

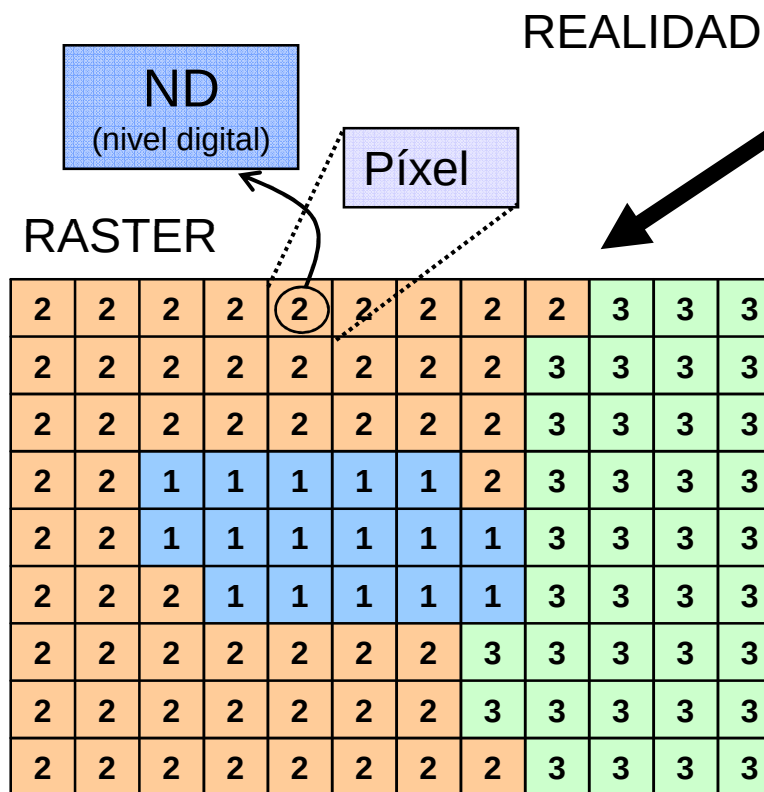


Sistemas de Información Geográfica

Manipulación de archivos ráster

DATOS RÁSTER

Métodos de representación



Imágenes digitales (matrices de datos)

- ❖ Imágenes satelitales o aéreas.
- ❖ Cualquier arreglo matricial de datos puede ser considerado un ráster.

Imagen Digital

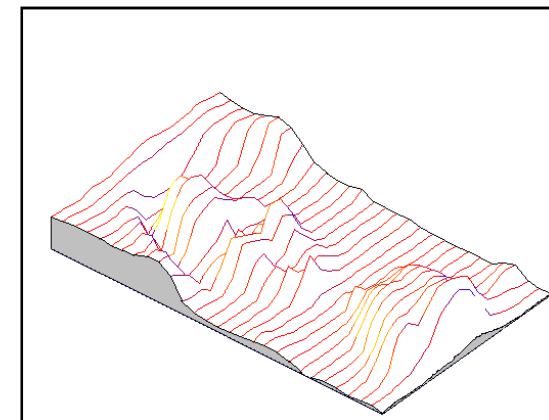
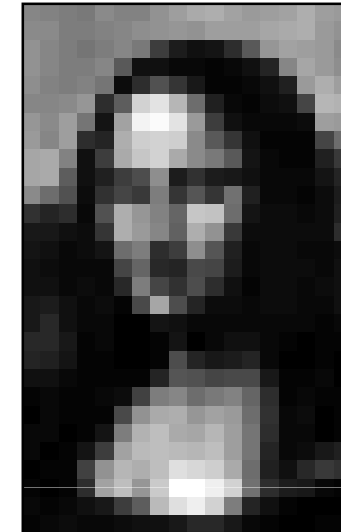
- ¿qué es una imagen digital?
- ¿contienen color o tonos de gris?
- ¿de qué depende su tamaño (Mb, Gb,...)?
- ¿qué relación tienen los datos de una imagen digital con la reflectancia?

Concepto de imagen digital

[illegible]

En general, cualquier arreglo de datos de una variable aleatoria medida en puntos regulares sobre una malla bidimensional podría ser considerado como una imagen digital.

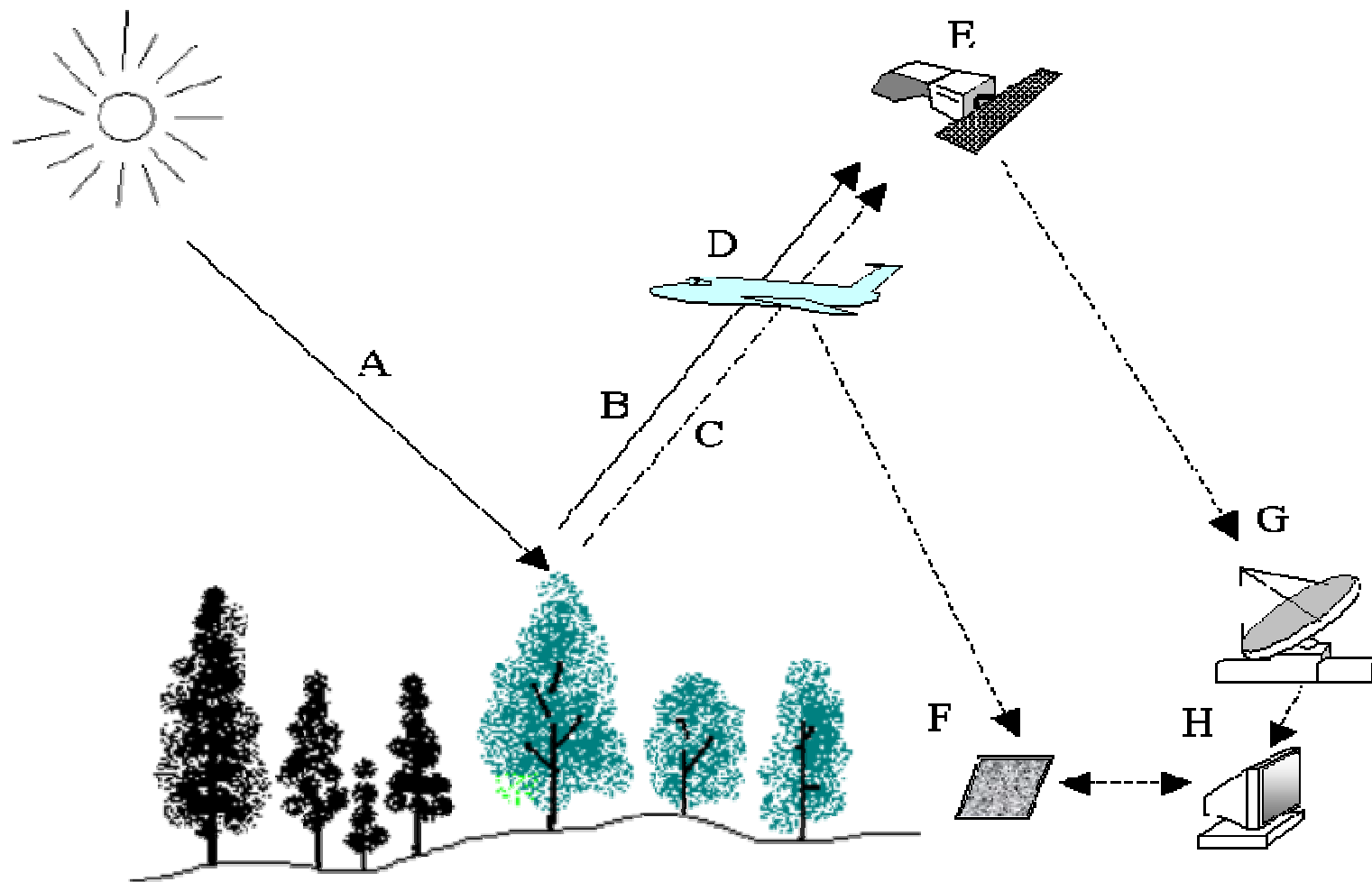
11	9	3	7	21	127	176	190	169	166	182	158	118	44	10	11	2	5	50 5 1 4
8	0	5	23	63	162	185	191	186	181	188	156	117	38	11	12	25	33	
3	5	6	64	147	182	173	190	221	212	205	181	110	33	19	42	57	50	
5	3	7	45	160	190	149	200	253	255	239	210	115	46	30	25	9	5	
9	4	10	16	24	63	93	187	223	237	209	124	36	17	4	3	2	1	
7	8	13	8	9	12	17	19	26	41	42	24	11	5	0	1	7	4	



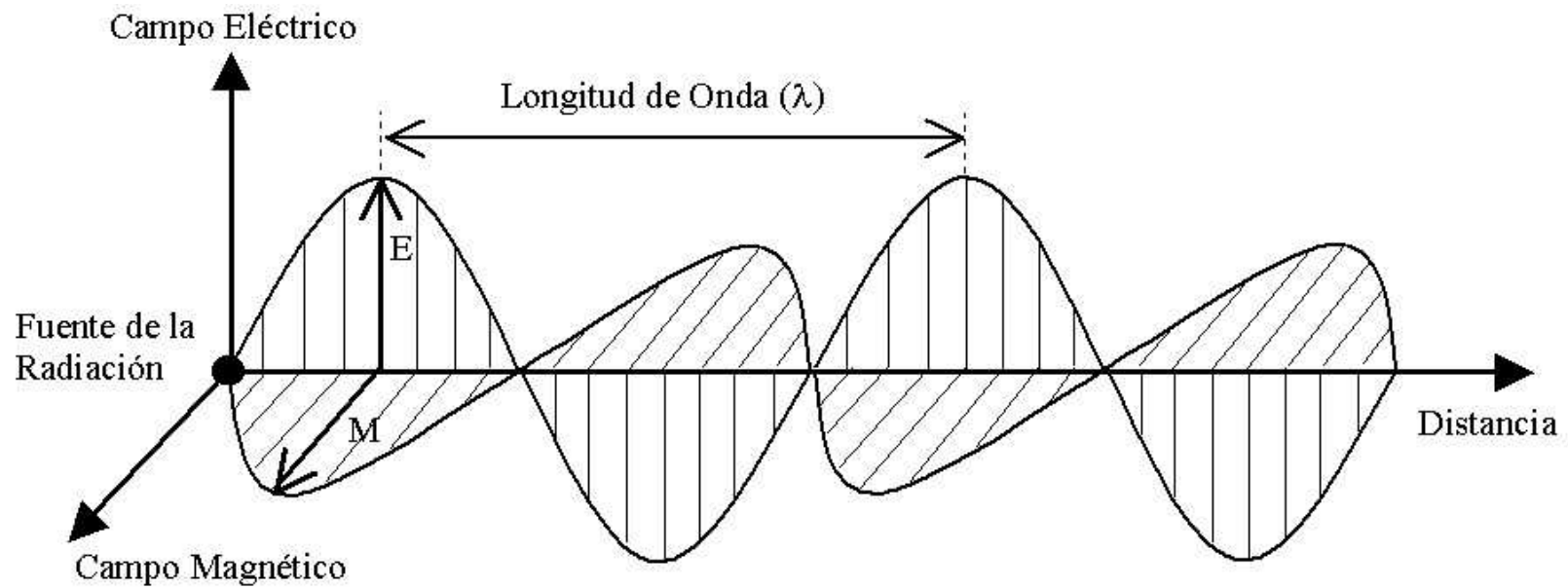
Algunos formatos ráster:

