manual de capacitación básica en Geomática para las comunidades organizadas

Capacitación básica en Geomática, con énfasis en imágenes de observación de la Tierra, dirigido a comunidades organizadas
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN FONACIT 2013001856

Gobierno Bolivariano de Venezuela
Ministerio del Poder Popular para Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología

Fundación Instituto de Ingeniería para Investigación y Desarrollo Tecnológico

UPEL
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA EXPERIMENTAL LIBERTADOR

IPC

Juventud Bicentenaria

manual de capacitación básica en Geomática para las comunidades organizadas

Capacitación básica en Geomática,
con énfasis en imágenes de observación de la Tierra,
dirigido a comunidades organizadas
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN FONACIT
2013001856

Coordinadores
Freddy Flores Araque (FIIIDT - CPDI)
Scarlet Cartaya Ríos (UPEL - IPC)

Autores
Fani Araque Rojas
Freddy Flores Araque
José De Sá Rodríguez
María Entrena Pineda
Rafael Rebolledo Wueffer

Colaboradores
Dianora Pérez Montilla (UPEL - IPC)
Glenis Valencia Guerrero (FIIIDT - CPDI)
José Miguel Hernández (UPEL - IPC)
Luisana Pérez Chirinos (FIIIDT)
Pedro Tovar (FIIIDT)
Ramiro Salcedo Gálviz (FIIIDT - CPDI)
Reinaldo Gil Zambrano

Diseño Gráfico y Diagramación
Jesús Rodríguez Castillo
Liser Verdugo Rodríguez

Grupo consultado para la evaluación de los contenidos
Adelaida Aquino
Alexander Román
Doris Oliveros
Marielys Rodríguez
Olga Matos
Rosaura Solís
Yesenia Gordonez

Fundación Instituto de Ingeniería
Carretera Baruta - Hoyo de la Puerta, entrada IDEA, Urb. Monte Elena II - Altos de Sartenejas.
Caracas, Venezuela.
Apartado Postal 40200.
Teléfonos: (+58) 212 - 9034610
Página web: www.fii.gob.ve

Este manual fue redactado tomando como base el "Manual de capacitación básica en Geomática" del Centro de Procesamiento Digital de Imágenes.

Luego se realizó un proceso de evaluación de los contenidos a través de la consulta a un grupo de empleados de la Fundación Instituto de Ingeniería, los cuales leyeron y expresaron sus comentarios en un instrumento de preguntas cerradas.

A partir de los resultados se revisaron los contenidos, incluyendo las recomendaciones y sugerencias didácticas andragógicas.

La producción y publicación de este documento es responsabilidad del
Centro de Procesamiento Digital de Imágenes - Fundación Instituto de Ingeniería.
Noviembre 2014

Presentación

Este "Manual de capacitación básica en Geomática para las comunidades organizadas", es el producto del esfuerzo para adaptar el tema de la Geomática, a los requerimientos y necesidades de las comunidades organizadas, con la finalidad de crear una cultura de conocimiento, basada en las potencialidades que ofrecen las imágenes del Satélite Miranda, favoreciendo los procesos de toma de decisiones y puesta en marcha de planes y políticas acordes con la realidad del entorno.

Esto fue posible gracias al financiamiento del Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) al Proyecto de Investigación 2013001856 *"Capacitación básica en Geomática, con énfasis en imágenes de satélite de observación de la Tierra, dirigido a comunidades organizadas"*; bajo la responsabilidad de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) - Instituto Pedagógico de Caracas (IPC) y la Fundación Instituto de Ingeniería para Investigación y Desarrollo Tecnológico (FIIIDT) - Centro de Procesamiento Digital de Imágenes (CPDI).

Índice General

MÓDULO I
CONCEPTOS BÁSICOS 8
La Geomática 8
Tecnologías Geomáticas 8
Percepción Remota o Teledetección 8
Componentes de un sistema de percepción remota 9
Cartografía 9
Escala de un mapa 10
Lectura e interpretación de mapas 10
Sistemas Globales de Navegación por Satélite (SGNS) 10
Sistemas de Información Geográfica (SIG) 12
Referencias 14

MÓDULO II
INTRODUCCIÓN A LA TELEDETECCIÓN 16
Teledetección o Percepción Remota 16
Bases físicas de la Percepción Remota 17
La energía electromagnética 17
El espectro electromagnético 17
Propiedades de la materia: reflexión, absorción, transmisión 19
Comportamiento de los elementos terrestres 19
Satélites de observación de la tierra y sensores 20
Clasificación de los satélites según la órbita 20
Clasificación de los sensores según la fuente de energía 22
Resoluciones 23
Resolución Espectral 23
Resolución Espacial 23
Resolución Temporal 23
Satélite de observación de la Tierra Francisco de Miranda (VRSS-1) 26
Objetivos principales del Satélite Miranda 26
Interpretación Visual 31
Fundamentos y claves de interpretación 31
Las comunas y la imagen satelital 33
Referencias 35

MÓDULO III
CARTOGRAFÍA Y SISTEMAS GLOBALES DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE 38
La localización geográfica 38
La orientación espacial 38
Los puntos cardinales 38
Las coordenadas geográficas 38
Cartografía 40

Objeto de la Cartografía 40
El mapa 40
Clasificación de los mapas 40
Elementos cartográficos 41
Sistema cartográfico venezolano 47
Numeración de mapas y formatos geográficos para Venezuela 47
Mapas a escala 1 : 1.000.000 47
Mapas a escala 1: 500.000 y 1:250.000 48
Mapas 1:100.000 49
Mapas 1:50.000 - 1:25.000 49
Sistemas Globales de Navegación por Satélite (SGNS) 50
Referencias 51

MÓDULO IV
INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) 54
Antecedentes 54
Definiciones de Sistemas de Información Geográfica 55
Componentes de un SIG 56
Hardware o equipos 56
Software o programas 57
Procedimientos 57
Datos 58
Datos geográficos 58
Recurso humano 59
Modelo de datos: Vector y Raster 59
Modelo Vector 60
Modelo Ráster 61
Ventajas y desventajas de los modelos Ráster y Vector 61
Aplicaciones de los SIG 62
Referencias 63

módulo I

Conceptos Básicos

Módulo I
Conceptos Básicos

La Geomática

Se refiere al método integrado para la medición, análisis y uso de los datos terrestres, denominados datos espaciales (geoespaciales), los cuales provienen de satélites que orbitan la tierra, sensores marinos y aerotransportados, mapas, bases de datos, así como de equipos de medición terrestre.

La Geomática es un término científico moderno que hace referencia a un conjunto de técnicas que se integran para capturar, procesar, analizar, interpretar, publicar y guardar información geográfica.

Tecnologías Geomáticas

La Geomática es fundamental para todas las disciplinas de las geociencias (ciencias de la Tierra) y las comunidades en general que usan datos geoespaciales; su uso sirve para tener una visión clara, detallada y fácil de entender del mundo real, respondiendo a tres preguntas: ¿Qué es?, ¿dónde está? y ¿cuánto hay?.

La referencia espacial de dichos datos proviene de diversas fuentes (Figura 1.1), tales como satelitales (percepción remota), sistemas globales de navegación por satélite (GNSS), sensores aéreos (fotogrametría) y técnicas tradicionales o actuales para la descripción del terreno (cartografía digital o analógica); mientras que el procesamiento y análisis de los datos geográficos se hace con la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Percepción Remota o Teledetección

Son los procedimientos o técnicas para evaluar las características y propiedades físicas de un objeto o fenómeno sobre la Tierra, sin estar en contacto directo con éste.



Figura 1.1. Tecnología Geomática.

En general, la Teledetección se refiere al conjunto de técnicas utilizadas para obtener información de un objeto; ubicado a una distancia determinada en la superficie terrestre, sin tener contacto con él, desde sensores instalados a bordo de plataformas aéreas o satelitales.

Componentes de un sistema de percepción remota

Partiendo del concepto anterior, la teledetección (Percepción Remota) considera los siguientes elementos (Figura 1.2):

1. *Fuente de energía*.
2. *Atmósfera*.
3. *Sensor*: capta la energía que interactúa con la superficie terrestre, integrada por suelos, agua y vegetación.
4. *Sistema estación de recepción terrestre*: recibe la información captada por el sensor.
5. *Intérprete*: facilita el análisis, estudio y evaluación de la información.
6. *Usuario final*: analiza el conjunto de datos, para transformarlos en información, según los objetivos y alcances de los estudios.

Cartografía

La cartografía es el arte, la ciencia y la técnica para la preparación y elaboración de los mapas y poder transmitir información espacial (geográfica) a través de símbolos, representando una porción de la superficie terrestre en una superficie plana (Figura 1.3). La elaboración de un mapa incluye su diseño, creación, producción y uso.

Cartografiar es una de las habilidades técnicas más antiguas, que surgió por la necesidad de registrar las características del entorno para realizar las labores de caza y recolección, en tiempos prehistóricos.

Los mapas en general son una representación plana, a escala, generalizada y explicativa de los elementos que se encuentran en la Tierra.

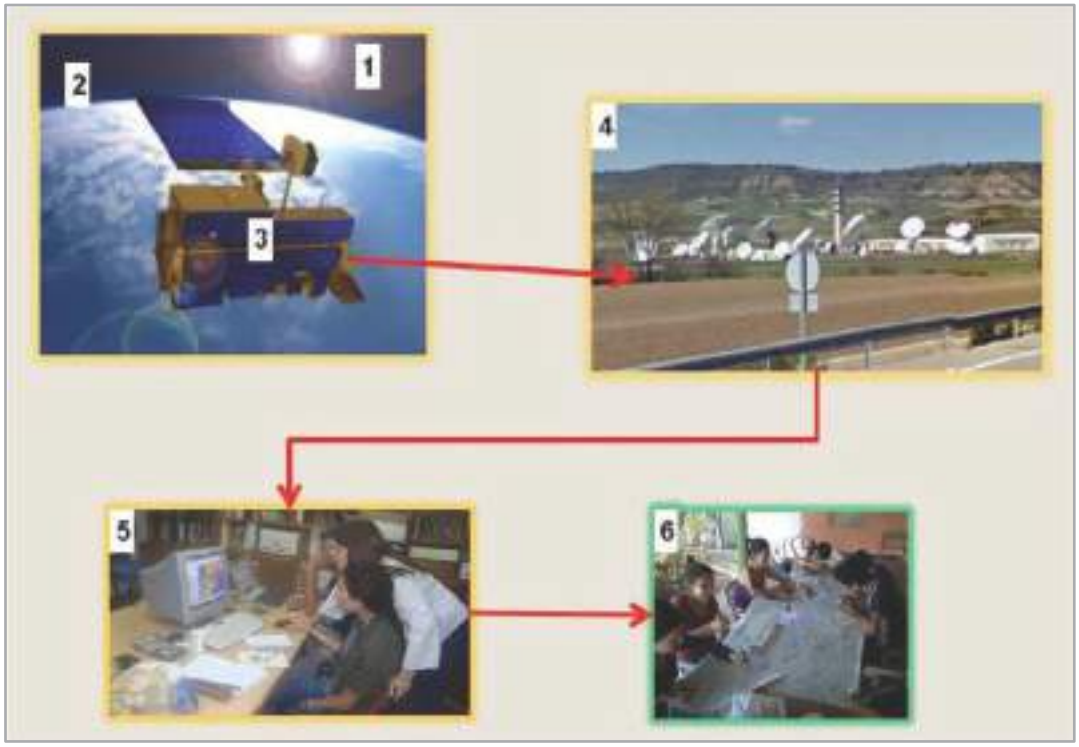

Figura 1.2. Diagrama de los elementos del proceso de percepción remota o teledetección.



Figura 1.3. Mapa oficial de la República Bolivariana de Venezuela. Fuente: Instituto Geográfico de Venezuela "Simón Bolívar".

Escala de un mapa

El Instituto Geográfico de Venezuela "Simón Bolívar" la define como la relación existente entre las medidas reales en el terreno y las correspondientes representadas en el mapa.

Simplemente la escala se puede definir como: la relación entre la distancia que separa dos puntos en un mapa, y la distancia real que existe entre esos puntos en la superficie terrestre.

Es la representación proporcional de los objetos. Ejemplo, la escala 1:100.000 significa que una unidad en el mapa equivale a 100.000 en la realidad (figura 1.4). Estas unidades pueden ser de cualquier tipo, kilómetros, millas, metros cuadrados, etc.

El término escala grande o pequeña, está asociado al mayor o menor detalle que se pueda observar en un mapa, cuando se observan los elementos con sumo detalle, se habla de escalas

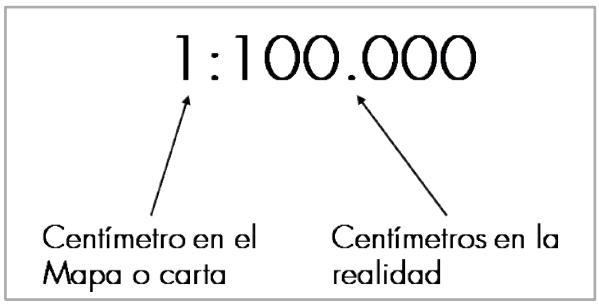

Figura 1.4. Interpretación de la escala numérica.

grandes, y si los elementos están representados con poco detalle, se habla de escalas pequeñas (Figura 1.5).

Lectura e interpretación de mapas

Es el conjunto de técnicas usadas para entender los diferentes símbolos que se encuentran en el mapa y darle a dichos símbolos una imagen mental con sentido.

Estas técnicas dependen de la capacidad visual adquirida por el individuo, de tener una buena capacidad visual o percepción, se reconocen y discriminan los símbolos y el dibujo del mapa. Además si se tiene el conocimiento de la zona geográfica, se está en la capacidad de interpretar los símbolos para darle un significado. A estos símbolos se les llama signos convencionales.

Los signos convencionales se representan a través de colores (Cuadro 1.1) para identificar las características de los elementos del terreno (Figura 1.6).

Sistemas Globales de Navegación por Satélite (SGNS)

Es una constelación o grupo de satélites que orbitan alrededor de la Tierra, las 24 horas del día sin importar las condiciones atmosféricas, para transmitir señales que llegan a equipos receptores con el objeto de ubicar con exactitud (sistema de coordenadas X, Y y Z) cualquier

elemento en cualquier parte de la Tierra, sea en tierra, mar o aire (Figura 1.7 y Figura 1.8).

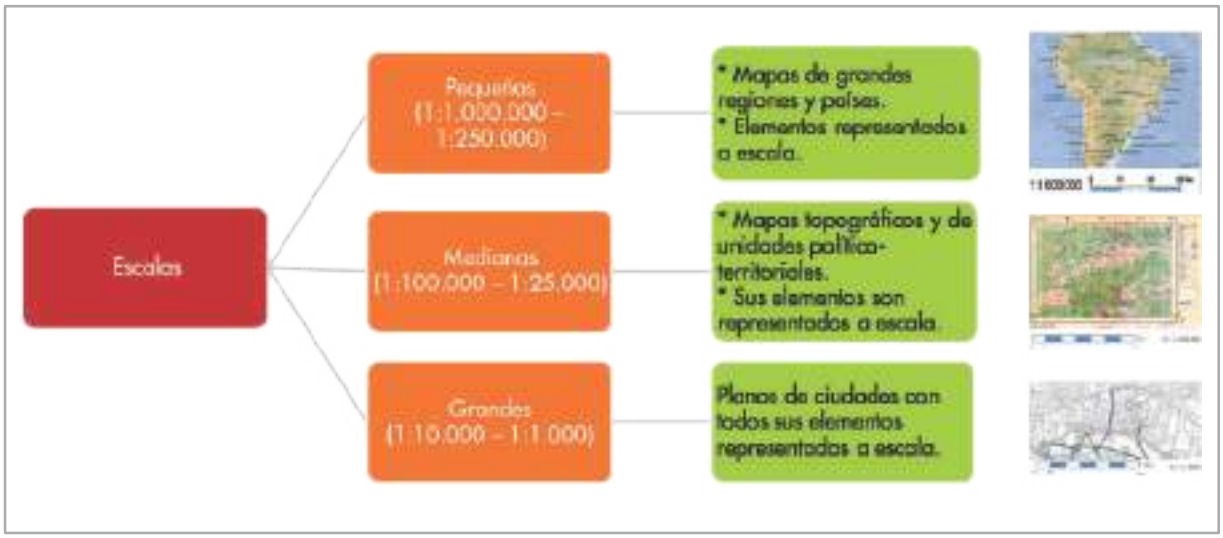

Figura 1.5. Clasificación de las escalas.

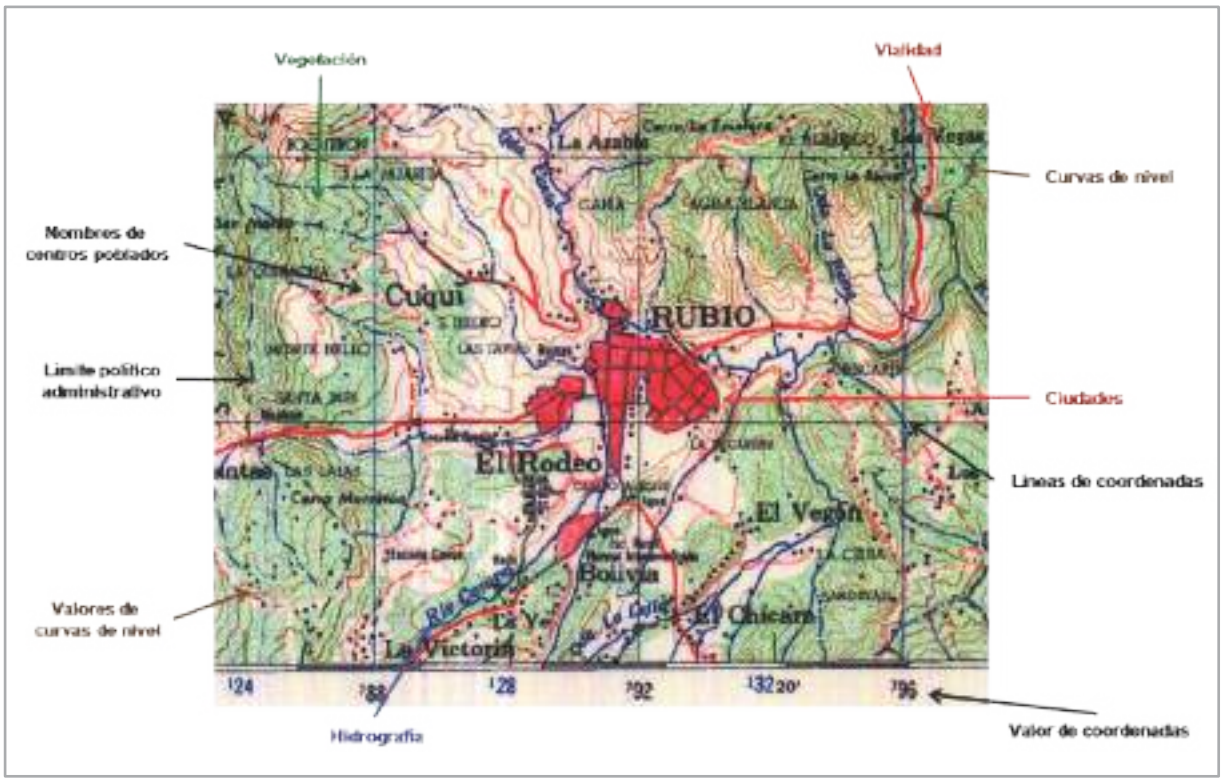

Figura 1.6. Colores usados para representar características de los elementos del terreno. Fuente: http://goo.gl/rKk9PJ

Cuadro 1.1. Colores que representan las características del terreno.

Marrón	Representa las diversas alturas del relieve.
Negro	Es usado para señalar los límites Político - Administrativos, ciudades, las líneas férreas y los nombres en general.
Rojo	Se usa para identificar las vías de comunicación, las instalaciones industriales y la población.
Azul	Es usado para referirse a las aguas, como los ríos, lagos, mares, cascadas, entre otros.
Verde	Con este color se identifica la capa vegetal, como los bosques, selvas, sabanas, entre otros.

