

Tema 9

Interpretación de imágenes analógicas. Análisis visual. Criterios visuales. Tono. Textura. Color. Situación espacial. Elementos de análisis visual. Ventajas e inconvenientes. Aplicaciones.

Interpretación de imágenes analógicas.- Metodología

1.- Generalidades.

Como prólogo a cualquier tipo de interpretación de imágenes debemos plantear dos aspectos fundamentales: los objetivos del proyecto y los medios disponibles para su realización.

El primer aspecto es el que orienta la mayor parte de las decisiones consiguientes, tal como son las relativas al tipo de información necesaria, su precisión, escala y nivel de desagregación.

Por su parte, los medios disponibles implican un equilibrio entre lo deseable y lo posible, restringiendo el método más idóneo para lograr los objetivos marcados, ya sea en lo que se refiere a las imágenes disponibles para el análisis, ya sea a los medios para su interpretación.

En el conocimiento de que la teledetección es una técnica que presenta sus limitaciones para determinados estudios en función de la escala de observación, debe empezar por plantearse si estas técnicas pueden solventar los objetivos determinados.

Una vez que la respuesta es afirmativa, deberá elegirse el análisis visual o el digital en función de los elementos disponibles.

El material de trabajo deberá elegirse en función del tipo de sensor, fecha de adquisición, soporte de las imágenes y material auxiliar disponible.

En cuanto al sensor se deberá tener en cuenta las resoluciones espectrales, temporales y espaciales que más se adecuan. En cuanto a la fecha de adquisición deberá ser aquella en que los rasgos que se quieran extraer posean mayor destaque en la imagen.

El soporte de las imágenes será siempre visual y en los casos en que haya de efectuarse análisis digital, por supuesto que se deberá adquirir la C.C.T.

La elección del tipo de análisis está determinada por la disponibilidad de medios económicos y humanos, rapidez y precisión exigida, tipo y continuidad de la tarea y la homogeneidad del área a ser analizada.

En el siguiente cuadro se resumen las ventajas y desventajas de uno y otro tratamiento:

Tratamiento visual	Tratamiento digital
Inversión inicial escasa	Inversión inicial elevada
Costos lineales	Costos se reducen con la superficie
Requiere conversión digital analógica	Permite trabajo con información original
No precisa alta especialización	Precisa alta especialización
Buena precisión en clases heterogéneas	Baja precisión en clases heterogéneas
Restitución compleja	Corrección geométrica sencilla y rápida
Inventario tedioso e inexacto	Inventario inmediato
Requiere digitalización para conectarse a SIG	Conexión directa en formato raster o vectorial

Una vez decidida la tarea mediante el análisis visual se procederá a efectuar el mismo siguiendo una metodología muy similar a la de fotointerpretación.

Como primera medida es necesaria la familiarización con la zona a investigar que aparece en la imagen usando en lo posible una carta de la misma área.

Así es posible reconocer centros poblados, ríos y cursos de agua principales, vías de comunicaciones importantes, etc., o sea tener un panorama general y geográfico del área en estudio, con lo que efectuaríamos una referenciación geográfica de la imagen.

Posteriormente deberán tenerse en cuenta los criterios visuales para la interpretación.

2.- Criterios visuales para la interpretación.

Una de las principales ventajas del análisis visual es la capacidad para incorporar a la interpretación de la imagen criterios complejos. Mientras que el tratamiento digital se basa casi exclusivamente en la intensidad radiométrica de cada pixel, el tratamiento visual puede utilizar otros elementos, como son la textura, estructura, emplazamiento o disposición, muy difíciles de definir en términos digitales.

Estos criterios nos permiten discriminar categorías con un comportamiento espectral parejo, aunque con un significado temático bien distinto. Por ejemplo algunos cultivos en regadío suelen ofrecer una respuesta espectral muy parecida a los parques urbanos porque ambas cubiertas vegetales poseen las mismas especies, pero su significado cartográfico es totalmente distinto. Si el análisis es únicamente digital, en la representación cartográfica aparecerán probablemente dentro de una ciudad un cultivo, lo que nos hace ver que son necesarios aplicar algunos criterios visuales muy sencillos para arribar a una correcta interpretación.

En el caso mencionado el criterio o pauta visual es el contexto geográfico.

Entre las pautas visuales manejadas en teledetección espacial algunas son comunes con las fotografías aéreas.

