



TELEDETECCIÓN APLICADA

Geomática

mayo de 2021, Sevilla (España)

Prof. Dr. Emilio Ramírez Juidías



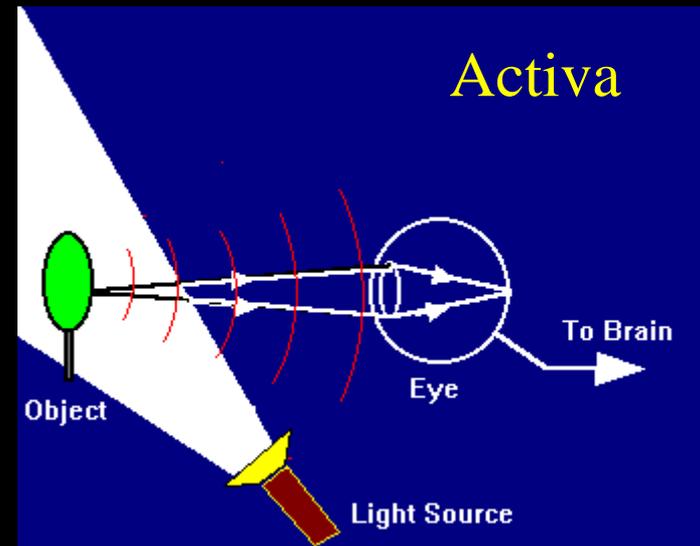
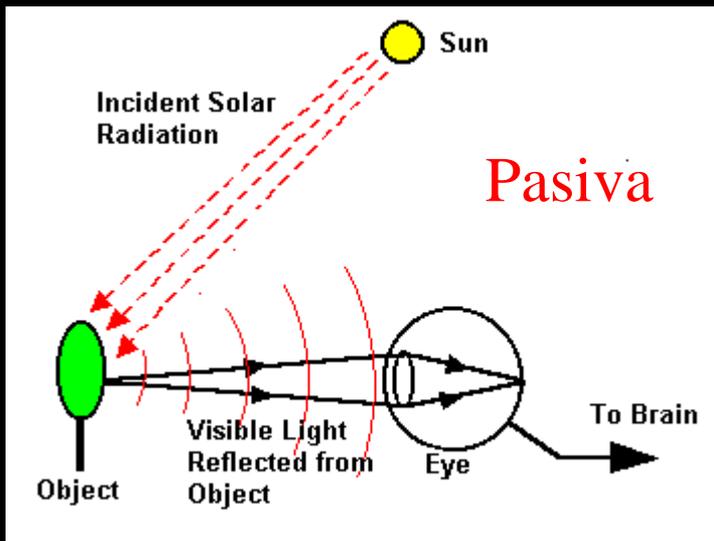
ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. INFORMACIÓN A OBTENER
3. TOMA DE DATOS
4. PREDICCIÓN
5. CONCLUSIONES
6. BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

La teledetección es la ciencia de obtener información acerca de la superficie terrestre sin entrar en contacto con ella.

