

Caracterización de las imágenes de satélite

Plataformas, sensores y canales

Se entiende por **plataforma** los satélites (LANDSAT, METEOSAT, NOAA, SPOT) o aviones que transportan los aparatos necesarios para captar, almacenar y transmitir imágenes a distancia (**sensores**).

Un sensor es el aparato que reúne la tecnología necesaria para captar imágenes a distancia y que es transportado en una plataforma. Puede captar información para diferentes regiones del espectro y cada una de estas regiones se denomina **canal** o **banda**.

Por ejemplo, landsat es una plataforma que contiene dos sensores landsat-TM y landsat-MSS, el primero de los cuales tiene 7 bandas (azul, verde, rojo, 3 en el infrarrojo cercano y 1 en el infrarrojo térmico y el segundo 4 bandas (verde, rojo y 2 en el infrarrojo cercano). La figura 102 muestra la ubicación, dentro del espectro electromagnético, de las 6 bandas de landsat que corresponden con el espectro solar.

La salida de radiación (emitida o reflejada) de la superficie terrestre es un fenómeno continuo en 4 dimensiones (espacio, tiempo, longitud de onda y radiancia). Un sensor debe muestrear en este continuo discretizándolo en cada una de esas dimensiones. El modo en que esta discretización se lleva a cabo define los cuatro tipos de resolución con los que se trabaja en teledetección:

- Resolución espacial (tamaño de pixel)
- Resolución temporal (tiempo que tarda el satélite en tomar dos imágenes del mismo sitio)
- Resolución espectral (capacidad de discriminar entre longitudes de onda vecinas en el espectro, así como el número de bandas disponible).
- Resolución radiométrica (número de intervalos de intensidad que puede captar el sensor)

La figura 105 muestra como cambios en la resolución espacial de una imagen afectan a su calidad. La imagen procede del sensor Quick Bird, con una resolución espacial de aproximadamente 1 metro, y es una composición de 3 bandas (rojo, verde y azul) en color real, la resolución radiométrica es de 256 niveles de gris por banda. En la segunda imagen se ha simulado una reducción de la resolución espectral agrupando las tres bandas del visible en una sólo banda pancromática que se representa con 256 niveles de gris. La tercera y la cuarta imágenes simulan una reducción de la resolución radiométrica a 4 niveles por banda en lugar de los 256 anteriores, lo que da un total de 12 colores para la tercera imagen y 4 para la cuarta. Las dos imágenes inferiores muestran una reducción de la resolución espacial a 25 y 50 metros respectivamente.



Figura 105: Efectos de los cambios en la resolución de las imágenes de satélite

En la tabla 106 aparecen estas características para varios sensores y plataformas. Se trata de un resumen ya que en algunos casos (Spot, Ikonos) se dispone también de una banda pancromática (todo el visible integrado, como si se tratase de una fotografía en blanco y negro) generalmente con mayor

resolución espacial que las restantes; en otros casos no todas las bandas tienen la misma resolución espacial

La altura a la que se sitúa el satélite y sus movimientos van a condicionar las características geométricas y la resolución temporal de las imágenes que producen (figura 106).

Los satélites que como meteosat se sitúan en órbita geoestacionaria (36.000 Km) permanecen fijos y producen una imagen que abarca la mayor parte de la porción del globo terrestre a la que apuntan, sin embargo las distorsiones que aparecen hacia los polos limitan su utilización a la porción entre $50^{\circ}N$ y $50^{\circ}S$. El área de la superficie abarcada por cada pixel es necesariamente grande (2500 o 5000 metros dependiendo de las bandas) su resolución espacial es por tanto pequeña. Al permanecer fijos su resolución temporal puede ser muy grande, en el caso de Meteosat hay una imagen cada 30 minutos.

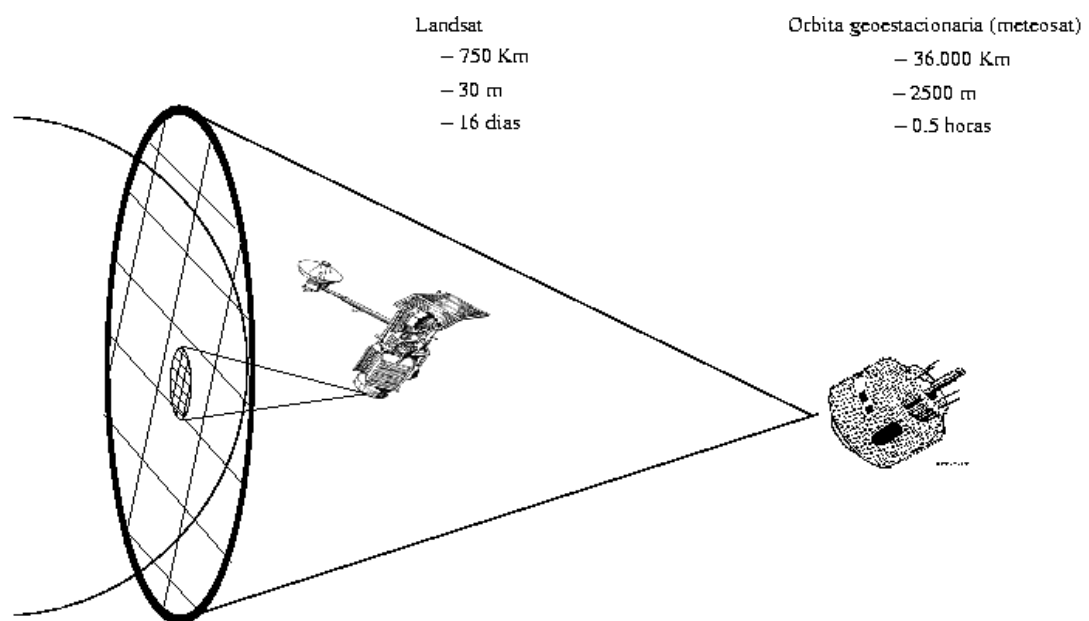


Figura 106: Efecto de la altura del satélite sobre las imágenes.

