

Fundamentos Cartográfico

Efraín Moreno Rodríguez Msc



Universidad Tecnológica del Chocó
Diego Luis Córdoba

Universidad Tecnológica del Chocó
"Diego Luis Córdoba"
Nit. 891680011

Dirección: carrera 2ª N° 24ª – 32
Quibdó – Chocó - Colombia

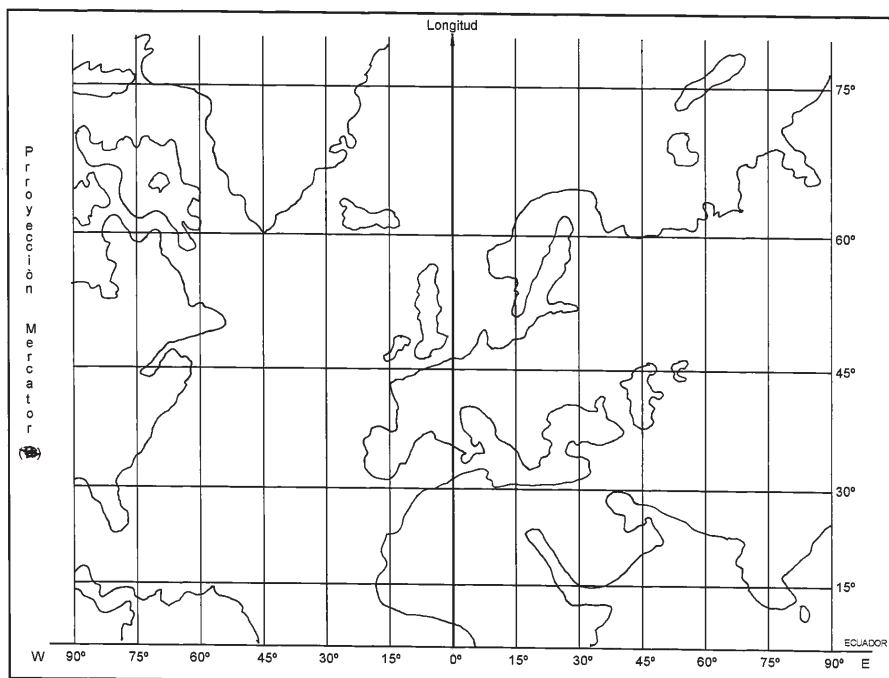
DAVID EMILIO MOSQUERA VALENCIA
Rector

JULIO HALABY GUERRERO
Vicerrector de Investigaciones

Impreso: Grupo Gráfico 2

FUNDAMENTOS CARTOGRÁFICOS

EFRAÍN MORENO RODRÍGUEZ MSc



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CHOCÓ

CONTENIDO

Introducción

En el libro “Fundamentos cartográficos” se desarrollan cuatro ejes temáticos: el campo y el objeto de la cartografía, las representaciones cartográficas, el proceso de elaboración de un mapa y las clases de mapas.

Del campo y objeto de la cartografía se deriva el conocimiento de métodos y reglas por parte del cartógrafo, ya que el mapa es una obra de arte. El vínculo con otras ciencias y el conocimiento de técnicas manuales y automáticas empleadas en el proceso de elaboración de un mapa.

En cuanto a las representaciones cartográficas se considera como principal al mapa, que es herramienta y arma fundamental de la descripción de la tierra. Por tal razón se describen y se explican sus características.

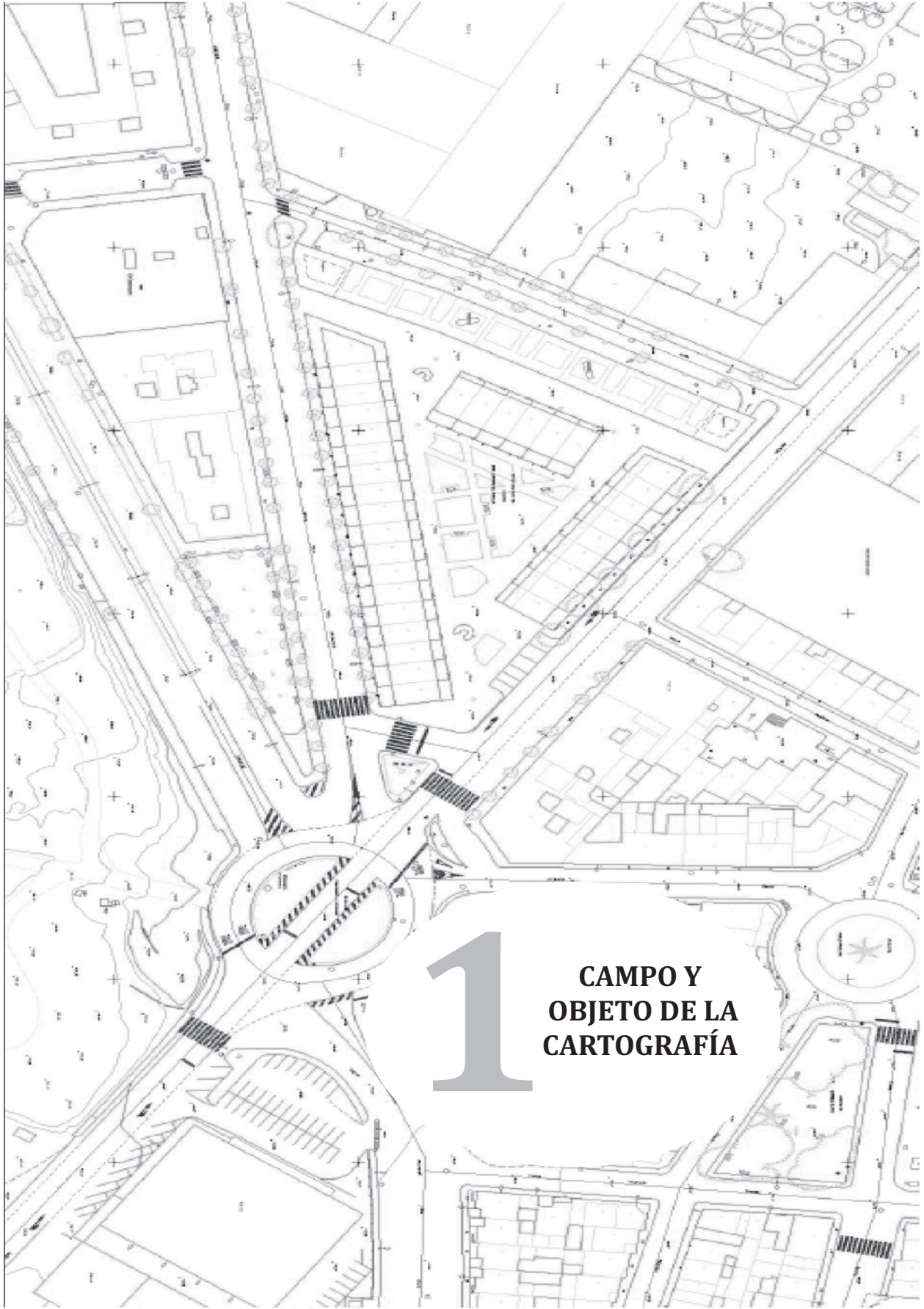
Por ser el mapa la representación cartográfica más importante, es indispensable conocer sus características, funciones y elementos para poder aplicarlas en su proceso de elaboración. En especial el lenguaje y las características geométricas del mapa, esto es, la escala, las coordenadas terrestres y el sistema de proyecciones. Por último, las

clases de mapas, en donde se describen y se explican las características de cada uno aplicando en sus procesos de elaboración las bases empleadas en la construcción general de un mapa.

1. Campo y objeto de la cartografía	9
1.1 Definición de la cartografía	11
1.2 Objeto de la cartografía	11
1.3 La cartografía y otras ciencias	12
1.4 Desarrollo tecnológico de la cartografía	13
2. Representaciones cartográficas	15
2.1 El globo	17
2.2 El plano	18
2.3 Curvas de nivel	19
2.4 Perfiles	19
2.5 El mapa	20
2.5.1 Funciones del mapa	21
2.5.2 Elementos del mapa	22
2.5.3 Elaboración de un mapa manual y automática	26
2.5.4 Como utilizar un mapa	27
3. Lenguaje cartográfico	29
3.1 El sistema de comunicación gráfica	31
3.2 Funciones del lenguaje gráfico	32
3.3 Componentes del lenguaje cartográfico	33
3.3.1 Componentes de localización	33
3.3.2 Componentes de cualificación. Modo de implantación	34
3.4 Niveles de medidas o de cuantificación	35
3.5 Símbolos cartográficos	36
3.6 Variables visuales	39

3.7 Percepción de las variables visuales	43
3.8 Propiedades de la percepción de las variables visuales	44
4. La escala	47
4.1 Formas de indicar la escala	49
4.1.1 Escala numérica. Casos que se presentan	49
4.1.2 Escala gráfica	57
4.1.3 Escala hipsométrica – batimétrica	59
5. Coordenadas terrestres	61
5.1 Coordenadas geográficas	63
5.1.1 Paralelo – Latitud	64
5.1.2 Meridianos – Longitud. Hora internacional. Línea de cambio de fecha	62
5.2 Coordenadas planas	71
5.3 Coordenadas geográficas planas	75
5.4 Coordenadas polares. Mediciones	77
6. Proyecciones cartográficas	83
6.1 Superficie geométrica desarrollable	85
6.2 Deformaciones	86
6.3 Clases de proyecciones	87
6.3.1 Proyecciones según la superficie utilizada. Cónicas (subdivisiones). Cilíndrica (subdivisiones) y Azimutal (subdivisiones)	87
6.3.2 Proyecciones en función de la principal deformación. Conformes. Equivalente. Equidistantes	104
6.3.3 Proyección según la inclinación de la figura empleada. Normales (cónicas – cilíndricas y azimuta). Transversales (cónicas – cilíndricas y azimuta)	106

7. Clases de mapas	109
7.1 Mapas en función del propósito de elaboración	111
7.1.1 Mapa general. Topográfico (elementos- símbolos – colores- elaboración – mediciones). Mapa cartográfico o general propiamente	111
7.1.2 Mapa temático. Símbolos. Símbolos complementarios. Clases (cualitativos y cuantitativos: subdivisiones)	128



1

**CAMPO Y
OBJETO DE LA
CARTOGRAFÍA**

1.CAMPO Y OBJETO DE LA CARTOGRAFIA

1.1 Definición de la cartografía

La palabra cartografía se desprende de las raíces griegas, carta = mapa y graphein =describir, grabar. La Asociación Cartografía Internacional (I.C.A), considera que la cartografía, es “el arte, la ciencia y la técnica de hacer Mapas y, su estudio como documento científico como obra de arte”: para lo cual se recopilan y se analizan los datos y medidas de toda o de una de las partes de la superficie terrestre.

La cartografía es Arte, en la medida en que la elaboración de un mapa exige el uso de un conjunto de métodos, reglas, habilidades y destrezas, por parte del cartógrafo. Ciencia, en cuanto a que los fenómenos representados requieren del análisis y evaluación de su organización por el cartógrafo. Y técnica por los diferentes procedimientos y herramientas manuales y automáticas que se deben emplear en el proceso de elaboración de un mapa.

Modernamente se define la cartografía, como la ciencia, el arte y la técnica que trata de la elaboración de las representaciones cartográficas, su análisis y su uso.

1.2 Objeto de la cartografía

Raisz (1965) establece, que “ el objeto de la cartografía consiste en reunir y analizar datos y medidas de las diversas regiones de la tierra y representarlos gráficamente a una escala reducida, pero de tal modo que todos los elementos y detalles sean claramente visibles” para poner de manifiesto la consideración de la superficie terrestre el mapa es el instrumento principal para el cartógrafo.

Actualmente la cartografía es un elemento esencial de la comunicación,

de la comprensión y de la interpretación de la tierra, sus paisajes, sus sociedades y sus interacciones espaciales. Además permite al hombre localizar, explorar, delimitar, administrar, intercambiar bienes y servicios y apoyar las actividades de producciones entre otros.

1.3 La cartografía y otras ciencias

La cartografía como ciencia de hacer mapas y demás representaciones cartográficas, en el proceso construcción de estos utiliza aporte de otras ciencias que le aportaran conocimiento de los distintos fenómenos que pretende representar. En ese proceso se relaciona con las ciencias que requieren de representación, ubicación y análisis como:

-La cosmología, describe y estudia los elementos del universo, aporta a la cartografía los aspectos relacionados con la ubicación.

-La geodesia, ciencia matemática que tiene por objeto determinar la forma y el tamaño de la superficie esférica de la tierra y su correspondiente representación sobre un plano.

-La topografía, tiene por objeto representar gráficamente sobre el papel con todos los accidentes de la superficie, brinda valioso apoyo a la cartografía en cuanto a delimitación y descripción detallada del terreno con el apoyo de procedimientos planimétricos y altimétricos.

-La geografía, ciencia cuyo objeto es describir y analizar la variación de la distribución espacial de los fenómenos abióticos y bióticos y culturales que se encuentran en la superficie terrestre, producto de la interacción existente entre ellos. Su aporte a la cartografía y a otras ramas del conocimiento, consiste en dar respuestas adecuadas a los siguientes problemas básicos: *Cómo?*, *Dónde?* y *Por qué?*

La cartografía también se relaciona con las ciencias que han experimentado la necesidad de precisar en aspectos relacionados con la vida cotidiana, organización social, política, educativa y de las comunicaciones, como las ciencias de la educación, la ciencia política, la economía, la sociología, la aviación, la estadística entre otras. En el caso de la estadística es una ciencia aplicada a los fenómenos masivos como: los problemas sociales, económicos, técnicos y de las ciencias

físico-química; establece un cierto tipo de relación entre esos fenómenos.

La cartografía como arte de representar sobre un plano los elementos o fenómenos que se observan sobre la superficie terrestre, es la herramienta fundamental para las ciencias que tienen relaciones, tanto en los procesos de investigación, como en la representación de resultados.

Como técnica que es, la cartografía tiene sus propios métodos, los cuales han evolucionado con el tiempo y los ha puesto al servicio de las diferentes ciencias relacionadas con los aspectos naturales y sociales que se dan en la tierra.

1.4 Desarrollo tecnológico de la cartografía

En el presente siglo, la cartografía ha experimentado un desarrollo tecnológico acelerado, como consecuencia de los progresos científicos y técnicos logrados en varios dominios, pero especialmente en los siguientes:

-La aviación, la cual permitió la toma de fotografías aéreas de la superficie terrestre.

-La fotogrametría, o técnica de elaboración de mapas a partir de fotografías aéreas.

-La electrónica y la óptica, las cuales han perfeccionado aparatos de alta precisión para medición de distancias y ángulos.

-La computación y los sistemas, gracias a los cuales se ha permitido estudiar en mayor detalle, los fenómenos que tienen lugar sobre la superficie terrestre y sus cambios periódicos.

En la actualidad, la cartografía es uno de los campos en los cuales la tecnología puede mostrar con más rapidez sus adelantos. Ella es utilizada en muy variados campos. Desde el catastro y la planificación económica, hasta la construcción de obras públicas, como puertos,

carreteras, ferrocarriles, distritos de riego, minería y muchos otros.

El futuro de la cartografía es la automatización, la cual se lleva a cabo mediante el empleo de computadores, mesas digitalizadoras, plotters y programas especializados. La información gráfica y alfanumérica de los mapas puede así almacenarse en cintas o discos para emplearse cada vez que sea necesario consultar, reproducir o actualizar el mapa.



2

REPRESENTACIONES
CARTOGRAFICAS

2. REPRESENTACIONES CARTOGRÁFICAS

Las representaciones cartográficas son el globo, el plano, el mapa, las curvas de nivel y los perfiles. De los cuales el más importante es el mapa. Al respecto Ecker (1961) afirma “el mapa es la herramienta y el arma de la descripción científica de la tierra”.

2.1 El globo

El globo, es una representación esférica convencional, a escala de toda la tierra; que reúne a la vez condiciones de equivalencia y conformidad; sobre la cual se establece la disposición respectiva de la superficie terrestre. Por su forma es la mejor representación de la tierra. (Fig.1)



Figura 1: El globo

Por su característica esférica, el globo es la representación cartográfica de toda la tierra que mas se ajusta a la realidad, Sin embargo, por razones de escala, la información que ofrece es muy abstracta. Sobre su superficie curva se representan los continentes, los océanos con su área y forma sin desfiguración alguna, sobre el globo o esfera terrestre es posible observar también las direcciones y distancias representadas correctamente.

A pesar de las ventajas fundamentales que ofrece el globo terrestre posee también algunas desventajas que dificultan su empleo:

aplicación. El plano por lo general no requiere del uso de convenciones y su contenido que es muy concreto se puede interpretar muy fácilmente.

2.3 Curvas de nivel

Las curvas de nivel, son las líneas que sobre un mapa unen los puntos que se presentan a igual altura, delimitando que se encuentran a un mismo nivel. Las curvas de nivel resultan de la proyección de las cortas latitudinales sobre un plano de referencia (Fig.3)

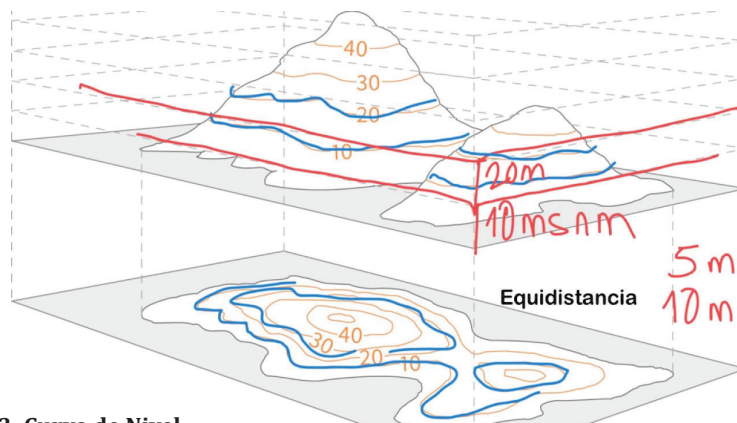


Figura 3: Curva de Nivel

En la figura, se explica la presencia de las curvas de nivel sobre el plano A - B, a partir de la proyección de los niveles obtenidos de un sector de montaña (idealizado) en la cual las alturas se encuentran plenamente establecidas. La separación entre las curvas y las formas que presentan dependen fundamentalmente del índice de la pendiente y la morfología del terreno.

2.4 Perfiles

Los perfiles, son representaciones de tipo lineal que permiten establecer las diferencias latitudinales que presentan a lo largo de un recorrido y muchos otros fenómenos dependientes. De acuerdo con la constante que guarde la dirección de su recorrido se les clasifica como longitudinales y transversales (Fig.4).

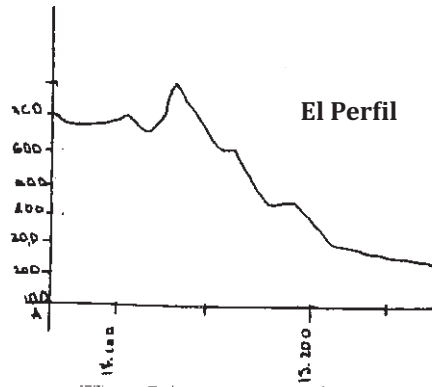


Figura 4: Perfiles

2.5 El Mapa

El mapa o carta es una representación convencional a escala sobre un plano de toda o una parte de la superficie curva de la tierra. Debe haber condiciones de equivalencia entre el mapa y el mundo real. El instrumento que lo permite es el tipo de escala empleada. Como tal el mapa representa en posición relativa los fenómenos abstractos o concretos naturales y culturales que se encuentran en la superficie terrestre.

Los mapas desde la antigüedad se iniciaron con el propósito de representar el mundo conocido, apoyándose en teorías filosóficas que lo han constituido hoy en una fuente importante de información. Una gran parte de la actividad humana esta relacionada de una u otra forma con la actividad cartográfica.

El mapa es un documento estético, agradable de consultar, dotado de un poder real de sugestión producto de concepciones racionales y lógicas. Posee numerosas aplicaciones por ello toda persona debe aprender a leerlo, a fin de poder captar la información que contiene.

El mapa tiene muchas ventajas comparado con el globo terrestre. Entre las ventajas figuran: permitir representar sobre un plano los objetos observados, en su posición absoluta y relativamente a las distancias y

direcciones; la facilidad de su manejo y la posibilidad de representar en tamaño mayor que en las áreas que en el globo aparece muy pequeña. La mayor desventaja que representan los mapas se debe su naturaleza plana, pues la superficie de la tierra es curva y el mapa siempre contiene deformaciones. Solamente en los mapas de áreas muy pequeñas estas deformaciones carecen de importancia. Para reproducir en la superficie plana de los mapas, la superficie curva de la tierra con la menor deformación posible, se emplean las proyecciones.

2.5.1 Funciones del mapa

El mapa como principal representación cartográfica, dentro de sus funciones, se destacan las siguientes:

- 1) Representar en un plano la superficie de la tierra
- 2) Facilitar una información fidedigna respecto del comportamiento espacial de los fenómenos naturales y culturales que se desarrollan en la superficie terrestre.
- 3) Dar una visión global, localizada y mensurable de los fenómenos en sus relaciones espaciales.
- 4) Trasmitir los valores culturales de la humanidad de generación en generación.
- 5) Generar conocimiento. Así el cartógrafo posibilista tiende a representar por medio de la observación y con el uso de herramientas cuantitativas tales como la estadística descriptiva las pruebas, las mediciones, los cuestionarios y las encuestas. Esto hace que las representaciones sean estáticas y muy centradas en teorías.
- 6) Trasmitir con rapidez y precisión grandes cantidades de información espacial.
- 7) Como instrumento de poder las distorsiones que ocurren en las representaciones cartográficas, según la proyección utilizada ha sido aprovechada por diversos países a través de la historia. Así se han

elaborados mapas que tienen como objetivo principal resaltar aspecto de la división política, económica y administrativa de un espacio por apropiar.

8) Transmitir ideas, análisis e interpretaciones sobre la geografía de las diversas regiones de la tierra.

2.5.2 Elementos del mapa

Los elementos del mapa son: el fondo, límite exterior, información de borde, indicación de norte, información marginal. Interpretar estos elementos es leer el mapa, facilitar el proceso de comunicación y comprender el significado del mapa.

1) Fondo del mapa, denominado también cara del mapa, es la superficie que contiene la información del mapa, modulado por los colores y signos.

2) Límite exterior, es un marco (opcional) alrededor de la línea de borde, es utilizado generalmente en mapas topográficos.

3) Información de borde, es la información representada por medio de figuras, marcas, coordenadas, colocadas entre el límite borde y el límite exterior. No todos los mapas utilizan el mismo sistema de coordenadas, ya que también estos dependen en gran parte de la escala y del recubrimiento territorial. Para mapas de cubrimiento local se utilizan las coordenadas planas; pero para mapas de cubrimiento nacional o mundial se utilizan las coordenadas geográficas. Es conveniente definir el sistema de coordenadas utilizadas para evitar errores. Se debe evitar el empleo de mapas que no tengan coordenadas.

4) Indicación de norte, es la orientación que deben tener los mapas respecto a los puntos cardinales. Toda persona debe estar en capacidad para utilizar un mapa en el terreno. Para ello debe saber como orientarlo, es decir, colocarlo en forma tal que sus direcciones coincidan con la realidad. En los mapas aparece comúnmente la rosa náutica o una flecha, que indica el norte. Casi siempre el norte

corresponde a la parte superior del mapa; el sur a la inferior; el este a la derecha y el oeste a la izquierda. Si se coloca una brújula sobre el mapa y se mueve éste hasta hacer que el norte de la brújula y del mapa coincidan. Así el mapa estará orientado y nos podemos guiar por el. (Fig.5)



Figura 5: Direcciones principales de un mapa

Si no se tiene brújula se puede colocar el mapa de manera tal que el lado que representa el este, corresponda con el este verdadero, que es aproximadamente por donde se ve salir el sol cada mañana. Los mapas que representan áreas pequeñas pueden ser orientados tomando como base algún elemento. Una vez que el mapa este orientado se pueden ir distinguiendo en los datos que interesan.

Una manera fácil de orientar un mapa, es que cuando se viaja por carretera o se esta en una ciudad, el método más fácil es hacer coincidir su dirección con la de la carretera o la calle de la ciudad en la cual nos encontramos.

5) Información marginal: es la información requerida para evaluar, interpretar y usar el mapa. Sus elementos son titulo, leyenda, convención, diagrama de localización y la historia del mapa.

-Titulo, es el nombre del mapa e indica su contenido. También se le define como la descripción más generalizada del contenido del mapa. Debe estar en una posición relevante. A veces el mapa requiere subtítulo. El título principal identifica el área geográfica, mientras que el subtítulo explica el tema del mapa. El texto utilizado para el título debe ser el más grande que aparece en el mapa.

- Leyenda, la leyenda es el área donde se describen los símbolos utilizados en la temática a tratar. Todo símbolo debe tener su leyenda, que puede ser expresada a través de un color o de un signo. La leyenda es el traductor de cada símbolo. Los símbolos son los agentes comunicadores entre el mapa y el usuario. La expresión de cada símbolo debe ser muy clara, sin dejar ningún vacío o ambigüedad en la interpretación.

Da una visión general de la simbología utilizada, expresada de forma fácilmente legible y comprensible, a partir de la cual el lector del mapa entiende correctamente que tipo de información está almacenada en él.

Tradicionalmente se coloca la leyenda a la izquierda, a la derecha, o en la parte inferior en el caso de los mapas que tienen marcos. Cuando el área que enmarca la información gráfica del mapa es irregular, la leyenda puede ser posicionada como una columna larga vertical, que está a lo largo del margen izquierdo o derecho.

- Convenciones, hacen referencia a los símbolos del mapa base o topográfico y pueden ser ubicados en la información marginal como parte de la leyenda. La representación de los fenómenos se establece en el mapa por medio de un gran número de signo o señales, que corresponde a una simbología de por sí universal. Estos símbolos constituyen el lenguaje del mapa, que se debe conocer para poderlo interpretar. Antes de usar el mapa se debe conocer exactamente la simbología a utilizar. Para tal fin en la gran mayoría de los mapas se incluyen una ilustración adicional en la parte inferior del mismo que explica la correspondencia de estos símbolos. Para mayor información se deben consultar las tablas que contienen los principales signos convencionales adoptados internacionalmente, que aparecen en la parte marginal de las planchas y mapas.

-Diagrama de localización, son pequeños esquemas o mapas que muestran la ubicación geográfica del área dibujada respecto al país o departamento, etc.

- Escala, se debe mostrar una escala grafica y/o numérica. Los mapas con información cuantitativa (población, temperatura, etc.), necesitan una indicación de la escala para señalar el tamaño del área cartografiada. Los mapas que muestran información cualitativa (suelo, vegetación, geología, etc.), deben tener escala gráfica y numérica. Los matices hipsométricos-batimétricos esto es la identificación de los tonos y colores que posee el mapa es de gran utilidad ya que el establecimiento de escalas cromáticas permite la representación de los diferentes niveles de altitud que presenta el relieve, a partir de una línea de referencia que por lo general corresponde a nivel del mar. Para la distribución de los matices batimétricos permite el reconocimiento del relieve submarino.

-Historia del mapa, es una nota que describe los datos usados para la compilación del mapa y que puede proporcionar al usuario confiabilidad sobre el documento. La historia debe incluir: la fuente, la fecha de los datos, la proyección cartográfica utilizada, la fecha de publicación del mapa, la empresa que lo elabora y las restricciones para su uso. (Fig. 6)

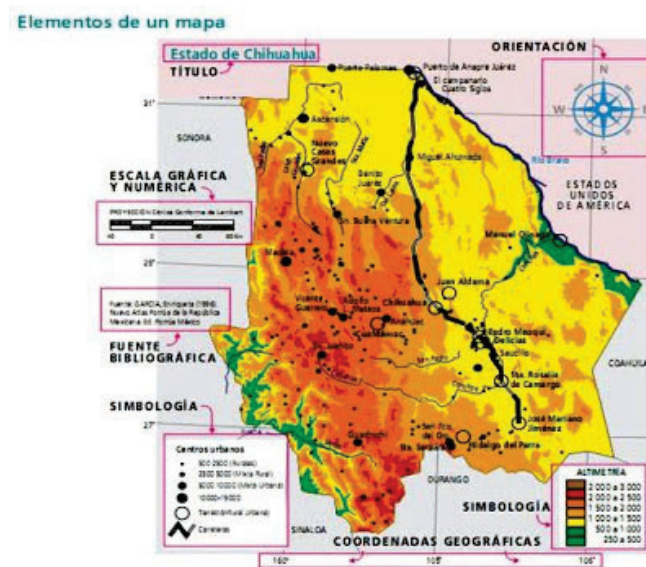


Figura 6: Elementos del mapa

2.5.3 Elaboración de un mapa

El mapa se puede elaborar de dos maneras, por medios manuales y por medios automáticos.

1) Elaboración manual del mapa

Las fases de la construcción o elaboración de un mapa son:

- a) Selección del fenómeno o fenómenos que se van a representar en el mapa. Pueden ser bióticos, abióticos y culturales. De ellos debe tener conocimiento el cartógrafo.
- b) Determinar la localización espacial del área donde se ubica el fenómeno o los fenómenos. De este depende el tipo de escala, coordenadas y proyecciones que se deben utilizar. Así como los diagramas de localización.
- c) Determinar el tipo de escala, coordenadas y proyección que se van a necesitar.
- d) Indicar el propósito del mapa que se va a emplear.
- e) Seleccionar el tipo de símbolos que se van a utilizar según la clase de mapa que se desea construir.
- f) Determinar la orientación del mapa, es decir, colocarlo en forma tal que sus direcciones coincidan con la realidad.
- g) Trazar las líneas interior y exterior para dibujar la información del borde. Es optativo el empleo de las dos líneas.
- h) Registrar y dibujar la información marginal (título, leyenda, convención, diagrama de localización, historia del mapa y la fuente de información).
- i) Seleccionar las herramientas de trabajo tanto manuales como automáticas que vayan a utilizar. Así como el tipo de papel.
- j) Dibujar la carta o mapa seleccionado.