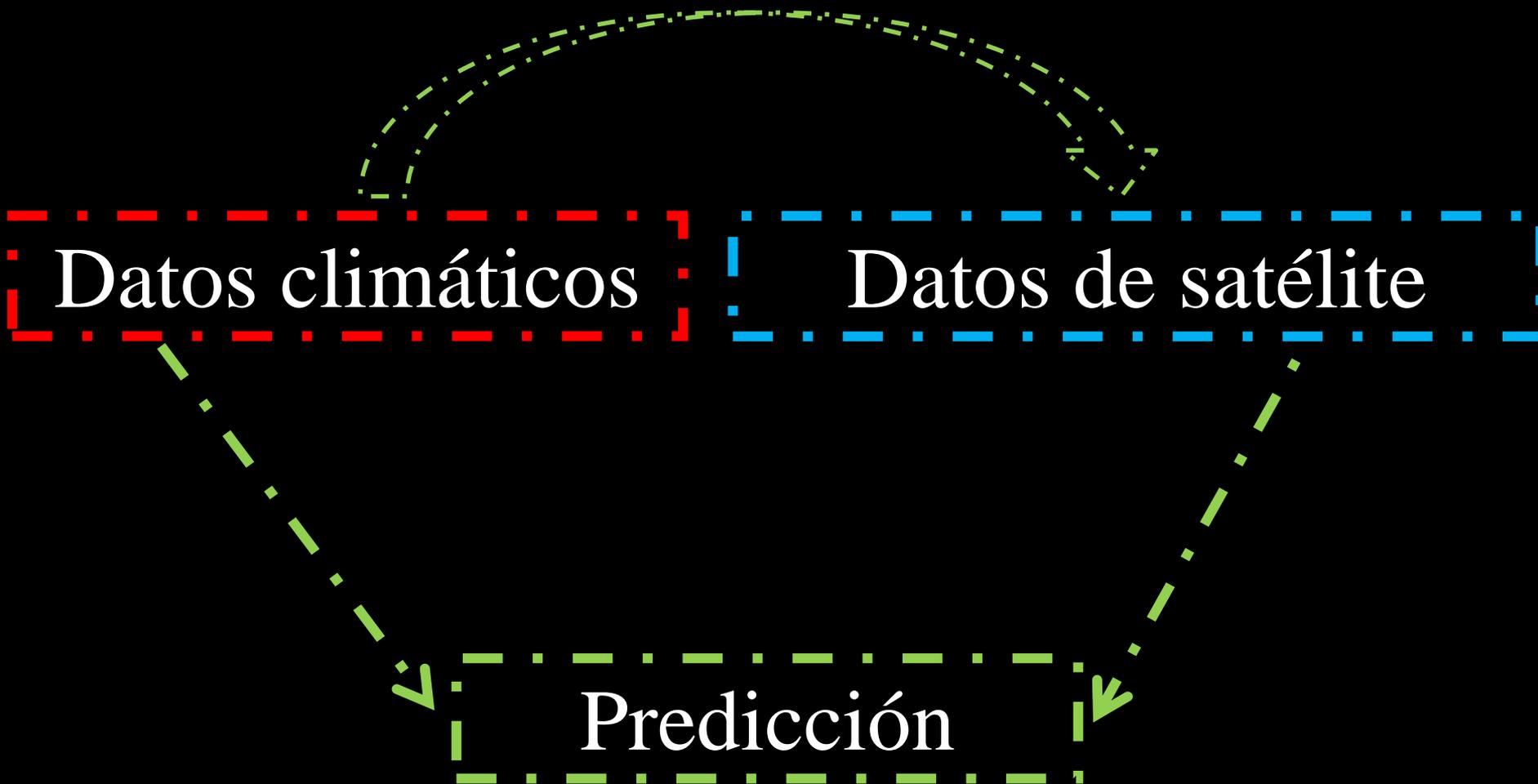
Ramírez-Juidías et. al, 2020

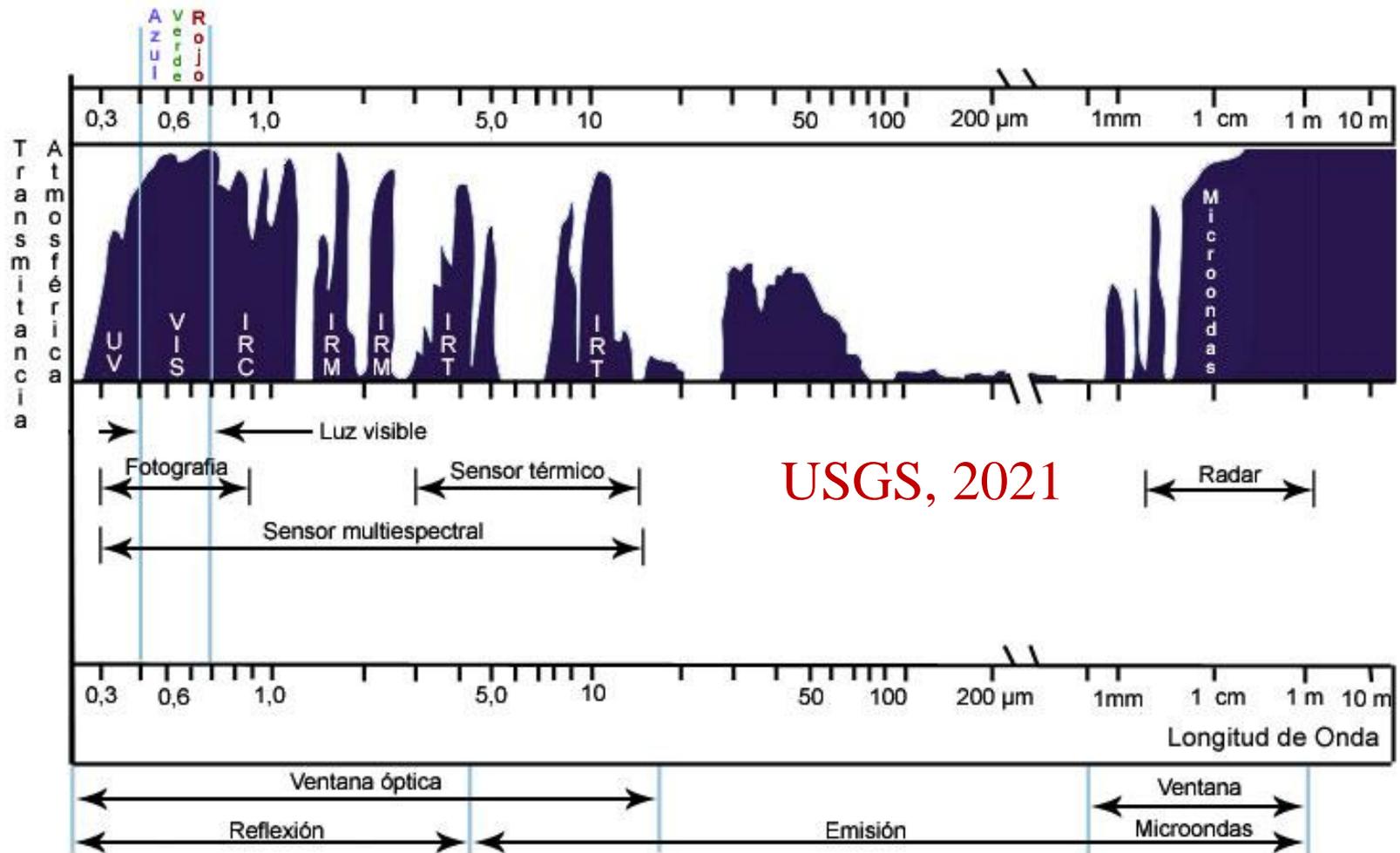


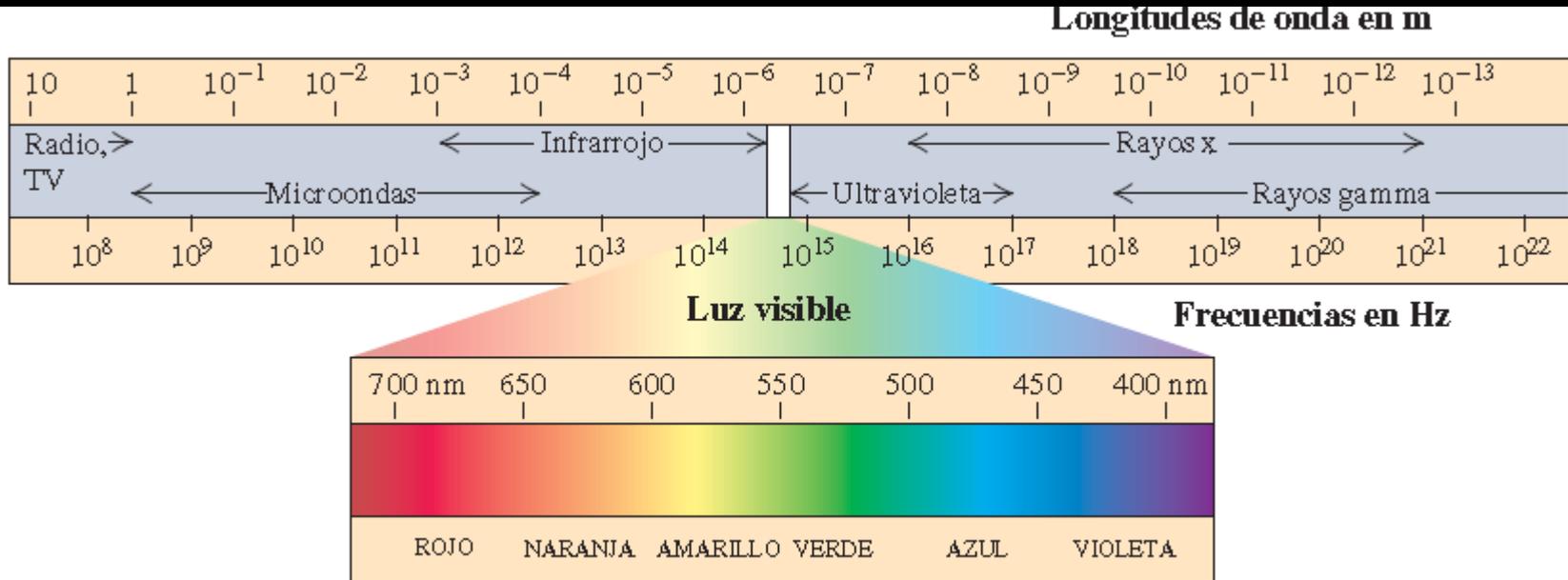
Big Data:

Solano Márquez, 2016

Plataforma de almacenamiento de datos masivos de gran variedad, que junto a las bases de datos convencionales y, gracias a las aplicaciones existentes, permite analizar los mismos a una velocidad tal que es posible obtener la información correcta en el momento preciso.