Fuente: http://www.rena.edu.ve/



Figura 1.7. Constelación de satélites - I GNSS.
Fuente: http://goo.gl/5Lymh3

Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Un SIG puede definirse como: un conjunto de herramientas para reunir, introducir, almacenar, recuperar, transformar, analizar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real.



Figura 1.8. Sistemas Globales de Navegación.
Fuente: http://nightcrowlwing.blogspot.com/

La base de un SIG, es una serie de capas de información espacial en formato digital que representan diversas variables geográficas (formato ráster o vectorial) (Figura 1.9). Esta estructura permite combinar en un mismo sistema, datos e información con orígenes y formatos distintos.

El SIG involucra hardware (equipos) y software (programas), datos geográficos, procesos y personal para realizar las funciones mencionadas en el procesamiento de la información geográfica, para dar respuesta a problemas o necesidades que se presentan en el mundo real (Figura 1.10).



Figura 1.9. Capas de información espacial.
Fuente: http://gpsaccess.com.mx/



Figura 1.10. Diagrama de sistemas que ilustra un SIG. Fuente: http://www.fao.org/

Referencias

Botella, et al (2011). *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica y Geotelemática.* Editorial UOC. 1ª ed. Barcelona. Disponible en: http://books.google.co.ve/books. Consultado en marzo de 2014.

Burrough, P. y McDonnell, R. (1998). *Principles of Geographical Information.* Disponible en: http://goo.gl/ppdqoP. Consultado en mayo de 2014.

Castro, R. (1999). *Sistema para el seguimiento y análisis de tierras mediante Teledetección.* Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en: http://goo.gl/7ZOMRe. Consultado en mayo de 2014.

Fundación Instituto de Ingeniería. Centro de Procesamiento Digital de Imágenes. (2005). Curso Introductorio a la Geomática. Caracas.

Instituto Geográfico De Venezuela Simón Bolívar, (2011). *Lectura e Interpretación de Mapas.* Disponible en: http://goo.gl/Rc4YIf. Consultado en agosto de 2014.

http://geomaticaperu.blogspot.com/2010/02/. Consultado Julio de 2014.

http://goo.gl/QJYx5H. Consultado Marzo de 2014.

http://geomaticaperu.blogspot.com/2010/02/. Consultado Julio de 2014.

http://geomaticaagua.blogspot.com/2011/06/. Consultado junio de 2014.

http://www.inegi.org.mx/. Consultado Mayo de 2014.

http://www.rena.edu.ve. Consultado Julio 2014.

módulo II

Introducción a la Teledetección

Módulo II
Introducción a la Teledetección

Teledetección o Percepción Remota

La Teledetección se refiere a las técnicas utilizadas para obtener información de un objeto, en la superficie terrestre sin tener contacto con él, desde sensores instalados a bordo de plataformas aéreas o satelitales.

Un ejemplo diario, de obtener información sin estar en contacto con el objeto, podría ser el ojo del ser humano o una cámara fotográfica al observar cualquier elemento (Figura 2.1).

Un sistema de teledetección debe estar integrado por los componentes mencionados en el módulo anterior e ilustrados en la figura siguiente, Figura 2.2.

En la figura 2.3 se muestran ejemplos de satélites y sensores que orbitan alrededor de la Tierra y de imágenes tomadas, ilustrando el sistema de Teledetección.

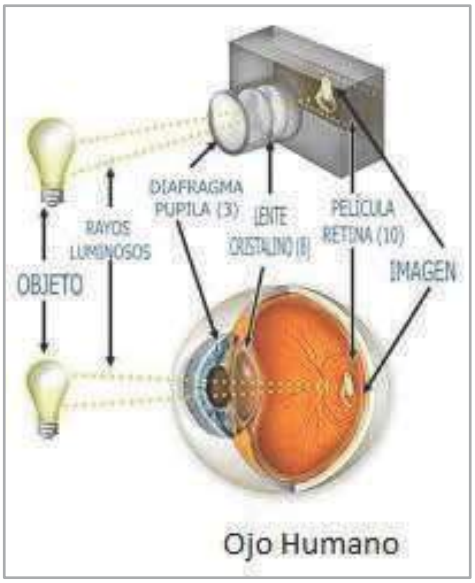

Figura 2.1. Objeto observado a través del ojo humano y cámara fotográfica.
Fuente: http://www.mimagnetoterapia.com

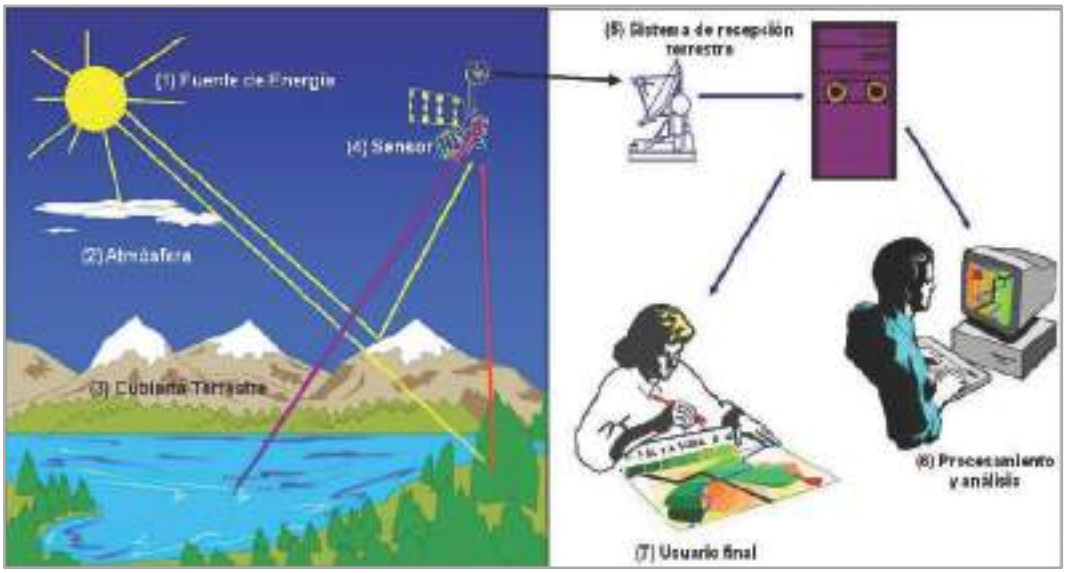

Figura 2.2. Componentes del Sistema de Teledetección. Fuente: Martínez, J y Martín, P. Guía Didáctica de Teledetección y Medio Ambiente. 2010.



Figura 2.3. Ejemplos de satélites y sensores alrededor de la Tierra, e imágenes de satélite de la Tierra

Bases físicas de la Percepción Remota

La energía electromagnética

Es la energía radiante (longitudes de onda) que genera cualquier objeto natural o hecho por el hombre que se encuentre a una temperatura superior a O° Kelvin (K), energía que puede ser ubicada en alguna región del espectro electromagnético.

La energía electromagnética se propaga a la velocidad de luz, y tiene dos características, la frecuencia (n° de ondas que pasa por un lugar en un tiempo determinado) y la longitud de onda (ancho entre cresta y cresta) (Figura 2.4).

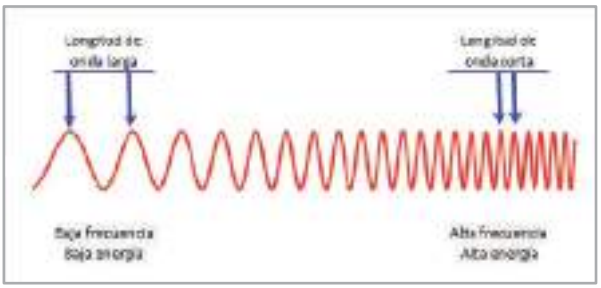

Figura 2.4. La energía electromagnética.
Fuente: http://www.mimagnetoterapia.com

El espectro electromagnético

Son las distintas regiones donde se agrupan el conjunto de longitudes de onda de las radiaciones electromagnéticas existentes. Partiendo de longitudes de onda corta, algunos µm (micrometros), hasta valores altos de onda larga (km). En la figura 2.5, se representa las regiones del espectro electromagnético en función de las longitudes de onda.

La luz visible, es el rango de longitudes de onda a las cuales es sensible el ojo humano. Los rangos que están en el visible se corresponden con los colores: violeta y azul que son las mas baja, las más altas se ven de color rojo, y las intermedias se perciben de color verde y amarillo, etc. (Figura 2.6).

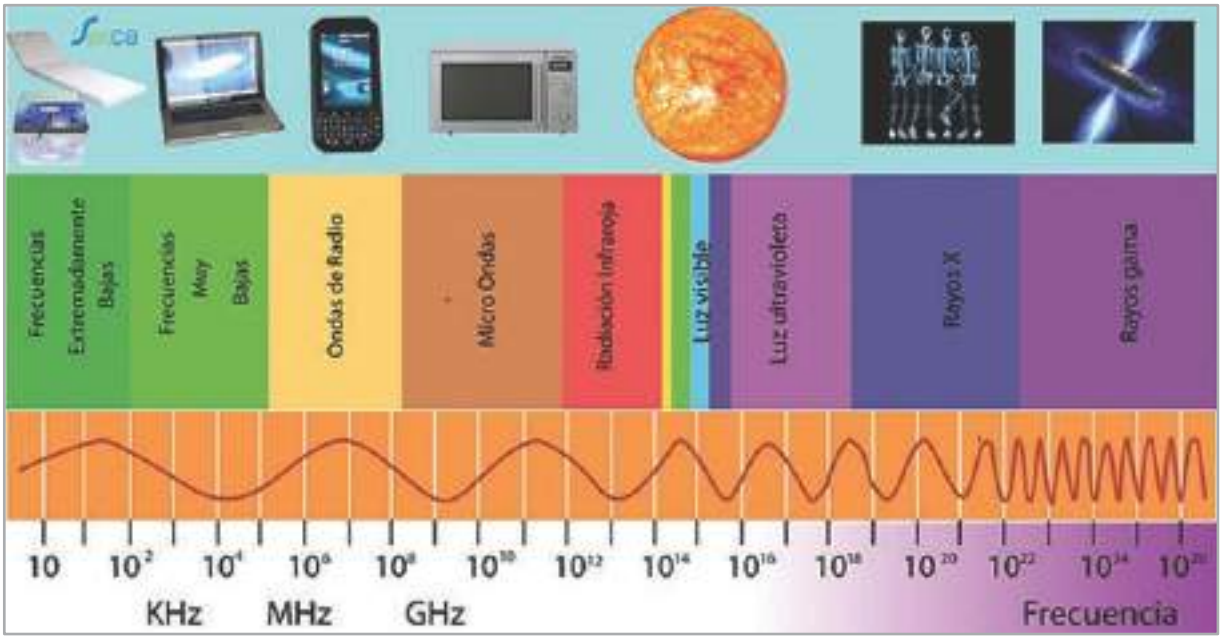

Figura 2.5. Regiones del espectro electromagnético. Fuente: http://www.mimagnetoterapia.com

La región de la luz infrarroja - IR, por su parte se divide en tres secciones de acuerdo a su distancia a la luz visible: cercana, media y lejana, esta última se relaciona con la temperatura del objeto (infrarrojo térmico).

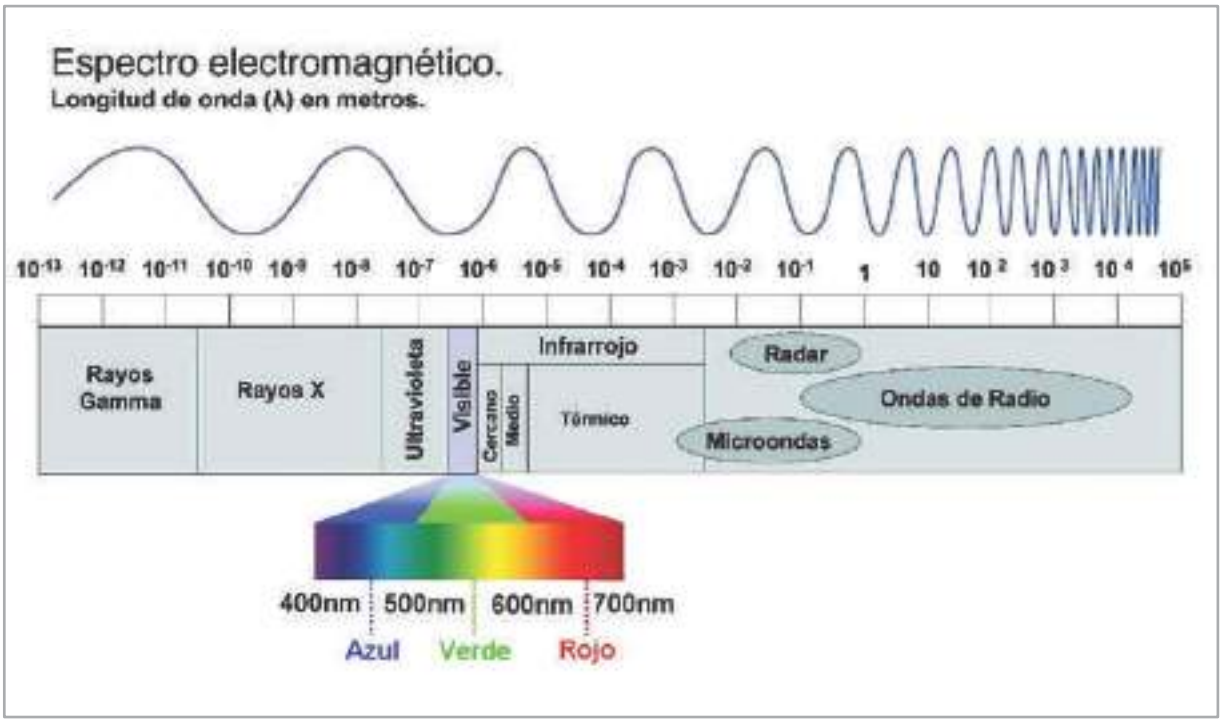

Figura 2.6. Discriminación de la región de visible. Fuente: http://goo.gl/WQvS0G

Propiedades de la materia: reflexión, absorción, transmisión

La radiación que llega a la superficie de la Tierra toma diferentes direcciones (una se dispersa en la atmosfera, otra es absorbida, otra es transmitida y otra es reflejada por los objetos de la superficie) (Figura 2.7).

En percepción remota la energía de interés para realizar el análisis de los objetos en la superficie terrestre, es la que reflejan y emiten (mediciones de temperatura) los objetos.

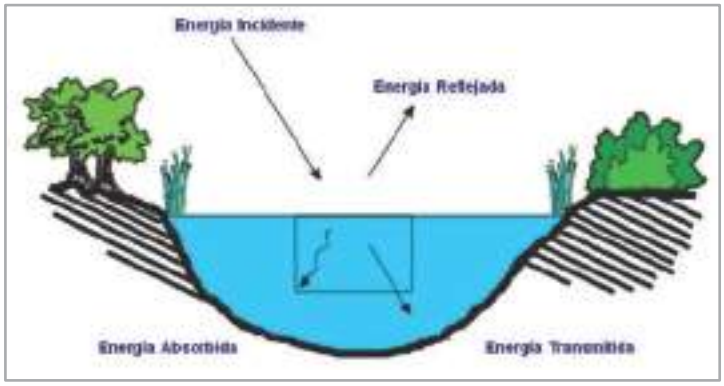

Figura 2.7. Propiedades de la materia: energía reflejada, absorbida y transmitica. Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería, Curso Introductorio a la Geomática. 2005.

Comportamiento de los elementos terrestres

Cada elemento en la superficie terrestre interactúa de una manera distinta con la energía electromagnética, cada uno refleja de manera diferente la intensidad en los diferentes rangos de longitudes de onda (Figura 2.8).

De lo anterior, cada elemento sobre la superficie terrestre, refleja, adsorbe y emite la energía de manera distinta. El suelo, las rocas, la vegetación y el agua se comportan de manera diferente en cada rango del espectro, definiendo su propia firma espectral (Figura 2.9).

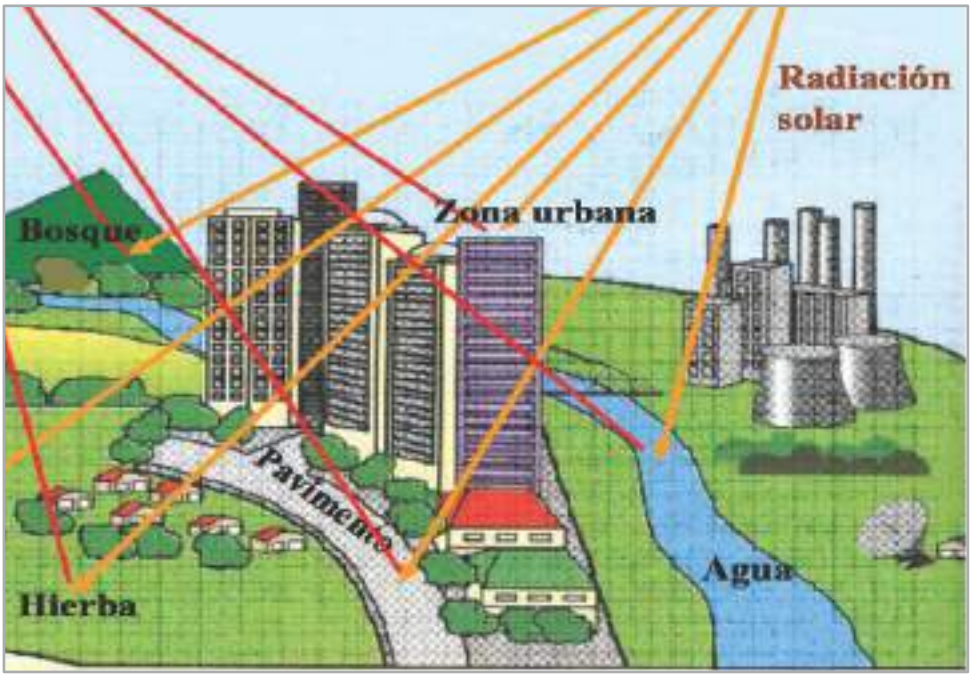

Figura 2.8. Interacción de la Energía con los objetos. Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería, Curso Introductorio a la Geomática. 2005.

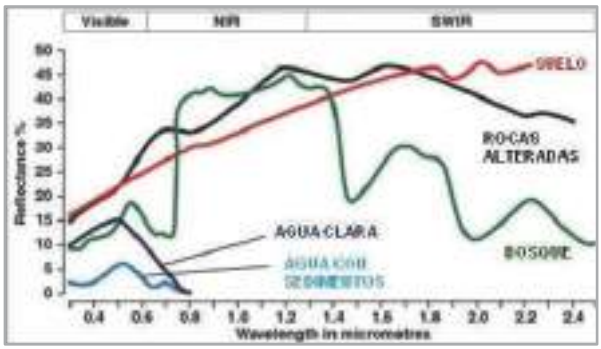

Figura 2.9. Firma espectral de algunos elementos.
Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería, Curso Introductorio a la Geomática. 2005.

Satélites de observación de la tierra y sensores

Los satélites son las plataformas que orbitan alrededor de la Tierra, donde están los Sensores, que son los aparatos instalados para captar, almacenar y trasmitir las imágenes, conocidas como las imágenes de satélite, útiles para la observación de la Tierra. Ejemplo de algunos satélites, se muestran en la siguiente figura 2.10.

Los satélites se clasifican según su órbita, mientras que los sensores se clasifican por la fuente de energía.

Clasificación de los satélites según la órbita

Satélites con órbita geoestacionaria

Los satélites con órbita geoestacionaria circulan alrededor del Ecuador, a una altura aprox. de 36.000 km. Siguiendo el movimiento de rotación de la Tierra, mantienen una posición fija sobre la Tierra, que permite registrar imágenes siempre sobre la misma porción de superficie terrestre en tiempos cortos, para hacer seguimiento a fenómenos meteorológicos, por ejemplo. (Figura 2.11).



Figura 2.10. Ilustración de algunos de los satélites que orbitan alrededor de la Tierra.
Fuente: http://goo.gl/JipC3M.