Ellas son: tono, textura, estructura, sombras, contexto, ubicación topográfica. Existen otras pautas que son exclusivas de la imágenes tales como la dimensión multispectral y multitemporal.

Ambos tipos de pautas deben manejarse con cuidado por cuanto las escalas de trabajo y la geometría de adquisición son muy distintas entre fotografías aéreas e imágenes.

2.1.- Tono.

Ya sabemos que el tono hace referencia a la intensidad de energía recibida por el sensor en una determinada banda del espectro.

En una fotografía los tonos oscuros indican áreas sobre las que el sensor detectó una señal baja, mientras que las áreas claras indican altos valores de radiancia.

En una imagen los tonos oscuros y claros varían su significado de acuerdo a la banda del espectro en la que se encuentra la respuesta espectral.

Así en la banda del azul y rojo las coberturas vegetales vigorosas ofrecen tonos oscuros a consecuencia de la alta absorptividad de la planta sana, mientras que esa misma cubierta en la banda del infrarrojo ofrece tonos claros debido a que las hojas vigorosas poseen alta reflectividad.

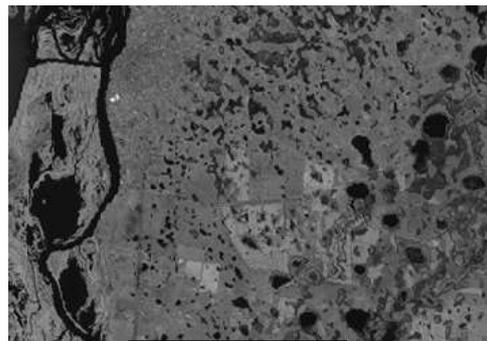
En consecuencia para interpretar los tonos ha de tenerse en cuenta el comportamiento espectral de las distintas cubiertas de la superficie de la tierra.

Algunas pautas dadas por el tono son:

- La vegetación tiende a ofrecer tonos oscuros en las bandas del azul y verde y muy claros en el infrarrojo.
- El agua ofrece tonos oscuros en ambas, más aún en el infrarrojo.
- La nieve presenta un tono blanco relativamente uniforme en todas las bandas.



Banda 3



Banda 4

A su vez, la experiencia aconseja cual es la mejor banda para la identificación de algunos rasgos especiales en atención al tono con que se ofrecerán. Por ej.:

- Para identificar modelos de drenaje y morfología es aconsejable el infrarrojo cercano.
- Para identificar el trazado urbano es conveniente el verde y el azul.
- Para identificar la turbidez en el agua se aconseja la banda del azul.
- Para la separación entre el agua y el suelo se usa el infrarrojo.
- Para la vegetación las bandas más convenientes son el rojo y el infrarrojo.

A partir de estas ideas parece evidente que el tono es el principal criterio para la interpretación visual. Pero debemos recordar que la imagen fotográfica supone siempre una pérdida considerable de los tonos captados por el sensor. Ello significa que si bien el sensor puede percibir hasta 256 tonos de gris o lo que es lo mismo 256 niveles de intensidad diferentes de la energía electromagnética, en la fotografía de la imagen se pueden representar nada más que de 16 a 64 de estos tonos, que es la escala de grises. Por lo tanto existe una severa pérdida de información de la imagen original.

La conclusión lógica es que el análisis visual ofrece menor precisión que el digital en cuanto a la diversidad de tonos y para diferenciar los contrastes de intensidad.

2.2.- Color.

Varios autores han propuesto que el ojo humano está más capacitado para percibir las variaciones cromáticas que las variaciones de la intensidad luminosa. Si a ello añadimos el aumento de información que supone la mezcla de varias bandas del espectro, entonces se comprende fácilmente que el color resulta un elemento básico para la interpretación visual de imágenes.

Como se sabe el color que aprecian nuestros sentidos es fruto de la reflectividad selectiva de los objetos a distintas longitudes de onda. Aquellas superficies con alta reflectividad en longitudes de onda cortas, y baja en el resto, aparecen en color azul, mientras ofrecen un tinte rojo si absorben las longitudes cortas y reflejan las largas. Nuestros ojos solo perciben las longitudes de onda comprendidas entre 0,4 y 0,7 μm , separando la energía recibida en tres componentes de acuerdo a la sensibilidad espectral de nuestras células sensoras. Esos tres componentes son los denominados colores primarios: rojo, verde y azul, a partir de los cuales pueden componerse cualquier otro color.