- Arc/Info binary grid : **.adf**
- Microsoft Windows Device Independent Bitmap: **.bmp**
- ERMapper compressed wavelets: **.ecw**
- ENVI labeled: **.hdr**
- Graphics interchange format: **.gif**
- GRASS Raster
- Tagged Image File Format: **.tif**
- Erdas Imagine: **.img** (versión 7.x: **.lan**, **.gis**)
- Joint Photographic Experts Group: **.jpg**
- Idrisi: **.rst** (.rdc)
- Binario genérico: **.dat** (CONAE)
- ...

Imágenes de sensores remotos



Energía Electromagnética

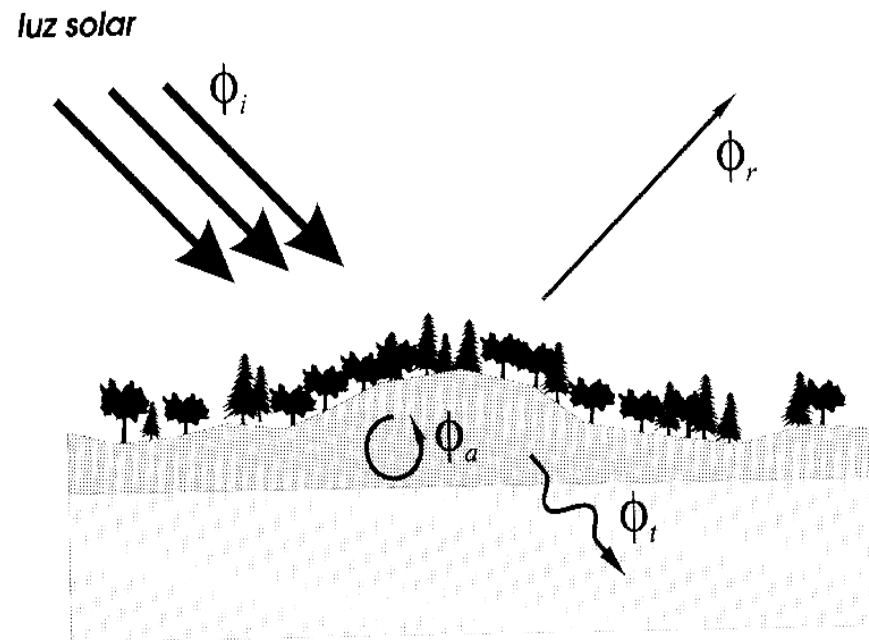


Región espectral (banda)		Longitud de Onda (λ)	Características
Rayos Gamma		< 0,03 nm	Radiación completamente absorbida por las capas superiores de la atmósfera. No se usa en teledetección.
Rayos X		0,03 – 30 nm	Radiación completamente absorbida por la atmósfera. No se usa en teledetección.
Ultravioleta		0,03 – 0,4 μm	La radiación con $\lambda < 0,3 \mu\text{m}$ es completamente absorbida por la capa de ozono de la atmósfera.
Visible (azul, verde, rojo)		0,4 – 0,7 μm	Se puede detectar a través de fotodetectores y películas fotosensibles normales (color y B/N).
IR	Infrarrojo reflejado	0,7 – 3,0 μm	Radiación solar reflejada que no contiene información acerca de las propiedades térmicas de los materiales. El rango de longitud de onda de 0,7 a 0,9 μm se puede detectar usando películas fotosensibles y se denomina infrarrojo fotográfico.
	Infrarrojo térmico	3 – 5 μm , 8 – 14 μm	Corresponden a dos ventanas atmosféricas en la región térmica. Las imágenes son adquiridas usando sensores óptico-mecánicos y sistemas Vidicom especiales pero no es posible usar película fotosensible.
Radar (región de la microondas)		0,1- 100 cm	Radiación de grandes longitudes de onda, capaces de penetrar nubes, nieblas y lluvia.
Ondas de Radio		> 100 cm	Radiación con las mayores longitudes de onda del espectro. Usadas en telecomunicaciones

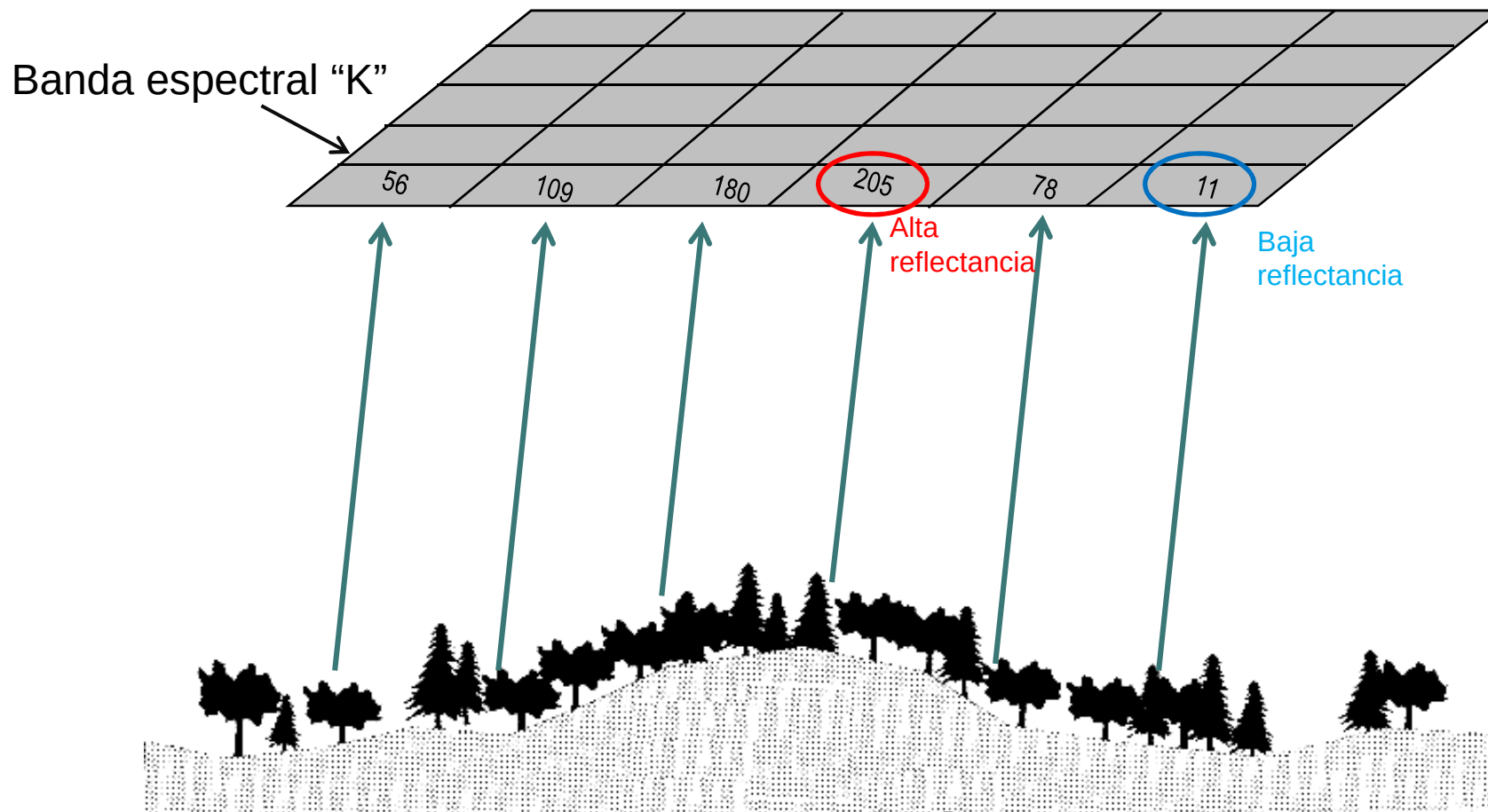
Interacción de la radiación con la superficie terrestre

- Reflectancia (ϕ_r)
- Absorbancia (ϕ_a)
- Transmitancia (ϕ_t)

