



Los Modelos Digitales del Terreno y su uso en Cartografía Temática



*Cda. Rosa Cuesta
Departamento
de Cartografía Temática
Instituto Geográfico Militar*

1 INTRODUCCIÓN

En toda actividad humana la configuración topográfica del terreno ha jugado un papel muy importante, por lo tanto, contar con información del relieve ha permitido desarrollar toda clase de trabajos como: construcción de carreteras, muelles, operaciones militares, tareas científicas y muchas más aplicaciones; sin embargo, la gráfica tridimensional de estas formas en un mapa siempre a sido uno de los problemas más críticos en cartografía, pues realizando una visión retrospectiva, este tipo de representación no estaba exenta de dificultades; de hecho, todavía en los siglos XVI y XVII se representaban en forma simbólica, indicando la ubicación de las montañas sin hacer referencia alguna a diferencias en altitud; es hasta el siglo

XIX que en varios países de Europa se produjo una campaña de desarrollo de programas de Cartografía en las que se insiste en la mejora de precisión en la representación del relieve, introduciéndose técnicas geométricas de representación ortogonal como las normales de pendiente, esto permite dar paso a una visión ortogonal del terreno; es decir, nociones de altitud lo que permite tener una graficación más exacta.

Bajo la óptica planteada, éste artículo, pretende abarcar este tema, aclarando ciertos criterios técnicos, para lo que se ha utilizado ejemplos prácticos realizados en el Departamento de Cartografía Temática.

2 REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL RELIEVE

Hoy en día cualquier tipo de representación del relieve se basa en el conocimiento de altura de un sinnúmero de puntos, aunque no todos sean representados en el mapa.



Representación del Relieve utilizando diferentes símbolos y sombreados

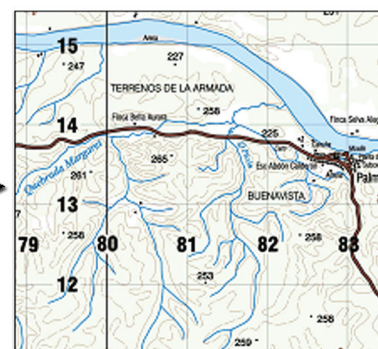
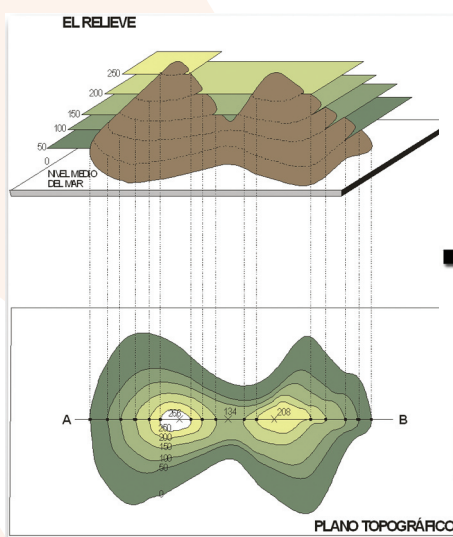


Mapa de representación de relieve Siglo XVII

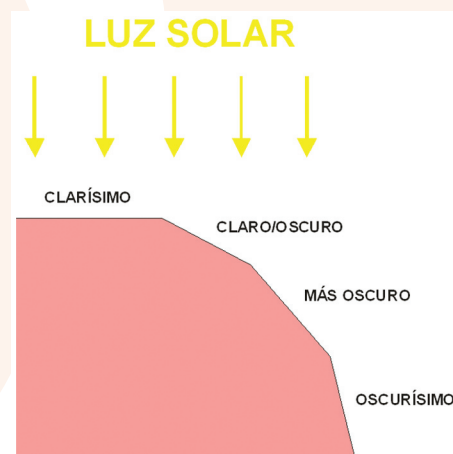
3 FORMAS DE REPRESENTACIÓN DEL RELIEVE

La representación cartográfica del relieve ha sido un factor muy importante a ser considerado dentro de la elaboración de diversos documentos cartográficos; para esto, se han establecido algunas formas convencionales de graficación siendo una de las más utilizadas las curvas de nivel que son líneas que unen puntos de una misma altura; igualmente, el uso de variaciones en tonalidades de colores que indican las diferentes alturas del terreno a través de colores hipsométricos ha constituido otra de la formas de representar el relieve, sin embargo siempre se ha tratado de obtener la mejor visualización del relieve; para esto, se buscó una forma artística de representación, en este caso el sombreado cartográfico el cual no aporta una figura tridimensional precisa, pero facilita, al lector, la transmisión de la información topográfica del mapa. Este método consiste en utilizar distintos valores de grises que permiten crear efectos clarososcuros necesarios para