2) Elaboración automática de un mapa

Para levantar el mapa de una región utilizando medios automáticos es necesario cumplir las siguientes actividades principales, en orden secuencial:

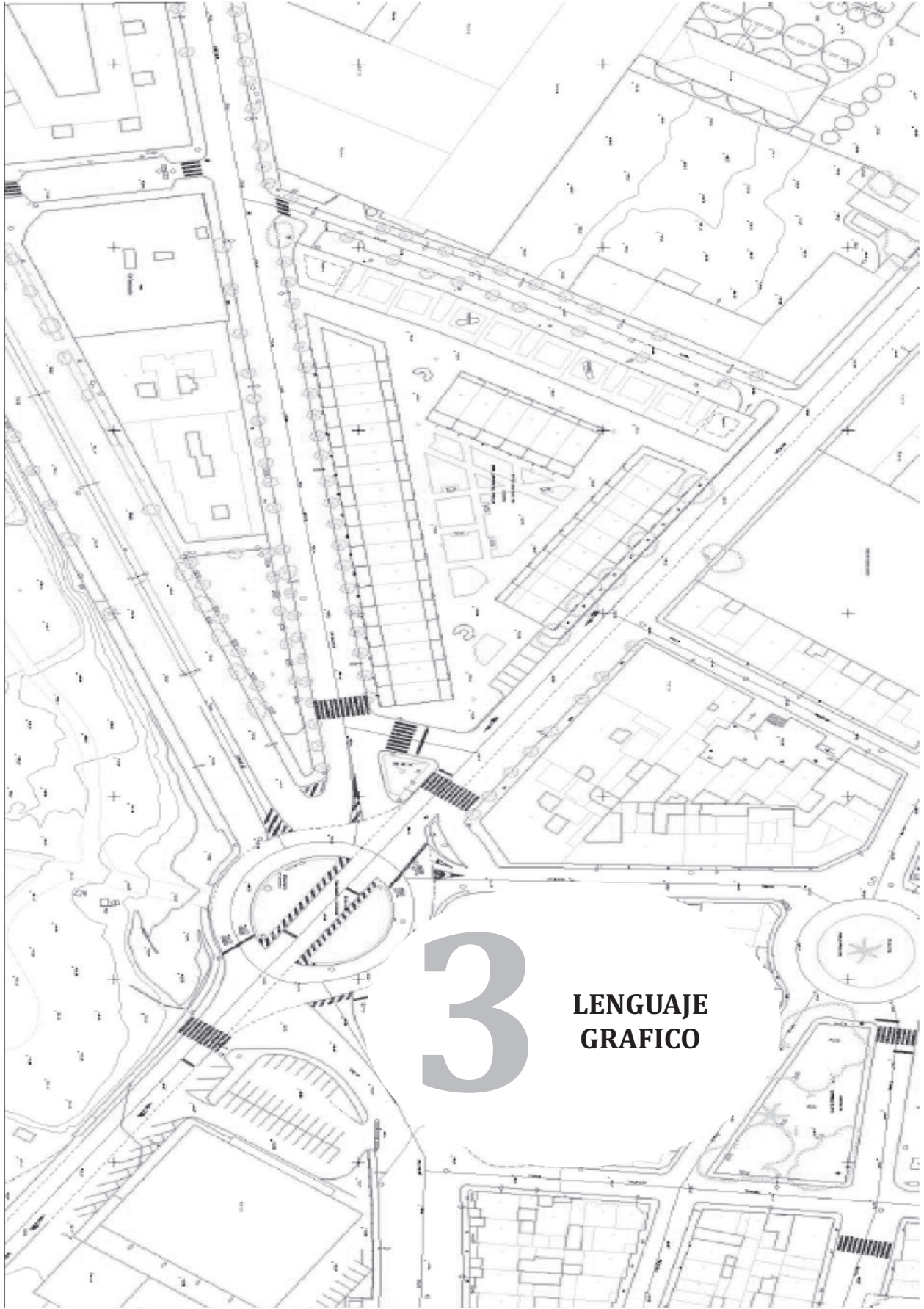
- a) Toma de fotos aéreas a la escala adecuada, según el destino del mapa.

- b) Determinación del fotocontrol o de las coordenadas geográficas de una serie de puntos previamente seleccionados sobre las fotos, las cuales serán la base para la localización adecuada de los distintos objetos observados sobre las fotos. Estas coordenadas son básicamente: longitud, latitud y altitud. La longitud y la altitud se pueden transformar en coordenadas planas (en metros).
- c) Restitución o traspaso de la información de las fotos a un plano, la cual se hace mediante aparatos de restitución.
- d) Levantamiento de la nomenclatura o de los nombres de sitios en el terreno.
- e) Dibujo final e impresión del mapa.

2.5.4 Como utilizar un mapa

Los mapas son representaciones gráficas de la superficie de la tierra. Hay muchas clases de mapas, pues varían, tanto por su tamaño y forma como por la finalidad a que son destinados.

Todo mapa contiene una enorme cantidad de información geográfica, pero para obtener esa información hace falta aprender a leer los mapas. Además de su valor para el estudiante de geografía, el mapa es muy útil a toda persona culta, debido a las facilidades de que hoy disponemos para viajar. Si sabemos leer los mapas de las ciudades (planos) y los mapas de carreteras, nos será fácil recorrer un país desconocido, y obtendremos un conocimiento detallado de muchos aspectos de las zonas que visitemos con solo consultar el mapa.



3

**LENGUAJE
GRAFICO**

3. LENGUAJE GRAFICO

El lenguaje grafico o cartográfico es un sistema de signos mediante el cual el cartógrafo expresa una idea. Es universal por que emplea una gama de símbolos fácilmente comprensibles por cualquier persona. Por ser exclusivamente visual, esta sometido a las leyes fisiológicas de la percepción de imágenes. Conocer las propiedades del lenguaje cartográfico para poder utilizarlo lo mejor posible es el objetivo de la semiología grafica, ciencia que estudia los símbolos y dicta las reglas de este lenguaje o por lo menos sus principios. Al igual que la gramática que dicta las reglas de la lengua escrita o el solfeo de la música.

La semiología grafica se vincula a la vez con las diversas teorías de las formas y de su representación desarrolladas por la psicología contemporánea, y con las teorías de la información. Aplicada a la cartografía, la semiología grafica permite evaluar las ventajas y las limitaciones de las variables visuales empleadas en el simbolismo cartográfico y por consiguiente formular las reglas de un uso racional del lenguaje cartográfico.

3.1 El sistema de comunicación cartográfica

Es un proceso que comprende cuatro elementos: el mundo real, el cartógrafo, el mapa y la concepción del usuario (Fig. 7).

-El mundo real o mundo exterior, es el fenómeno del medio ambiente natural o cultural que proporciona la información.

-El cartógrafo, guarda el contenido de las imágenes representadas y profundiza sobre el tema tratado.

-El mapa, es la imagen visual del mundo real.

-Concepción del usuario, transcribe un pensamiento bajo la forma de



Figura 7: Sistema de comunicación cartográfica

sistema de símbolos en donde el sentido general es dado por la temática que representa y lo que especifica la leyenda.

El proceso es irreversible dado que la información requerida por el usuario es producida por quien elabora el mapa. De allí que es necesario conocer el lenguaje cartográfico para poder comunicarse con los usuarios del mapa.

3.2 Funciones del lenguaje gráfico

El lenguaje cartográfico tiene tres funciones fundamentales: registrar, procesar y comunicar la información:

-Registrar: es hacer un inventario de todos los elementos existentes sobre la información a utilizar. En el mapa debe hacerse un inventario de todos y cada uno de los diferentes símbolos que deben emplearse.

-Procesar, es analizar el contenido de la información a representar, separando o integrando los diferentes temas, de manera que puedan ser interpretados y relacionados.

-Comunicar, es transferir conocimientos, ideas o información que se hacen intangibles cuando los símbolos que se interpretan son entendidos. Los mapas son por lo tanto, medios de comunicación visual, elaborados con propósitos definidos, que dan respuesta a las necesidades de información de los usuarios.

3.3 Componentes del lenguaje cartográfico

Los componentes del lenguaje cartográfico según Bertin (1973) son de localización y de cualificación:

3.3.1 Componentes de localización

Los componentes de localización, del lenguaje cartográfico son las coordenadas geográficas, las cuales son determinadas por dos dimensiones privilegiadas del plano, perpendiculares una respecto de otra: los ejes X (latitud) Y (longitud) (Fig.8) permite representar sobre un plano los objetos observados en la superficie terrestre, a la vez en su posición absoluta y relativamente a las distancias y a las direcciones.

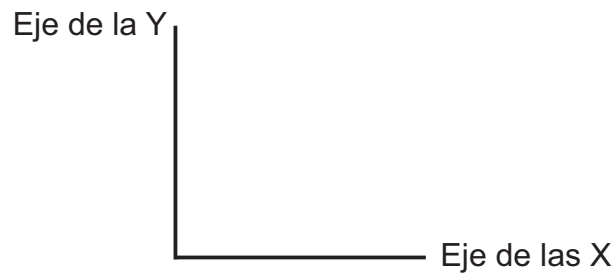


Figura 8: Componentes de localización

De manera que el plano cartográfico es una figura del espacio que posee unas propiedades métricas considerables. Esto es lo que confiere la superioridad del mapa sobre el simple cuadro numérico: el mapa da una visión global localizada y mensurable de los fenómenos, al mismo tiempo que sugiere por si mismo nuevas medidas, nuevos datos y nuevos desarrollos.

3.3.2 Componente de cualificación

El componente de cualificación o componente Z, lo constituye la modulación del fondo del mapa mediante una mancha (color o signo) que es según una características de lugar : cualitativa, cuantitativa o ambas.

1) Modos de implantación

Se trata de una modulación, según los casos esta mancha ocupa una superficie más o menos extensa: se trata de los componentes o modos de implantación de la mancha sobre el plano. En función del objeto o del fenómeno tal como existe en el terreno, se distinguen tres modos de implantación: (Fig.9)

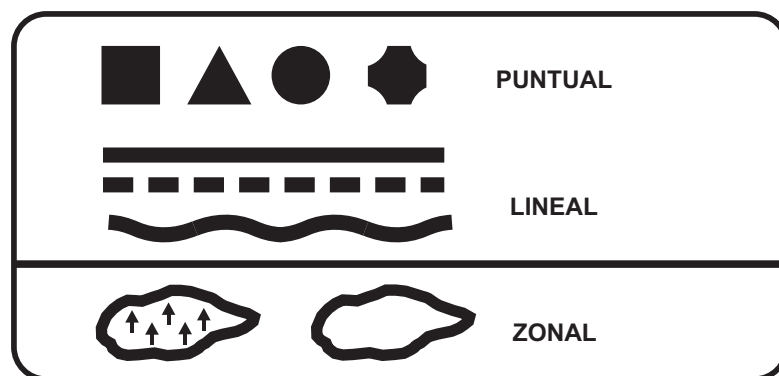


Figura 9: Modos de implantación

-Modo de implantación puntual, cuando la superficie cuando la superficie ocupada es insignificante, pero no obstante localizable con precisión. Se usa fundamentalmente para ilustrar rasgos puntuales del terreno ejemplo: mojones, puentes etc.

-Modo de Implantación lineal, cuando la amplitud de la señal es negligible con respecto a su longitud, pero que a pesar de todo puede ser trazada con exactitud, ejemplo: un rio, un camino etc.

-Modo de Implantación zonal, cuando cubre sobre el terreno una superficie suficiente para ser representada en el mapa mediante una

superficie proporcional homóloga. Define datos que tienen una extensión en dos direcciones. Ejemplo: la representación de áreas selváticas, de áreas erosionadas, etc.

3.4 Niveles de medidas o de cuantificación

Es la forma como se relaciona la información en el mapa. Están definidos bien sea por las características comunes o por las relaciones que existen entre las diferentes variables que constituyen un mapa. Esto significa que sus componentes pueden ser de naturaleza diferente, estar unidos por relaciones de orden o expresar cantidades diferentes. Según ROBINSON (1995), cuatro niveles de medida deben considerarse: nominal, ordinal, de intervalo y de relación. (Fig.10)
















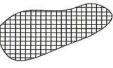






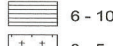
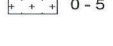
	PUNTUAL	LINEAL	ZONAL
NOMINAL	 VIVIENDA  MINA  IGLESIA	 RIO  CAMINO  LIMITE CANTONAL	 SELVA  PASTO  CLIMA TROPICAL
ORDINAL	CIUDADES  GRANDE  MEDIANO  PEQUEÑO	VIAS  AUTOPISTA  CAMINO  SENDERO	 MUY AFECTADOS POR EROSION  POCO AFECTADOS POR EROSION
NUMERICA	 UN PUNTO = 100 PERSONAS  1.000 500 100 SIMBOLOS PROPORCIONALES	 ISOLINEAS 100 80 60  LINEAS DE FLUJO 1mm = 50 BUSES	DENSIDAD (H / km ²)  11 - 15  6 - 10  0 - 5 SIMBOLOS COROPLETICOS

Figura 10: Niveles de medidas

-Nivel nominal, Cuando las variables del mapa son diferenciables unas de otras, según medidas cualitativas, ejemplo: un camino se diferencia de una carretera, un pantano de un desierto.

-Nivel ordinal, cuando las variables del mapa se diferencian en clases según medidas cuantitativas, ejemplo: pequeño, mediano y grande, edades rendimiento académico etc.

-Nivel de intervalo, cuando se producen medidas numéricas entre clases o rangos. Para emplear los intervalos se utilizan unidades estándar que expresan las diferencias en términos de esas unidades. Ejemplo: los intervalos de elevaciones del terreno expresadas en metros sobre el nivel medio del mar:

0	_____	1.000 m
1.001	_____	2.000 m
2.001	_____	3.000 m
3.001	_____	4.000 m
4.001	_____	5.000 m

Los intervalos de elevación son 1000 sobre el nivel medio del mar, otro ejemplo lo constituyen las temperaturas indicadas en grados centígrados.

-Nivel de relación, es el valor medido en una escala con un mínimo de cero (0). Ejemplo densidad de población, los porcentajes, los promedios e índices.

3.5 Símbolos cartográficos

Los símbolos cartográficos son la expresión grafica de los objetos o fenómenos representados en el mapa bajo una forma evocadora y simplificada. Como tal son los agentes que permiten la comunicación entre los mapas y los usuarios, convirtiendo a este medio para transmitir una visión del mundo con lo cual se convence al lector.

La expresión de cada símbolo debe ser muy clara para que no quede ningún vacío o ambigüedad en la interpretación del mensaje que trasmite el mapa. A semejanza del escritor delante de su página en blanco, el cartógrafo ensambla letras (símbolos) para formar palabras (imágenes) que se combinaran en la mente del lector para formar un texto armonioso (el documento cartográfico).

Los símbolos cartográficos mas importantes son: de puntos, de líneas, zonales o areales, convencionales y proporcionales.

1) Símbolos de punto, son signos individuales usados para indicar la posición o localización de uno o varios datos espaciales. Una simple figura geométrica o alfanumérica permite la expresión de las características de los elementos en una ubicación particular. Se pueden mostrar tanto las características cualitativas como las cuantitativas, haciendo uso de la forma, el tamaño, la estructura, el relleno y la orientación del símbolo. Se representan así:

Símbolos de puntos:



2) Símbolos de línea, son signos usados para representar datos lineales espaciales con características cualitativas y cuantitativas de los elementos lineales a través del grosor, estructura, color y orientación. Líneas simples (continuas, punteadas, de trazos y de trazos y puntos) y líneas complejas (complementadas por varios símbolos – cruces, “dientes”, ondulaciones, imágenes), se utilizan para expresar las características cualitativas de los elementos lineales. El grosor de los símbolos lineales viene determinado por la relación con la cantidad de una característica (por ejemplo, el volumen de tráfico) o la importancia o jerarquía (por ejemplo, límite de estado, límites provinciales, límites municipales). Las características cualitativas de los elementos lineales se expresan en su mayoría a través de color (otra característica = otro color). La orientación longitudinal del símbolo expresa el sentido “adelante / atrás”, como en la migración de animales o en el movimiento de tropas y la orientación transversal expresa el hecho de que los límites separan zonas con diferentes características.

Los símbolos impresos en los mapas expresan características cualitativas y cuantitativas a la vez de elementos a gran escala, a través del relleno (los colores o el rayo o sombreado) y la delimitación. El relleno se utiliza con más frecuencia, aunque la propia línea de delimitación proporciona a veces la estructura, grosor, color y orientación:

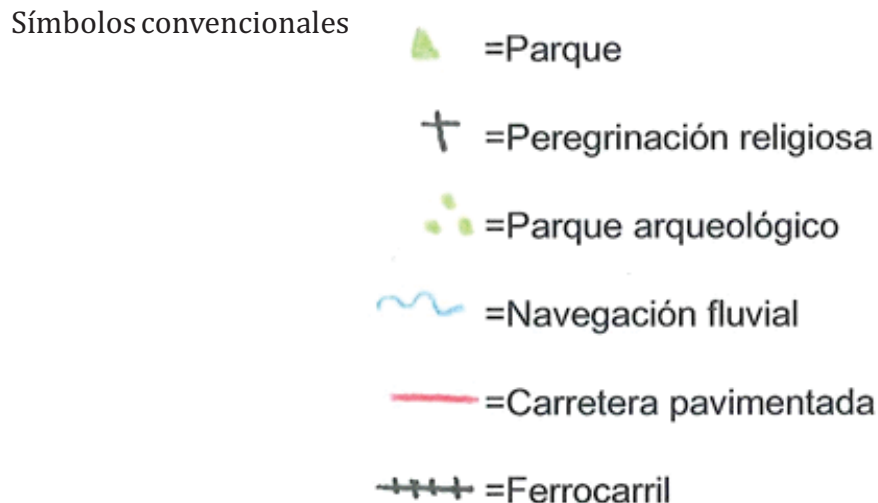
Símbolos de línea:



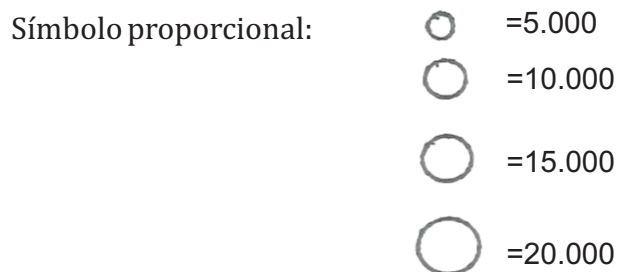
3) Símbolos de áreas o superficie, son los símbolos utilizados para dar información sobre distribución de las características cualitativas y cuantitativas que ocupan una determinada área, como las zonas de cultivo, de suelo, de población:



4) Signos convencionales, son unos esquemas centrados en posición real y que permiten identificar un objeto cuya superficie a escala sería demasiado pequeña para poder ser tratada en proyección:



5) Símbolo proporcional, es un símbolo cuantitativo cuya dimensión varía de acuerdo con el valor del fenómeno representativo:



3.6 Variables visuales

La combinación de ambos componentes geográficos y de un componente de cualificación constituye una imagen cartográfica. Un mapa puede ser una imagen cartográfica simple o una figura formada por la asociación de varias imágenes cartográficas percibidas simultáneamente por el lector. Para realizar tales imágenes, destinadas por definición a ser vistas y leídas por un observador el cartógrafo, al igual que el pintor o el cartelista, tiene que doblegarse a las leyes psicofisiológicas de la percepción visual. Esta es una de las limitaciones principales de la creación cartográfica.

Dentro del arsenal de los procedimientos gráficos el cartógrafo, el cartógrafo ha introducido las variables visuales facilitar al usuario no obligatoriamente especializado la lectura rápida y la asimilación de lo que hay que captar de esencial en la información. Las variables visuales que ayudan a ilustrar los elementos del mapa son: (Fig.11)

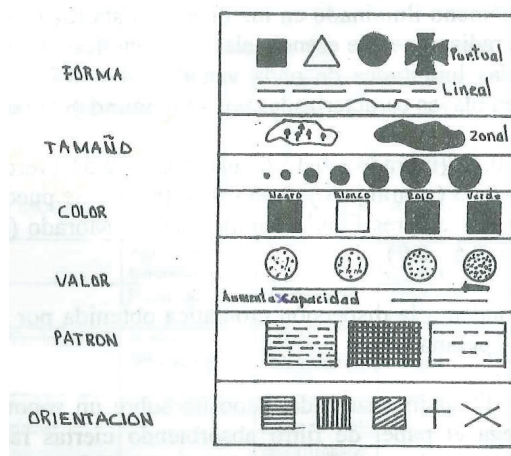


Figura 11: Variables visuales

-Variable forma o configuración de la mancha, permite a la vez una cualificación precisa de los fenómenos y una buena percepción de su similitud o de sus diferencias. Se expresa mediante los modos de implantación, puntual, lineal y zonal. La forma nunca se jerarquiza, por eso se utiliza para valores cualitativos de una variable. La forma geométrica son en general las más seleccionadas para discriminar elementos entre sí.

-Variable orientación, es una variable selectiva sobre todo en implantación zonal. Indica la dirección en la cual los símbolos son ubicados.

-Variable tamaño, es la dimensión de la superficie de la mancha, puede ser proporcional al objeto representado; es la mejor expresión en la comparación entre cantidades dispares.

-Variable el valor es la gradación dentro del color, resulta de añadir el color puro, "o liso", cierta cantidad de blanco que rebaja la tonalidad. La intensidad es una variable selectiva que permite diferenciar los subgrupos de un conjunto de igual tamaño o de una misma forma. Es un muy buen medio de comunicación para ordenar una serie progresiva.

-Variable patrón, corresponde al símbolo zonal que puede ser un arreglo sistemático de señales.

-Variable color o tonalidad, fácilmente perceptible e intensamente selectiva y es también la de más delicado en su manejo y la de uso más costoso. El color es la variable que mas gusta; pero plantea problemas técnicos en su manejo. Las reglas de utilización también son complejas por él lo impone al cartógrafo un buen conocimiento de la variable que muchas veces se escoge arbitrariamente y se maneja mal.

1) Aspecto físico del color- Se llama color de un objeto la sensación fisiológica resultante del conjunto de radiaciones recibidas por el ojo cuando mira un fenómeno iluminado en luz blanca. Esta luz es constituida por un conjunto de radiaciones de esencia electromagnética. En el espectro visible por el ojo las longitudes de onda van 0.4 a 0.7 micro. Este espectro se divide en playas caracterizadas por su longitud y su centro.

Se distingue: 0.4 – 0.42 (morado); 0.42 (azul); 0.47 – 0.54 (verde); 0.54- 0.58 (amarillo); 0.58 – 0.65 8 (anaranjado); 0.65 -0.70 (rojo). Se puede también hacer una división en tres colores fundamentales: azul –morado (0.4 – 0.5); verde (0.5 – 0.6) y rojo (0.6 – 0.7).

Estos colores corresponden a la dispersión cromática obtenida por refracción obtenida a través de un prisma.

El color imprimido o dibujado resulta del depósito sobre un soporte de una capa de tinta que juega el papel de filtro absorbiendo ciertas radiaciones. Cuando la luz blanca alcanza la capa de tinta, una parte se refleja; la otra parte penetra en la capa y absorbida en parte de manera selectiva. La parte no absorbida alcanza el soporte sobre el cual se refleja. Una pequeña parte se pierde en el soporte. Hay que tener en cuenta, el poder de reflexión de la tinta, las características del soporte y mas que todo la permeabilidad de cada tinta a ciertas radiaciones.

Una tinta amarilla por ejemplo absorbe las radiaciones de pequeña longitud de onda correspondiente al color fundamental azul – morado y trasmite las radiaciones de media y alta longitud de onda (verde+rojo), cuyo efecto sobre el rojo es idéntico del medio de la banda (amarillo). Esto es valido para el caso de luz blanca (luz solar). Si se utiliza una fuente de luz artificial donde faltan algunas radiaciones los colores resultantes cambian, por ejemplo, una rosa es roja porque absorbe las radiaciones verdes y azules y trasmite las rojas.

Si se le da luz azul – verde (que no tiene radiaciones rojas) su color se apaga y parecerá gris, color que se debe únicamente a la pequeña cantidad de luz reflejada o difusa.

2) Aspectos simbólicos del color. Todas las obras cartográficas antiguas utilizan el azul para señalar los mares, ríos y el verde para señalar los diferentes tipos de vegetación.

Los elementos esenciales sobre los cuales se quiere insistir se representan en negro o sea por los tonos de las extremidades del aspecto (rojo o azul-morado).

En los diversos estudios temáticos las convenciones de colores son mas o menos arbitrarias, sin embargo, a continuación vemos los colores que usualmente se deben utilizar (tabla No.1)

TABLA NO.1 : USO DE LOS COLORES

	MORADO	AZUL	VERDE	AMARILLO	NARANJADO	ROJO	PARDO
Biogeografía		Agua y humedad		Sequía y calcáreo		Calor	
Fitoecología		Humedad	Subhúmedo	Tendencia a aridez	Semi árido	Árido	
Pedología	Vertisoles	Suelos hidromorfos	Suelos halomorfos	Suelos calcáreos	Suelo sequioxidos		Suelos isohumiforos
Morfología	Acción glaciár	Acción del mar	Acción de las aguas de escurrimiento	Acción del viento	influencias estructurales		
Geología	Triásico	Jurásico	Retáco	Terciario	Rocas eruptivas	Primario	

3) Aspectos estéticos del color. El uso del color en cartografía tiene resultados interesantes, pero el uso sistemático del color a veces resulta que ofenden la sensibilidad artística del lector. Las calidades estéticas muchas veces solo son una preocupación secundaria del cartógrafo, pero el usuario es sensible a la estética porque ella influye mucho en sus primeras reacciones.

El valor artístico del mapa es más que toda función de las armonías de tonos y valores y del equilibrio de los contrastes; condiciones que muchas veces son incompatibles con la representación gráfica.

4) Aspectos fisiológicos del color. Siendo el color esencialmente una sensación fisiológica es de suponer que a diferentes colores se producen diferentes sensaciones y percepciones en el lector lo que lógicamente lo afectan de una u otra forma. Generalmente estos aspectos son bastantes desconocidos por el usuario de los mapas y a veces de los cartógrafos.

Cada una de las variables visuales tiene sus propias preceptiva aunque ninguna las posee todas a la vez. Pero de hecho lo que crea la imagen son las variables más fuertes. Por ello muchas veces es necesario combinar variables. Se puede combinara forma con valor, valor con tamaño, etc.,

3.7 Percepción de las variables visuales

La percepción visual es la herramienta que permite apreciar si el mapa es legible y comprensible en su totalidad. Por ello al diseñar una representación grafica, se debe organizar su contenido, seleccionar adecuadamente los símbolos a utilizar, elegir las variables visuales más convenientes y definir el concepto de percepción visual.

La percepción visual es la respuesta inmediata a la discriminación de los objetos del mapa cuando se le presenta al usuario, lo cual significa que es la habilidad común de entender el contenido del mapa. Ayuda a que el mapa sea legible y se pueda entender. Por ello al diseñar un mapa no solo se debe organizar su contenido, seleccionar adecuadamente los símbolos gráficos y elegir las variables visuales mas convenientes, si no también apreciar si el mapa es legible y comprensible en su totalidad. En la percepción mental hay tres procesos fundamentales: físico, fisiológico y psicológico. (Fig. 12)

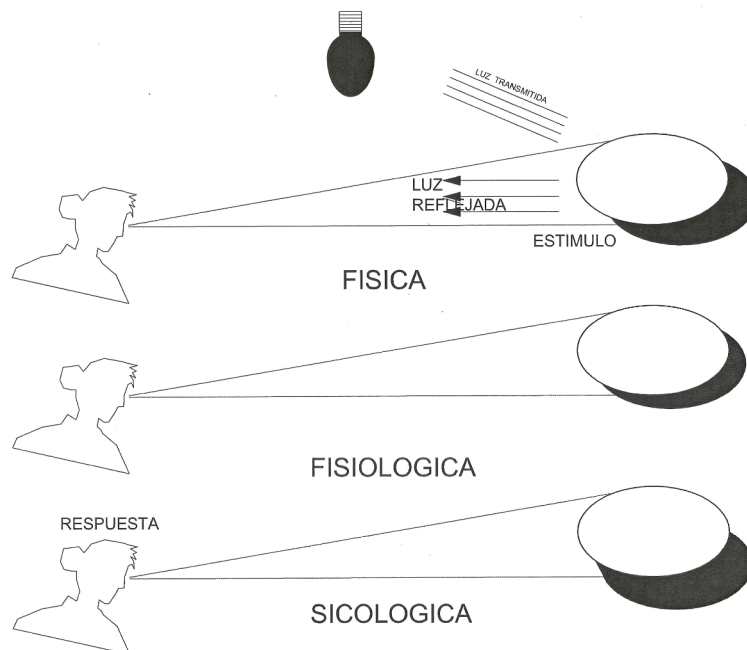


Figura 12: Procesos de la percepción visual

1) Proceso físico, el estímulo y la capacidad que tiene el ojo (retina) de recibir las radiaciones de la longitud de onda proveniente del mundo exterior.

2) Proceso fisiológico, mediante el cual señales recibidas por la retina del ojo causan cambios químicos, estas se envían al cerebro por medio del nervio óptico.

3) Proceso Psicológico, es la captación del mensaje que ocurre cuando se diseña una imagen mental del objeto, esa representación es subjetiva y depende de las experiencias previas del carácter personal y de los intereses del usuario del mapa. La sicofísica, es la relación entre lo que es y lo que se percibe debido a que hay factores de contraste, de ilusión óptica, de organización visual que no todas las personas interpretan de igual manera es la tercera dimensión del mapa.

3.8 Propiedades de la percepción de las variables visuales

Los usuarios de los mapas a veces tienen razones comunes cuando visualizan un símbolo cartográfico. Muchas consideraciones pueden hacerse con respecto a la percepción de las variables visuales en un mapa, es decir a la reacción en la mente humana o a la percepción psicológica a dichas variables. Las propiedades de percepción de cada una de las variables visuales se estructuran en cuatro características (C van Elsacker, 1990): Asociativa, selectiva, ordinal y cuantitativa. (Tab.2)

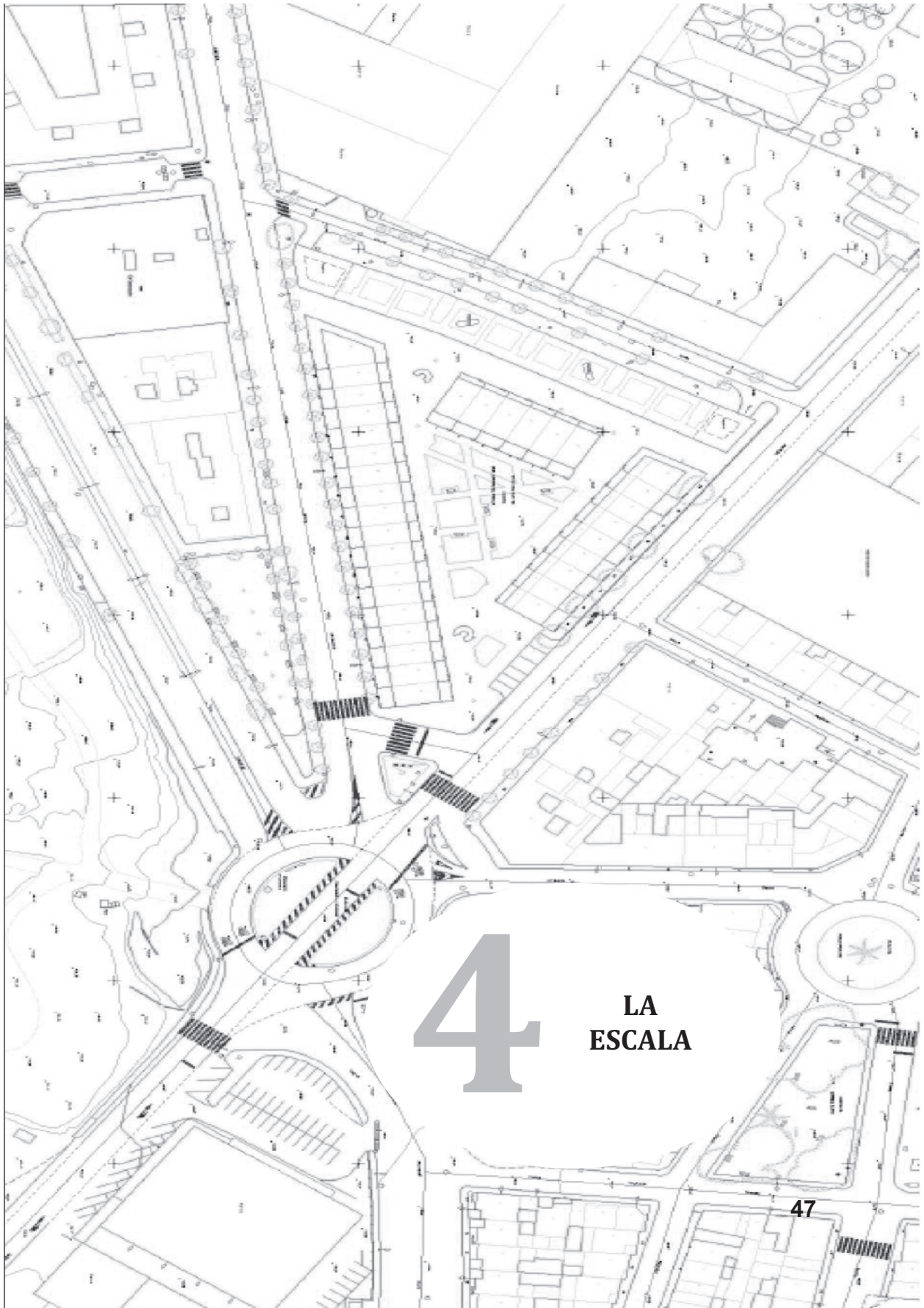
propiedades de la percepción de las variables								
PERCEPCION SICOLOGICA	VARIABLES VISUALES	POSICIÓN	FORMA	ORIENTACIÓN	COLOR	TEXTURA	VALOR	TAMAÑO
	asociativo	+	+	+	+	●	—	—
	selectivo	—	—	●	++	+	+	+
	ordinal	—	—	—	—	●	++	+
	comparativo	—	—	—	—	—	—	++

++	MUY BUENA	●	MODERADO
+	BUENA	—	MALO

Propiedad asociativa, cuando los símbolos se ven con igual importancia. Propiedad selectiva, cuando algunos grupos de símbolos pueden distinguirse uno fácilmente del otro. Propiedad ordinal, cuando se distingue algún orden entre los símbolos.

