

Grado de Ciencias Ambientales
1º Curso

Tecnologías de la Información Geográfica (TIG)

Sección Teledetección

- Teoría y prácticas:
 - Teoría A y prácticas 1 y 2: Emilio Chuvieco y Ruben Ramo
 - Teoría B y prácticas 3 y 4: Javier Salas.
- Unidad Docente de Geografía (Colegio de Málaga)
C/ Colegios, 2.
- Tutorías:
 - Emilio Chuvieco: Martes y Jueves (12-14 h). Previa petición de cita: emilio.chuvieco@uah.es
 - Javier Salas: Lunes y Martes (12-14 h). Previa petición de cita: javier.salas@uah.es

Organización Docente

- Teoría:
 - 12 horas de teoría (6 sesiones)
- Prácticas (obligatoria la asistencia):
 - Aula Viso
 - 12 horas de prácticas (4 sesiones)
 - Examen de contenidos al inicio de cada práctica.
 - Examen de prácticas al final de cada una.
- Material docente (presentaciones, prácticas...):
 - Disponible en Mi Portal.
- Evaluación:
 - Continua: En los días de prácticas.
 - Final: 24 de mayo.
 - Ponderación: Teoría (50%), Prácticas (50%).
 - Extraordinaria: Junio.



- 10. ¿Qué es una imagen digital?
- 11. ¿Cómo se interpreta visualmente?
- 12. ¿Cómo se adquiere?
- 13. ¿Cómo se interpreta digitalmente: I y II?
- 14. ¿Cómo se determinan e interpretan cambios a partir de ella?

Dos horas cada sesión

- 1. Análisis Visual de imágenes (3 horas).
Ojo traer dos transparentes.
- 2. Tratamiento digital: operaciones generales, realces, composiciones, transformaciones (3 horas).
- 3: Clasificación digital de imágenes (3 horas)
- 4: Análisis de detección de cambios (3 horas)

Tema 10: ¿Qué es una imagen de satélite?

- Síntesis de la interpretación con imágenes (vídeo).
- Análisis de un problema ambiental con imágenes de satélite.

Qué es la teledetección?



Estudiemos un problema ambiental. Fecha 1



- ¿Dónde estamos?
 - Interior de Brasil
- ¿En qué época?
 - 20 Julio 1990
- ¿Es una zona agrícola o forestal?
 - Frontera agraria
- ¿Se observa algún rasgo cartográfico?
 - Ríos, carreteras.
- ¿Qué significan los colores?

Estudiemos un problema ambiental. Fecha 2

- ¿Es la misma zona?
 - Si
- ¿Es anterior o posterior a 1990?
 - 25 Julio 2010
- ¿Cómo diferencias las zonas agrícolas y las forestales?
- ¿Qué puede ser la mancha indicada?
- Incendio.
- ¿Para qué se utiliza el fuego en la región?

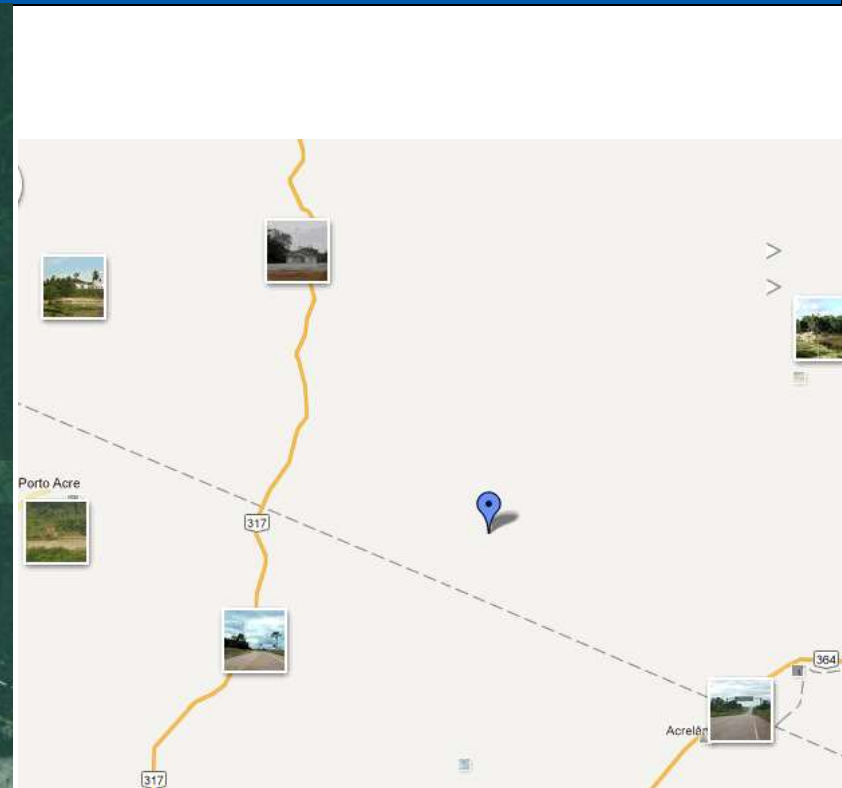
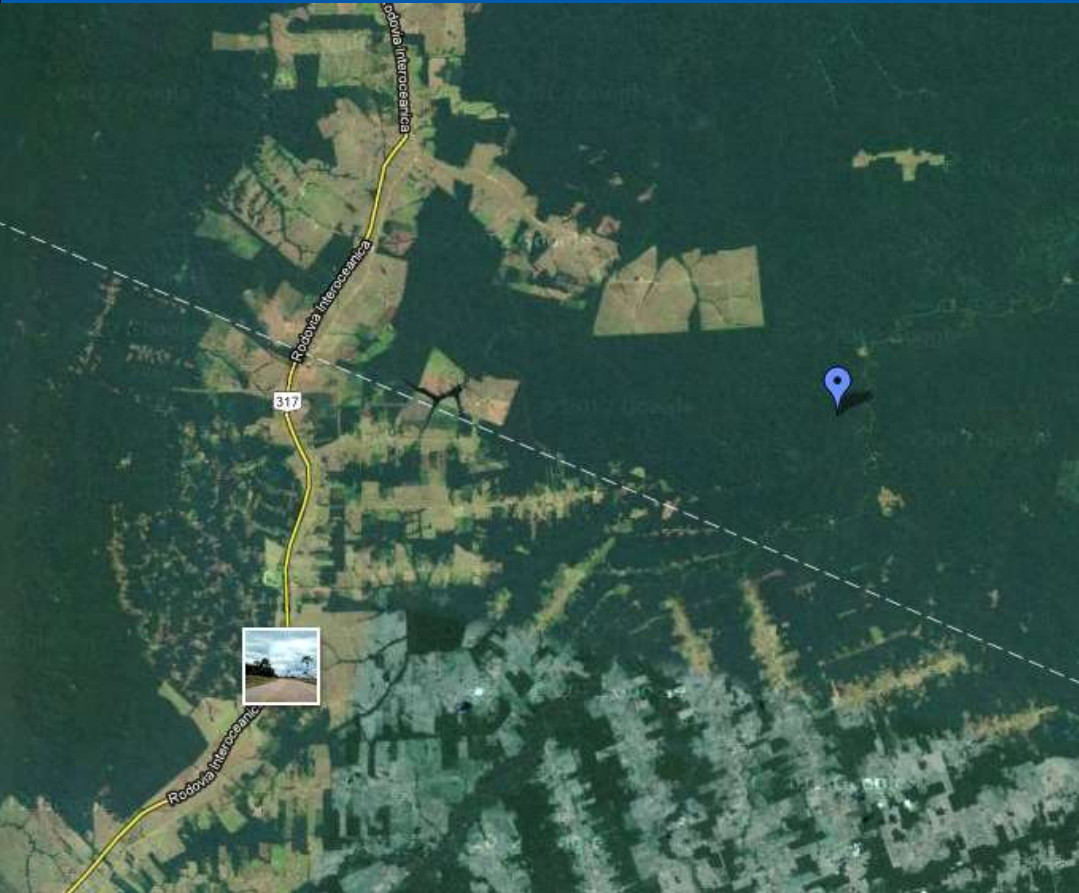


Compara las dos imágenes



¿Qué está ocurriendo en esta zona?

¿Qué sabemos de la zona?



Estamos en la frontera entre los estados de Amazonas y Acre, cerca de la carretera trans-amazónica (317).

¿La imagen de *Google Earth* es anterior o posterior a la nuestra?

¿Dónde situarías estas fotos en la imagen de satélite?



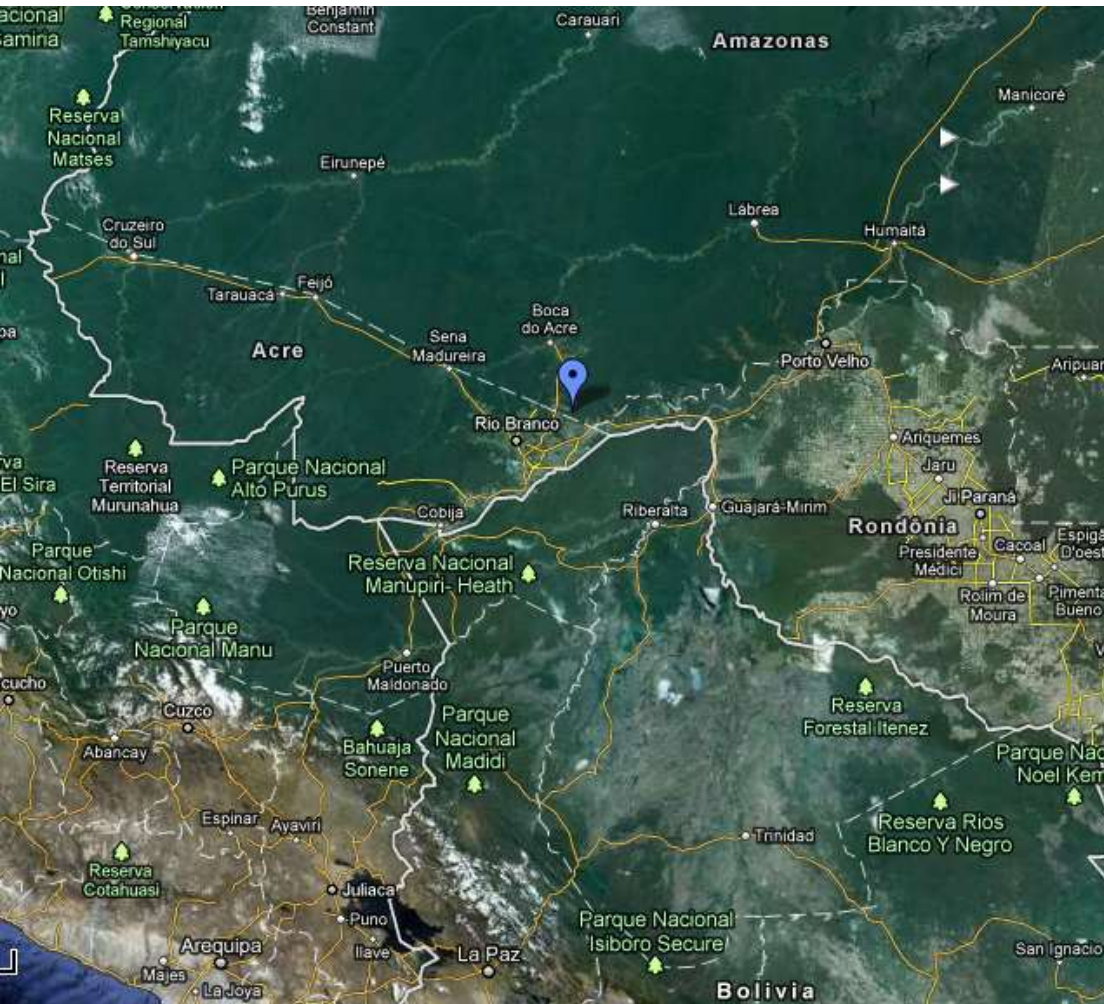
¿Dónde situarías estas fotos en la imagen de satélite?



¿Dónde situarías estas fotos en la imagen de satélite?



¿Qué sabemos de la zona?



- Estamos en la frontera occidental de Brasil, cerca de Bolivia y de Perú.
- ¿De los tres países quién piensas que tiene más interés en la explotación de la cuenca del Amazonas?

¿Qué sabemos de la zona?



- ¿Pueden verse las fronteras sobre una imagen de satélite?
- Qué otras posibles aplicaciones ambientales ves a las imágenes?

Oil extraction in Fort McMurray, Canada



Vast reserves of low quality oil underlie the Boreal Forest surrounding Fort McMurray

By early 2006 the mining operation covered an area roughly 30 km by 20 km

Greenhouse agriculture in Almeria, Spain



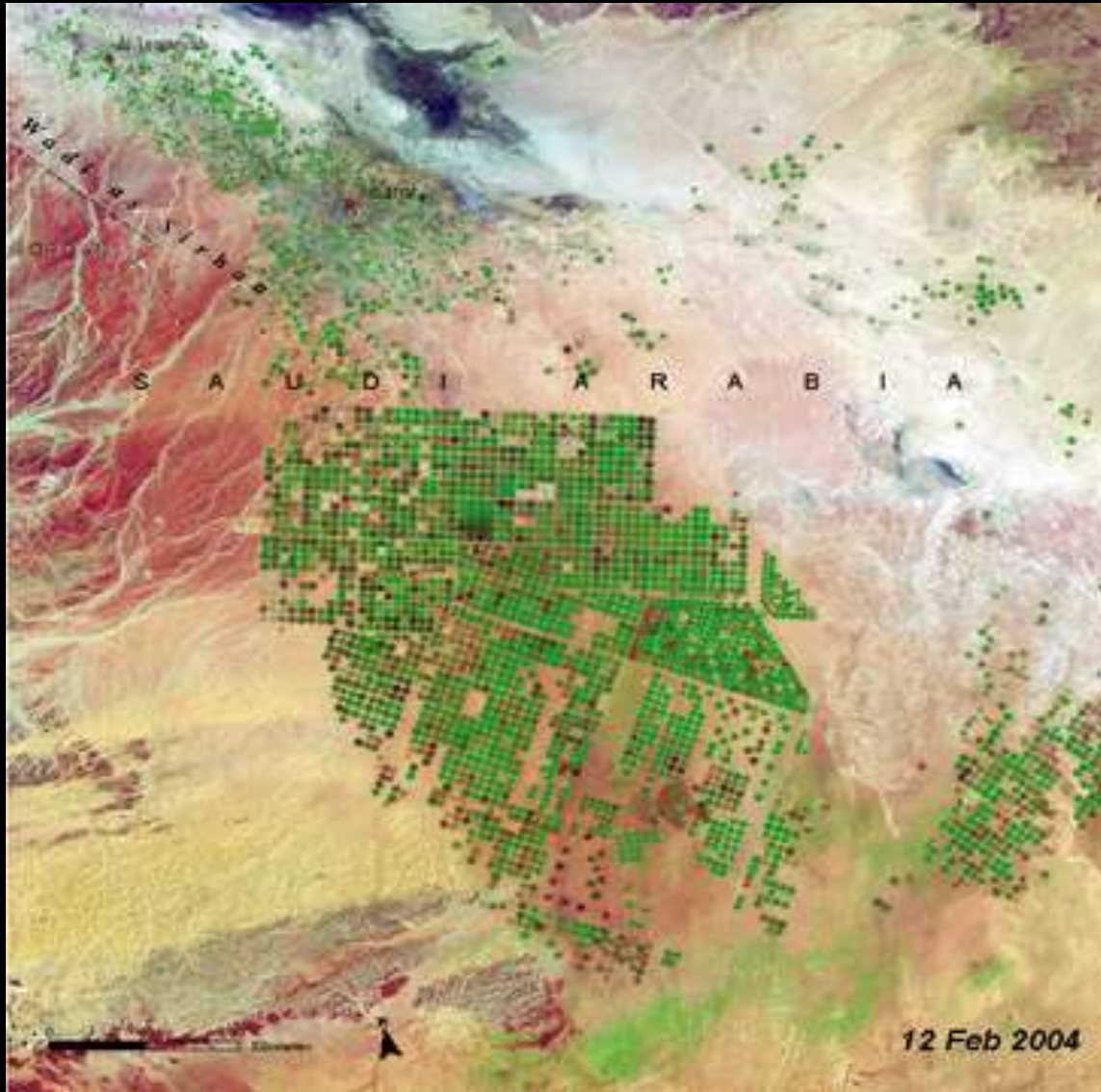
- 1987: The landscape reflects rather typical rural agricultural land use

- 2000: The area has been converted to intensive greenhouse agriculture

- 2004: Greenhouse-dominated land appears as whitish gray patches



Greening of Al' Isawiyah desert Saudi Arabia



- 1991 – Irrigation in the desert begins
- 2000 – Irrigation transforms the desert
- 2004 – Irrigation intensity increases

