

## LA CARTOGRAFÍA BÁSICA

### Breve historia

La cartografía es tan antigua como la existencia de la humanidad y se ha desarrollado y perfeccionado técnicamente con su evolución.

Los primeros gráficos, tienen su origen en las necesidades de los pueblos más primitivos que tenían que desplazarse continuamente, describiendo direcciones y utilizando distancias para cumplir diferentes actividades como el comercio, las comunicaciones y también para las guerras. Debe entenderse que los materiales utilizados para elaborar estos gráficos corresponden a los de la época; así por ejemplo se habla de que los indígenas de las islas Marshal utilizaban conchas que las ubicaban sobre un enrejado de fibras de palma

Los trabajos más sobresalientes a nivel mundial se les atribuyen a los babilónicos, egipcios, chinos y sobre todo los griegos. Aristóteles es considerado como el fundador de la geografía Científica; demostró la teoría de la forma esférica de la Tierra. Hiparco, principal aportador de la cartografía matemática, astronomía y creador de la trigonometría, utilizó proyecciones ortográficas en sus mapas.

Posteriormente, el aparecimiento de los “Mapas Portulanos”, entre los siglos XIII y XV, confeccionadas por cartógrafos catalanes y venecianos destinados a la navegación, constituye un hecho histórico importante en la Cartografía; pero, su desarrollo más dinámico, se da en el siglo XVI con el aumento del comercio internacional y el trazo de nuevas rutas, que llevaron a la necesidad de crear mapas, existiendo dos escuelas principales: la italiana y la alemana; más tarde aparecieron las escuelas flamenca, holandesa, representada por los cartógrafos como Mercator, Oertel, Hondino y otros .

En el lado americano, los aztecas y esquimales también elaboraron mapas de gran importancia, en ellos representaron hechos históricos y detalles topográficos elaborados de manera muy decorativa.

En el Ecuador, sin lugar a dudas, es Pedro V. Maldonado la figura científica más grande no sólo del país sino de América meridional en el siglo XVIII, quien, basándose en variada información, fue autor del primer Mapa Geográfico (que se indica a continuación), con bastante precisión científica.



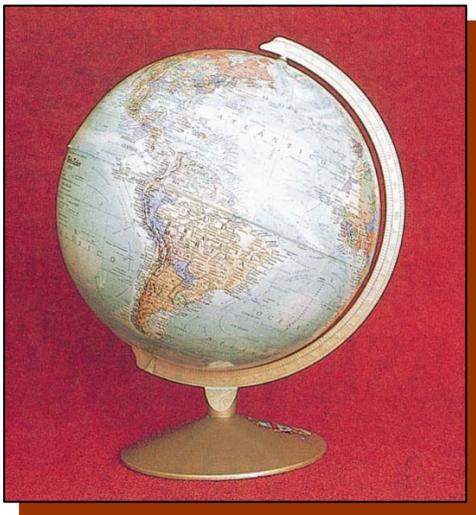
## Concepto de Cartografía

Un concepto muy generalizado dice que la cartografía es la ciencia y el arte que nos enseña a interpretar, analizar y representar gráficamente la superficie terrestre o parte de ella. Consecuentemente, cartografía es un lenguaje de comunicación gráfica; sin embargo, ¿qué le diferencia de otros lenguajes de comunicación gráfica como la fotografía, los diagramas, cuadros de paisajes y otros gráficos?. Contestando a esta pregunta, diremos que la cartografía, para ser considerada como tal, requiere esencialmente de tres cosas: una proyección, una escala y una simbolización; de éstas, las dos últimas ya se han analizado anteriormente, por lo que aquí nos referiremos a lo que tiene que ver con la proyección cartográfica, que es el propósito que se persigue en los siguientes párrafos.

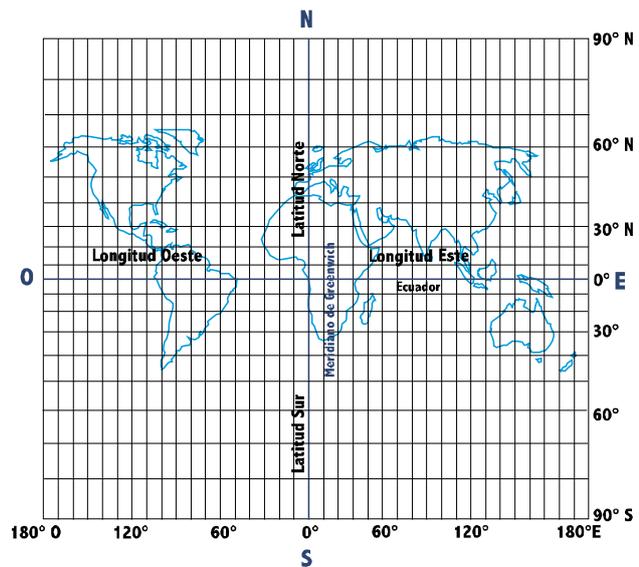
## Líneas Geográficas

En las siguientes figuras, se muestra la representación de la Tierra en forma esférica y en un plano, donde se han trazado una serie de líneas (paralelos y meridianos) que se interceptan entre sí, determinando puntos con valores referenciados a un sistema de coordenadas, en este caso, las geográficas (latitud y longitud).

