mapa es un instrumento que permite, en Geografía de la Población, informar y comunicar las características demográficas conocidas, así como las correlaciones; además activa las preconcepciones, aporta sugerencias y estimula la profundización y continuación de la investigación sobre los problemas de la población expresados con anterioridad en otros mapas, aporta nuevos conocimientos, sostiene o deshecha hipótesis y comunica los resultados de las investigaciones sobre la distribución, el estado y las relaciones de los hechos y fenómenos de la población con otros factores sociales, económicos y físico-geográficos seleccionados, según el objetivo, usuario y escala del mapa.

Para elaborar los mapas sobre los hechos y fenómenos demográficos, el geógrafo de la población debe considerar: la escala, el objetivo y el usuario del mapa, además el tema que va a representar, la información estadística o cualitativa existente, así como seleccionar y disponer del mapa base de referencia geográfica en el que va a trabajar.

Una propuesta metodológica para elaborar un mapa aplicando los aspectos teóricos, metodológicos, lógicos y técnicos de la cartografía temática en la Geografía de la Población, es la siguiente:

- Revisar los antecedentes cartográficos y bibliográficos referentes al tema que se va a cartografiar.
- Realizar la conceptualización del mapa.
- Determinar de acuerdo con la metodología, el contenido y la generalización del mapa que va a construir, si se trata de un mapa de análisis de distribución, de análisis de redes o de análisis areal; de correlación o de síntesis y, a su vez si se trata de un mapa dinámico o estático.

- Al mismo tiempo que lleva a cabo lo anterior, el geógrafo de la población debe determinar si el mapa será cuantitativo o cualitativo, o si se trata de los dos modos de expresión. Seleccionar también el método de representación cartográfica: puntos, flechas o vectores, cartograma o cartodiagrama, entre otros. Con base en los aspectos mencionados hay que agregar la elección de los símbolos y las variables visuales con las que los va a combinar, así como determinar la implantación de los símbolos: puntual, lineal o areal o los tres tipos en un mismo mapa.
- También hay que determinar si los datos que se utilizarán se van a representar en valores absolutos o relativos, en escala continua o en clases y procesar la información, calculando los valores relativos y las clases en que se agruparán éstos o los valores absolutos.
- A continuación y antes de construir el mapa, elaborar la leyenda y los niveles de información.
- Finalmente construir el mapa de trabajo, revisarlo y hacer las correcciones necesarias y elaborar el mapa definitivo.

Si bien es posible elaborar numerosos mapas principales y derivados sobre los componentes y características de la población, depende de los temas, los aspectos de éstos y la profundidad y generalización con que se van a tratar, los niveles espaciales o territoriales, la escala, el objetivo, el usuario del mapa y la disponibilidad y características de la información. Cabe recordar que no hay “unicidad” en los mapas, es decir no hay una representación cartográfica única, sino que pueden ser varias las posibilidades de representación para un tema o aspecto de éste, dependiendo de la concepción teórica del mapa.

Se comprobó que el conocimiento de las bases teóricas y metodológicas de la cartografía temática aplicadas en la elaboración de mapas de los distintos aspectos de la población permiten que la expresión de la información espacial resulte inteligible, cognoscible y de fácil y rápida comprensión, y comunicación.

A medida que se ha incrementado el conocimiento y la difusión de las bases teóricas y metodológicas de la expresión cartográfica, ha aumentado la elaboración de mapas temáticos sobre los hechos y

fenómenos de la población, con mayor rigor científico y calidad, esto en el medio académico geográfico y de otras disciplinas y en el docente de nivel básico, medio superior y superior.

Es indudable que la elaboración de mapas temáticos de población con rigor científico y alta calidad, contribuirá a profundizar y ampliar el conocimiento de la distribución, correlación de los procesos espacio-temporales y la dinámica de los hechos y fenómenos demográficos en el espacio geográfico o territorio a distintas escalas cartográficas así como en el desarrollo de la geografía de la población mexicana.

Entre los principales temas que trata la Geografía de la Población y los posibles métodos de representación cartográfica están los siguientes:

Distribución espacial de la población a nivel de localidad, considerando a la población en forma global o total, o bien diferenciándola en urbana y rural, o solamente la distribución de una de ellas, según se requiera. Generalmente se utiliza el método de puntos, combinado con diagramas circulares; para representar a la población urbana, además de los círculos o esferas se pueden usar cuadrados.