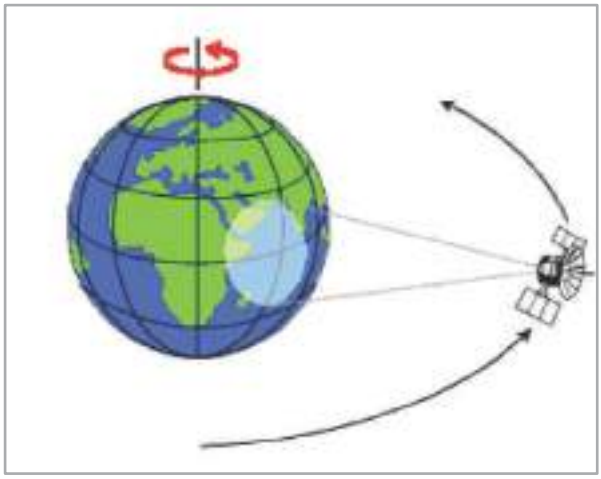

Figura 2.11. Satélites con órbita geoestacionaria.
Fuente: http://goo.gl/s6FkXn

Ejemplos de satélites con órbita geoestacionaria e imágenes de estos satélites (Figura 2.12).

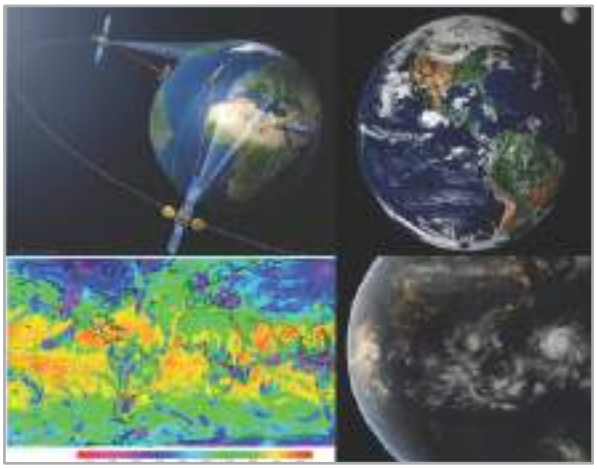

Figura 2.12. Ejemplos de satélites con órbita geoestacionaria e imágenes tomadas.

Satélites con órbita sincronizada con el Sol

Los satélites con orbita sincronizada con el Sol, toman las imágenes durante la iluminación solar. Están situados a altitudes comprendidas entre 600 y 900 km. Su órbita es casi polar por lo que es posible observar zonas distintas del planeta en cada pasada.

Sobrevuelan el Ecuador a la misma hora, lo que les permite obtener imágenes en condiciones de iluminación homogéneas en distintas épocas del año. (Figura 2.13).



Figura 2.13. Satélites con órbita sincronizada con el Sol.
Fuente: http://goo.gl/5dch7V

Ejemplo de imágenes tomadas desde satélites con órbita sincronizada con el Sol, (Figura 2.14).



Figura 2.14. Ejemplos de imágenes de satélites con órbitas sincronizadas con el Sol.

Clasificación de los sensores según la fuente de energía

Sensores Pasivos (Ópticos)

Son aquellos que reciben la energía reflejada o emitida por los elementos presentes en la superficie de la Tierra cuando son iluminados por el Sol (Figura 2.15). Es decir estos sensores para hacer las tomas de imágenes, dependen de la energía emitida por el Sol, por lo tanto solo en horas del día se encuentran en capacidad de capturar la información.

Ejemplo de imágenes tomadas desde sensores pasivos (Figura 2.16).

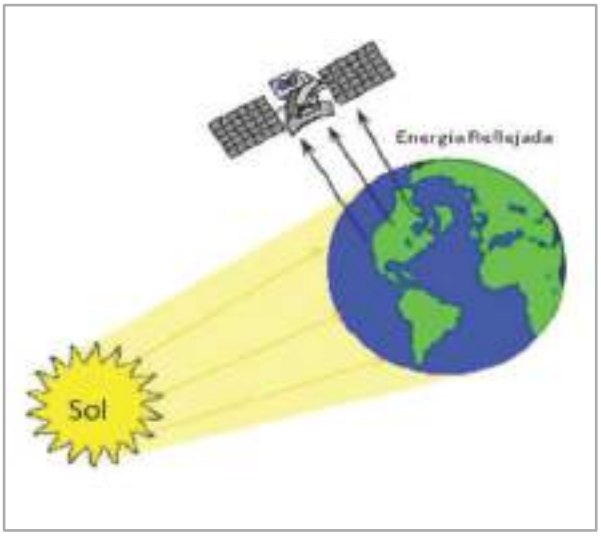

Figura 2.15. Sensores óptivos o pasivos. Fuente: Alzate, B. (2001). Imágenes Espaciales de la Superficie Terrestre.



Figura 2.16. Ejemplo de imágenes tomadas desde sensores pasivos.

Sensores Activos (RADAR)

Son aquellos que producen su propia energía para "iluminar" el objeto y reciben la señal reflejada por éste. (Figura 2.17). En la Figura 2.18 se muestran ejemplos de imágenes de radar.

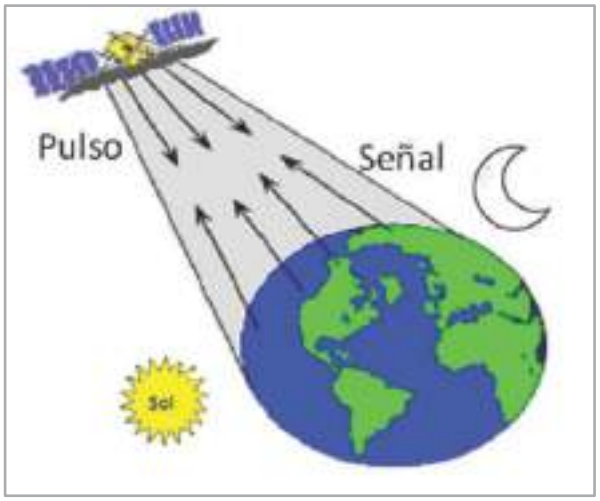

Figura 2.17. Dinámica de los sensores activos. Fuente: Alzate, B. (2001). Imágenes Espaciales de la Superficie Terrestre.

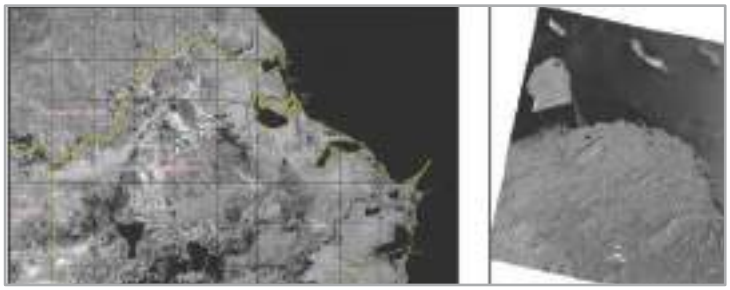

Figura 2.18. Imágenes de Radar para Venezuela.

Resoluciones

Todo sensor tiene una capacidad para distinguir los elementos, que algunos autores las llaman "limitaciones" para obtener información. Capacidad, conocida como "resolución", de las cuales hay de varios tipos:

- Resolución Espectral.
- Resolución Radiométrica.
- Resolución Angular.
- Resolución Espacial.
- Resolución Temporal.

Para efectos de este manual se explicarán solo la resolución espectral, espacial y temporal.

Resolución Espectral

Se refiere al número y ancho de las bandas espectrales en que puede captar el sensor. Por ejemplo, en que bandas del visible e infrarrojo-IR (Figura 2.19 y 2.20).

Resolución Espacial

Se refiere al objeto mas pequeño que puede ser identificado en una imagen, esto es, la unidad mínima identificable llamada PIXEL (*Picture element*), y cada imagen de un sensor tiene un tamaño de píxel definido (Figura 2.21).

Resolución Temporal

Se refiere al tiempo que existe entre una toma y otra, es decir cada cuanto tiempo recoge el sensor una nueva imagen de un área en particular. Ejemplos de esto se presentan en las Figura 2.22: Secuencia de imágenes para la cuenca del lago de Valencia, estados Aragua-Carabobo y Figura 2.23: Seguimiento de la Lemna en el lago de Maracaibo, estado Zulia).

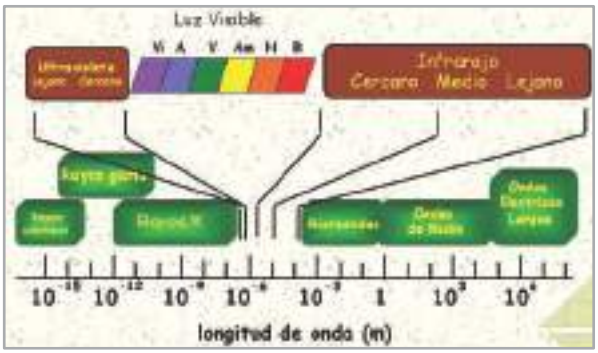

Figura 2.19. Bandas espectrales.
Fuente: http://goo.gl/Fh8p9t

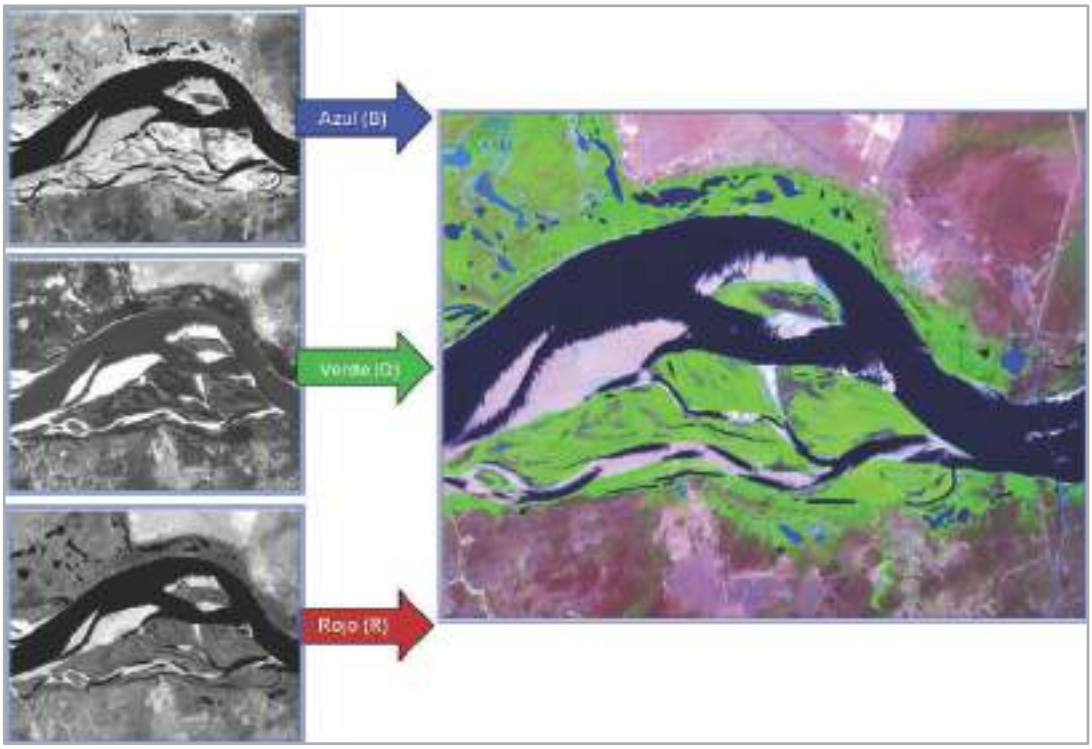

Figura 2.20. Ejemplo de Resolución Espectral. Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería, Curso Introductorio a la Geomática. 2005.

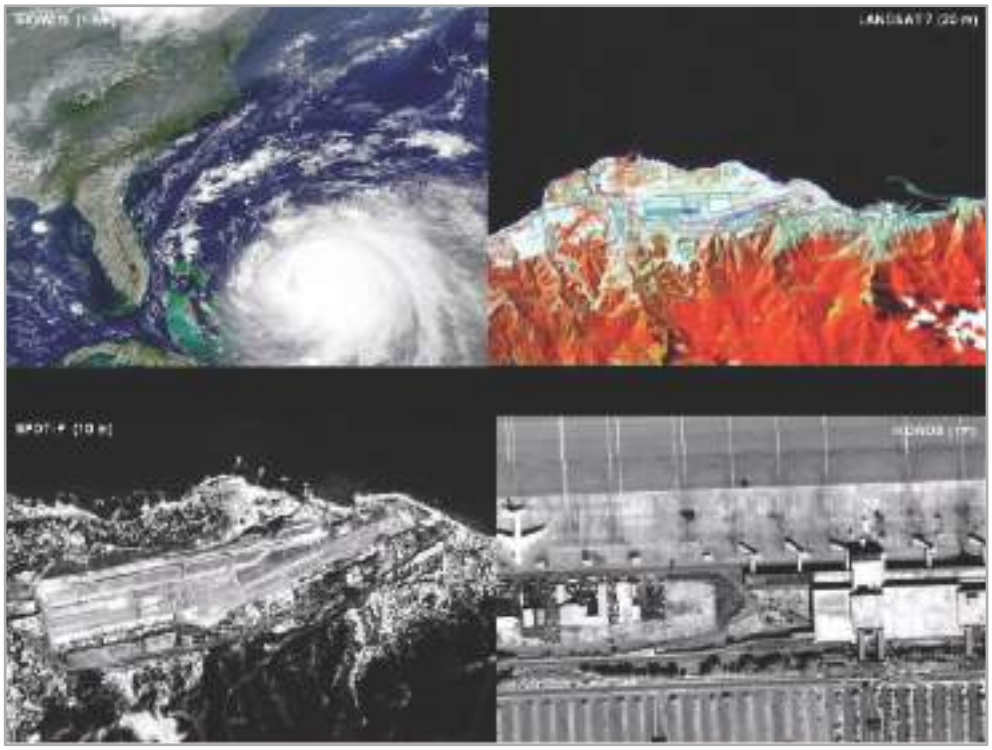

Figura 2.21. Imágenes con diferentes resoluciones espaciales. Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería, Curso Introductorio a la Geomática. 2005.

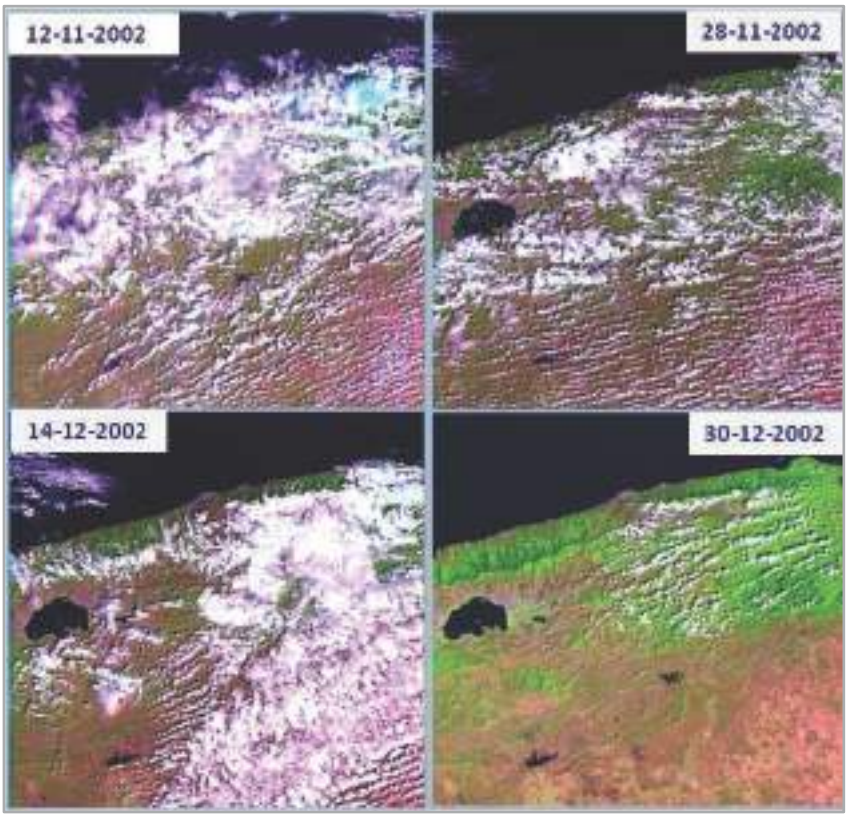

Figura 2.22. Ejemplo de resolución temporal, para la cuenca del Lago de Valencia. Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería, Curso Introductorio a la Geomática. 2005.

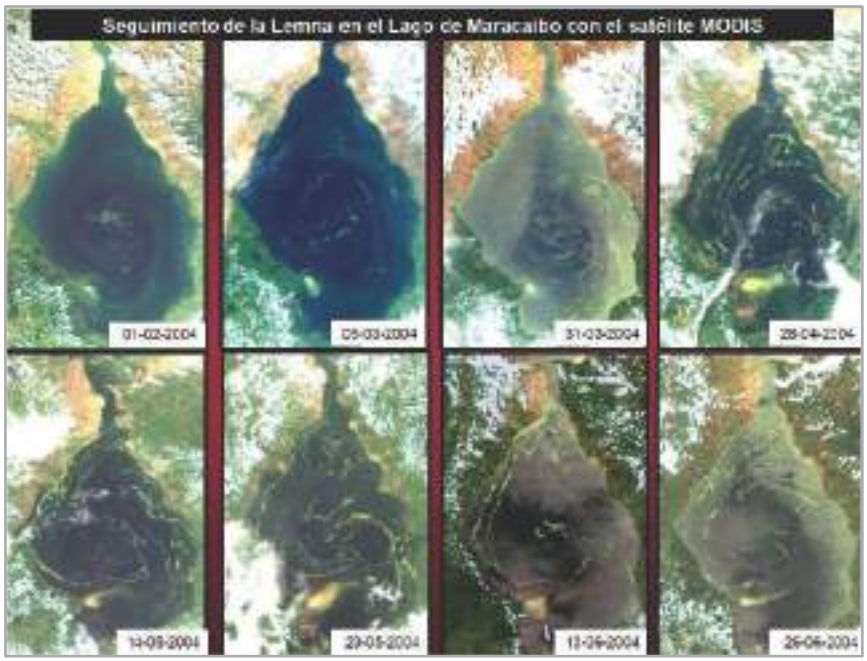

Figura 2.23. Seguimiento del fenómeno de la Lemna en el Lago de Maracaibo, estado Zulia. Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería, Curso Introductorio a la Geomática. 2005.

Satélite de observación de la Tierra Francisco de Miranda (VRSS-1)

El Satélite Miranda o Venezuelan Remote Sensing Satélite (VRSS-1), es el primer satélite de observación de la Tierra de Venezuela. Su objetivo es tomar imágenes digitales de alta resolución del territorio venezolano y presenta las siguientes características generales, como se indican en la Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1. Características generales del Satélite Miranda.

INFORMACIÓN GENERAL	
Institución que lo administra	Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE)
Fecha de lanzamiento	29 de septiembre de 2012
Sitio de lanzamiento	Centro de Lanzamiento de Satélites de Jiuquan, China
Vida útil	5 años
Aplicación	Observación de la Tierra
Masa	880 Kg
Dimensiones	1,53m x 1,65m x 1,87m
Equipos	Cámaras de alta resolución (PMC) Cámaras de barrido ancho (WMC)
Elementos Orbitales	
Tipo de órbita	Sincronizada con el Sol

Objetivos principales del Satélite Miranda

Los objetivos principales establecidos por la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE) a cumplir el Satélite Miranda son:



1. Disponer de *datos e imágenes satelitales* como fuente fundamental y apropiada de información espacial para el país.
2. Fomentar la *investigación y el desarrollo*, en materia de tecnología espacial y uso de las imágenes, para apoyar el estudio, seguimiento y planificación del territorio.
3. Aprovechar las instalaciones de recepción de imágenes instalada en *Bamari* (estado Guárico) e incorporar la recepción de imágenes de otros satélites (Figura 2.24).



Figura 2.24. BAMARI Estación Terrena de Control Satelital (ETCS). Fuente: Agencia Espacial de Asuntos Espaciales (ABAE).