obtener una imagen tridimensional, esta técnica ha sido utilizada desde hace mucho tiempo, aunque por carecer de métodos de impresión no es que hasta épocas recientes estos aparezcan; por ser un sombreado manual éste tiene inevitablemente la influencia del dibujante es decir es un método subjetivo en donde el resultado dependerá de la habilidad en la realización de los claroscuros y en la interpretación del relieve del terreno. Este trabajo se lo elabora utilizando varias técnicas, una de estas, es el uso de un lápiz de punta dura H o 2H sobre papel estable (cronaflex) considerando un sol ficticio a 45° de elevación sobre el horizonte y con el criterio del trazado lógico de curvas de nivel, este procedimiento fue utilizado hasta finales del año 2000 en el Instituto Geográfico Militar, en sus primeras ediciones documentos cartográficos como: Hojas de Ruta, Mapas Ecoturísticos y el Mapa Ecoturístico de las Islas Galápagos presentan este tipo de representación.



Representación Relieve
(Hoja topográfica- curvas de nivel)



Sombreado de pendiente considerando la luz cenital



Representación del relieve
(Sombreado cartográfico)

4 EL PAPEL DE LA INFORMÁTICA

El manejo manual de la información cartográfica se ha complementado con la integración de la misma en los **sistemas de información geográfica (SIG)**, definidos como sistemas informáticos diseñados para el manejo, análisis y cartografía de información espacial referenciada. La cartografía digital abarca este amplio ámbito de tratamiento de la información y, dentro de la misma, los modelos digitales del terreno (MDT) brindan otra posibilidad de representación de la superficie terrestre, las primeras aplicaciones cartográficas fueron con fines militares,

posteriormente debido a las bondades de este tipo de formas sus aplicaciones han sido muchas y en un sinnúmero de documentos cartográficos con diversas utilidades.

Por todo esto, es importante conocer en que consisten los modelos digitales del terreno y sus posibles aplicaciones, para entender de mejor manera su uso en cartografía temática.

5 MODELO DIGITAL DEL TERRENO

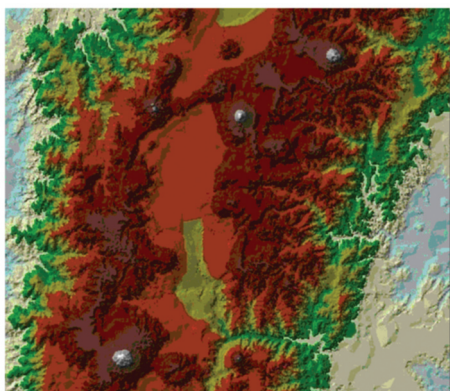
Un modelo digital del terreno (MDT) es un conjunto estructurado de datos que define la distribución espacial de

la altitud de la superficie del terreno. También recibe la denominación de Modelo Digital de Elevaciones. La unidad básica del MDT es un punto acotado, de un valor de altitud z y los valores de las coordenadas x, y . Su finalidad es obtener una representación del relieve basados en dos tipos de modelos: vectorial y raster. El modelo vectorial está basado en entidades u objetos geométricos, definidos por las coordenadas de sus nodos y vértices, los atributos del terreno se representan mediante puntos, líneas o polígonos con sus respectivos valores, entendiéndose como estructuras vectoriales a **contornos** (isohipsas) y TIN (red de triángulos irregulares adosados); el modelo raster se basa en localizaciones espaciales, a cada una de las cuales se les asigna el valor de la variable para la

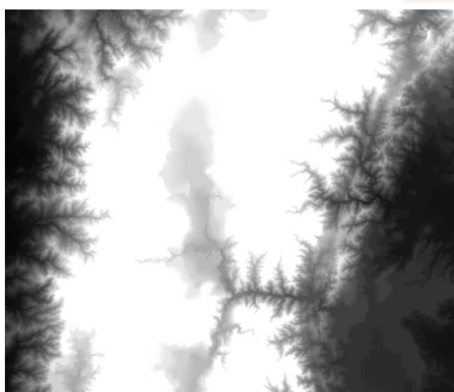


DIVISION GEOGRAFICA

unidad elemental de superficie, que en el caso de imágenes son los píxeles.