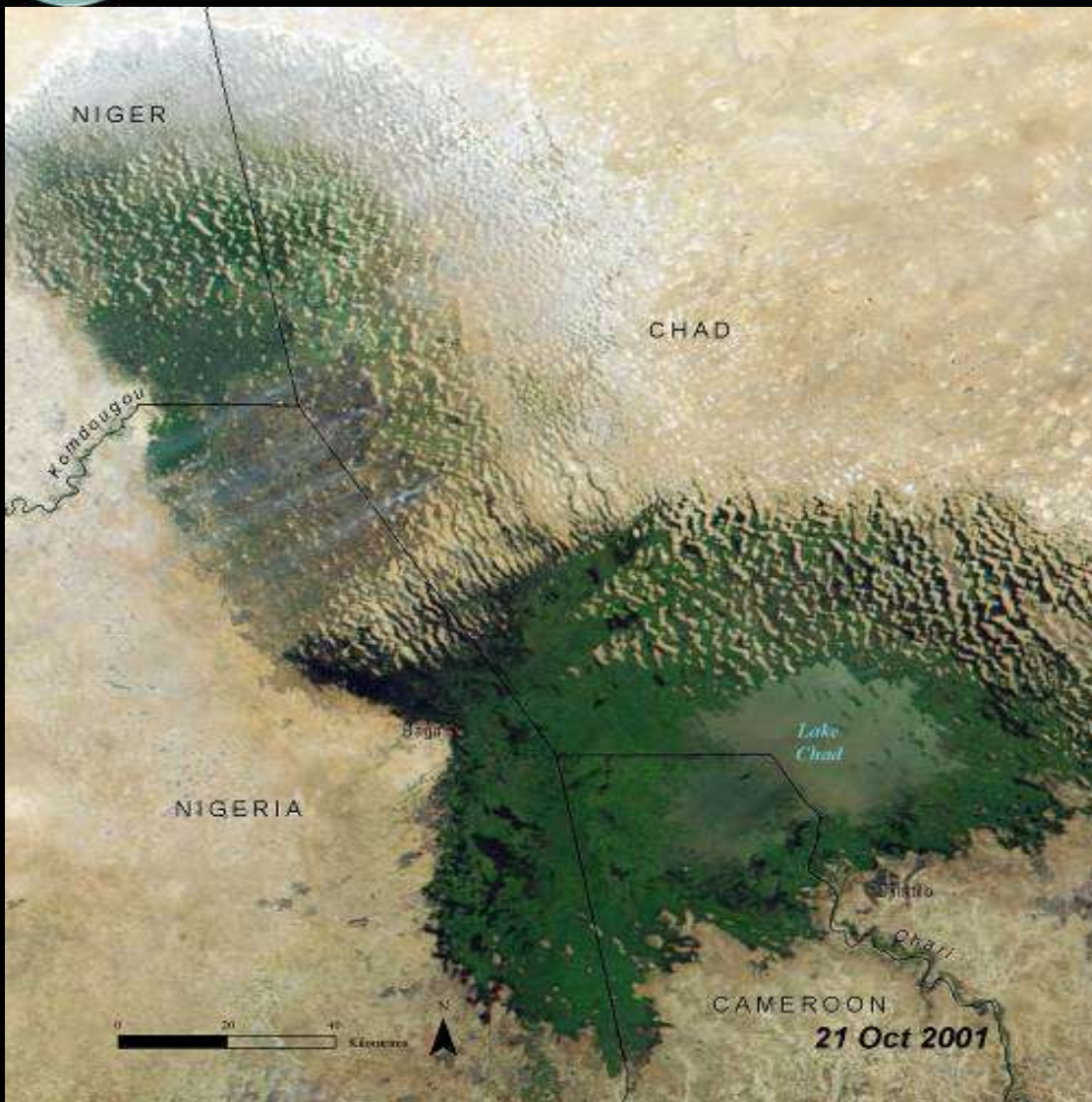
Transformation of IJsselmeer The Netherlands



These images show the transformation of polders (areas of reclaimed land) into useable farming land

- 1973-2004: lighter blue water is the Markermeer – buffer against floodwaters
- 2004: this area of reclaimed land was covered with farms

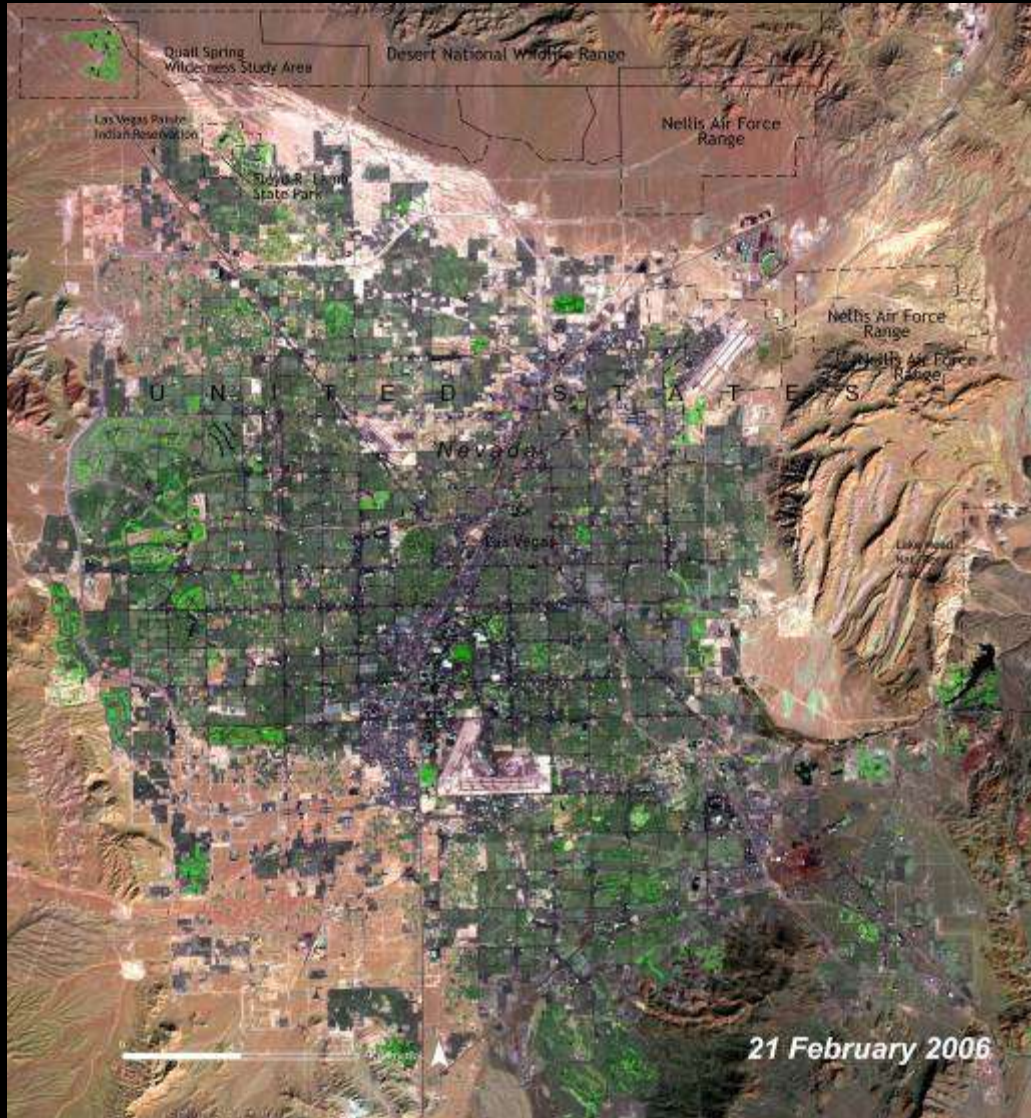
Shrinking Lake Chad Nigeria, Niger, Chad, Cameroon



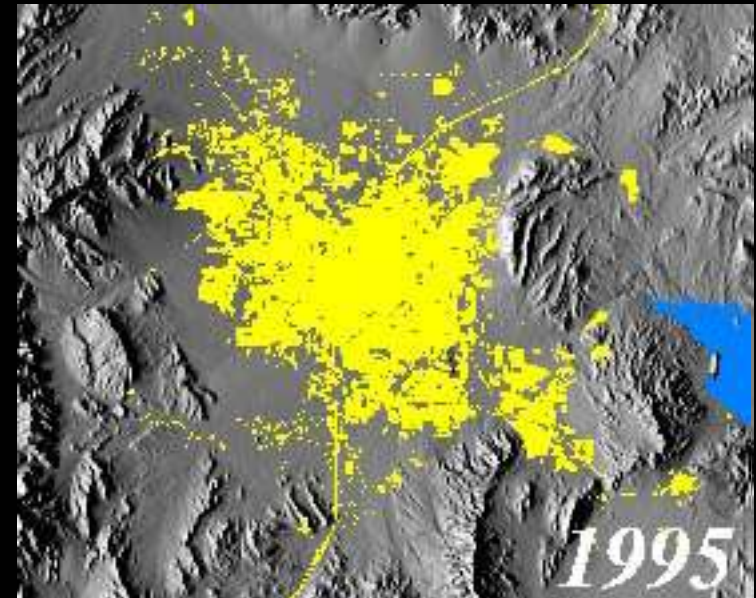
Persistent drought has shrunk the lake to about a tenth of its former size

- 1972: Larger lake surface area is visible in this image
- 2001: Impact of drought displays a shrunken lake, comparatively much smaller surface area than in 1972 image

Las Vegas – Fastest growing metropolitan area in the United States



- 1973: A small settlement
- 2000-2006: The landscape is now dramatically modified





Death of a sea - Aral Sea, Kazakhstan



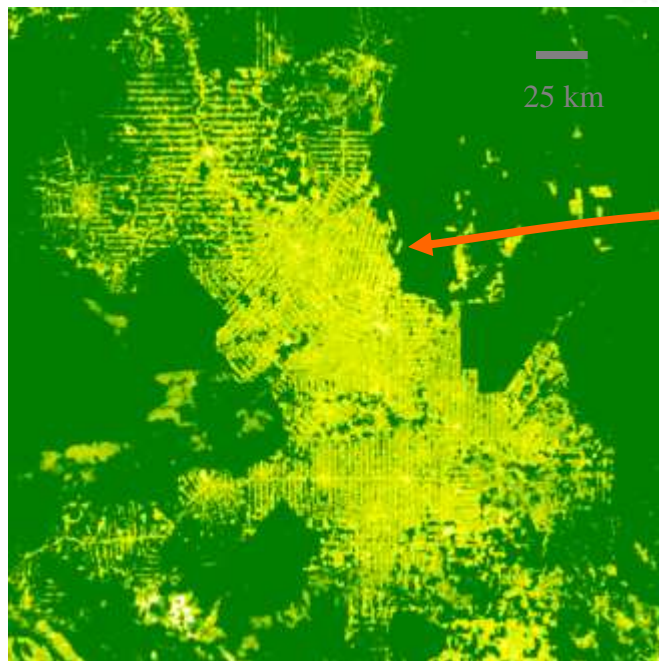
Images show death of the world's fourth largest inland sea

- 1973: The surface of the sea once measured 66 100 km²
- 1987: 60% of the volume had been lost
- 1999-2004: The sea is now quarter of the size it was 50 years ago

Volvamos a la deforestación



Hansen et al, 2013



Deforestación en Brasil (2004)

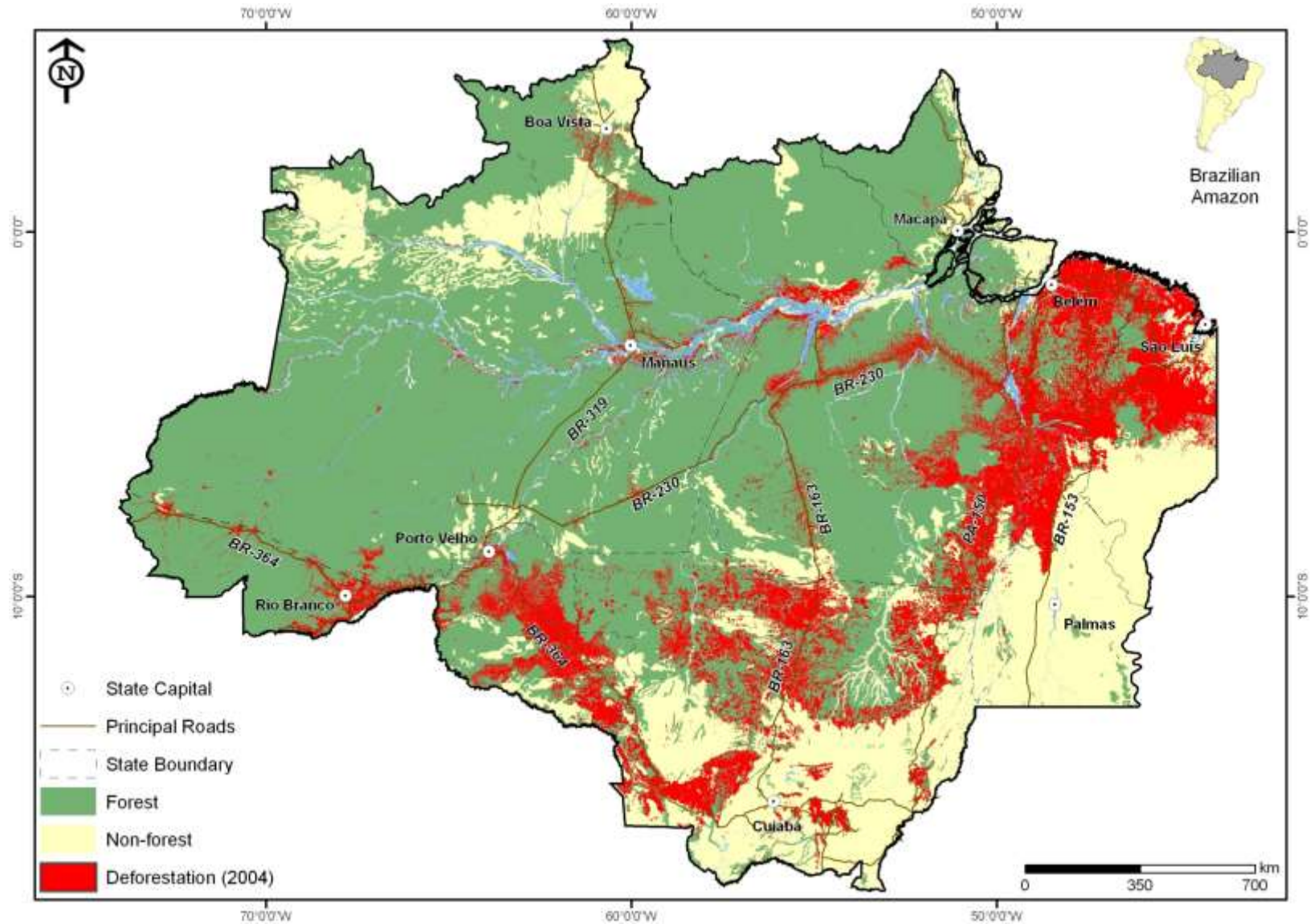


TABLE 1. Average annual rates of deforestation (10^6 ha yr⁻¹) in tropical regions

	1980s		1990s		
	FAO* (1995)	DeFries <i>et al.</i> ** (2002)	FAO* (2001)	DeFries <i>et al.</i> ** (2002)	Achard <i>et al.</i> *** (2004)
America	7.4	4.426	5.2	3.982	4.41
Asia	3.9	2.158	5.9	2.742	2.84
Africa	4.0	1.508	5.6	1.325	2.35
Total	15.3	8.092	16.7	8.049	9.60

Moutinho & Schwartzman (Eds), 2005

¿Por qué se estudia la deforestación con imágenes de satélite?

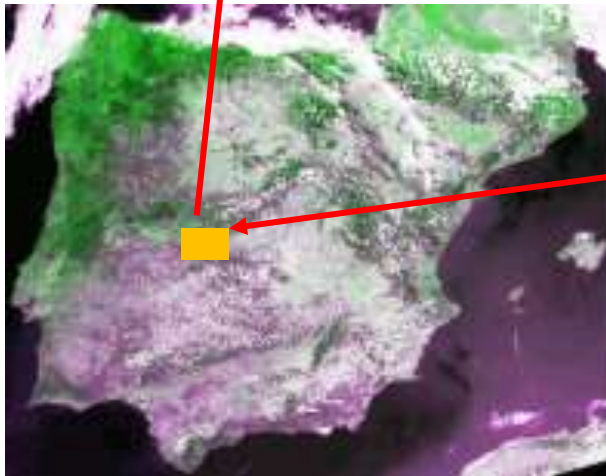
- Porque es sensible a la cubierta vegetal.
- Porque aporta una visión global del problema... y a distintos niveles de detalle.
- Porque facilita una visión objetiva y comparable en el espacio/tiempo.
- Porque la información es digital, y puede tratarse más eficientemente.