4. Promover el *fortalecimiento de las instituciones* vinculadas con la observación de la Tierra para la captura, procesamiento, análisis, interpretación, publicación y almacenamiento de información geográfica (Figura 2.25).



Figura 2.25. Cooperación interinstitucional vinculados a la adquisición y procesamiento de información geográfica.

5. Articular los diferentes proyectos relacionados con el *libre acceso a*

datos satelitales que adelantan varias instituciones del país.

El Satélite Miranda también tiene unas características técnicas, que le permiten tener las capacidades para captar las imágenes sobre el territorio nacional, las mismas se presentan en la Cuadro 2.2.

A continuación se presentan ejemplos de los productos que se pueden generar a partir de las imágenes del Satélite Miranda desde la Figura 2.26 a la 2.32.



Figura 2.26. Imagen multiespectral completa del Satélite Miranda. Composición color verdadero. Área costa entre los estados Vargas y Miranda.

Cuadro 2.2. Información Técnica del Satélite Miranda

	1er Grupo de Sensores PMC	2do Grupo de Sensores WMC
Resolución Espacial	MS 10 m / Pan 2,5 m 	MS 16 m 
Resolución Temporal	57 días	12 días
Cubrimiento de la imagen, modo vertical	60 Km (30+30)	370 Km (185+185)
Tamaño de la imagen	60 x 60 Km	370 x 370 Km
Resolución espectral		
		
Hora de paso al día	10:30 am	



Figura 2.27. Imagen multiespectral del Satélite Miranda. Composición color verdadero. Detalle área de Higuerote.

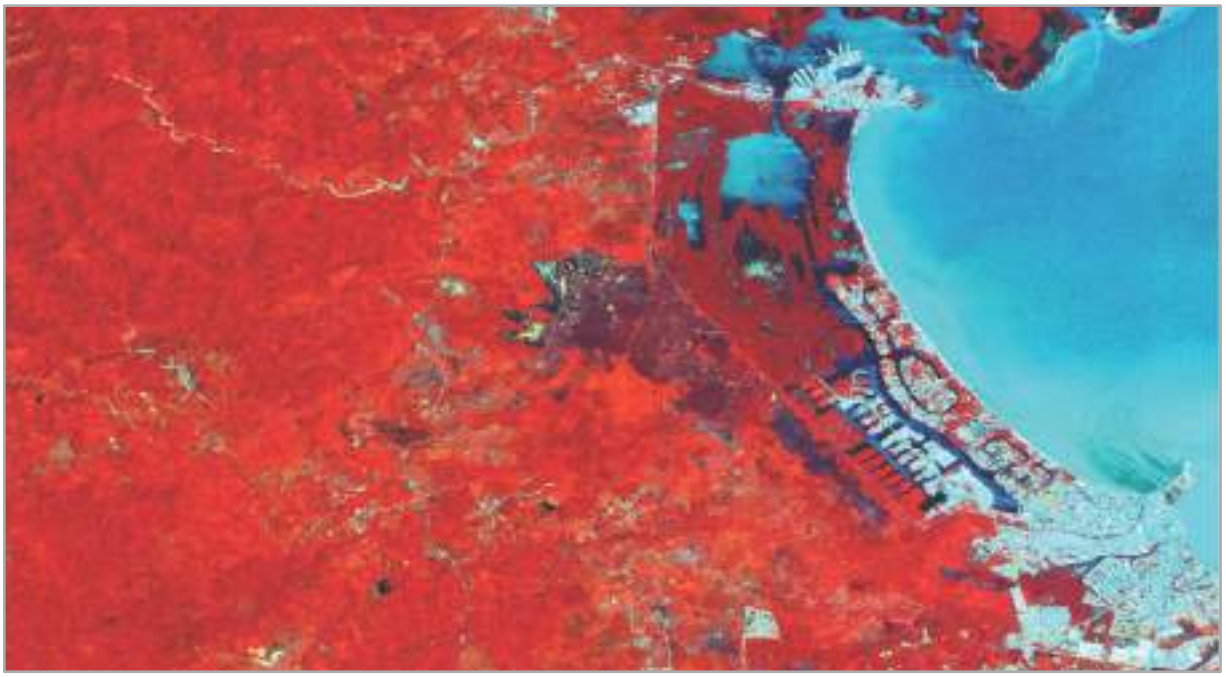

Figura 2.28. Imagen multiespectral del Satélite Miranda. Composición falso color. Detalle área de Higuerote.



Figura 2.29. Imagen multiespectral completa del Satélite Miranda. Composición color verdadero. Área del estado Vargas.



Figura 2.30. Imagen multiespectral del Satélite Miranda. Composición color verdadero. Detalle área de Los Caracas - Osma, estado Vargas.

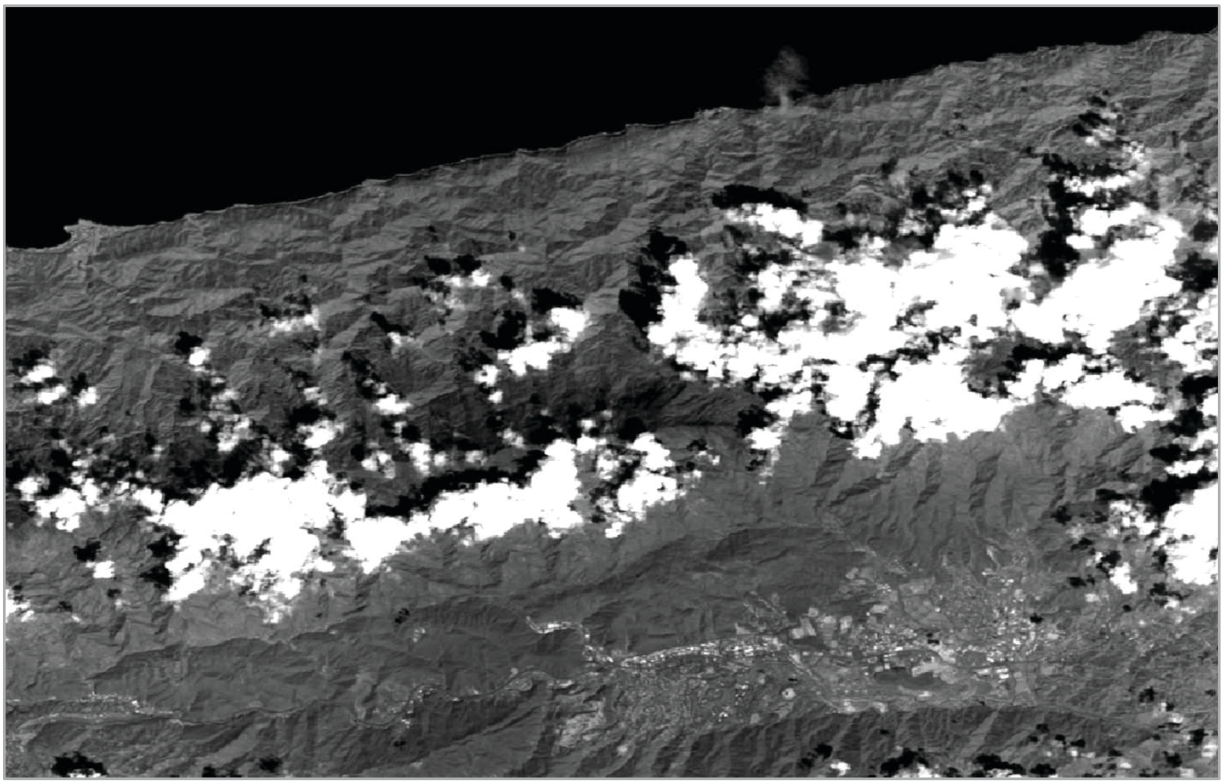

Figura 2.31. Imagen pancromática completa del Satélite Miranda. Área del valle de Caracas y parte del estado Vargas.

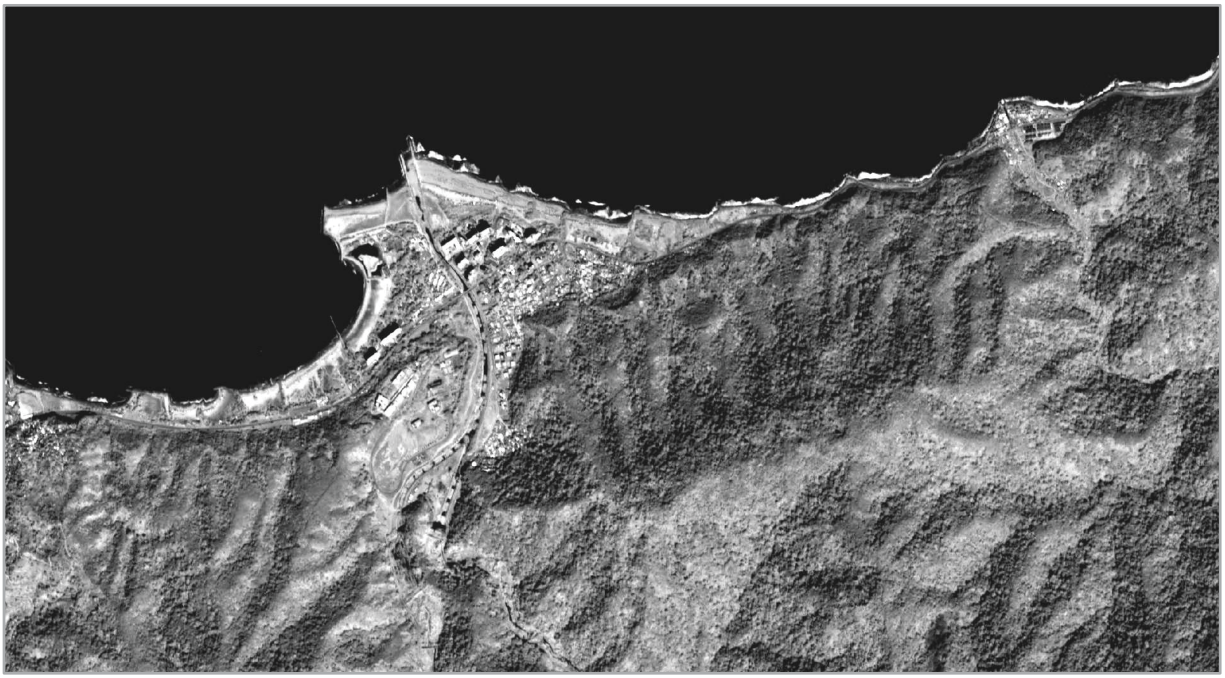

Figura 2.32. Imagen pancromática del Satélite Miranda. Detalle Camurí Grande, estado Vargas.

Otro aspecto de importancia es el tiempo en que se logra el cubrimiento total del territorio, la resolución temporal, para esto se presentan las figuientes figuras.

- La cobertura del país con imágenes Pancromáticas y Multiespectrales (PMC) se logra en 57 días (en toma modo vertical) (Figura 2.33).



Figura 2.33. Cobertura del país con imágenes Pancromáticas y Multiespectrales PMC. Fuente: ABAE, 2013.

- La cobertura del país con imágenes Pancromáticas y Multiespectrales (PMC) realizando maniobras al satélite se logra en 4 días (+- 31°) (Figura 2.34).



Figura 2.34. Cobertura del país con imágenes Pancromáticas y Multiespectrales PMC. Fuente: ABAE, 2013.

Interpretación Visual

La interpretación visual de imágenes de satélite o de fotografías aéreas se basa en la capacidad que tienen los seres humanos para relacionar colores, tonos, formas, patrones, tamaños y texturas en una escena con características del mundo real. Las imágenes pueden interpretarse sobre el monitor de una computadora o en productos impresos en papel (análogos).

La interpretación visual necesita como apoyo, para validar los resultados, contar también con información auxiliar (mapas, estudios anteriores) relacionada con el objeto y área de estudio, así como realizar verificación y chequeo de campo de ser necesario.

Fundamentos y claves de interpretación

El análisis de las imágenes de satélite incluye el uso de las características básicas de los elementos, útiles para la identificación y aproximación a la realidad que se quiere analizar, y del conocimiento del intérprete que tenga del lugar en estudio se logra una mayor aproximación a la realidad.

Por lo anterior, existen unas claves de interpretación que se describen a continuación:

Tono

Puede definirse como el brillo u oscurecimiento que presentan los objetos en una imagen, García (2007), y depende de la energía recibida por el sensor en una banda del espectro.

Las variaciones tonales, constituye uno de los principales criterios de interpretación visual. Dependiendo de los tipos de cubiertas: rocas, suelos, vegetación, agua (humedad), etc. se presentan diferentes tonos. En este último por ejemplo, las variaciones de humedad reflejan diferencias tonales: a mas contenido de humedad origina tonos de gris más oscuros (Figura 2.35).

Color

Se refiere a que la información proporcionada por cada una las bandas que componen una imagen, al combinarlas agregan color a la imagen.

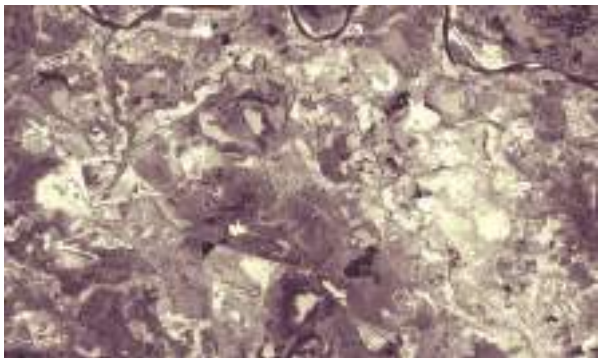

Figura 2.35. Imagen SPOT de los Llanos inundables del estado Apure. Enero 2010.

El ojo humano recibe la energía en los colores primarios: azul, verde y rojo, a partir de estos se pueden generar cualquier otro color. Por su parte el monitor de las computadoras presenta tres canales (rojo, verde, azul); y para lograr una composición a color se coloca una banda distinta en cada uno de los canales del monitor, de forma que al mezclarlas se reproducen variedad de colores en los píxeles. (García, 2007). Ejemplo de esto se presenta en la Figura 2.36.

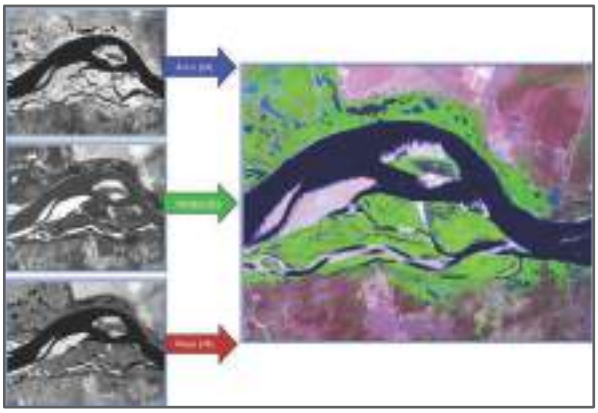

Figura 2.36. Combinación de bandas para generar una composición a color. Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería, Curso Introductorio a la Geomática. 2005.

La forma y el tamaño

Se refiere a la forma de los objetos, debido a que cada elemento en la realidad posee una forma que los caracteriza En general es un criterio para reconocer y relacionar objetos con respecto a otros.

El tamaño de los objetos por su parte se relaciona directamente con la resolución espacial y la escala cartográfica de representación. (Figura 2.37).



Figura 2.37. Imagen del Satélite Miranda. Detalle del Aeropuerto de Maiquetía, estado Vargas. Octubre 2012.

La textura

La textura en una imagen, según Castro (1999), se refiere al contraste espacial relacionado con la aparente rugosidad o suavidad de una región de la imagen. (Figura 2.38).

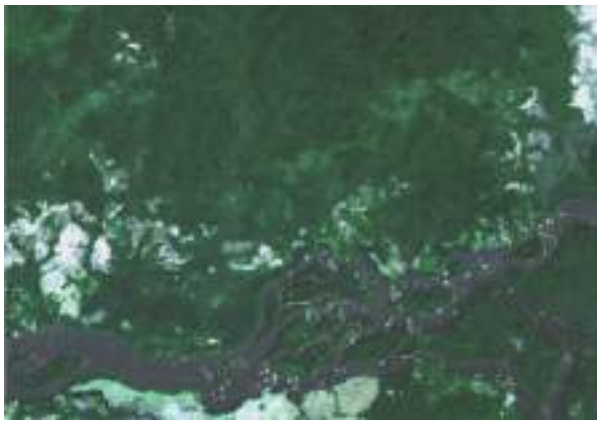

Figura 2.38. Ejemplos de textura en una imagen LANDSAT 7 TM de Bosques en el estado Amazonas. Diciembre 2000.

Patrón

Se refiere a como se distribuyen los elementos en el espacio geográfico (tanto elementos naturales como construidos por el hombre).

Por ejemplo un cultivo presenta un patrón regular alineado, en contraste con un Bosque, y los patrones de construcción en las ciudades es bien característico (distinción de áreas industriales y residenciales). (Figura 2.39).



Figura 2.39. Identificación de patrones en el Sistema de Riego de Las Majaguas, estado Portuguesa. Imagen del Satélite Miranda. Diciembre 2012.

Aspectos temporales

Los aspectos temporales relacionados con los fenómenos naturales son de gran importancia en la interpretación, factores como el crecimiento de la vegetación y el contenido en humedad del suelo varían durante el trascurso de un año.

Este aspecto es importante para interpretar, los cambios ocurridos en cuanto a usos de la tierra y otras intervenciones de las actividades humanas sobre el medio. Por lo tanto, se debe identificar los tonos, colores y texturas (que están relacionados con las condiciones medio-ambientales y de adquisición), las cuales varían de una imagen a otra de la misma zona, por esto hay que considerar cada imagen por separado (Figura 2.40).

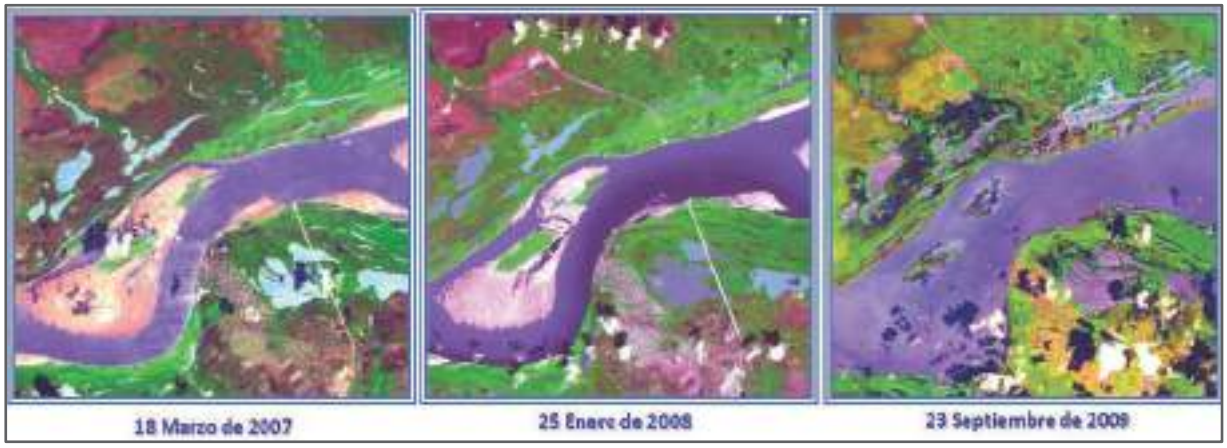

Figura 2.40. Imágenes SPOT 5 de diferentes fechas. Diferencia en el nivel del agua en el Río Orinoco.
Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería, Curso Introductorio a la Geomática. 2005.

Las comunas y la imagen satelital

Según la ABAE, el uso de las imágenes satelitales contribuye al desarrollo de las Comunas, basándose en el Artículo 12 de la Ley Orgánica de las Comunas, en función a los siguientes aspectos:

1. Ubicación geográfica y situación relativa.
2. Elaboración del ámbito geográfico.
3. Censo poblacional para el momento de su constitución.
4. Diagnóstico sobre los principales problemas y necesidades de su población.
5. Inventario de los servicios, organizaciones y áreas de interés.