Propiedad cuantitativa, si se puede distinguirse algún orden en términos de cantidad.

Una vez realizada la percepción visual, el usuario del mapa que logra alcanzar el proceso psicológico de la interpretación, puede llegar a identificar variaciones de símbolos y detectar en detalle situaciones entre las diferentes variables, logrando así un contraste de interpretación de símbolos.



4

LA ESCALA

47

4. LA ESCALA

La escala se define como la relación de proporcionalidad existente entre las medidas u unidades reales y su correspondiente representación en el mapa. Es de gran importancia la escala, ya que la claridad de la información que ofrezca un mapa lo determina la escala. Se calcula comparando una distancia medida en el mapa con su correspondiente en el terreno: sea por ejemplo la escala 1:100.000 en donde el mapa, representa 100.000 unidades de distancia sobre el terreno; es así que en esta escala un centímetro en el mapa corresponde a 1 kilómetro en el terreno. Igual procedimiento se hace con las escalas 1:250.000; 1:500.000 y 1:1.000.000.

En consecuencia todo mapa debe indicar la escala en que fue elaborado, ya que de esta manera el usuario comprenderá el tamaño, el área representada, el contenido y el propósito de lo que se expresa. La correcta elección de la escala es un factor importante para representar con éxito la información deseada.

4.1 Formas de indicar la escala

La escala del mapa se puede indicar de tres formas: numérica, gráfica e hipsométrica-batimétrica.

4.1.1 Escala numérica

La escala numérica o fracción representativa, es la expresión de la escala por medio de una relación que consta de dos términos: unidad (1) y módulo (M); como tal se puede indicar de diferentes formas:

1 : M ; $1 / M$ internacionalmente se adopta la fórmula 1 : M, que se lee 1 es a M. Ordinariamente se expresa así 1:M

En la representación de la escala numérica el numerador indica la unidad y el denominador, el número de veces que se ha reducido la

unidad de distancia de un terreno para poder ser representada en el mapa; lo cual quiere decir, que la escala es relación matemática que liga las distancias del mapa con las del terreno. Se puede expresar mediante la siguiente relación:

$$\frac{1}{E} = \frac{d}{D} \quad \text{en donde}$$

1 = Unidad

E = Las veces en que se ha reducido una distancia para poder ser representada en el mapa.

D = Distancia real en el terreno

d = Distancia correspondiente en el mapa

Si se conoce la longitud de una línea en el terreno (D) y su correspondiente longitud en el mapa (d), es posible calcular la escala de dicho mapa (1/E). De la misma manera, se conoce la escala de un mapa y la longitud de una línea sobre el terreno, por ejemplo, si se tiene un lote de terreno cuyas dimensiones son 20 X 30 metros y se quiere representarlo en un papel de 10 X 15 centímetros; cual será la escala del plano y cuantas veces se reducirán las distancias del terreno?

Para resolver el problema se aplica la relación matemática anotada:

$$\frac{1}{E} = \frac{d}{D}$$

$$\frac{1}{E} = \frac{15 \text{ Cm}}{30 \text{ Cm}} ; \frac{1}{E} = \frac{15 \text{ Cm}}{3000 \text{ Cm}} = \frac{1}{200}$$

La escala del plano es entonces 1/200, lo cual significa que la distancia de terreno se ha reducido 200 veces para poder ser representada en el plano mencionado.

El mismo resultado se logra si se utiliza para el cálculo el lado menor del plano y del terreno, o sea 10Cm y 20Cm.

Como la superficie viene indicada en unidades de distancia al cuadrado y para el calculo interviene las dos dimensiones del plano (lado por lado en el caso de un rectángulo); es claro que para saber el numero de veces que una superficie de un terreno se reduce en su representación a escala, se debe multiplicar esta por si misma. En el caso anterior, la escala de representación es 1/200; el número de veces que las distancias se redujeron fue de 200 veces. Entonces el área se redujo $200 \times 200 = 40.000$ veces más pequeño en el plano.

1) Casos que se presentan en la escala numérica

En la escala numérica se presentan varios casos que están relacionados con la búsqueda de la escala, con la búsqueda de la distancia real, con búsqueda de la distancia representada en el mapa, la relación entre escala, con la ampliación y reducción.

a) Hallar la escala ¿Cuál es la escala de un mapa del chocó si la línea que mide la distancia entre Quibdó y Tadó es de 9.5 cm y en el terreno es de 49 km?

Para hallar, la escala de un mapa del chocó, cuando se conoce que la distancia en el mapa es de 9.5 cm y en el terreno es de 49 km, se procede así:

- Se utiliza la formula

$$\frac{1}{E} = \frac{d}{D}$$

- Los elementos de la formula, se reemplazan con los datos del ejercicio:

$$\frac{1}{E} = \frac{9.5 \text{ cm}}{49 \text{ km}}$$

Se determina la escala correspondiente al mapa del chocó.

$$E = \frac{1 \times 49 \text{ km}}{9.5} = 5 \text{ km}$$

R/ Esc. 1: 500.000

También se puede proceder así:

- Empelando la formula $\frac{d}{1} = \frac{D}{X}$

Los elementos de la formula, se reemplazan con los datos del ejercicio:

$$\frac{9.5 \text{ cm}}{1} = \frac{49 \text{ km}}{X} ;$$

Se determina la escala correspondiente al mapa del chocó.

$$X = \frac{1 \times 49}{9.5} = 5 \text{ km}$$

R/ Esc. 1: 500.000

b) Calcular la distancia sobre el mapa: ¿Cuál es la dimensión de la línea que indica la distancia entre la población del Valle y Ciudad Mutis sobre un mapa del Chocó de escala 1: 500.000 y la distancia real es de 19 km?

Solución

Para determinar la distancia sobre el mapa conociendo la escala que es 1: 500.000 y la distancia real 19 km, se procede así:

- Se hace uso de la formula:

$$\frac{1}{E} = \frac{d}{D}$$

- Los elementos de la formula, se reemplazan con los datos del ejercicio;

$$\frac{1}{500.000} = \frac{d}{19 \text{ km}}$$

- Se determina la distancia representada en el mapa

$$d = \frac{1 \times 19}{500.000} = 3.8 \text{ cm}$$

R/ La distancia sobre el mapa es de 3.8 cm

c) Calcular la distancia real: ¿Cuál es la distancia real entre Quibdó y Tutunendo, si en un mapa del chocó de escala 1:500.000, la distancia está representada por una línea de 2.7cm?

Solución

- Para calcular la distancia real cuando se conoce la escala 1: 500.000 y la distancia representada en el mapa 2.7 cm, se procede así:

- Se hace uso de la formula

$$\frac{1}{E} = \frac{d}{D} \text{ en donde}$$

- Los elementos de la formula se reemplazar con los datos del ejercicio:

$$\frac{1}{500.000} = \frac{2.7 \text{ cm}}{D}$$

- Determinar la distancia real:

$$D = \frac{500.000 \times 2.7 \text{ cm}}{1} = 13.5 \text{ km}$$

R/ la distancia real Quibdó - Tutunendo = 13.5 km

d) Ampliar o reducir la escala: Para ampliar o reducir una escala en un número determinado de veces, basta con multiplicar o dividir su valor por el número deseado.

Ejemplos

1) Ampliar la escala 1:100.000 en 4 veces

$$\frac{1}{100.000} \times \frac{4}{1} = \frac{1 \times 4}{100.000 \times 1} = \frac{4}{100.000} = \frac{1}{25.000}$$

La escala 1:25.000 es 4 veces mayor que la escala 1:100.000

2) para reducir una escala en determinado numero de veces, se divide el valor de la escala por el numero deseado. La escala 1 : 100.000 reducirla 4 veces

$$\frac{1}{100.000} \div \frac{4}{1} = \frac{1 \times 1}{100.000 \times 4} = \frac{1}{400.000}$$

R/ La Escala 1:400.000. es 4 veces menor que la escala 1:100.000

e) Relación entre escalas

En la relación entre escalas numéricas se presentan dos casos:

- Cuando se quiere establecer cual es mayor o menor, por ejemplo, en las escalas

$$\frac{1}{5.000} \quad \text{y} \quad \frac{1}{10.000}$$

En estas escalas la mayor es la escala 1/5.000 porque en esta la unidad ha sido dividida en 5.000 partes que resultan ser mas grandes que cada una de la 10.000 partes en que se divide la escala 1/10.000.

-Establecer en que proporción es mayor una escala con relación a la otra. Para ello, se divide la escala considerada como mayor por la menor; por ejemplo. En las escalas 1:50.000 y 1:100.000, lo primero que se observa es que la primera es mayor a la segunda. Para establecer en que grado es mayor se procede así:

$$\frac{1}{50.000} = \frac{1}{100.000} = \frac{1 \times 10.000}{50.000 \times 1} = 2 \text{ veces}$$

EJERCICIO

Reducir las siguientes escalas a sus múltiples correspondientes: a) 1:2500.000, b) 1:500.000, c) 1:50.000, d) 1:90,
Solución

- a) 1:2'500.000 ; 1 cm = 25km,
 b) 1:500.000 ; 1 cm = 5 km,
 d) 1:50.000 ; 1 cm = 500 m,
 e) 1:90 ; 1 cm = 90 cm

b) Cuando la proporción se da en otros valores: Los valores se deben reducir a la unidad, luego se divide por 100 para reducir centímetros a metros y si es posible por 1.000 para reducir metros a kilómetros.

EJERCICIO

Escribir correctamente la escala correspondiente a la relación: 2.5 dm

en el mapa equivalen a 6.25 km en la realidad.

Solución

a) Se reducen los 2,5 dm a centímetro; $2.5 \text{ dm} \times 10 = 25 \text{ cm}$

b) Se reducen los centímetros al múltiplo correspondiente:

$$\begin{array}{l} 25 \text{ cm} = 6.25 \text{ km} \\ 1 \text{ cm} = X \end{array} \quad ; X = \frac{1 \times 6.25}{25 \text{ cm}} = 0.25 \text{ km}$$

$$1 \text{ cm} = 0.25 \text{ km} \quad ; \quad \text{Esc: } 1:25.000$$

1) Casos que se presentan en la escala numérica: hallar la escala, calcular la distancia real, calcular la distancia correspondiente en el mapa, ampliar y reducir la escala y determinar la escala grafica.

2) ¿Cuántas veces es mayor la escala 1:100.000 respecto a la escala 1:500.000?

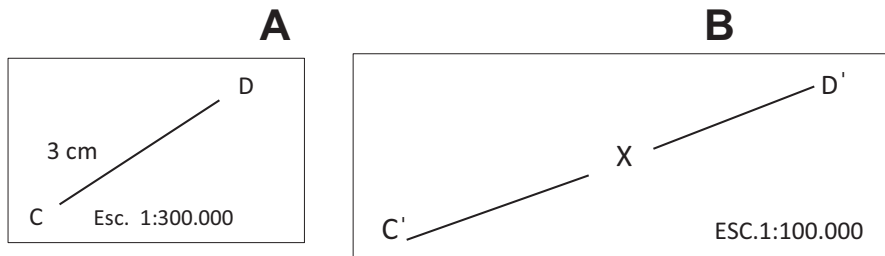
$$\frac{1}{100.000} \div \frac{1}{500.000} = \frac{500.000}{100.000} = 5 \text{ veces}$$

3) ¿Cuánto debe medir la línea entre C y D sobre un mapa de escala 1:100.000 si en otro mapa de escala 1:300.000 esta medida es de 3 cm?

$$\frac{1}{100.000} \div \frac{1}{300.000} = \frac{300.000}{100.000} = 3 \text{ veces}$$

Todo lo que aparece en el mapa A de escala 1:300.000 será 3 veces menor en el mapa B de escala 1:100.000, luego la línea 'C'D' será 3 veces mayor.

$$CD = 3 \text{ cm} \quad ; \quad C'D' = 3 \times 3 = 9 \text{ cm}$$



f) Determinar la escala grafica

La escala numérica incide en la elaboración de la escala grafica, al determinar la dimensión de las unidades y de toda la reglilla o figura. Por tal razón cuanto mas pequeña es la escala numérica es mas pequeño el tamaño de las unidades y de la figura de la escala grafica y viceversa.

4.1.2 Escala gráfica

Es la representación grafica de escala por medio de una reglilla constituida por varios segmentos iguales y contiguos de recta, denominados unidades, que indican, cada uno, un determinado número de metros o kilómetros. (Fig.13) Consta fundamentalmente de dos partes, denominadas cabeza y cuerpo. La cabeza se utiliza para indicar los submúltiplos en que se ha dividido la unidad y se ubica a la izquierda del cero (0). El cuerpo forma el resto de la reglilla y esta constituida por la sucesión de las unidades.

La escala gráfica es importante porque se puede utilizar con gran facilidad para obtener medidas por simple comparación, sin necesidad de realizar operaciones matemáticas.

Además facilita la reproducción fotográfica del mapa, guardando la misma relación escalar que aparece en la reglilla.

Ejemplo

Dibujar la escala gráfica, correspondiente a la escala numérica 1:

50.000 de manera que cada segmento o unidad represente 1 km y sirva para medir hasta 2.5 km.

- Se reduce la escala 1: 50.000 al múltiplo correspondiente
Esc. 1:50.000; 1 cm = 500 m

- Se determina cuanto debe medir cada segmento para que

Indique 1 km en la escala 1: 50.000

$$\begin{array}{l} 1 \text{ c m} = 500 \text{ m} \quad ; \quad X = \frac{1 \times 100.000}{500.000} = 2 \text{ cm} \\ X = 1.000 \text{ m} \end{array}$$

(Cada segmento debe medir 2 cm para que indique 1 km)

- se determina el número de segmento que debe tener la reglilla para que indique el total establecido de 2.5 km

$$\begin{array}{l} 1 \text{ segmento} = 1 \text{ km} \\ X = 2.5 \text{ km} \quad ; \quad X = \frac{1 \times 2.5}{1} = 2.5 \text{ segmentos} \end{array}$$

Al resultado se le agrega una (1) segmento, que constituye la cabeza de la escala 2.5 segmento + 1 = 3.5 segmentos

-Se calcula la longitud total que debe tener la escala para que se pueda medir hasta 2.5 km

$$\begin{array}{l} 2 \text{ cm} = 1.000 \text{ m} \\ X = 2.500 \text{ m} \quad ; \quad X = \frac{2 \text{ cm} \times 250.000 \text{ cm}}{100.000} = 5 \text{ cm} \end{array}$$

- Con estos datos se procede a construir la escala gráfica, agregando 1 segmento para medir distancias más pequeñas

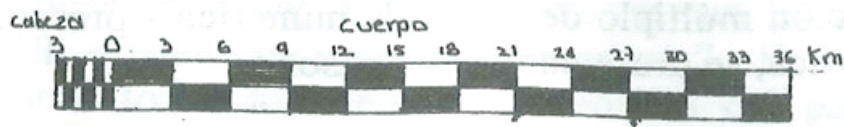


Figura 13: Escala gráfica

4.1.3 Escala Hipsométrica - Batimétrica

Las escalas de matices hipsométricos y batimétricos, se han establecido en los mapas para indicar las variaciones altimétricas del relieve emergido (hipsométrica) y sumergido (batimétrica); fundamentados en valores convencionales de acuerdo con la capacidad del ojo humano para diferenciar o para dejarse impresionar por las tonalidades del gris o por las formas de colores.

De acuerdo con las tonalidades del gris y de las gamas de colores, se han establecido gamas en blanco y negro o en color representadas en forma de pirámides de intensidad ascendente según la siguiente distribución: azul oscuro, azul, azul claro, verde azul, verde claro, verde pálido, verde amarillo, amarillo, amarillo anaranjado, amarillo ocre anaranjado, carmelita claro, carmelita rojizo, rojo carmelita, rojo, rojo intenso y gris. (Fig. 14)

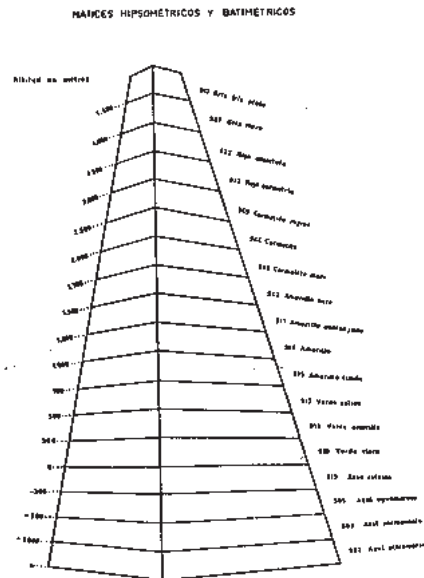
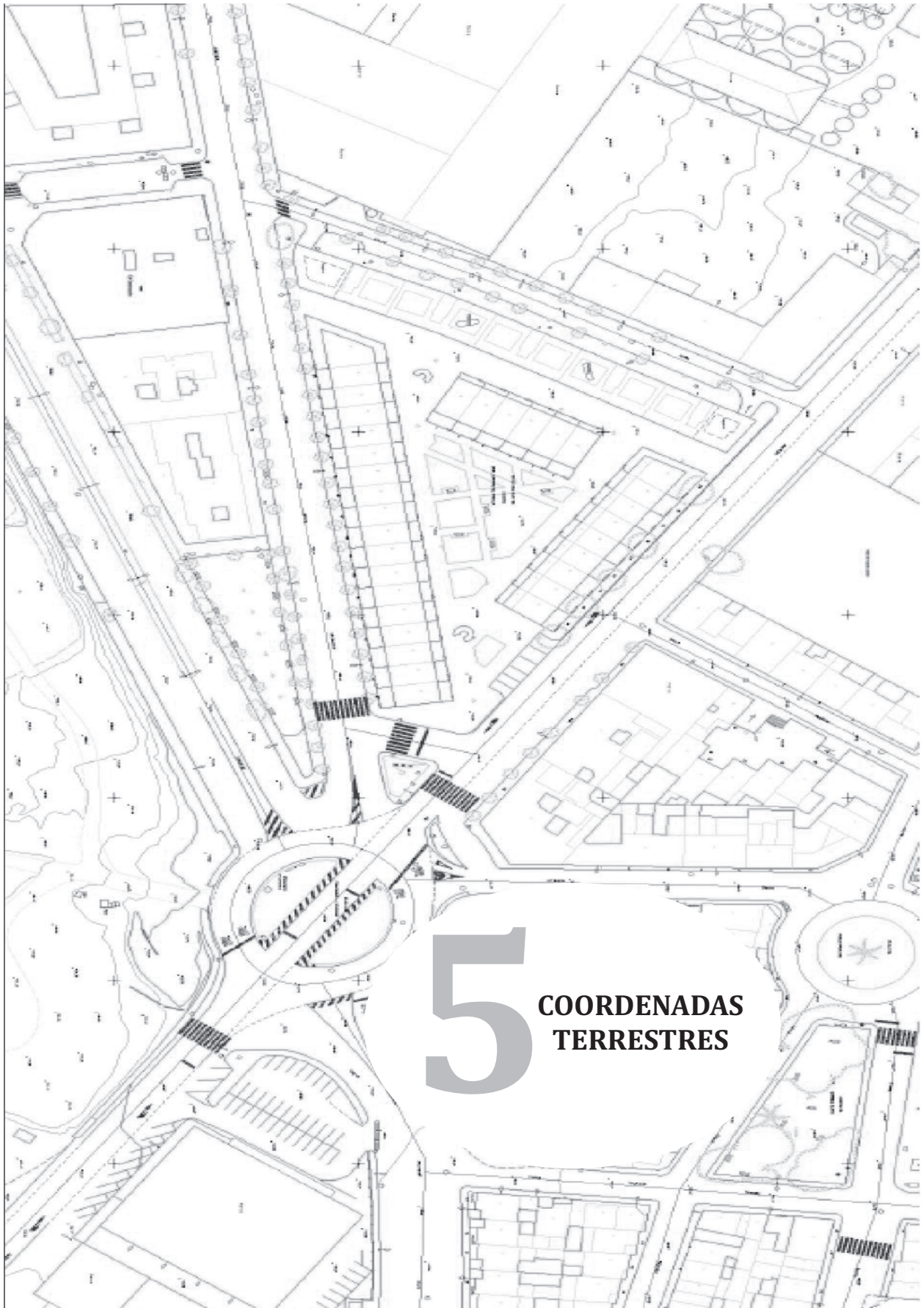


Figura 14: Matrices Hipsométrico - Batimétrico



**COORDENADAS
TERRESTRES**

5

5. COORDENADAS TERRESTRES

Los sistemas coordenados son elementos necesarios que se han establecido para fijar la posición de un punto en el espacio, en tal sentido se les clasifica en geográficas, planas y polares.

5.1 Coordenadas geográficas

Las coordenadas geográficas, son un sistema de tipo universal que toma como referencia el mismo origen para toda la circunferencia o esferoide terrestre. Convencionalmente se han establecido para determinar la posición exacta de un punto sobre la esfera terrestre, por medio de la latitud ($\phi = \text{phi}$) Norte y Sur y longitud ($\lambda = \text{lambda}$) Este y Oeste, empleando el sistema sexagesimal (grados, minutos y segundos) y como punto de referencia los paralelos y meridianos de 0° .

Considerando la tierra como un cuerpo esférico, para determinar la latitud y longitud de un punto, se puede hacer en función de un arco de paralelos o de meridianos; de una magnitud angular; o de una distancia entre los planos de origen y la posición del punto, adoptando siempre el sistema. (Fig.15)

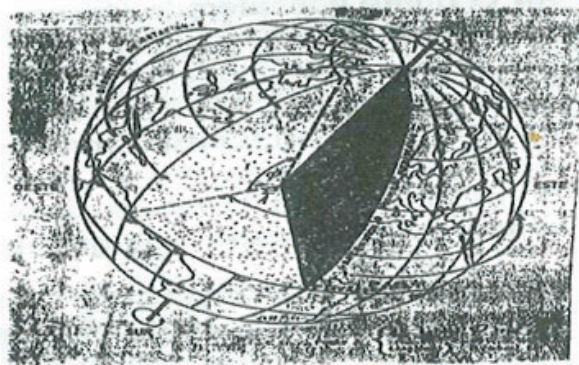


Figura 15: Coordenadas geográficas

Sexagesimal. El método de las coordenadas universales constituye el principio fundamental de la cartografía.

5.1.1 Paralelo - Latitud

Los paralelos, son círculos trazados sobre la esfera terrestre paralelamente al ecuador, hacia el polo norte y hacia el polo sur. Estos círculos van haciéndose más pequeños a medida que se acercan a los polos. Por ello se les considera como círculos menores (Fig.16).

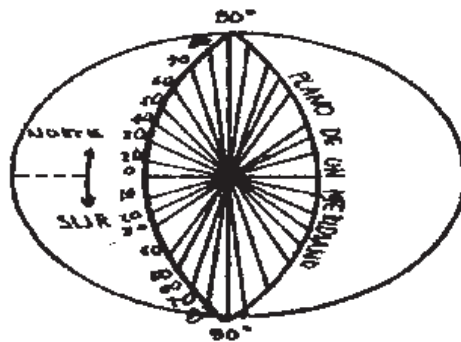


Figura 16: Paralelo - Latitud

La latitud es la magnitud angular comprendida entre el paralelo 0° o Ecuador y el paralelo que pasa por el punto considerado. También se le puede definir como la distancia en grados, minutos y segundos de grados, entre un punto cualquiera y el paralelo 0° .

La distancia en kilometro a la que equivale un grado de dicho meridiano depende de la latitud, a medida que la latitud aumenta disminuyen los kilómetros por grados. Determinar la latitud de un lugar, es averiguar cual paralelo pasa por el lugar. La latitud se expresa en grados sexagesimales.

Todos los puntos ubicados sobre el mismo paralelo tienen la misma latitud. Todos los puntos que se encuentran al norte del Ecuador se les denominan Norte (N). Todos los puntos que se encuentran al Sur del Ecuador se les llaman Sur (S).

La latitud se mide de 0° a 90° . Al Ecuador le corresponde la latitud 0° .

Los polos Norte y Sur tienen la latitud de 90° Norte y 90° Sur respectivamente.

5.1.2 Meridianos - Longitud

Los meridianos, son círculos máximos trazados sobre la esfera terrestre que pasan por los polos (Fig.17).

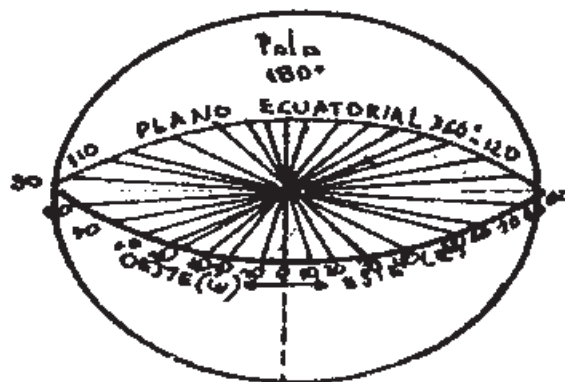


Figura 17: Meridiano - Longitud

Los meridianos se trazan a partir de un meridiano de origen (0°) de referencia el cual divide a la tierra en dos hemisferios: oriental y occidental. Por convenciones internacionales el meridiano que pasa por el observatorio de Greenwich (Londres), es el meridiano de origen de la cartografía de muchos países. La longitud es la magnitud angular comprendida entre el meridiano de 0° y o primer meridiano y el meridiano que pasa por el punto considerado. También se puede definir la longitud, como la distancia en grados, minutos y segundos de grados que hay desde un punto cualquiera del meridiano de origen. Determinar la longitud de un lugar, es averiguar cual meridiano pasa por el lugar.

La longitud se mide a lo largo del Ecuador de 0° a 180° y puede ser oriental (E) y occidental (W), según se tome hacia la derecha o hacia la izquierda del meridiano cero (0°). En el hemisferio oriental la longitud aumenta hacia el este (E) y en el hemisferio occidental aumenta hacia el oeste (W).

Existe una relación directa entre la longitud y la hora internacional, que depende del movimiento de rotación, ya que la tierra para dar una vuelta completa o recorrido de los 360° de su circunferencia ecuatorial gasta 24 horas (exactamente 23 horas, 56 minutos y 4 segundos) a una velocidad angular de $(360^\circ/24)$ 15° por horas, es decir que por cada 15° de recorrido la tierra se demora una hora. Debido a que el sentido de rotación de la tierra es de oeste (W) a este (E), todo punto localizado al este de otro, se encuentra adelantado en una hora por cada 15° o viceversa.

Con el propósito de evitar problemas por la diferencia de horas de un lugar a otro, los gobiernos de algunos países han adoptado varios tipos de horas: hora legal, hora local, hora oficial y la línea internacional de cambio de fecha.

1) Hora legal, es la hora indicada por el meridiano central que pasa por un lugar. En el caso de Bogotá el meridiano central es el de 75° W. por tal razón, todos los lugares o puntos ubicados hasta $7^\circ 30'$ a cada lado de este meridiano, les corresponde la misma hora legal, es decir, el territorio comprendido entre los meridianos $67^\circ 30' W$ y $82^\circ 30' E$. (Fig.18)

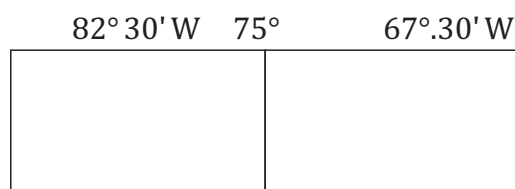


Figura 18: hora legal

Para determinar la hora legal de los diferentes puntos de la tierra, se han establecido los husos horarios, que son 24 franjas convencionales de 15° de longitud cada una, que van de polo a polo.

A todos los puntos ubicados dentro de un mismo huso horario les corresponde la misma hora legal, que será la correspondiente a los múltiplos de 15° , a partir del meridiano cero (0°).

Problema

Cuál es la hora legal de Roma ($11^{\circ} 30' E$) que se rige por el meridiano de ($15^{\circ} E$), cuando en Bogotá ($74^{\circ} 5' y 55'' W$) que rige por el meridiano ($75^{\circ} W$) son las 10 a.m.?

Solución

-Se elabora la gráfica explicativa y en forma aproximada se ubican los datos del problema.

180°	90°	0°	90°	180°

Bogotá 10 am	Roma X
$74^{\circ} 05' 55''$	$11^{\circ} 28' 42''$

- Se determina la hora legal de Roma

- Se determina el numero de usos horarios que hay de diferencia entre Bogota que se rige por el meridiano de $75^{\circ} W$ y Roma que se rige por le meridiano de $15^{\circ} E$: $75^{\circ} + 15^{\circ} = 90^{\circ}$

b) Se reduce los 90° a horas, teniendo en cuenta que por cada 15° de desplazamiento, la tierra se demora una hora: $90^{\circ} / 15 = 6$ horas, es decir es la diferencia horaria entre Bogota y Roma.

c) Como la pregunta esta al este la hora legal de Roma resulta de: $10 + 6 = 14$ horas. Significa que cuando en Bogota son las 10: 00 am en Roma son las 14: 00 pm (4: 00 pm).