Una impresión similar al color se obtiene con cualquier instrumento que permite separar esas tres bandas del espectro y combinar posteriormente cada una de ellas aplicándole uno de los tres colores primarios.

Este es el criterio que se sigue en las composiciones coloreadas en donde se aplican los colores primarios a tres bandas captadas por el sensor, en el orden y criterio que se estime oportuno. Si el sensor recoge información sobre las bandas del espectro azul, verde y rojo, puede obtenerse una composición en los colores naturales. De otra forma la composición coloreada no se ajusta a los colores que aprecian nuestros sentidos, aunque dicha composición puede resultar muy útil.

La denominada “falso color” es una de estas composiciones y se la obtiene desplazando hacia longitudes más largas las bandas del espectro visible. Ello quiere decir que en lugar de asignar los colores azul, verde y rojo a las respectivas bandas de la imagen, se les aplica el verde, rojo e infrarrojo cercano respectivamente.

Generalmente, en las composiciones a falso color la interpretación de éstos es la siguiente:

- ◆ Rojo-magenta: Denota vegetación vigorosa como cultivos regados, prados de montañas o bosques en imágenes de verano y cultivos herbáceos en primavera. El estudio detallado de la intensidad y saturación del rojo permite identificar diversas cubiertas vegetales, así como estimar su ciclo de crecimiento y vigor.
- ◆ Rosa: muestra áreas vegetales menos densas y/o vegetación en estado inicial de crecimiento. Un ejemplo de ello son las áreas suburbanas con sus pequeños jardines y árboles diseminados, que aparecen muchas veces en este color.
- ◆ Blanco: suelen ser áreas de escasa o nula vegetación, pero de máxima reflectividad: nubes, arenas, depósitos salinos, canteras, suelo desnudo.
- ◆ Azul oscuro o negro: corresponde a superficies cubiertas total o parcialmente por agua: ríos, canales, embalses. En zonas volcánicas, los tonos negros pueden identificar flujos de lava.
- ◆ Gris o azul metálico: ciudades o áreas pobladas o bien áreas rocosas desnudas.
- ◆ Marrón: corresponde a vegetación arbustiva, muy variable en función de la densidad y del tono del sustrato. Los tonos más oscuros indican la presencia de materiales paleozoicos (pizarras).

- ◆ Beige-dorado: identifica zonas de transición como prados secos, frecuentemente asociados con el matorral ralo.



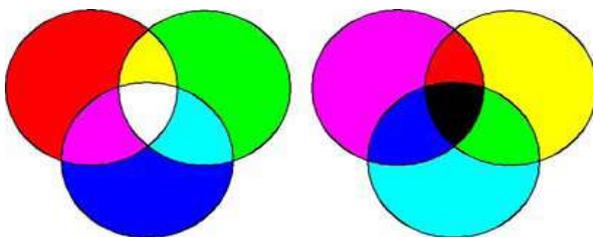
Ampliando más el tema, una composición a color se consigue de acuerdo a dos procesos llamados aditivo y sustractivo.

En el primero, cualquier color se obtiene por suma de los tres colores elementales: azul, verde y rojo. La suma de dos colores primarios logra un color complementario:

- azul + verde = cian (turquesa)
- azul + rojo = magenta (marrón)
- verde + rojo = amarillo
- verde + rojo + azul = blanco

El proceso sustractivo se basa en la absorción de la luz que ejercen los colores complementarios:

- el cian absorbe la luz roja.
- el magenta absorbe la luz verde
- el amarillo absorbe la luz azul
- los tres, en combinación, dan el negro.



2.3.- Textura.

Esta cualidad se refiere a la aparente rugosidad o suavidad de una región de la imagen. Esto significa el contraste espacial entre los elementos que la componen.

La textura de la imagen procede de la relación entre el tamaño de los objetos y la resolución del sensor.