Observación global

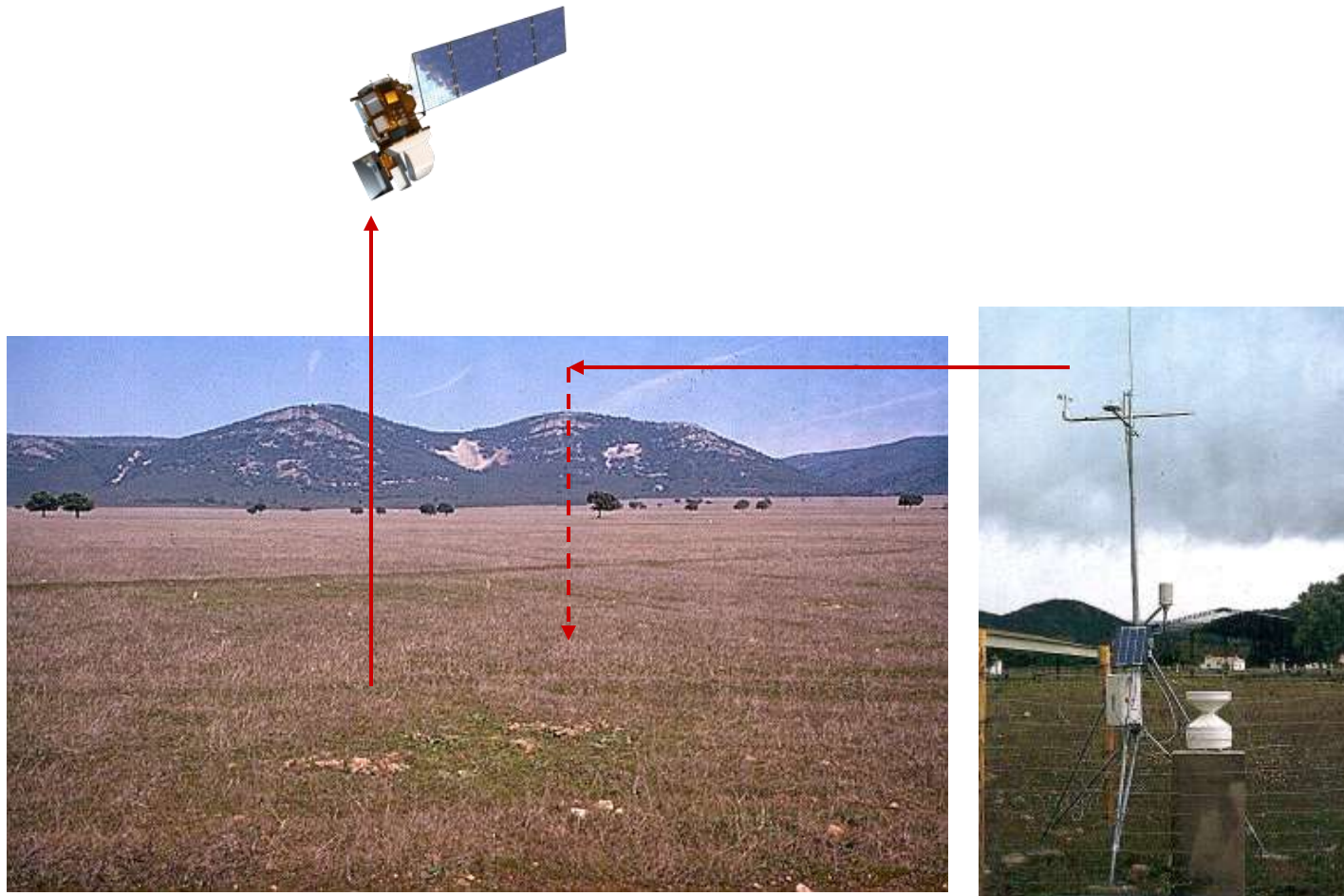


modis.nasa.gov

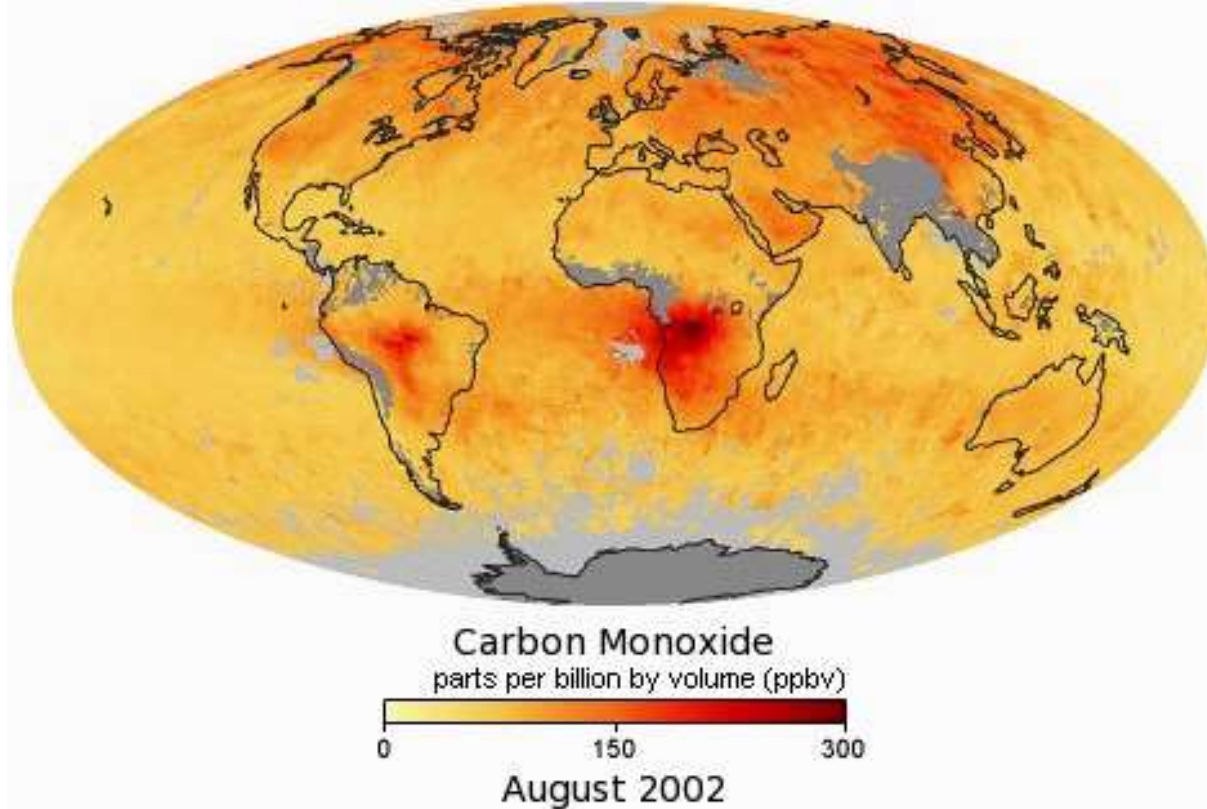
Escalable



Observación directa



Continua en el tiempo: Variación del CO



http://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=MOP_CO_M

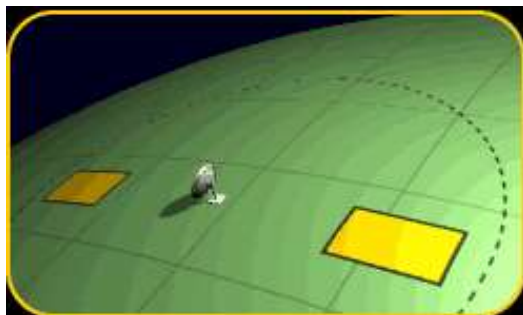
Crecimiento urbano, Madrid



Con disponibilidad en tiempo real



Antena de bajo coste
para la recepción de imágenes
NOAA-AVHRR en formato HRPT



Tiempo real



13° 5'11.12"N, 13° 49'29.73"E

DigitalGlobe False-Color Infrared Imagery, January 2, 2015



13° 5'11.12"N, 13° 49'29.73"E

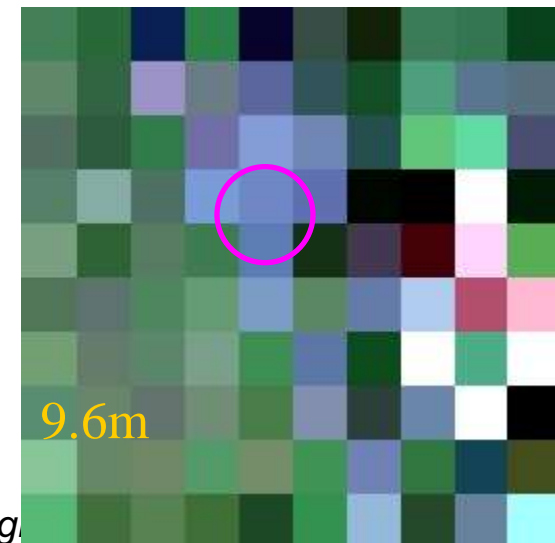
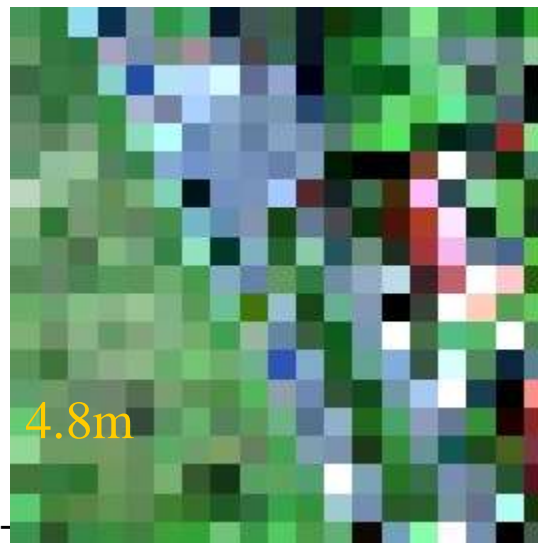
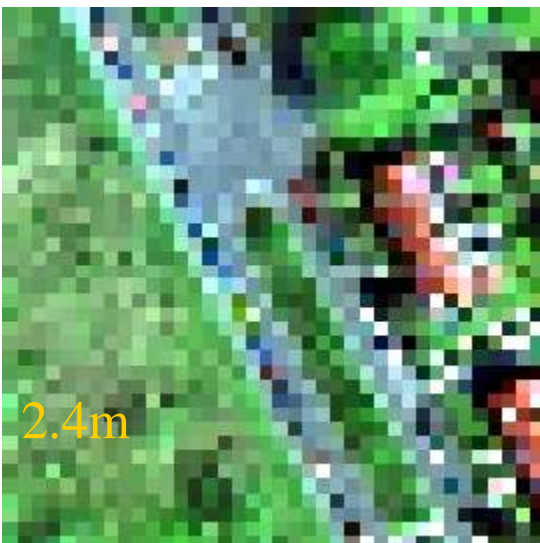
DigitalGlobe False-Color Infrared Imagery, January 7, 2015

Images acquired by Digital Globe satellites showing the impacts of guerrilla attacks on civilians in the North of Nigeria (Courtesy of Amnesty International).

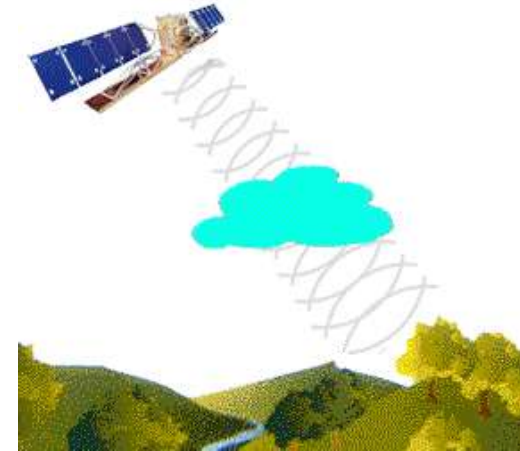
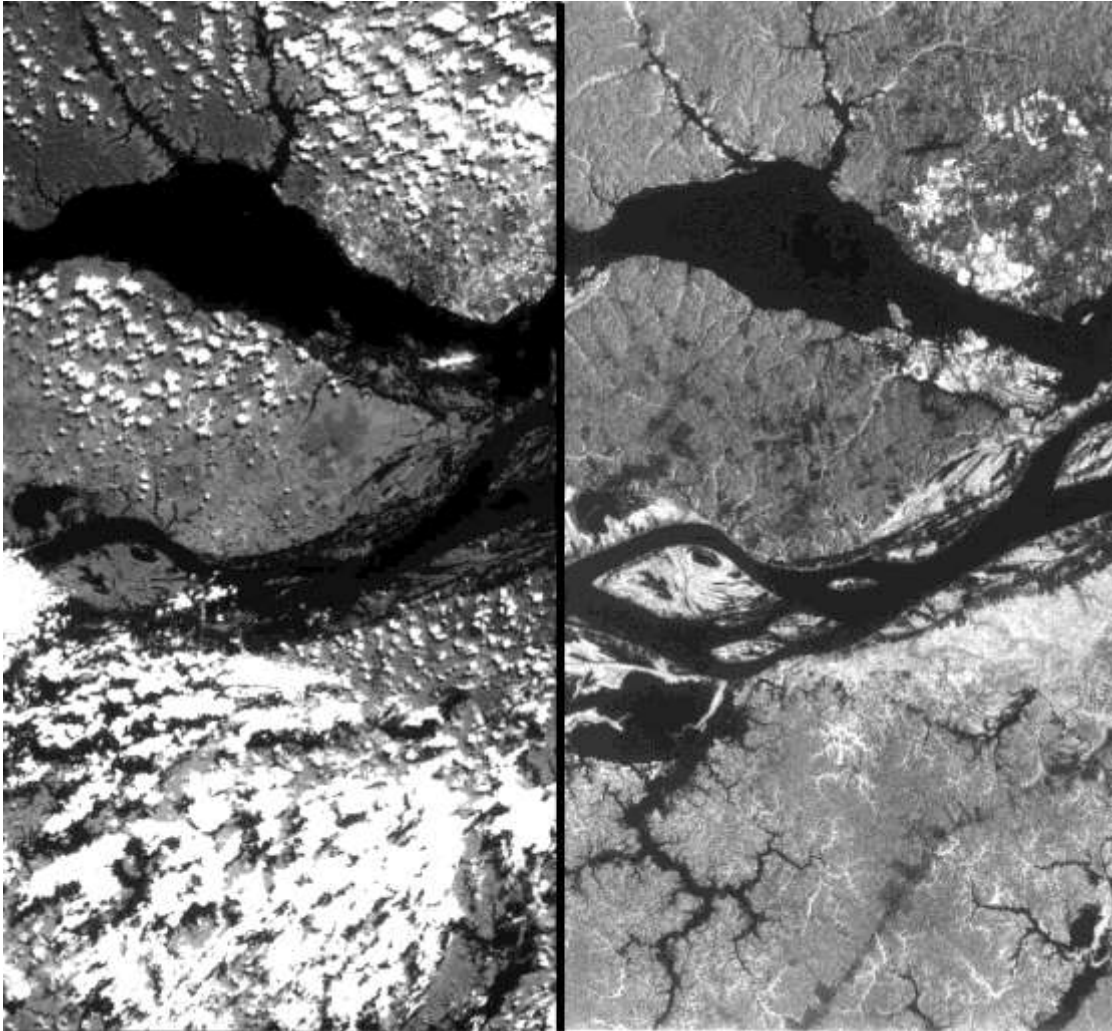
¿Qué problemas puede presentar esta técnica?

- Coste.
- Resolución.
- Cobertura de nubes:
 - Radar.
- No tenemos información de alturas:
 - Lidar.

Efecto de la resolución espacial



Cobertura nubosa



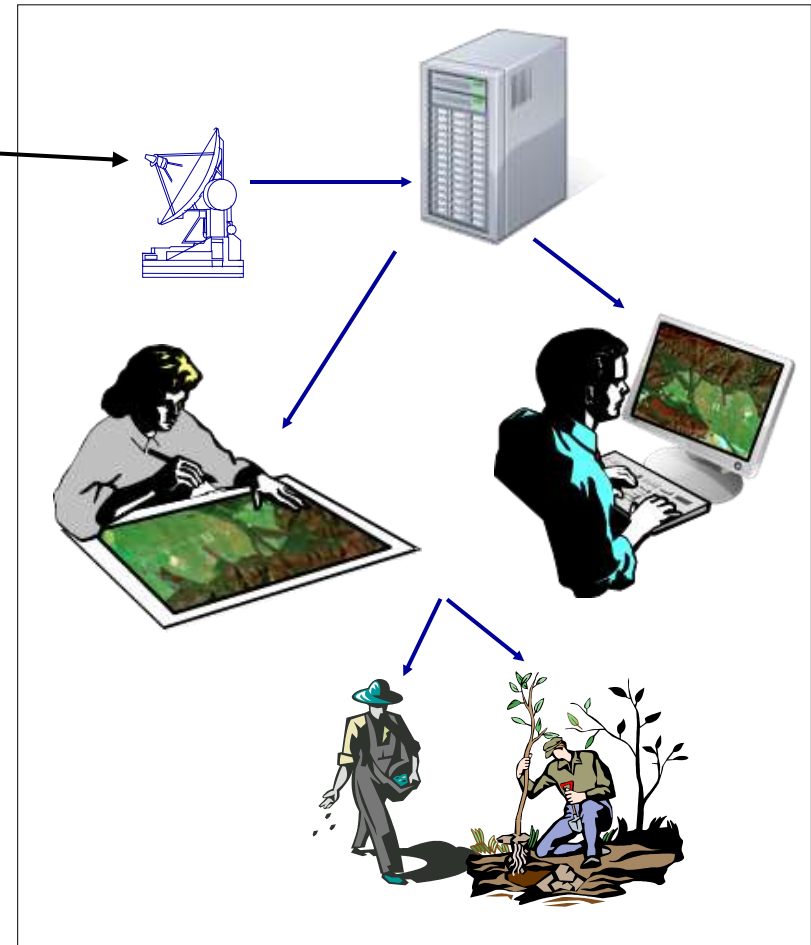
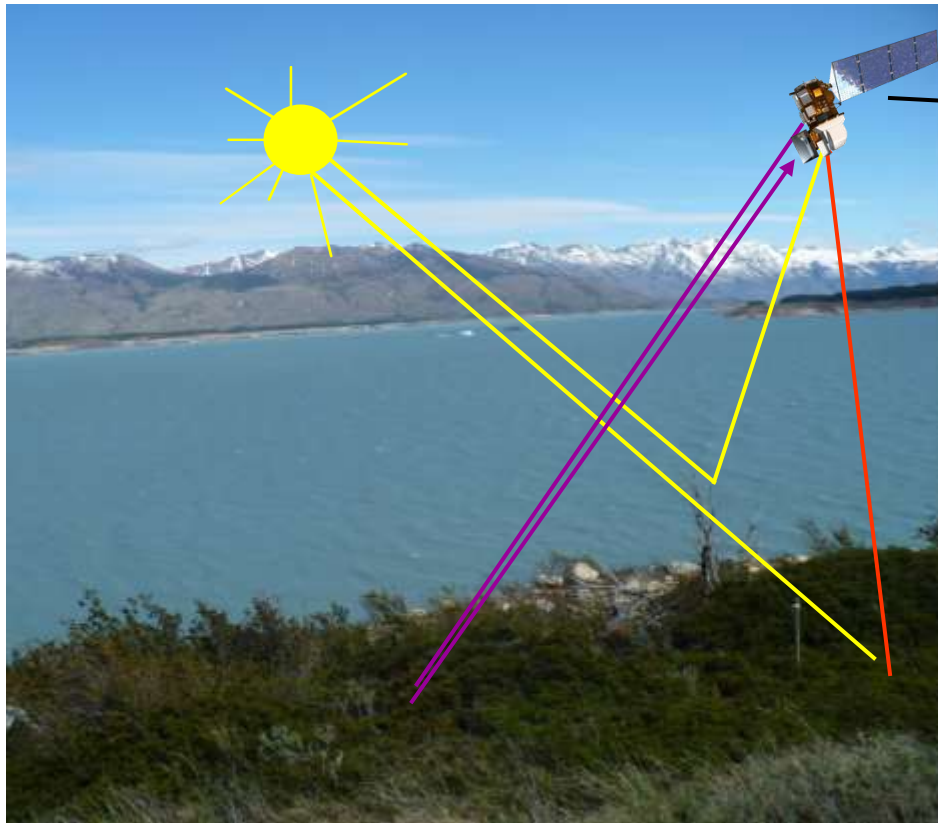
A la derecha,
imagen óptica del
JERS-1. A la
izquierda, imagen
radar el mismo
satélite. Manaos,
1993. Cortesía
NASDA.