2) Hora local, es la hora exacta que le corresponde a cada uno de los puntos de la superficie terrestre, expresada en hora, minutos y segundos y calculada respecto del meridiano de Greenwich.

Problema

¿Cuál es la hora local de Roma que está localizada a $11^{\circ} 28' 42'' W$,

cuando en Bogotá localizada a $74^{\circ} 5' 45''$ son las 8:00 a.m.?

Solución

- Se elabora la gráfica explicativa, en forma aproximada, se ubican los datos el ejercicio.

180°	90°	0°	90°	180°
	$75^{\circ} 5' 55''$			
		Roma		
		8:00 am	X	

- Se determina la diferencia de longitud teniendo en cuenta que si los puntos están en diferentes hemisferios se suman o si están en el mismo se restan. (E+W) E; +E; E-E; W-W) $74^{\circ} 05' 55'' + 11^{\circ} 28' 42'' = 85^{\circ} 48' 37''$

- Se determina la diferencia del tiempo: dividiendo la diferencia de longitud por 15.

$$\text{Diferencia de tiempo} = \frac{\text{Diferencia de longitud}}{15}$$

$85^{\circ} \quad 35' \quad 37''$

$\frac{15}{\text{-----}}$

$5 \text{ h} - 42' 22'' \frac{7}{15}$

$10 \times 60 = 600$
 635
 35
 $5 \times 60 = 300$
 337
 37
 7

Diferencia de tiempo 5 horas 42 minutos 22 segundos.

Se suma o se resta la diferencia de tiempo a la hora dada, teniendo en cuenta que si la pregunta está a la derecha, como ocurre en esta ocasión (este del punto de referencia) se suma o viceversa

$$8:00 - 00 - 00 + 5 - 42 - 22 = 13 \text{ h } 42' 22'' \text{ 7/15}$$

R/ Cuando en Bogotá son las 10 a.m. en Roma son las 13 horas 42 minutos y 22 segundos.

3) Hora oficial, es la hora adoptada y reglamentada por muchos países que por razón de su distribución territorial, respecto a la longitud geográfica y razones políticas, económicas o comerciales, no puede ceñirse exactamente a la hora lega.

Ejemplo, la distribución horaria oficial de países de latitudes medias como Estados Unidos y partes de México que durante el verano adelantan la hora o en el invierno la atrasan.

4) La línea internacional de la fecha, al ser establecido el sistema de los husos horarios fue necesario determinar a partir de cual meridiano comenzaría a contarse el nuevo día. La línea donde comienza el nuevo día del calendario se denomina Línea Internacional de la Fecha, que atraviesa el Pacífico de un polo al otro, sin pasar por ningún país importante.

La línea internacional de la fecha no corresponde exactamente al meridiano de 180°, sino presenta desviaciones para impedir que atravesase algunas islas del Pacífico.(Fig.19)

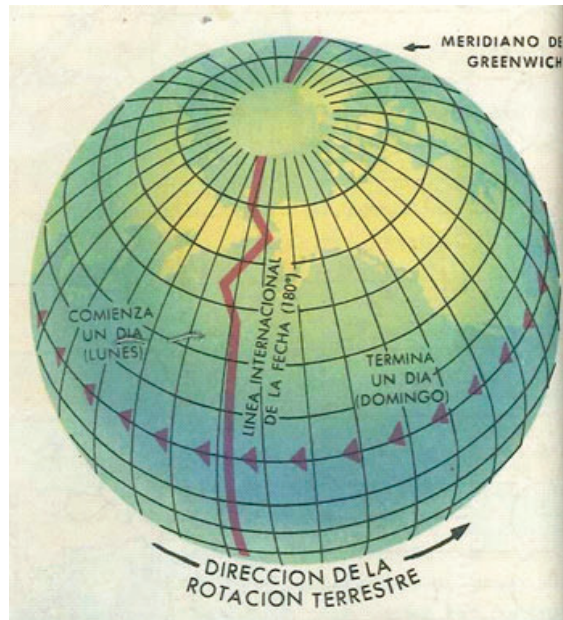


Figura 19: Línea Internacional de fecha sobre la esfera terrestre

De acuerdo con el sistemas de los husos horarios, como puede verse en la (Fig.20) , un viajero que dé la vuelta al mundo, moviéndose siempre hacia el este, o sea, en la misma dirección en que rota la tierra, debe adelantar su reloj una hora por cada 15° de longitud que recorra.

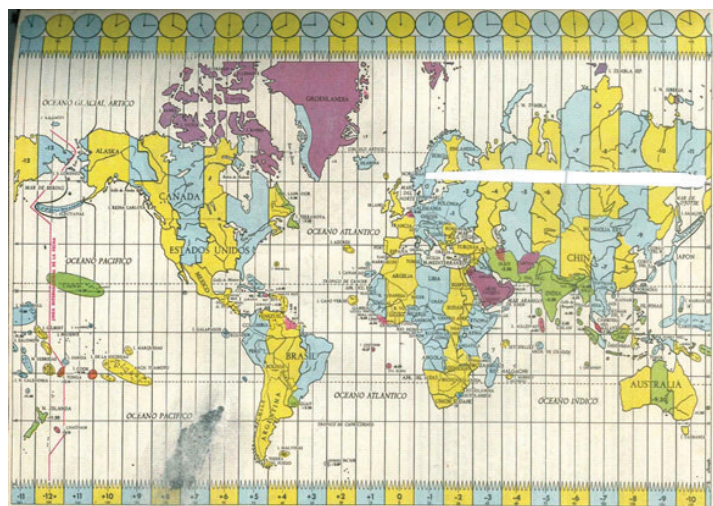


Figura 20: Husos horarios

Si se dirige al oeste, en dirección contraria a la rotación terrestre, deberá atrasarlo. Cuando un viajero atraviesa la línea internacional de la fecha, debe repetir un día si se dirige de oeste a este; y debe omitir un día si viaja de este a oeste.

Al oeste de la línea es un día, y al este, es el día anterior. De esta manera si un avión sale de la isla de Wake en dirección a Hawái, en el Pacífico “habrá llegado antes de salir”, pues al pasar la línea internacional de la fecha habrá atrasado un día. Debido a esto podemos oír por la radio el domingo, noticias que “ocurrieron en Japón el lunes”.

5.2 Coordenadas Planas

Las coordenadas planas o rectangulares son un sistema constituido por una serie de líneas rectas verticales denominadas ordenadas o eje de las “yes” que se cortan formando ángulos rectos con una serie de líneas horizontales, denominadas abscisas o ejes de las “equis” (Fig.21).

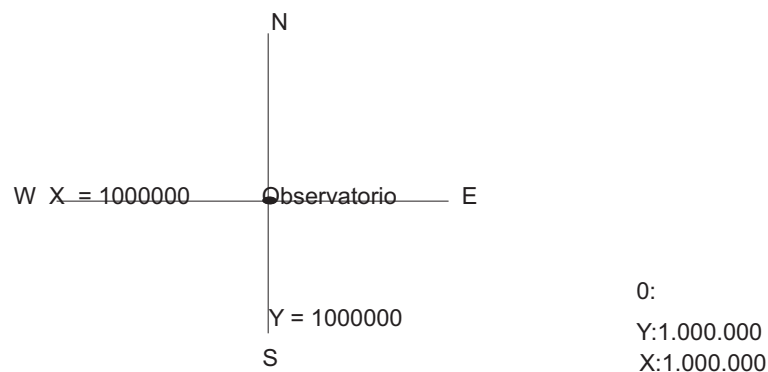


Figura 21: ejes de origen para Colombia

Las medidas se determinan mediante el sistema métrico decimal y se consideran a partir de los dos ejes de origen cuyos valores se establecen convencionalmente.

Para el caso de Colombia los ejes X - Y pasan prácticamente por el centro del territorio y se cortan en el Observatorio Astronómico Nacional.

Se adoptan los valores a partir de los ejes de origen o de referencia: $X=1000.000$ m, $Y=1000.000$ m, para evitar el empleo de números negativos, ya que ningún punto de Colombia se encuentra a más de 1.000 km de los ejes de origen. Los ejes de origen citados son especiales para trabajar sobre planchas o mapas topográficos por su gran precisión en la localización de un punto.

En este sistema los valores aumentan y son positivos hacia el este y el norte y disminuyen o son negativos hacia el oeste y al sur. Se adoptan los valores $y=1000.000$ y $x=1000.000$ para evitar el empleo de números negativos ya que ningún punto de Colombia se encuentra a más de 1.000 kilómetros de los ejes de origen.

En la localización de un punto por medio de las coordenadas planas se presentan dos casos: Cuando se conocen las coordenadas planas de origen de un punto determinado y cuando no se conocen.

Cuando se conocen las coordenadas planas de origen de un punto. Se procede así:

Problema:

Empleando una escala 1:25.000 y utilizando como referencia $Y=1.049.000$; $X=1.102.000$, ubicar la posición del punto L, cuyas coordenadas son $Y=1.079.650$; $X=1.102.475$.

Solución:

1) Se reduce la escala 1:25.000 al múltiplo correspondiente
Esc. 1:25.000; 1 cm = 250 m

2) Se determina la distancia entre las coordenadas de origen y los del punto "L"

a) $Y=1.049.000$; $Y'=1.049.650$ m
 $Y'=1.049.650 - Y=1.049.000 = 650$ m

b) $X=1.102.000$; $X'=1.102.475$ m
 $X'=1.102.475 - X=1.102.000 = 475$ m

3) Se determina la ubicación del punto "L"

a) $y' - y$

$$1 \text{ cm} = 250 \text{ m} ; \quad X = \frac{1 \times 650}{250} = 2.60 \text{ m}$$

$$X = 650 \text{ m}$$

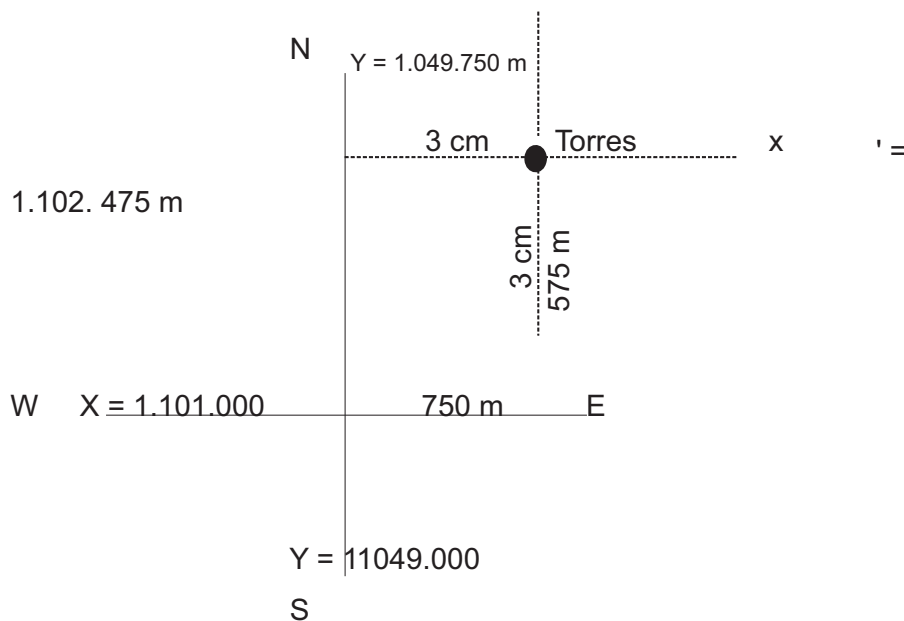
b) $X' - X = 475 \text{ m}$

$$1 \text{ cm} = 250 \text{ m} ; \quad X = \frac{1 \times 475}{250} = 1.9 \text{ cm}$$

$$X = 475 \text{ m}$$

R/ El punto "L" se localiza en la intersección de las coordenadas $Y' - Y = 2.6 \text{ cm}$ y $X' - X = 1.9 \text{ cm}$

4) Grafica explicativa



Localización del punto "L"

Cuando no se conocen las coordenadas de un lugar, se procede así:

Problema

Localizar sobre un mapa, el punto "torres", utilizando la parte de la carta preliminar 190 II D, de escala 1:25.000 que aparece adjunto (Fig.21), determinar las coordenadas planas correspondientes - II - D. Ráquira

1) Se reduce la escala 1:25000 a su múltiplo correspondiente: Esc 1:25.000; 1 cm= 250 m

2) Se determina en las cartas las coordenadas de referencia (Y-X) respecto del punto "Torres"

$$Y= 1.046.000$$

$$X= 1.101.000$$

3) Se determina en la carta las distancias de origen Y= 1.046.000; X= 1.101.000 y el punto "Torres"

$$Y= 3 \text{ cm}$$

$$X= 2.3 \text{ cm}$$

4) Se determinan las coordenadas Y' - X' del punto "Torres"

a) Respecto de los "Yes" =

$$Y= 1.046.000+ 3\text{cm}$$

$$Y'= 1.046.000+ (250 \times 3)$$

$$Y'= 1.046.000+750 = 1046.750$$

$$R/Y'= 1.046.750$$

b) Respecto de las equis (X)

$$X'= 1.101.000+ 2.3$$

$$X'= 1.101.000+ (250 \times 2.3)$$

$$X'= 1.101.000+ 575 = 1.101.575$$

$$R/X'= 1.101.575$$

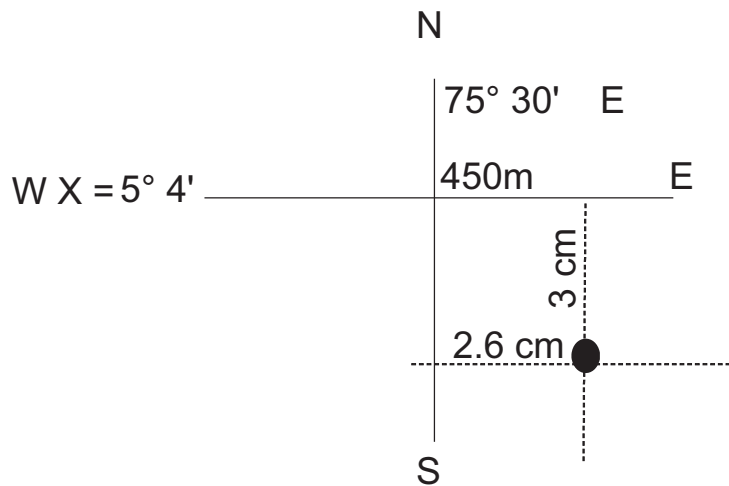


Figura 22: Localización sobre el mapa

5.3 Coordenadas Geográficas - Planas

Las coordenadas geográficas planas son un sistema mixto, utilizado para ubicar la posición de un punto determinado, tomando como referencia las coordenadas geográficas conocidas que se apoyan en los paralelos y los meridianos y a partir de ellas determinar las distancias. Utilizan los sistemas de medida sexagesimal y el métrico decimal.

Problema

Localizar la posición del punto "E" ubicado a 450 m al sur del paralelo de $6^{\circ} 30' S$ y 700 m al este del meridiano de $75^{\circ} 30'$ este. Utilizando la escala 1:25.000

Solución

1) Se reduce la escala 1:25.000 al múltiplo correspondiente: Esc. 1:25.000; 1 cm = 250 m

2) Se determina la distancia entre el paralelo de $6^{\circ} 30' S$, y el meridiano de $75^{\circ} 30'$ este, respecto del punto "E"

a) Distancia del punto "E" respecto del paralelo 6° 30' sur

$$1 \text{ cm} = 250 \text{ m} \quad 1 \times 650$$

$$X = 450 \text{ m} ; \quad X = \frac{\quad}{250} = 2.6 \text{ cm}$$

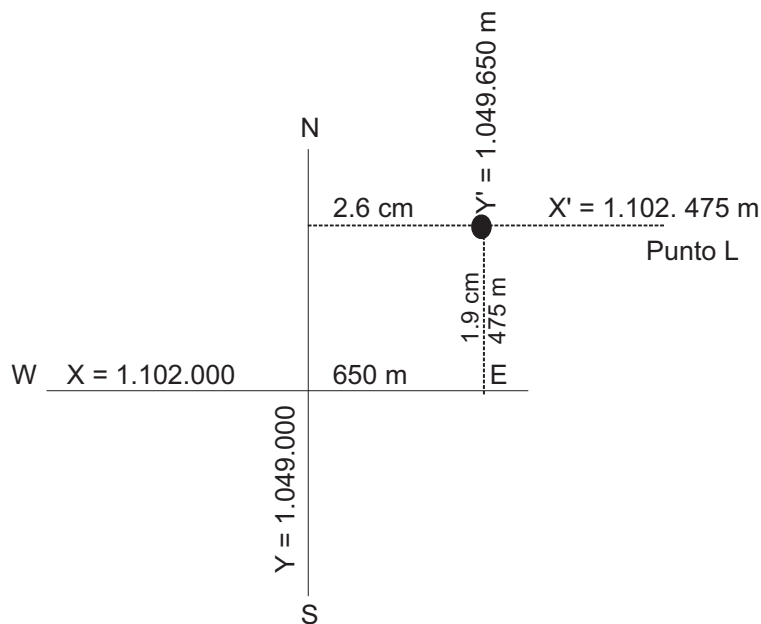
a) Distancia del punto "E" respecto del meridiano de 75° 30' este.

$$1 \text{ cm} = 250 \text{ m} \quad 1 \times 750$$

$$X = 750 \text{ m} ; \quad X = \frac{\quad}{250} = 3 \text{ cm}$$

3) Determinar la ubicación del punto "E" localizado a una distancia de 2.6 cm respecto del paralelo de 6° 30' sur y 3 cm del meridiano de 75° 30' este.

4) Gráfica explicativa.



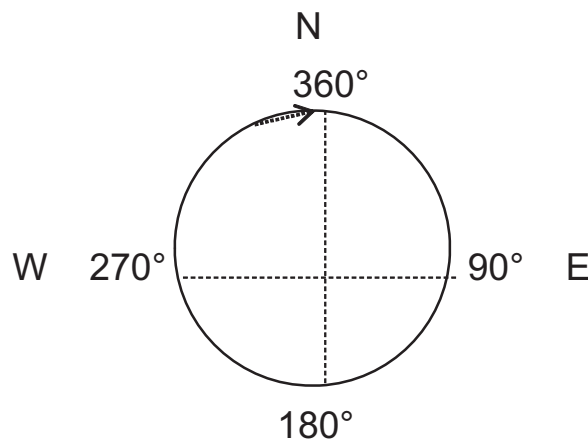
Localización del punto "E"

5.4 Coordenadas Polares

Las coordenadas polares constituyen un sistema empleado para ubicar la posición de un punto, mediante el empleo de una magnitud angular (azimut o rumbo) y una magnitud lineal (distancia), partiendo de un punto conocido.

La dirección de las líneas de azimut y del rumbo se indican a partir de las direcciones principales de los mapas: norte geográfico o norte verdadero, norte magnético y el norte de cuadrícula. Por tal razón hay azimut y rumbo geográfico magnético y de cuadrícula.

a) Azimut o dirección de una línea, es el ángulo que hay entre dicha línea y otra que se toma como referencia o base que generalmente apunta al norte geográfico. El azimut se mide de 0° hasta 360° en el sentido horario.



Azimut de una línea

Según la línea que se toma como referencia, un meridiano o norte geográfico, el norte magnético o el norte de cuadrícula, puede haber azimut geográfico, magnético o de cuadrícula.

b) Rumbo de una línea

Según la línea que se toma como referencia, un meridiano o norte geográfico norte magnético o el norte de cuadrícula, puede haber rumbo geográfico, magnético o de cuadrícula.

Respecto de la relaciones entre distancias angulares y lineales, la tierra no es una esfera perfecta, debido a su achatamiento por los polos, su forma se denomina geoide, sin embargo la figura matemática a la cual se le puede asimilar es un elipsoide de revolución que gira alrededor de su eje menor, por lo tanto la longitud entre dos paralelos consecutivos no es igual.

La curvatura es mayor en el Ecuador, que en los polos: 1° de longitud en el Ecuador equivale a 111.3 km, mientras que en los polos su valor es nulo. 1° de latitud en el Ecuador equivale 110.51 km, mientras que en los polos vale 111.70 km.

Para las mediciones aproximadas se considera a la tierra como una esfera y adoptar el valor del círculo terrestre de (40.000 km), $40.000/360^\circ = 111.1$ km en donde:

$$1^\circ = 111.1 \text{ km}$$

$$1' = 1852 \text{ m, que resulta de } 111.1/360^\circ = 1852 \text{ m.}$$

$$1'' = 30.8 \text{ m (1850/60= 30.8 m)}$$

1) Mediciones sobre paralelos o meridianos diferentes

Problema

Determinar la distancia que hay entre Quibdó (76°40' W y 5° 41'N) y Manizales (75° 31'W y 5°04'N), adoptando los valores dados y considerando a la tierra como una esfera perfecta.

Solución

Las ciudades se localizan en meridianos diferentes.

1) Se determina la diferencia de latitud entre Quibdó y Manizales
 $5^\circ 40' - 5^\circ 31' = 37'$

2) Se termina la diferencia de longitud entre Quibdó y Manizales:

$$76^{\circ} 40' - 75^{\circ} 31' = 1^{\circ} 9'$$

3) Se reducen las magnitudes angulares a lineales

a) Latitud: $37' \times 1852 \text{ m} = 68.524 \text{ m} = 68.5 \text{ km}$

b) Longitud: $1^{\circ} \times 111.1 \text{ km} = 111.1 \text{ km}$
 $09' \times 1852 \text{ m} = 16.660 \text{ m} = 16.6 \text{ km}$

4) Se determina la distancia lineal entre Quibdó y Manizales, aplicando el teorema de Pitágoras

$$D = \sqrt{(68,5)^2 + (16,6)^2}$$

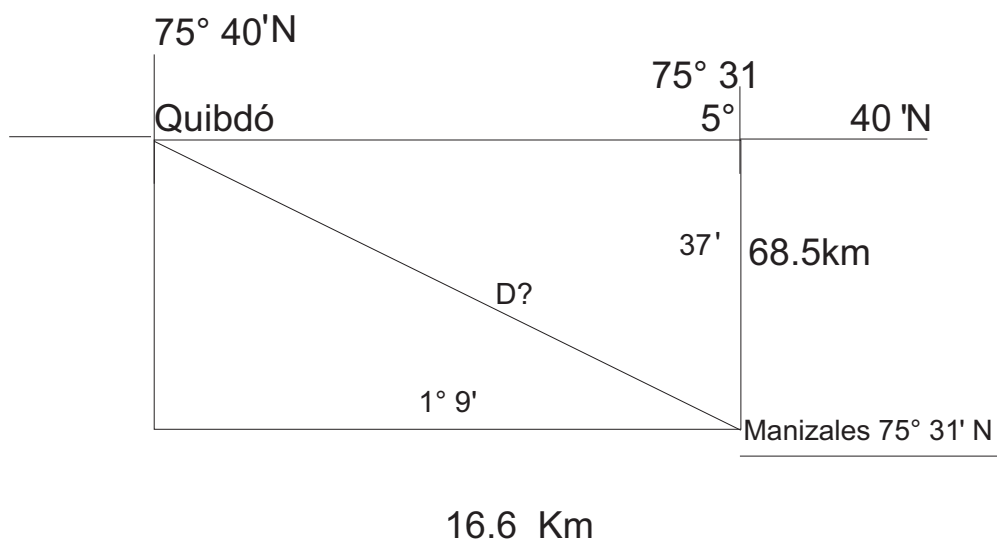
$$D = \sqrt{4692,25 + 277,5166}$$

$$D = \sqrt{28227,485}$$

$$D = 531,27' \text{ km}$$

R/ La distancia real entre Quibdó y Manizales es de 531.27 km

1) Elaboración de la gráfica explicativa



Mediciones sobre paralelos y meridianos diferentes

2) Mediciones sobre el mismo paralelo o meridiano

Para el cálculo de distancia sobre un mismo paralelo o meridiano, es más fácil, puesto que con los datos que se tienen del círculo máximo se hace la reducción directamente.

Problema

Dos ciudades se encuentran localizadas sobre el ecuador, así: la ciudad A esta a $75^{\circ} 30' W$ y la ciudad B localizada a $60^{\circ} 15' W$. Calcular la distancia que las separa.

Solución

Como las ciudades están en el mismo hemisferio las longitudes se restan:

1) Se determina la diferencia de longitud $75^{\circ} 30' W - 60^{\circ} 15' W = 15^{\circ} 15' W$ localizada en el Ecuador

2) Se reducen los 15° a kilómetros: $15^{\circ} \times 111.1 \text{ km} = 1.666 \text{ km}$

3) Se reducen $15'$ minutos de diferencia a km : $15' \times 1.852 \text{ m} = 27.780 \text{ m} = 27.8 \text{ km}$

4) Se determina la distancia entre las ciudades A y B: $1.666.5 \text{ km} + 27.8 \text{ km} = 1.694.3 \text{ km}$

R/ La distancia entre las ciudades A y B es de 1.694.3 km.

Cuando se trata de mediciones con mayor precisión se utiliza la tabla calculada por Erwin Raisz (1965), que da los valores en metros para cada grado de meridiano y de paralelo a diferentes latitudes.

Problema

Utilizando los valores de la tabla de Erwin Raisz, determinar las distancias entre Neiva ($2^{\circ} 56' N$ y $75^{\circ} 18' W$) y Puerto Carreño ($6^{\circ} 12' N$ y $67^{\circ} 23' W$)

Solución

1) Se calcula la diferencia de latitud, entre las dos ciudades teniendo en cuenta que si los lugares están en el mismo hemisferio, se restan y si están en diferentes hemisferios se suma:

$$6^{\circ} 12' - 2^{\circ} 56' = 3^{\circ} 16'$$

2) Se determina la diferencia de longitud

$$75^{\circ} 18' - 67^{\circ} 23' = 7^{\circ} 55'$$

3) Se reducen las distancias angulares a lineales, empleando la tabla

a) Latitud

1° de meridiano entre 2° y 6° de latitud vale 110.5 km ; $110.5 \text{ km} \div 60' = 1.84 \text{ km}$; $3^{\circ} \times 1.84 \text{ km} = 5.52 \text{ km}$ y los $16' \times 1.84 \text{ km} = 88.32 \text{ km}$

Diferencia de latitud = $5.52 \text{ km} + 88.32 \text{ km} = 93.8 \text{ km}$

b) Longitud

1° de paralelo entre 2° y 6° = $111.2 \text{ km} \div 60 = 1.85 \text{ km}$

$7^{\circ} \times 1.85 \text{ km} = 101.75 \text{ km}$

Diferencia de longitud: $12.95 \text{ km} + 101.75 \text{ km} = 114.7 \text{ km}$

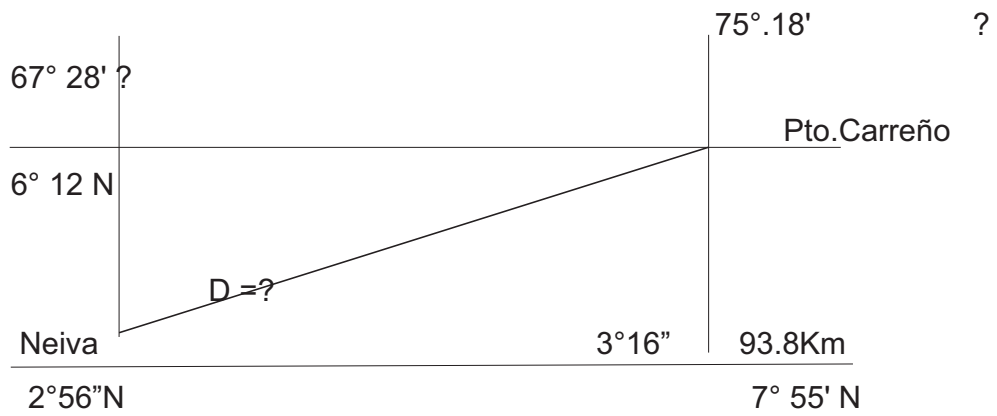
4) Se aplica el teorema de Pitágoras:

$$D = \sqrt{(93.8)^2 + (114.7)^2}$$

$$D = \sqrt{8798.44 + 13156.09}$$

$$D = \sqrt{21954.44}$$

$$D = 148.17 \text{ km}$$



114.7 km

1) Elaboración de la gráfica explicativa
Medición con mayor precisión

El sistema de cálculo con el teorema de Pitágoras solo es válido para distancias relativamente cortas; para distancias mayores se debe introducir correcciones, debido a la esfericidad de la tierra. En estos casos las líneas no se llaman rectas. Si no geodésicas.



6

**PROYECCIONES
CARTOGRAFICAS**

6. PROYECCIONES CARTOGRAFICAS

Una proyección es una red de meridianos y paralelos sobre la cual se puede construir un mapa. El problema fundamental es trazar la red grafica, cuya forma real es esférica, a una superficie plana, de manera que la representación así obtenida del globo terrestre o parte de el posea un máximo de exactitud y reúna el mayor numero de ventajas posibles para los fines a que se destine. Para lograr esto, se utiliza una figura geométrica desarrollable en un plano que puede ser un cono, un cilindro, etc. la escogencia de la superficie sobre la cual se hace la proyección depende del uso que se le vaya a dar al mapa y de la situación geográfica del área a cartografiar.

6.1 Superficie geométrica desarrollable

Ciertas superficies geométricas se denominan desarrollable porque cortadas según ciertas líneas pueden desplegarse o desarrollarse dando lugar a una superficie plana. Ejemplos característicos son el cono y el cilindro. Si la tierra fuese cono o cilíndrica, el problema que plantea la proyección se resolvería fácilmente utilizando la superficie desarrollable. No se produciría distorsión alguna de las formas o áreas superficiales, aunque la figura proyectada quedaría cortada a lo largo de ciertas líneas.

La tierra pertenece a un grupo de formas geométricas denominadas no desarrollables, porque independientemente de la línea de corte, no puede ser desplegada o desarrollada sobre un plano. Sobre una superficie desarrollable siempre es posible trazar una línea recta en una o mas direcciones, pero sobre una superficie no desarrollable, tal como una esfera, esto resulta posible. Si queremos extender sobre un plano una superficie esférica, no todas sus partes se adaptaran por igual y unas deberán estirarse más que otras. Una proyección perfecta resulta, por lo tanto, impracticable.

Cuando se traza un mapa de una parte muy pequeña de la superficie terrestre – por ejemplo, un área de unos 6 km de diámetro, puede despreciarse la distorsión resultante de la proyección. Si se trazan los meridianos y paralelos como líneas rectas que se cortan perpendicularmente y correctamente espaciados, el error cometido es tan pequeño que muy probablemente su orden de magnitud es de la anchura de líneas trazadas, por lo que no vale la pena corregirlo. Sin embargo, a medida que la zona representada en el mapa es más extensa, el error es cada vez mayor.

Cuando se intente representar la totalidad del globo, se presentan problemas muy serios. Para reducir la distorsión hasta un grado razonable sobre partes importantes de la superficie terrestre, es preciso aceptar un cierto error, aunque sujeto a determinadas consideraciones. Hay que tener presente que el ojo humano no puede ver la totalidad de una superficie esférica simultáneamente y que la zonas marginales dentro del campo de visión se escorzan considerablemente. Por consiguiente, los sistemas de proyección no hacen más que aumentar nuestra capacidad de percepción de la superficie terrestre.