$$m = m_0 + K_{\lambda} \cdot X$$

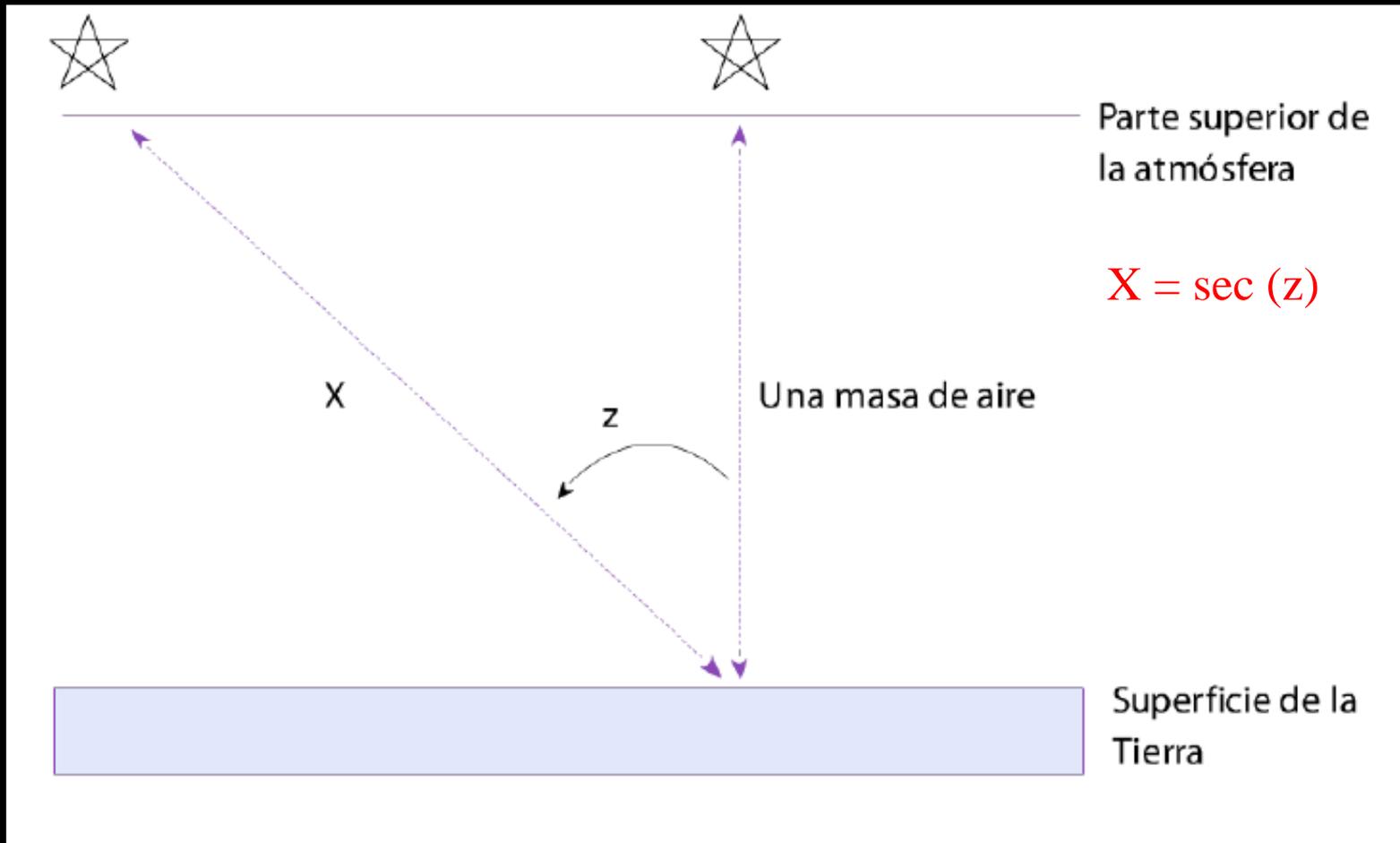
m = magnitud medida

m_0 = magnitud medida fuera de atm.

K = coef. de extinción

X = masa de aire

$$X = \sec(z) - 0,0018167 \cdot [\sec(z-1)] - 0,002875 \cdot [\sec(z-1)]^2 - 0,0008083 \cdot [\sec(z-1)]^3$$



Profundidad óptica:

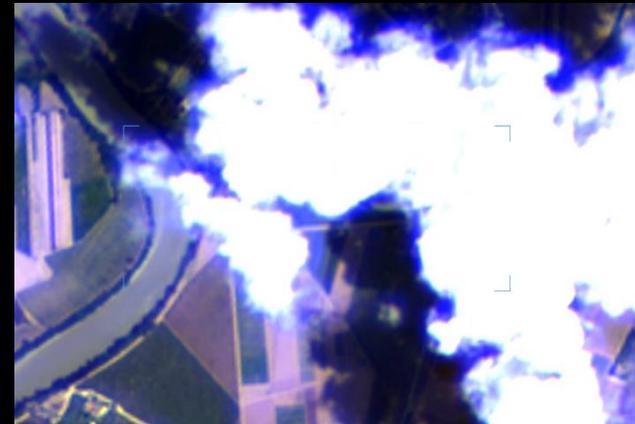
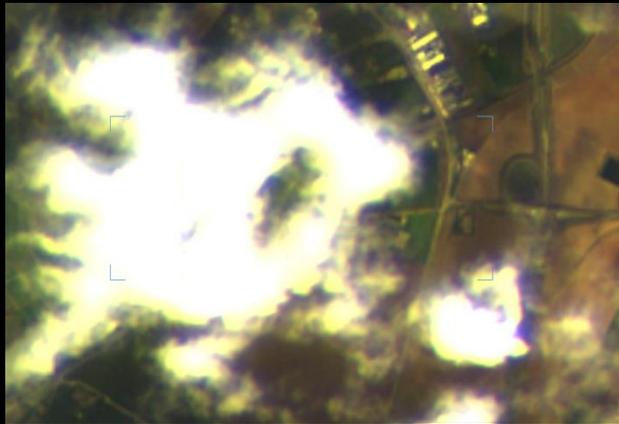
Medida adimensional que sirve para darnos una idea de la transparencia del medio.

$$\tau(z) = - \int_{\infty}^z k_v(z') dz'$$

$k_v(z')$ → opacidad a profundidad z'

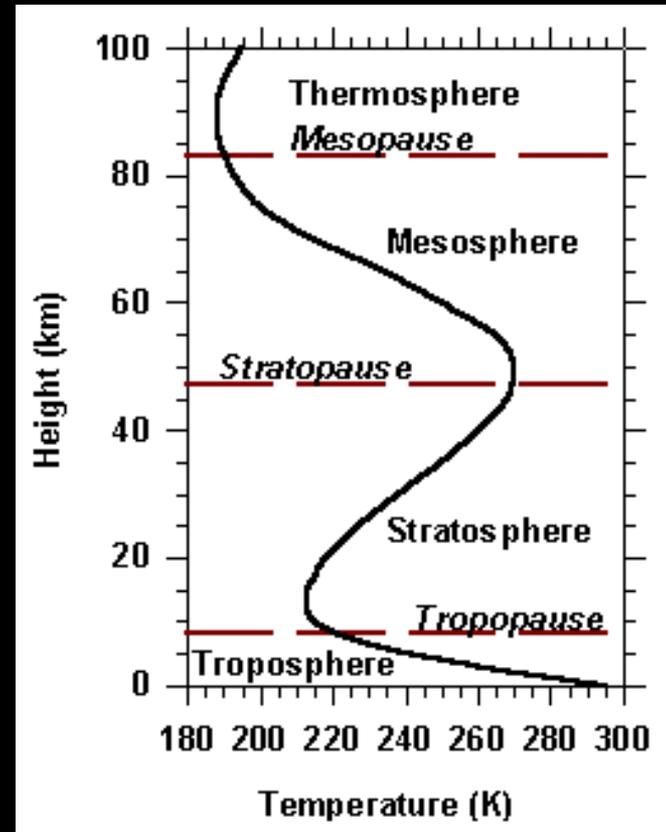
$\tau \ll 1$ → medio ópticamente delgado

