

Teledetección con satélites

Aplicaciones terrestres



Lidia Cristina Escudero Fernández
lescudero@aemet.es

DIS-CTNDO

19-09-2023



Vegetación

- Fundamentos teóricos
- Índice Normalizado de Vegetación (NDVI)
- Fracción de cubierta vegetal (FVC)
- Índice de área foliar (LAI)
- Fracción de radiación fotosintéticamente activa (FPAR)



Incendios

- Fundamentos teóricos
- RGB de incendios
- Incendios y anomalías térmicas



Suelo

- Fundamentos teóricos
- Índice de humedad normalizado (NDMI)
- Índice de agua de diferencia normalizado (NDWI)
- Humedad del suelo

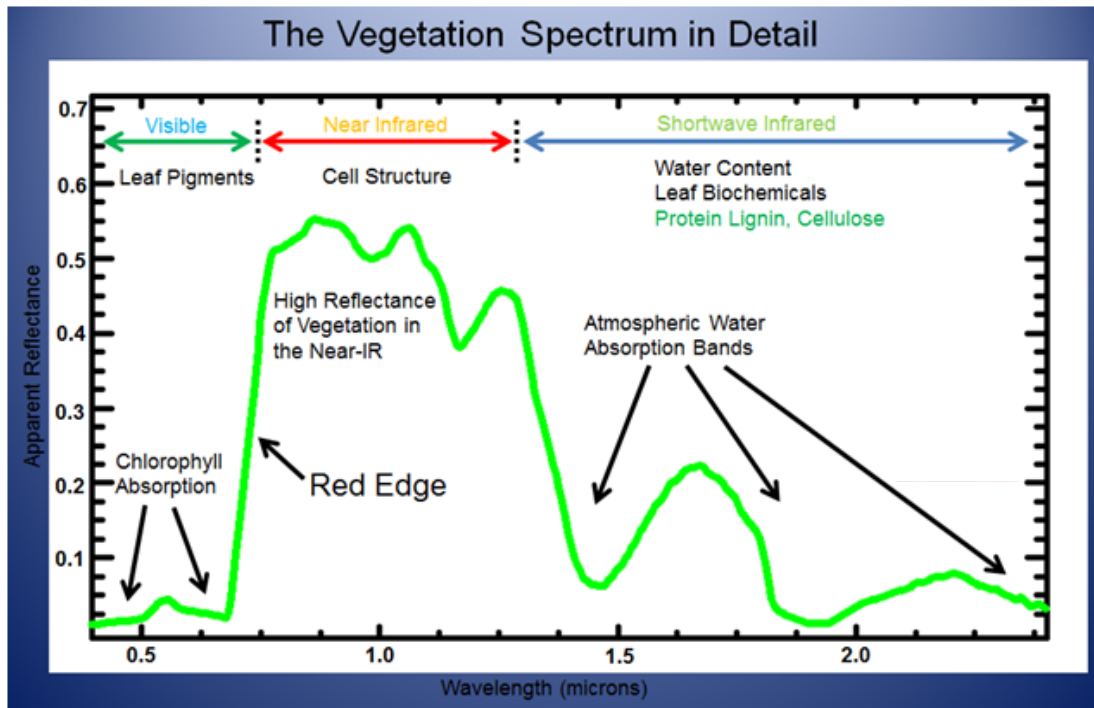


Nieve y hielo

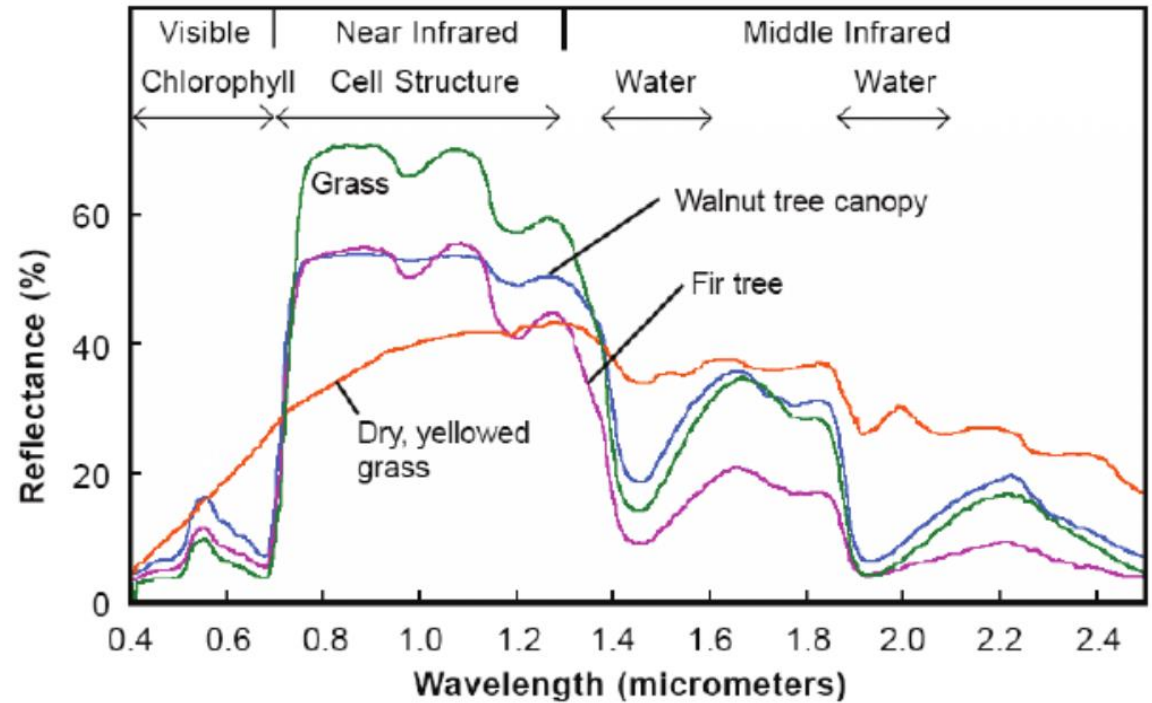
- Fundamentos teóricos
- Índice diferencial normalizado de nieve (NDSI) (cubierta nivosa)
- Contenido equivalente de agua de la nieve