Distribución de la población hablante de lenguas indígenas, a nivel de localidad, ya sea el volumen total, sin especificar características de ésta o el total por troncos lingüísticos o por lenguas; según sea el aspecto y su grado de generalización se utilizan el métodos de puntos, los cartogramas o los cartodiagramas.

El volumen total de la población correspondiente a unidades político-administrativas como países, entidades federativas o municipios se representan mediante cartodiagramas de círculos o de cuadrados o de barras o por medio de mapas topológicos o anamorfosis geográfica.

Diferentes tipos de densidades de población a distintas escalas territoriales como entidades o municipios es posible representarlas por medio de cartogramas, mapas coropléticos, isopléticos o también por el sistema de retícula o dasimétrico.

Aspectos biológicos como la estructura etárea y por sexo generalmente se representan por diagramas de pirámides de edades o gráficos triangulares.

Las tasas e índices relacionados con la población etárea y por sexo como son los de masculinidad, feminidad, juventud, vejez, madurez e infantil se representan por medio de cartogramas.

Los aspectos referentes a las tasas de natalidad, mortalidad general, mortalidad específica, mortalidad infantil, fecundidad general, fecundidad específica, fertilidad, crecimiento natural, transición demográfica se representan por medio de cartogramas. El número de nacimientos o defunciones se pueden representar por medio de cartodiagramas.

La esperanza de vida se representa mediante diagramas lineales o de barras en las unidades político-administrativas.

La tasa de crecimiento medio anual también se cartografía por el método del cartograma.

Para expresar cartográficamente la composición económica de la población, según los aspectos a tratarse al respecto (fuerza de trabajo, PEA, PEI, PEA por sectores, ramas de actividad, posición en el trabajo, ingresos, empleo, desempleo, pleno empleo, empleo disfrazado entre otros aspectos), se emplean cartodiagramas de varios tipos de diagramas: círculos simples o estructurados, semicírculos, cuadrantes de círculos o cuadrados. Las tasas e índices relacionados con los aspectos anteriores: tasa de actividad general o por sexos, tasa de actividad específica, tasa de dependencia, de paro, situación socioprofesional, empleo, desempleo, pleno empleo, empleo disfrazado, etc., se pueden representar por cartogramas.

Las características sociales y culturales como lengua y religión; educación, niveles de escolaridad, alfabetismo, nacionalidad, estado civil, salud; según sea el objetivo, escala, asignación del mapa, estructura y nivel de generalización de la información, se pueden cartografiar por medio de puntos, cartogramas, cartodiagramas, áreas.

Movimientos migratorios o espaciales de la población. Son diversos los aspectos que al respecto pueden ser representados o expresados en mapas, mediante los métodos de flujos, cartogramas para tasas e índices, cartodiagramas de varios tipos.

En geografía de la población, la representación de los hechos o fenómenos mencionados anteriormente, además de representarse por alguno a varios métodos cartográficos combinados, también

pueden ser a su vez varios los tipos de mapas y sus modalidades, de acuerdo con las características de la información cualitativos y/o cuantitativos; considerando la implantación de los símbolos los mapas pueden ser puntuales, lineales o areales o pueden combinarse éstas; por su metodología y contenido los mapas serán analíticos, de relación, sintéticos, dinámicos o estáticos, por el método cartográfico de representación son: de puntos, isolíneas, coropletas, flujos o vectores, cartogramas, cartodiagramas y en general estos pueden combinarse.

Cabe agregar que existen varias temáticas que son de actualidad como las de género, xenofobia, refugiados, población expuesta a riesgos, hambruna, población vulnerable.