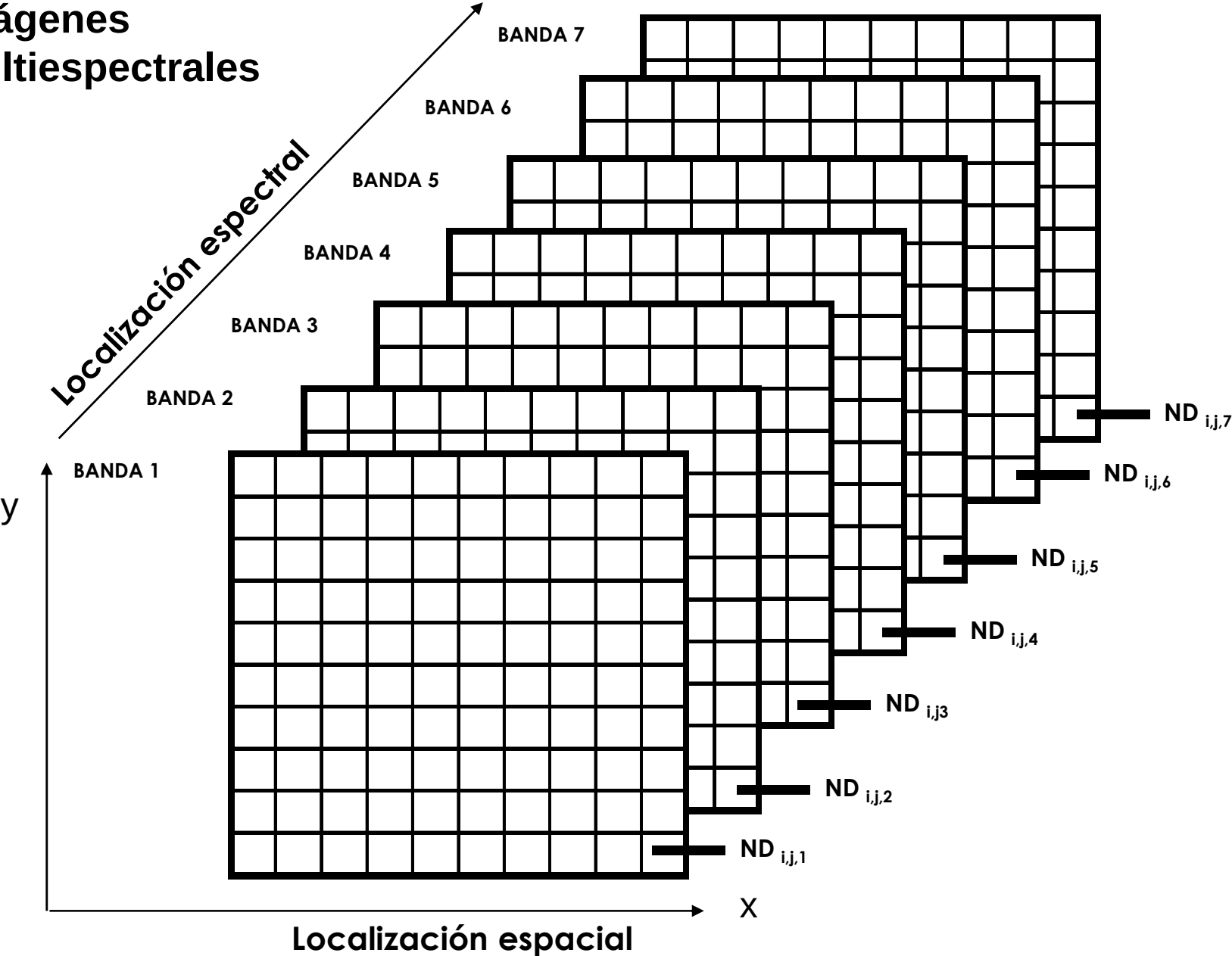
$$\phi_i = \phi_r + \phi_a + \phi_t$$



En cada píxel de una imagen se registra un valor proporcional a la reflectancia en una banda espectral dada



Imágenes
Multiespectrales

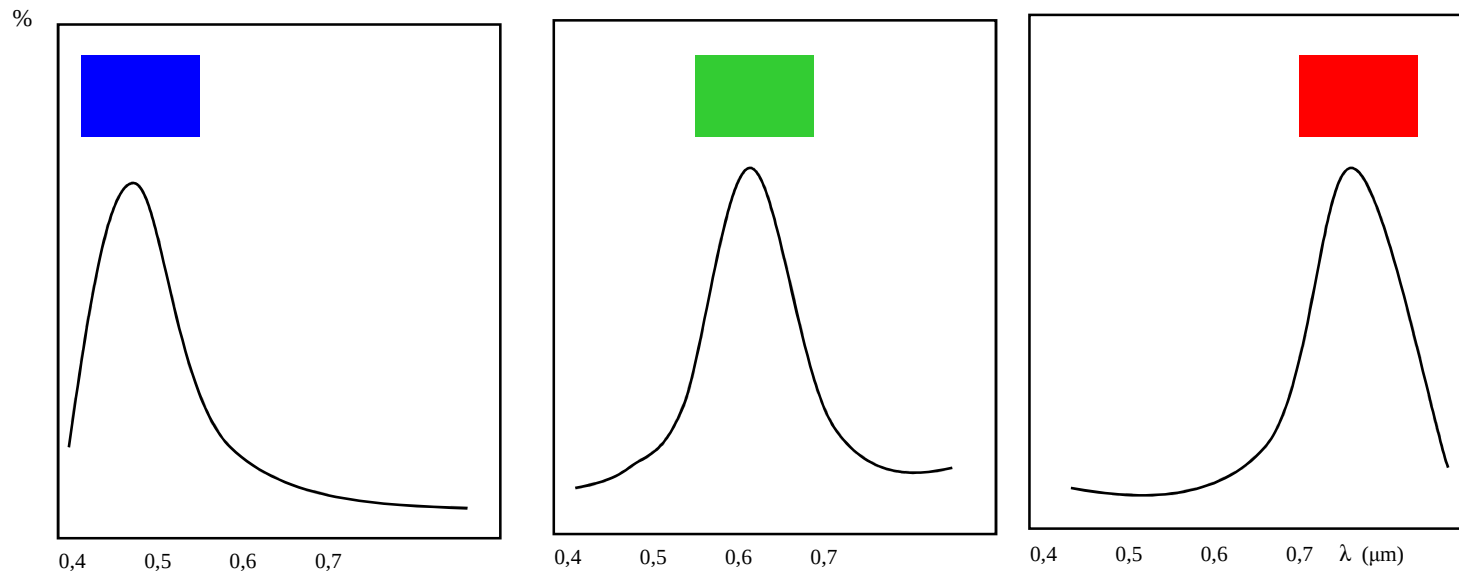


Reflectancia o albedo típico (rango visible)

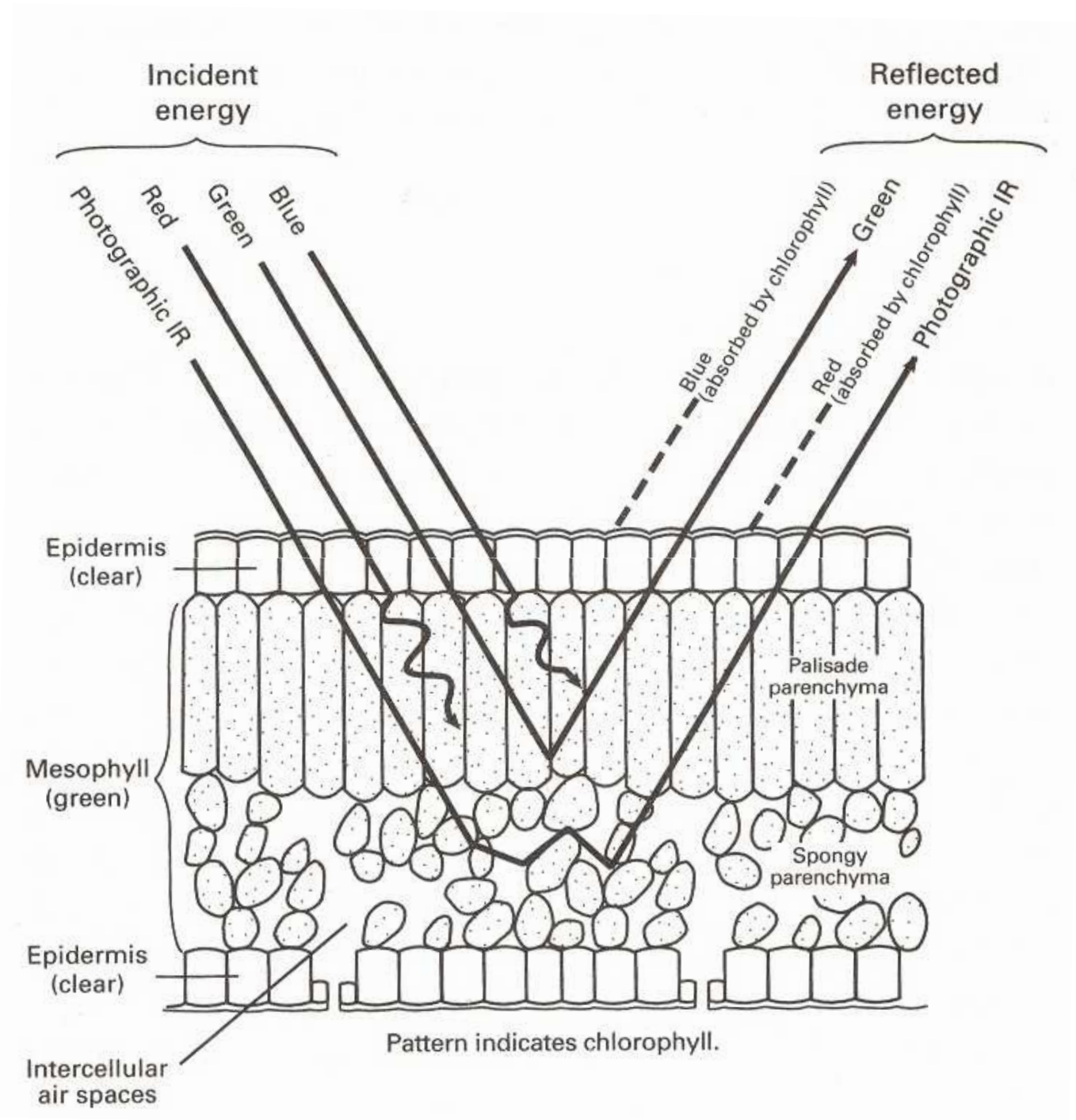
Tipo	Superficie específica	Albedo (%)
Suelos	Arena fina	37
	Suelo oscuro seco	14
	Suelo oscuro húmedo	8
	Suelo arado húmedo	14
Agua	Nieve densa, limpia y seca	86-95
	Hielos oceánicos	36
	Capas de hielo con agua superficial	26
Vegetación	Matorrales desérticos	20-29
	Trigo de invierno	16-23
	Robles (<i>Quercus</i>)	18
	Bosques deciduos	17
	Bosques de Pinos	14
	Praderas	12-13
	Humedales	10-14

Firmas espectrales en el rango visible del EE

Objetos que percibimos de color azul, verde y rojo (% indica reflectividad).