Cuando un objeto ocupa una superficie inferior a 1 mm^2 en la imagen no puede identificarse individualmente sino solo a través de la variabilidad espacial que provoca. Así, en función de los tamaños de los objetos se distinguen:

- ◆ Textura grosera: cuando los objetos están comprendidos entre $0,25 \text{ mm}^2$ y 1 mm^2 a la escala de la imagen.
- ◆ Textura media: para objetos comprendidos entre $0,04 \text{ mm}^2$ y $0,25 \text{ mm}^2$
- ◆ Textura fina: para objetos inferiores a $0,04 \text{ mm}^2$

La textura también está influenciada por el ángulo de observación y de iluminación. Estos elementos son especialmente importantes en superficies rugosas como es el caso del bosque natural, que ofrece una textura muy variada a lo largo del año, en función de las condiciones de adquisición. En cualquier caso, el criterio de textura es muy importante para discriminar determinadas cubiertas que pueden ofrecer un comportamiento espectral uniforme. Por ejemplo, los frutales en regadío y las caducifolias ofrecen una reflectividad muy similar, pero la textura con que aparecen es distinta y permite individualizarlos. Los frutales aparecen en forma regular y con textura fina, mientras que los árboles de hojas caducas aparecen con desarrollo más heterogéneo y con textura intermedia.



2.4.- Situación espacial.

Por situación o contexto espacial se entiende la localización de las cubiertas de interés, así como su relación con elementos vecinos de la imagen.

Un ejemplo de ello lo tenemos en un jardín urbano, que estando formado por especies caducifolias aparece con tono, color y textura similares a los que puede ofrecer un bosque semejante, pero la localización dentro del área urbana en el primer caso y dentro del área rural en el segundo caso permite el cartografiado real de ambos, es decir colocarlos en el entorno geográfico que corresponde.

Este criterio, tan importante desde el punto de vista de la cartografía temática, es exclusivo de la interpretación visual, ya que en el tratamiento digital este criterio es muy difícil de definir en términos numéricos.



2.5.- Período de adquisición.

Se ha dicho que la mayor ventaja de la teledetección desde el espacio es poder contar con imágenes de una misma área en cortos períodos. Ello es así debido a que las características orbitales del satélite permiten que las imágenes sean tomadas periódicamente en condiciones similares de observación, facilitándose cualquier estudio que requiera una dimensión multitemporal. Por ello, cuando se cuenta con dos imágenes para ejecutar el análisis se debe abordar éste con una doble orientación:

- Con un enfoque multianual, ya que se utiliza el factor tiempo para seguir la evolución de una zona en un período dilatado.
- Con un enfoque multi-estacional, esto es para seguir en forma estacionaria el desarrollo y evolución de las cubiertas vegetales o de algún fenómeno especial.

Independientemente del tipo de enfoque que se pretenda seguir, es necesario en ambos casos una labor previa de corrección aplicada a ambas imágenes por igual con el objeto de combinarlas adecuadamente. En otras palabras ambas imágenes deben poseer el mismo georreferenciamiento.

En resumen, podemos decir que tono, textura, color están determinados por las condiciones ambientales y de adquisición de las imágenes y de allí surge la importancia del criterio período de adquisición.

2.6.- Otros criterios de análisis.

Los criterios antes mencionados son los más importantes para el análisis visual. Ello no quiere decir que sean los únicos, sino que existen otros rasgos de interés que enriquecen la interpretación. Ellos son:

- Sombras: dependientes de la fecha de adquisición y del relieve local. Permiten realzar la interpretación de los rasgos geomorfológicos y de textura de la imagen especialmente en zonas forestales.
- Patrón espacial: este concepto implica una organización particular de individuos dentro de la imagen, que puede ser de forma geométrica. Implica la distribución espacial de elementos.
- Contorno: facilita el reconocimiento de algunos rasgos particulares como el caso de carreteras diferenciadas de vías de ferrocarril por su trazado menos sinuoso o de los ríos frente a los canales.

- Formas: Permite reconocer elementos individuales en la imagen, tal como aeropuertos, complejos industriales, hipódromos, etc., o de estructuras geológicas como volcanes, domos o lineamientos.

3.- Elementos de análisis visual.

Para realizar el análisis visual debemos tener en cuenta:

* *las características geométricas de la imagen espacial, los efectos de la resolución espacial y de la resolución espectral.*

3.1.- Características geométricas.