6. Identificación de limitaciones y fortalezas para el desarrollo de un Plan Comunal.

7. Identificación de espacios para la elaboración de Proyectos.

8. Identificación de áreas con potencialidad agrícola, pecuaria, ganadera, entre otros.

Además de los aportes propiamente a las comunas, el desarrollo y lanzamiento del Satélite Miranda provee información en general para ordenación del territorio y gestión pública de Venezuela, específicamente en las aplicaciones descritas en la Figura 2.41.



Figura 2.41. Aplicaciones de las imágenes del Satélite Miranda. Fuente: ABAE. 2013.

Referencias

Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE).(2013). *Características del Satélite Miranda*.

Alzate, B. (2001). *Notas de clase Percepción Remota Imágenes "Espaciales de la Superficie de la Tierra"*. Universidad Nacional de Colombia. Consultado julio de 2014. Disponible en http://goo.gl/VzqEbQ.

Castro, R. (1.999). *Sistema para el seguimiento y análisis de tierras mediante teledetección*. Organización de las Naciones Unidas – FAO.

Ecured. (2014). La enciclopedia cubana en la red. Disponible en: http://goo.gl/2J4v61. [Consultado en mayo de 2014]

Fundación Instituto de Ingeniería. Centro de Procesamiento Digital de Imágenes. (2005). Curso Introducción a la Geomática. Caracas.

Fundacomunal - Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE).(n.d). Uso de las imágenes del satélite Miranda como herramienta de apoyo a la gestión Municipal.

García, E. (2007). Análisis visual de imágenes. *Modulo VII: sistema de información geográfica y teledetección*. Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2006/2007. Universidad de León. Documento en línea disponible en http://goo.gl/gXFi8v. [Consultado en mayo de 2014].

Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (2009). *Curso fundamentos de percepción remota*. Documento en línea disponible en http://goo.gl/TORlmC. [Consultado en Mayo 2014].

Martínez, J y Martín, P. (2010). *Guía Didáctica de Teledetección y Medio Ambiente*. Consultado Julio 2014. Disponible en http://goo.gl/AeGqJX.

Botella, et al (2011). *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica y Geotelemática*. Editorial UOC. 1ª ed. Barcelona. Disponible en: http://books.google.co.ve

Quiros, M. (2011). *Tecnologías de la información geográfica (TIG): cartografía, fotointerpretación, teledetección y SIG*. Universidad de Salamanca – España.

http://www.mimagnetoterapia.com. Consultado mayo 2014.

http://goo.gl/WQvS0G. Consultado junio 2014.

http://goo.gl/JipC3M. Consultado Julio 2014.

http://goo.gl/s6FkXn. Consultado Mayo 2014.

http://goo.gl/Fh8p9t. Consultado Junio 2014.

módulo III

Cartografía y Sistemas Globales de Navegación por Satélite

Módulo III
Cartografía y Sistemas Globales de Navegación por Satélite

La localización geográfica

La orientación espacial

Es la capacidad natural de todo ser vivo de adaptarse al entorno que le rodea (Figura 3.1). Ejemplo, el girasol tiene una habilidad muy característica y dinámica, pues su flor se orienta siguiendo la trayectoria del sol durante el día.

La orientación espacial permite a cualquier ser vivo saber adaptarse al medio. Por ejemplo, las plantas orientan el crecimiento del tallo y las raíces en respuesta a la luz solar y a la gravedad de la tierra. Las aves migratorias, orientan su vuelo respecto al norte magnético; y en el ser humano, esta habilidad le da conciencia de la situación espacial (geográfica), para encontrar caminos, orientarse, crear y leer mapas para establecer puntos de referencia, para dirigirse y ubicar un lugar.

Los puntos cardinales

Los puntos cardinales son la manera más simple de orientarse espacialmente; Norte, Sur, Este y Oeste, son para la orientación tanto en la superficie terrestre como en un mapa.

Los puntos cardinales se identifican en torno al Este, colocando el brazo derecho hacia el oriente, el brazo izquierdo señalaría el Oeste, la cara hacia el Norte y la espalda hacia el Sur (Figura 3.2).

En la línea Este-Oeste; el Este (oriente) indica el lugar aproximado por donde sale el sol



Figura 3.1. Tropismo Vegetal. Fuente: www.microrespuestas.com

cada día; y el Oeste (occidente), el lugar donde se oculta. Opuestamente, se ubica la línea Norte-Sur que se corresponde con el eje de rotación terrestre.

Las coordenadas geográficas

Es un sistema de referencia que permite determinar la posición de un punto u objeto sobre la superficie terrestre, basado en los meridianos (longitud) y los paralelos (latitud) (Figura 3.3), y definir con precisión la posición en grados, minutos y segundos de latitud y longitud.

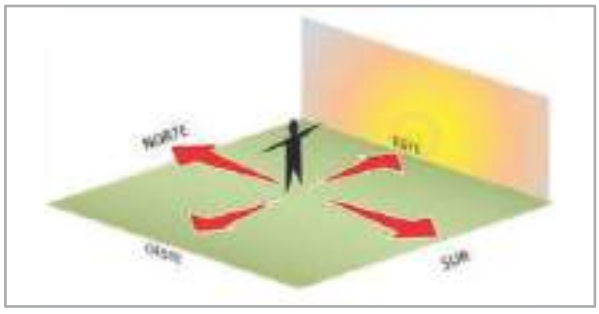

Figura 3.2. Los Puntos Cardinales.
Fuente: http://goo.gl/yR9Ta9

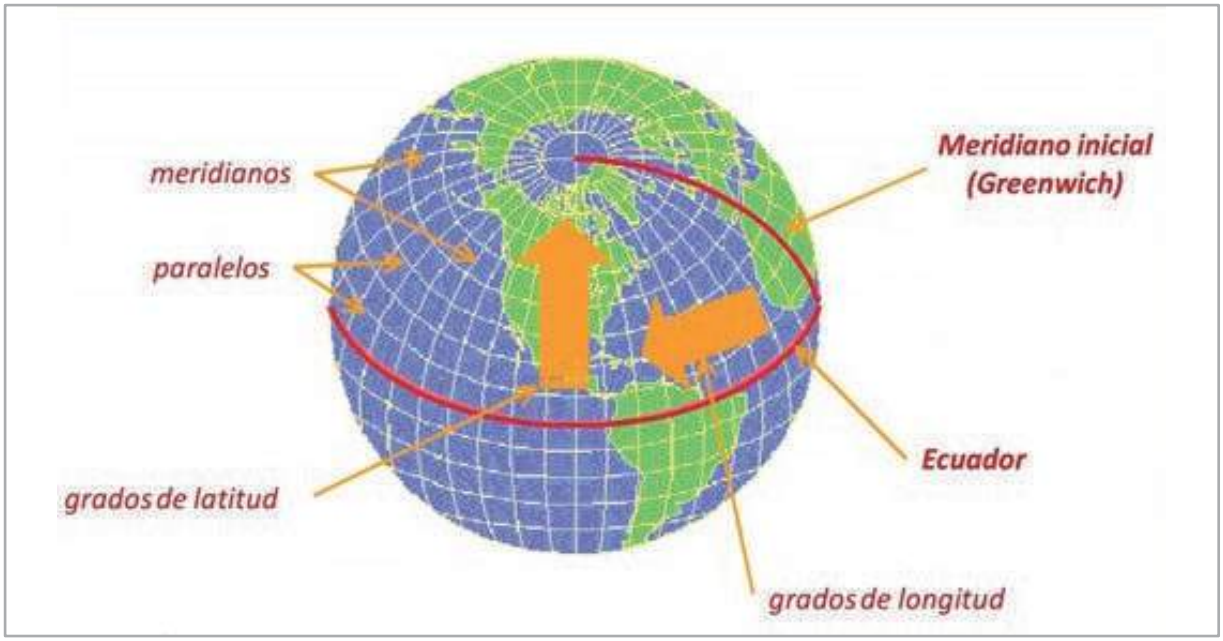

Figura 3.3. Elementos básicos de las coordenadas geográficas. Fuente: http://goo.gl/d6rb93

Las coordenadas geográficas utilizan dos componentes (Figura 3.4):

- *Latitud:* es el ángulo entre el ecuador, y un punto determinado de la Tierra. Se abrevia como *Lat.* y según el hemisferio en el que se encuentra el punto, puede ser latitud norte (latitud positiva) o sur (latitud negativa) (Figura 3.4 a).
- *Longitud:* es el ángulo entre un punto dado de la superficie terrestre y el meridiano 0° (meridiano de Greeenwich). Se abrevia como *Long* (Figura 3.4 b).

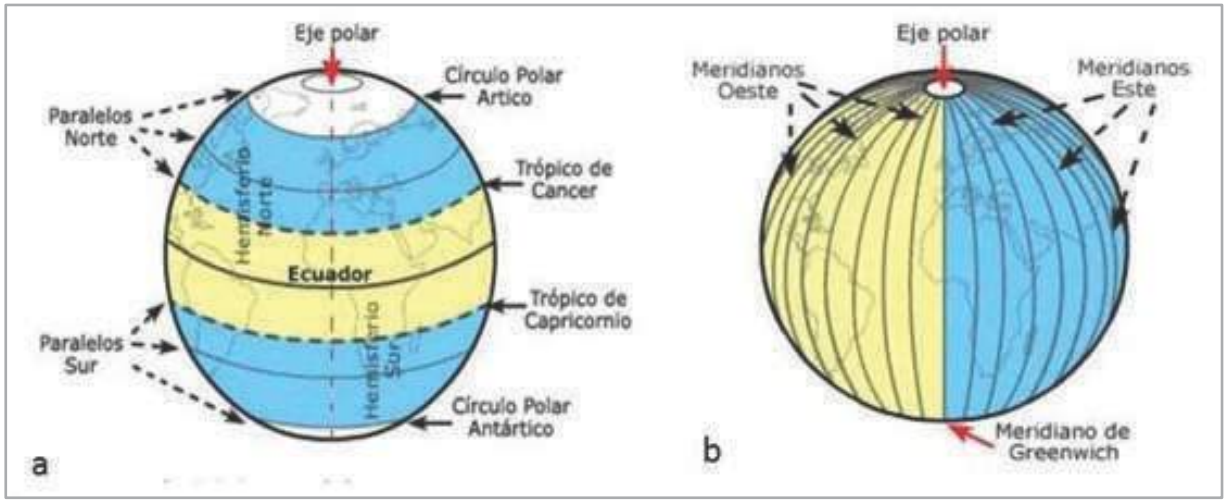

Figura 3.4. Componentes de las Coordenadas geográficas Latitud (a) y Longitud (b). Fuente: http://goo.gl/rq7LjQ

Cartografía

Es una de las habilidades técnicas más antiguas, que surgió por la necesidad de conocer y registrar las características del entorno para realizar las labores de caza y recolección, en tiempos prehistóricos.

Formalmente es la disciplina que se encarga de la representación de la tierra en un Mapa, donde se reducen las medidas reales a las del papel; por esta razón es considerada como el arte, la ciencia y la técnica de hacer mapas y estudiarlos como documentos (Figura 3.5).

Objeto de la Cartografía

La cartografía tiene por objeto preparar, desarrollar, documentar y publicar información geográfica a través de los mapas y cualquier otra representación gráfica. En la actualidad la cartografía ha evolucionado, con el uso de las nuevas tecnologías, facilitando la elaboración e interpretación de los mapas y documentos.

El mapa

Es la representación gráfica abstracta de la superficie de la Tierra que muestra las relaciones espaciales entre las características geográficas, generaliza sus apariencias simplificándolas con fines comunicativos y aplica símbolos para facilitar su interpretación (Asociación Cartográfica Internacional).

Los mapas son la representación del mundo real reducido a puntos, líneas y polígonos, en distintos colores, mediante el uso de símbolos gráficos. Por lo tanto, es una abstracción de la realidad.

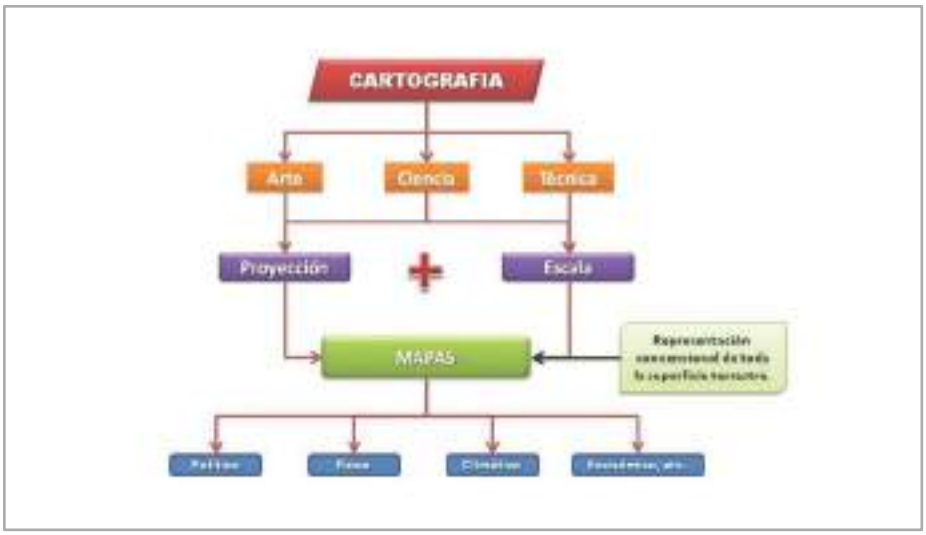

Figura 3.5. Esquema de la cartografía. Fuente: http://goo.gl/Pnexu4

Clasificación de los mapas

Existen varias clasificaciones de los productos cartográficos, para los fines y objeto de esta capacitación se presentan:

Según su propósito se clasifican en (1):

Mapas topográficos

Un mapa topográfico o de propósito general es aquel que representa los principales elementos que conforman la superficie de la Tierra, tanto elementos naturales como artificiales: colinas, ríos, bosques, pueblos, vías, puentes y canales entre otros.

En general identifica la planimetría (todos los elementos culturales construidos por el hombre), la hidrografía y la altimetría (curvas de nivel), y cobertura vegetal, directamente relacionada a la escala de representación (Figura 3.6).

Estos mapas son de propósito múltiple (estadal, militar, turismo, planificación, catastro, etc.).



Figura 3.6. Mapas Topográficos. Fuente: Instituto Geográfico Nacional de España, s/f.

Mapas temáticos

Son mapas que destacan o desarrolla, algún aspecto concreto, incorporando información adicional específica (Figura 3.7). Por su naturaleza, los mapas temáticos son muy variados; por ejemplo, mapas geológicos, mapas de uso del suelo, de riego de incendios forestales, mapas turísticos, mapa de espacios de interés natural, mapas de tráfico, sismicidad, zonas de aludes, etc.

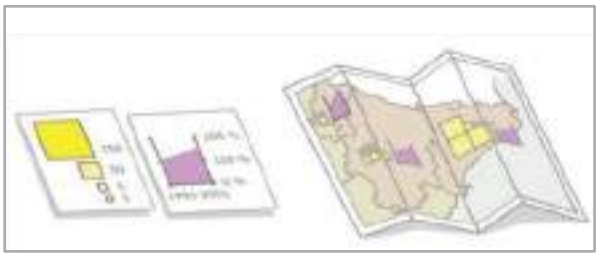

Figura 3.7. Mapas Temáticos. Fuente: Instituto Geográfico Nacional de España, s/f.

El mapa como un método didáctico, visual y gráfico que ayuda a conocer el entorno de las comunidades, encontrando un punto de vista para interpretar las opciones de desarrollo, en este caso se puede hablar de tres tipos de mapas:

1. *Mapas del pasado*: un mapa histórico es importante para identificar los cambios y evolución que se han dado en el espacio geográfico de la comunidad o localidad, y rescatar así la memoria colectiva de los habitantes. Esto permite reconocer el territorio, donde se ha habitado, se ha luchado, y por lo tanto les pertenece.

2. *Mapas del presente*: permiten tener la situación actual de la localidad. Es esta la realidad sobre la que se quiere trabajar o tomar las acciones.

3. *Mapas del futuro*: algunos los llaman "mapas de los sueños", es lo que se quiere que sea el territorio en el día de mañana. Este ejercicio permite recuperar la capacidad de soñar, y tener una visión por lo que se quiere luchar.

Elementos cartográficos

La cartografía utiliza una serie de símbolos y colores convencionales para representar los diferentes rasgos, fenómenos naturales y culturales presentes en la superficie terrestre y así lograr una correcta interpretación de los mapas.

Estos elementos pueden dividirse en tres grupos:

Información gráfica

Está contenida en un recuadro, el cual representa a través de colores, texturas y una simbología convencional la información que representa un área geográfica o localidad, siendo elementos naturales o culturales.

- *La proyección cartográfica*: es la representación de la Tierra o parte de ella sobre una superficie plana, manteniendo su ubicación geográfica.

Las tres figuras que se utilizan principalmente para el desarrollo de proyecciones son: el cilindro, el cono y el plano (Figura 3.8).

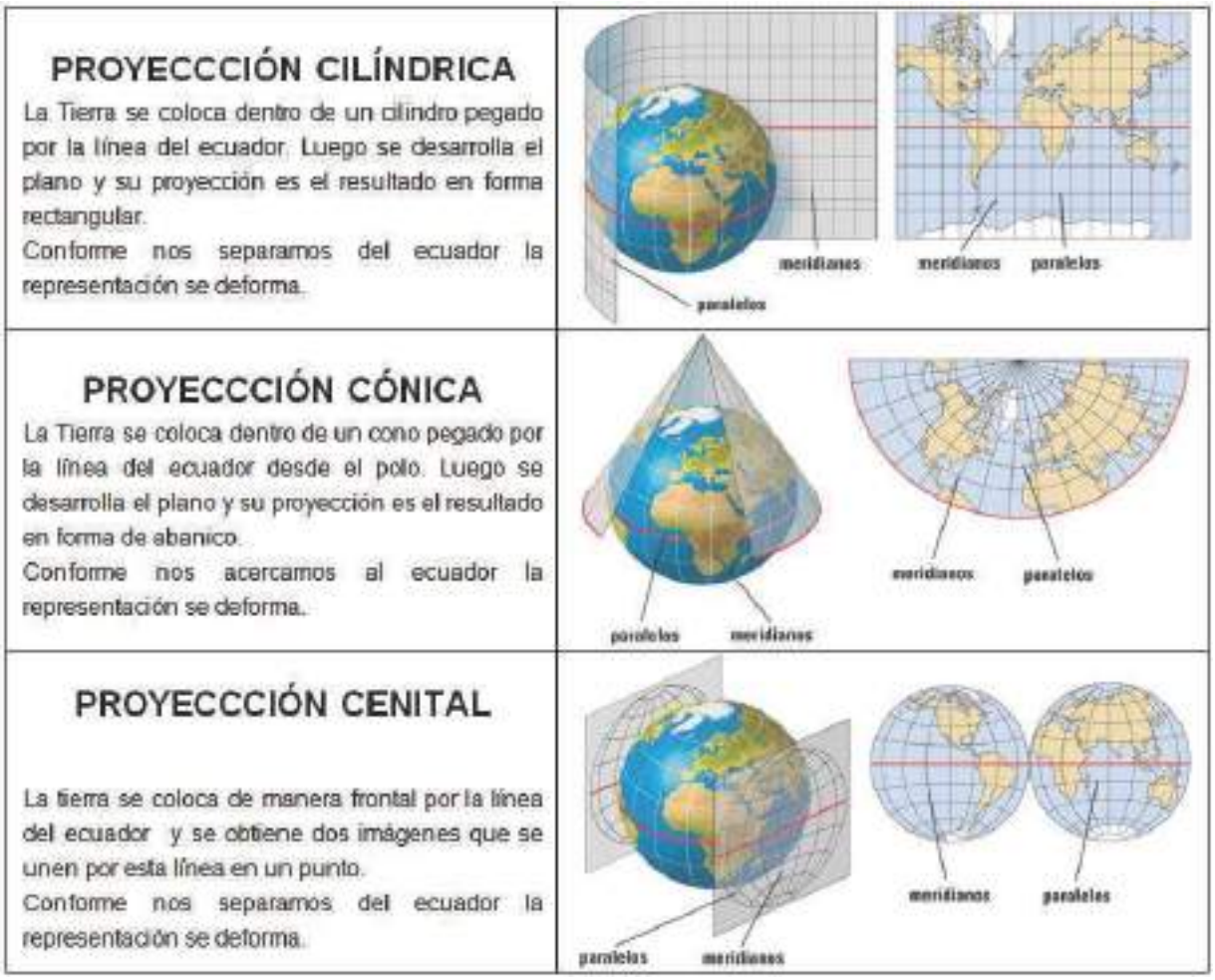

Figura 3.8. Figuras usadas en las proyecciones. Fuente: http://www.geografiaparaelaula.com/proyeccionescartograficas.html..

