

## Tema 4

# SIG y teledetección

### 4.1 Visión histórica

La teledetección y los SIG surgen en principio como tecnologías independientes. Sin embargo uno de los objetivos del primer SIG, el Sistema de Información Geográfica de Canada (CSIG) desarrollado por Roger Tomlinson en los sesenta, fue el almacenamiento y procesado de fotografía aérea.

Los Sistemas de Información Geográfica son programas que proporcionan , de forma modular o integrada, herramientas para la introducción, almacenamiento, gestión, análisis y representación gráfica de datos que se caracterizan por la existencia de una componente espacial, por tanto se trata de datos georreferenciados.

La teledetección se concibió en principio como una herramienta para la obtención de información medioambiental, sin un interés claro por su integración con otras capas de información. La razón estriba probablemente tanto en las deficiencias técnicas del momento como en el carácter global de muchas de las primeras imágenes.

En los años setenta cuando se difunden las primeras imágenes de los satélites landsat se concibe la posibilidad de integrar información cartográfica con imágenes de satélite. El aumento de resolución permite por una parte una mayor capacidad de discriminación de objetos y clases por lo que ya pueden utilizarse , por ejemplo, para obtener mapas de usos del suelo. Sin embargo esta clasificación de las imágenes no resulta sencilla y se beneficia de la incorporación de toda la información que sea posible.

En los años 80 se empieza a considerar a la teledetección como una fuente de información para un SIG, especialmente útil para su actualización. Ya no sería necesario hacer campañas de campo intensivas para determinar el estado de la vegetación sino que bastaría con procesar una serie de imágenes.

## 4.2 Aspectos técnicos

Esta convergencia de SIG y teledetección se ha visto favorecida por su desarrollo en el mismo tipo de entornos de trabajo y por similares requerimientos en cuanto a hardware y software, en definitiva ambas tratan con información espacial georreferenciada de la que se pretenden extraer conclusiones relevantes desde un punto de vista medioambiental o de planificación.

Una de las diferencias básicas entre la fotografía aérea y la teledetección es que en la primera la radiación procedente de los objetos se registra en un medio material mediante una reacción química, mientras que en teledetección el sensor explora la superficie terrestre a intervalos regulares y almacena, para cada uno de estos intervalos espaciales, un número que es función de la radiación recibida y cuyos valores están comprendidos entre 0 y  $2^b$  siendo  $b$  la resolución radiométrica del sensor. Este número se denomina **Nivel Digital** o **ND**, cuanto mayor sea el valor de ND mayor es la radiación que recibe el sensor. De este modo una imagen de satélite es una matriz de NDs en la que la fila y columna de cada ND indica su posición en el espacio.

En realidad habrá una matriz por cada una de las bandas del satélite correspondiendo cada ND de cada banda (definido por un valor de fila y columna) a la misma localización en el espacio. El elemento diferenciador no aparece por tanto entre SIG y teledetección sino entre SIG raster y vectorial cuando se trabaja en teledetección (y en general cuando se trabaja con variables ambientales). En realidad la base conceptual de los SIG raster (el álgebra de mapas) es también la base conceptual de muchas de las operaciones de teledetección. Los cálculos de variables a partir de los ND de la imagen, gran parte de los procedimientos de corrección y la asignación de píxeles a clases se basan en operadores locales aritméticos o lógicos, mientras que los filtrados se basan en operadores de vecindad.

Tan sólo aspectos específicos como la georreferenciación o determinados tipos de análisis estadístico (análisis de componentes principales, análisis de Fourier), o las herramientas (supervisadas o no supervisadas) de generación de clases requieren módulos de análisis estadístico más complejos que los que serían a priori necesarios para un SIG. Sin embargo la programación de estos módulos si tiene mucho en común con la programación de módulos convencionales de SIG, por tanto la norma ha sido que programas de SIG con capacidades ampliadas hayan sustituido a los antiguos programas exclusivamente para teledetección que solían ir asociados a hardware específico.

Entre los módulos de SIG necesarios para el tratamiento de imágenes de satélite cabe destacar:

- Módulos para la gestión de capas de información que permiten copiar, borrar o renombrar capas de información. Generalmente en un SIG una capa de información está formada por más de un fichero con lo que no basta con las utilidades para manejo de archivos del sistema operativo. Se requieren módulos que actúen sobre todos los ficheros que forman una sola capa.
- Utilidades de visualización que permitan transformar los valores de ND (o variables elaboradas a partir de ellos) en colores para su representación en un monitor gráfico. Los criterios para llevar a cabo esta transformación (paleta de colores) deben poder ser modificados por el usuario. Por otra parte, dado que las capas raster que resultan de imágenes de satélite son de gran tamaño, son necesarias herramientas que permitan hacer zoom y desplazarse por la imagen.