Una imagen adquirida desde el espacio presenta menos errores que una fotografía aérea debido a la mayor estabilidad y altura de vuelo de la plataforma. No obstante existen algunos desajustes que se deben corregir y que se deben a tres factores:

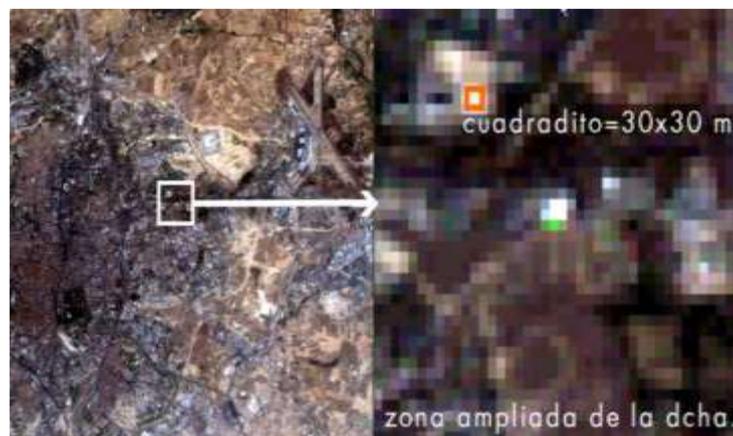
- por errores en la adquisición de la imagen.
- por la deformación que cualquier mapa implica de la superficie terrestre.
- Por errores debidos a la generalización cartográfica en el mapa elegido como referencia.

Estos desajustes surgen de la comparación entre una imagen y un mapa convencional correspondiente a la misma área. Pueden realizarse pequeñas correcciones, sobre todo cuando la escala es pequeña.

3.2.- Efecto de la resolución espacial en el análisis visual.

Se manifiesta en cuanto al tamaño del pixel en la imagen y en cuanto a la escala de representación.

El pixel tiene una repercusión importante sobre la interpretabilidad de la escena, por cuanto aquellos elementos cuyo tamaño estén por debajo del pixel no serán discriminables en la imagen. Cuanto mayor sea la resolución, o sea pixel de menor tamaño, mejor podrá definirse un pixel y será más susceptible de albergar una sola cubierta. Por el contrario, cuanto mayor sea el pixel, la señal detectada corresponderá a varias cubiertas, haciendo en consecuencia más difícil su separación.



3.3.- Efecto de la resolución espectral en la imagen.

El carácter multi-espectral de las imágenes espaciales resulta básico en miras a su interpretación.

La posibilidad de observar un mismo fenómeno es distintas bandas amplía nuestra capacidad de reconocerlo.

El conocimiento de los rasgos espectrales de una determinada cubierta facilita el análisis razonado. Por ejemplo, la observación de las masas vegetales que en las bandas visibles aparecen en tonos oscuros y en la banda del infrarrojo aparece en tonos claros para una escena conocida, permiten la extrapolación y adaptación para interpretar escenas poco conocidas.

Ello se realiza en función de la escala de grises, traducida como los valores numéricos almacenados por el sensor, consecuencia a su vez de la reflectividad del terreno pero que está influenciado por los valores de calibración del sensor y los efectos atmosféricos.

4.- Aplicaciones del análisis visual.

Las aplicaciones que se mencionan no son exclusivas del tratamiento visual, pueden destinarse también al digital. Tampoco son las únicas; simplemente son las más usuales.

- Cartografía geológica: pueden detectarse rasgos geológicos de gran radio de cobertura y en un nivel de detalle más pequeño pueden discriminarse lineamientos, erupciones volcánicas, localización de yacimientos minerales, el seguimiento de la dinámica fluvial.
- Cobertura del suelo: como ya sabemos se refiere al tipo de ocupación existente sobre el suelo, ya sea natural o realizado por el hombre, cuyo conocimiento resulta básico para la planificación y el mejoramiento de la calidad de ocupación de la tierra.
- Morfología urbana: En este aspecto la teledetección es bastante limitada en atención a la resolución espacial de los sensores. No obstante ello, encuentra su mayor ventaja en los análisis multitemporales, ya que la observación secuencial de imágenes de diversas épocas permiten un análisis y evaluación muy importantes y a corto plazo. Entre las mayores utilidades se encuentra el análisis de la morfología urbana, la distinción y búsqueda de una zonificación de acuerdo a las actividades humanas.

Bibliografía:

“Fundamentos de teledetección espacial” - Emilio Chuvieco - Ediciones RIALP- Madrid – 1990

Redactado y compilado por Agrim. Cristina B. Monferrer

Prof. Agrim. Cristina Beatriz Monferrer
Prof. Titular Fotointerpretación y Teloedetección