6.2 Deformaciones

Toda representación plana de una superficie curva altera en mayor o menor grado sus elementos: distancias, ángulos, áreas etc. de acuerdo al tipo de proyección escogido, unos elementos sufrirán mayores alteraciones o deformaciones que otros, pero todo sistema de proyección altera toda o parte de la superficie representada, ya fuese el cono como el cilindro o el plano. Todo sistema de proyección introduce todas o algunas de las siguientes alteraciones o deformaciones:

- a) Ángulos iguales en diferentes regiones de la tierra pueden estar o diferentes sobre el mapa.
- b) Áreas iguales sobre la esfera terrestre, pueden estar representada por áreas iguales o diferentes.
- c) Las distancia medidas entre puntos, cualesquiera de la superficie

terrestre, no pueden ser representados sin deformaciones sobre el mapa.

d) Las direcciones tampoco pueden ser representadas sin deformaciones.

e) Como consecuencia de las deformaciones que se representan en los sistemas de proyección, no es posible mantener otras condiciones que se presentan sobre la esfera terrestre, ejemplo: Paralelismo entre “paralelos”; convergencia de “meridianos”; entre sección perpendicular de meridianos y paralelos etc.

6.3 Clases de proyecciones

Para su reconocimiento y estudio los sistemas de proyección cartográficos se clasifican desde tres puntos de vistas:

6.3.1 Proyecciones según la superficie utilizada

Teniendo en cuenta la superficie de proyección o el procedimiento empleado en la construcción, las proyecciones pueden ser: cónica, cilíndrica y azimutales.

1) Proyecciones cónicas

Las proyecciones cónicas son conocidas desde la antigüedad (Hiparco, Ptolomeo), perfeccionada encuesta desde el siglo XII. Son las proyecciones en las cuales que para su construcción se proyecta parte de la superficie esférica de la tierra, sobre la superficie desarrollable de un cono, secante o tangente a la esfera generatriz (Fig.23).

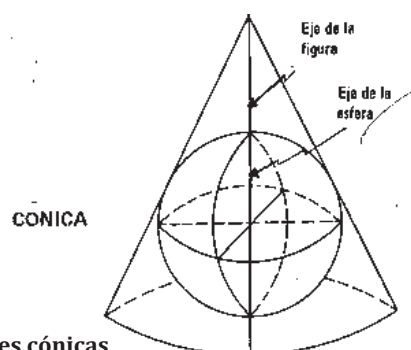


Figura 23: Proyecciones cónicas

Las porciones situadas cerca de la zona donde el papel toca la esfera, representan con menos deformación las áreas correspondientes, mientras las más alejadas presentan grandes distorsiones. En otras proyecciones se considera situada la luz fuera del globo y las proyecciones toman otros nombres.

Como es imposible que una proyección represente apropiadamente a la vez la forma y el tamaño o área de las regiones, se emplean distintas proyecciones según se desee obtener una representación más exacta de la forma o del área de la región que nos interese.

Las proyecciones cónicas presentan características muy específicas, entre las cuales se pueden señalar las siguientes:

- Los paralelos estén representados por arcos de circunferencia concéntricos, cuyo espaciamiento no es uniforme, ya que depende del procedimiento de construcción.
- Los meridianos están representados por radios de circunferencia, cuyo espaciamiento es equidistante a una misma latitud.
- El polo que es un punto en la realidad, aparece como tal en proyección o en algunos casos como una pequeña semicircunferencia.
- presentar uno o dos paralelos bases o verdaderos, según se toma como referencia un cono tangente o secante a la esfera generatriz. Estos paralelos están ubicados en latitudes medias y por lo general corresponden a los valores 30° y 60° de latitud.
- En su construcción se procura que el eje del cono, coincida con el eje de la esfera generatriz, pero esta posición cambia cuando se trata de proyecciones modificadas.
- Como sus características de equivalencia y conformidad son muy aceptables sobre los paralelos bases, se les utiliza con muy buenos resultados para la construcción de mapas de continentes, países o áreas ubicadas en latitudes medias.

- Cuando se considera más de un punto de proyección, es decir cuando se toma como referencia varios conos, con el objetivo de proyectar una mayor superficie del globo generador, las proyecciones reciben el nombre de policónicas.

a) Subdivisión de la proyección cónica

Dentro del grupo de las proyecciones cónicas las más conocidas son: las cónicas simple, cónica conforme de Lambert y la cónica múltiple.

-Proyección cónica simple: Las proyecciones cónicas utilizan un cono tangente al globo colocado de manera que su vértice está directamente sobre el polo norte (Fig.24).

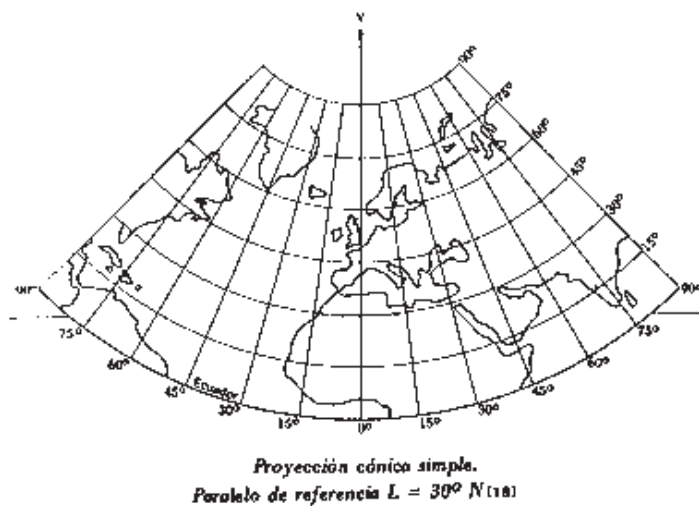


Figura 24: Proyección cónica simple

Si se proyectan los meridianos y los paralelos sobre el cono mediante rayos trazados desde el centro del globo y se desarrolla a continuación aquél sobre una superficie plana, se obtiene como resultado un mapa cónico. Los meridianos son líneas rectas que parten del polo; los paralelos son arcos de círculos concéntricos cuyo centro es el polo. La proyección es fácilmente realizable con un compás, un transportador y una escuadra. El mapa resultante siempre será un sector circular; nunca una circunferencia completa como sucede en las proyecciones cenitales.

El paralelo de contacto entre el globo y el cono se denomina paralelo de referencia. Sobre este paralelo la escala es la misma que sobre el globo original, mientras que en cualquier otro punto del mapa es mayor y crece a partir del paralelo de referencia tanto hacia el norte como hacia el sur. Si el paralelo de referencia es precisamente el 30, el mapa resultante es un semicírculo. Para cualquier otro paralelo que escogieramos, a excepción, naturalmente, del polo o del ecuador, el mapa obtenido sería un sector mayor o menor que un semicírculo. Una proyección cónica simple con un solo paralelo de referencia da lugar a un mapa bastante aceptable y sin deformación de las áreas, pero abarca eficazmente el hemisferio norte. Sin embargo, pueden introducirse modificaciones en la proyección cónica que la mejora extraordinariamente, gasta el punto que la proyección cónica simple se utiliza muy raramente en la actualidad.

Una modificación muy útil se obtiene utilizando dos paralelos de referencia en vez de uno. Se dice entonces que el cono que corta el globo es un cono secante. El mapa posee entonces dos paralelos de referencia a lo largo de los cuales la escala es la misma. El aumento que esta experimenta a medida que nos alejamos de los paralelos de referencia se reduce considerablemente. En el espacio comprendido entre los paralelos de referencia, la escala es menor que sobre ellos. Para cada continente o país en particular, escogemos dos paralelos en las latitudes medias como paralelos de referencia, de tal manera que las deformaciones y variaciones en la escala sean mínimas.

- Proyección cónica conforme de Lambert: La proyección conforme cónica de Lambert, o más sencillamente, proyección de Lambert es una de las proyecciones cartográficas presentadas por el matemático, físico, filósofo y astrónomo milhousiano Johann Heinrich Lambert en 1772. La proyección cónica que utiliza dos paralelos de referencia se ha modificado posteriormente para dotarla de propiedades auténticas conformes, ajustando la distancia entre dos paralelos contiguos con este fin. El resultado ha sido la proyección cónica conforme de Lambert (Fig.25).

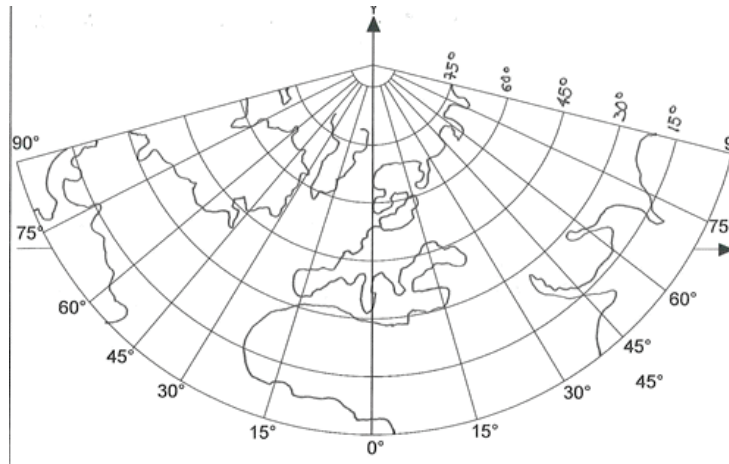


Figura 25: Proyección cónica conforme de Labert

Los datos necesarios para realizar esta proyección se encuentran en tablas preparadas al efecto. Dado que los meridianos son líneas rectas convergentes y los paralelos arcos de círculos concéntricos, la proyección, no sólo es fácil de construir sino que también es de gran utilidad para trazar mapas a gran escala, ya que las distintas hojas encajarán perfectamente con las contiguas.

- Proyección cónica múltiple: Si utilizar dos paralelos de referencia es mejor que utilizar uno sólo, desde luego, un mismo cono corta a la esfera tan sólo en dos paralelos de referencia, pero nada nos impide utilizar varios conos, sin apartarnos demasiado de los respectivos paralelos de referencia, obteniéndose así una proyección cónica múltiple (Fig.26). Al utilizar diferentes conos y desarrollarlos, las franjas que resultan no darían lugar a un mapa continuo, por lo que se hace necesario dilatar las franjas. Además, en lugar de utilizar un número finito de paralelos de referencia, podemos imaginar que existen en número infinito, de forma que la escala del globo original exista a lo largo de cualquier paralelo del mapa. El único meridiano que tendrá esta misma escala es el meridiano central, que aparece en el mapa como una línea recta vertical. Cualquier otro meridiano es una curva sobre la cual la escala crece a medida que nos acercamos al borde del mapa. Obsérvese, además, que el ecuador es una línea recta perpendicular al meridiano central y que todos los paralelos son arcos de circunferencia (aunque estas circunferencias no son concéntricas).

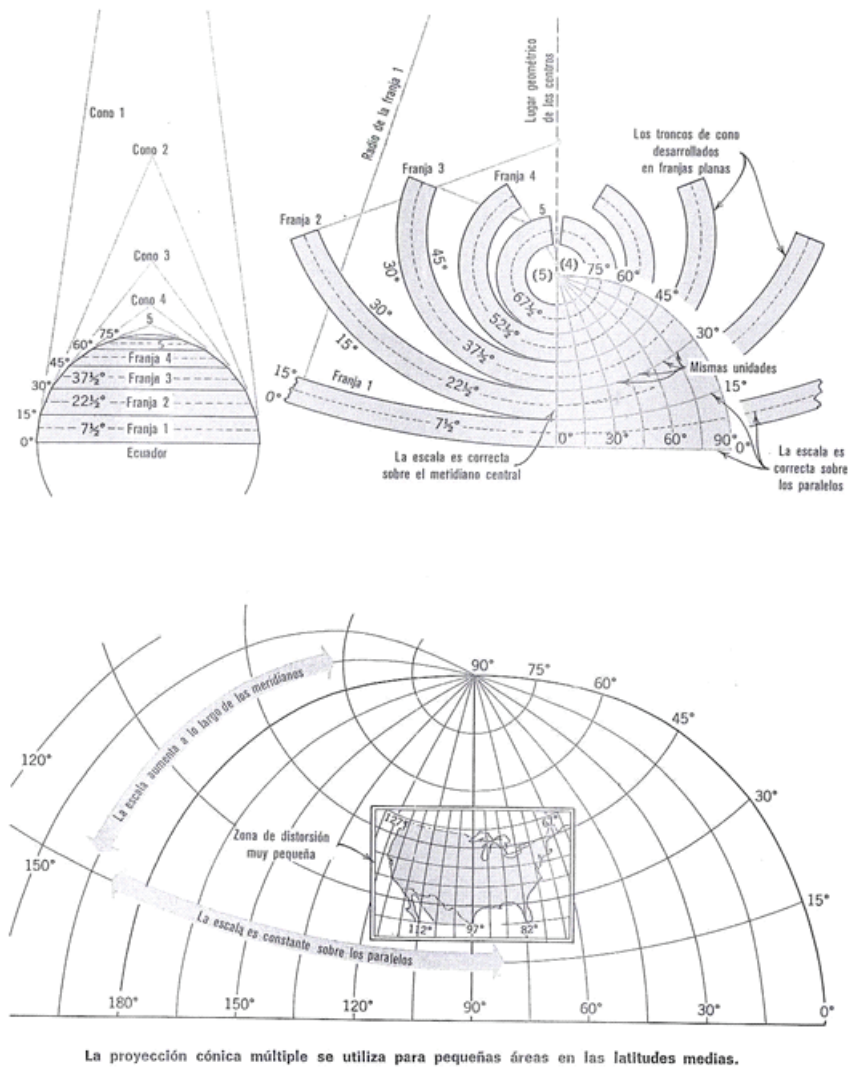


Figura 26: Proyección cónica múltiple

2) Proyección cilíndrica

Las proyecciones cilíndricas son consideradas como un perfeccionamiento analítico de los “mapas planos” de coordenadas rectangulares (Dice arco, Eratóstenes, Hiparco) o de los portulanos. La superficie de la esfera se proyecta sobre la superficie desarrollable de un cilindro tangente a la esfera (Fig. 27). Las proyecciones cilíndricas

usan un cilindro tangente a la esfera terrestre, colocando de tal manera que el paralelo de contacto es el Ecuador. La malla de meridianos y paralelos se dibuja proyectándolos sobre el cilindro suponiendo un foco de luz que se encuentra en el centro del globo.

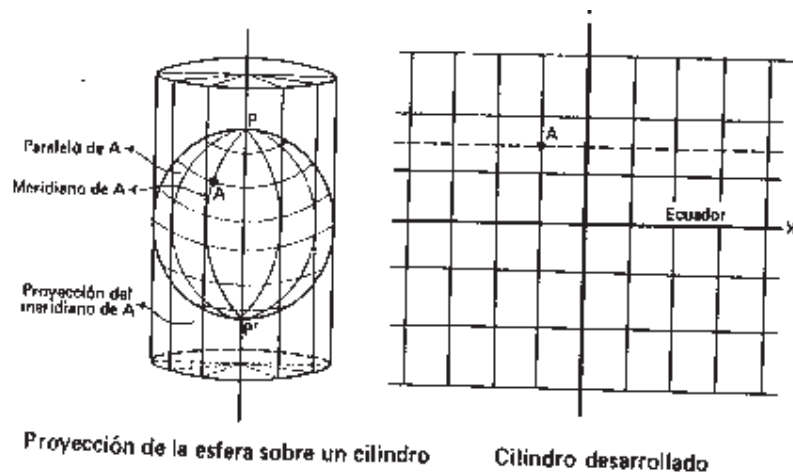


Figura 27: Proyección cilíndrica

La proyección cilíndrica tiene las siguientes características o propiedades:

- Presentan paralelos rectos horizontales de igual magnitud, cuyo espaciamiento no es equidistante.
- Presentan meridianos rectos verticales, espaciados en forma equidistante.
- El polo que es un punto en la realidad aparece representado como una recta de igual magnitud que el Ecuador.
- Cuando el cilindro es tangente en el Ecuador, este paralelo es equivalente, pero cuando el cilindro es secante como en el caso de la proyección de Galt, el Ecuador y los demás paralelos que se encuentran en las latitudes dadas, quedan reducidos.

En forma global las proyecciones cilíndricas se le utilizan para la

construcción de mapamundis y representaciones que no son aconsejables para fines didácticos. Sin embargo son recomendables por sus buenos resultados para la construcción de mapa de países o de áreas ubicadas en las latitudes bajas como Colombia.

Dentro de las proyecciones cilíndricas las más conocidas son: cilíndrica conforme de Mercator, de Gauss y cilíndrica equivalente de Lambert.

a) Proyección cilíndrica conforme de Mercator, la proyección Mercator constituyó un verdadero avance de la cartografía al ser utilizada 1.569 por su inventor. Gerhard Kremer (Mercator). Mercator encontró la construcción geométrica, que transformando los meridianos y paralelos en una red rectangular, conservase los ángulos. Se trata de la primera proyección conforme hallada.(Fig.28)

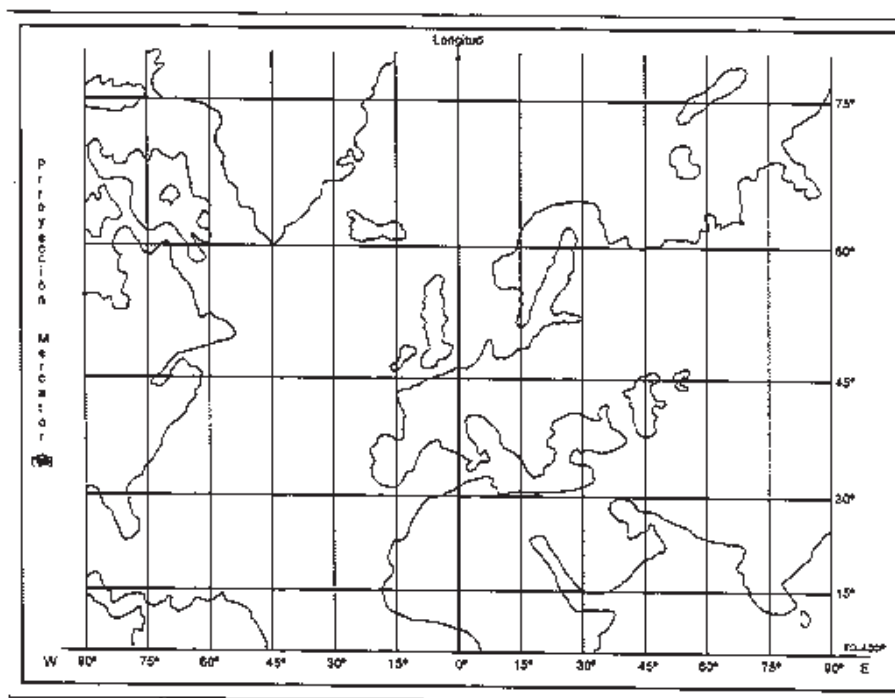


Figura 28: Proyección cilíndrica conforme de Marcetor

Estamos hablando de una proyección cilíndrica, de manera que este cilindro queda circunscrito al Ecuador terrestre, sobre el que se va espaciando los paralelos al aumentar las altitudes, de forma que la razón de distancia entre paralelos y meridianos es la misma que en la esfera. Sobre esta red de meridianos y paralelos pueden trazarse rectas oblicuas que cortaran a los meridianos bajo un ángulo constante y que representan curvas que en la tierra también forman ángulos constantes con los meridianos.

Estas curvas reciben el nombre de loxodrómicas y permite a un barco mantener un rumbo constante, lo que hace que sea fácil de conservar. Por esto los barcos navegaban siguiendo las loxodrómicas, aunque este camino era mayor que si navegaban a través de la ortodrómica (que une un punto mediante el arco de círculo máximo). Fue en realidad, en la búsqueda de representar esta loxodrómica como Mercator ideó esta proyección.

Hemos visto que aquí se conservan los ángulos, pero sin embargo, las distancias sufren deformaciones grandes, mayores a medida que la latitud crece, de manera que los polos nunca son representados. Esto es así debido a que la escala varía en función de la latitud. Debido a esto, suele acompañarse estas cartas con una escala gráfica donde se indica la distancia en las diferentes latitudes y se indica cual es el meridiano de origen.

b) Proyección de Gauss o (Mercator transversal universal UTM), la proyección conocida como Gauss Kruger responde a un diseño original de Johard Lambert (1772) al que Carlos Federico Gauss (1816) le dio forma analítica y Leonhard Kruger (1912) acotó las deformaciones mediante el uso de fajas o husos. UTM es la forma universal de la llamada de transversa de Mercator en un intento, después de la segunda guerra mundial, de unificar todos los sistemas de proyección, que, si bien no se ha logrado, la solución tiene una aplicación muy amplia. UTM es un caso particular de Gauss Kruger dado que utiliza los mismos algoritmos matemáticos de la siguiente forma:

- Las fajas que en Gauss Kruger (según se utiliza en la Argentina) tiene un ancho de 3° de longitud, en UTM se llama zonas y su ancho es de 6°

- Gauss Kruger es un cilindro tangente, de modo que el modulo de deformación es 1 (uno) en el meridiano central, en UTM es secante y el módulo de deformación aplicado es 0.9996. (Fig.29)

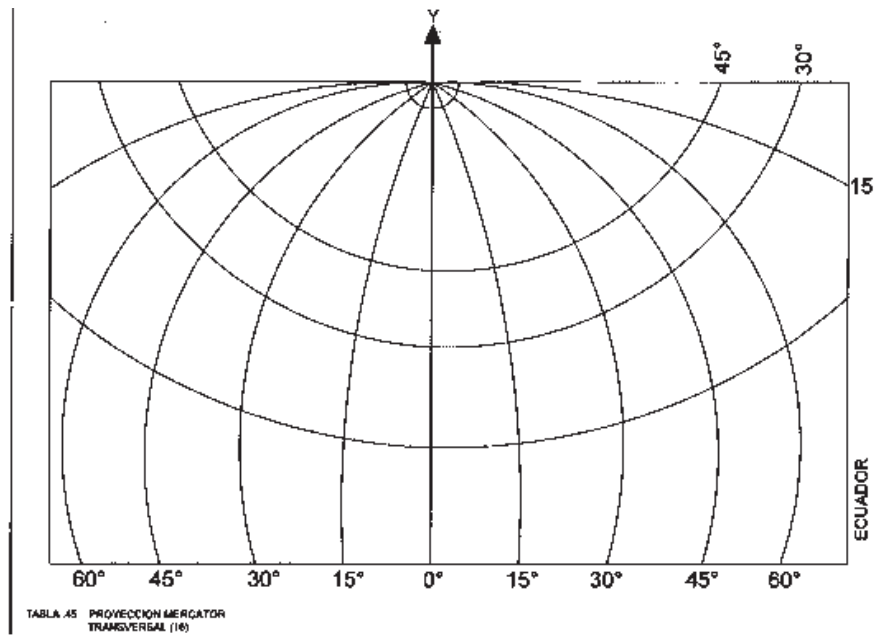


Figura 29: Proyección de Gauss

- En Gauss se utiliza como Q (arcos de meridianos del ecuador al polo) el valor resultante del elipsoide utilizado, en UTM es siempre 10.000.000 de metros para el hemisferio sur

- Las coordenadas planas se designan X e Y mientras que en UTM se les nombra N y E (por las formulas de cálculo de UTM pueden expresarse en forma sintética del siguiente modo:

$$N = Q + Kx$$

$$E = 500.000 + Ky$$

X e y son los valores de las formulas conocidas para Gauss Kruger que se convierten finalmente en:

$$X = Q + K$$

$$Y = 500.000 + y + n \text{ (el número de la faja multiplicado por } 1000.0000\text{)}$$

b) Proyección cilíndrica equivalente de Lambert: La proyección cilíndrica equivalente o proyección cilíndrica ortográfica o proyección cilíndrica homolográfica de Lambert, es una proyección cartográfica cilíndrica equivalente (preserva las proporciones de las áreas) pero no es conforme (distorsiona las formas y los ángulos), (Fig.30)

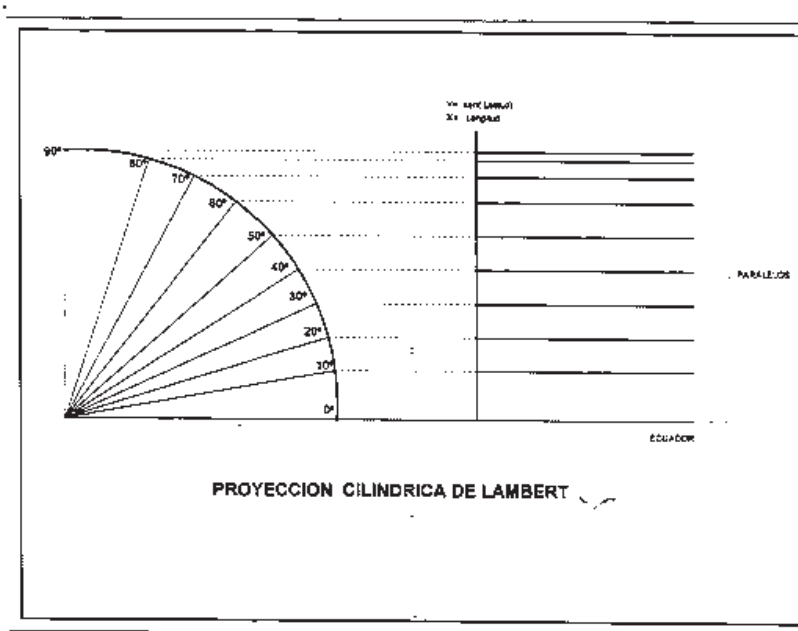


Figura 30: Proyección cilíndrica de Lambert

Como proyección cilíndrica, se construye proyectando el plano cada punto de la esfera horizontalmente sobre el cilindro tangente al Ecuador de la esfera, como rayos de luz paralelos al Ecuador saliendo del eje de la esfera. Los meridianos pasa de ser "gajos" a ser paralelos, aumentando su área a medida que se acerca a los polos.

En esta proyección en particular, para remendar las distorsiones que conlleva la proyección cilíndrica, todos los meridianos y paralelos, los paralelos aparecen separados mientras se acerca a los polos, de manera

muy similar a la proyección Peters, pero con menos deformación en las zonas ecuatoriales.

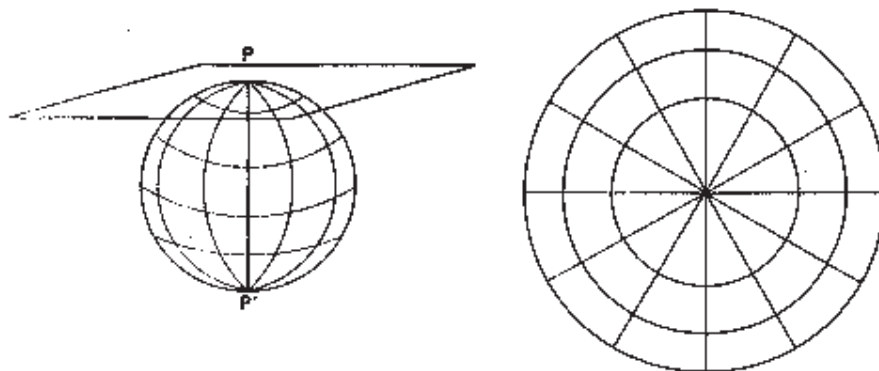
Suponiendo una escala en Ecuador $escala$ y un meridiano centro $Long$, esta son las ecuaciones para un mapa de aspecto ecuatorial para obtener las coordenadas cartesianas x y en el plan para el puesto con longitud $Long$ y latitud do :

$$x = escala * (Long - lon0)$$

$$y = escala * \text{sen}(do)$$

3) Proyección azimutal o polar

Recibe el nombre de azimutal o cenital la proyección que la superficie de la esfera (un hemisferio máximo) se proyecta sobre una superficie plana tangente a la esfera generatriz a cualquier latitud (Fig.31). Las direcciones son correcta para las líneas trazadas desde el centro del mapa o punto común. Es un tipo de proyección dotada de simetría radial alrededor de un punto central



Proyección de la esfera sobre un plano tangente

Figura 31: Proyección azimutal o polar

Las proyecciones azimutales se caracterizan por las siguientes propiedades

- Toda recta trazada desde el punto central del mapa hasta cualquier otro punto coincide con a dirección tomada por un círculo máximo desde el punto central anterior. Esta dirección o "acimut", puede ser

medida respecto al meridiano central de la proyección. A lo largo del recorrido será necesario reajustar continuamente el curso con respecto al norte geográfico, a menos que coincida con un meridiano o con el Ecuador.

- Cuando se presenta un hemisferio completo o la totalidad del globo, la proyección da lugar a un mapa circular. Dado que cualquier mapa puede recortarse y darle forma circular, esta característica no es suficiente para reconocer una proyección azimutal.

- El mapa posee un punto central a partir del cual tiene lugar las variaciones de escala y las deformaciones de una manera uniforme y concéntrica.

- Todos los puntos equidistantes del centro están situados sobre un círculo concéntrico como círculo del horizonte. Cuando un mapa circular representa la totalidad del globo, el borde circular exterior del mismo representa el punto diametralmente opuesto al punto central, es decir, su antípoda. Cuando se representa un hemisferio, el borde exterior representa un círculo máximo, cuyos puntos equidistan del punto central.

- Todos los círculos máximos que pasan por el punto central se transforman por la proyección en líneas rectas sobre el mapa. Análogamente, todas las líneas rectas que pasan por el punto central del mapa corresponden a círculos máximos.

De acuerdo con la ubicación del punto de vista o de proyección, con respecto a la esfera generatriz la proyección azimutal se divide en: ortográfica, estereográfica, gnomónica y azimutal de Lambert.

a) Proyección ortográfica o paralela, cuando el punto de vista "0" se encuentra en el infinito y todos los rayos son paralelos (Fig.32). También ocurre cuando se proyectan una porción de la tierra sobre un plano tangente a la esfera en un punto seleccionado, obteniéndose una imagen similar a la visión de la tierra desde un punto exterior.