BIBLIOGRAFÍA

- André, A. (1980), *L'expression graphique: cartes et diagrams*. Masson, Paris.
- Anson, R. W. and F. J. Ormeling (1996), *Basic cartography for students and technicians* (International Cartographic Association), Butter worth – Heinemann, Oxford Vol. 3.
- Asociación Cartográfica Internacional, ICA (1989), *Cartografía básica para estudiantes y técnicos*, Versión Castellana, Dirección General de Cartografía, INEGI – SPP, México. Vol. 1.
- Baranski, N., N. (1983), *Cartografía económica*, Universidad de La Habana, La Habana.
- Béguin, M. y Pumain, D. (2003), *La représentation des données géographiques*, Armand Colin, Paris.
- Bertin, J. (1973), *Semiologie graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes*. Mouton – Gauthier – Villars, París.
- Bertin, J. (1988), *La gráfica y el tratamiento gráfico de la información*, Taurus, Madrid.
- Bosque, S. J. (1992), *Sistemas de Información Geográfica*. Ediciones Rialp, Madrid.
- Brunet, R. (1987), *La carte. Mode d'emploi*, Fayard Reclus, París.
- Bugayevskiy, L. M. y Snyder, J. P. (1995), *Map Projections. A reference Manual*, Taylor and Francis, Gran Bretaña.
- Butenfield, B. P. et al., (1991), *Map generalization: marking rules for knowledge representation*, Longman Scientific and Technical: London.
- Candeau D., R., A. Veliz, S. M. y V. Roseel S. (1994), *Atlas Regionales y Especiales*. Teoría y Práctica, Facultad de Geografía, UAEM.
- Canto, C. (1988), *Los mapas temáticos*. Trabajos prácticos de Geografía Humana, Síntesis, Madrid.
- Clarke, J. I. (1997), *Population geography and the developing countries*, Pergamon Press, New York, USA.
- Clarke, J. I. (1991), *Geografía de la población*, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Claval, C., et al. (1987), *Discretisation et representation Cartographique*, Maison de la Geographie: GIS Reclus, Montpellier, 116 pp.
- Cortizo A., T. (1998), *Los Gráficos en Geografía*, Tría – Ka Gijón, España.
- Cuenin, R. (1972), *Cartographie générale*, Editions Eyrolles, París. T. 1 (Collection Scientifique DE L' INSTITUT GEOGRAPHIE NATIONAL).
- Cuff, D. J. (1982), *Thematic maps: their design and production*, Methuen, New York.
- Dent B., D. (1993), *Cartography: thematic map design*, W. C. Brown Communications Dubuque, USA.
- Errázuriz K., A. M., et al. (1988), *Cartografía Temática*, Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

- Ferras, R. (1993), *Les modèles graphiques en géographie*, Economica Reclus, Collection géo-poche.
- Franco, M. S. y M. E. Valdez P. (2003), *Principios básicos de cartografía y cartografía automatizada*, Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- George, P. (1973), *Población y poblamiento*, ediciones península, Barcelona.
- George, P. (1991), *Diccionario de geografía*, Ediciones Akal, Madrid.
- Ghosh, B. N. (1985), *Fundamentals of population geography*, Sterling Publishers.
- Gómez E., M. C. (1994), *Método de Isolíneas*, Métodos de representación cartográfica en Geografía Social y Económica. Geosofía, Apoyos a la Investigación y Docencia, Colegio Mexicano de Geógrafos Posgraduados, A. C.
- Gutiérrez de MacGregor, M. T., 819659, *Desarrollo y distribución de la población urbana en México*, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- INEGI (1981), *Guías para la interpretación de cartografía*, Secretaría de Programación y Presupuesto, México.
- Jiménez P., J. y V. M. Martínez L. (2001), *La documentación cartográfica*. Tratamiento, gestión y uso, Universidad de Huelva, España.
- Joly, F. (1979), *La cartografía*, Trad. Julio Morencos Tevor, Barcelona – México. Ariel.
- Joly, F. (1988), *La cartografía*, Traducción D. Bas Vilassar de Mar, Oikus-Tau Barcelona.
- Keates, J.S. (1989), *Cartographic design and production*, Longman Scientific and Technical, England.
- Keates, J.S. (1996), *Understanding maps*, 2nd Edition, Addison Wesley, Longman Limited.
- Kraak, M. J. y Ferjam, O. (1996), *Cartography: visualization of spatial data*, Longman England.
- Lawrence, G. R. P. (1962), *Cartographic methods*, Methuen, London.
- López, L. R. (1962), *Distribución geográfica de la población en la República Mexicana*, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- MacEachren, A. M. and Taylor D.R., Fraser. (1994), *Visualization in modern cartography*, Pergamon, New York.
- MacEachren, A. M. (1995), *How maps work. Representation, visualization and design*, the Guilford Press, New York.
- Majella, J. G. (1988), *Cartography in the media*, The University of Quebec Press, Quebec.
- Martin, D. (1991), *Geographic information system and their socioeconomic applications*. Neil Wrigley, London.
- Mather, P. M. (1991), *Computer applications in geography*, John Wiley and Sons, Chichester.