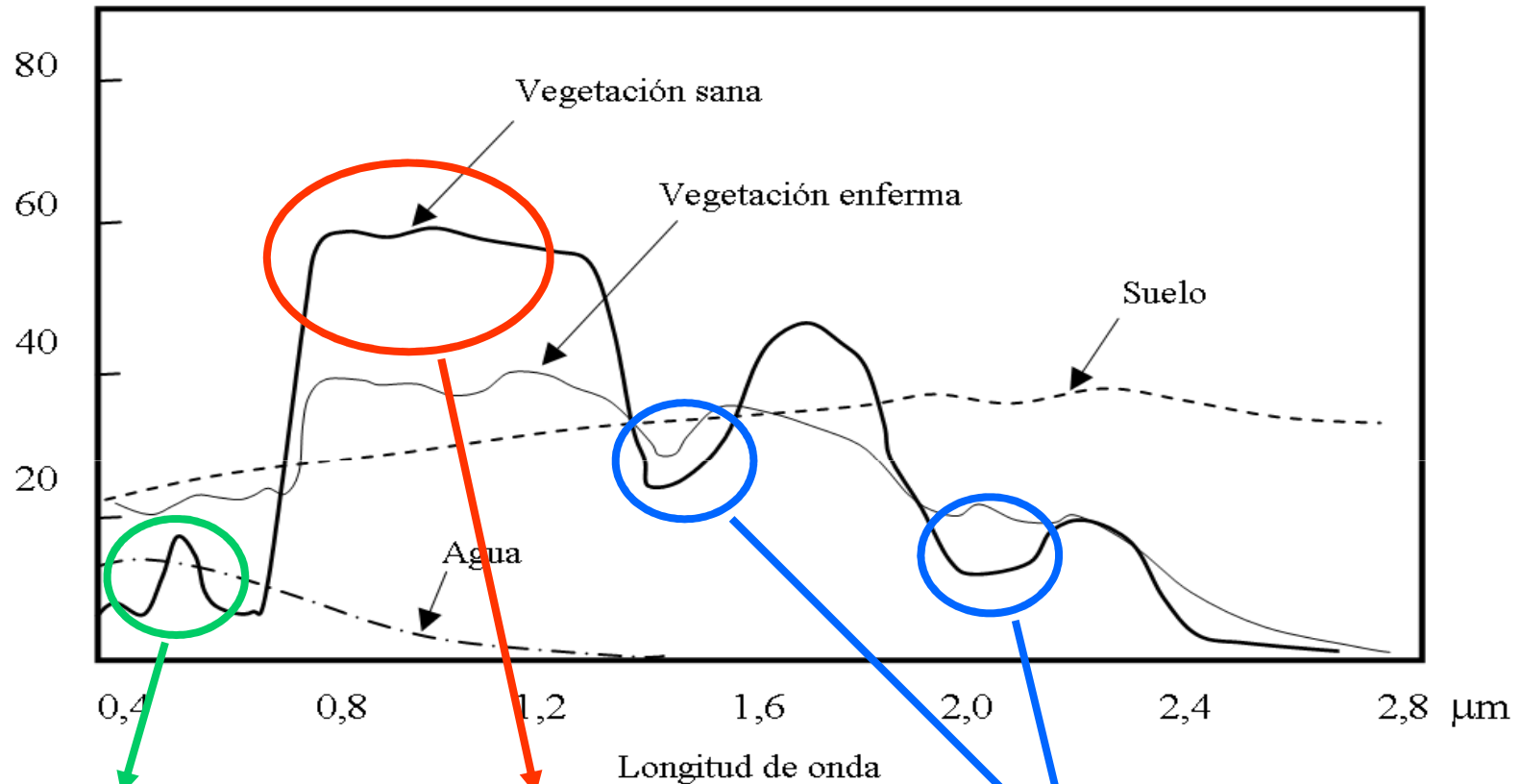


Comportamiento de la vegetación en el espectro óptico



Comportamiento de la vegetación en el espectro óptico

Reflectancia (%)



0,4 – 0,7 μm (Visible)

Absorción por actividad de:

- Clorofila 65 %
- Xantófila 29 %
- Caroteno 6 %

0,8 – 1,4 μm (IRc)

Capa esponjosa del mesófilo aumento la reflexión

1,4 – 8 μm (IRm)

Estado hídrico de la planta

Mejoramiento espectral: Índices

Índice de Vegetación de
diferencia normalizada

$$NDVI = \frac{IRC - R}{IRC + R}$$

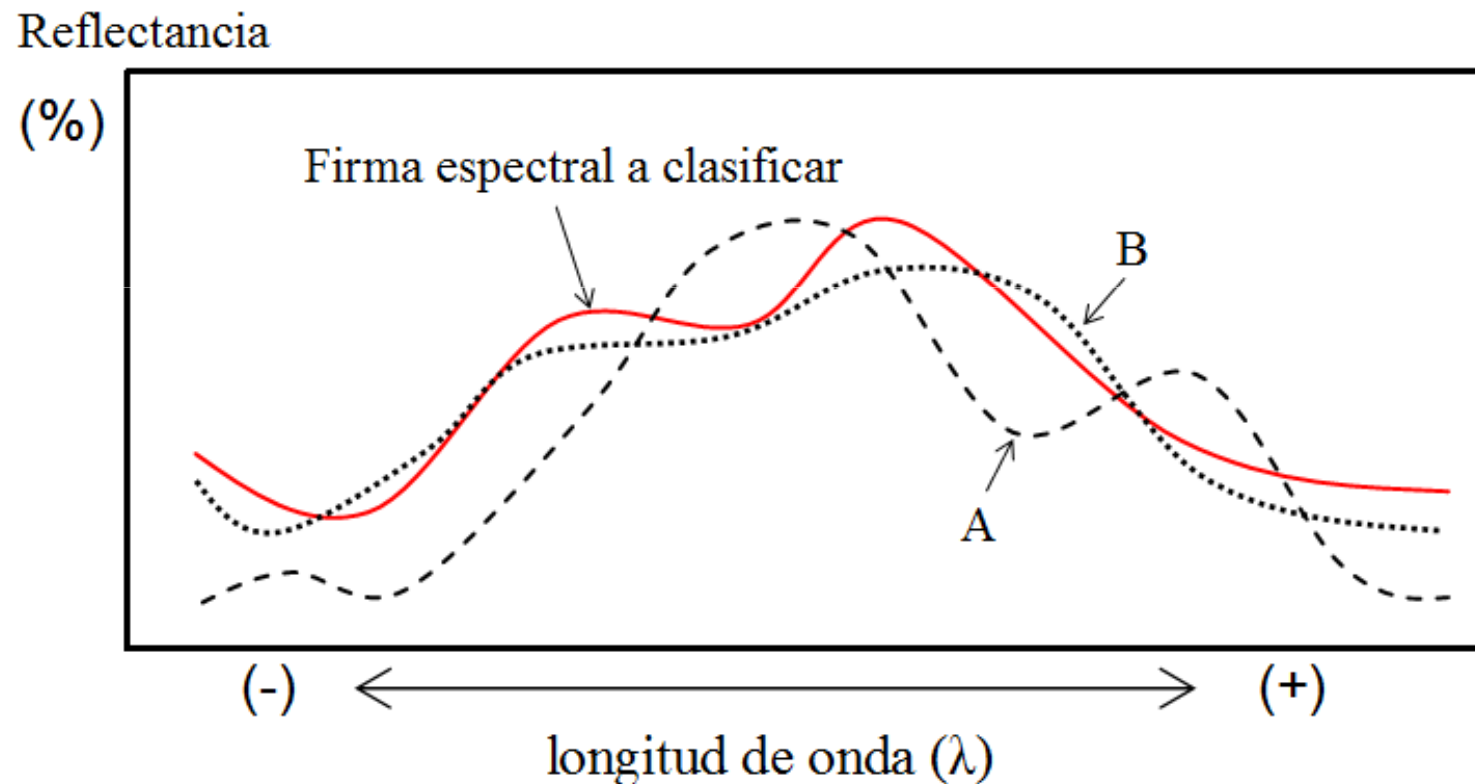
Relación con el comportamiento espectral de la
vegetación.

Otros índices:

$$C = \frac{IRC}{R}$$

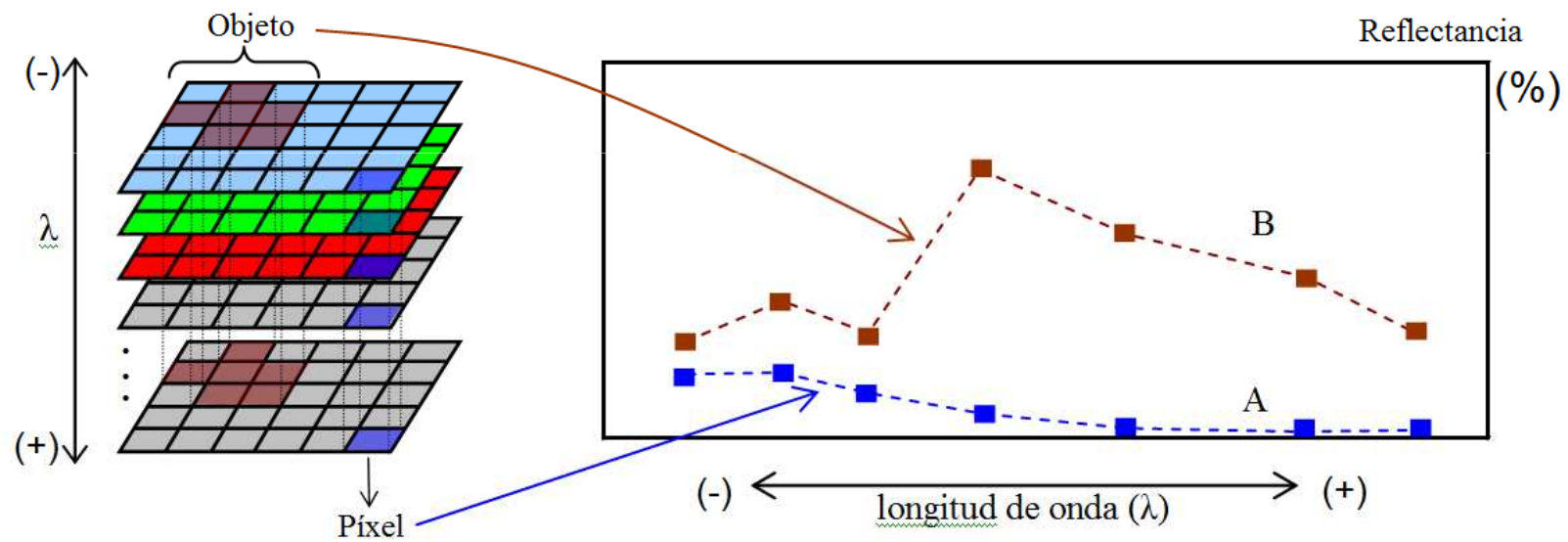
$$SAVI = \frac{IRC - R}{IRC + R + 0,5} 1,5$$