MDT vectorial TIN

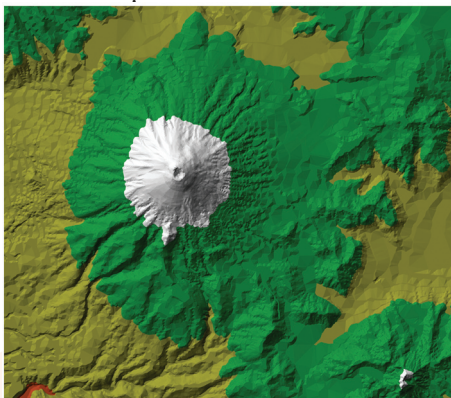


MDT Raster

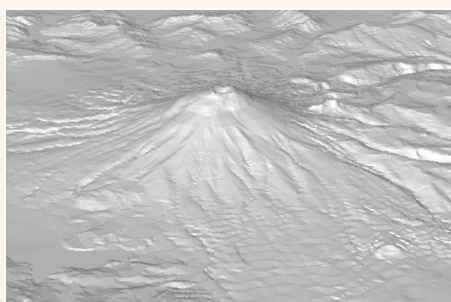
6 APLICACIONES

Las aplicaciones de este tipo de representación son muy variadas, entre las más importantes podemos mencionar la ortorrectificación de imágenes; también encontramos aplicación directa de los MDTs en cartografía de intervisibilidad; proyectos de redes de telecomunicaciones; estudios de hidrología, trazado de curvas de nivel en mapas topográficos, proyectos de líneas de ferrocarril y carreteras, con la posibilidad de hacer cálculos volumétricos de movimiento de tierras, etc., específicamente en el área de cartografía temática su uso y aplicación ha permitido obtener mapas con una representación de relieve mucho más definida mejorando su visualización; así por ejemplo, en cartografía turística, la utilización de este tipo de representación

tridimensional brinda la posibilidad de una visualización de la superficie terrestre más real, tanto en la vista en planta como



Vista en planta (volcán Cotopaxi)



Vista en perspectiva (volcán Cotopaxi)

Esta información ha sido utilizada en la elaboración de hojas de ruta que cubren la totalidad del país, mapa vial de la República del Ecuador y en la edición de los nuevos mapas ecoturísticos de áreas protegidas, en estos últimos se ha utilizado vistas en perspectivas de las zonas de área protegidas en los que se han localizado las principales vías de acceso así como la colocación de marcas terrestres (rótulos, accesos viales, línea férrea etc.) que brindan la posibilidad de una representación muy definida, el objetivo final es proporcionar al usuario un documento guía de fácil lectura y comprensión al momento de su uso; sin embargo, no solo el uso de los MDTs en cartografía permite una mejor visualización del relieve, éste deber estar acompañada de otros elementos cartográficos (hidrografía, vialidad, centros poblados, toponimia) que permitan obtener un documento que

representa fielmente la distribución de la superficie, no hay que olvidar que el uso de simbología adecuada en función de la escala de representación (colores, tipos de líneas, tamaño de símbolos etc.) siempre es muy importante al momento de la elaboración de cualquier tipo de documento cartográfico.

Para realizar esta representación cartográfica teniendo como base los MDTs (ver esquema para la elaboración de mapas turísticos teniendo como base un mdt), se han utilizado sistemas de información geográfica con módulos de análisis 3D (tridimensional), que nos permiten mediante el ingreso de información vectorial (curvas de nivel con valor de Z) generar el respectivo modelo digital del terreno y según el boceto planificado del mapa a editarse escoger la mejor forma de representación.

Con el fin de elaborar el documento cartográfico nos ayudamos con programas de diagramación como son Corel Draw, Ilustrador y programas de edición de imágenes como PhotoshopCS, este último nos da la oportunidad de mejorar y retocar las imágenes creadas a partir de los modelos digitales del terreno, que son la base de algunos trabajos, éstas presentan ciertos problemas de pixelado (cantidad y calidad del píxel) el cual es importante tener en cuenta al momento de realizar la separación de color previa un impresión offset; ya que es necesario tener un mínimo de resolución para impresión de imágenes entre 200 – 300 dpi (definición por pulgada) para obtener una impresión óptima, este inconveniente se presenta al generar modelos en perspectiva, los que son corregidos mediante una difuminación del píxel partiendo de una visualización macro hasta llegar a una micro.