El problema de la correlación negativa entre resolución espacial y temporal se está solucionando en parte debido a la existencia mejores sistemas de almacenamiento de datos y al desarrollo de la teledetección aerotransportada, los sensores se colocan en aviones que vuelan a la altura (resolución espacial) deseada en el momento que se requiera.

Sensor	Res. espacial	Tamaño de imagen	Res. temporal	Res. Radiométrica	Res. espectral
Meteosat	2500 m	Toda la esfera	0.5 horas	256 ND	1Vis 1Ir 1 It
NOAA AVHRR	1100 m	2700 x 2700 Km	12 horas	1024 ND	2Vis 1Ir 1It
Landsat TM	30 m	185x185 Km	16 días	256 ND	3Vis 3Ir 1It
SPOT HRV	20 m	60x60 Km	20 días	256 ND	2Vis 1Ir
SPOT Vegetation	1150 m	2200x200 Km	1 día	1024 ND	2Vis 2Ir
MODIS	250 - 100 m	2330x2330 Km	1	1024 ND	36 bandas
IKONOS	4 m	100x100 Km	a petición	2048 ND	3Vis 1Ir

Al recibir la radiación procedente de la superficie terrestre, el sensor almacena un número entero, se trata de un intervalo de intensidad o **nivel digital** a partir del cual se puede obtener de nuevo la radiación recibida mediante una sencilla transformación lineal. El número de niveles de intensidad se denomina **resolución radiométrica**

Una imagen de satélite en estado bruto es un conjunto de imágenes (una por banda) similares a las que se obtienen haciendo una fotografía digital. Los pixeles están organizados en un sistema de filas y columnas pero sin referencia a coordenadas reales.

3.2 Análisis de imágenes de satélite en un SIG

Una imagen de satélite en bruto, tal como normalmente llega al usuario final, consiste en un conjunto de matrices, una por cada canal del sensor, en la que aparecen números del 0 al 255. El cero indica que no llega nada de radiación desde ese punto y el 255 que llega el valor más alto de radiación. Estos valores

se denominan **Niveles Digitales** y será necesario transformarlos en algún tipo de variable física.

El tratamiento de una imagen de satélite previo a su análisis incluye:

- Georreferenciación (paso de un sistema de filas y columnas a un sistema de coordenadas estándar). Para ello debe obtenerse una muestra de puntos de control de los que conozcamos tanto sus coordenadas reales como sus coordenadas en la imagen, deben ser por tanto objetos de un tamaño adecuado para resultar identificables tanto en la imagen como sobre el terreno, el tamaño dependerá lógicamente de la resolución de la imagen.

A partir de estos puntos de control se obtendrán por regresión unas ecuaciones que permitirán a cada par fila,columna un par de coordenadas X,Y.

- Paso de nivel digital a radiación recibida por el sensor. Normalmente a través de una ecuación lineal cuyos parámetros se suministran junto con la imagen. En la tabla 9 aparecen los parámetros para las 6 bandas más utilizadas del sensor LANDSAT -TM, junto con la irradiancia solar extraterrestre, cantidad de energía solar que llega al límite de la atmósfera que se utiliza para calcular la reflectividad.
- Corrección atmosférica (para eliminar las interferencias producidas por la absorción, dispersión y refracción en la radiación recibida)
- Corrección de luminosidad (para eliminar el efecto de solana-umbría)
- Dependiendo de la región del espectro de que se trate:
 - ❖ Cálculo de la reflectividad dividiendo la radiación recibida por el sensor entre la radiación estimada en superficie (ventana atmosférica en el visible). A partir de la reflectividad en diferentes bandas pueden obtenerse

índices que se comporten como indicadores de desertificación. Puede también clasificar los distintos píxeles de la imagen en función de sus valores de reflectividad en clases que se correspondan con tipos de suelo, vegetación, etc. Ejemplos: Landsat, NOAA

- ❖ Estimación de la concentración del gas que absorbe la radiación en la región del espectro manejada (zona de absorción): Ejemplos TOMS y Meteosat
- ❖ Estimación de la temperatura del cuerpo emisor utilizando la banda de infrarrojo térmico. Casi todos los satélites recogen radiación en alguna región del infrarrojo térmico.

Tabla 9: Parámetros del sensor Landsat TM

Banda	a0	a1	E0
1 (Azul)	-6.2	0.768	1970
2 (Verde)	-6	0.818	1843
3 (Rojo)	-4.5	0.64	1555
4 (Infrarrojo a)	-4.5	0.635	1047
5 (Infrarrojo b)	1	0.128	227.1
6 (Infrarrojo térmico)			
7 (Infrarrojo c)	-0.35	0.0424	80

En ocasiones no se llevan a cabo todos los pasos incluidos, depende de los objetivos que se persigan con el empleo de la teledetección, en algunos casos es suficiente trabajar con los ND georreferenciados. El paso siguiente suele incluir todas o alguna de las siguientes fases:

- Visualización y composiciones de color
- Obtención de variables físicas a partir de los valores de reflectividad
- Clasificación de la imagen