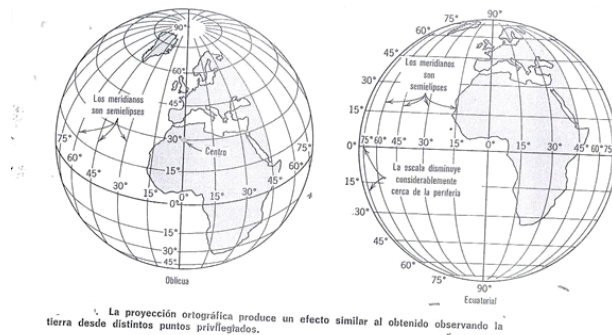


Figura 32: Proyección ortográfica o paralela

La red geográfica de un hemisferio se proyecta sobre un plano tangente por medio de rayos paralelos. La sombra obtenida al proyectar la red de meridianos y paralelos de un hemisferio sobre un plano tangente, mediante rayos de luz procedentes de una fuente muy lejana da lugar así mismo a una proyección ortográfica.

b) Proyección estereográfica, cuando el centro de proyección se encuentra sobre la esfera diametralmente opuesto al punto de contacto de la esfera con el plano de proyección (Fig.33)

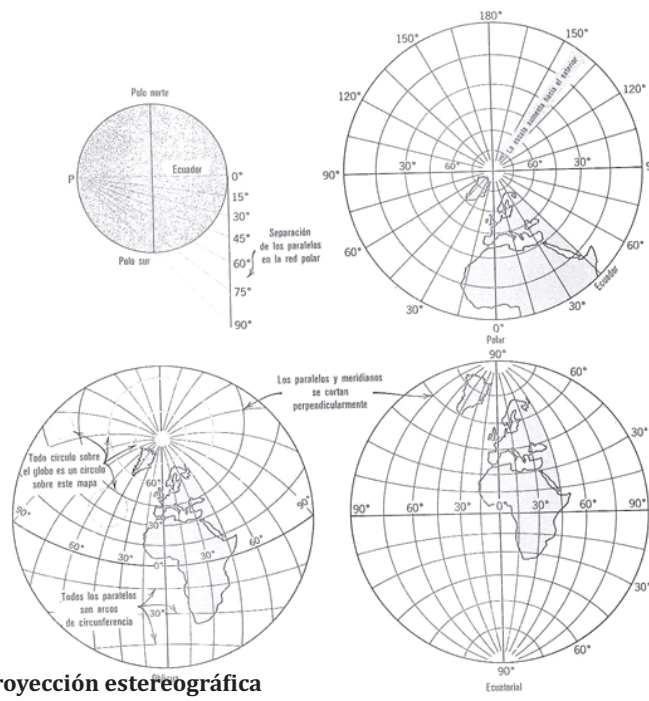


Figura 33: Proyección estereográfica

En la proyección estereográfica, el punto del que parten los rayos proyectantes está situado en una posición diametralmente opuesta al punto de contacto del plano tangente con el globo. Mientras que la proyección ortográfica da lugar a un mapa que tiene exactamente el mismo diámetro que el globo utilizado para trazarlo, la proyección estereográfica da lugar a un mapa mucho más extenso que el globo original. Además, la red estereográfica puede representar una superficie mucho mayor que un hemisferio aunque nunca el globo completo.

El rango principal que distingue a esta proyección resulta evidente en sus tres posiciones: la distancia entre paralelos y meridianos contiguos aumenta a medida que nos desplazamos desde el centro del mapa hacia sus márgenes. En cualquier proyección estereográfica, los paralelos y meridianos son líneas rectas o arcos de circunferencia. Ninguna otra clase de curva resulta de la proyección. Esto se debe a que la proyección estereográfica es realmente conforme. Todas las circunferencias del globo siguen siendo sobre el mapa. La escala, sin embargo, crece desde el centro a la periferia.

La proyección estereográfica tiene también gran importancia en ciertas ramas de la ciencia. A causa de sus propiedades perfectamente conformes, se emplea en el estudio de los cristales minerales, dados que las caras del cristal pueden ser proyectadas en una red estereográfica.

Este tipo de red puede resultar muy valioso en geometría descriptiva, para los problemas en que debe determinarse la intersección de diversos planos y líneas.

c) Proyección gnomónica o centrográfica, cuando el punto de vista "0" coincide con el centro de la esfera (Fig.34)

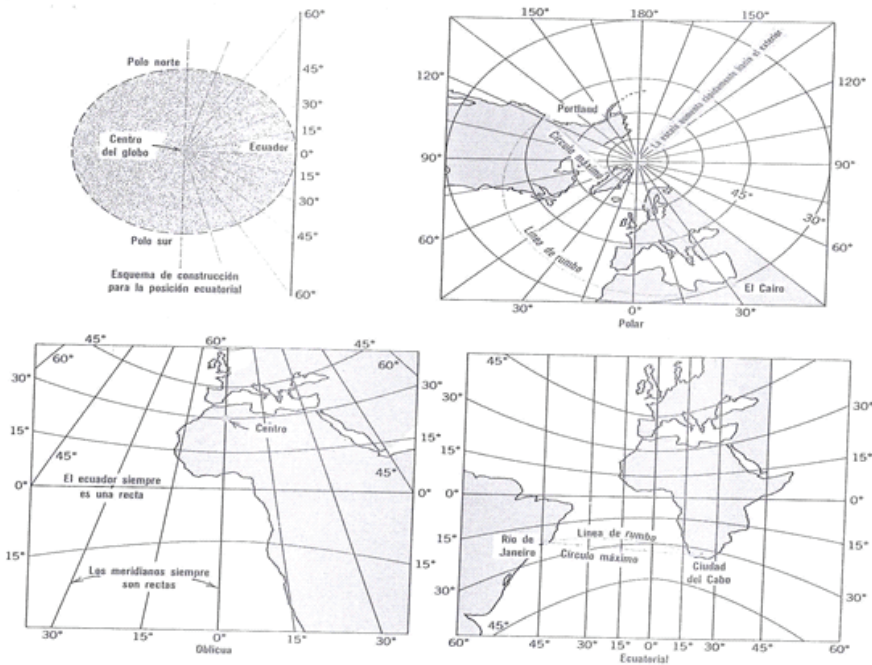


Figura 34: Proyección gnomónica o centro gráfica

4) Construcción de una proyección

Las proyecciones responden a cálculos matemáticos muy complicados, pero la idea general de su construcción se puede explicar así: imaginemos una esfera hueca, como representadas en la figura siguiente, sobre cuya superficie transparente han sido dibujados los paralelos y los meridianos. Si se coloca una luz en el interior y se sitúa una hoja de papel junto a la esfera, sobre el papel se proyectarán las líneas de los meridianos y los paralelos. Según la forma en que se sitúe el papel variará la disposición de las líneas proyectadas. Si el papel se coloca formando un cilindro se tendrá una proyección cilíndrica (Fig.35)

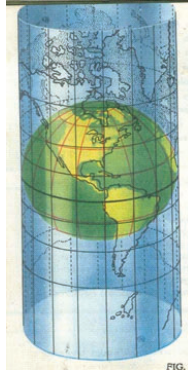


Figura 35: Construcción de Proyección cilíndrica

Si el papel tiene la forma de un cono se tendrá una proyección cónica (Fig.36)

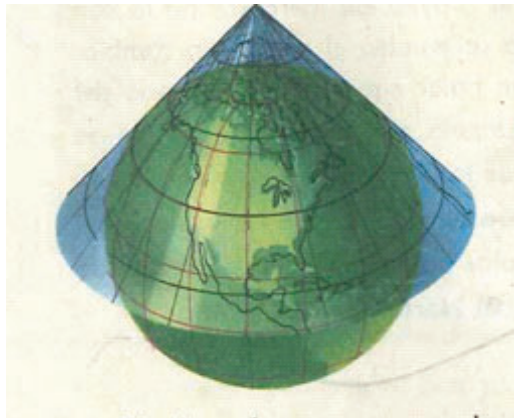


Figura 36: Proyección cónica

Y si el papel se sitúa sobre uno de los polos, tendremos una proyección polar o azimutal (Fig.37)

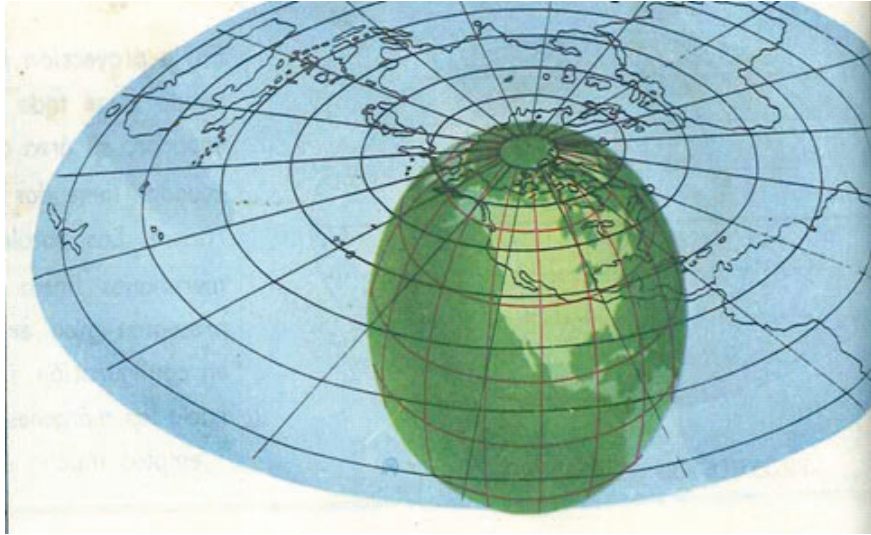


Figura 37: Proyección polar o azimutal

6.3.2 Proyecciones en función de la principal deformación

En función de la propiedad que posea una proyección puede ser: conforme, equivalente y equidistante.

1) Proyecciones conformes u ortofomas: Son aquellas que conservan los ángulos y por lo tanto conservan las formas entre las figuras de superficie de proyección y las de la esfera. Para ello es necesario que meridianos y paralelos se entre crucen en el plano perpendicularmente, tal como lo hace en la esfera. Las mallas de la retícula esférica se transcriben por lo tanto mediante un sistema de rectángulo o de trapecio curvilíneo. Además, la relación de las longitudes tiene que ser constante en cada punto, en todas las direcciones, lo cual implica que varíe constantemente de uno a otro punto y por consiguiente que la superficie no se conserve.

Los sistemas de proyección conforme más utilizados son: cilíndrica conforme de Mercator en sus tres casos: normal, transversal y oblicua; cónica conforme de Lambert en sus tres casos: normal, transversal y oblicua; y estereográfica.

2) Proyecciones equivalentes o autalicas: Las proyecciones equivalentes conservan el área de las entidades mostradas. Para ello, se distorsionan las demás propiedades: forma, ángulo y escala. En las proyecciones equivalentes, es posible que los meridianos y paralelos no se intercepten en ángulos rectos. En algunas ocasiones, sobre todo en mapas de áreas pequeñas, la distorsión de las formas no es obvia y resulta difícil distinguir una proyección de áreas equivalentes de una proyección conforme, a menos que se haya documentado.

Las proyecciones equivalentes más empleadas son: cilíndrica equivalente de Lambert (normal, transversal), cónica equivalente de Lambert (normal) y proyección de Bonne.

- Proyección de Bonne: La escala de esta proyección de área equivalente es real a lo largo de todos los paralelos y el meridiano central. La orientación ecuatorial es una sinusoidal. La orientación polar es una Werner (Fig.38).

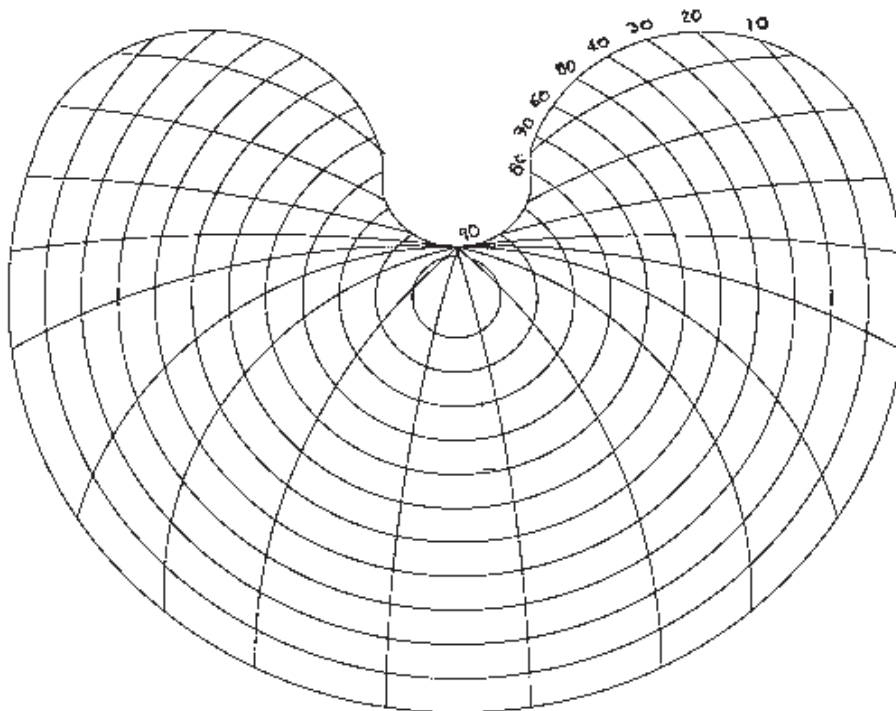


Figura 38: Proyección de Bonne

3) Proyección equidistante o afilacticas: Cuando conservan las distancias entre los paralelos y lo ortogonalidad entre paralelos y meridianos. Los mapas equidistantes conservan las distancias entre ciertos puntos. Ninguna proyección mantiene correctamente la escala en un mapa completo. Sin embargo, en la mayoría de los casos hay una o varias líneas en el mapa a lo largo de las cuales la escala se mantiene correctamente.

La mayoría de las proyecciones equidistantes tienen una o varias líneas en que la longitud de la línea en un mapa tiene la misma longitud (a la escala del mapa) que la misma línea en el globo, sin tener en cuenta si se trata de un círculo grande o pequeño, o si es una línea recta o curva. Se dice que tales distancias son reales. Por ejemplo, en la proyección sinusoidal, las longitudes del ecuador y de todos los paralelos son reales.

En otras proyecciones equidistantes, el ecuador y todos los meridianos son reales. Otras proyecciones (por ejemplo, la equidistante de dos puntos) muestran la escala real entre uno o dos puntos y cada uno de los demás puntos del mapa. Hay que tener presente que ninguna proyección es equidistante con origen y destino en todos los puntos de un mapa.

6.3.3 Según la inclinación del eje de la figura empleada

Teniendo en cuenta la inclinación del eje de la figura empleada con respecto de la esfera terrestre, las proyecciones se clasifican en tres grupos: cónica normal, cilíndrica normal y azimutal normal; cónica oblicua, cilíndrica oblicua y azimutal oblicua y cónica transversal, cilíndrica transversal y azimutal transversal.

1) Proyecciones normales: Cuando el eje de la figura coincide con el de la esfera. Se subdivide en: cónica normal, cilíndrica normal y azimutal normal o polar. (Fig.39)

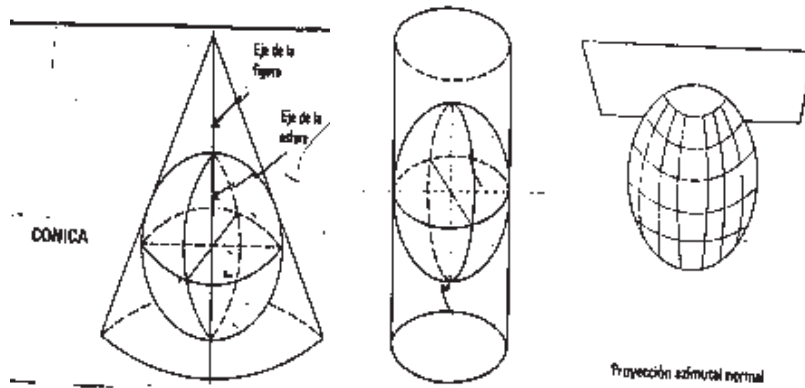


Figura 39: Proyecciones normales

2) Proyecciones oblicuas: Cuando el eje de la figura esta comprendida entre 0° y 90° . Se subdivide en: cónica oblicua, cilíndrica oblicua y azimutal oblicua. (Fig.40)

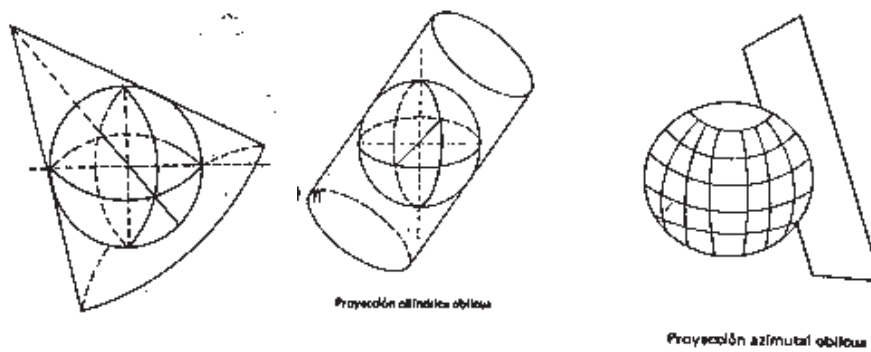


Figura 40: Proyecciones oblicuas

3) Proyecciones transversales: Cuando el eje de la figura es perpendicular al de la esfera terrestre. Se subdivide en: cónica transversal, cilíndrica transversal y azimutal transversal. (Fig.41)

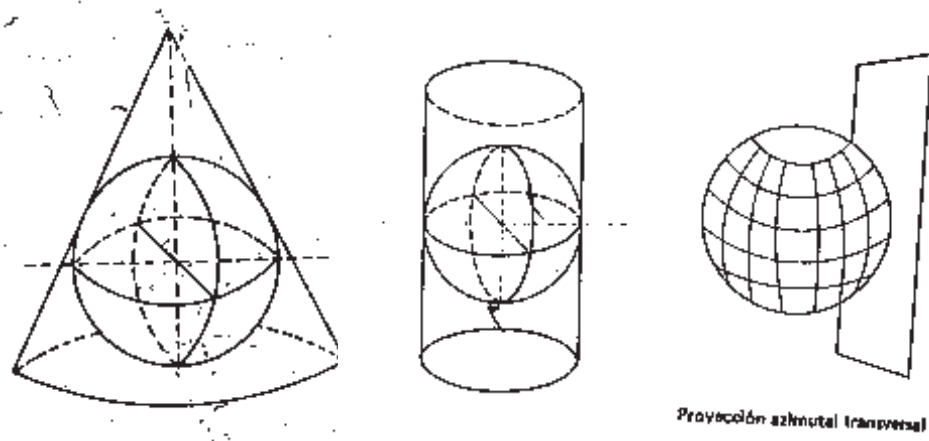
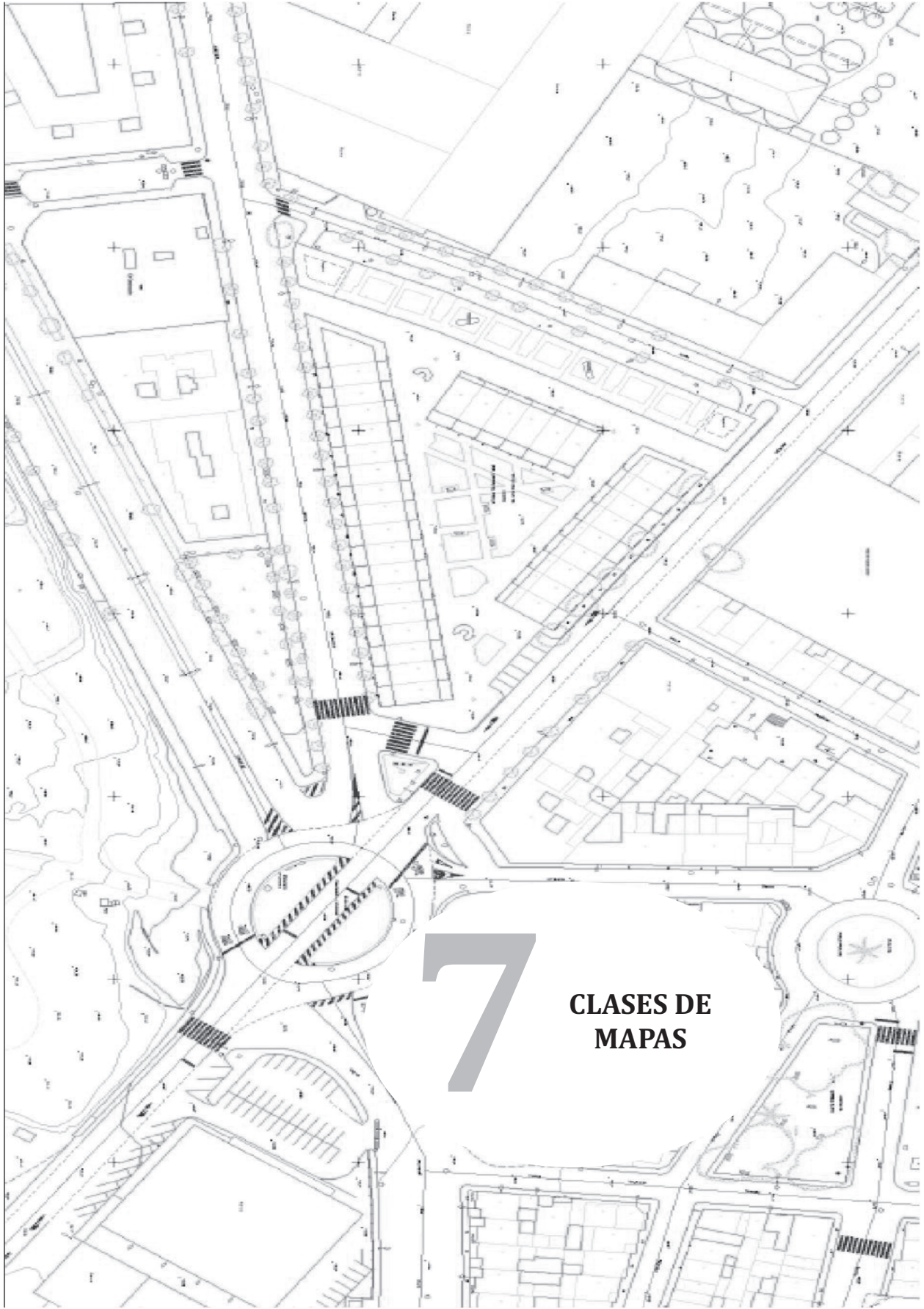


Figura 41: Proyecciones transversales



7. CLASES DE MAPAS

Los mapas se clasifican: en función del propósito de su elaboración, en función de la escala y en función de su uso (I.C.A)

7.1 Mapas en función del propósito de su elaboración

Según (L. van Zuylen-Topog. Mapping 1968) los mapas se clasifican en dos grandes grupos: general y especiales.

7.1.1 Mapa general

Este grupo comprende el conjunto de los mapas con información general sin que un tipo de ellas tenga más importancia que otra. Comprende los mapas topográficos y cartográficos o generales.

1) Mapa topográfico

El mapa topográfico es una representación a escala exactitud planimétrica y altimétrica, de las formas y rasgos de la superficie terrestre, la finalidad de este mapa es representar de forma exacta y detallada el terreno, sus accidentes y los objetos permanentes que en él se hallan. La complejidad técnica de esta tarea y el desarrollo durante los dos primeros tercios del siglo XX de los instrumentos de medida y nuevas técnicas como la fotointerpretación y la fotogrametría han convertido a la cartografía topográfica en una disciplina especializada y cada vez más diferenciada de la producción de mapas temáticos.

Hasta prácticamente la actualidad, la elaboración de series de mapas topográficos a distintas escalas, junto al mantenimiento y desarrollo de los sistemas y marcos de referencia geodésicos, ha centrado el grueso de la actividad de los organismos cartográficos oficiales.

Las series de mapas topográficos se convirtieron en la infraestructura de información geográfica fundamental de cada país o región; una herramienta de carácter generalista que sirve, no solo como base a la elaboración de mapas temáticos, sino como referencia fundamental

para el desarrollo de las políticas públicas y los grandes proyectos de infraestructuras.

Aunque los contenidos del mapa topográfico están muy condicionados por la escala, es decir, por el nivel de detalle, existe una gran similitud entre los distintos mapas topográficos, debido básicamente al alto grado de normalización usado en su elaboración (definición de niveles de información, normas de representación, simbolización, rotulación, etc.).

El mapa topográfico a diferencia de los planos topográficos, representa amplias áreas del territorio, como una provincial, una región, un país o el mundo. En él se consignan los rasgos del terreno por medio de símbolos que muestran los elementos naturales de un espacio, tales como: ríos, relieve, superficie acuática, así como también elementos culturales como casas, poblados, puentes, ferrocarriles, carreteras, presas, línea eléctrica, distintas plantaciones etc.

En los planos topográficos se representan áreas relativamente pequeñas de manera detallada que expresan fenómenos naturales como culturales. Los planos utilizados para saber orientar en las actividades de aire libre, suelen ser a escala 1:25.000 o 1:50.000, denominados planos topográficos. Todos ellos cuentan con unas "leyendas" que indican cada elemento que hay en el terreno, tales como ríos, carreteras, puentes, costas de altura, árboles, edificios, ruinas, etc. estos planos suelen estar divididos en cuadrículas, las cuales equivalen aproximadamente a un km sobre el terreno, de tal manera que por un lado facilitan la medición de las distancias, así como la orientación de los mismos.

En los planos topográficos se debe indicar la escala, la dirección del Norte geográfico y magnético, referencias GPS, símbolos, relación con otros planos, el organismo autor y el año de su elaboración.

Para orientar un plano, se pone esta de forma horizontal sobre una superficie lisa y firme, colocando la brújula sobre el mismo, en paralelos con una de las líneas verticales (meridiano) de las cuadrículas, estando el limbo móvil a 0° y haciendo coincidir de esta

forma la aguja imantada con la flecha de orientación y la dirección. Para ello, será necesario mover el plano junto con la brújula hasta hacerlo coincidir. Una vez todo ello en el paralelo con el meridiano del plano, ya se puede tomar la ruta correcta que se ha de seguir.

a) Elementos del mapa topográfico

Los elementos básicos de un mapa topográfico son: coordenadas geográficas, escala, símbolos, colores, el relieve, convenciones y diagrama de localización (Fig. 42).



Figura 42: Elementos del mapa topográfico

- Coordenadas geográficas, los mapas topográficos ofrecen la ubicación de un lugar en valores de latitud y longitud, los cuales expresan en grados, minutos y segundos; la posición de un punto en el espacio que aparece, generalmente parte de una cuadrícula de coordenadas, de cual se expresa solamente su referencia en los bordes del mapa. Con el fin de facilitar la lectura de la longitud y la latitud de las coordenadas geográficas, éstas se convierten a coordenadas planas, para lo cual, cada país adopta un "origen" tanto en el sentido latitudinal (Y), como en el longitudinal (X). Las coordenadas planas facilitan la estimación de distancias y la localización de un lugar en forma rápida.

- Escala, la escala del mapa, es la relación existente entre las distancias lineales medida sobre el mapa y sobre el terreno.

El mapa topográfico, debe incluir detalles planimétricos (detalles de la superficie del terreno) y altimétricos (relativos al relieve), así como los nombres de los diferentes lugares. La escogencia de una base topográfica adecuada, debe tener relación con las características que debe representar el mapa temático. Las escalas más utilizadas son entre 1:25.000 y 1:250.000; es de anotar, que las deformaciones y exageraciones propias del proceso de generalización cartográfica, son más evidentes cuanto más pequeñas, es la escala, como por ejemplo 1:20'000.000, comúnmente empleadas para representar continentes.

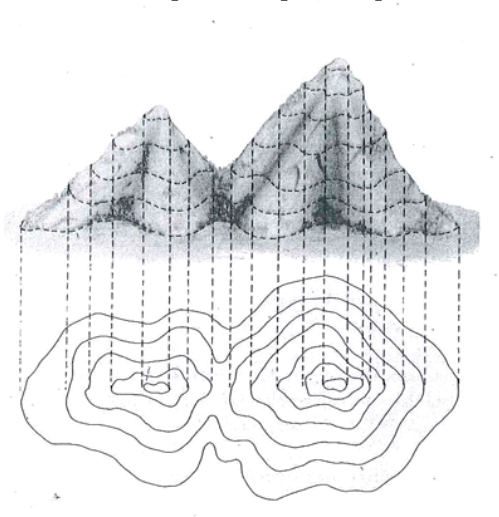


Figura 43: Representación del relieve por curvas de nivel

- Relieve, el mapa topográfico es la base o fuente primaria para el reconocimiento, ubicación e interpretación inicial del relieve de un lugar, a la vez que ofrece nociones fundamentales para los análisis correlativos: la variación altitudinal entre puntos geográficos expresada por las curvas de nivel y la forma de las pendientes y de las vertientes. A partir del mapa topográfico se puede definir con gran precisión, algunos elementos geográficos o geomorfológicos y determinar el valor de las pendientes. (Fig.43)

b) Símbolos del mapa topográfico

El conocimiento de los símbolos en un mapa topográfico es indispensable para lograr su adecuada e interpretación. La (tabla 3) trae los símbolos de uso mas frecuentes en un mapa topográfico ordinario.

Tabla 3: Símbolos de un mapa topográfico

①		CAPITAL	21		LINEA DE ALTA TENSION
②		CABECERA MUNICIPAL	22		OLEODUCTO
③		AREA URBANIZADA	23		ACEQUIA
④		SITIO	24		RIO
⑤		IGLESIA	25		PANTANO
⑥		ESCUELA	26		RAPIDOS
⑦		MINA	27		DEPRESION
⑧		POZO DE PETROLEO	28		BOSQUE
⑨		AEROPUERTO	29		ARRECIFE ROCOSO
⑩		PUERTO FLUVIAL	30		ARENAL
⑪		PUERTO MARITIMO	31		VOLCAN O NEVADO
⑫		FARO	32		MANGLAR
⑬		REPRESA	33		LAGUNA
⑭		FERROCARRIL	34		CURVA DE NIVEL
⑮		CARRETERA PAVIMENTADA			
⑯		CARRETERA SIN PAVIMENTAR			
⑰		CARRETEABLE			
⑱		CAMINO DE HERRADURA			
⑲		PUENTE			
20		TUNEL			

Entre los símbolos de un mapa cartográfico el más importante es la denominada curva de nivel, que son líneas dibujadas sobre un mapa que unen puntos del relieve situados a una misma altura o altitud sobre el nivel del mar. Representan también variaciones del relieve emergido y submarino que en este caso se denomina curva batimétrica o isolíneas que unen puntos de igual profundidad. La distancia vertical que separa dos curvas consecutivas, es generalmente constante, gráfica y convencional en un mismo mapa; no obstante, esta equidistancia no se observa igual sobre todo los mapas, dado que esto depende del tipo de relieve y de la escala del mapa. En los relieves más planos, la equidistancia entre curvas se establece en rangos pequeños para poder apreciar las diferencias de actitud; por el contrario, en las montañas muy accidentadas la equidistancia entre curvas puede ser mayor.

Respecto de la relación entre el relieve y las curvas de nivel se distinguen tres clases de líneas

-Curvas índice gruesas, las cuales se repiten en múltiplos de la curva de normal; por ejemplo, si el intervalo es de 25 metros, las curvas índices estarán en 0, 100 y 200 metros; es decir que cada 4 o 5 curvas normales aparece una curva índice.

-Curvas normales, las cuales se ubican entre las curvas índices y las auxiliares.