$\tau \gg 1$ → medio ópticamente grueso



Profundidad óptica → Depende de:

- 1.- Frente de onda.
- 2.- Concentración del contaminante.
- 3.- T^a y precipitación.

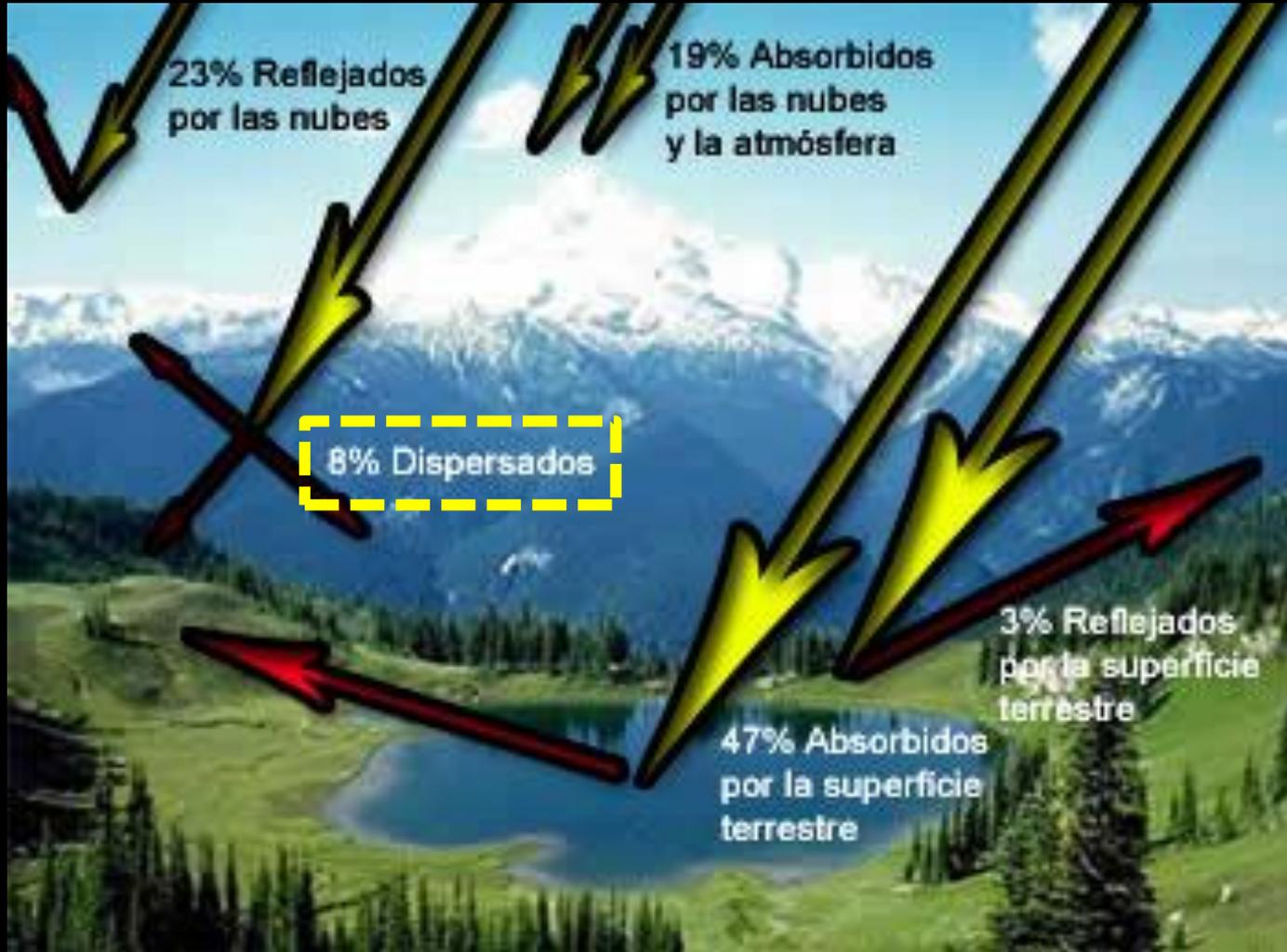


Profundidad óptica → Se mejora:

1.- Zonas montañosas → menor absorción de luz, menor turbulencia, menor contaminación.

2.- Zonas cercanas a mar y nieve al ser grandes estabilizadores térmicos.

Interacción radiación electromagnética con atmósfera:



Dispersión:

1.- **Rayleigh** → cuando la radiación interactúa con moléculas atmosféricas y otras partículas pequeñas cuyo diámetro es menor que la longitud de onda de la radiación incidente. Las longitudes de onda más cortas tienden a ser más afectadas por esta modalidad de dispersión, que las longitudes de onda más largas.

2.- **Mie** → tiene lugar cuando las partículas que interactúan con la radiación son de mayor diámetro, por ejemplo vapor de agua y partículas de polvo. Esta radiación tiende a influir más sobre las longitudes de onda más largas. Las puestas de sol rojizas son un ejemplo de dispersión Mie.

Absorción:

- 1.- Resulta en una pérdida efectiva de energía en la atmósfera.
- 2.- Se produce en longitudes de onda determinadas.
- 3.- El vapor de agua, el dióxido de carbono y el ozono son los principales elementos que absorben la radiación solar.
- 4.- Los rangos de longitudes de onda en los cuales la atmósfera es particularmente transparente se los denomina ventanas atmosféricas.