El principio fundamental de la cartografía consiste en el establecimiento sobre la superficie de la Tierra de un sistema de coordenadas al que puede referirse cualquier punto de la misma, en el que se representan las principales orientaciones N, S, E, O.



Representación de la Tierra en forma esférica

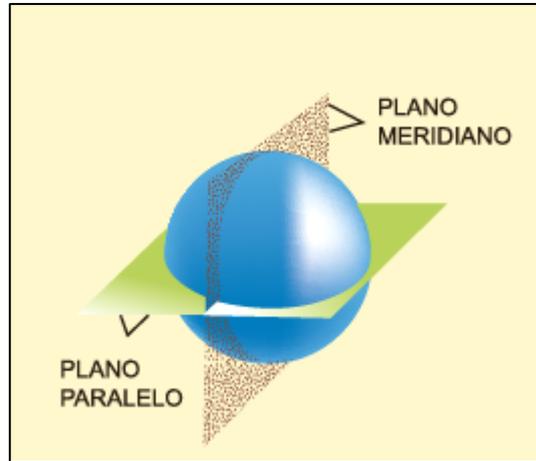


Representación de la Tierra en un plano

Las coordenadas geográficas permiten definir la posición de un punto terrestre. Para entenderlos, iniciaremos definiendo como paralelo, una línea imaginaria originada por el corte de un plano paralelo con la superficie terrestre, siendo ésta, perpendicular al eje polar de nuestro planeta, como se observa en la figura. Se tiene un paralelo mayor llamado ecuador, que divide al globo en dos hemisferios: Norte y Sur; y, paralelos menores, que a medida que se acercan a los polos disminuyen su radio. Meridiano se define como una circunferencia imaginaria originada por la intersección del plano meridiano con la superficie terrestre. Los meridianos son siempre iguales entre sí, por consiguiente dividen a la Tierra en dos partes iguales. Al meridiano de Greenwich (el meridiano que pasa por el antiguo observatorio de Greenwich, Inglaterra y que también el origen para la definición de los husos horarios), se le ha

definido como origen de las longitudes, el mismo que divide a la Tierra en dos hemisferios: Oriental y Occidental.

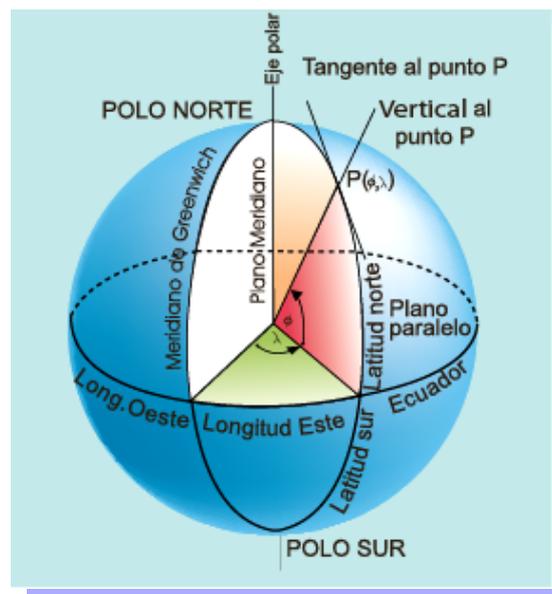
Sobre la base de estos conceptos y tomando como origen el paralelo ecuador y el meridiano de Greenwich, se originan las coordenadas geográficas definidas por latitud y longitud geodésicas.



**Planos paralelos y Planos meridianos**

**Latitud geográfica.-** Es el ángulo que forma el punto y el plano ecuatorial. La latitud de un punto se mide sobre los círculos máximos (meridianos); de  $0^{\circ}$  (paralelo ecuador) a  $90^{\circ}$  (Polo Norte o Polo Sur); originándose la latitud Sur si se encuentra en el hemisferio Sur y latitud Norte si se encuentra en el hemisferio Norte.

**Longitud geográfica.-** Es el ángulo que forma el punto y el plano del meridiano origen (Greenwich). La longitud de un punto se mide sobre el ecuador, de  $0^{\circ}$  (meridiano de Greenwich) hasta los  $180^{\circ}$  hacia el Este o el Oeste, originándose la longitud Oriental, si está en el hemisferio Oriental (Este) y la longitud Occidental, si se encuentra en el hemisferio Occidental



**Latitud y Longitud geográfica**

## Representación de la Tierra en mapas

Tomando en consideración los conceptos enunciados, la única manera de modelar la orientación, forma y tamaño relativos a la Tierra, es aplicando sistemas de proyección basados en relaciones matemáticas y/o gráficos que permitan representarlos en un plano, minimizando errores y deformaciones que se producen durante el proceso.

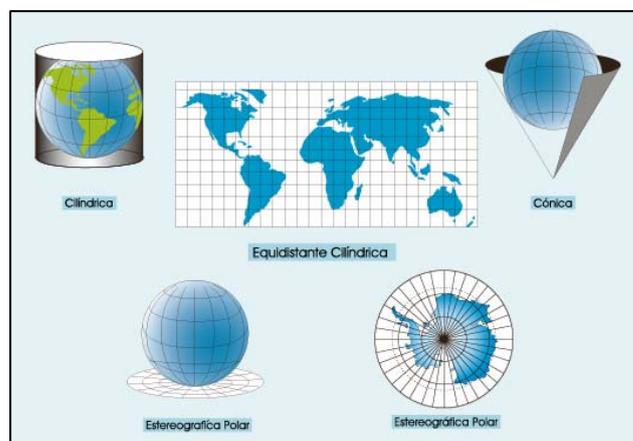
### Proyección Cartográfica

Es el estudio de las distorsiones producidas al desarrollarse una superficie esférica (esfera o elipsoide) sobre un plano manteniendo, manteniendo correspondencia matemática biunívoca entre los puntos de la superficie terrestre y sus transformadas en el plano, con el objeto de minimizarlas.