- Cálculo de estadísticos. Uno de los primeros pasos en el análisis de una imagen de satélite es el análisis de su histograma y el cálculo de estadísticos básicos, sin embargo son necesarios análisis estadísticos más sofisticados como el Análisis de Componentes Principales o las técnicas de clasificación
- Módulos de álgebra de mapas que van a facilitar muchos de los procedimientos que se verán posteriormente

Tan sólo la obtención de mapas de variables cualitativas (usos del suelo, litología, etc.) derivados de las imágenes, y si posterior vectorización, van a implicar la aparición, marginal, de los formatos vectoriales en los SIG orientados a teledetección.

### 4.3 SIG como apoyo a la teledetección y viceversa

Entre las muchas distorsiones que aparecen en una imagen de satélite, algunas se deben a factores topográficos. Por ejemplo, dos laderas situadas a solana y a umbría recibirán cantidades diferentes de radiación solar, la de solana aparentará una mayor reflectividad (puesto que su radiancia es mayor) pero en realidad es que está recibiendo también más energía. Para corregir este efecto es necesario integrar un Modelo Digital de Elevaciones como información complementaria al análisis de las imágenes de satélite.

Por otra parte la clasificación de imágenes (obtención de variables cualitativas a partir de los valores de reflectancia) también se beneficia de la inclusión de un MDE. Es evidente que la reflectividad tipo de píxeles de matorral en solana será diferente que los de umbría (no ya por las diferencias en insolación, sino por las diferencias en biomasa debidas al stress hídrico). Además resulta útil en la fase de validación de los resultados, un píxel de regadio en lo alto de una sierra debe, en principio, resultar sospechoso. Finalmente la visualización de los resultados puede mejorar si se añaden vistas 3D apoyadas en el MDE.

Todas estas consideraciones sobre el apoyo que un MDE puede brindar a la teledetección son también válidas, aunque quizás no tan evidentes, para otros tipos de información espacial.

Uno de los objetivos fundamentales de los estudios de teledetección es la obtención de mapas temáticos. Estos generalmente se incorporarán junto a otros mapas obtenidos por métodos convencionales a un sistema de información sobre el territorio. La teledetección se convierte en la herramienta idónea para obtener capas de información espacial cuando las superficies son amplias, poco habitadas y escasamente cubiertas por la cartografía tradicional (Canadá, Siberia, Brasil) o cuando los estados no disponen de los recursos para elaborar planes de cartografía convencional.

### 4.4 SIG y teledetección en GRASS

GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) es un SIG modular, es decir no se trata de un programa cuyas opciones se invocan con sistemas de menús sino que se trata de múltiples programas (módulos) que se invocan por separado y que comparten:

- Las mismas estructuras de datos (modelos digitales)
- Una serie de variables de entorno
- Una interfaz de usuario común

La estructura de datos de un mapa raster es muy simple, se trata de un conjunto de ficheros con el mismo nombre (el nombre del mapa) que contienen diferente información relacionada con el mapa y que se almacenan en distintos subdirectorios de un mapset (figura 4.1):

- Una matriz de datos (fichero situado en el directorio */cell*) que contiene los valores numéricos asociados al mapa
- Un fichero con la información geométrica necesaria para ubicar la matriz de datos en el espacio (fichero situado en el directorio */cellhd*)
- Las etiquetas de texto asociadas a los valores numéricos de la matriz en el caso de que la variable sea cualitativa (fichero situado en el directorio */cellhd*)
- Las paletas de color que permiten traducir esos valores numéricos a colores en el monitor del ordenador (fichero situado en el directorio */colr*).

Una imagen de satélite contiene niveles digitales, es decir una variable cuantitativa, y normalmente se representa con niveles de gris como si se tratara de una fotografía en blanco y negro. La diferencia de una imagen de satélite respecto a una capa raster es que está formada por varias de ellas (una por cada banda) por tanto en algunas aplicaciones es necesario codificar explícitamente esta interdependencia (no vale hacerlo implícitamente con nombres de ficheros parecidos).