Volvamos a la imagen de Brasil

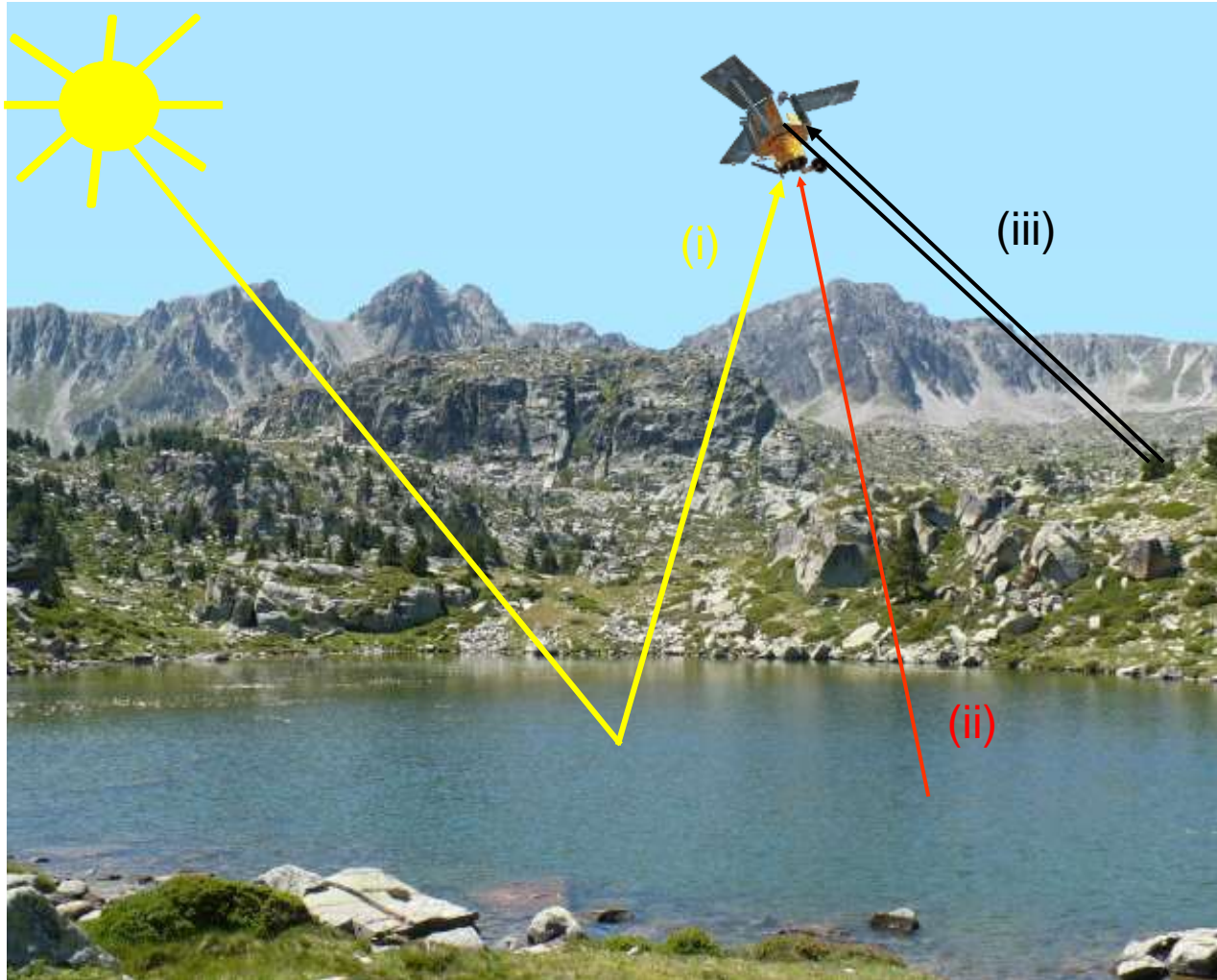


- ¿Por qué vemos distintos colores?
- ¿Cómo se adquiere esta imagen?
- ¿Cómo se interpreta?
- ¿Cómo se relaciona con otras fuentes de información territorial?

Componentes de un sistema de teledetección

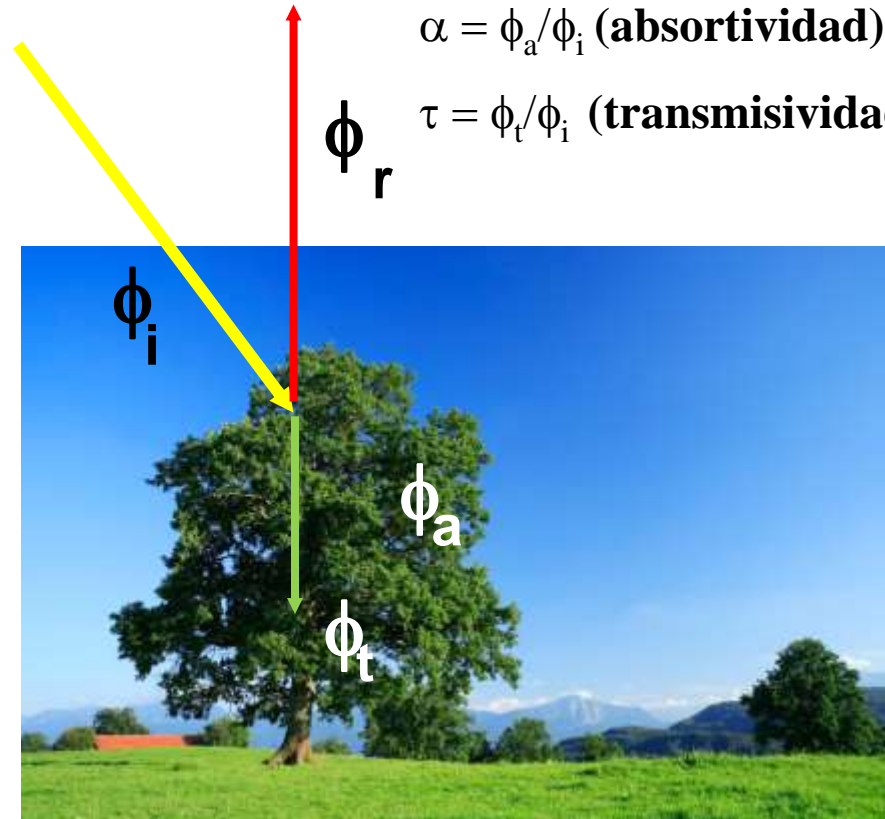
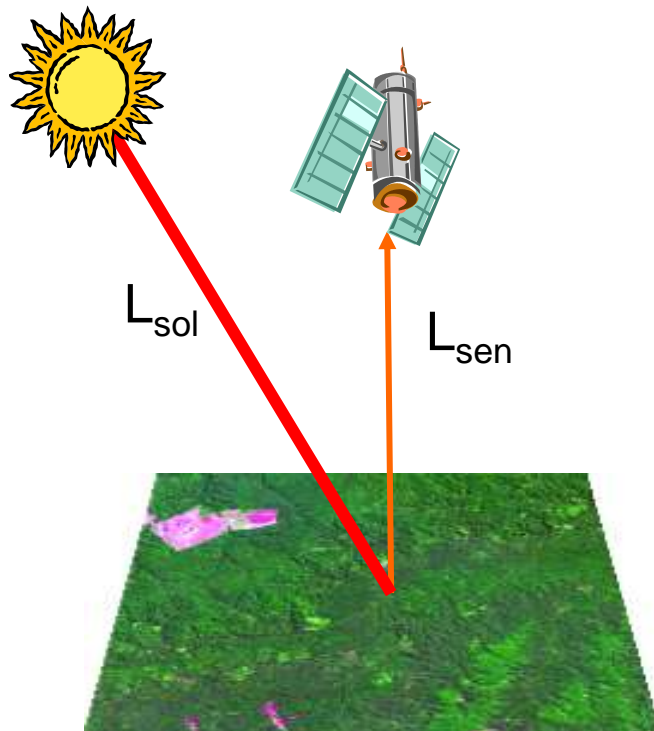


Principales tipos de radiación electromagnética



(i) reflection,
(ii) emission,
and (iii)
emission–
reflection.

Reflectividad



$$\rho = \phi_r / \phi_i \text{ (reflectividad)}$$

$$\alpha = \phi_a / \phi_i \text{ (absortividad)}$$

$$\tau = \phi_t / \phi_i \text{ (transmisividad)}$$

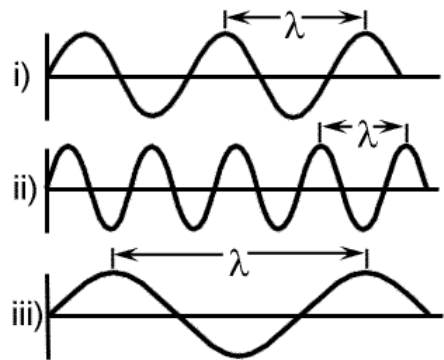
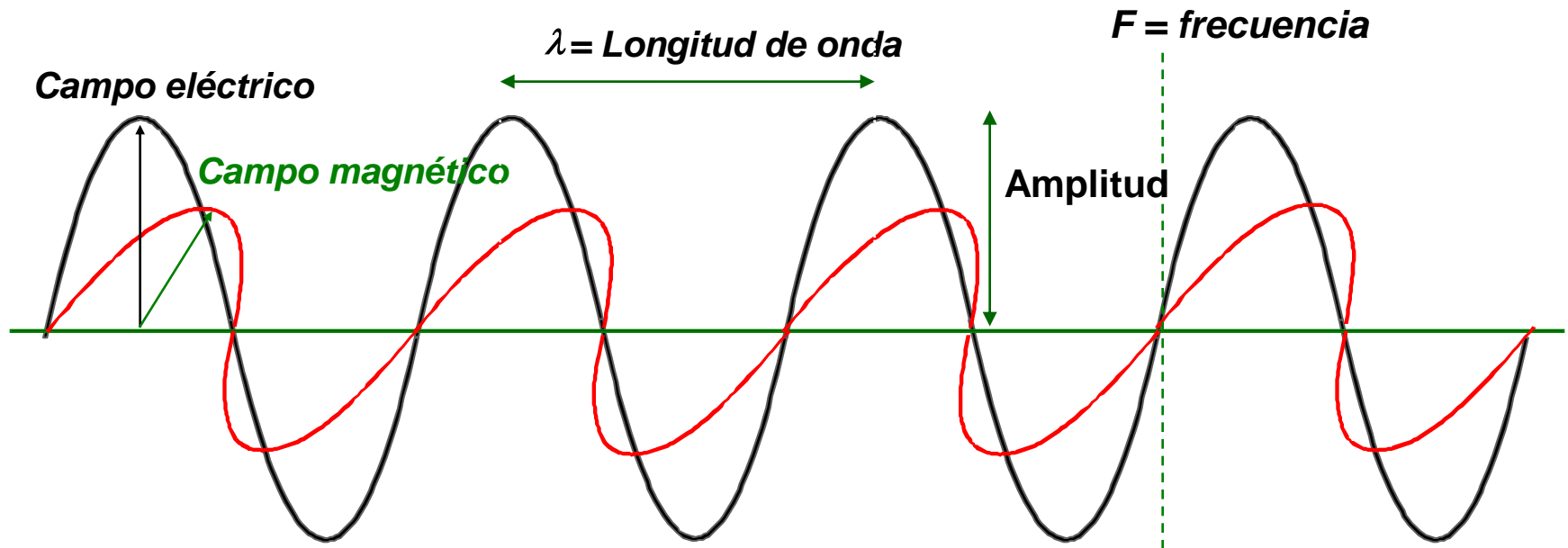
¿De qué depende la energía que refleja una cubierta?

- De la energía que llega a la cubierta.
- De los elementos que absorben (agua, pigmentos, minerales):
 - La absorción no es constante, sino que varía según la longitud de onda.
- Del tipo de reflector (lambertiano o especular).
- De los ángulos de observación e iluminación.

¿De qué depende la energía que refleja una cubierta?

- De la energía que llega a la cubierta.
- De los elementos que absorben (agua, pigmentos, minerales):
 - La absorción no es constante, sino que varía según la longitud de onda.
- Del tipo de reflector (lambertiano o especular).
- De los ángulos de observación e iluminación.

Energía que llega al suelo: radiación electromagnética



$$C = \lambda \times f$$

$$Q = h \times f$$

A mayor f ó menor λ mayor Q

Leyes de la radiación electromagnética (1/2)

Planck:

$$M_{n,\lambda} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left\{ \exp\left(\frac{hc}{\lambda * 10^{-6} kT}\right) - 1 \right\}}$$

$M_{n,\lambda}$ emitancia radiativa

h , constante de Planck ($6,626 \times 10^{-34} \text{ W s}^2$);

k , constante de Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23} \text{ W s}^2 \text{ K}^{-1}$);

c , velocidad de la luz;

λ , longitud de onda,

T , temperatura absoluta de un cuerpo negro (en Kelvin, K).

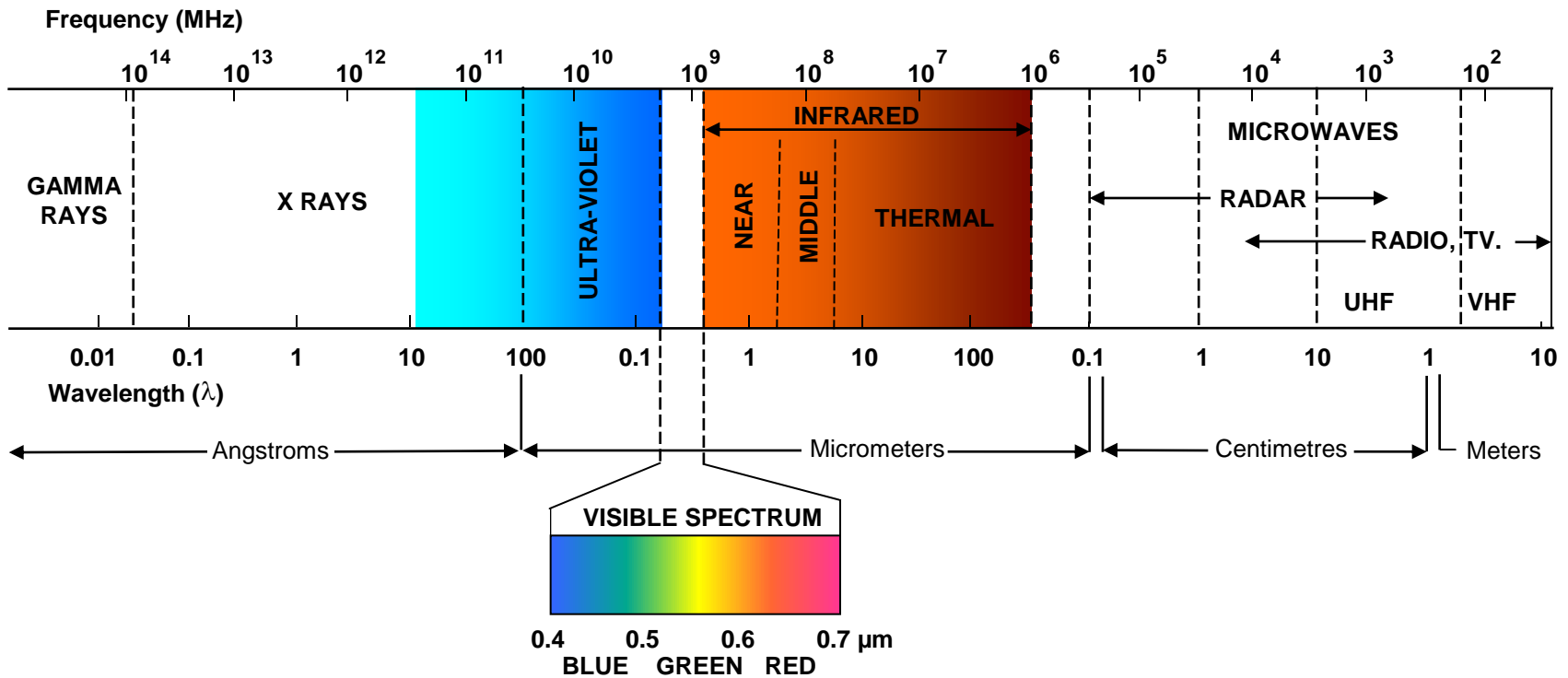
$$c_1 = 3,741 \times 10^8 \text{ W m}^{-2} \mu\text{m}^4$$