Todos estos procesos digitales son necesarios para corregir errores que se presentan en el momento de la exportación del MDT creado a un formato de imagen sea este jpg, tiff, bmp etc., que son los archivos utilizados para la diagramación de mapas temáticos, sobre éste se sobreponen capas de información

tanto vectorial (hidrografía, vías), así como datos raster (cobertura vegetal), todo esto complementado con la respectiva toponimia, simbología temática e información marginal.

El uso de los modelos digitales del terreno, específicamente en cartografía temática, ha permitido brindar al usuario

final de este tipo de documentos una mejor visualización y por ende una mejor comprensión de la conformación del relieve lo que redundará en la calidad del trabajo cartográfico que el Instituto Geográfico Militar elabora buscando siempre optimizar los procesos de producción cartográfica.



Resolución de píxel original



Resolución de píxel retocado (difuminado)

7 CONCLUSIONES

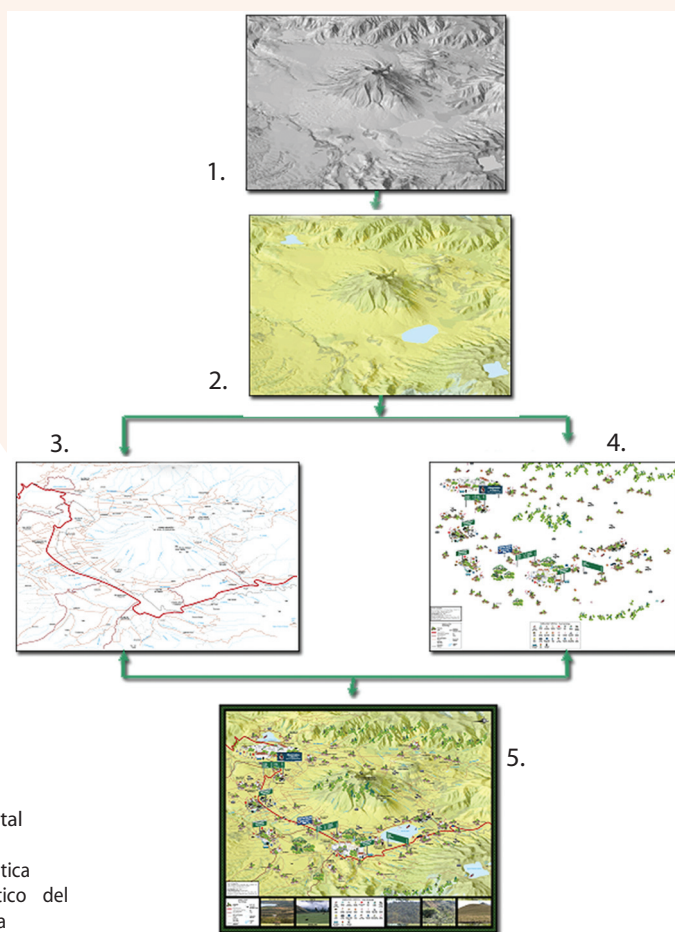
El desarrollo de nuevas tecnologías informáticas ha permitido incorporar nuevas formas de representación de la superficie terrestre lo que ayuda a un mejor conocimiento en el área geográfica.

Las formas de representación cartográfica del relieve siempre han procurado brindar una mejor visualización del mismo con el fin de tener información fiable de las condiciones físicas del ambiente que ayudan a desarrollar de mejor manera proyectos específicos en diversos campos de aplicación.

La cartografía temática tiene un amplio campo de aplicaciones en los cuales los

MDTs son una herramienta válida de representación cartográfica, que permiten una mejor visualización del relieve al usuario final de este tipo de productos.

ESQUEMA DE ELABORACIÓN DE MAPAS TURÍSTICOS TENIENDO COMO BASE UN MDT



1. Modelo Digital
2. Cobertura Vegetal
3. Planimetría
4. Simbología Temática
5. Mapa Ecoturístico del Volcán Imbabura

8 BIBLIOGRAFÍA

JOSÉ JUAN ARRANZ, Representación del Relieve, Apuntes de Cartografía II, marzo 2000 España.

FELICÍSIMO ÁNGEL, Modelos Digitales del Terreno, marzo 1994, Oviedo, Principado de Asturias.

CARLOS GARCÍA GONZÁLEZ, Aplicaciones cartográficas de la Teledetección III Curso de Proceso Digital de Imágenes de Satélite, agosto 2004, Antigua Guatemala.

Apuntes varios.