### Clasificación de los Sistemas de Proyección Cartográfica

1.-En función de la superficie sobre que se la proyecta	Proyección Cilíndrica Proyección Cónica Proyección Azimutal
2.-En función de la posición de la superficie sobre la que se proyecta con respecto al eje de la Tierra	Proyección Normal Proyección Transversa Proyección Oblicua Proyección Polar Proyección Ecuatorial
3.-En función de las deformaciones	Proyección Conforme Proyección Equivalente Proyección Equiárea Proyección Equidistante Proyección Afiláctica
4.-En función de la posición del centro de proyección	Proyección Gnomónica o Perspectiva Proyección Estereográfica Proyección Escenográfica Proyección Ortográfica
5.-En función de la orientación del punto de vista	Proyección Polar Proyección Meridiana Proyección Zenital Proyección Azimutal

La combinación entre las proyecciones anotadas, da como resultado otras con características propias que dependen de la finalidad y uso que se quiera dar al documento cartográfico; así por ejemplo, al conjugar la proyección cilíndrica (la superficie sobre la que se proyecta la Tierra es un cilindro) y la proyección transversa (el eje del cilindro perpendicular al eje de los polos) da como resultado la proyección transversa; y, si éste cilindro es secante a  $80^\circ$  de latitud Norte y Sur es una proyección "Universal Transversa de Mercator" utilizada mundialmente para la navegación y para la elaboración de los mapas topográficos.



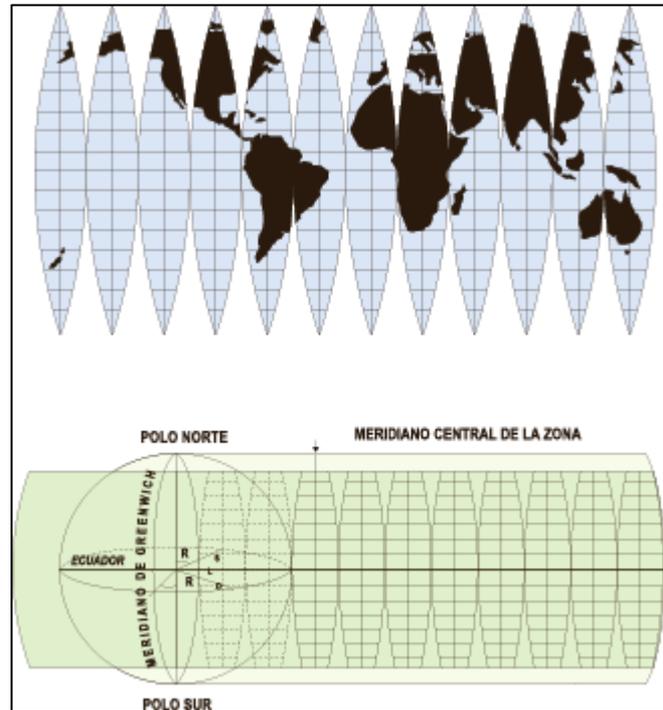
Ejemplos de proyecciones

## Proyección Transversa de Mercator (TM)

Por ser ésta la proyección usada casi mundialmente en mapas topográficos y por sus especiales características, se detallará con mayor amplitud. Se proyectan todos los puntos de la superficie sobre un cilindro transversal, que para evitar deformaciones excesivas en los polos se lo ha puesto secante a la superficie terrestre, a 80° de latitud Norte y Sur, y se gira 6° el cilindro originándose 60 cilindros secantes, formando 60 zonas.

Imaginemos la Tierra como una naranja cuya corteza la dividimos en 60 partes iguales, desde la parte superior a la inferior, y la desplegamos sobre un plano.

Nótese en el diagrama que los paralelos y meridianos son iguales en cada zona.



**Proyección Transversal de Mercator**

Para que el lector tenga un conocimiento completo de los principios básicos del sistema UTM, debe conocer:

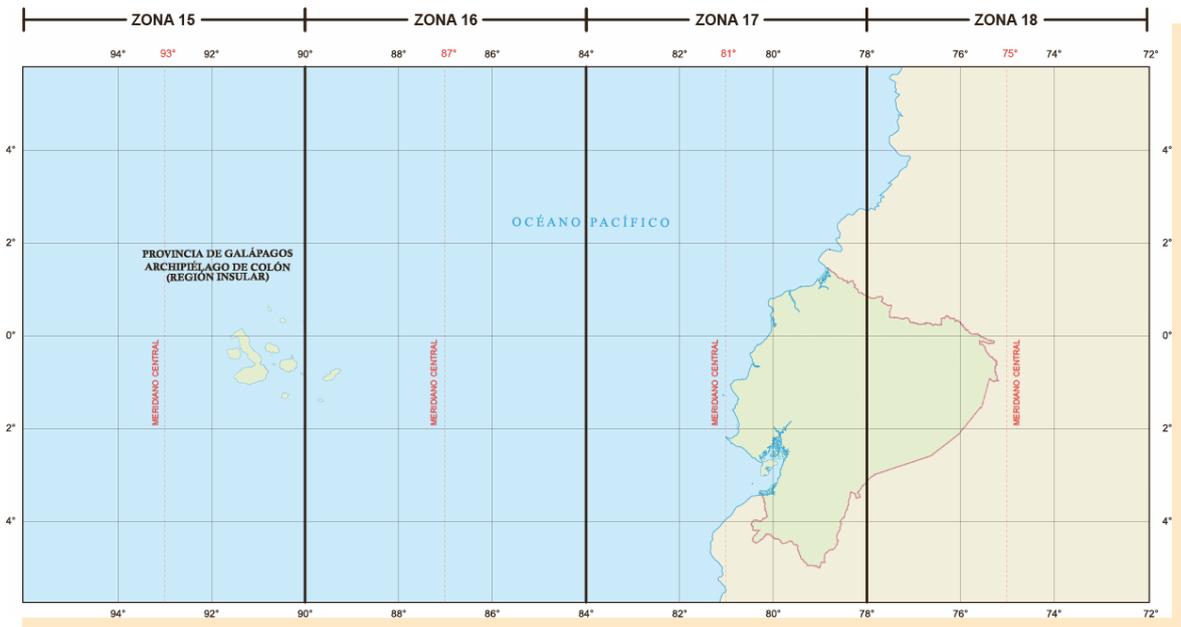
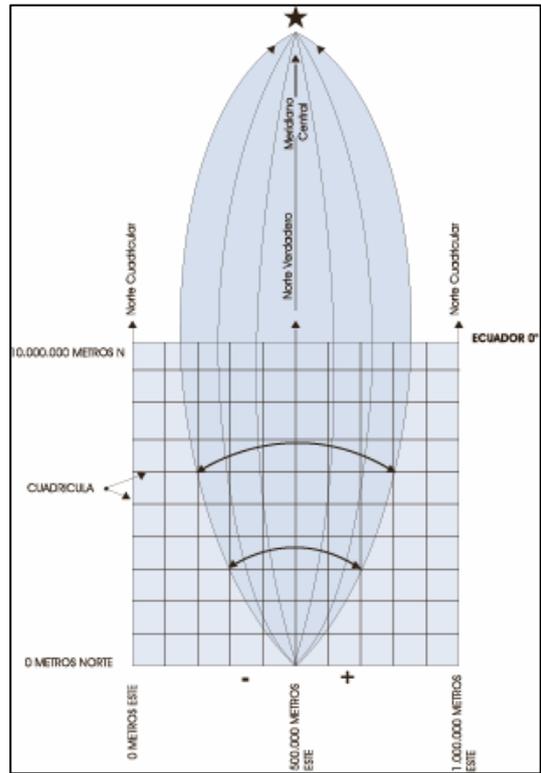
- Número de zonas en el sistema: 60.
- El ancho de una zona en grados de longitud: 6°.
- El sistema de numeración de las zonas: de izquierda a derecha, del 1 al 60.
- Origen de la zona: paralelo ecuador y meridiano central.
- El paralelo 0° ecuador y el meridiano central son líneas rectas.
- Definición de una cuadrícula (serie de líneas horizontales y verticales). Perpendiculares entre sí, uniformemente distribuidas, formando cuadrados perfectos, que representan una distancia predefinida en la Tierra (generalmente 1 Km.).
- El meridiano central y el paralelo 0° (ecuador) de la proyección cartográfica, coinciden exactamente con las líneas del cuadrículado.
- Un valor de 500.000m, se le asigna a la línea del cuadrículado que coincide con el meridiano central.
- El valor cuadrícula del polo Sur es 0m.
- La distancia del polo Sur al ecuador es de 10 millones de metros.
- La distancia del ecuador al polo Norte es de 10 millones de metros

- La cuadrícula se extiende en cada extremo de la zona fuera del límite de  $30'$ , para sobrepasar  $30'$  o más sobre la zona cuadrícula adyacente. Esto se conoce como la cuadrícula de traslape o de transplante.

Al Ecuador, por su ubicación geográfica le corresponde las siguientes zonas: Ecuador Insular, zonas 15 y 16; Ecuador Continental zonas 17 y 18.

Cada zona tiene un Meridiano Central que se determina con la semisuma de los meridianos límites, teniendo en cuenta que éstos deben ser múltiplos de 6, por ejemplo: para la zona 17 los meridianos límites son  $78^{\circ}$  y  $84^{\circ}$ , su semisuma es  $81^{\circ}$  de longitud Oeste que es el Meridiano Central.