-Curvas auxiliares, se usan para representar, pendientes con inclinación no lineal entre dos curvas normales y se dibujan con líneas punteadas (Fig.44)

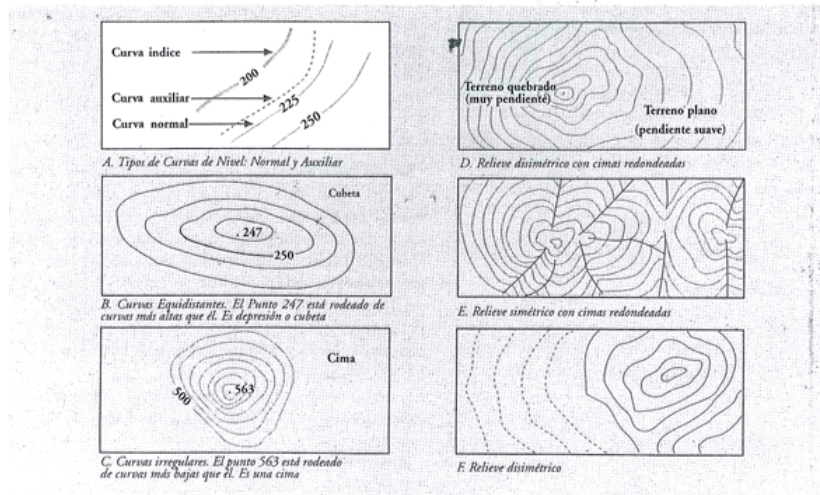


Figura 44: Clases de líneas en las curvas de nivel

c) Colores del mapa topográfico

Los colores más comunes utilizados en los mapas topográficos son: negro, azul, blanco, verde, sepia y rojo.

- Negro, usado para la toponimia y parte de la planimetría.
- Azul, es universalmente aceptado para rasgos hidrográficos incluyendo las variaciones de profundidad (batimétrica) de ríos, lagos y mares y sus nombres.
- Blanco, para indicar las masas de hielo y los picos nevados.
- Verde, usado para representar la vegetación y en algunas ocasiones, como en los mapas urbanos, para sitios recreacionales, parques o estadios.
- Sepia, para dar color a las curvas de nivel o variaciones altitudinales del relieve; algunas veces se emplea un gris o el mismo sepia para dar sombra al relieve.

- Rojo, se utiliza para representar vías de diferentes tipo e importancia y en ocasiones para demarcar límites político-administrativos usando bandas tramadas.

Los lugares habitados se representan con signos puntuales o de superficie. Estos indican el rango de importancia y pueden expresar variaciones cuantitativas, como es el caso de utilizar un mismo signo con tamaños diferentes para ciudades grandes y chicas.

d) Elaboración de un mapa topográfico

Los pasos en la elaboración de un mapa topográfico son los siguientes:

-Selección del sistema de proyección y escala. La selección del sistema de proyección y de la escala depende del uso que se vaya a dar al mapa, de la ubicación en el globo terrestre y de la extensión del área.

-Toma de las fotografías aéreas. La fotografía aérea es la operación inicial en la elaboración de un mapa topográfico por métodos fotogramétricos. Este sistema reemplazo los lentos y costosos levantamientos topográficos y astronómicos que servían de base para tal actividad.

-Nomenclatura y control de campo. El control de campo es necesario con el objeto de localización precisa de una serie de puntos del terreno, los cuales conformaran la red básica para el trazado de las coordenadas del mapa y para la ubicación dentro de los mismos, de todos los puntos y accidentes del terreno. El trabajo de campo también tiene como finalidad determinar los nombres de los sitios y accidentes geográficos (poblaciones, ríos, lagunas, etc.).

-Restitución de las fotografías aéreas. Como ya se anotó al hablar de las fotografías aéreas, estas presentan una serie de distorsiones debidas a su condición de perspectiva del terreno, a las distorsiones de la lente y eventualmente al proceso fotográfico. Estas distorsiones son corregidas en aparatos especiales y luego las fotos son transformadas en mapas, lo cual se logra a través de aparatos de restitución.

-Dibujo. Una vez elaborados mediante los procesos mencionados, los mapas son dibujados por personal especializado en dibujo cartográfico. Cuando los mapas se publican a colores, se hace también la separación de colores para impresión.

-Impresión. Preparado el material en dibujo, es sometido a un proceso de “quemada” de planchas para la impresión final de los diferentes mapas que el Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” produce. Para ello el IGAC cuenta con un moderno taller de litografía.

e) Mediciones sobre un mapa topográfico

Sobre los mapas topográficos se pueden hacer cálculos de distancias, áreas, pendientes, etc. si se tiene claro el concepto de escala.

1) Medición de distancias curvas, la medición de distancias curvas sobre mapas puede hacerse por varios métodos:

- Método del compás de punta seca, es un instrumento que permite medir distancias longitudinales sobre mapas de escalas diferentes (Fig.45). Por ejemplo si se desea medir la longitud de un río, se gradúa un compás en la escala gráfica del mapa. Se determina el valor de la abertura del compás, la cual puede ser 1 cm. Después se procede a recorrer la longitud del río, contando el número de veces que la abertura del compás cabe dentro del tramo que se va a medir y se hace la conversión correspondiente; para una mayor exactitud en la medición se coloca en el compás una abertura menor.

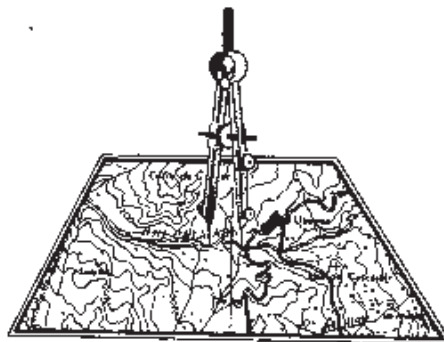


Figura 45: Compas de punta seca

Si la escala es 1:10.000 y la abertura del compás es de 1 cm, se tendría para esta un valor de 100 m y si el número de paso del compás fue de 11, la longitud del tramo del río será entonces $11 \times 100 = 1.100$ m.

-Método del curvímetro, este es un instrumento que permite medir distancias sobre mapas a escala diferentes (Fig.46). Se coloca el curvímetro verticalmente sobre el mapa y se rodar recorriendo la distancia que se va a medir. La aguja del curvímetro indicará la distancia recorrida en km en cm y metros.

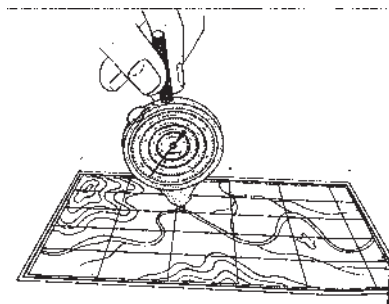


Figura 46: El curvímetro

Ejemplo

En un mapa de escala 1:500.000, la distancia entre dos puntos es de 10 cms. Que separación corresponderá para esos mismos puntos en escala 1: 80.000 ?

$$E1 = 50.000$$

$$d1 = 10 \text{ cms}$$

$$d2 = ?$$

$$E2 = 80.000$$

Lo primero que se debe averiguar es la distancia de dichos puntos en el terreno mediante la formula $D = E \times d$.

$$D = 50.000 \times 10 \text{ cms} = 500.000 \text{ cms, en escala } 1: 50.000.$$

Se calcula cuantos centímetros se requiere para representar 500.000 cms. En escala 1: 80.000

$$d = D; d = \frac{500.000 \text{ cms}}{80.000} = 6,25 \text{ cms.}$$

Otro sistema consiste en calcular la relación que hay entre la escala 1: 50.000 y 1: 80.000

$$\frac{50.000}{80.000} = \frac{5}{8} = 0.625$$

0.625 es la relación que hay entre las escalas, por lo tanto las distancias en escala 1: 50.000 deben multiplicarse por este valor para que queden expresadas en escala 1: 80.000.

Por ejemplo

Si tiene una distancia de 8 cms en escala 1: 50.000 y se requiere saber cuanto representan en escala 1: 25.000.

$$E1 = 8 \text{ cms}$$

$$d1 = 50.000$$

$$d2 = ?$$

$$E2 = 1: 25.00$$

Como en el caso anterior, se averigua cuanto representan esos 10 cms en el terreno y se procede al calculo de las nuevas distancia, aplicando las formulas o siguiendo el método de relación. También puede aplicarse la fórmula.

$$d2 = \frac{E2}{E1} \cdot d1 = \frac{d1 \times E1}{E2}$$

$$d2 = \frac{8 \text{ cm} \times 50.000}{25.000} = 16. \text{ Cms}$$

2) Medición de áreas, en la medición de áreas sobre mapas y fotografías aéreas, se emplean los siguientes métodos: el papel cuadrículado, la red de puntos, el planímetro y las figuras geométricas.

-Método del papel cuadrículado usando papel cuadrículado o milimetrado medir el área del casco urbano de Chinchiná (Caldas), en el mapa de escala 1:25.000 (Fig.47)

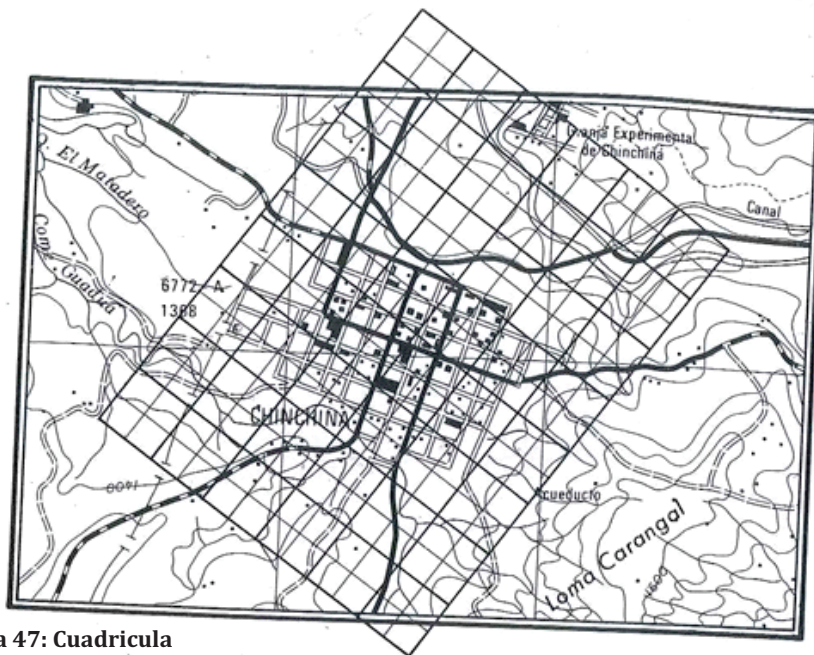


Figura 47: Cuadrícula

Procedimiento

a) Se coloca una hoja de papel cuadrícula sobre el mapa y se cuentan los cuadros de 5 x 5 mm que quedan completamente dentro del perímetro del área a medir: 20 cuadros.

b) Se hace el conteo de los cuadros que caen parcialmente sobre el perímetro del área que se requiere calcular y se divide por 2; $32 \div 2 = 16$.

c) Se suman los cuadros que quedaron dentro del perímetro y los que cayeron sobre el perímetro: $20 + 16 = 36$.

d) Se calcula el área del terreno que representa un cuadro de acuerdo con la escala. 1:25.000, 0,5 cm. medidos en el mapa representa 125 m. en el terreno: o sea que $0,25 \text{ cm}^2$, representa 15.625 m^2 en el terreno.

e) Se multiplica el valor de un cuadro (15.625 m^2), por el resultado obtenido en el numeral tres (36); $15.625 \text{ m}^2 \times 36 = 561.500 \text{ m}^2$, o sea 56.15 ha.

-Método de la red de puntos, el sistema de red de puntos, (Fig.48) facilita más la observación del área que se esta midiendo, por ejemplo: se necesita medir el área cubierta por las aguas en la fotografía, la cual tiene una escala de 1: 20.000.

-Se elabora la red de puntos en una hoja de papel transparente con una separación que puede ser 0,5 ó 1,0 cms. entre puntos.

-Se coloca la red sobre la fotografía aérea o mapa y se cuentan los puntos que quedaron dentro del segmento que se va medir: 138 puntos.

-Se hace le conteo de los puntos que cayeron sobre el perímetro del área y se divide por dos: $20 \div 2 = 10$.

-Se suman los puntos que quedaron dentro del área y los cayeron sobre el perímetro $138 + 10 = 148$.

-Se calcula el área del terreno que corresponde para un punto, de acuerdo con la escala de la fotografía. En escala 1:20.000 $1 \text{ cm} = 200 \text{ m}$; en el presente caso la separación entre puntos es 0.5 cms, equivalentes a 100 m, lo que significa que el área para un punto es 0.25 cms^2 , o sea $100 \times 100 = 10.000$ en el terreno.

-Se multiplica el valor de un punto (10.000 m^2), por la suma de los puntos que quedaron dentro del área más los que quedaron sobre el perímetro $148 \times 10.000 \text{ m}^2 = 1.480.000 \text{ m}^2$

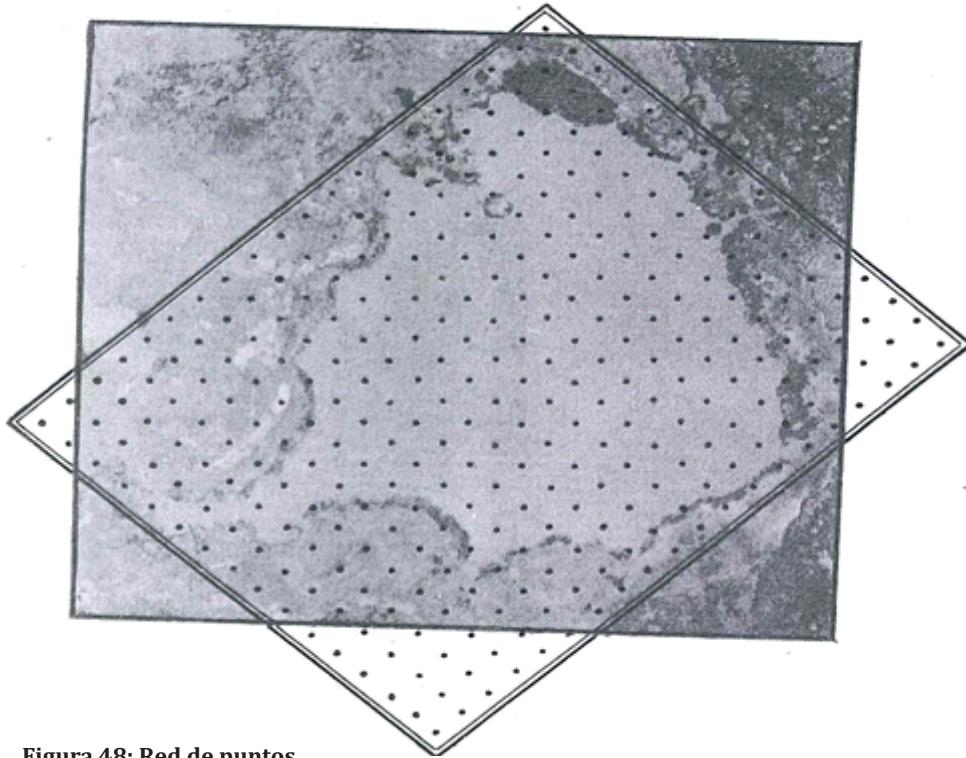


Figura 48: Red de puntos

-Método del planímetro, este es un instrumento que se utiliza para medir áreas sobre mapas. (Fig.49). Consta de un brazo trazador, ajustable, que esta en relación con la escala del mapa. Un el extremo del brazo se halla unido a otro, denominado brazo polar, en el otro extremo posee una mirilla o un punzón que se ha de medir, en el sentido de las manecillas del reloj.

Cuando se emplea la tabla de constantes que trae el planímetro, se gradúa el brazo trazador colocándolo en la posición correspondiente a la escala del mapa, se recorre el perímetro del área con la mirilla y se lee el valor de la superficie del terreno en el disco graduado del aparato.

Cuando no se usa la tabla y se desea calcular el área de un terreno sobre un mapa en escala 1: 100.000, se procede de la siguiente manera.

a) Se coloca el brazo trazador en cualquier posición, por ejemplo: 1: 15.

b) Se gradúa el disco y el nonio del instrumento en ceros y se recorre el perímetro de una área conocida que puede ser un cuadrado de 2 x 2 cms y cuya superficie en el terreno, en escala 1: 100.000, corresponde a un cuadrado de 2 x 2 km; la lectura para este cuadrado en el planímetro es 0.158. es decir, que para 4 km corresponde una lectura en el planímetro de 0.158.

c) Se coloca el disco y el nonio, nuevamente en ceros y se recorre el perímetro del área que se requiere medir anotado la lectura, por ejemplo: 0,633. Se averigua el área mediante la constante calculada para el cuadro de 2 x 2 cms (158).

$$\begin{array}{r} 4 \text{ km}^2 \quad 0.158 \\ \times \quad \quad 0.633 \\ \hline 4 \text{ km}^2 \times 0.633 \\ X = \frac{\quad \quad \quad}{0.158} = 16,025 \text{ km}^2 \end{array}$$

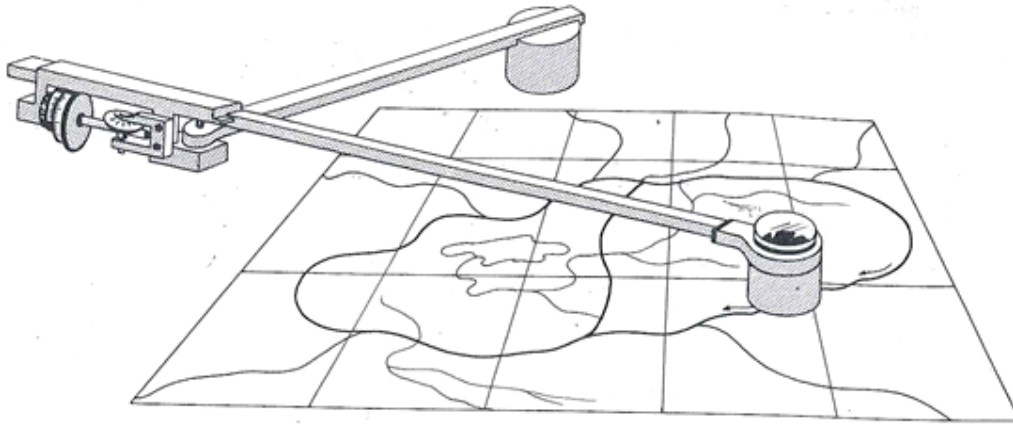


Figura 49: El planimetro

-Método de la figura geométrica. (Fig.50)

Procedimiento

- a) Se coloca una hoja de papel transparente sobre el mapa y se dibuja el perímetro del área que se quiere medir.
- b) Se divide el área por secciones adoptándolas a figuras geométricas: trapecios, cuadrados, triángulos etc.
- c) Se calcula el área de cada figura aplicando en cada caso las formulas correspondientes:

$$S1 = \frac{B + bh}{2}; S1 = \frac{6.0 \text{ Cms} + 3.0 \text{ cms} \times 2 \text{ cms}}{2} = 18,0 \text{ cms}^2$$

$$S2 = bxh; S2 = 4.0 \text{ cms} \times 3.0 = 12.0 \text{ cms}^2$$

$$S3 = bxh; S3 = 4.0 \text{ cms} \times 1.0 = 2.0 \text{ cms}^2$$

$$S4 = bxh; S4 = 4.0 \text{ cms} \times 1.5 = 3.0 \text{ cms}^2$$

$$S5 = 1^2; S5 = 4.0 \text{ cms} \times 4.0 \text{ cms} = 16.0 \text{ cms}^2$$

$$S_6 = bxh; S_6 = 6.0 \text{ cms} \times 2.0 = 6.0 \text{ cms}^2$$

$$\frac{\text{-----}}{2} \quad \frac{\text{-----}}{2}$$

El área de la figura (Af) es:

$$Af = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6$$

$$Af = 18.0 + 12.0 + 2.0 + 3.0 + 16.0 + 6.0 = 57,0 \text{ cms}^2$$

Escala del mapa 1: 10.000, es decir que un centímetro cuadrado representa un área de 100 m x 100 m en el terreno - 10.000 m²

El del terreno es de 57.0 x 10.000 m² = 570.000 m² = 57 hectáreas.

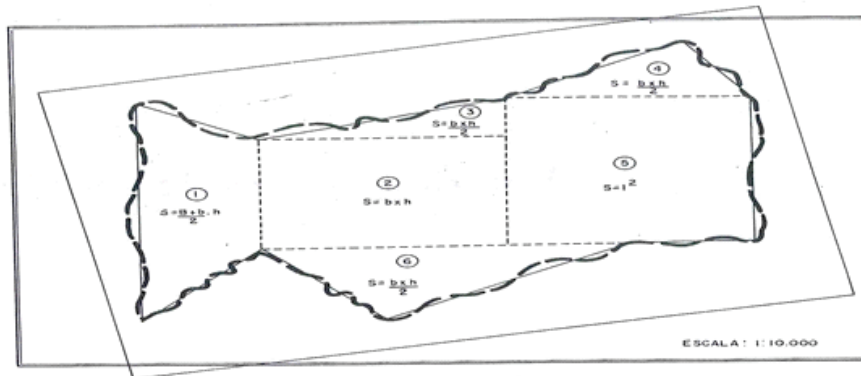


Figura 50: Figura geométrica

2) Mapa cartográfico o general

El mapa cartográfico también llamado general, hace parte del conjunto de mapas con información general,(Fig.51).

Representa la distribución espacial de varios fenómenos, en grandes regiones, países y continentes realizados en escalas pequeñas menores de 1: 100.000. Por esta razón se filtra información cartográfica que no puede aparecer en escalas pequeña; solo aparecen los fenómenos geográficos grandes (grandes lagos, grandes ciudades etc.). Son mapas abstractos.

El mapa general facilita el estudio y la observación de todo el espacio geográfico y por medio de representaciones visuales que explican, expresan y facilitan la localización, relación y distribución de los diversos fenómenos que se encuentran en la atmosfera, en litosfera, en la hidrosfera y en el campo de la biosfera.

Son ejemplos de mapas generales el mapamundi, planisferios, mapas políticos, hidrográficos etc.



Figura 51: Mapamundi

7.1.2 Mapa temático

Los mapas temáticos, son representaciones confeccionadas con un propósito específico. Representar gráficamente un fenómeno por que son elaborados para mostrar la distribución espacial de un fenómeno en particular, ejemplo: distribución de las lluvias. Los mapas temáticos aunque utilizan como documento de base o fondo de los mapas topográficos a diferencia de estos que tratan los fenómenos naturales y culturales con carácter estrictamente descriptivo y geométrico, al mapa temático le interesa lo analítico y lo explicativo. Por ello es uno de los medios mas apropiados para comunicar el resultado de una investigación.

1) Símbolos en los mapas Temáticos

Los mapas temáticos para representar las variables numéricas utilizan todo tipo de recursos visuales, como superficie de distintos colores o tramas (coropletos), flechas para indicar movimiento de un fenómeno (flujos – a veces tienen un grosor proporcional a su magnitud), el trazado de líneas que unen punto de igual valor (isolíneas), círculos o símbolos de tamaño proporcional al valor numérico, o incluso mapas deformados para que cada unidad geográfica se represente con un tamaño proporcional a su valor numérico.

Los recursos visuales mencionados son representados en los mapas mediante los denominados símbolos cartográficos. Por tal razón, de acuerdo con la naturaleza o importancia del fenómeno que se va a representar, el cartógrafo dispone de dos dimensiones del plano (largo y ancho), en el cual el símbolo que se empleara puede ser una figura geométrica, un color o una trama.

a) Figuras geométricas las figuras geométricas pueden diferenciarse por su forma, su orientación y por su tamaño.

- La forma se refiere a una figura o signo convencional que representa un fenómeno. Puede ser un cuadro, un rectángulo, un círculo, un hexágono, etc. (Fig.52)

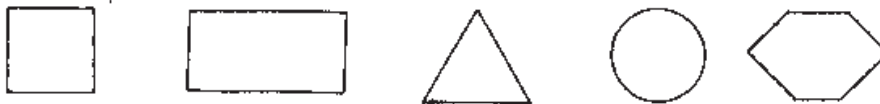


Figura 52: La forma

- La orientación se refiere al cambio de posición de un símbolo. Puede ser horizontal, inclinado, vertical etc. (Fig 53)

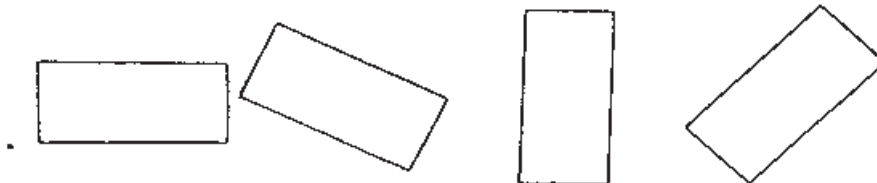


Figura 53: La orientación

- El tamaño corresponde a una variación en la superficie de la figura geométrica empleada y representa un incremento o una disminución de un fenómeno. (Fig.54)



Figura 54: El tamaño

b)Tramas y colores en un mapa temático suelen agruparse en dos categorías: Cualitativos y Cuantitativos.

-Tramas y colores cualitativos denominadas también selectiva, son utilizadas especialmente para representar la distribución de fenómenos no cuantificados ejm: tipos de suelo, de vegetación etc.

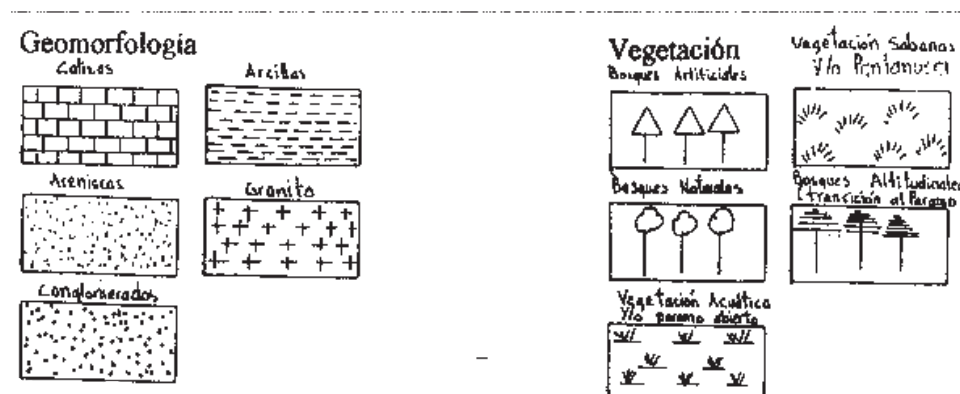


Figura 55: Tramas y colores cualitativos

-Tramas y colores cuantitativos en las tramas y colores cuantitativos la intensidad de cada una está en relación con la variación “ordinal” de un fenómeno. (fig.56)

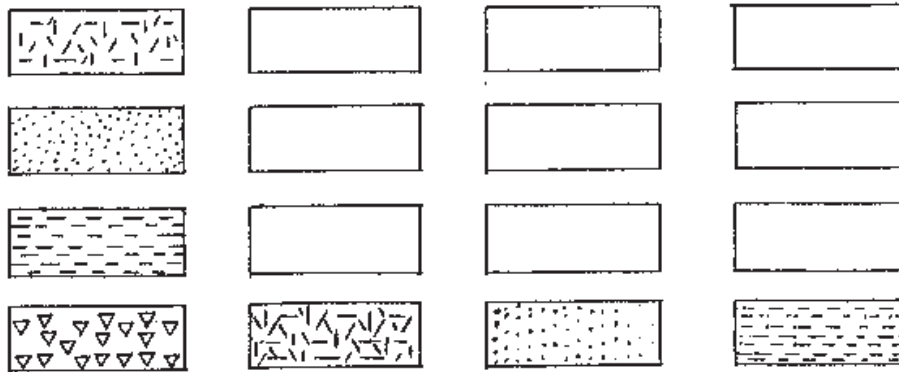


Figura 56: Tramas y Colores cuantitativos

2) Símbolos complementarios

Frecuentemente se utilizan símbolos que se consideran complementarios a los ya enunciados, con el fin de mostrar la forma como varía espacialmente el comportamiento de los fenómenos representados. En general se trata de gráficos como: histogramas, gráficos circulares y gráficos triangulares.

a) Histogramas, son representación gráfica en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados, ya sea en forma diferencial o acumulada. Los histogramas sirven para obtener información sobre el panorama de distribución de la población o la muestra respecto a una característica cuantitativa y continua de la misma y que es de interés para el observador (como la longitud o la masa).

De esta manera el histograma, ofrece una visión en grupo permitiendo observar una tendencia por parte de la muestra o población por ubicarse hacia una determinada región de valores dentro del espectro de valores posibles (infinitos o no) que pueda adquirir la característica. Así puede evidenciar comportamientos, observar el grado de homogeneidad, acuerdo entre los valores de todas las partes que componen la población o la muestra, o contraposición, poder observar el grado de variabilidad, y por ende, la dispersión de todos los valores que toman las partes, también es posible no evidenciar ninguna

tendencia y obtener que cada miembro de la población forma por su lado y adquiere un valor de la característica aleatoriamente sin mostrar ninguna tendencia, entre otras cosas.

Un ejemplo de histograma son las pirámides de población, que es un histograma doble de barras horizontales que muestran la población masculina de un lugar clasificado por grupo de edades. (Fig.57).

Los elementos estructurales de la grafica son:

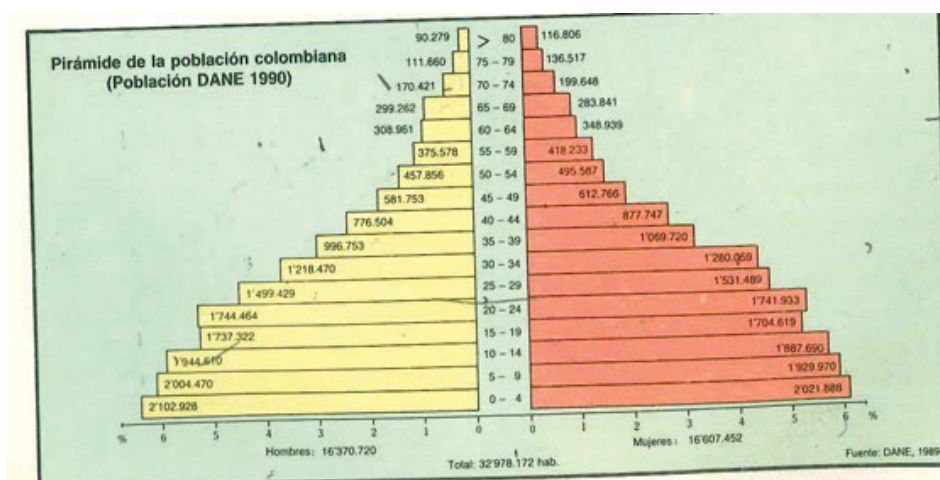


Figura 57: Pirámide de la población de Colombia 2.015

-El eje de las coordenadas (y), se disponen e identifican los grupos de valores, por lo general estos que gradúan de 5 de 10 en 10 años perpendiculares a las barras.

-El eje de las abcisas (x), base sobre la cual se disponen las barras del doble histograma y el número de habitantes de cada grupo de edad y sexo en datos porcentuales y absolutos. Mostrar los datos en porcentajes tiene la ventaja de permitir comparar dos pirámides de población en distintos lugares y tiempo, ya que los datos se basan en valores relativos.

-Las barras del doble histograma (pirámide), se disponen sobre la línea de las abcisas y convencionalmente indican los grupos de edades de la

poblacion masculina (izquierda) y femenina (derecha). Las barras de menor edad se colocan en la parte inferior o base del gráfico, aumentan progresivamente hacia la cúspide de las edades de cada intervalo. La pirámide de población es un histograma de barras dobles, que permite el conocimiento entre otros de los siguientes aspectos: Composición de la población por edad y sexo; Proporción de hombres y mujeres; Proporción de la poblacion en edad productiva; Identificar el nivel de desarrollo en un lugar.