REMOTE SENSING

A green illusion

the apparent green-up of Amazon forests is driven by an increase in near-infrared reflectance during the dry season. They show that this increase is due not to changes in the optical properties of leaves or the canopy, but to

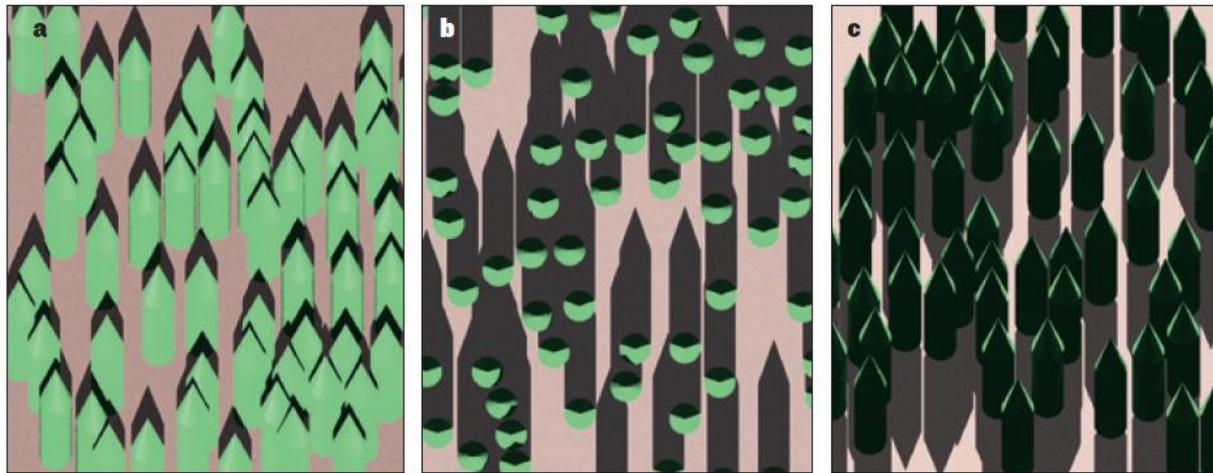


Figure 1 | Viewing angle. Morton *et al.*¹ show that the apparent increase of greenness in Amazon forests during the dry season is an optical illusion created by the relative position of the Sun during this season. The effect is exemplified by these images produced using ray-tracing software and a bi-directional reflectance distribution function model. **a**, When the Sun is in the south, behind an observer (or a remote-sensing device) also in the south, the observer sees minimal tree shadow, so the forest looks brighter and more 'green'. **b**, The view if the Sun is still in the south but the observer is right above the forest (the nadir direction). **c**, If the observer is in the south but the Sun is in the north, the shadow seen by the observer is maximized and the forest looks darker. (Images provided by Sylvain Leblanc, Natural Resources Canada.)



Figure 1 | Viewing angle. Morton *et al.*¹ show that the apparent increase of greenness in Amazon forests during the dry season is an optical illusion created by the relative position of the Sun during this season. The effect is exemplified by these images produced using ray-tracing software and a bi-directional reflectance distribution function model. **a**, When the Sun is in the south, behind an observer (or a remote-sensing device) also in the south, the observer sees minimal tree shadow, so the forest looks brighter and more 'green'. **b**, The view if the Sun is still in the south but the observer is right above the forest (the nadir direction). **c**, If the observer is in the south but the Sun is in the north, the shadow seen by the observer is maximized and the forest looks darker. (Images provided by Sylvain Leblanc, Natural Resources Canada.)

Importancia de las sombras

fied as 'cloud free' in satellite-based data may be corrupted by clouds, fog or smoke from biomass burning¹⁰. There are also known inconsistencies between optical-greenness indices acquired from different sensors, products and collections¹¹.

More importantly, there is a cruel lack of a long-term ground-based observational network for the validation and calibration of remote-sensing data. All of these factors make it difficult to use satellite-based methods to accurately detect temporal changes in Amazon forest greenness. Morton and colleagues' study has rung alarm bells about the use of remote-sensing observations in this context, and highlights the need for 'ground truths' from Amazon forests. ■

Kamel Soudani and Christophe François
*are in the Ecology, Systematic and Evolution
Laboratory (CNRS–University of Paris-Sud),*

a long-term ground-based observational network for the validation and calibration of remote-sensing data. All of these factors make it difficult to use satellite-based methods to accurately detect temporal changes in Amazon forest greenness. Morton and colleagues' study has rung alarm bells about the use of remote-sensing observations in this context, and highlights the need for 'ground truths' from Amazon forests. ■

Kamel Soudani and Christophe François
*are in the Ecology, Systematic and Evolution
Laboratory (CNRS–University of Paris-Sud),*

Soudani et al., 2014

INFORMACIÓN A OBTENER

DIRECTA

INDIRECTA

Basada

Plataformas
satelitales

Datos
medioambientales

Landsat

Sentinel

Datos estadísticos

Multispectral Scanner (MSS)	Landsat 1-3	Landsat 4-5	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
	Band 4	Band 1	0.5-0.6	60*
	Band 5	Band 2	0.6-0.7	60*
	Band 6	Band 3	0.7-0.8	60*
	Band 7	Band 4	0.8-1.1	60*

USGS, 2021

Thematic Mapper (TM)	Landsat 4-5	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
	Band 1	0.45-0.52	30
	Band 2	0.52-0.60	30
	Band 3	0.63-0.69	30
	Band 4	0.76-0.90	30
	Band 5	1.55-1.75	30
	Band 6	10.40-12.50	120* (30)
	Band 7	2.08-2.35	30

USGS, 2021

**Enhanced
Thematic
Mapper
Plus
(ETM+)**

Landsat 7	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Band 1	0.45-0.52	30
Band 2	0.52-0.60	30
Band 3	0.63-0.69	30
Band 4	0.77-0.90	30
Band 5	1.55-1.75	30
Band 6	10.40-12.50	60 * (30)
Band 7	2.09-2.35	30
Band 8	.52-.90	15

**Landsat 8
Operational
Land Imager
(OLI)
and
Thermal
Infrared
Sensor
(TIRS)**

**Launched
February 11, 2013**

Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100 * (30)
Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100 * (30)

Desde enero de 2016

USGS, 2021

SENTINEL-2 Radiometric and Spatial Resolutions

Band Number	Central Wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	Spatial Resolution (m)
1	443 Aerosols	20	60
2	490 Blue	65	10
3	560 Green	35	10
4	665 Red	30	10
5	705 SWIR 1	15	20
6	740 SWIR 2	15	20
7	783 SWIR 3	20	20
8	842 NIR	115	10
8a	865 SWIR 4	20	20
9	945 Water Vapor	20	60
10	1375 Cirrus	30	60
11	1610 SWIR-L 1	90	20
12	2190 SWIR-L 2	180	20

BANDAS

ESA, 2021

Sentinel 2: (10 m // 20 m // 60 m)

Color verdadero → 432 (infraestructuras)

Desarrollo urbano → 12 11 4

Evapotranspiración → 8 4 3

Producción agrícola → 11 8A 2

Textura y humedad suelo → 12 11 8A

Salud de la vegetación → 8A 11 2

Suelo/agua → 8A 11 4

Vegetación regada o no → 12 8A 3

Vegetación regada o no (más fina) → 12 8A 4

Estudios sobre vegetación (tipo) → 11 8A 4

Landsat 8: (30 m // 15 m)

Color verdadero → 432 (para infraestructuras)

Batimetría → 431 (estudios en aguas poco-medio profundas)

Infrarrojo de onda corta → 764 (estudios de salud y estrés de la vegetación, cambios de uso, tipos de suelo, disturbios en suelos)