$$c_2 = 1,438 \times 10^4 \mu\text{m K}.$$

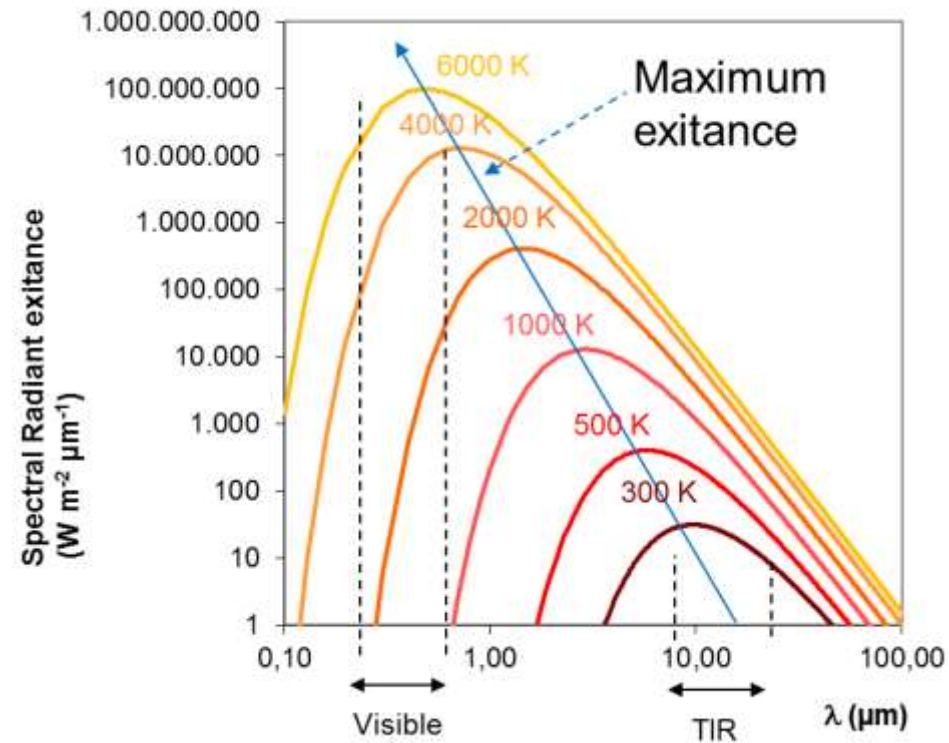
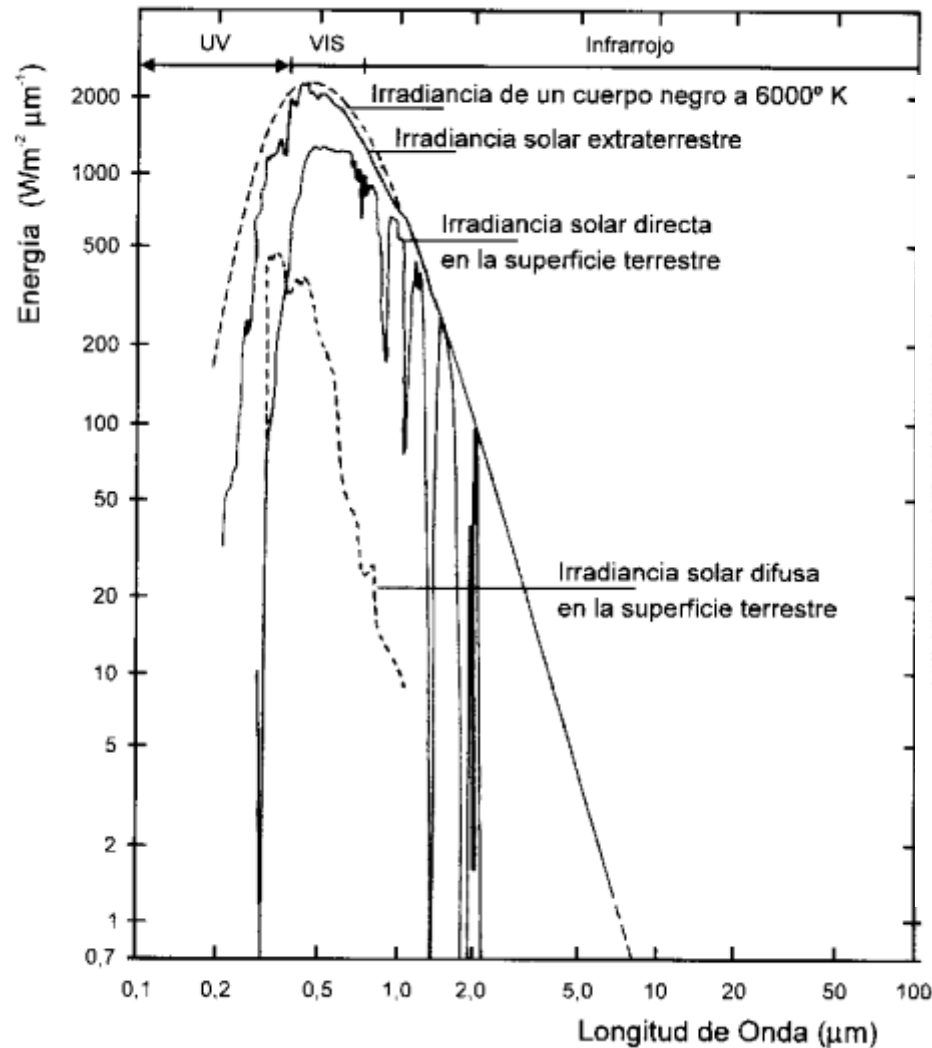
$$M_{n,\lambda} = \frac{c_1}{\lambda^5 \left\{ \exp\left(\frac{c_2}{\lambda T}\right) - 1 \right\}}$$

- Distintas longitudes de onda tendrán comportamientos energéticos distintos.
- Un objeto emite más cuanto más caliente esté.
- Al estar más caliente, emite con mayor intensidad en longitudes de onda más cortas.
- La intensidad de la emisión es menor a mayor longitud de onda.

Espectro electro-magnético

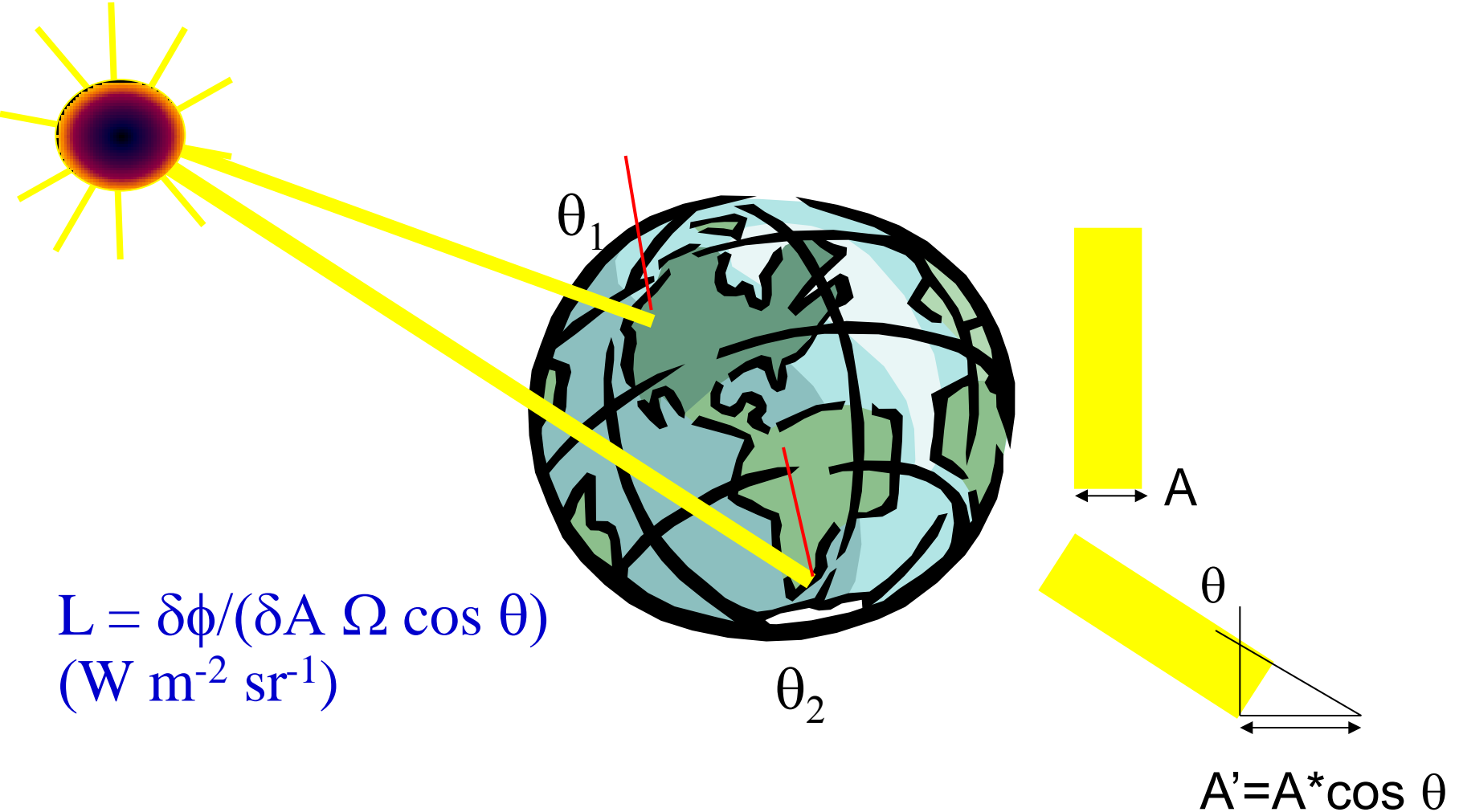


Emitancia radiativa del sol



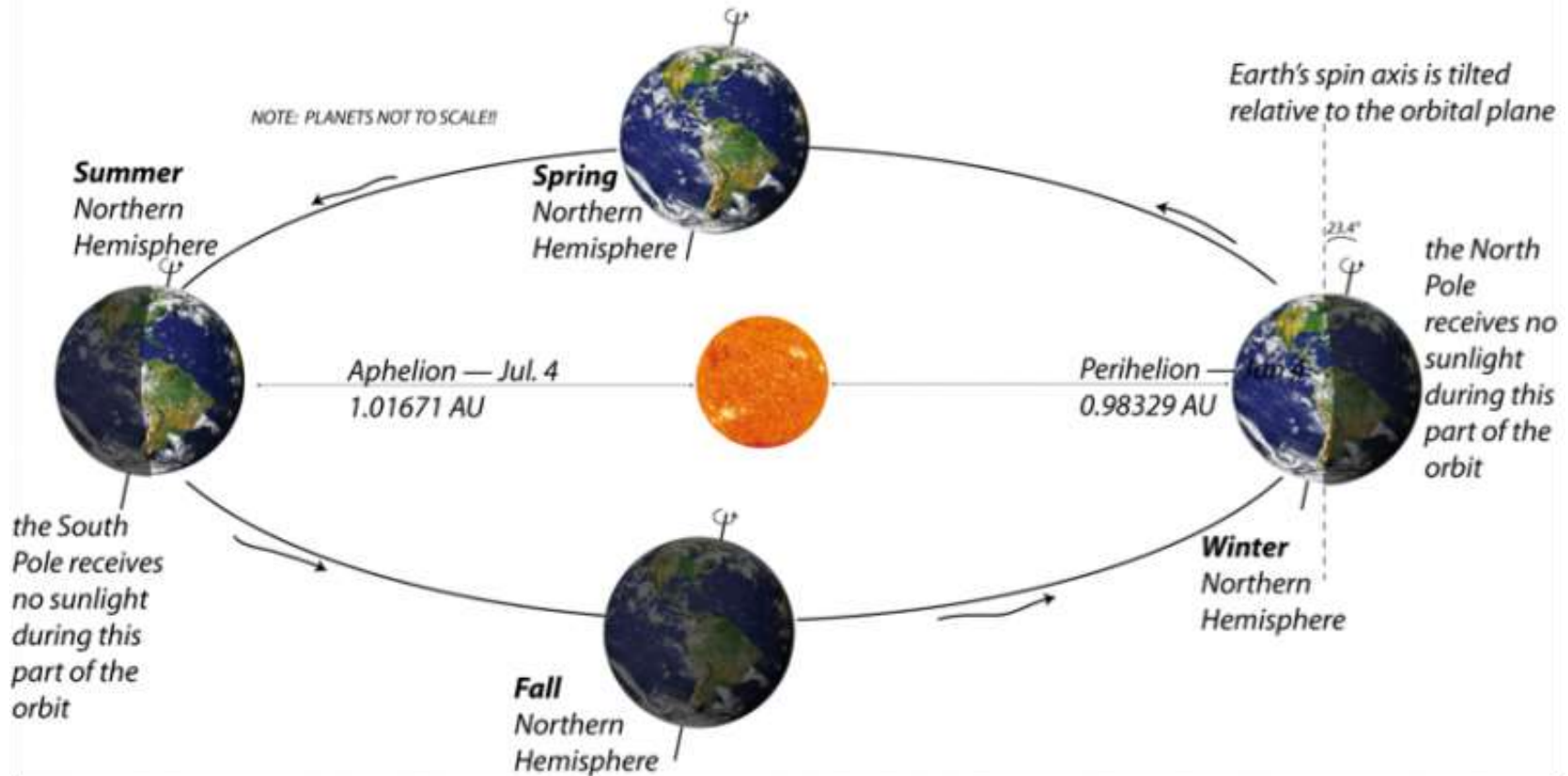
- Emitancia: energía que sale del sol
- Irradiancia: energía que llega a la tierra.
- Radiancia: energía por unidad de ángulo sólido y superficie.

Concepto de radiancia



Variación de la radiación solar a lo largo del año

Earth's Orbit, Axial Tilt, and the Seasons



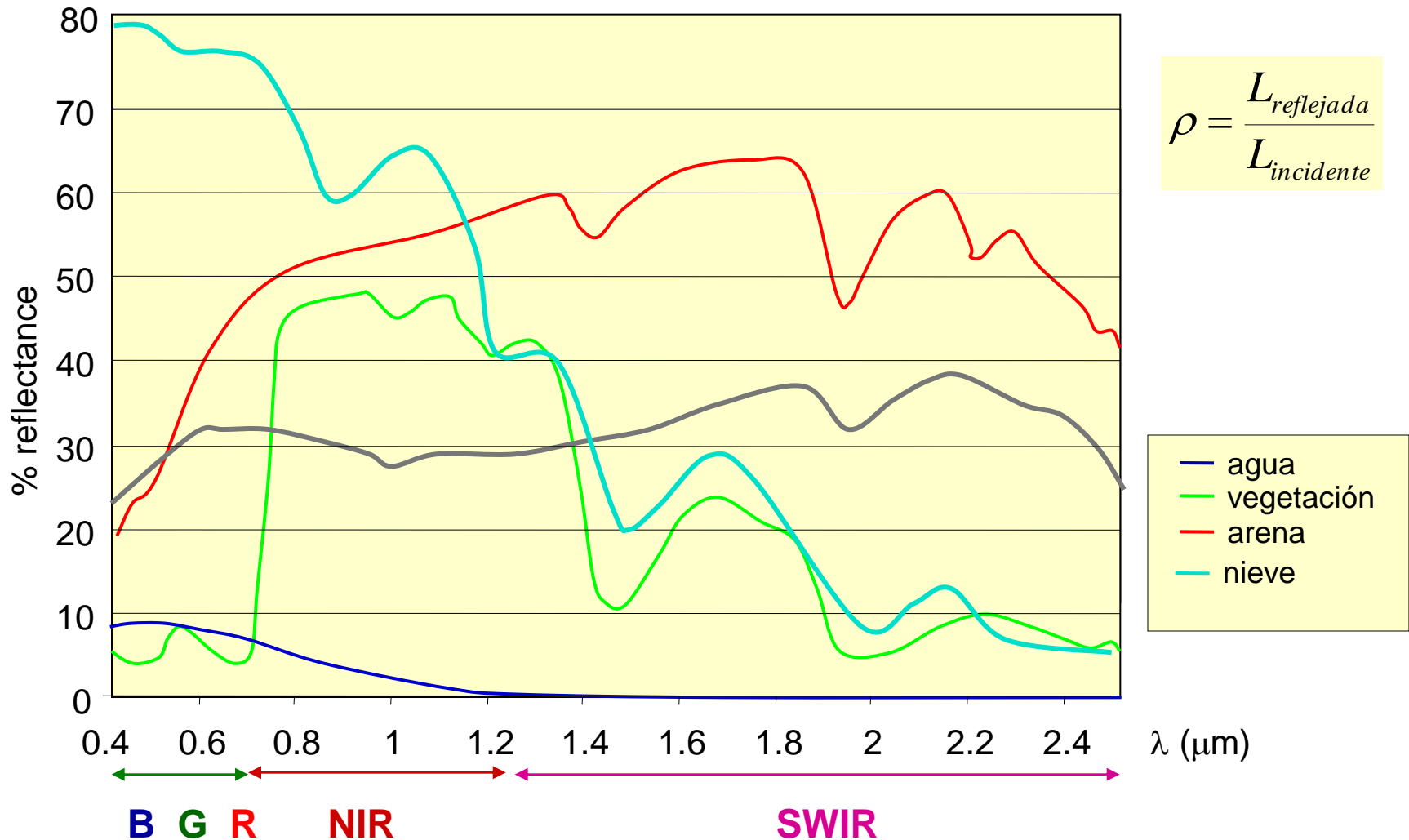
<https://www.e-education.psu.edu/earth103/node/1004>

Animated at: <http://profhorn.aos.wisc.edu/wxwise/climate/earthorbit.html>

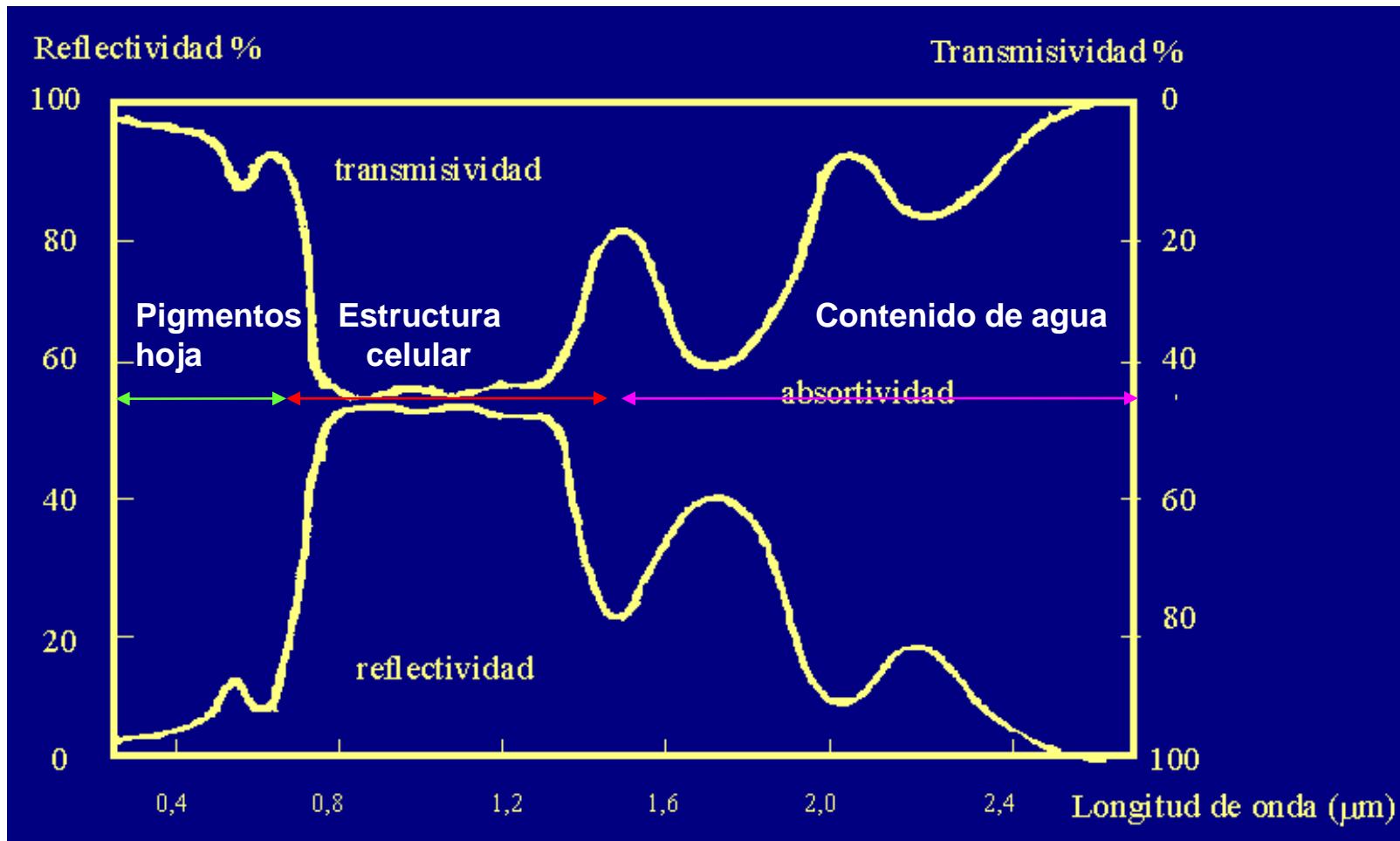
¿De qué depende la energía que refleja una cubierta?