Utilización de patrones espectrales en imágenes teledetectadas (2)

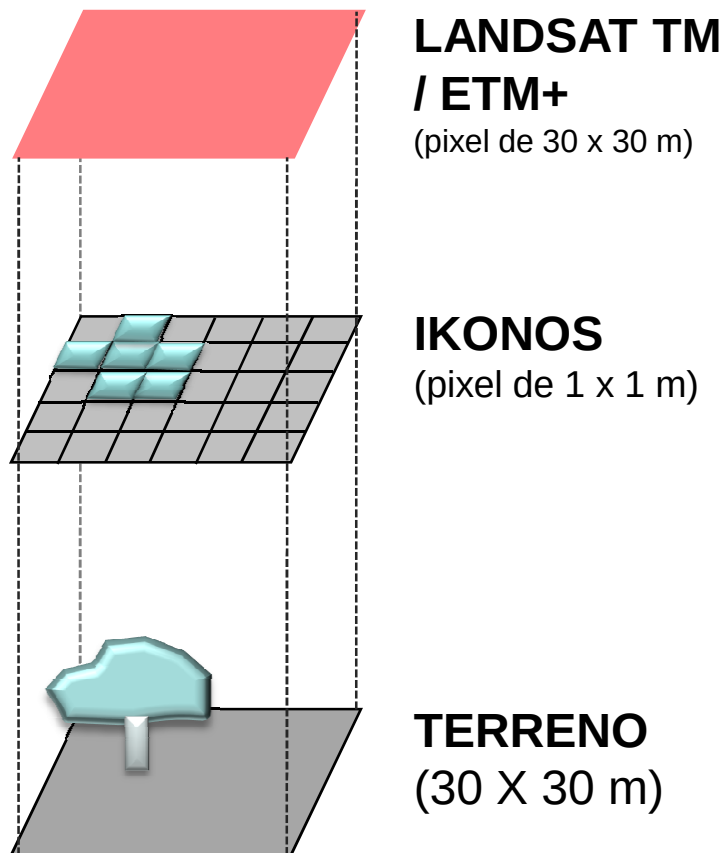


A y B: Firmas de referencia (librería o de terreno)

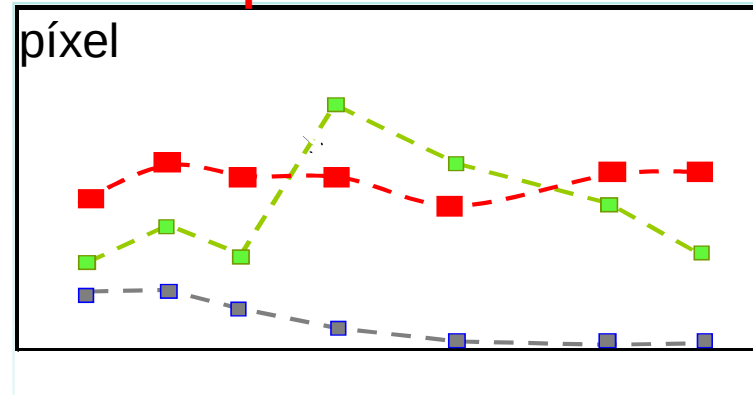
Utilización de patrones espectrales en imágenes teledetectadas



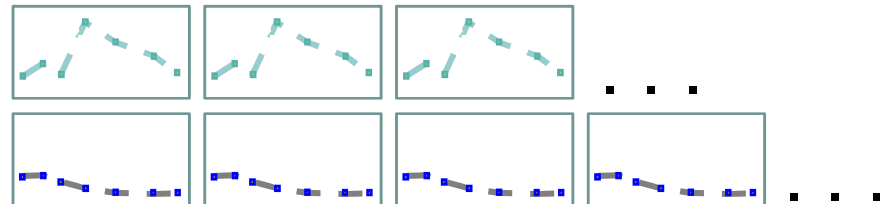
Patrón espectral y resolución espacial



Mezcla espectral en el mismo
píxel



Objetos formados por píxeles con patrones
espectrales similares (árbol)



Resolución de los instrumentos

Resolución	Descripción
Espectral	Nº de bandas (<i>1= pancromática, 3= color o falso color</i>)
Radiométrica	Nº de niveles digitales (<i>cantidad de tonos de grises</i>)
Espacial	Tamaño del pixel (<i>tamaño medio de las partículas de bromuro de plata</i>)
Temporal	Tiempo de revisita

(En cursiva comentarios para películas fotosensibles)

Resolución radiométrica

(Tipos de datos)

Tipo	Unsigned	Signed
Binario	0 – 1	
4-bit	0 – 15 (2^4)	
8-bit	0 – 255 (2^8)	-128 $\rightarrow$ +128 ($\pm 2^7$)
16-bit	0 – 65.635 (2^{16})	-32.768 $\rightarrow$ +32.768 ($\pm 2^{15}$)
32-bit	0 $\rightarrow$ 4.294.916 (2^{32})	-2.147.483.648 $\rightarrow$ + 2.147.483.648 ($\pm 2^{31}$)
Float	variable	

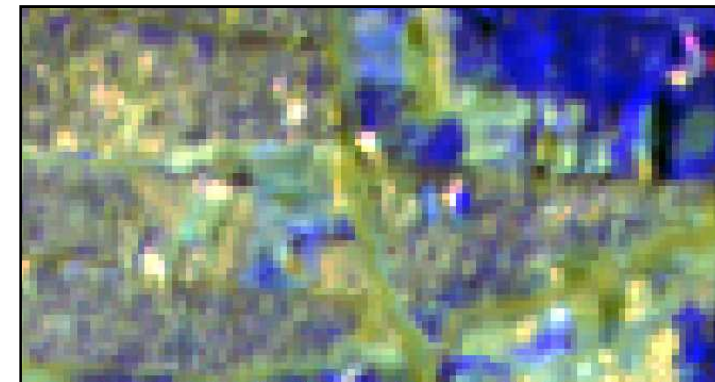
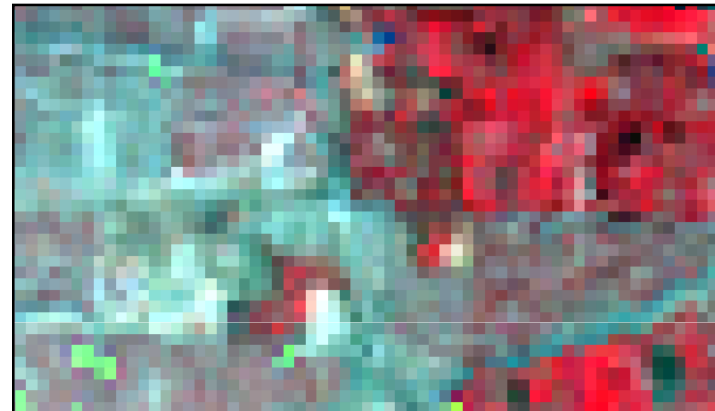
Nota: 1 Byte = 8 bits

Plataforma	Sensor	Resolución		Principales Características
		Espectral	Espacial	
Satélite Landsat 7	TM+ (TM mejorado)	7 bandas (0,45 -12,5 μm) 1 banda Pan	30 m 60 m en la banda termal (IRt) 15 m en Pan	Ancho de barrido de 185 Km. órbita a 705 Km, resol. temporal de 16 días.
QuickBird	Quickbird	- azul (0,450-0,520 μm) - verde (0,520-0,600 μm) - rojo (0,630-0,690 μm) - IRc (0,760-0,90 μm) - Pan (0,450-0,900 μm)	2,44 m 0,61 m en Pan	Ancho de barrido de 16,5 Km, órbita a 450 Km, resol. temporal de 1-3 días.
Satélite NOAA	AVHRR	- Visible (0,58-0,68 μm) - IRc (0,725-0,1,10 μm) - IRt ₁ (3,55-3,93 μm) - IRt ₂ (10,30-11,30 μm) - IRt ₃ (11,50-12,50 μm)	1,1 Km	Ancho de barrido de 2.700 Km, órbita a 833 Km, resol. temporal igual a 2 veces por día.

Ejemplos



Arriba: Hycon 1954. Abajo: Conama 2001



Arriba: Landsat 1986. Abajo: Spot 1998

Superficie incluida en las imágenes es de 200 ha aprox. (Av. La Florida con W. Martínez)

Color en imágenes digitales

Para desplegar las imágenes en el monitor del computador sólo se pueden usar tres bandas a la vez (canales), cada una de ellas para uno de los tres colores aditivos primarios: azul, verde y rojo. Trabajan con el principio aditivo en la formación del color:

$$Color = k_1 \cdot azul + k_2 \cdot verde + k_3 \cdot rojo$$

$$\sum_{i=1}^3 k_i = 1 \quad (100\%)$$

El color digital

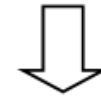
Formación de tipo aditiva, sumando los tres colores primarios: Azul, Verde y Rojo.