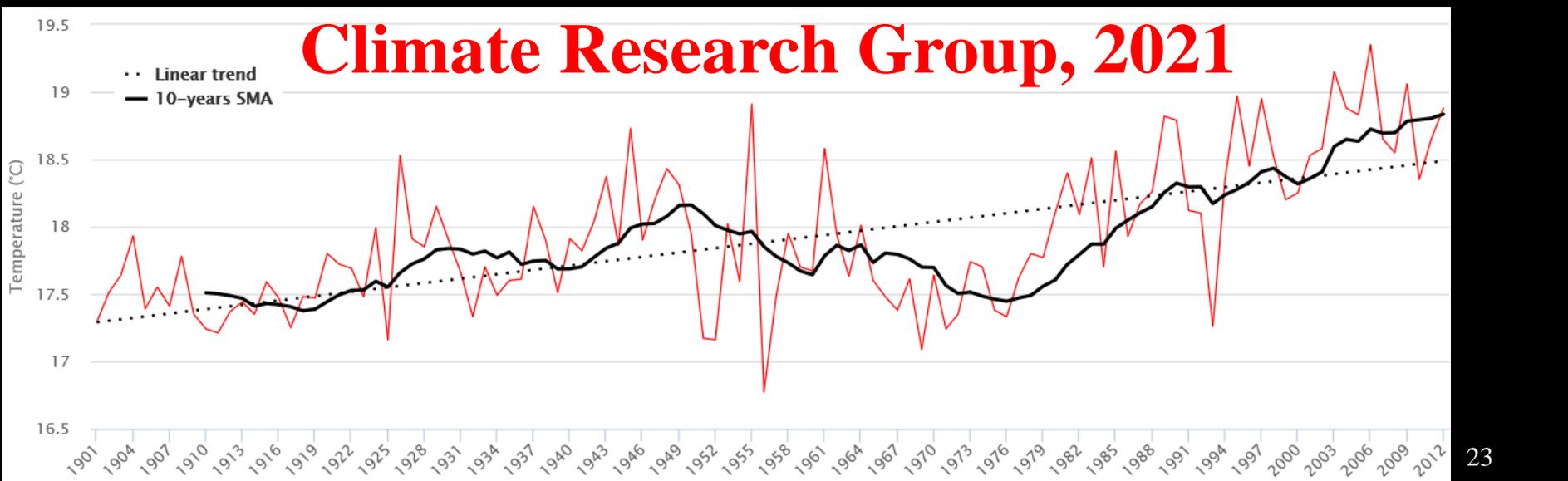
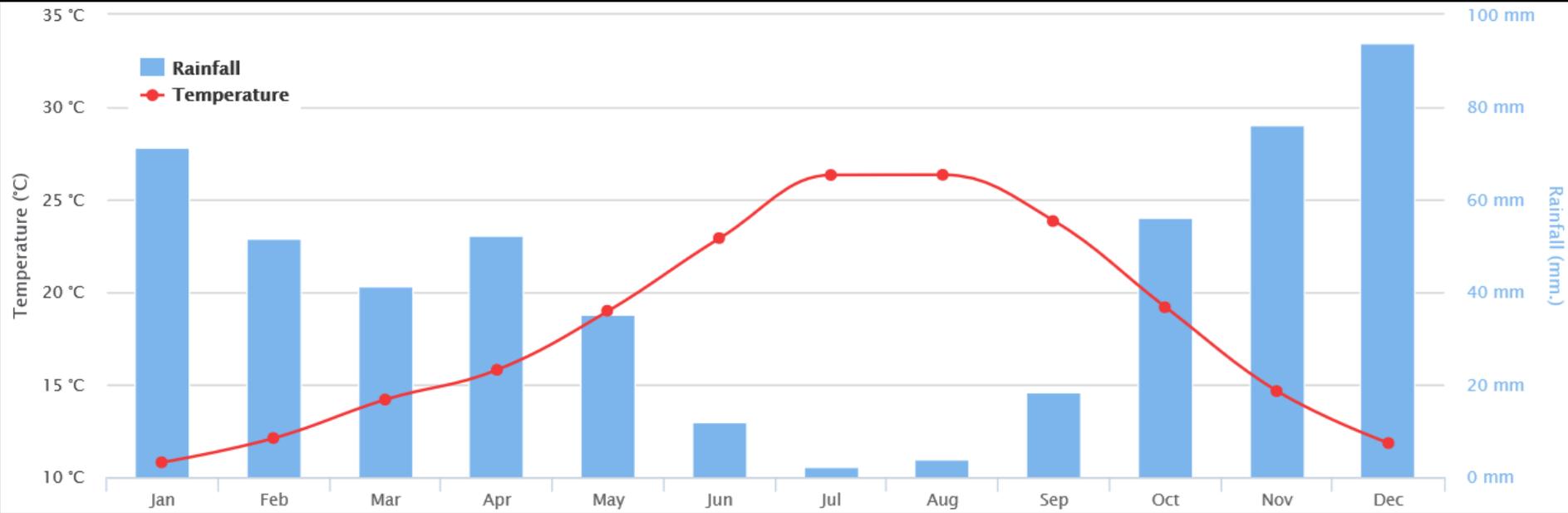
Infrarrojo cercano → 543 (similar a la fotografía infrarroja en falso color. Dinámica poblacional)

Agricultura → 652 (ideal para estudios de identificación de cultivos y estado)

Pancromática → 432 (identificación fina. 15 m)

NDVI y Índice de Humedad

TOMA DE DATOS



ÓPTICO

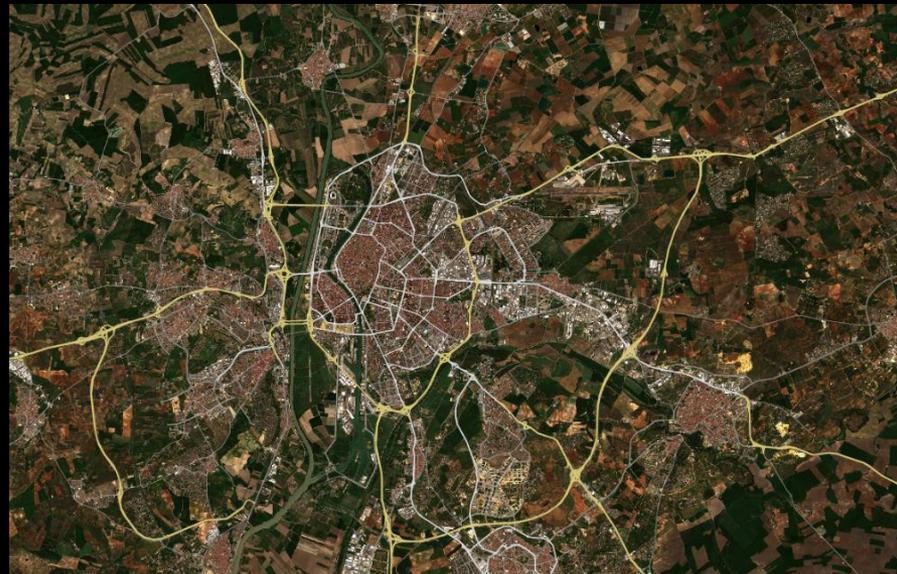
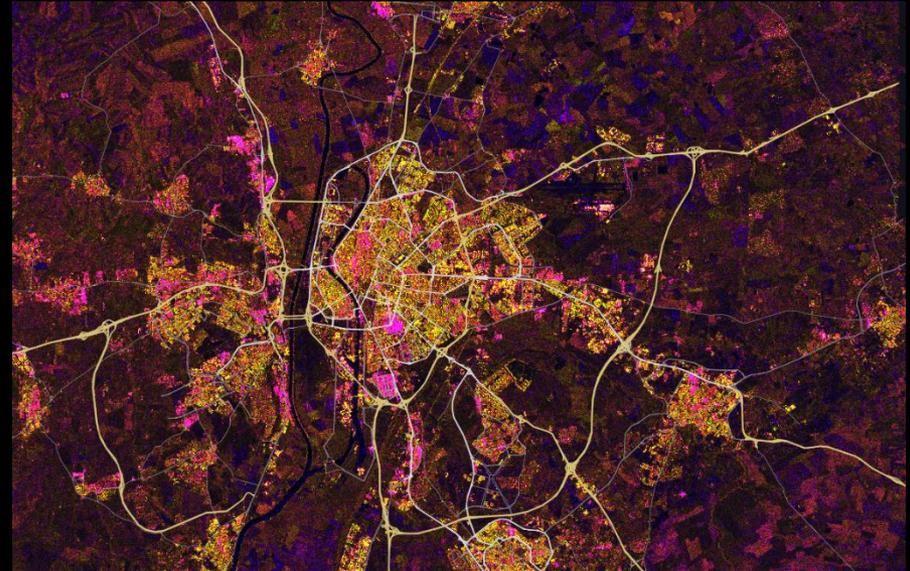
RADAR