Las pirámides de los países menos desarrollados, en donde se presentan un crecimiento muy fuerte de la población se caracteriza por tener una base amplia. En cambio en los países desarrollados, las pirámides presentas la forma de un barril, lo cual permite apreciar la importancia de la población “productiva” por tal razón la forma de la pirámides de edades son un indicador del nivel de desarrollo de los pueblos.

b) Gráficos circulares, también llamados gráfico de pastel, gráficos de tortas o gráficos de 360°, es un recurso estadístico que se utiliza para representar porcentajes y proporciones (Fig.58).

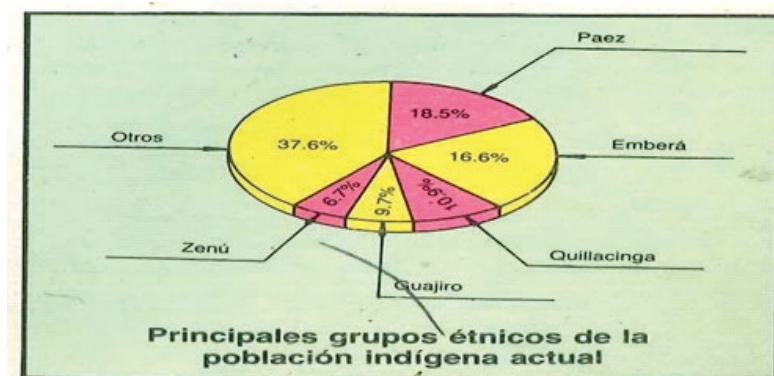


Figura 58: Gráfico circular

El número de elementos comparados dentro de un gráfico circular, puede ser más de cuatro.

Al igual que en los gráficos de barras, el empleo de tonalidades o colores facilita la diferenciación de los porcentajes o proporciones. A diferencia de otros tipos de gráficos, el circular no tiene ejes x o y.

Los gráficos circulares se utilizan en los casos donde interesan no solo mostrar el número de veces que se da una característica o atributo de manera tabular sino más bien de manera gráfica, de tal forma que se pueda visualizar mejor la proporción en que aparece esa característica respecto del total.

Es un gráfico poco recomendable debido a que nuestra capacidad perceptual para estimular relaciones de proporciones o diferencias entre áreas de sectores circulares es mucho menor que por ejemplo, entre longitudes o posiciones, tal como sucede en otras gráficas.

c) Gráfico triangular es un diagrama baricentro que se emplea para presentar tres variables que suman un valor constante dado (100%). La representación de los valores de las variables figura como las posiciones en el interior de un triángulo equilátero, y los tres lados representan las métricas de sus valores, (Fig.59)

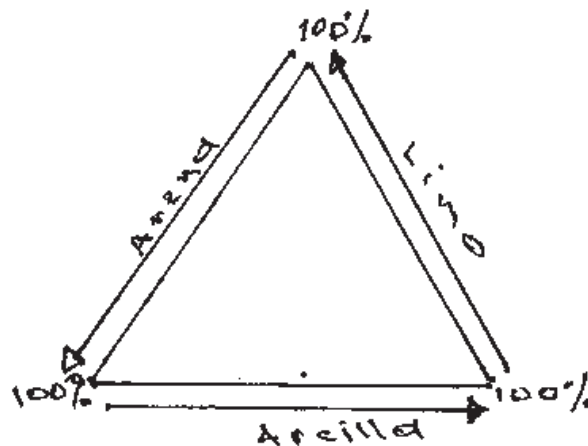


Figura 59: Gráfico triangular

3) Clases de mapas temáticos

Los mapas temáticos son innumerables, puesto que tratan de todo lo que presenta un aspecto cualquiera de distribución en el espacio

geográfico, no obstante los mapas temáticos se clasifican en cualitativos y cuantitativos. Es otra característica que identifica la cartografía temática, en comparación con la cartografía topográfica o general.

a) Mapas temáticos cualitativos

Los mapas temáticos cualitativos son aquellos que permiten representar la distribución espacial de un fenómeno, identificando sus cualidades, por ejemplo, mapas de minas manglares, ríos, etc. Son los que han sido preparados con medición nominal.

Los símbolos para los mapas temáticos cualitativos, se seleccionan de manera que sugieran el fenómeno que presenta, por ejemplo, en los mapas geomorfológicos:

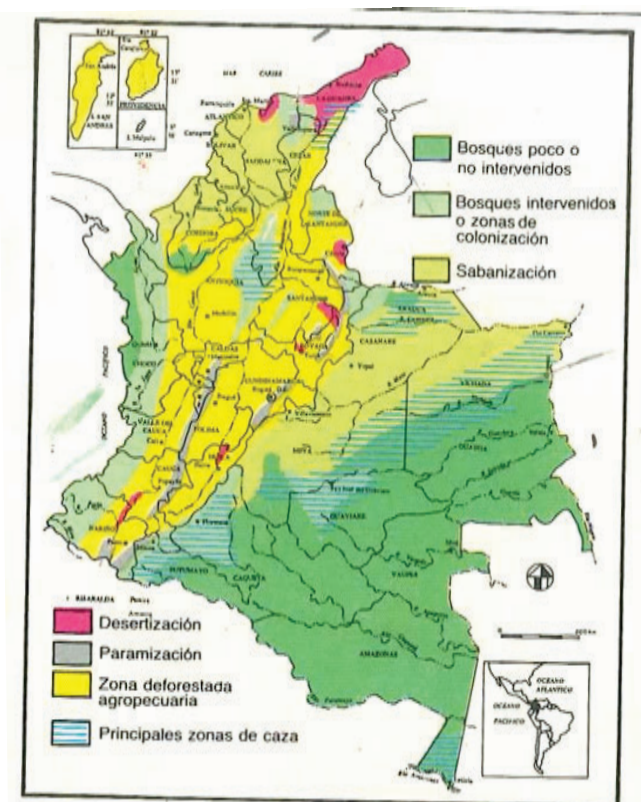


Figura 60: Símbolos de mapa temático cualitativos

-Se acostumbra, a representar la naturaleza de las rocas por símbolos que sugieren la forma o disposición de los elementos de las rocas.

-En los mapas de vegetación también se acostumbra a utilizar tramas como las que aparecen en el ejemplo. Los colores también pueden servir para mapas cualitativos: Una zona seca puede aparecer en el mapa de clima con un color rojo o naranja, mientras que una zona muy húmeda puede aparecer con un color azul o verde oscuro. (Fig.60)

b) Mapas temáticos cuantitativos

Los mapas temáticos cuantitativos, son los que representan la distribución espacial de un fenómeno, pero que ha sido presentado por medio de la medición ordinal o numérica. Indica variación en la magnitud del fenómeno.

Los mapas temáticos cuantitativos se clasifican en: coropleticos, de flujos, de isolíneas y de símbolos proporcionales. También son de gran importancia los mapas dinámicos y los mapas de síntesis.

1) Mapa de puntos, son los que utilizan como implantación el símbolo puntual. Su objetivo es representar la distribución espacial de un fenómeno mediante dos tipos de puntos:

Puntos de igual tamaño, en donde cada punto representa el mismo valor y sirven para expresar distribuciones “dispersas” como la población rural, población ganadera, etc.

a) Mapa de puntos dispersos: El proceso de elaboración es el siguiente: (Fig.61):

-Obtener la información censal.

-Obtener el mapa base, que señale las unidades censales.

-Seleccionar el valor de la variable correspondiente a cada punto, por ejemplo (1 punto = 500 habitantes).

-Calcular el numero de puntos por unidad censal, por ejemplo (unidad censal X con 5.000 habitantes tendrá 10 punto) .

-Seleccionar la dimensión del punto según la escala del mapa, por ejemplo (en un mapa de escala 1:500.000

0	5	10	15	20	25	Km.

cada punto pudiera tener diámetro de 2 milímetros.

-Dibujar los puntos en el mapa de manera uniforme, dentro de los límites de la unidad censal.

-Borrar los limites de las unidades censales (opcional)

- Agregar los elementos explicativos (titulo, orientación, escala, leyenda, fuentes de información).

En cuanto a los aspectos metodológicos, la calidad y efectividad el mapa de puntos, depende de la selección del valor y dimétrica del punto. Al escoger un valor demasiado bajo, se aplicara muchos puntos y será difícil detectar la variación espacial de la variable. Al contrario, si el valor es demasiado alto, se aplicaran pocos puntos y el mapa tendrá un aspecto vacío.

De igual manera, si la dimensión geométrica del punto no es optima, se dificultara la interpretación del mapa. Idealmente, las unidades censales con cantidad mínima de la variable deberán tener por lo menos unos pocos puntos mientras que en la unidad de cantidad máxima los puntos deberían estar por unirse. También se puede aplicar los puntos únicamente a la porción de cada unidad censal que esta relacionada con la variable. Por ejemplo, un mapa de la distribución espacial de algún cultivo se podía limitar los puntos a los sectores de aprovechamiento agropecuario y dejar en blanco la zona no cultivada como son la selva, el paramo y las ciudades.

Una variable del mapa de puntos es el mapa de símbolos repetidos. En este caso el punto adopta la configuración de un símbolo pictórico (barril, molino, caja, etc.). Otra diferencia es que los símbolos no se distribuyen en la unidad censal si no se localizan en un solo sitio de la misma.

Las ventajas de este tipo de mapas es su fácil elaboración e interpretación. Algunos consideran como desventajas la ausencia de valores en el mapa; se observa bien la variación espacial de la variable, pero es difícil estimar la magnitud de la misma en un lugar específico.

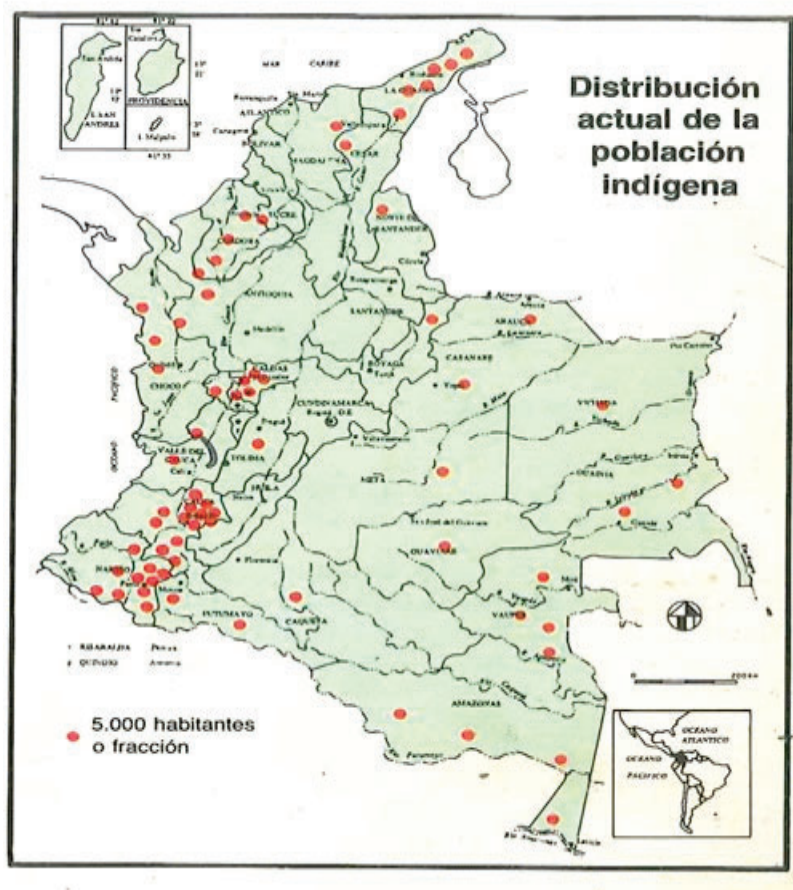


Figura 61: Mapa de puntos dispersos

b) Punto de tamaño variable (símbolo proporcional), representan valores diferentes, para distribuciones “concentradas”, como por ejemplo la población de cabeceras municipales. El diámetro del símbolo es proporcional al tamaño de la población.

Se refiere a los mapas de símbolos proporcionales que utiliza el símbolo puntual en que simplemente se varía proporcionalmente la dimensión del símbolo (largo, superficie o “volumen”), según el valor de la variable en localizaciones determinadas del espacio en la zona de estudio.(Fig.62)

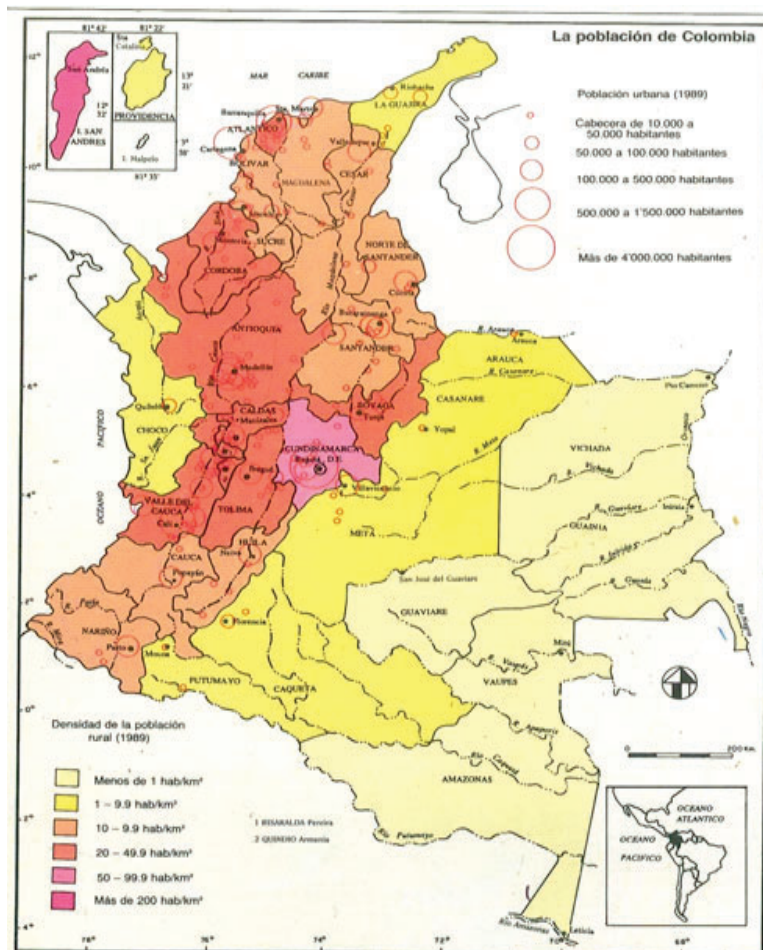


Figura 62: Mapa de símbolo proporcional

El procedimiento de elaboración de los mapas de puntos concentrados o de tamaño variable son:

- Obtener la información censal.
- Obtener el mapa base que señala los sitios censados.
- Escoger un símbolo puntual conveniente para el dibujo de los símbolos cuyo tamaño será proporcional al valor de la variable.
- Según la escala y los datos censales, calcular la dimensión de símbolos.
- Dibujar en el mapa los símbolos según los cálculos realizados en el paso anterior.
- Agregar los elementos explicativos.

Los aspectos metodológicos en su experiencia han demostrado mayor éxito cuando se utilizan símbolos complicados como esferas y cubos. Se ha empleado muchísimo el círculo en los mapas de símbolos proporcionales, en este caso, el radio del círculo en cada sitio censal será proporcional a la raíz cuadrada del valor correspondiente de la variable para que la superficie sea linealmente relacionada a la variable.

Los círculos y barras pueden ser sectorizados según valores porcentuales de componentes de la variable, ejemplo: Un círculo con superficie proporcional a la población económicamente activa en una unidad censal puede ser sectorizada porcentualmente según la importancia relativa del empleo en los sectores primarios, secundarios y terciarios de la economía. Algunos autores, que un mapa con símbolo sectorizados es difícilmente interpretado y recomiendan la construcción de mapas individuales para cada componente estructural de la variable.

c) Mapa Coroplético es el que utiliza el símbolo zonal, donde el objetivo es mostrar una cantidad determinada en una unidad de área (Fig.63).

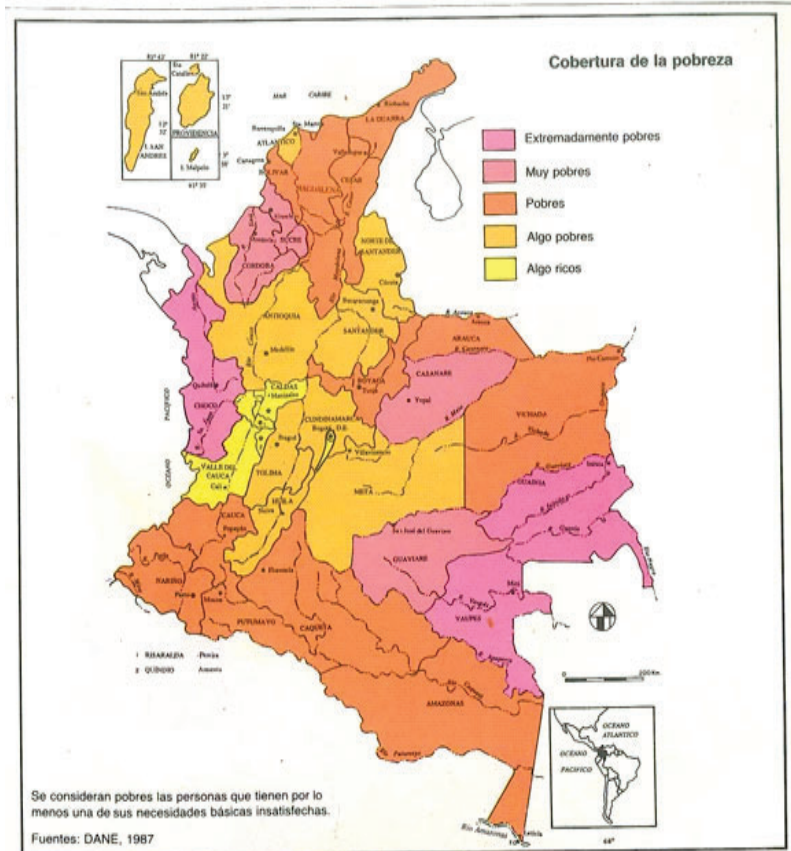


Figura 63: Mapa Coroplectico

A cada unidad censal se le aplica un símbolo zonal cuya capacidad es proporcional a la magnitud de la variable geográfica que representa. En estos mapas se representa la distribución de “relaciones” o de valores relativos, tales como porcentajes densidad de población y otros similares.

El procedimiento de elaboración, es el siguiente:

Obtener la información estadística. Obtener el mapa base que señala las unidades de análisis. Transformar los valores absolutos en valores de porcentaje, densidad o índice. Definir un número conveniente de intervalos de clases. Determinar los límites inferiores y superiores de cada intervalo de clase.

Determinar los límites inferior y superior de cada intervalo de clase. Seleccionar una serie escalonada de símbolos zonales que representaran a los intervalos de clase de manera que la capacidad del símbolo sea proporcional al valor de cada clase.

La elaboración del mapa coropleto es sencilla aunque debe relacionarse con cuidado los intervalos de clases y símbolos zonales. Algunas personas consideran ventajosas la inclusión de los límites de las unidades censales. Sin embargo, debe señalarse que estos límites influyen mucho en la imagen de la representación gráfica; el lector podría creer que existe uniformidad de la variable dentro de cada unidad análisis y que ocurren cambios bruscos en el valor de la misma al cruzar los límites de las unidades. Para Ryder (1963) esta impresión es errónea porque en la realidad la división política territorial influye poco en la variación espacial de muchos fenómenos geográficos.

d) Mapa Isopletrico o de Isolíneas, son los que utilizan como símbolo la isolíneas, cuyo objetivo es mostrar gradientes de las cantidades, su tamaño y su distribución,(Fig.64).

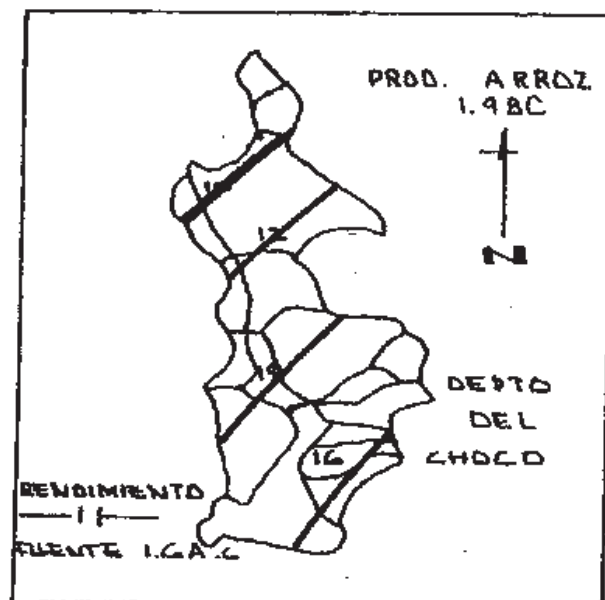


Figura 64: Mapa de Isolineas

Los valores de isolíneas generalmente se basan en observaciones de puntos denominado de control cuyos valores son actuales cuando puede existir en el punto y medirse directamente tales como: la altura y derivados obtenidos después de interpretar los datos estadísticos como en el caso de la precipitación que cae en forma de granizo. También existen valores derivados de áreas en las cuales se incluye se punto, como el porcentaje de personas dedicadas a la agricultura.

Los valores del mapa de isolíneas pueden ser continuos o discontinuos, dependiendo de las características del fenómenos: el fenómeno es continuo cuando cambia los valores abruptamente en determinado pinto, ejemplo: si se tiene una densidad de 600.000 habitantes por kilómetros cuadrados en un punto, mientras que en otro cercano se tiene una densidad de 60.000 habitantes pos kilómetros cuadrado.

El proceso de elaboración es el siguiente, obtener la información estadística. Obtener el mapa base que señale las unidades de análisis. Localizar los puntos de control. Determinar los intervalos de clases. Interpolar las isolíneas. Es el proceso de localización de las isolíneas ante un par de punto, uno de valor mayor y otro de valor menor, la isolíneas se ubica proporcionalmente según la diferencia que existe entre el valor de la línea y los valores puntuales. Puede hacerse por medio de la medición y aplicación de la siguiente formulas:

$$D = \left[\frac{I - Me}{Ma - Me} \right] Xd$$

D = Distancia del punto de valor menor de la isolíneas (en milímetro).

I = Valor de isolíneas.

Ma = Valor del punto mayor

Me = Valor del punto menor

d = Distancia entre los dos puntos (en milímetro).

- Agregar los elementos explicativos

La ventaja del mapa isolíneas es valiosa por que expresa una imagen sintética de la variación espacial del fenómeno geográfico. Puede observarse tendencias y patrones generales libres de influencia de los límites político-administrativo, se pueden trasladar isomorfias, isoyetas, isobaras, isoprecios etc. Como desventajas, muchos lectores no entienden el concepto de isolíneas, por lo tanto no pueden aprovechar este tipo de mapa.

e) Mapa de flujos o de desplazamiento en el espacio, representa las direcciones de movimiento mediante vectores o símbolos lineales trazados sobre la ruta recorrida, de ancho variable y proporcional a su importancia, (Fig.65).

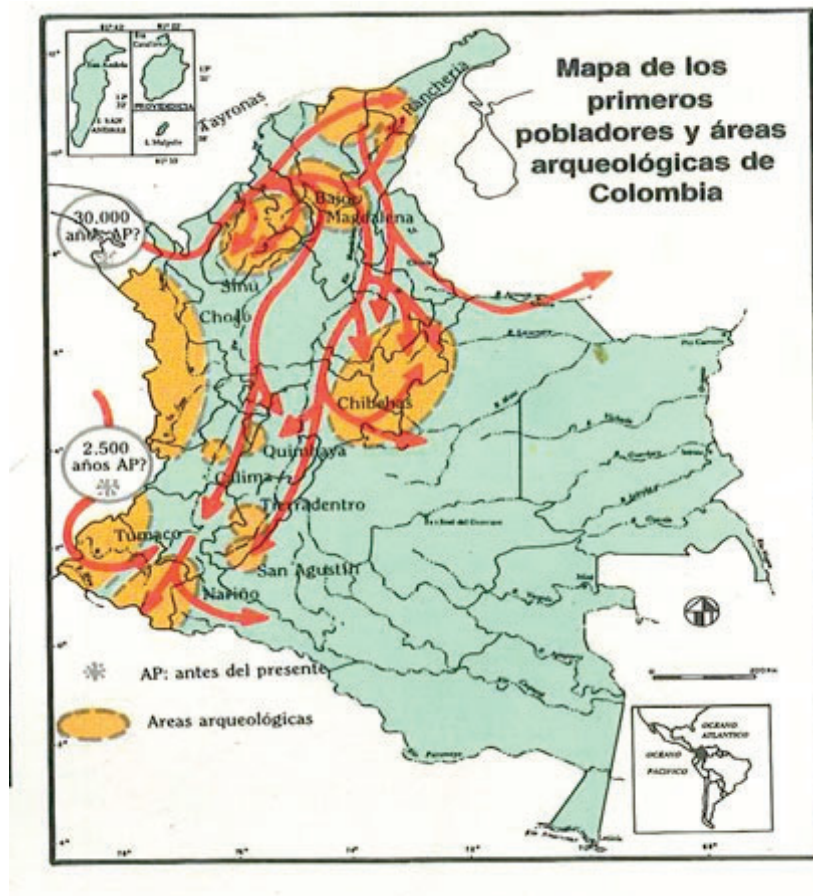


Figura 65 Mapa de flujos

Estos vectores toman la forma de flechas o de bandas de trazo continuo o discontinuo, cualificada por medio de figuraciones o colores. El objetivo de este mapa es demostrar la magnitud de algún fenómeno entre varios puntos (de origen y destino), con grosor de los vectores proporcional al valor que representa.

El Proceso de elaboración es el siguiente, obtener la información estadística. Obtener el mapa base que señala los puntos de origen y destino de los flujos. Seleccionar una escala conveniente para el dibujo de las líneas de flujo cuyo ancho será proporcional a la magnitud del flujo. La efectividad del mapa depende mucho de la selección de la escala y del ancho de las líneas de flujo. Según la escala y los datos de flujo, calcular el ancho de cada línea. Dibujar en el mapa las líneas de flujo. Agregar los elementos explicativos.

7.2 Mapa según la escala

Los mapas en función de la escala se agrupan así:

-De escala pequeña, se consideran pequeñas escalas aquellas con valores inferiores a 1/500.000, que representan grandes territorios con escasa resolución. Para su elaboración, a diferencia del resto, que aplican la proyección UTM, en las pequeñas escalas suelen utilizarse proyecciones Lambert cónicas o acimutales.

-De escala medias, se sitúan hasta niveles de detalle de 1/50.000 o 1/25.000, se utilizan para el reconocimiento territorial, y hasta hace una treintena de años han constituido el centro de la actividad cartográfica oficial, con series muy conocidas como la 1/200.000, 1/100.000, 1/50.000 y 1/25.000 que, en un esfuerzo a veces ímprobo, han tardado décadas en conformar una cobertura sistemática y completa del territorio.

-De escala grande, superiores a 1/25.000, se han desarrollado de forma sistemática en tiempos más recientes por los organismos de ámbito autonómico. En el caso de la Región de Murcia se diferencian una serie a escala 1/5.000 y cobertura completa del territorio, y otra a escala 1/500 ó 1/1.000 para los núcleos urbanos, según se trate respectivamente de núcleos principales o pedanías.

7.3 Clases de mapas según la I.C.A.

Según la Asociación Cartográfica Internacional (ICA) los mapas se clasifican en tres grandes grupos:

Mapas topográficos (incluyendo planos y mapas geográficos). Mapas de rutas y cartas (para navegación y orientación). Mapas temáticos (referentes a uno o varios temas específicos).

A este primer grupo pertenecen no solamente los mapas topográficos con información general, sino también los mapas geográficos de escala pequeña como por ejemplo los Atlas.

La finalidad de un mapa topográfico es de describir un cierto lugar mostrando las características del terreno.

Accidentes geográficos naturales: montañas, valles, cursos de agua, pantanos vegetación, etc. Elementos artificiales agregados por el hombre: ciudades, pueblos, carreteras, líneas férreas, puentes, canales, etc. Elementos artificiales no visibles: sistemas de coordenadas, división administrativa, nombres, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTÍN, J (1973) *Semiology Graphique*. Paris, Montou – Gautier – Villars.

CIRCULO DE LECTORES, (1989) *Atlas y geografía de Colombia*. Bogotá D.C

CIRCULO DE LECTORES, (2004) *Gran Atlas y geografía de Colombia*. Bogotá D.C Intermedio Editores.

CONTRERAS, Gustavo (1979) *Elementos de cartografía* Bogotá U.N.

DEAGOSTINI, R. Daniel (1970) *cartografía* Bogotá CIAFC.

FLORES, Antonio (1988) *Traducciones Cartográficas No.1* Bogotá IGAC.

I.G.A.G. (1967) *Atlas de Colombia*. Bogotá D. E. 2 edición.

I.G.A.C (1981) *iniciación al uso de mapa y fotografías aéreas* Bogotá.

I.P.G.H. (1988) *Geografía Física, Cartografía Temática*. Traducción Flores Antonio Bogotá IGAC.

I.P.G.H. (1976) *Símbolos y Criterios Normativos México* No. 362

I.P.G.H. (1969) *Manual Técnico de Convenciones Topográficas* preparado por el I.G.A.C.

JOLY, Fernando (1988) *la Cartografía*, Barcelona Oikos – Tau. Ediciones

LEÓN, Edilberto (1980) “*Acerca de la Cartografía Temática* “

MARRERO Levi (1976) *La tierra y sus recursos*. Caracas Cultural Venezolana SA. Vigésima edición.

MORENO, R. Efraín (2014) Documento Quibdó. Universidad Tecnológica del Chocó.

MONKHOUSE, Francis Jhon y Wilkinson, HR. (1968) Mapas y Diagramas. Barcelona Oikos-Tau Ediciones.

PEREZ G. URIEL, (1995) Análisis y modulamiento de los S.I.G. Bogotá D.C.I.G.A.C.

PUYOL, Rafael (1981) Poblacion y Espacio. Madrid Edit. Cincel S.A.

RAISZ, Erwin (1965) Cartografia General. Barcelona. Edit. Omega.

RYDER, Roy (1965) "Una síntesis de Procedimientos y de Aspectos metodológicos de la cartografia temática cuantitativa "En revista I.P.G.H. Quito.

ROBINSON A.H. (1963) Elementos de cartographia. Londres

RUIZ, Carlos J, (1986) Normas para dibujos de mapas geológicos. Ingeominas

SAGREDO, José (1972) Diccionario Rioduero. Geología y Mineralogía. Madrid. Ediciones Rioduero.

STRAHLER, Arthur, (1976) Geografía física. Barcelona. Edit. . Omega S.A.

VAN ELZAKKER, C Vander Worm, J. (1990) Cartographie Symbol design I.T.C. lecture notes, Holanda.