### Representación de una zona geográfica Ecuador y zonas

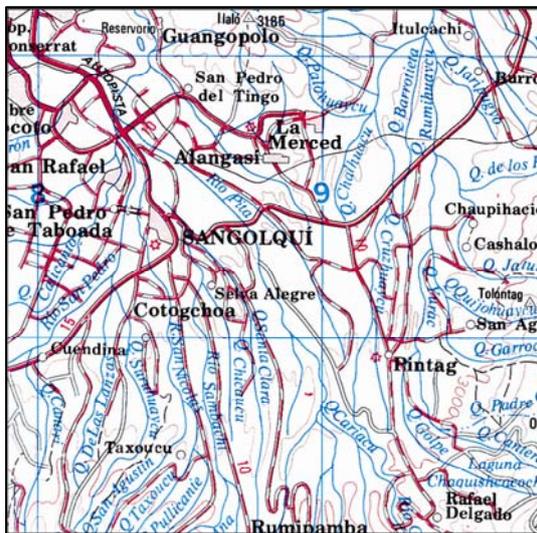


## LA CARTOGRAFÍA TOPOGRÁFICA

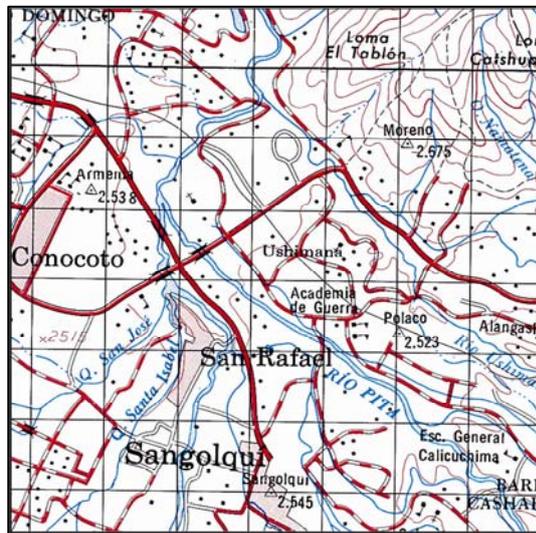
En general, se conoce también como cartografía básica (aunque en forma más precisa la cartografía básica también incluye la cartografía náutica y aeronáutica) o cartografía fundamental. En el Ecuador, es elaborada por el Instituto Geográfico Militar a escalas 1:25.000 y derivadas; esto es, por procesos de generalización cartográfica se obtienen las representaciones a escalas menores que se conocen como “Escala Estandarizadas”:

- 1:25.000 Carta Topográfica Base
- 1:50.000 Carta Topográfica Nacional (Obtenida por generalización cartográfica de 1:25.000)
- 1:100.000 y 1:250.000 Carta Topográfica Regional (Generalización de la cartografía 1:50.000 y 1:100.000)
- 1:500.000 y 1:1'000.000 Mapa Geográfico y Mapa Oficial del Ecuador (Generalización de la cartografía 1:250.000 y 1:500.000).

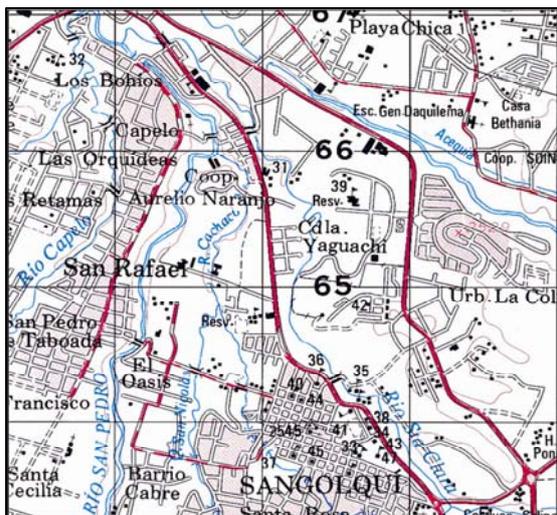
A las escalas 1: 25.000 y mayores (1:10.000, 1:5.000, 1:1.000, etc.), se las conoce como “Escala Grandes”; a las comprendidas entre 1: 25.000 y 1: 250.000, “Escala Medias”; y, a las menores a 1:250.000, (1: 500.000, 1:1'000.000, 1: 2'000.000, etc.) “Escala Pequeñas”.



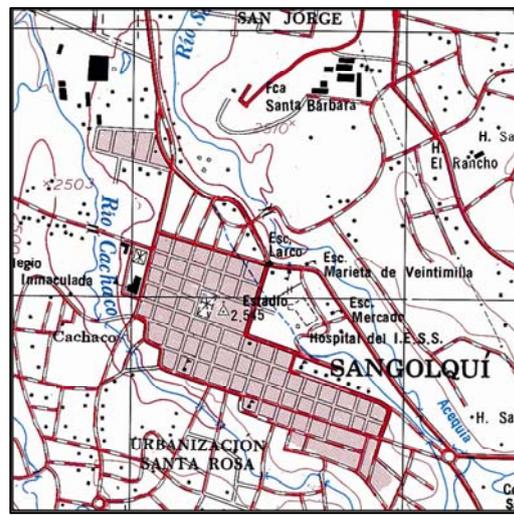
Carta Hemisférica de Sangolquí, escala 1:250.000