Basada

Bandas espectrales

Datos medioambientales

Datos estadísticos



Descarga de imagen

Formato de imagen: TIFF (32-bit float)

Resolución: HIGH
2500 x 1397 px

Sistema de coordenadas: WGS 84 (EPSG:4326)

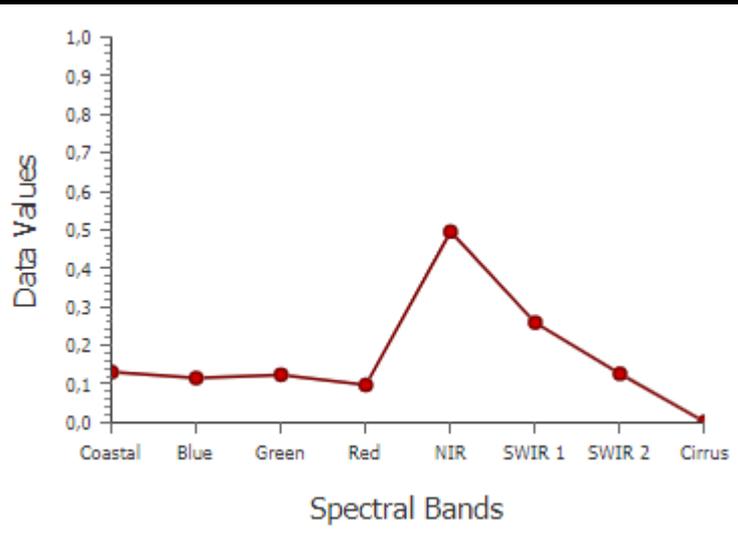
Resolución:
lat.: 0.0001833 grados/px (0.7seg/px)
long.: 0.0002307 grados/px (0.8seg/px)

Añadir banda de máscara de datos a las capas crudas

Capas:

Visibles	Crudas
<input type="checkbox"/> True color	<input checked="" type="checkbox"/> B01
<input type="checkbox"/> Scene classification map	<input type="checkbox"/> B02
<input type="checkbox"/> False color	<input type="checkbox"/> B03
<input type="checkbox"/> False color (urban)	<input checked="" type="checkbox"/> B04
<input type="checkbox"/> NDVI	<input type="checkbox"/> B05
<input type="checkbox"/> Moisture index	<input type="checkbox"/> B06
<input type="checkbox"/> SWIR	<input type="checkbox"/> B07
<input type="checkbox"/> NDWI	<input checked="" type="checkbox"/> B08
<input type="checkbox"/> NDSI	<input type="checkbox"/> B09
	<input type="checkbox"/> B11
	<input type="checkbox"/> B12
	<input type="checkbox"/> B8A

[Descargar](#)



Firma espectral

Indices	Formula	Author
Adjusted resistant vegetation index (ARVI2)	$(-0.18 + 1.17 \times ((\text{NIR} - \text{R})/(\text{NIR} + \text{R})))$	Kaufman and Tanre (1992)
Chlorophyll index green (CIGreen)	$(\text{NIR}/\text{G}) - 1$	Gitelson, Gritz, and Merzlyak (2003)
Enhanced vegetation index (EVI)	$2.5 \times (\text{NIR} - \text{R})/(\text{NIR} + 6 \times \text{R} - 7.5 \times \text{B}) + 1$	Huete, Justice, and Van Leeuwen (1999)
Enhanced vegetation index 2 (EVI2)	$2.4 \times ((\text{NIR} - \text{R})/(\text{NIR} + \text{R} + 1))$	Hunt and Rock (1989), Liu and Huete (1995)
Green-blue NDVI (GBNDVI)	$(\text{NIR} - (\text{G} + \text{B})) / (\text{NIR} + (\text{G} + \text{B}))$	Wang et al. (2007)
Green leaf index (GLI)	$(2 \times \text{G} - \text{R} - \text{B}) / (2 \times \text{G} + \text{R} + \text{B})$	Gobron et al. (2000), (Louhaichi, Borman, and Johnson 2001)
G/NIR	G/NIR	Sripada et al. (2006)
G/RED	$(\text{G} - \text{R}) / (\text{G} + \text{R})$	Motohk et al. (2010)
G/SWIR	G/SWIR	Karnieli et al. (2001)
Green-red NDVI (GRNDVI)	$(\text{NIR} - (\text{G} + \text{R})) / (\text{NIR} + (\text{G} + \text{R}))$	Wang et al. (2007), Main et al. (2011)
Modified soil adjusted vegetation index 2 (MSAVI2)	$(2 \times \text{NIR} + 1 - \sqrt{(2 \times \text{NIR} + 1)^2 - 8 \times (\text{NIR} - \text{R})}) / 2$	Qi et al. (1994), Rondeaux, Steven, and Baret (1996)
Moisture soil index (MSI)	SWIR/NIR	Hunt and Rock (1989)
Modified simple ratio 705,750 (MSR705)	$(\text{NIR}/\text{R} - 1) / (\text{NIR}/\text{R})$	Wu et al. (2008)
Normalized burn ratio (NBR)	$(\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{NIR} + \text{SWIR})$	Key et al. (2002)
Normalized difference vegetation index (NDVI)	$(\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R})$	Rouse et al. (1973)
NIR/R	$(\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R})$	Birth and McVey (1968)
Normalized difference 550/450 plant pigment ratio (PPR)	$(\text{B} - \text{G}) / (\text{B} + \text{G})$	Mettemicht (2003)
Soil-adjusted vegetation index (SAVI)	$((\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R} + 0.5)) \times (1 + 0.5)$	Huete (1988)
Simple ratio index (SRI)	NIR/R	Birth and McVey (1968)
Transformed normalized vegetation index (TNDVI)	$\sqrt{((\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R})) + 0.5}$ Or $\sqrt{((\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})) + 0.5}$	Tucker (1979)

Índice de Vegetación Normalizado

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{R}) / (\text{NIR} + \text{R})$$

Los valores varían en función a la cantidad de radiación absorbida por la clorofila en la longitud de onda del rojo, así como su reflectancia medida en la banda NIR.