- De la energía que llega a la cubierta.
- De los elementos que absorben (agua, pigmentos, minerales):
 - La absorción no es constante, sino que varía según la longitud de onda.
- Del tipo de reflector (lambertiano o especular).
- De los ángulos de observación e iluminación.

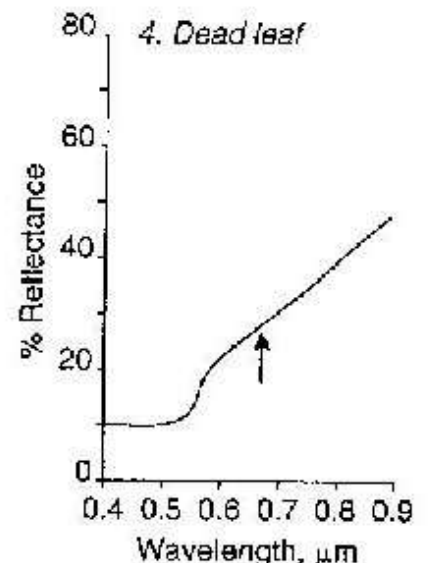
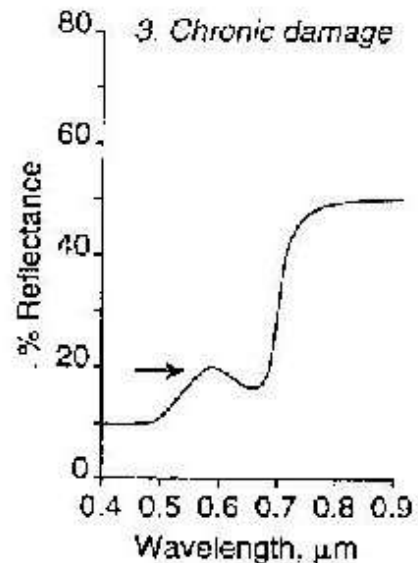
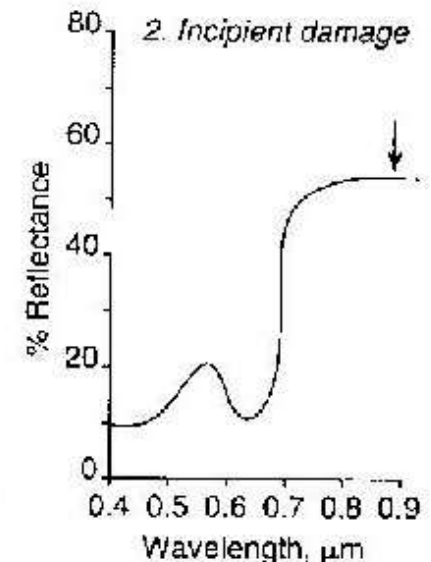
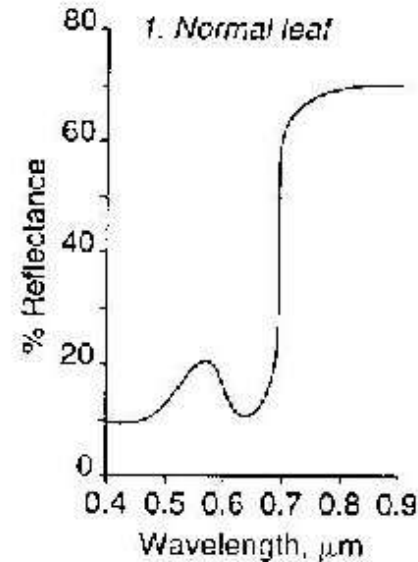
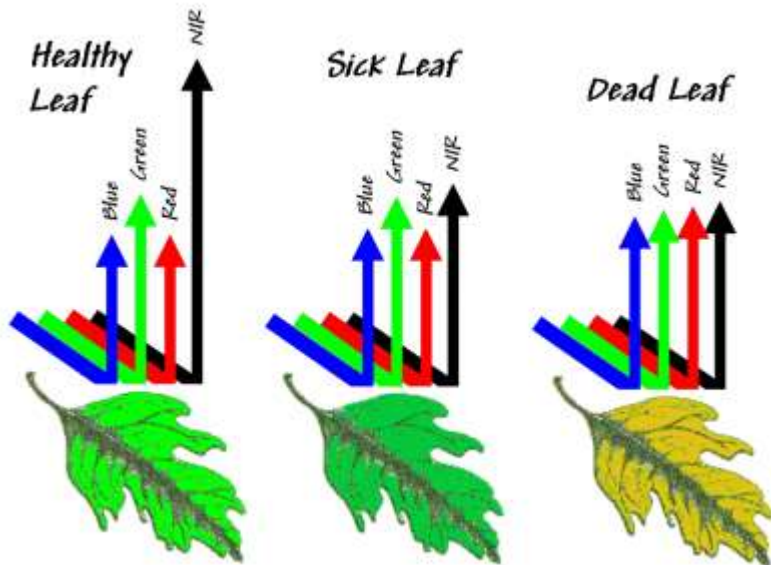
Curvas típicas de reflectividad



Absorción de una hoja sana

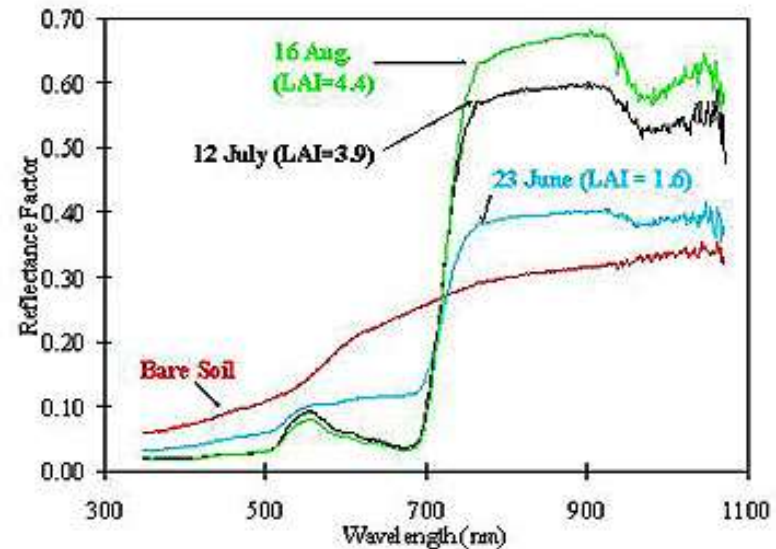


Deterioro de la hoja y reflectividad.



La reflectividad de una hoja no es igual a la de la planta

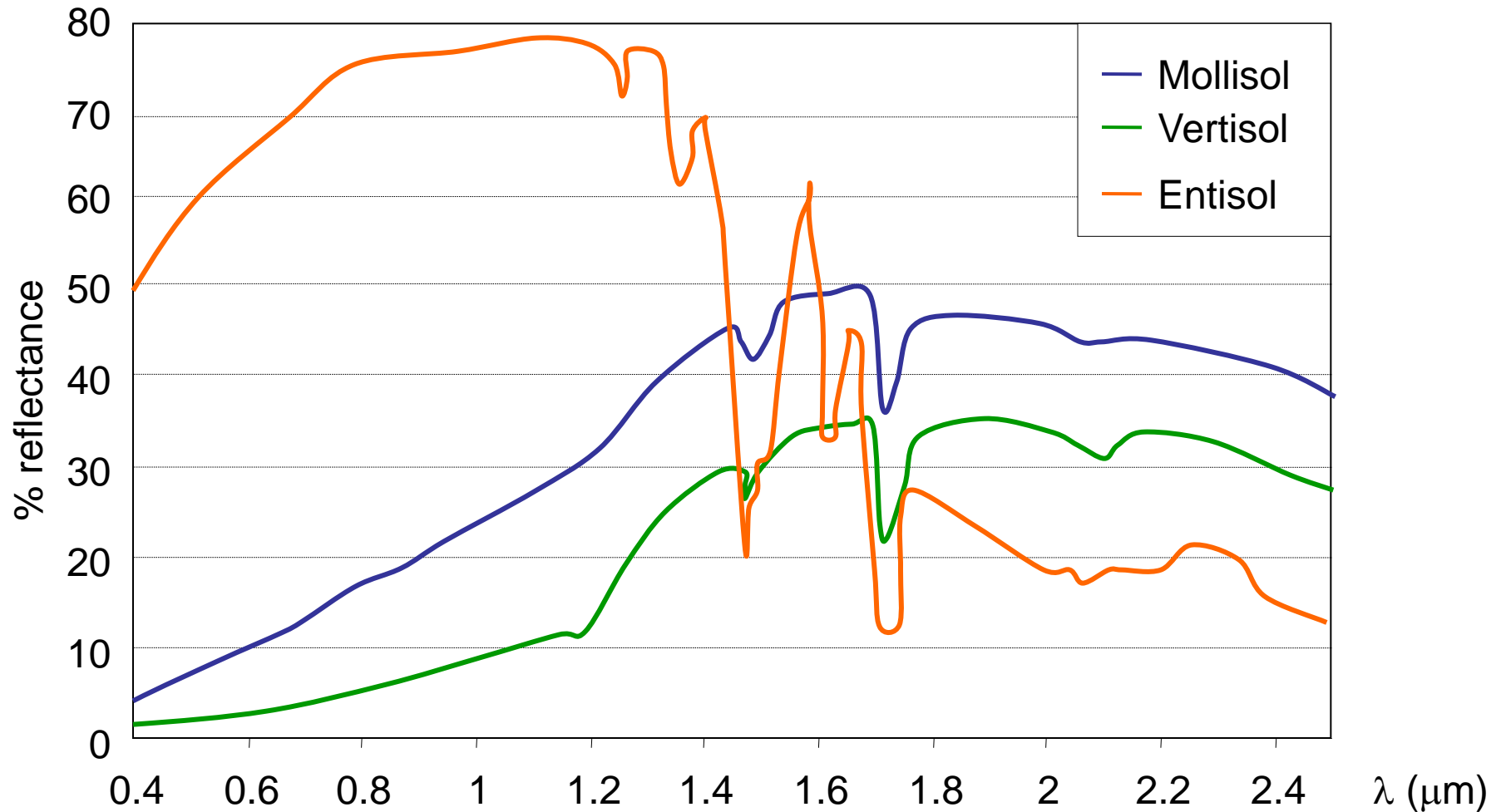
Características del dosel Ángulos de observación



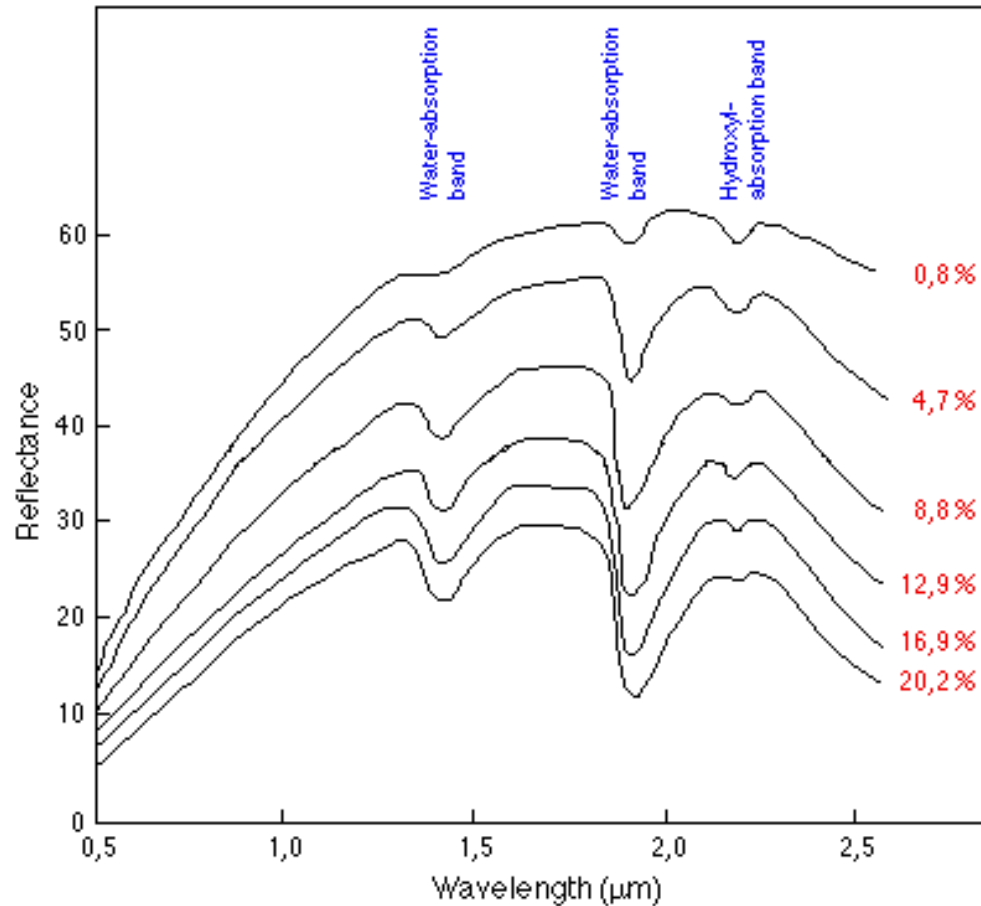
Factores de la reflectividad del suelo

- Humedad (a mayor, menor reflectividad en el SWIR).
- Tipo de mineral (hierro, caliza).
- Materia orgánica (más oscuro).

Reflectividad para distintos suelos

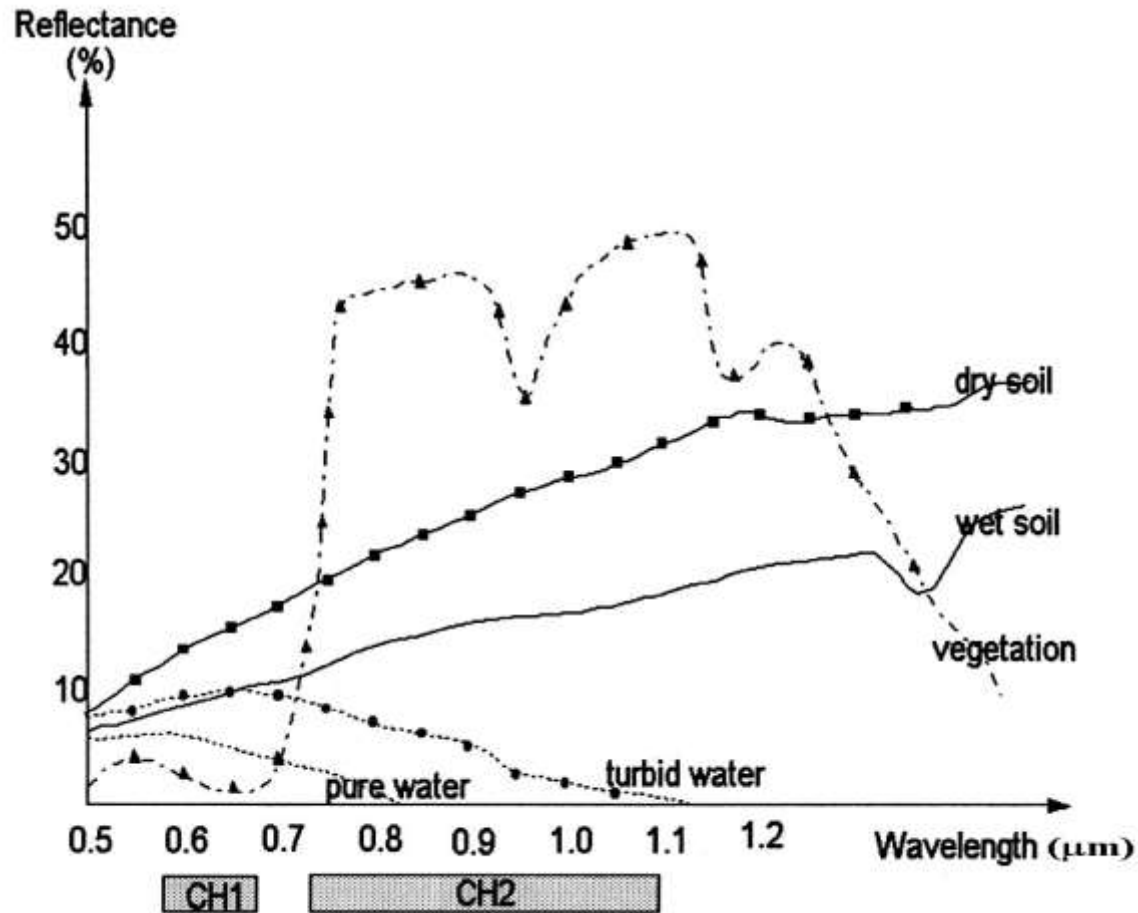


Humedad del suelo



Spectral reflectance curves for Newtonia silt loam at various moisture contents (after Bowers and Hanks, 1965)