Existen al menos tres criterios de proyección, basados en las figuras anteriores, para conservar alguna característica en particular, tenemos así:

- *Las proyecciones equidistantes*: Son proyecciones en la cual el criterio está enfocado en conservar las distancias (Figura 3.9).

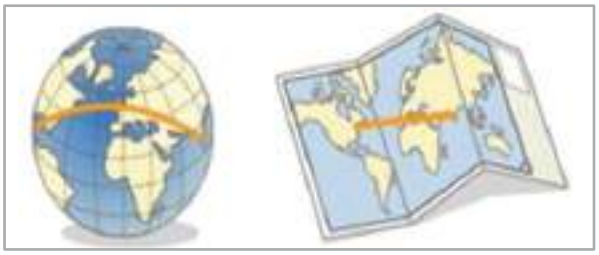

Figura 3.9. Proyección Equidistante. Fuente: Instituto Geográfico Nacional de España, s/f.

- *Las proyecciones equivalentes*: Se basan en conservar en el mapa las superficies, es decir los tamaños de los continentes e islas (Figura 3.10).



Figura 3.10. Proyección Equivalente. Fuente: Instituto Geográfico Nacional de España, s/f.

- *Las proyecciones conformes*: Son esquemas de proyección donde se conservan las formas (Figura 3.11).

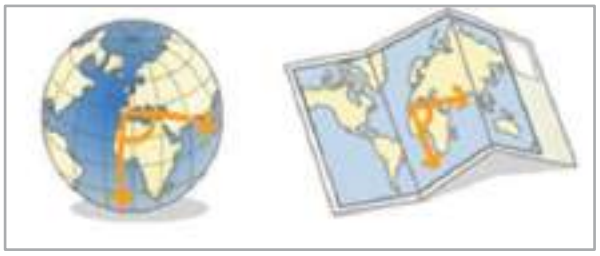

Figura 3.11. Proyección Conforme. Fuente: Instituto Geográfico Nacional de España, s/f.

Para Venezuela una de las proyecciones más usada es la Conforme, a través de la *Universal Transversal de Mercator (UTM)*, que contiene:

1. *Elementos Geográficos del Mapa*: Representados por una red de líneas que indican las coordenadas geográficas, que dan la posición geográfica del mapa en el mundo.

2. *Sistema Cuadricular del Mapa*: Llamado también coordenadas rectangulares planas y sus medidas son referidas a distancia desde o hacia el Norte, Coordenadas Nortes, y desde o hacia el Este, Coordenadas Este. Sus valores son expresados en metros. Para Venezuela los valores de la cuadrícula UTM aumentan de la siguiente forma: Norte (de abajo hacia arriba) y las Este (de izquierda a derecha).

Las cuadrículas UTM se muestran en los mapas de acuerdo a un intervalo que se asume según la escala del mapa (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Intervalo cuadricular según la escala del mapa.

ESCALA DEL MAPA	INTERVALO CUADRICULAR
1: 25.000	1.000 metros = 4 cm.
1: 20.000	1.000 metros = 5 cm
1: 50.000	1.000 metros = 2 cm.
1: 100.000	4.000 metros = 4 cm.
1: 250.000	1.000 metros = 4 cm
1: 500.00W0	50.000 metros = 10 cm.
1: 1.000.000	100.000 metros = 10 cm.

Fuente: IGVBS, 2011.

3. *Los Elementos Naturales del Mapa:*

- *La Hidrografía*: comprende la representación de todos los cursos y cuerpos de agua presentes en la superficie terrestre, los cuales se expresan en color azul (Figura 3.12). Entre los diferentes elementos hidrográficos se tienen los ríos, caños, brazos, morichales, quebradas, lagos, lagunas, mares y océanos; a su vez se clasifican en permanente (contienen agua durante todo el año) e intermitente (tienen agua menos de 9 meses).

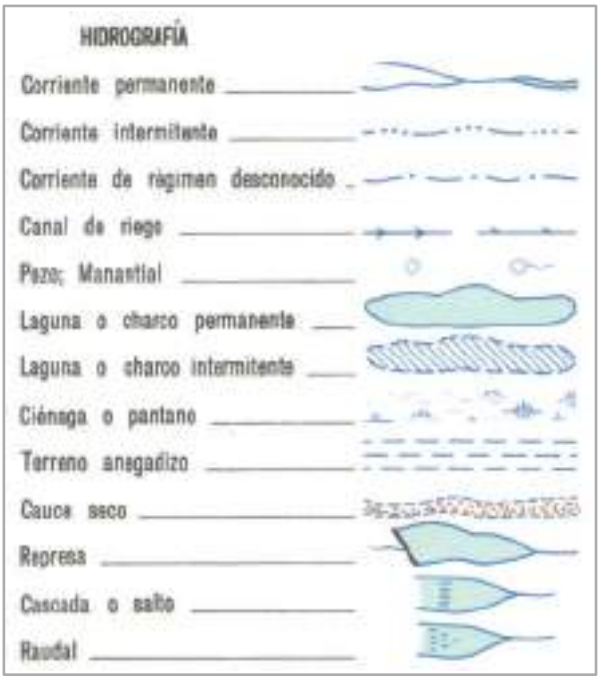

Figura 3.12. Simbología para la representación cartográfica de los elementos hidrográficos.

- *La Orografía*: contempla la representación del relieve terrestre, la cual se expresa a través de curvas de nivel, que son líneas imaginarias que unen puntos con la misma altura en la superficie terrestre (Figura 3.13).

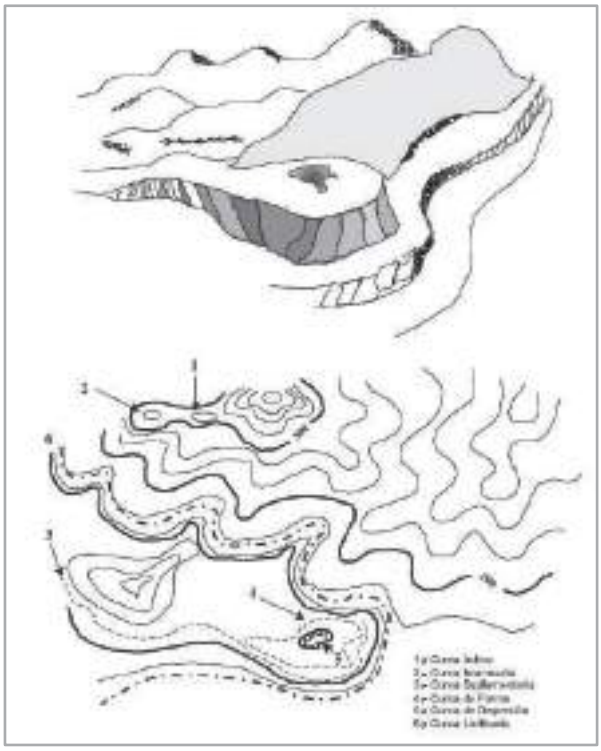

Figura 3.13. Representación cartográfica de la orografía. Fuente: Gascón, S. J. (1982).

- *La Vegetación*: se refiere a los distintos tipos de plantas características de una determinada área, se expresa en colores y tonos verdes, contempla desde árboles, arbustos, hierbas, matorrales, tierras cultivadas (Figura 3.14).



Figura 3.14. Representación cartográfica de la cobertura vegetal en los mapas básicos. Fuente: IGVSB, 2011.

4. *Elementos Culturales del Mapa*

- *La Vialidad*: comprende la representación de la red vial, tales como autopistas, carreteras, caminos, senderos y picas. Se representan por lo general en color rojo (Figura 3.15).



Figura 3.15. Tipificación de la estructura vial en cartografía básica.

- *Centros Poblados*: representa las diferentes ciudades, poblados, asentamientos y caseríos. La importancia político territorial se indica con un tamaño, forma y nombre que se adapta a la escala del mapa. En cartografía a escalas pequeñas y en cartografía temática la clasificación se apoya con el uso de una simbología específica (Figura 3.16).

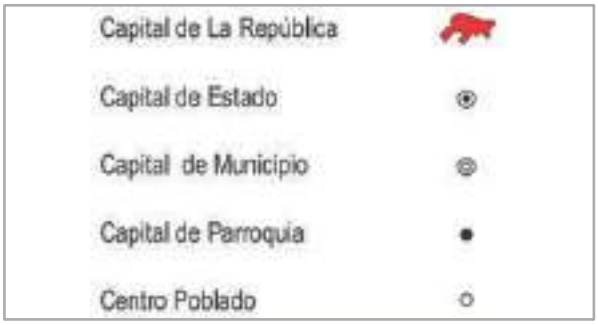

Figura 3.16. Tipificación de los centros poblados en cartografía básica. Fuente: IGVSB, 2011.

- *Topónimos o Nombres Geográficos*: Constituyen las referencias espaciales utilizadas para denominar, describir e identificar los accidentes naturales y culturales representados en un mapa. Los elementos se representan en color negro y los elementos hídricos en azul (Figura 3.17).



Figura 3.17. Criterios para los topónimos en cartografía básica. Fuente: IGVSB, 2011.

- Límites Político - Territoriales: son líneas utilizadas para definir la estructura político territorial de un determinado país, estado, municipio y parroquia. Los límites se representan de conformidad a la unidad que enmarca (Figura 3.18).

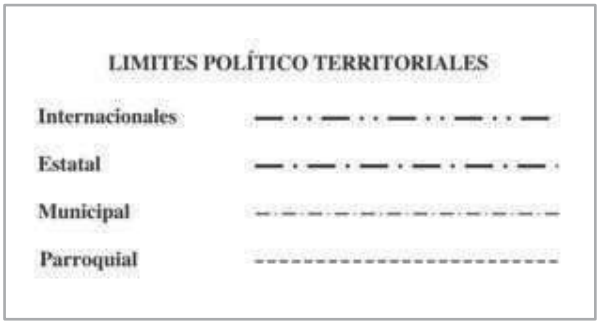

Figura 3.18. Tipificación de los límites político territoriales en cartografía básica.Fuente: IGVSB, 2011.

Información marginal

Es la información que rodea el marco de la información gráfica, requerida para evaluar, interpretar y utilizar mapas, compuesta por:

1. *Nombre o título*: define la descripción más generalizada del mapa.

2. *Signos convencionales*: es la simbología utilizada en la información gráfica del mapa para la representación de los diferentes elementos naturales y culturales (Figura 3.19).

Los símbolos convencionales se diseñan siguiendo tres principios básicos:

- *Convencionalismo*: acuerdos internacionales de representación.

- *Legibilidad*: ser identificados y asociados fácilmente a la realidad.

- *Claridad*: capacidad de ser impreso a distintos tamaños, colores, etc.

Siguiendo estos principios, los símbolos cartográficos pueden ser:

- *Puntos*: representa la localización de una entidad geográfica y sus características.

- *Línea*: se encarga de representar un elemento geográfico cuya característica es lineal.



Figura 3.19. Modelo de Símbolos Convencionales. Fuente: http://goo.gl/wUjAP6

- *Polígonos o de áreas*: se utiliza para representar regiones o áreas y sus características.

3. *Diagramas de localización*: Son los diferentes esquemas o pequeños mapas que muestran la ubicación geográfica de la hoja, los límites político territoriales y la situación relativa nacional y regional del área representada. Información concerniente al nombre del sistema de proyección, el Datum vertical y horizontal de referencia, año de edición, organismo que lo realizó, declinación magnética.

4. *La Escala*: Es la relación existente entre una distancia medida en el mapa y la correspondiente distancia en el terreno.

Se puede expresar como una fracción y se puede calcular, como:

La escala (E) es equivalente a la distancia horizontal en el mapa o papel (DH) entre la distancia horizontal del terreno (DT).

Por lo tanto: $E = \frac{DH}{DT}$

La escala de los mapas tiene tres formas de expresión:

- *Numérica o en forma de fracción*, que señala la diferencia entre las unidades señaladas en el mapa y esas mismas unidades medidas sobre la superficie de la tierra.

1 cm: 1Km = 1

$\frac{1\ Km}{100.000}$ = 1.000 mts = 100.000 cm

- *Gráfica*, representada por un segmento recto en la que se marcan las distancias, que por lo general se expresan en kilómetros u otras unidades de longitud (Figura 3.20).



Figura 3.20. Representación gráfica de la escala.

- *En cifras y palabras*, por ejemplo a escala 1:25.000 al decir, que una unidad en el mapa equivalen a 25.000 en la realidad. Estas unidades pueden ser de cualquier tipo, kilómetros, millas, metros cuadrados, etc.

Los mapas con denominador (número) grande representan los elementos más pequeños, y son escalas pequeñas. Al contrario cuando se tiene un denominador pequeño se tiene más detalle y se habla de escalas grandes.

La escala es un elemento cartográfico que puede llevar a un criterio de clasificación cartográfica. En ese sentido los mapas según su escala pueden clasificarse como se muestra en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Clasificación de las Escalas según el IGVSB.

TIPOS	RANGOS	USO FRECUENTE
Pequeña	1: 100.0000 a 1: 250.000	Mapas de grandes regiones y países, con elementos representados a escala y muchos otros simbolizados.
Medianas	1: 100.000 a 1: 25.000	Mapas topográficos y de unidades político territoriales, con elementos representados a escala y otros simbolizados.
Grande	1: 10.000 a 1: 1.000	Planos de ciudades con todos los elementos representados a escala.

Fuente: IGVSB, 2011.

Una Clasificación mundial puede ser:

- Mundo: 1: 30.000.000
- Continente: 1: 5.000.000, 1: 2.000.000
- Región: 1: 500.000. 1: 200.000, 1: 96.000, 1: 50.000
- Comunidad o asentamiento: 1: 24.000, 1: 12.000
- Sitios de construcción: 1: 10.000, 1: 2.500
- Planos arquitectónicos: 1: 500, 1: 1000

Sistema cartográfico venezolano

Dada la forma de Venezuela y su ubicación geográfica en el globo terráqueo, se ha establecido como oficial en la cartografía nacional, el sistema de proyección *UTM (Universal Transversal de Mercator)*, por producir mínimas distorsiones de forma, y permitir una rápida asociación con el contexto cartográfico mundial (universal).

La proyección UTM establece un cilindro transversal de 6° grados (llamados zonas). Venezuela es proyectada en tres zonas, 18, 19 y 20 (Figura 3.21). Basada en la proyección UTM se identifican o codifican las cartas oficiales en distintas escalas.



Figura 3.21. Husos Horarios para Venezuela. Fuente: IGVSB. 2011.

Numeración de mapas y formatos geográficos para Venezuela

Mapas a escala 1: 1.000.000

Basado en el Mapa Internacional del Mundo (IMW) (Figura 3.22), se dividió el mundo en husos verticales de 6° de longitud y de 4° de latitud, para la escala 1:1.000.00.

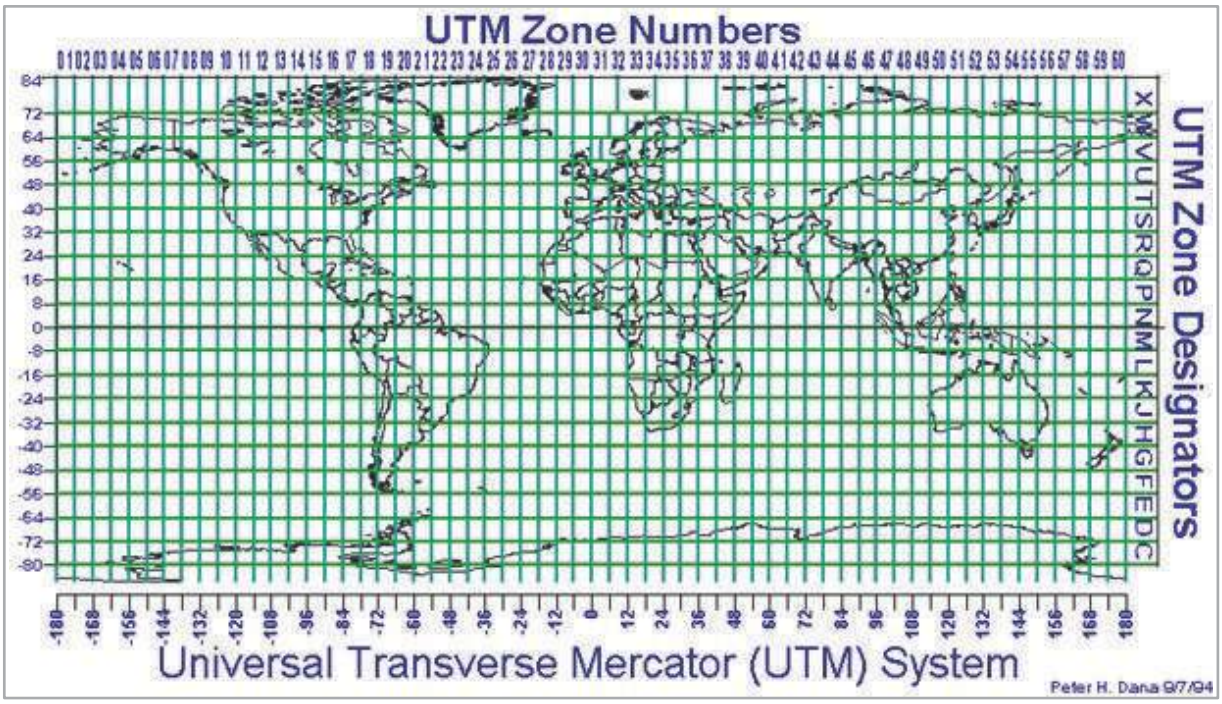

Figura 3.22. Zonas UTM. Fuente: http://goo.gl/wtHNca

La numeración de las zonas o husos comienza desde el meridiano 180 Oeste, enumerándolos del 1 al 60 y las bandas horizontales desde el Ecuador se les asigno las letras A, B, C, D..., donde se antepone la N y S dependiendo de su ubicación, al Norte o al Sur.

Venezuela está cubierta por los cuadrados 19 y 20, y parte del 18 y 21 (Figura 3.23).

Mapas a escala 1: 500.000 y 1:250.000

Cada cuadrado 1:1.000.000 se divide por sus paralelos y meridianos mitad, y se originan cuatro (4) mapas a escala 1: 500.000. (Figura 3.24).

Se enumeran con números romanos, comenzando por el cuadrante superior derecho

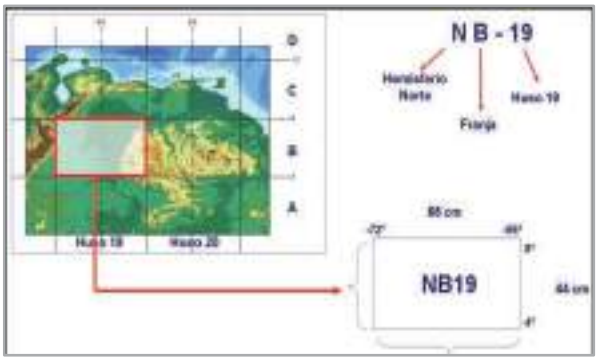

Figura 3.23. Cubrimiento de Mapas para Venezuela a escala 1:1.000.000. Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería, 2013.

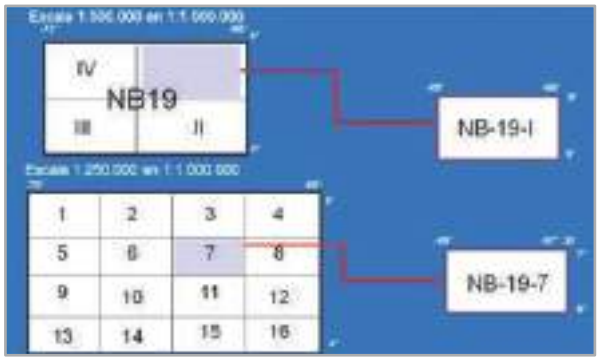

Figura 3.24. División del mapa 1:1.000.000 en mapas 1:500.000 y 1:250.000. Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería, 2013.

y siguiendo el sentido de las agujas del reloj. Para su identificación se coloca el código del mapa 1:1.000.000, esto es NB-19-I.