Para ello se define en GRASS una estructura que es el grupo **GROUP** que contiene simplemente los mapas que serán usados de forma conjunta por algunos de los módulos de teledetección. Estos grupos se dividen también en subgrupos **SUBGROUP** para algunas aplicaciones.

Los grupos se almacenan en un subdirectorio específico bajo nuestro mapset (al mismo nivel que */cell*, */cellhd*, etc.) es el directorio */group*. Dentro de él hay un subdirectorio para cada grupo con el nombre que el usuario le haya asignado (figura 4.1).

Dentro de estos subdirectorios de grupo aparecen 3 archivos y un subdirectorio. El archivo REF contiene los nombres de las imágenes de satélite incluidas en el grupo, el fichero POINTS los puntos de control para georreferenciar la imagen y el fichero TARGET la location y el mapset a los que se destina la imagen una vez georreferenciada. En el tema de georreferenciación se explicarán estos conceptos. El subdirectorio se llama *subgroup* y contiene de nuevo los nombres de los subgrupos de este grupo. Cada uno de ellos contiene un fichero REF con los nombres de los mapas que pertenecen al subgrupo y un directorio *sig* con las firmas espectrales obtenidas en la definición de clases, en los temas de clasificación se insistirá en estos conceptos.

Los módulos utilizados en GRASS para analizar imágenes de satélite comienzan con la letra i. Sin embargo muchos de los módulos de análisis de capas raster (los que comienzan con r.) o de visualización (los que empiezan con d.) son también útiles.

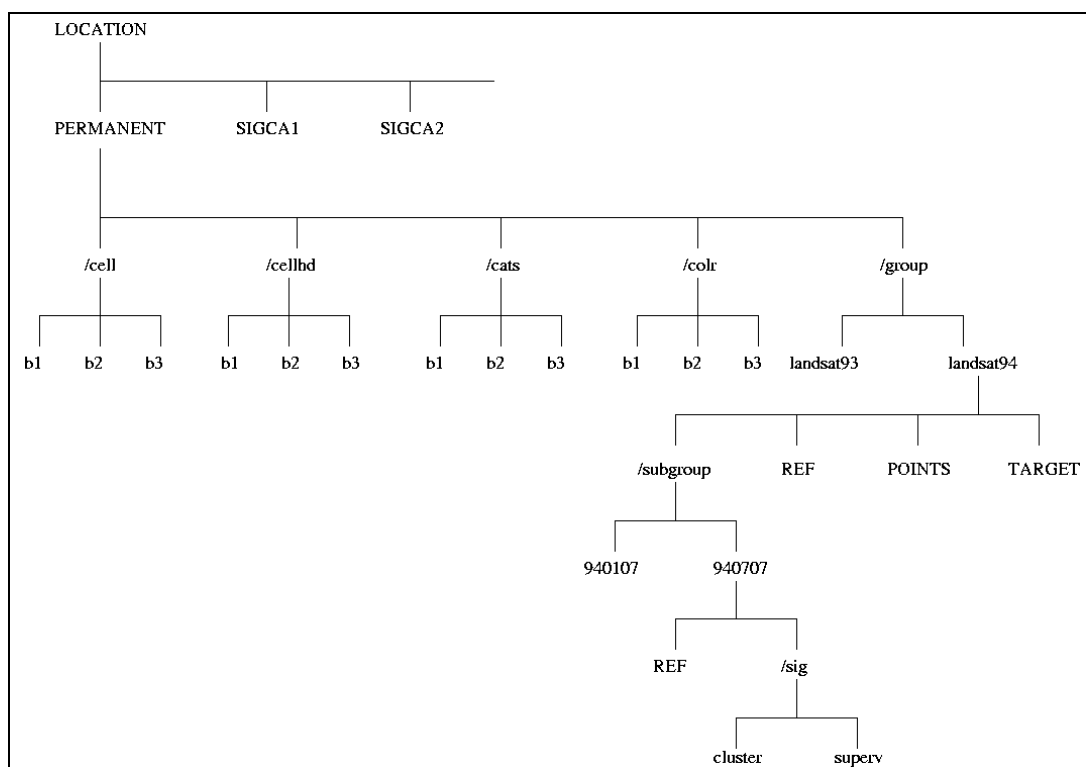


Figura 4.1: Subdirectorios de GRASS para el almacenamiento de imágenes de satélite