Reflectividad del agua



<http://www.wmo.ch/pages/prog/sat/CGMS/Directoryofapplications/en/im6-13rear.htm>

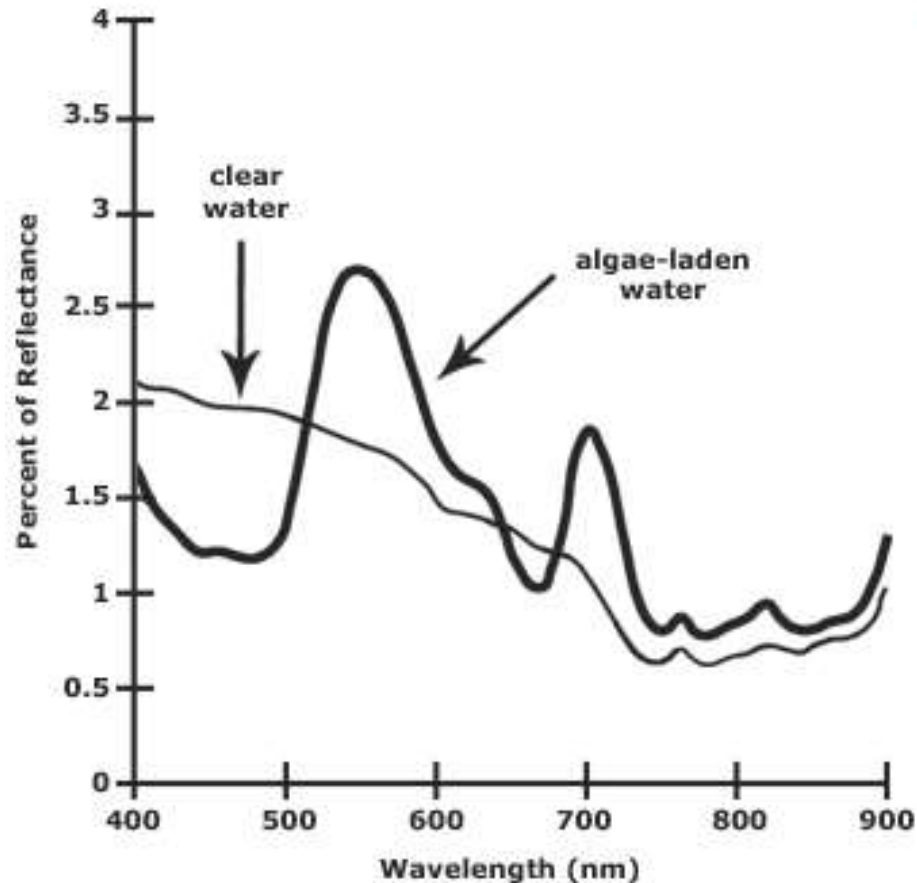
Turbidez



Manaos, Brasil
Imagen Aster,
2001

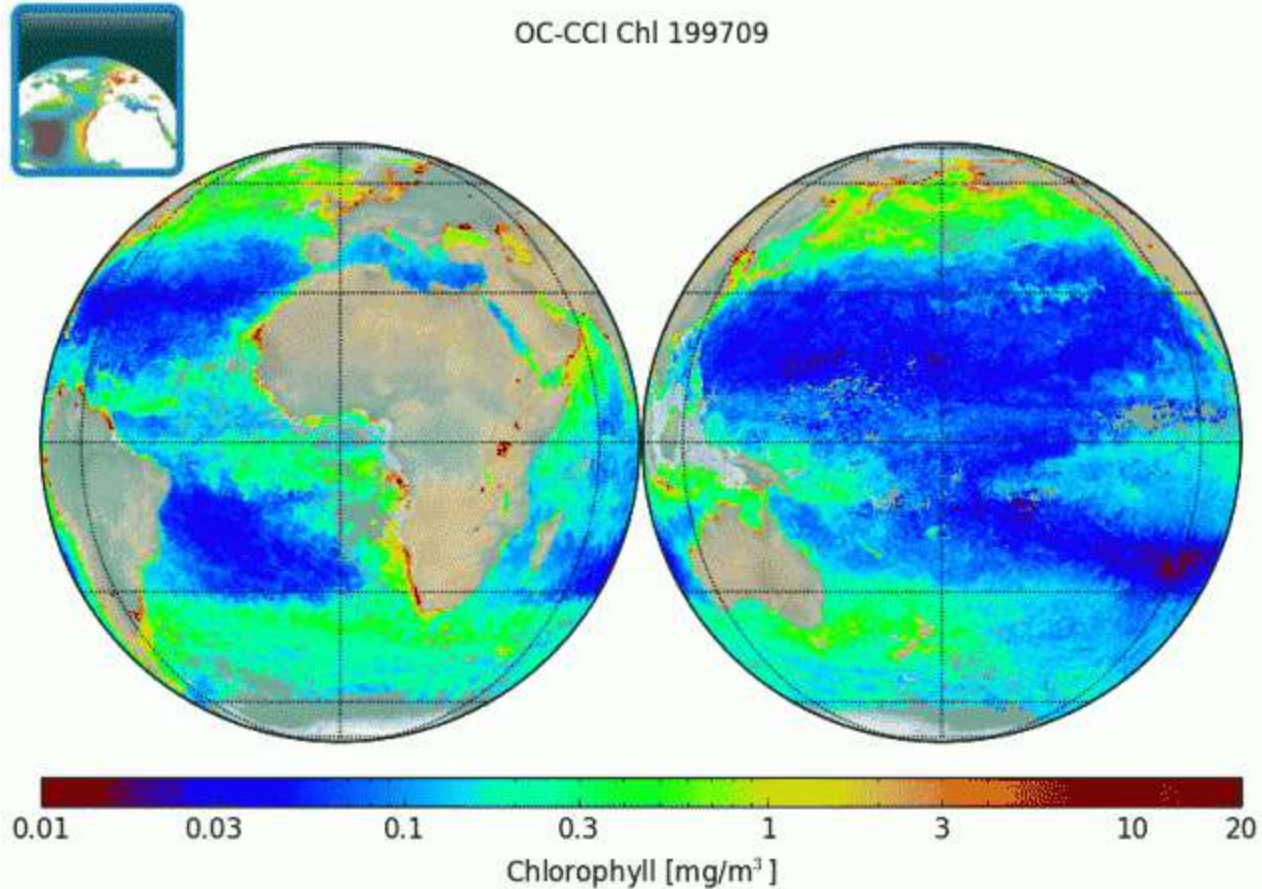
Cortesía Nasa

Contenido de clorofila

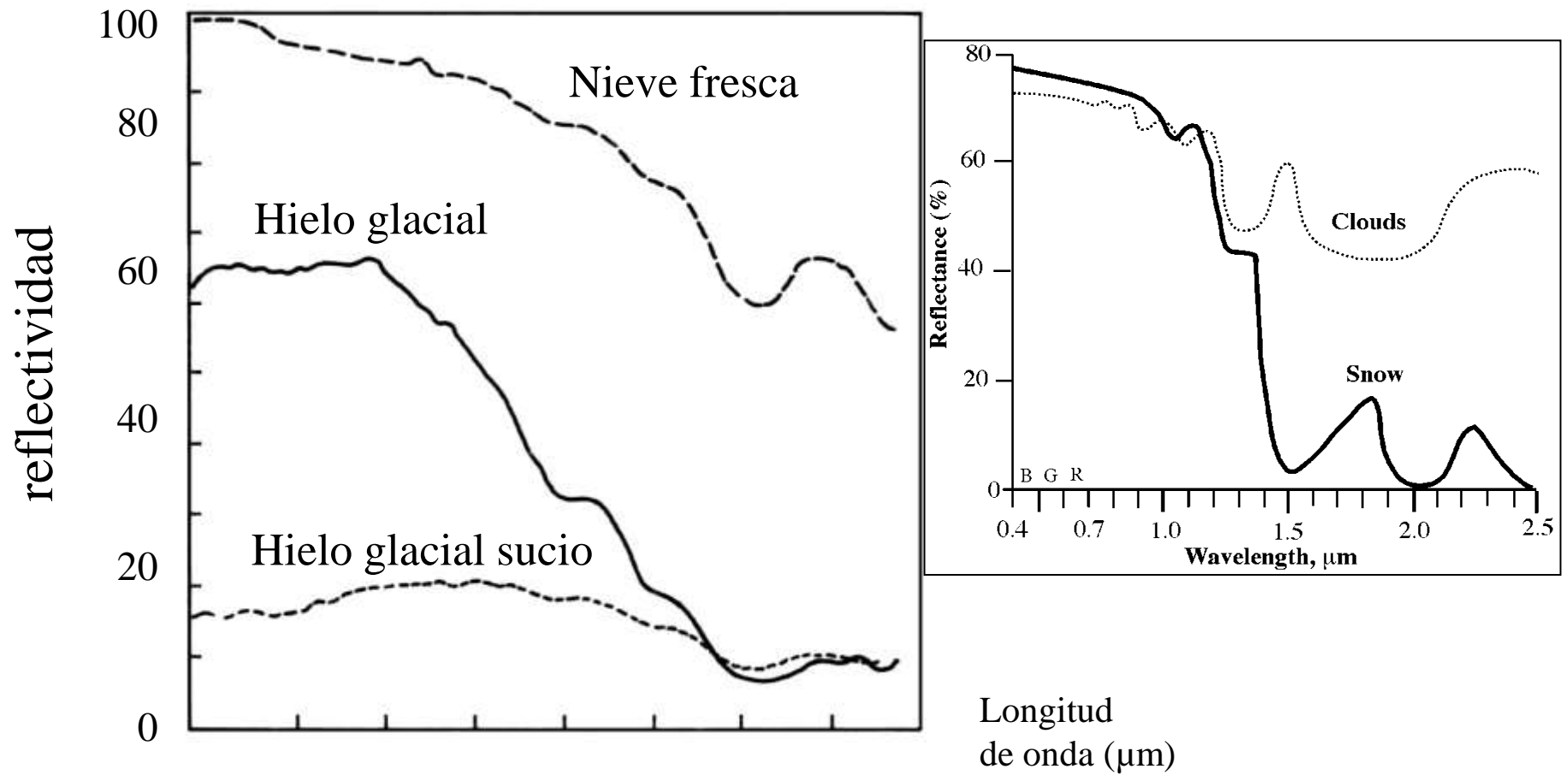


<http://www.csc.noaa.gov/crs/cwq/rsbasics.html>

Ocean colour (Seawifs data)



Reflectividad de la nieve



Algunas bibliotecas espectrales

- USGS (<http://speclab.cr.usgs.gov>).
- ASTER (<http://speclib.jpl.nasa.gov>).
- Purdue
(<http://shay.ench.purdue.edu/~frdata/FRDATA/Index.html>).
- Espectra (www.geogra.uah.es/espectra).
- Speccio (<http://www.geo.uzh.ch/en/remote-sensing-laboratory/research/spectroscopy-spectrolab/ongoing-projects/specchio-database/>)

También pueden medirse con radiómetros

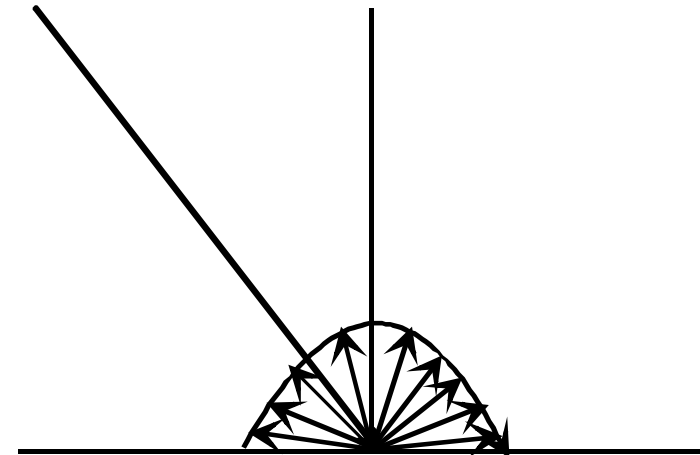
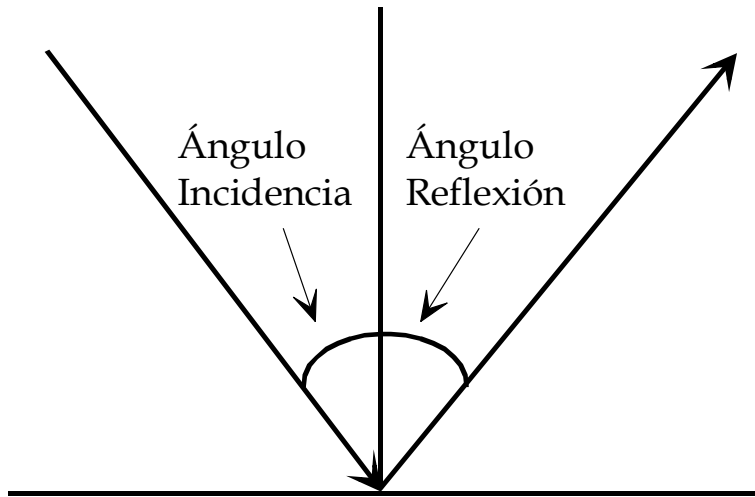
- De filtros.
- Espectro-radiómetros.



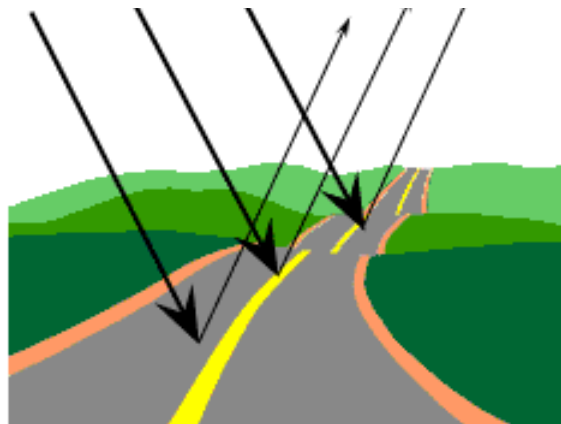
¿De qué depende la energía que refleja una cubierta?

- De la energía que llega a la cubierta.
- De los elementos que absorben (agua, pigmentos, minerales):
 - La absorción no es constante, sino que varía según la longitud de onda.
- **Del tipo de reflector.**
- **De los ángulos de observación e iluminación.**

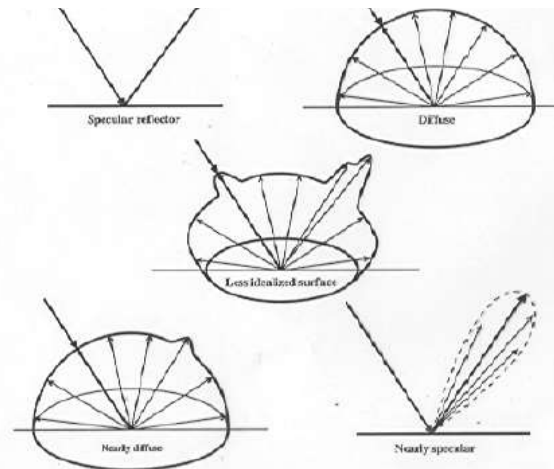
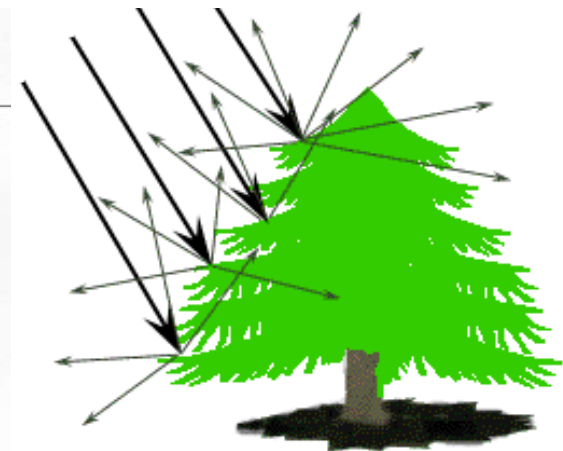
Tipos de reflectores