Para los mapas 1:250.000, se parte del mapa 1:1.000.000, éste se divide en 16 partes.

Se enumera cada parte resultante en números correlativos, comenzando por el izquierdo superior. Estos se identifican con el número correspondiente al mapa 1:1.000.000 y el número asignado por su posición se correspondería por ejemplo a la carta NB-19-7.

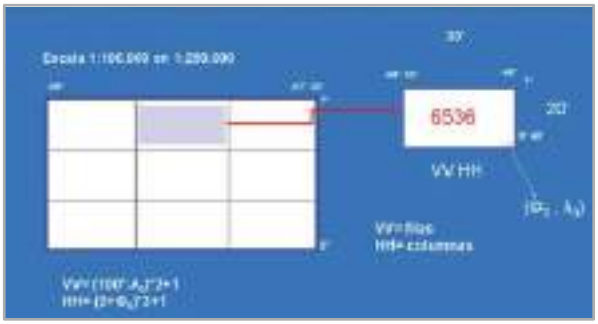

Figura 3.25. División del mapa 1:250.000 en mapas 1:100.000 Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería. 2013.

Mapas 1:100.000

Para los mapas 1:100.000, Venezuela ha adoptado el tamaño de 20´de latitud y 30´de longitud, para sus hojas básicas 1:100.000. Con esto, un mapa 1:250.000 está cubierto 9 mapas 1:100.000. (Figura 3.25).

La numeración se hace a través de una formula universal y se obtiene una para cada mapa, en este caso es 6536.

Para indicar que todos los mapas de una columna comienzan por los dos mismos dígitos, y todos los mapas de una misma fila terminan en los mismos dos dígitos, a continuación se muestra parte de los mapas que cubren el país, con su numeración (Figura 3.26).

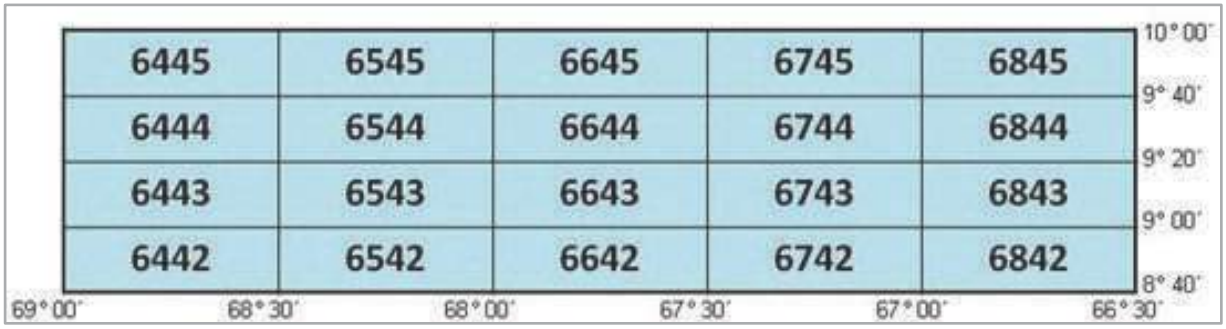

Figura 3.26. Mapas 1:100.000

Mapas 1:50.000 - 1:25.000

Cada mapa 1:100.000 se divide por su paralelo y meridiano mitad, dando como resultado cuatro cuadrantes, cada cuadrante será una hoja 1:50.000, que se identifican con números romanos comenzando por el superior derecho siguiendo el sentido de las agujas de reloj (Figura 3.27) y se enumeran manteniendo el número de las carta 1:100.00 e indicando el cuadrante, esto es 6536-I.

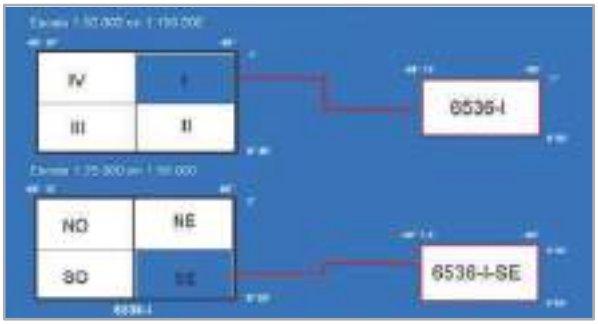

Figura 3.27. División del mapa 1:100.000 en mapas 1:50.000 y 1:25.000. Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería. 2013.

Cada mapa 1:50.000 resultante se divide también por su paralelo y meridiano mitad, obteniéndose cuatro (4) mapas 1:25.000 (Figura 3.29). A cada uno de estos cuadrantes resultantes se le asignan las siglas de su ubicación cardinal; estos es:

1. NE: nor-este
2. NO: nor-oeste
3. SE: sur-este
4. SO: sur oeste

En nuestro caso el mapa 1:25.000 es el 6536-I-SE.

En resumen un mapa 1:100.000 contiene cuatro (4) mapas 1:50.000, y dieciséis (16) mapas a escala 1:25.000 (Figura 3.28).

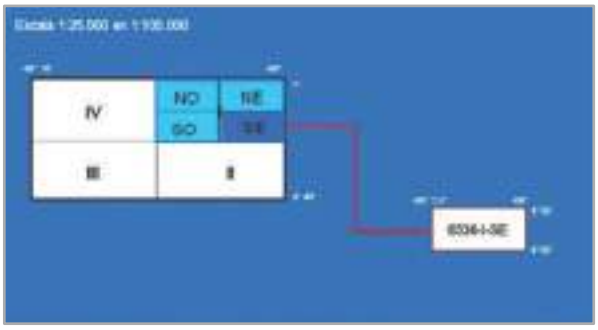

Figura 3.28. División del mapa 1:100.000 en mapas 1:25.000. Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería, 2013.

Sistemas Globales de Navegación por Satélite (SGNS)

El Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) son constelaciones de satélites (grupos de satélites) que orbitan alrededor de la tierra, transmitiendo rangos de señales para conocer con exactitud las coordenadas geográficas de cualquier punto sobre la superficie terrestre, ya sea en tierra, mar o aire (Figura 3.29).

Ejemplos de estos sistemas tenemos, el GPS estadounidense, el GLONASS ruso, el Galileo europeo y el Beidou Chino.

La base de estos sistemas consiste en un conjunto de satélites orbitando alrededor del planeta a una altura de 20.200 Km aprox. Estos satélites emiten señales de radio durante las 24 horas del día, los 365 días del año.

La recepción de varias de estas señales es lo que permite al receptor determinar su posición en la superficie de la Tierra. En la medida que se reciba mas señales, más preciso es el cálculo de localización.



Figura 3.29. Sistemas Globales de Navegación por Satélite. Fuente: http://www.igm.cl.

Referencias

Asociación De Proyectos Comunitarios. (2005). *Territorio Y Cartografía Social*. Disponible en: http://goo.gl/XyrsLs; Consultado en agosto, 2014).

Fundación Instituto De Ingeniería. Centro de Procesamiento Digital de Imágenes. (2005). Curso Introducción a la Geomática. Caracas.

Fundación Instituto De Ingeniería. (2011). Centro de Procesamiento Digital de Imágenes.

Gascón, S. J. (1982). *El mapa, su contenido y su lectura*. Dirección de Cartografía Nacional. Caracas.

Hansen, F. (n.d.). *Cartografía Básica*. INEGI. México. Disponible en: http://goo.gl/J6ewyV. Consultado en julio de 2014.

Instituto Geográfico Agustin Codazzi Y La Comisión Colombiana Del Espacio. (n.d.). *Curso cartografía básica*. Disponible en: http://goo.gl/YU7Dq8. Consultado en junio de 2014.

Instituto Geográfico De Venezuela Simón Bolívar, (2011). *Lectura e Interpretación de Mapas*. Disponible en: http://goo.gl/rvamlJ. Consultado en agosto de 2014.

Instituto Geográfico Nacional De España, (n.d). *Conceptos de Cartografía*. Disponible en: http://goo.gl/C9KbCY; Consultado en agosto, 2014).

Naciones Unidas. (2000). *Manual de Sistemas de Información Geográfica y Cartografía Digital*. Disponible en: http://goo.gl/5DRaDU. Consultado en julio de 2014.

Olaya, V. (2012). *Sistemas de Información Geográfica. Tomo I y II*. Disponible en: http://goo.gl/zM0Gr0. Consultado junio de 2014.

www.microrespuestas.com. Consultado en marzo de 2014.

http://goo.gl/yR9Ta9. Consultado julio de 2014.

http://goo.gl/d6rb93. Consultado en mayo de 2014.

http://goo.gl/rq7LjQ. Consultado en junio de 2014.

http://goo.gl/Pnexu4. Consultado en mayo de 2014.

http://www.geografiaparaelaula.com/proyeccionescartograficas.html. Consultado en julio de 2014.

http://goo.gl/wUjAP6. Consultado en mayo de 2014.

http://goo.gl/wtHNca. Consultado en abril de 2014.

http: //es.wikipedia.org/wiki. Consultado en abril de 2014.

http://www.igm.cl. Consultado en mayo de 2014.

módulo IV

Introducción a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Módulo IV
Introducción a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Antecedentes

Entre los años 1960 y 1970 aparecen nuevas formas de utilizar los mapas en la evaluación de los aspectos geográficos de la superficie de la Tierra, identificándose que los aspectos no se comportaban de manera independiente, sino que guardaban relación entre unos y otros, por lo que surge la necesidad de evaluarlos de manera integrada.

Inicialmente, consistió en superponer los mapas para encontrar puntos similares a estudiar. A finales de los años 70, debido al rápido progreso tecnológico de la computación, se perfeccionaron los programas para manejar los datos referenciados, a través de un sistema de coordenadas geográficas.

A partir de los años 80, el avance técnico de los equipos y programas informáticos, cada vez más potentes y fáciles de manejar, permitió mejorar el procesamiento de información georeferenciada, hasta lograrse técnicas que han simplificado los procesos. En la actualidad, estas técnicas se han convertido en una interesante y útil herramienta, de menor costo y/o gratuitos, que facilitan el trabajo. En la Figura 4.1 se muestra el avance de los SIG con la evolución de sus datos.



Figura 4.1. Avances del SIG con la evolución de los datos. Fuente: Adaptación del IGAC. Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica.

Definiciones de Sistemas de Información Geográfica

Existen variadas definiciones de SIG, para estos fines se han seleccionado las siguientes:

- Un conjunto de herramientas para agregar, almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos. (Burrough y Mcdonnell, 1998).

- Es un sistema organizado de equipo informático, software, datos geográficos y descriptivos, para hacer más eficiente el obtener, almacenar, actualizar, analizar y mostrar la información georreferenciada (ESRI, 1995).

En un sentido más amplio un SIG, posee un elemento propio: *la información espacial o geoespacial*; que está integrada para *procesarla y analizarla*, y apoyar la *toma de decisiones* de importancia en el desarrollo de una región. Por lo cual es una herramienta de trabajo de apoyo a la planificación y gestión del territorio, inventario de recursos e identificar el estado actual y futuro de un espacio geográfico.

Las siglas SIG involucra tres palabras básicas: Sistemas, Información y Geográfica, que son:

- *Sistemas*: conjunto de componentes que interactúan para facilitar el entendimiento y manejo de datos geográficos, que forman parte integral de un todo.

- *Información*: conjunto de datos interpretados, referidos al mundo real.

- *Geográfica*: cada elemento del mundo real es tratado por su posición en el espacio, a través de un sistema de coordenadas.

Una forma más general y fácil de definir los SIG es la que considera la disposición de la información geográfica en capas (Figura 4.2) de sus datos. Es decir, una "Serie de mapas de la misma porción del territorio, donde un punto tiene las mismas coordenadas en todos los mapas incluidos en el sistema".

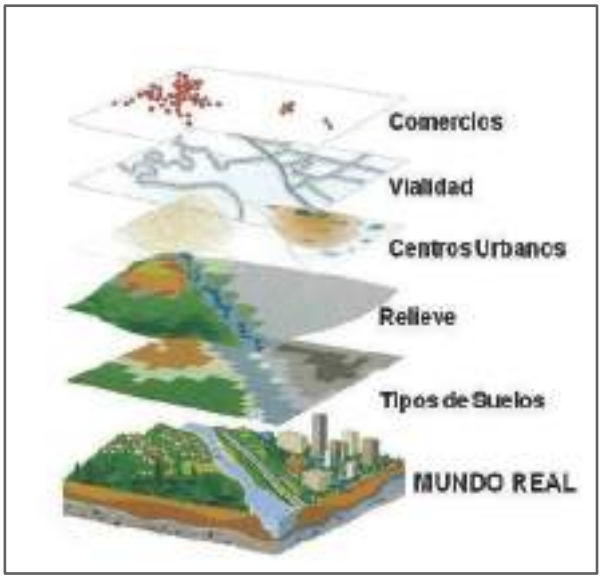

Figura 4.2. Concepto de capas de información.

Bajo esta estructura se puede combinar en un mismo sistema, datos e información de diferentes orígenes y formatos.

Es así como todo SIG debe tener la capacidad de responder a las siguientes preguntas:

1. *Ubicación*: ¿Qué hay en...? Es decir, que existe o se encuentra en un lugar determinado, por ejemplo, por su nombre geográfico, código postal, etc.

2. *Condición*: ¿Dónde está? Esto requiere de un análisis geográfico, y es ubicar un elemento con ciertas características (Ejemplo: un terreno de bosque, o de vegetación baja).

3. *Tendencia*: ¿Que ha cambiado .? Involucra a las dos anteriores y busca identificar

diferencias espacio - tiempo, que existe en un elemento, y por qué?.

4. *Distribución*: ¿Qué patrones de distribución espacial existen?, es analizar la relación entre los elementos geográficos de la superficie terrestre.

5. *Simulación*: ¿Qué sucede si....? Interrogante para conocer qué pasa en un área cuando ocurre un hecho determinado. Por ejemplo, que sucedería si se produjera un derrame de una sustancia tóxica en los acueductos de suministro de agua potable de una ciudad.

En resumen un SIG debe responder a las interrogantes planteadas en la Figura 4.3.

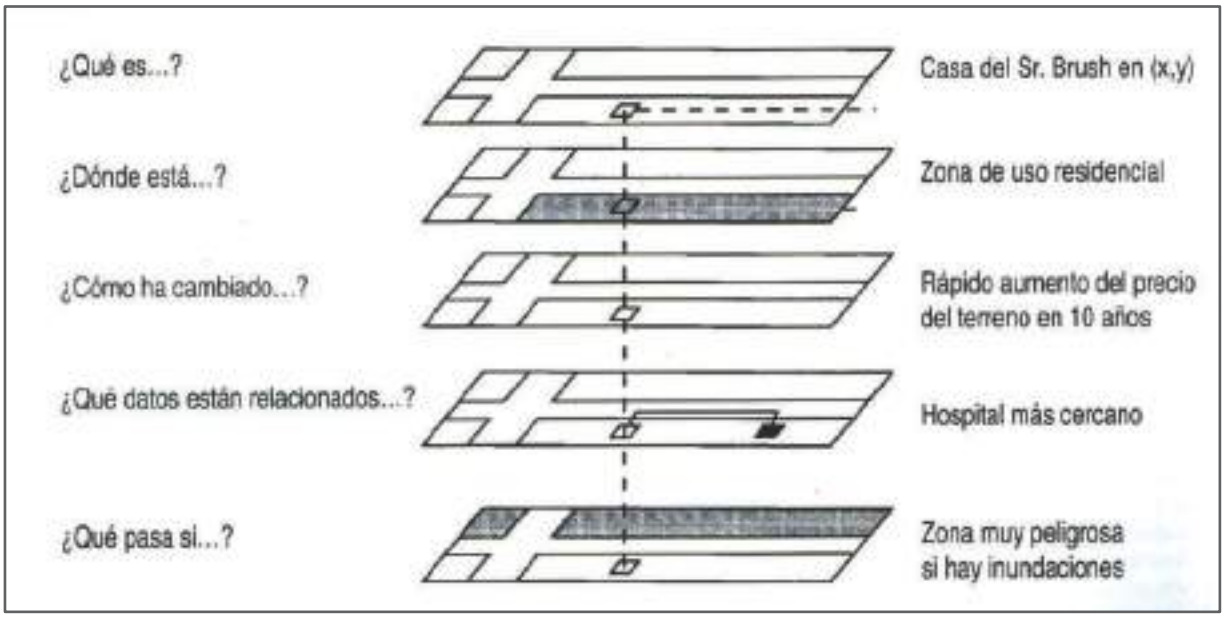

Figura 4.3. Preguntas básicas que responde un SIG. Fuente: Murai, S. SIG: Manual Base. SELPER. 1999.

Componentes de un SIG

Como se ha identificado en las definiciones presentadas, un SIG posee como componentes: hardware o equipos, software o programas, datos geográficos, el factor humano y métodos o procedimientos (Figura 4.4).



Figura 4.4. Componentes de un SIG.

Hardware o equipos

Con los avances de la tecnología, cada vez es mayor el acceso y la disponibilidad de hardware o equipos de computación de alta capacidad para ejecutar los procesos involucrados en el tratamiento de datos geoespaciales.

Los equipos necesarios para la entrada y salida de datos e información, están constituidos por computadoras personales, estaciones de trabajo y accesorios periféricos especializados (teclados, impresoras, plotter y escáner de gran formato, monitores, "mouse", etc) (Figura 4.5).

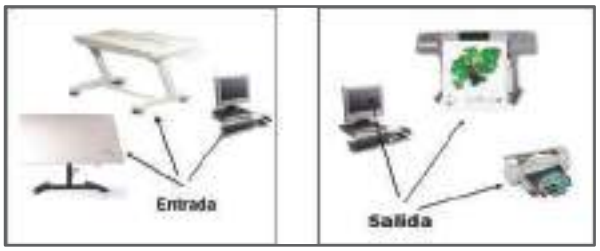

Figura 4.5. Equipos para la entrada de datos y salida de productos de los SIG. Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería, Curso Introductorio a la Geomática. 2005.

Software o programas

Es el componente encargado de facilitar al usuario funciones necesarias para captar, almacenar, analizar y mostrar la información geográfica.

En los últimos años los programas informáticos de los SIG han progresado muy rápido, desde sistemas basados en comandos hasta los que utilizan solo menús, fáciles de usar con menos capacitación.

Los programas de los SIG deben incluir aplicaciones o funciones para:

1. *Entrada de Datos*: el ingreso de datos geográficos puede ser a través de la digitalización manual o automática y/o actualización de la información espacial y sus descriptores.

2. *Procesamiento y análisis de los datos*: se refiere al procesamiento, análisis y aplicaciones que se realizan con los datos geoespaciales. Para esto debe haber funciones para:

- Actualización, detección y corrección de errores en los datos.
- Analizar y dar respuesta a interrogantes que formule el usuario.
- Las operaciones típicas de superposición de capas geográficas, estadísticas, cambios cartográficos, cálculo de medidas (distancias y superficies), y reportes de los análisis.

3. *Salida y presentación de los datos e información*: es como finalmente se presentan al usuario final un producto del SIG, de una manera gráfica y visual, y puede ser en formatos:

- Físico o analógico: mapas, imágenes, gráficos, tablas de reportes; impresos en plotter o impresora.
- Digital: visualizados en el monitor de la computadora; por ejemplo: mapas digitales, imágenes de satélite, bases de datos, etc.

En el Cuadro 4.1, se destacan las ventajas de un producto digital sobre uno analógico.

Cuadro 4.1. Ventajas de un producto Digital sobre uno Analógico

DIGITAL	ANALÓGICO
Fácil de actualizar.	Más trabajo, implica hacer de nuevo el producto.
Transferencia sencilla y rápida (vía internet).	Transferencia lenta (vía correo, encomienda).
Espacio de almacenamiento relativamente pequeño (dispositivos digitales).	Se necesitan grandes espacios de almacenamiento (mapotecas, salas).
Fácil de mantener en el tiempo.	Los productos en papel se deterioran con el tiempo.
Análisis automático y fácil.	Análisis difícil y de poca precisión (medición de áreas y distancias).