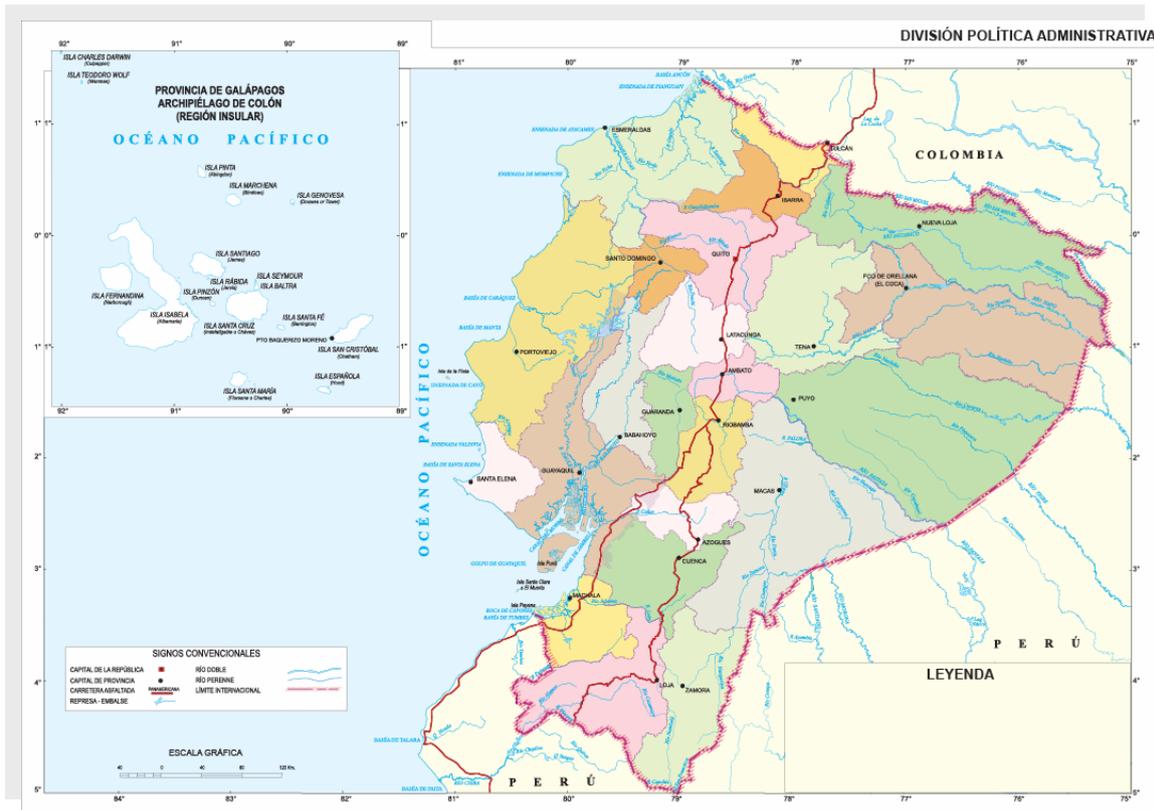
Carta Topográfica de Sangolquí, escala 1: 100.000



Carta Topográfica de Sangolquí escala 1: 50.000



Carta Topográfica de Sangolquí, escala 1: 25.000



Mapa del Ecuador (político)

### La representación del relieve

La superficie terrestre con el paso de los años ha moldeado formas y estructuras, que le dan una contextura y naturaleza propias, constituyéndose materia de constante investigación que ha permitido idear formas de representarlas como un formato manejable, de tal manera que esté al alcance de todo tipo de estudios, para lo cual, es necesario comenzar con los conceptos básicos en este tema:

**Altura.-** Es la distancia vertical entre un punto de cualquier objeto tomando como plano de referencia local, aquel que pase por su base.

**Elevación o altitud.-** Es la distancia entre un punto de la superficie terrestre y el nivel medio del mar.

**Distancia vertical.-** Es la separación entre dos puntos, medida en el plano vertical que pasa por ambos puntos.

**Plano de referencia.-** Es el lugar desde donde se pueden iniciar las mediciones de las alturas. En nuestra cartografía, es el nivel medio del mar y es aquel en el que están basadas todas las cartas en el mundo, se determina mediante observaciones mareográficas durante un período considerable de tiempo (para el Ecuador, el nivel medio del mar se lo obtiene mediante el promedio de mediciones del mareógrafo ubicado en La Libertad (provincia de Santa Elena).

**Cota.-** Valor numérico que indica elevación que tiene un punto cualquiera de la superficie terrestre.

El relieve se puede representar en el plano por:

- Curvas de nivel.
- Coloración de elevaciones (colores hipsométricos).
- Sombreado

De los cuales, por revestir mayor importancia se explicará, por su uso y precisión la representación por curvas de nivel, que se trazan utilizando instrumentos fotogramétricos a partir de fotografías aéreas y puntos de control horizontal y vertical determinados directamente en el terreno