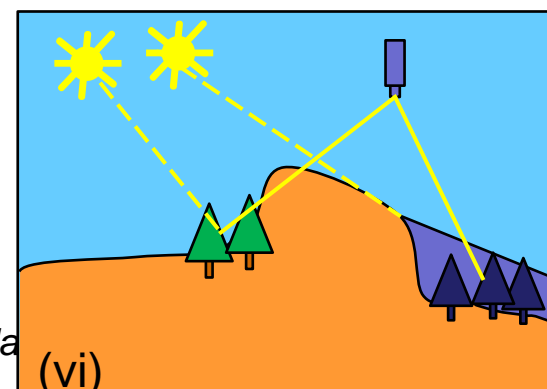
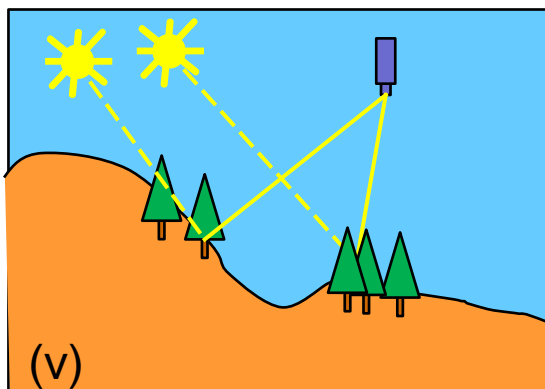
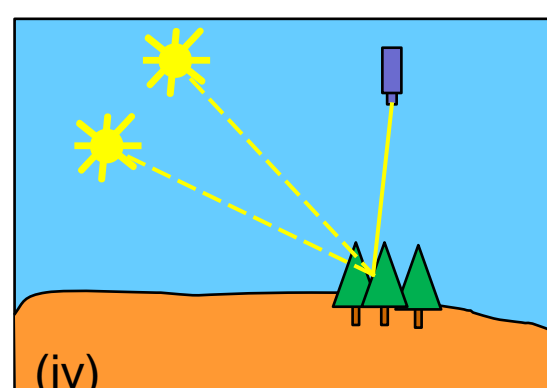
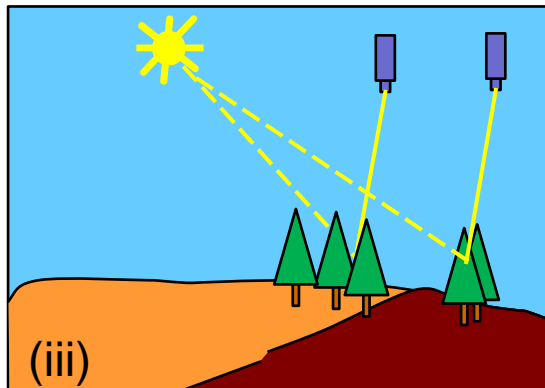
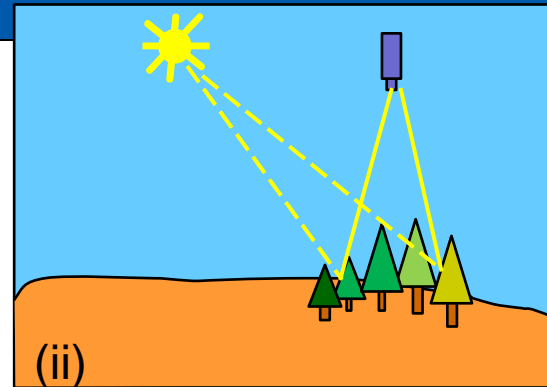
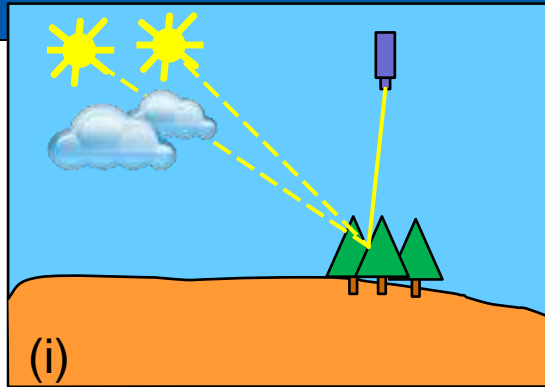
REFLECTOR ESPECULAR



REFLECTOR LAMBERTIANO

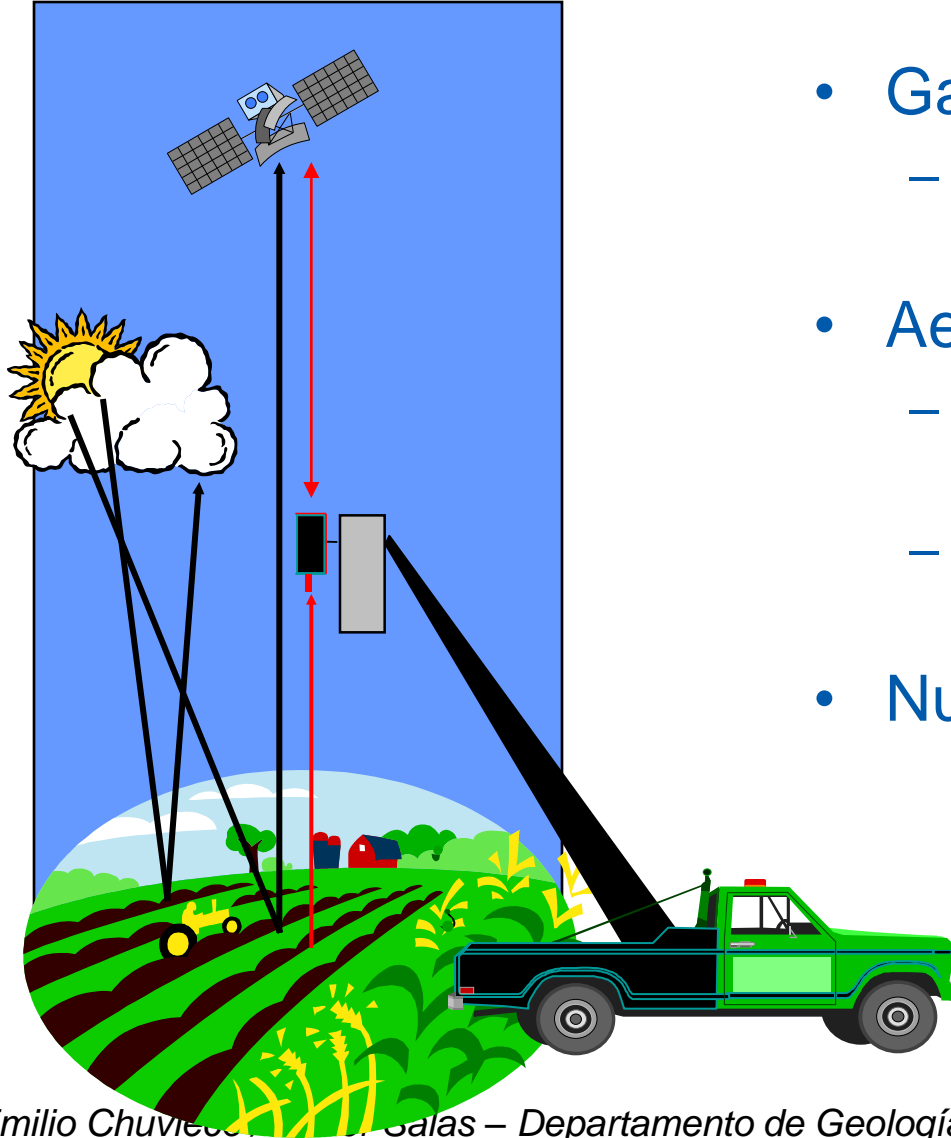


Factores que modifican la reflectividad característica



- (i) altura solar
- (ii) orientación
- (iii) pendiente
- (iv) atmósfera
- (v) fenología
- (vi) sustrato

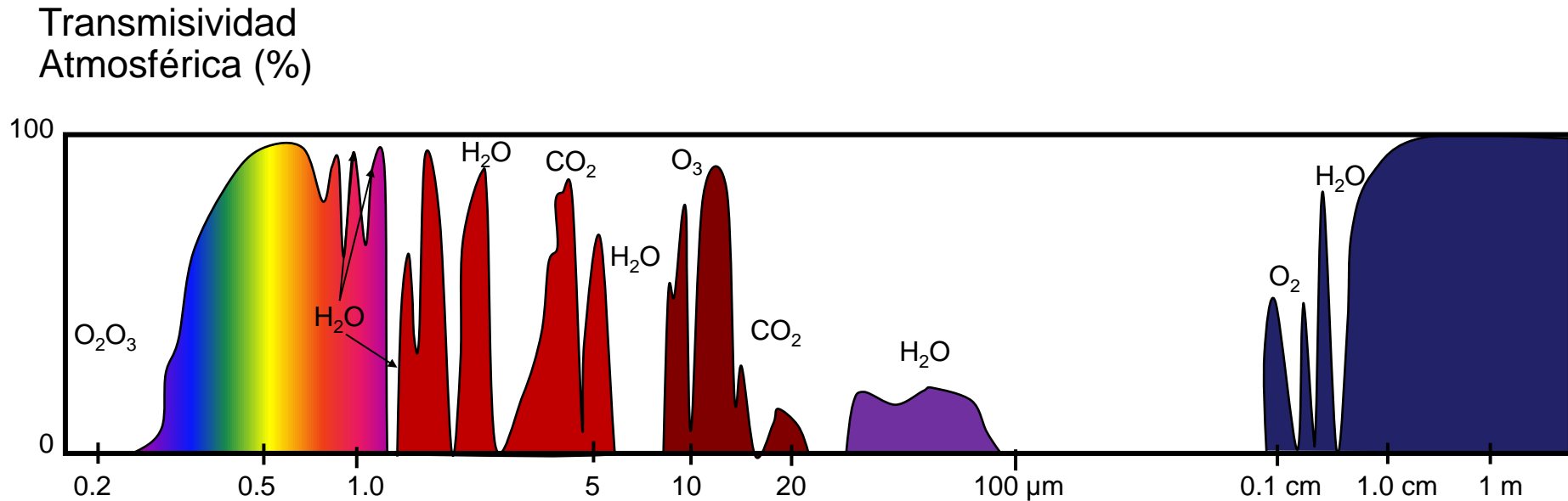
Interacción con la atmósfera



- Gases
 - O_3 , H_2O , O_2 , CO_2 , CH_4 y N_2O
- Aerosoles
 - Partículas sólidas, humo, polvo desértico...
 - Partículas líquidas, gotículas de agua
- Nubes

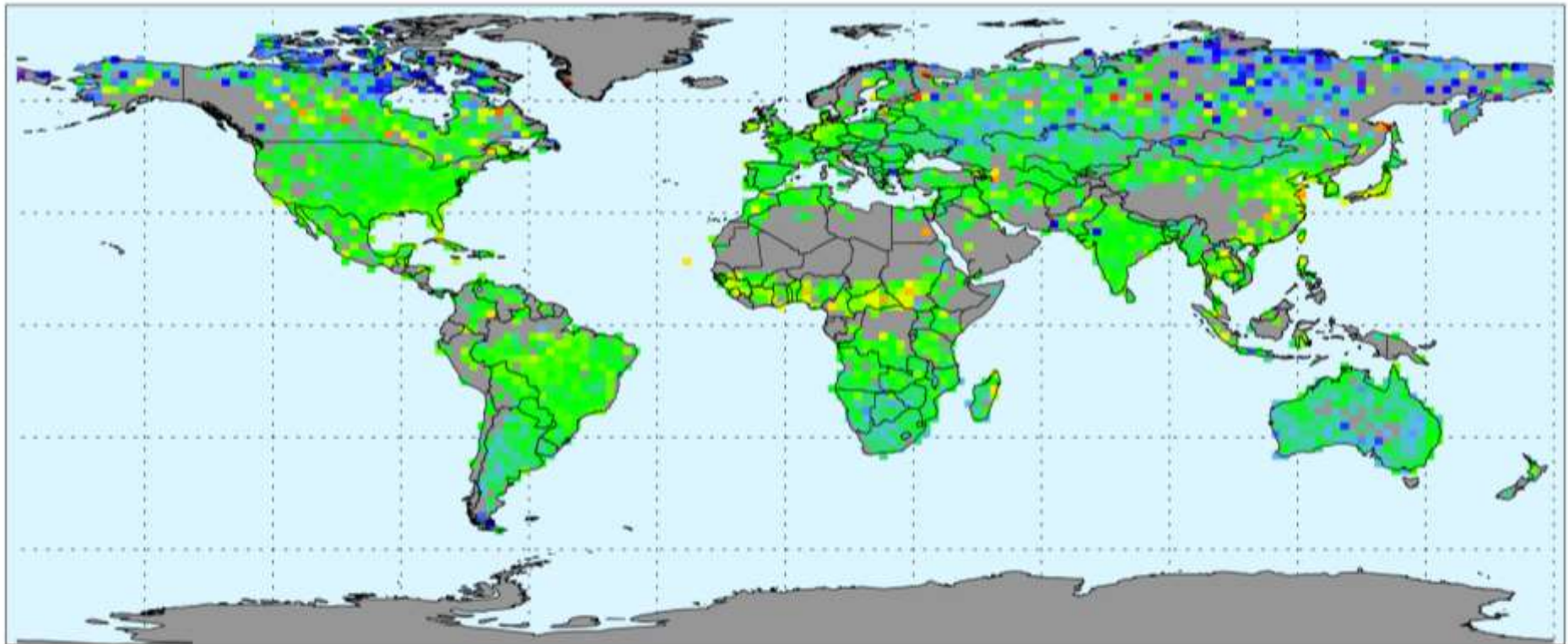
- Absorción (filtro):
 - Atenuación de la señal; evitar ciertas longitudes de onda
- Dispersión (reflexión):
 - Incremento de la señal; separar la reflectividad de la atmósfera y del suelo
- Emisión (generación):
 - Incremento de la señal; separar temperatura de la atmósfera y del suelo

Ventanas atmosféricas



(adaptado de Lillesand y Kiefer, 1994)

Global CO₂ distribution retrieved from TANSO/GOSAT



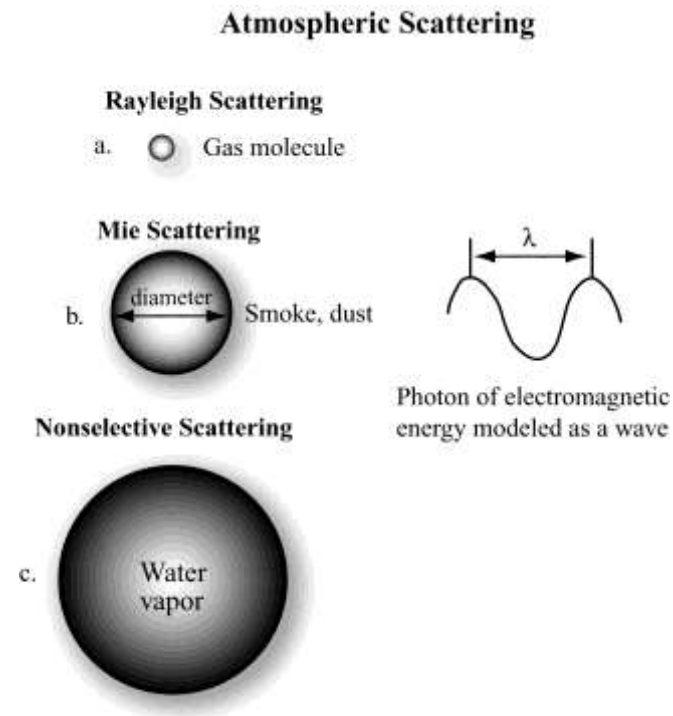
XCO₂ [ppm]



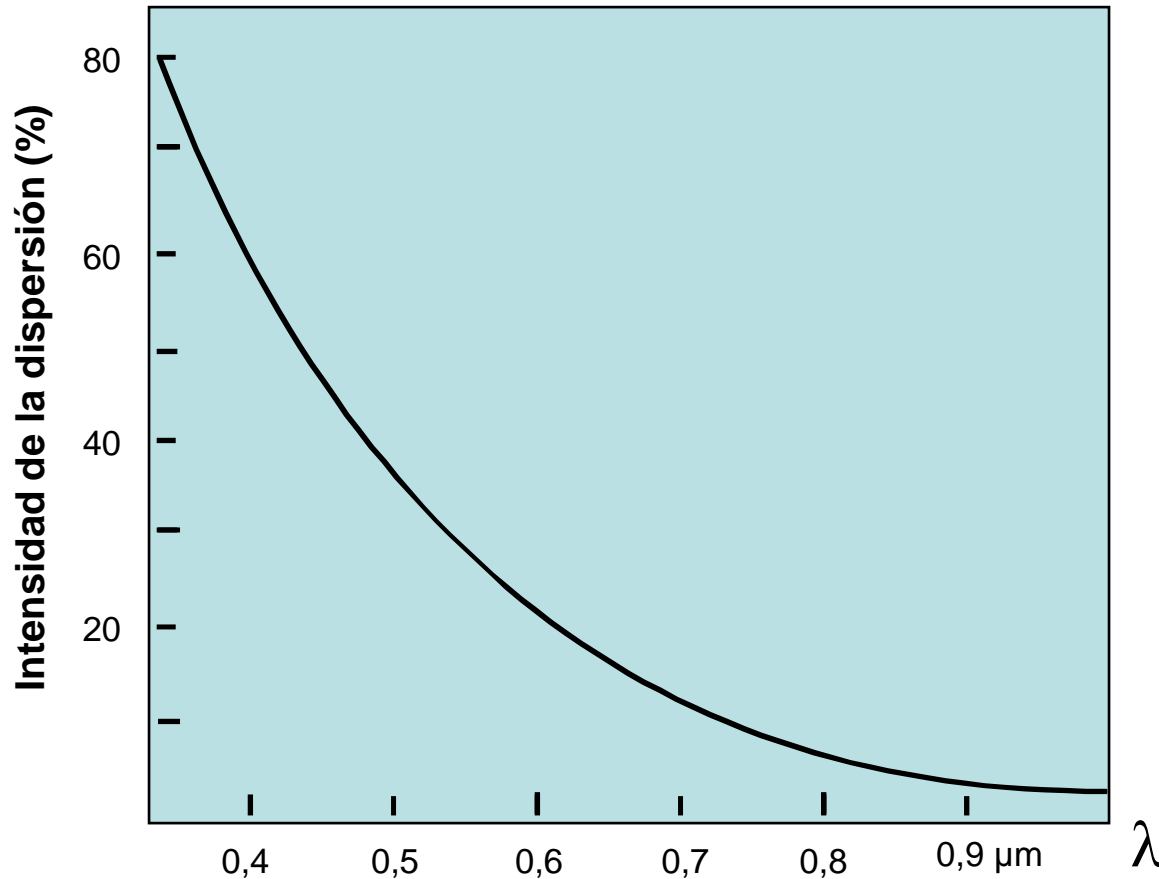
(Courtesy from Michael Buchwitz: <http://www.esa-ghg-cci.org/?q=node/115>)

Tipos de dispersión atmosférica

- Rayleigh:
 - $\varnothing < \lambda$.
 - Afecta a las más λ cortas ($1/\lambda^4$) y es la más intensa: cielo.
- Mie:
 - $\varnothing \approx \lambda$.
 - Afectan a mayores λ : aerosoles y polvo atmosférico.
- No selectiva:
 - $\varnothing > \lambda$.
 - Por igual en cualquier λ : nubes



Dispersión Rayleigh a distintas longitudes de onda



(adaptado de Campbell, 1987)

Efecto de la dispersión atmosférica



Dubai desde 3000 m