$$Color = k_1 \cdot azul + k_2 \cdot verde + k_3 \cdot rojo$$

$$\sum_{i=1}^3 k_i = 1 \text{ (100\%)}$$



IMAGEN
Matriz original de Datos
Ejemplo: 0-255



PALETAS DE COLOR
Archivos con asignación
de colores a los ND en
forma arbitraria

**FALSO COLOR
ESTÁNDAR**

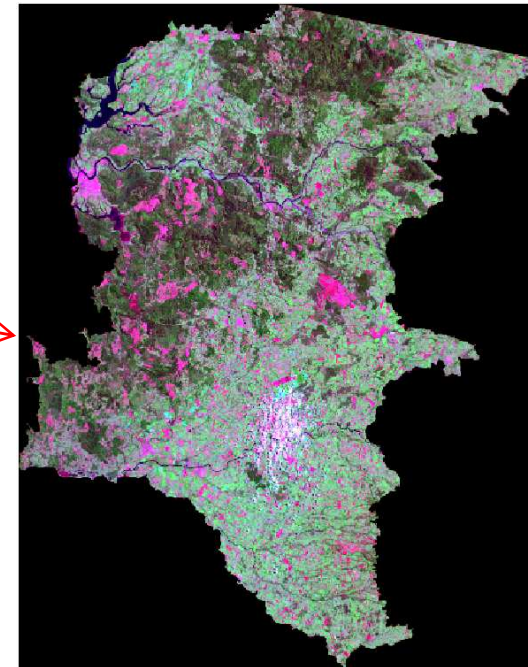
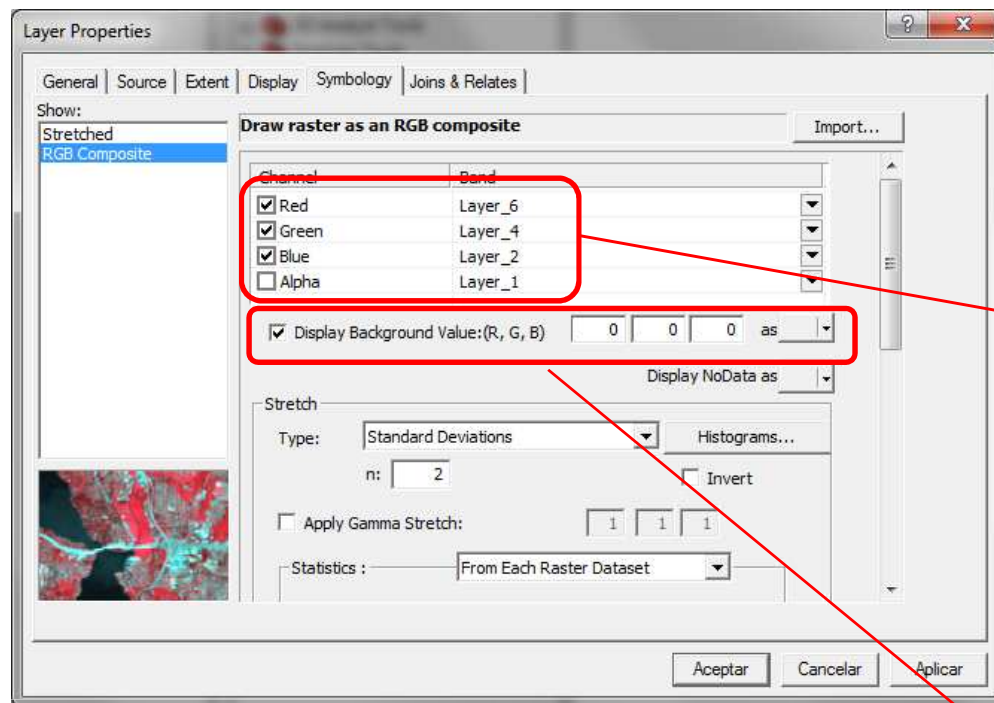
V	R	IRc
↓	↓	↓
A	V	R

**FALSO COLOR
En General**

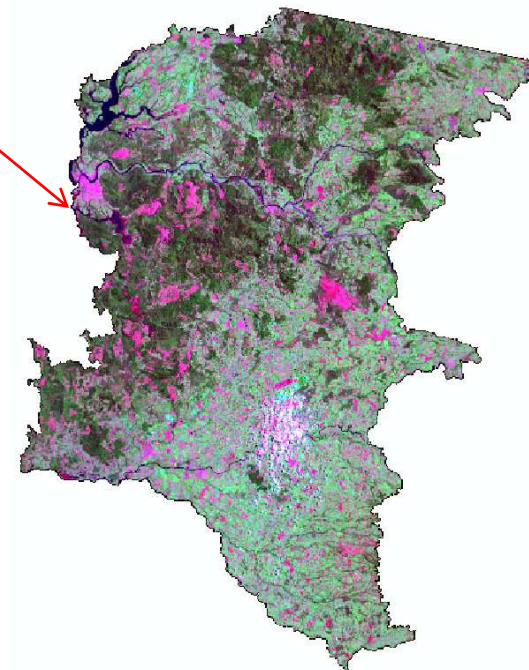
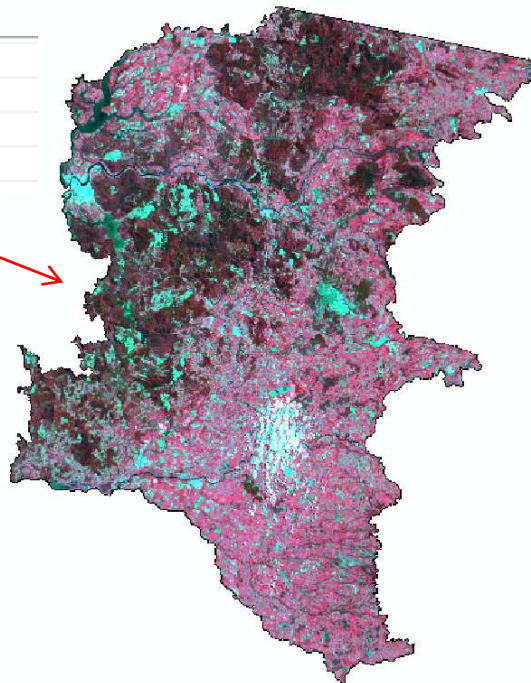
¿?	¿?	¿?
↓	↓	↓
A	V	R



INTERPRETACIÓN



☒ Red	Layer_4
☒ Green	Layer_3
☒ Blue	Layer_2
☐ Alpha	Layer_1

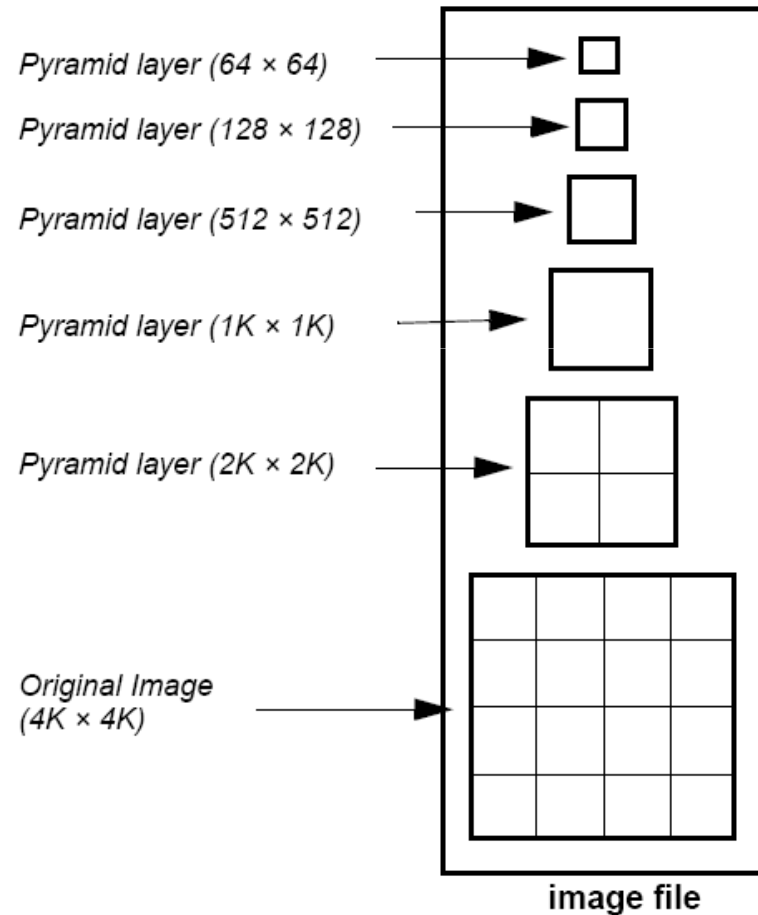


¿¿¿Pirámides???

Corresponden a capas adicionales de datos (no accesibles) que permiten mejorar las tareas de visualización de la imagen (útil para imágenes muy grandes).

Se obtiene cada capa reduciendo la anterior con una potencia de 2 hasta llegar a un tamaño mínimo de un bloque de 64 x 64 píxeles (Erdas Imagine).

El tamaño del archivo aumenta en 1/3.



Sensores Remotos

Pasivos óptico-electrónicos

- Multiespectrales (y pancromáticos)
- Hiperespectrales

Activos

- Radar SAR (micro-ondas)
- Lidar (Láser)

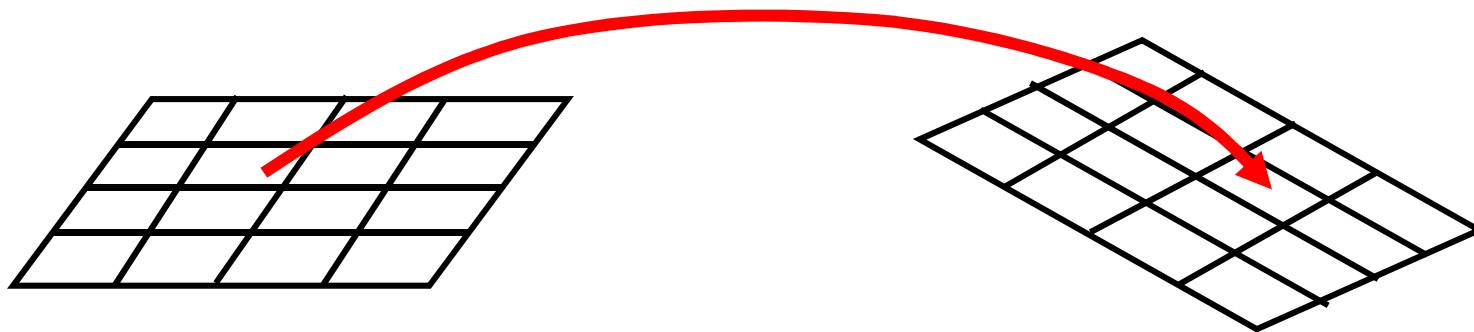
CORRECCIONES GEOMÉTRICAS

¿Porqué la imagen tiene errores geométricos?