- Monkhouse, F. J. (1978), *Diccionario de términos geográficos*, Oikos Tau Barcelona.
- Monmonier, M. (1993), *Mapping it out*, The University of Chicago, Tesis.
- Monmonier, M. (1996), *How to lie with maps*, 2nd Ed. The University of Chicago Press, London.
- Monmonier, M. and Schnell, G. (S/F), *Map appreciation*.
- Muehrcke, P. C. (S/F), *Map use reading analysis interpretation*, J. P. Publication, Madison, WI Third Edition.
- Noin, D. (1988), *Géographie de la population*, Masson, Paris.
- Rimbert, S. (1964), *Cartes et graphiques: initiation a la cartographie appliquée aux sciences humaines*, SEDES, Paris.
- Rimbert, S. (1967), *Lecons de cartographie thématique*, Société D' Edition D' Enseignement Supérieur, Paris.
- Robinson, A. (1987), *Elementos de cartografía*, Trad. Rosa Ma. Ferrer, Omega Barcelona.
- Salitchev K., A. (1979), *Cartografía*, Trad. Isabel Álvarez, Pueblo y Educación, La Habana.
- Valdés, L. M. (1988), *Población reto del tercer milenio*, Coordinación de Humanidades, UNAM, México.
- Wood, C. and Keller C. P. (1996), *Cartographie design theoretical and practical perspectives*, John Wiley and Sons, New York.
- Woods, R. (1982), *Population analysis in geography*, Longman, New York, USA.
- Woods, R. (1985), *Theoretical population geography*, Longman, London.
- Zelinsky, W. (1971), *Introducción a la geografía de la población*, Vicens Vives, Barcelona.

FUENTES CARTOGRÁFICAS

- Coll-Hurtado, A. y M. L. Godínez Calderón (2003), *Caracterización de los espacios agrícolas*, La agricultura en México: un atlas en blanco y negro, Instituto de Geografía, UNAM, México, p. 141.
- Coll-Hurtado, A. y J. Morales (1991), *Maquila en la frontera norte*, Atlas Nacional de México, volumen 3, Hoja VI.9.5, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Coll-Hurtado, A. y M. T. Sánchez-Salazar (1991), *Recursos mineros para la economía*, Atlas Nacional de México, volumen 3, Hoja VI.8.1, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Gómez-Escobar, M. C. (2003). IV. 19, *Inmigrantes al Istmo de Tehuantepec de Oaxaca y Veracruz, 2000*, Atlas Regional del Istmo de Tehuantepec, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Gutiérrez de MacGregor, M. T. y R. Vidal-Zepeda (1989), *Dinámica de la población urbana*, Atlas Nacional de México, volumen I, Hoja III.1.5, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Ortiz Alvarez, M. I., M. C. Juárez Gutiérrez y M. C. Gómez Escobar (1998), *Población en edad reproductiva*, Atlas Nacional de México, Volumen I, Hoja III.1.6. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Ortiz-Alvarez, M. I., M. C. Gómez-Escobar y M. C. Juárez-Gutiérrez (1998), *Distribución de la población 1980*, Atlas Nacional de México, volumen I, Hoja III.1.2, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Padilla y Sánchez, R. J. y J. F. Aceves-Quesada (1992), *Geología del NE de México*, Atlas Nacional de México, volumen 2, Hoja IV.1.1, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Sánchez-Salazar, M. I., S. González-Dávila, M. Martínez-Galicia y E. Sánchez-Yañez (1991), *Sorgo, 1989*, Atlas Nacional de México, volumen 3, hoja VI.2.5, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Uribe-Jaimes, G., C. Güemez-Sandoval y M. C. Gómez-Escobar (1992), *Clima e incidencia de paludismo, 1988*, Atlas Nacional de México, volumen 2, Hoja V.3.1, Instituto de Geografía, UNAM, México.