Fuente: http://goo.gl/kWwBYT

Procedimientos

Son los métodos, modos y reglas específicas que describen como la tecnología es utilizada. Esto es: especificaciones, normas, referencias y métodos para realizar los análisis de la información geográfica.

Datos

Es uno de los componentes más importante de un SIG, debido a que es necesario que la información sea confiable y precisa, repercutiendo directamente en la calidad del sistema. Estos datos pueden obtenerse a través de (Figura 4.6):

- Recursos propios "digitalizados o escaneados".
- Bases de datos.
- En chequeos o verificación de campo, levantamientos topográficos.
- Imágenes de satélite, fotografías aéreas, cartografía digital.

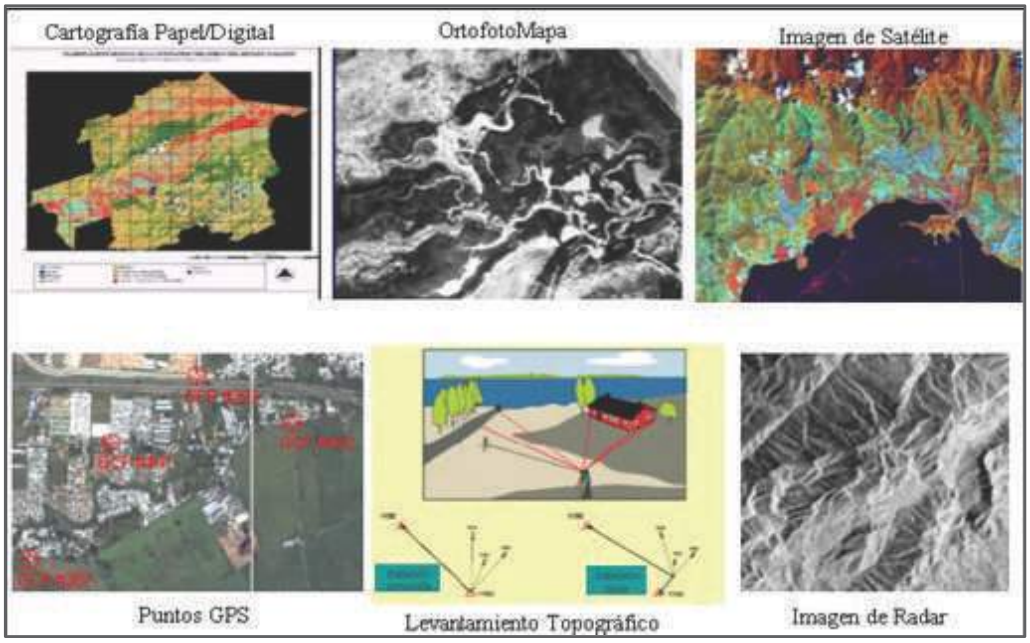

Figura 4.6. Fuentes de los datos más comunes. Fuente: Fundación Instituto de Ingeniería, Curso Introductorio a la Geomática. 2005.

Datos geográficos

Los datos geográficos son los elementos espacio–temporales del mundo real, que deben ser evaluados en función a la utilidad y confiabilidad de los mismos, para garantizar la calidad de los productos.

Un dato geográfico posee los siguientes elementos espaciales (Cuadro 4.2).

Igualmente los datos geográficos poseen dos componentes: uno espacial y otro temático, y los SIG son capaces de gestionar ambos.

Cuadro 4.2. Elementos espaciales de un dato geográfico.

ELEMENTOS ESPACIALES	DESCRIPCIÓN
Localización geográfica	Se refiere a la posición geográfica de los objetos: *Posición absoluta:* se expresa mediante un sistema de coordenadas. *Posición relativa:* es la posición de un elemento con respecto a otro, en función a puntos de referencia.
Propiedades espaciales	Los objetos que representan la realidad tienen ciertas características espaciales.
Relaciones espaciales	Los objetos espaciales mantienen relaciones entre sí: conectividad, contigüidad, proximidad, etc.
Representación Geométrica que lo representan	Los elementos a estudiar tienen una expresión espacial, a través de: puntos, líneas y polígonos.

Componente espacial

Este componente se basa en la localización de los elementos, cuya posición es única, y puede ser: *localización absoluta*, basada en un sistema de coordenadas; y la *localización relativa*, basada en las relaciones del elemento "topológicas" con respecto a otros.

Ejemplo: la Alcaldía se encuentra en las coordenadas X,Y, o la Alcaldía se localiza entre la Calle Las Flores y la Plaza Bolívar. Los SIG tienen la capacidad de manejar ambos conceptos.

El componente espacial permite analizar los elementos del mundo real, a través de las formas geométricas: puntos, líneas y polígonos (Figura 4.7 y 4.8).

- *Puntos:* son las formas más simples de representar los datos espaciales, son objetos que se ubican en el espacio únicamente por un par de coordenadas. Sirven para identificar un elemento o como etiquetas para identificar polígonos.

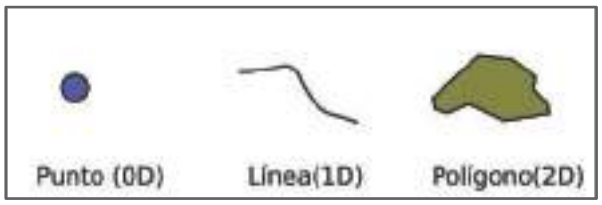

Figura 4.7. Formas geométricas. Fuente: Olaya, V. (2012). Sistemas de Información Geográfica.

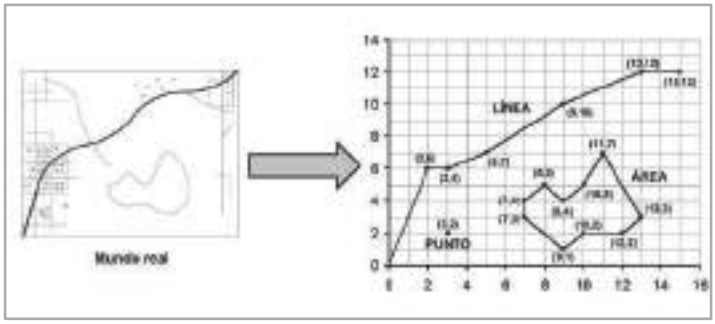

Figura 4.8. Mundo real y las formas de representación. Fuente: Olaya, V. (2012). Sistemas de Información Geográfica.

- *Líneas:* son elementos compuestos por un grupo de coordenadas y conectadas entre sí para formar líneas.

- *Polígonos:* son líneas cerradas, que encierran áreas homogéneas, como cuerpos de agua, unidades administrativas, unidades de vegetación, etc.

Componente temático

Las variables y atributos de los elementos a considerar se pueden estudiar considerando el aspecto temático, es decir las características o descriptores propias. Ejemplo: Tipo de vía, condiciones de la vía, etc.

Recurso humano

Un SIG es limitado sin las personas, que administren, diseñen, desarrollen y actualicen los datos e información. Este personal puede ser desde especialistas técnicos hasta personal que garantice la calidad de los datos y la integridad del producto final.

En un proyecto de SIG por lo general participan profesionales de varias disciplinas; como de: geografía, matemáticas, computación, estadística, biología, geología, sociología, economía, agronomía, geodesia, oceanografía, entre otras, y por el personal usuario.

Modelo de datos: Vector y Raster

Un modelo es una representación simplificada de la realidad, que en este caso puede ser representada a través de dos modelos de datos, el Vector y el Ráster. Ambos consideran un conjunto de reglas para representar la variedad del mundo real, en un ambiente computacional. (Figura 4.9).

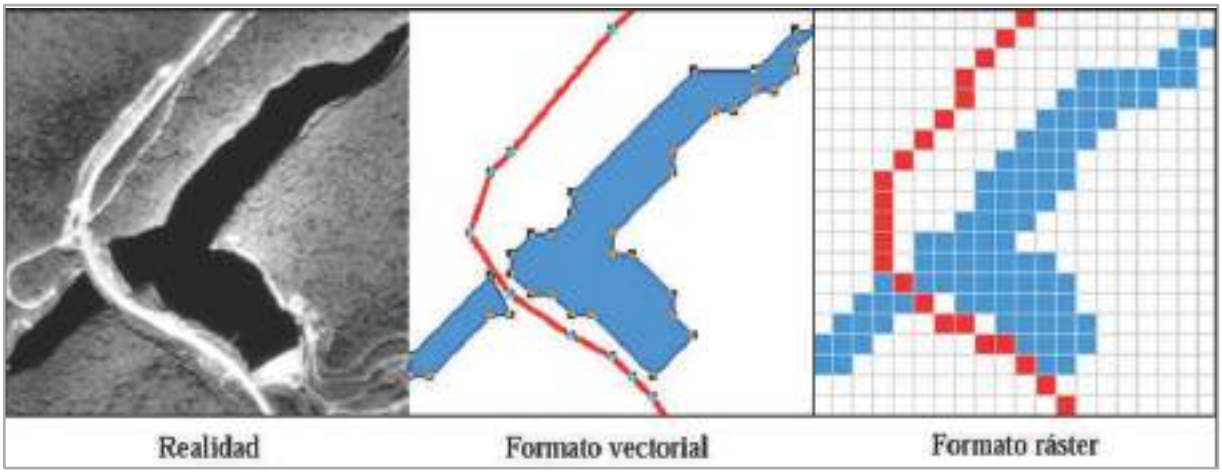

Figura 4.9. Modelo de datos: a) Vector y b) Raster. Fuente: Peña, J. Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio. Fuente: http://goo.gl/vF55mt

Modelo Vector

El modelo vector, define el espacio geográfico a través de los elementos geométricos (puntos, líneas, polígonos) por pares de coordenadas, guardando relación con los demás objetos geográficos presentes en la zona de estudio, donde cada elemento geográfico puede describirse con varios descriptores o atributos. (Figura 4.10).

Un concepto importante en el modelo de datos vectorial es la "topología", que no es mas que, las propiedades y relaciones espaciales existentes entre los elementos geométricos que representan la realidad.

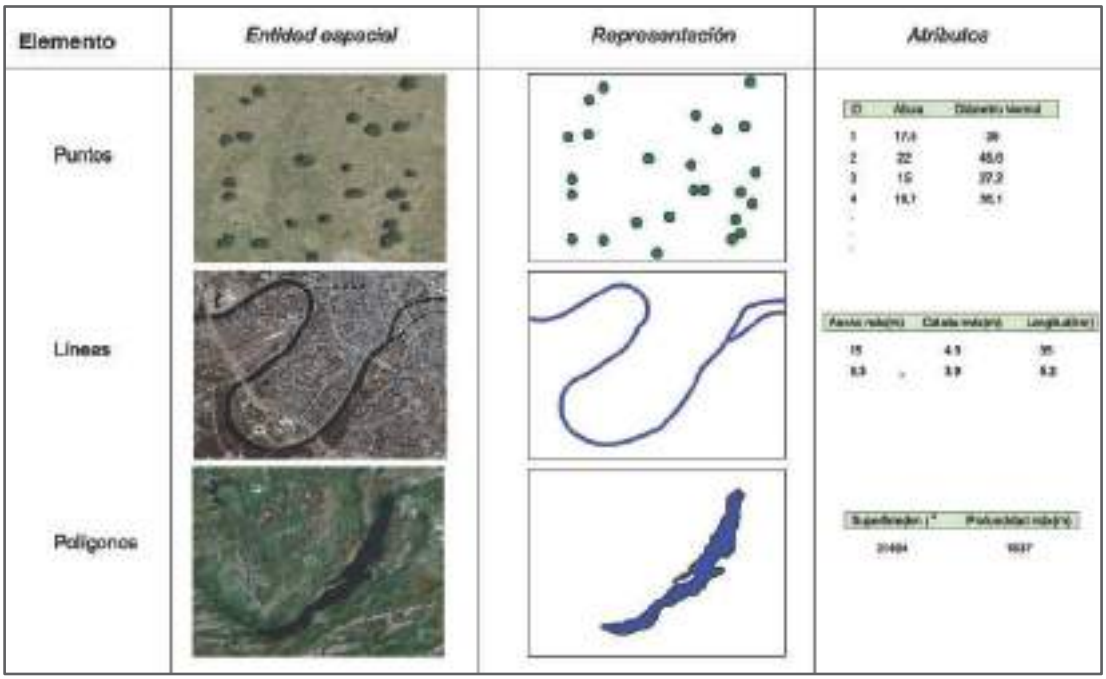

Figura 4.10. Modelo Vectorial. Fuente: Olaya, V. (2012). Sistemas de Información Geográfica.

Modelo Ráster

El modelo Ráster se basa en una división del espacio geográfico, a través retícula o malla, donde cada unidad se denomina "pixel", que contienen un valor numérico que lo identifica (Figura 4.11). El píxel se refiere a la unidad mínima de información de una imagen y es el elemento al que se le puede asignar de forma independiente un atributo como es el color.

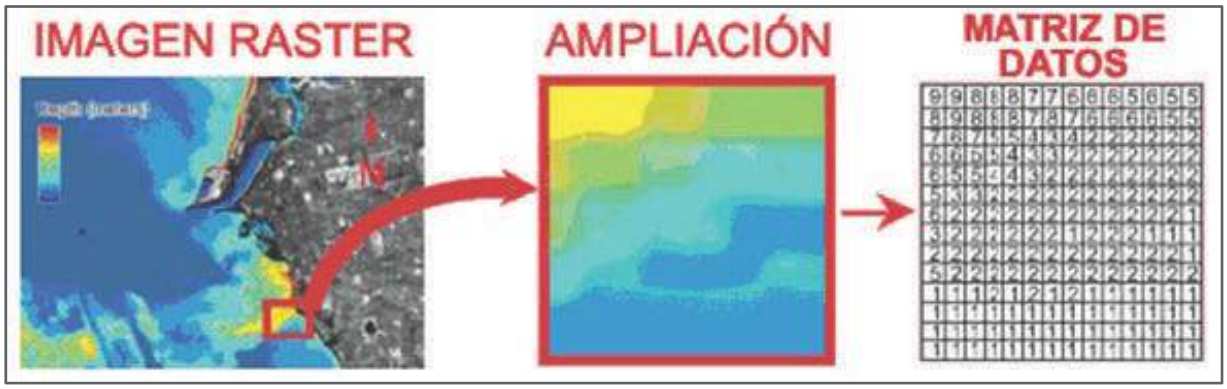

Figura 4.11. Organización de la información en el modelo de datos Ráster.

En el modelo Ráster la localización de cada celda está implícita, esto es que al conocer la ubicación en coordenadas de una celda, se conoce la ubicación del resto de las celdas. Donde un punto se representa por una celda; una línea por un conjunto de celdas consecutivas en una dirección y los polígonos o áreas vienen dados por un conjunto de celdas (Figura 4.12).

Ventajas y desventajas de los modelos Ráster y Vector

Como conclusión ambos modelos, ráster y vectorial, tienen sus propias ventajas y desventajas, por lo que los modernos SIG incorporan elementos de ambos, además de permitir la conversión de un modelo a otro (Cuadro 4.3 en la siguiente página).

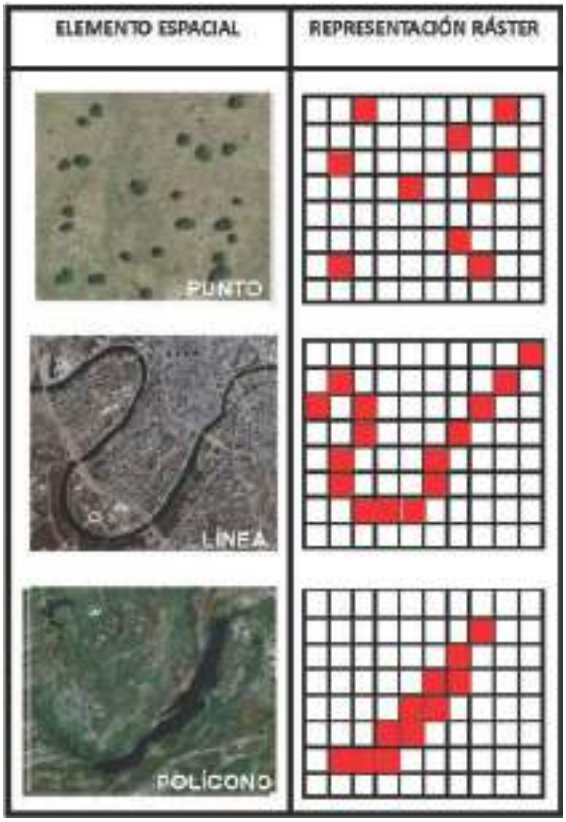

Figura 4.12. Representación de la realidad geográfica en un modelo Ráster. Fuente: Olaya, V. (2012). Sistemas de Información Geográfica.

Cuadro 4.3. Ventajas y Desventajas de los modelos de datos Vectoriales y Ráster.

	VECTORIAL	RÁSTER
VENTAJAS	• Parecido de las formas de representación con los elementos espaciales de la realidad. • Cálculo más preciso de áreas, perímetros y longitudes. • Análisis de "flujos" (redes) más consistentes. • Se pueden adaptar bases de datos. • Los datos ocupan menos espacio de almacenamiento.	• Estructura más simple. • Mejor adaptación de datos de sensores remotos. • Operaciones de superposición de mapas más sencilla. • Análisis de los datos más eficiente. • La unidad espacial conserva las formas y tamaño, facilitando simulaciones. • Ideal para analizar grandes extensiones, con baja precisión de propiedades espaciales.
DESVENTAJAS	• Tiene una estructura de datos más compleja que el ráster. • Se requiere mayor identificación de errores. • La representación de mapas con elevada variabilidad es ineficiente. • Manejo y mejora de imágenes digitales y satélites menos eficiente.	• Los datos ocupan más espacio de almacenamiento. • Mayor error en el cálculo de áreas, perímetro y longitudes. • Relaciones entre los elementos son más difíciles de representar. • Los mapas resultan menos "estéticos", los límites resultan más groseros. • La transformación de coordenadas es menos eficiente. • Los análisis de "flujos" (redes) son muy complejos y menos eficiente.

Aplicaciones de los SIG

Todas las actividades del hombre están relacionadas con un espacio geográfico, por lo tanto es muy amplia la gama de aplicaciones donde los Sistemas de Información Geográfica pueden usarse. Entre las aplicaciones más usuales destacan:

Investigación

- Ciencias medioambientales y relacionadas con el espacio.
- Desarrollo de modelos.
- Modelado cartográfico.
- Modelos dinámicos.

Empresarial

- Mercadeo.
- Estrategias de distribución.
- Planificación de transportes.
- Localización óptima.

Gestión

- Catastro.
- Ordenación territorial y planificación del territorio.
- Inventario de recursos.

Referencias

ESRI. (1995). *Sistemas de Información Geográfica, Capítulo IV*. Disponible en: http://goo.gl/xNtMyW. Consultado Marzo de 2014.

Fundación Instituto De Ingeniería. Centro de Procesamiento Digital de Imágenes. (2005). Curso Introducción a la Geomática. Caracas.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (n.d.). *Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica. Unidad I*. Disponible en: http://goo.gl/AwhgwU. Consultado en Mayo 2014.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (n.d.). *Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica. Unidad II*. Disponible en: http://goo.gl/lufrdP. Consultado en: Mayo 2014.

Murai, S. (1999). S:I:G.. *Manual Base. Vol.1 Conceptos Fundamentales*. SELPER. Vol. 15, N° 1, 8-66.

Olaya, V. (2012). *Sistemas de Información Geográfica. Tomo I y II*. Disponible en: http://goo.gl/ZBoZbv. Consultado junio de 2014.

Peña, J. (2005). *Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio*. Disponible en: http://goo.gl/vF55mt. Consultado Junio de 2014.

Burrough, P. y Mcdonnell, R. (1998). *Principles of Geographical Information*. Consultado en Mayo de 2014. Disponible en: http://goo.gl/U4vDPF

SIG para Principiantes. (n.d.). Consultado Mayo de 2014, disponible en http://goo.gl/bL5amK

http://goo.gl/kWwBYT

http://www.monografias.com