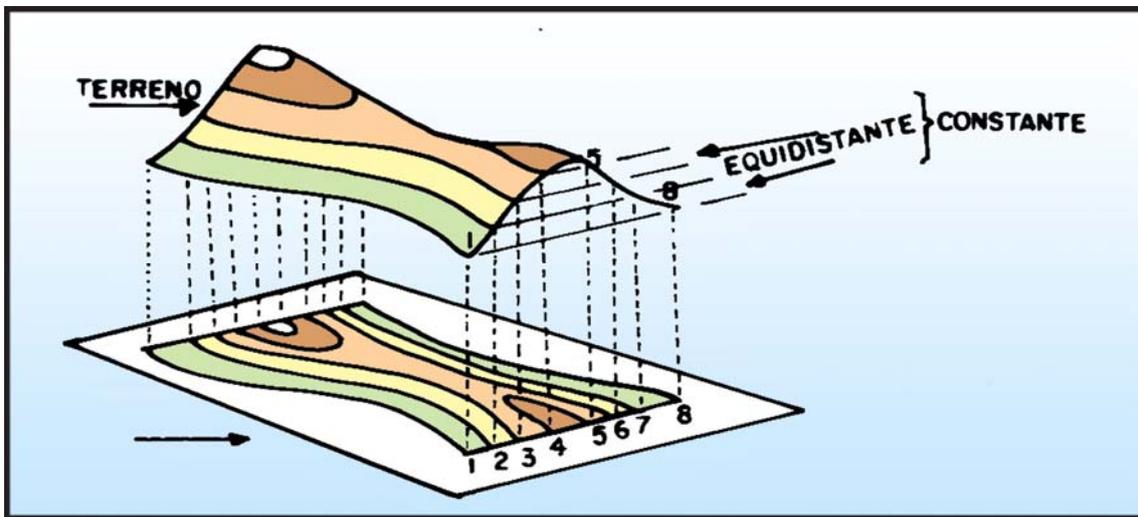
### Curva de nivel

Se define como un trazo en el mapa que representa una línea imaginaria en el terreno, cuyos puntos son de igual elevación con respecto a un plano de referencia común.

### Clases de curvas de nivel

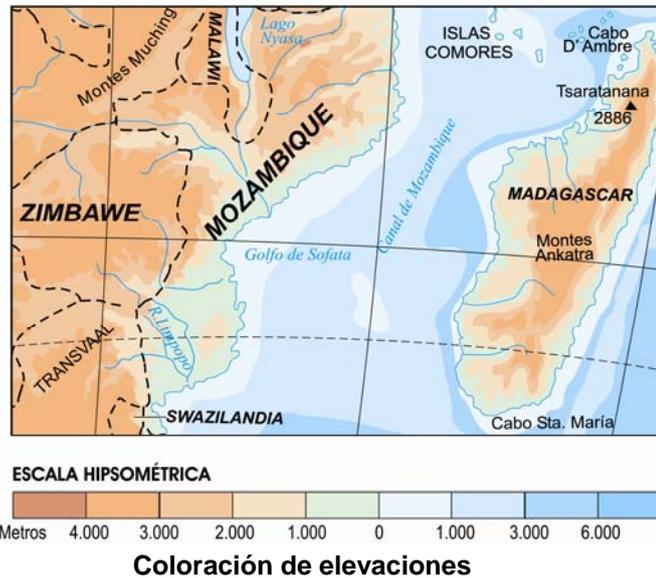
Para dar una mejor comprensión del relieve representado en el terreno es necesario distinguir:

- **Curva de nivel Principal o Índice.** Llamada también Directriz, esta representada con un trazo más grueso que las demás, siempre va acotada.
- **Curva de nivel Secundaria o Intermedia.** Representada por un trazo continuo más delgado que las curvas principales, se encuentran entre dos curvas de nivel Índices en un número de cuatro.
- **Curva de nivel Auxiliar o Suplementaria.** Representada por un trazo de líneas segmentadas, de grosor igual a las líneas segmentadas, de grosor igual a las curvas de nivel Secundarias.
- **Curva de nivel para Depresión.** Es aquella que indica una depresión. Líneas perpendiculares a éstas, indican la dirección de la depresión.
- **Curva de nivel Unificada.** Es la que se emplea para indicar un cambio brusco e inclinación, como: riscos, declives pronunciados, fallas, etc.



Representación del relieve  
Por medio de curvas de nivel

En algunos mapas destinados para la enseñanza se acostumbra el uso de colores; cada color cubre las zonas cuya altitud corresponde a una determinada diferencia de nivel. A esta escala de colores se le conoce con el nombre de escala hipsométrica y para su elaboración se consideran las variables visuales color y valor.



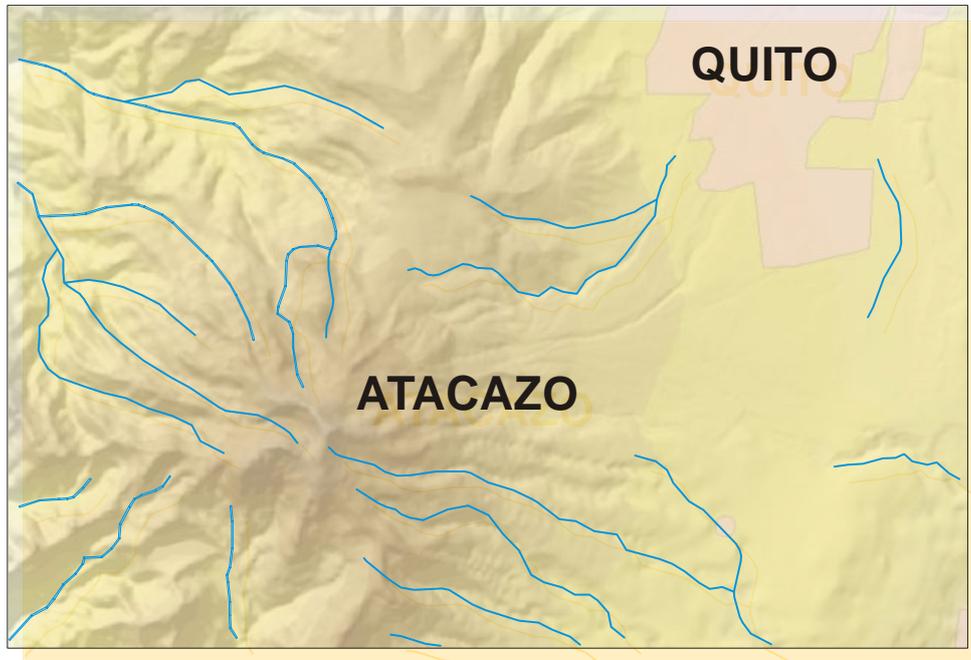
En el caso del mapa del Ecuador, para representar las profundidades del océano se toma el color azul aumentando el valor de este color de: azul 10% que corresponde a la profundidad que va de 0 a 30 metros, hasta llegar al azul 70% que corresponde a las profundidades de 4.000 a 5.000 metros; de igual manera, para tierra firme, se utiliza el verde para las zonas de relieve bajo y café para los relieves altos; el valor no puede ser muy fuerte en razón de que quitaría visibilidad a los nombres geográficos y otros detalles.