NDVI = -1 a 1

+1 = Vegetación densa y sana (color claro).

0 = Se asocia con terrenos cespitosos.

-1 = Carencia de vegetación (color oscuro). Solo visible suelo y rocas.

Índice Normalizado de Diferencia de Agua

$$\text{NDWI} = (\text{NIR} - \text{G}) / (\text{NIR} + \text{G})$$

Índice útil para identificar láminas de agua, presentando las diferencias entre turbidez y contenido vegetal del agua, o el contenido de agua de la vegetación. Las bandas usadas incrementan el feedback de rocas, plantas y agua tras la absorción de radiación.

NDWI = -1 a 1

+1 = Color claro. Representa terreno seco.

0 = Se asocia con terrenos con contenido de humedad intermedio.

-1 = Color oscuro. Representa agua cristalina.

Índice Normalizado de Diferencia de Nieve

$$\text{NDSI} = (G - \text{IR}) / (G + \text{IR})$$

El índice se utiliza para identificar áreas cubiertas por nieve o zonas de esquí. Los colores claros representan zonas con presencia de nieve, mientras que los oscuros ausencia total. Se utilizan bandas con alta reflectancia de la nieve (verde) así como baja (MIR)

$$\text{NDSI} \geq 0 \leq 0,4$$

$\geq 0,4$ = Representado con sombras blanquecinas → NIEVE.

Índice Normalizado de Diferencia de Humedad

$$\text{NDMI} = (\text{NIR} - \text{IR}) / (\text{NIR} + \text{IR})$$

Índice útil para evaluar el contenido de humedad de los elementos del paisaje (rocas, suelo, vegetación).

NDMI = -1 a 0,1

> 0,1 = Alto contenido de humedad (color claro).

-1 = Bajo contenido en humedad (color oscuro).

Índice Normalizado de Diferencia de Edificación

$$\text{NDBI} = (\text{IR} - \text{NIR}) / (\text{IR} + \text{NIR})$$

Útil para representar asentamientos humanos y construcciones relacionadas. Colores claros representan tierras labradas y áreas construidas, mientras que las zonas forestales se representan por colores oscuros.

$$\text{NDBI} = -i \text{ a } +i$$

-i = Otros elementos del paisaje.

+i = Áreas con construcciones.

CLASIFICACIÓN SUPERVISADA

La clasificación de una imagen de satélite involucra la asignación de clases específicas a todos los píxeles de una imagen. Esas clases necesitan ser predefinidas o creadas como parte del proceso de clasificación, el cual requiere conocimiento previo del área o la información acerca de diferentes aspectos y colores de píxel en la imagen.

Solano Márquez, 2016

CLASIFICACIÓN NO SUPERVISADA

Este método puede ser utilizado para agrupar píxeles en una colección de datos basada solamente en estadísticas. El seleccionar esta opción permite clasificar una imagen usando el algoritmo ISODATA. La clasificación sin supervisión isodata calcula clases promedio uniformemente distribuidas en el "data space" y luego agrupa iterativamente a los píxeles restantes usando técnicas de distancia mínima. Cada iteración recalcula promedios y reclasifica los píxeles con respecto a estos nuevos promedios. Todos los píxeles son depurados en la clase más cercana.

Solano Márquez, 2016

PREDICCIÓN

Coeficiente de cultivo, ETC y necesidades netas

$$k_c = 1,25 \cdot NDVI + 0,1$$

$$ETC \left(\frac{mm}{día} \right) = k_c \cdot ETR \left(\frac{mm}{día} \right)$$

$$N_{netas} \left(\frac{mm}{día} \right) = ETC - P_e$$

Precipitación efectiva

Ramírez-Juidías, 2017

$$P_e(mm) = 0,8 \cdot P(mm) - 25 \rightarrow \text{si } P > 75 \text{ mm}$$

$$P_e(mm) = 0,6 \cdot P(mm) - 10 \rightarrow \text{si } P < 75 \text{ mm}$$

Ramírez-Juidías, 2020

La Serena (Badajoz)

$$kg\ ms/ha = 230068.77 - 95736.97 \cdot NDWI - 841084.98 \cdot GNDVI$$

$$r = 0,869$$

$$R^2\ (\text{ajustado}) = 0,708$$

$$p \leq 0,001$$

Villamanrique de la Condesa (Sevilla)

$$kg\ ms/ha = -636.35 + 276.32 \cdot HDMI + 3798.18 \cdot GNDVI$$

$$r = 0,893$$

$$R^2\ (\text{ajustado}) = 0,785$$

$$p \leq 0,001$$

CONCLUSIONES

- El uso de Big Data favorece toma de decisiones.
- Posibilidad de extraer todos los índices existentes.
- Entendimiento de bandas espectrales.
- Se puede aplicar a cualquier cosa (contaminantes, producción, CE, algas, tipo vegetación, batimetría, etc).
- Gran importancia de la estadística.

BIBLIOGRAFÍA

Climate Research Group. (2021). Global climate monitor: a tool to handle global climate data. Universidad de Sevilla. Disponible on-line (17/05/2021): <http://www.globalclimatemonitor.org/#>

ESA. (2021). Sentinel 2. Disponible on-line (17/05/2021): <https://www.esa.int/ESA>

NASA. (2021). Landsat 8. Disponible on-line (17/05/2021): <https://www.nasa.gov/>

Ramírez-Juidías, E. (2017). Programa informático para el cálculo de riego mediante datos obtenidos por teledetección: método general.

Ramírez-Juidías, E. (2020). Uso de plataformas satelitales en la predicción de los kg de materia seca por hectárea. Charla impartida en la asignatura de Tecnología de la Producción Animal (Máster de Ingeniero Agrónomo, ETSIA). Universidad de Sevilla. 18 de noviembre de 2020.

Ramírez-Juidías, E, Espinar-Risco, ML. y Pérez-Pérez, AM. (2020). Innovación agrícola mediante SIG y teledetección. En Desarrollo e Innovación del Sector Citrícola de Cantillana. RA-MA SA Editorial y Publicaciones, pp. 51-80.

Solano Márquez, E. (2016). Bases de datos: el observatorio virtual. Edita VIU, 73 p.

Soudani, K, y François, C. (2014). A green illusion. Nature, 506: 165-166.

USGS. (2021). Descarga de imágenes satélite. Disponible on-line (17/05/2021): <https://earthexplorer.usgs.gov/>