- Orientación de la cámara/sensor (interna y externa).
- Errores asociados a la calidad de la lente, su geometría interna, y otros errores sistemáticos.
- Desplazamientos debido al relieve.
- Curvatura terrestre.

RECTIFICACIÓN

La rectificación es un proceso de transformación de los datos de una imagen desde un sistema coordenado a otro.



¿Cuándo rectificar?

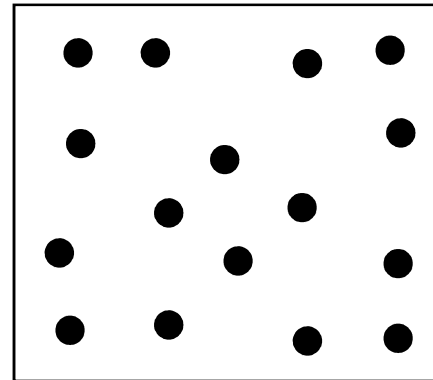
- Comparación de píxeles con píxeles de otras imágenes rectificadas.
- Integración de la información en un SIG. Aplicación de análisis SIG tipo “*overlay*” o superposición de capas. Creación o actualización de mapas temáticos fotointerpretando sobre imágenes.
- Comparación de imágenes con distinta resolución espacial.
- Medición precisa de distancias y áreas.
- Creación de mosaícos fotográficos.
- Etc.

Pasos para la Rectificación

1. Ubicar y describir los puntos de control de terreno (*“ground control points”* GCP).
2. Calcular y probar la transformación.
3. Crear la imagen de salida con la información del nuevo sistema de coordenadas. Los píxeles deben ser re-muestreados para llenar la nueva matriz.

1. Puntos de Control de Terreno

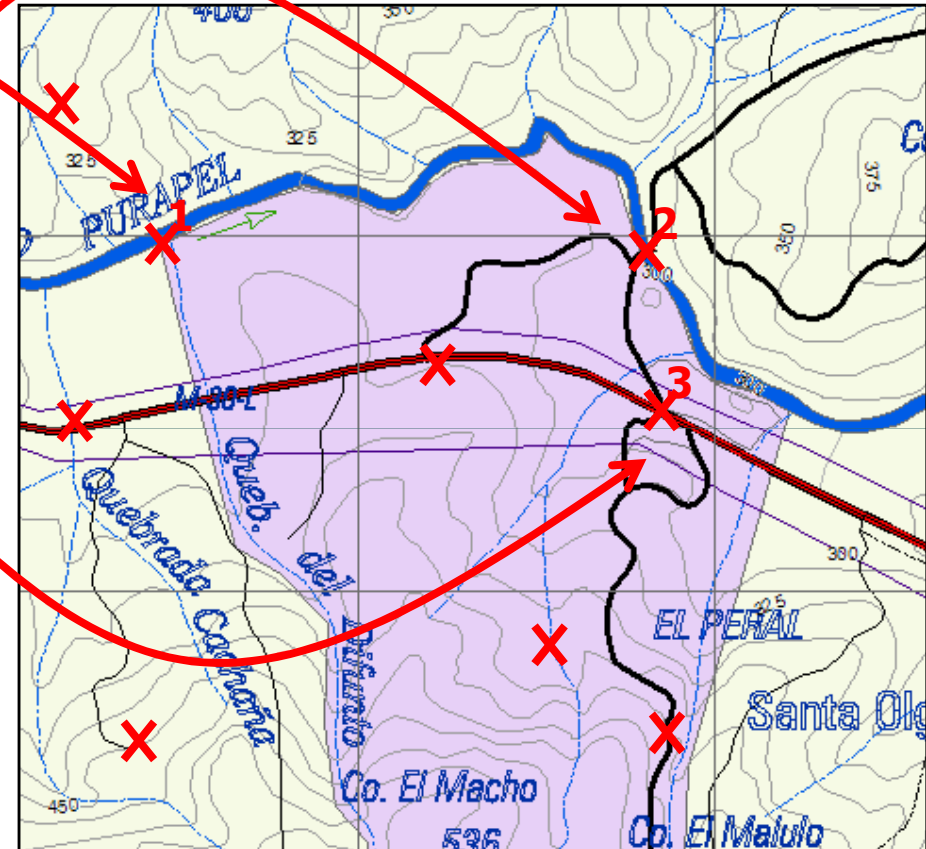
- Puntos visibles en la imagen a corregir y en el sistema de referencia (mapa o imagen georreferenciada).
- Bien distribuidos en toda la imagen.
- Número suficiente en función del grado de la transformación a realizar.



Ejemplo de Puntos de Control de Terreno



Coordenadas originales de la
Fotografías (*Input*)



- Coordenadas UTM (*Output*)
- Puntos GPS

Colección de puntos de correspondencia entre la imagen (x, y) y el sistema de referencia UTM (x', y')

x	y	x'	y'
34,4	12,4	365.869,0	6.450.980,0
45,0	34,5	365.950,5	6.451.260,0
...			
$(n \text{ puntos})$			

Objetivo: construir un modelo matemático que prediga (x', y') en función de (x, y) .

2.1. Transformación polinómica

Polinomio de 1^{er} orden :

$$x' = a_0 + a_1 x + a_2 y$$

$$y' = b_0 + b_1 x + b_2 y$$

Permite cambiar:

- posición de x e y
- Escala de x e y
- Estrechamiento en x e y
- Rotación

x, y son las coordenadas originales (input)

x', y' son las coordenadas rectificadas (output)

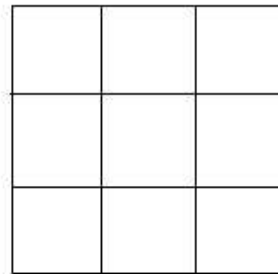
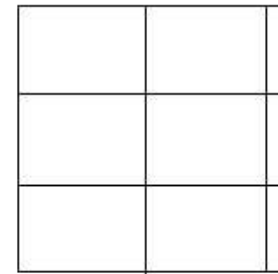
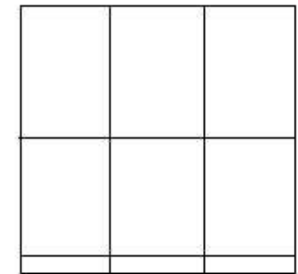


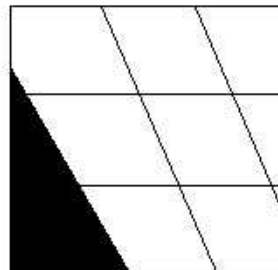
imagen
original



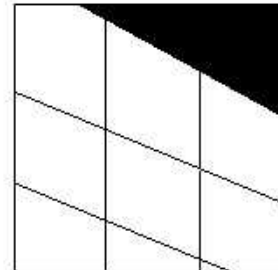
cambio escala en
 x



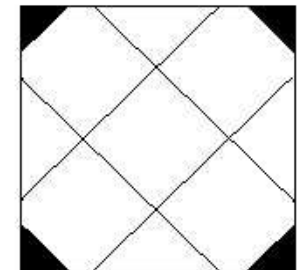
cambio escala en
 y



estrecham. en x



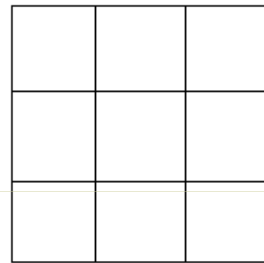
estrecham. en y



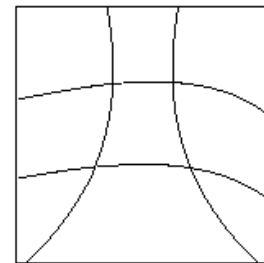
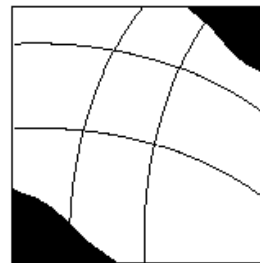
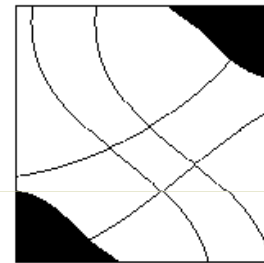
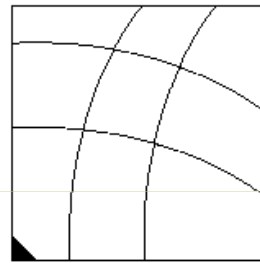
rotación

Transformación de orden superior y no lineales

Funciones polinómicas de 2º orden o superior son no lineales. Pueden corregir distorsiones no lineales en la imagen.



**imagen
original**



resultados posibles

Transformación de orden superior y no lineales

Las ecuaciones de orden t son:

$$x_0 = \sum_{i=0}^t a_i x^i + \sum_{i=0}^t b_i y^i$$

$$y_0 = \sum_{i=0}^t c_i x^i + \sum_{i=0}^t d_i y^i$$

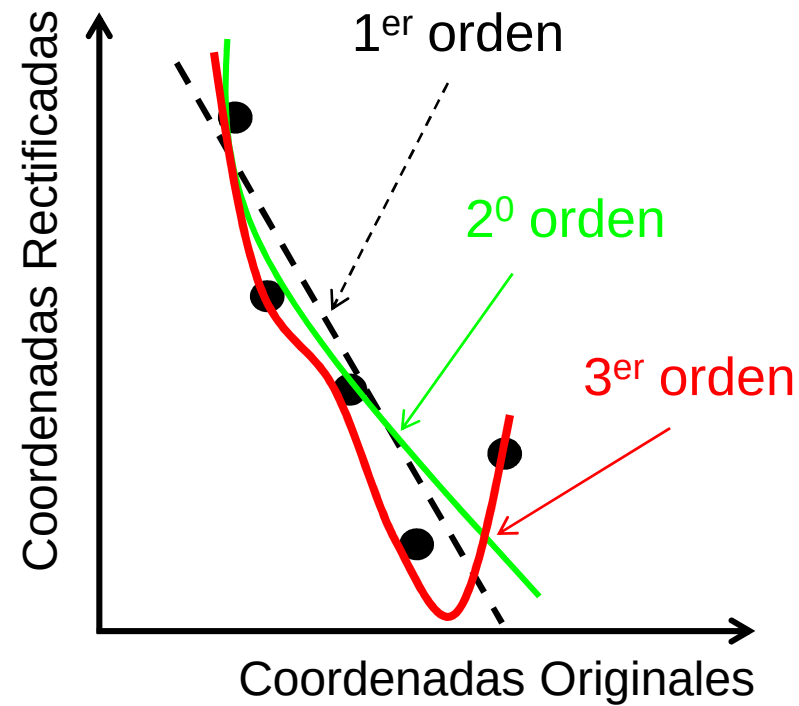
Ejemplo de ecuaciones de 3^{er} orden:

$$x_0 = 4 + 5x + 8x^2 - 6xy + 2y^2 + 4x^3 + 7x^2y - 12xy^2 + 4y^3$$

$$y_0 = 12 + 10x + 3x^2 - 20xy + 4y^2 + 5x^3 + 6x^2y - 11xy^2 + 5y^3$$

Transformación de orden superior y no lineales

Efectos del orden del polinomio



2.4. EVALUACIÓN DEL ERROR: RMS

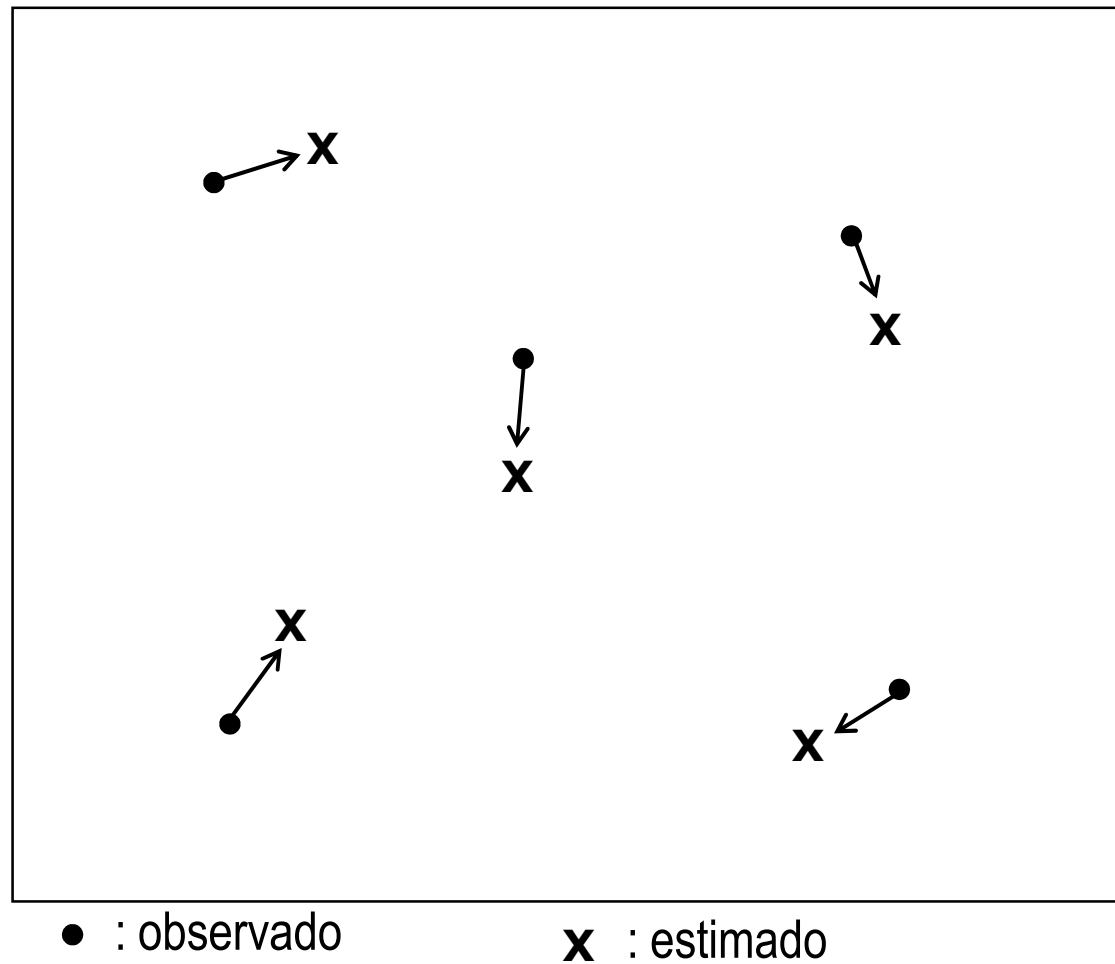
El error RMS (“root mean square”) es la distancia entre la posición de un punto de control en el origen (imagen input) y su posición transformada (imagen output).



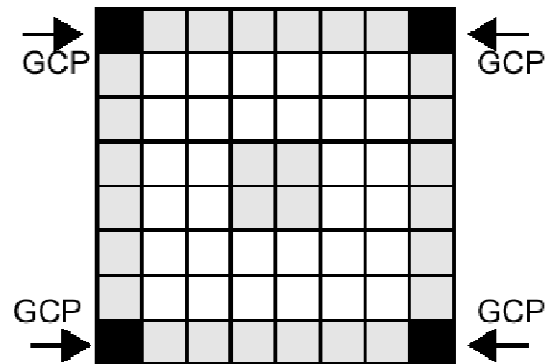
Se expresa en unidades del sistema de referencia de salida (imagen output). Se interpreta como la distancia media entre las coordenadas observadas y las estimadas por el modelo.

Para un punto en particular se denomina error longitudinal (EL)

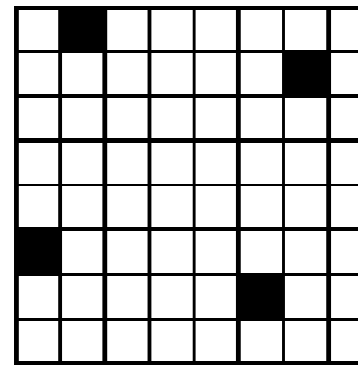
RMS y ELs



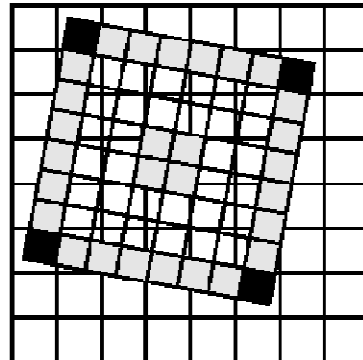
3. Métodos de Remuestreo (“Resampling”)



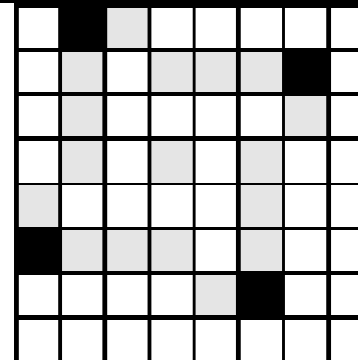
1. Imagen original con puntos de control (GCP).



2. Imagen de salida, con la posición corregida de los GCP.



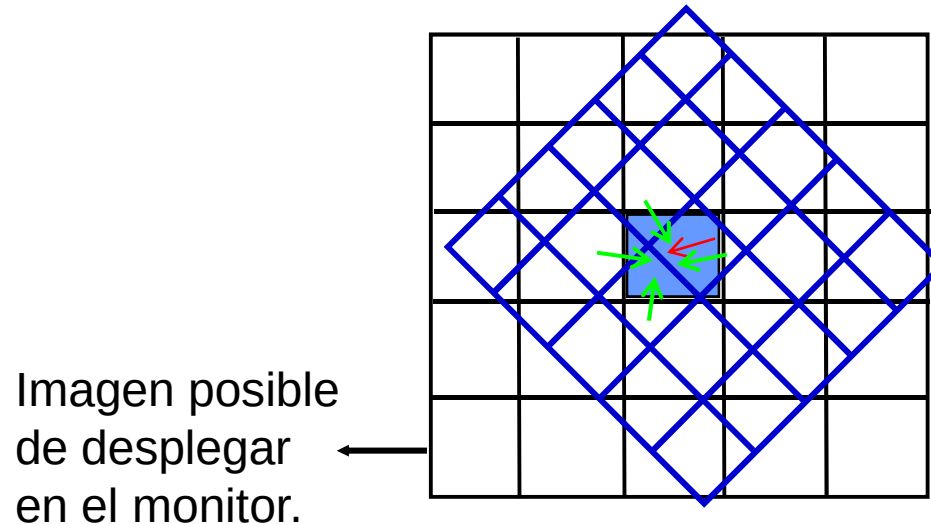
3. Comparación de las 2 imágenes de manera que los GCP calzan uno sobre otro.



4. Aplicación de remuestreo para llenar la imagen final (matriz vacía).

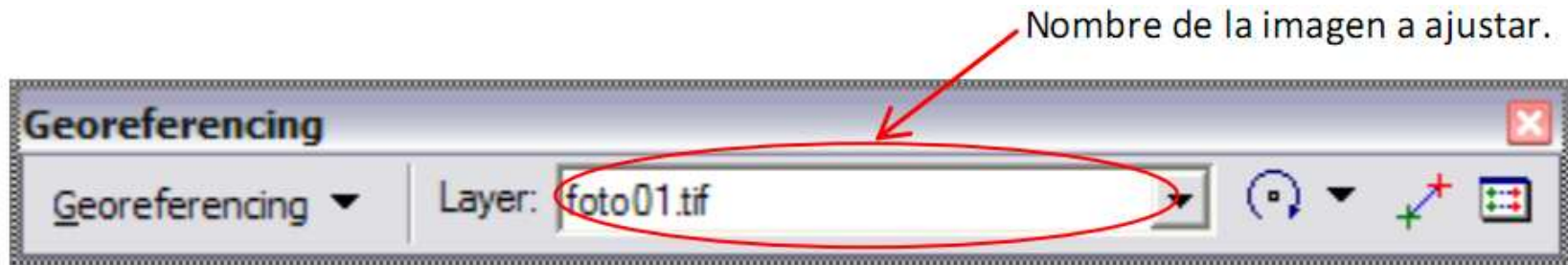
3. Métodos de Remuestreo

- Muestreo al vecino más cercano →
- Interpolación bilineal (4 píxeles vecinos) →
- Convolución cúbica (16 píxeles vecinos)



El método del vecino más cercano no modifica los niveles digitales originales sólo los cambia de posición.

Práctico de corrección geométrica



Ajuste espacial de imágenes → Pág. 89 del manual.