Coloración de elevaciones, mapa físico del Ecuador

## Sombreado

Consiste en representar el relieve sombreando las laderas de las elevaciones, en proporción a su mayor o menor pendiente; las pendientes más abruptas aparecen más oscuras que las más suaves. Este método es muy llamativo pues visualiza muy bien el relieve pero tiene el inconveniente de que no se pueda determinar la elevación de cualquier punto.



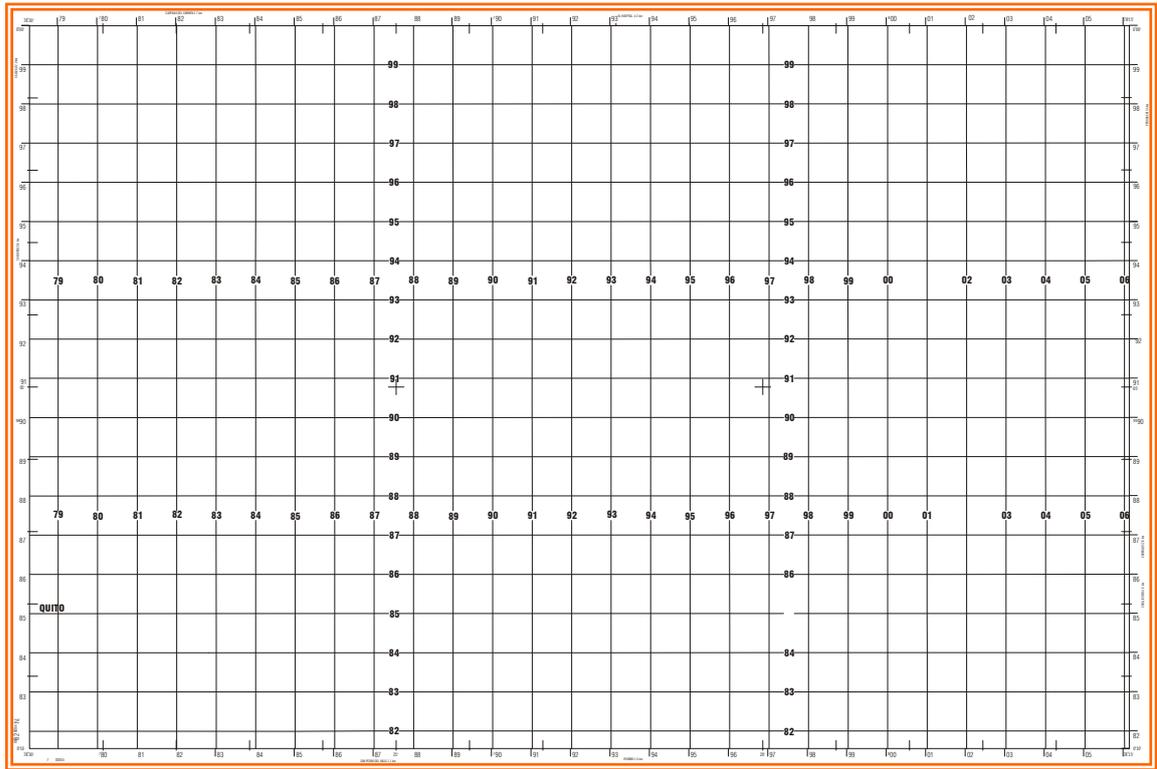
**Representación del relieve por medio de sombreado**

## La Carta y Mapa Topográfico

Conceptualmente, no existe una diferencia exacta entre carta y mapa. Se conoce que la palabra “mapa” tuvo su origen en la Edad Media (siglos V al XV) y con ella, se designaba a cualquier representación de la superficie terrestre. Posteriormente, los mapas marítimos pasaron a ser llamados Cartas Marítimas y de aquí, se extendió su denominación a las representaciones terrestres. En la actualidad, se ha ligado este criterio mas bien en función de la escala; así, a las representaciones a escalas grandes se las conoce como “planos”; a las de escalas medias, “cartas topográficas”; y, a las escalas pequeñas, “mapas”

La carta topográfica es la graficación de la superficie terrestre con una representación precisa en cuanto a la implantación espacial de los accidentes geográficos (detalles de origen natural o antrópico). Se elaboran cinco capas de información, además de la cuadrícula con los valores de las coordenadas planas (X,Y) y/o geográficas (latitud y longitud):

- Cuadrícula



- Relieve (curvas de nivel)





• **Hidrografía**



• **Vegetación**