Vegetación: Fundamentos teóricos

Respuesta espectral de la vegetación

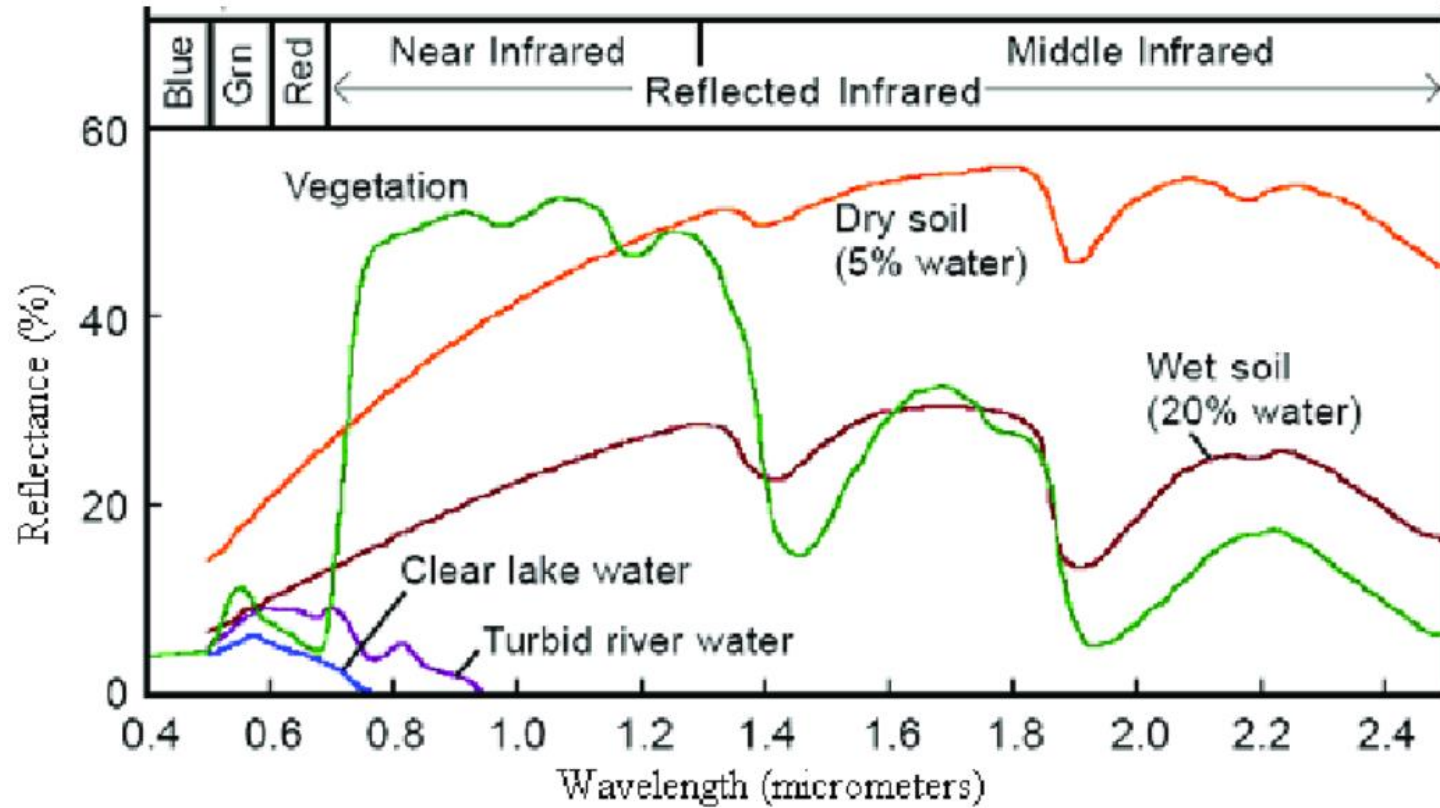


Respuesta espectral de distintos tipos de vegetación



Vegetación: Fundamentos teóricos

Respuestas espectrales del suelo, agua y vegetación



¿Qué franja del espectro permite distinguir la vegetación del suelo?
¿Y la vegetación de agua?

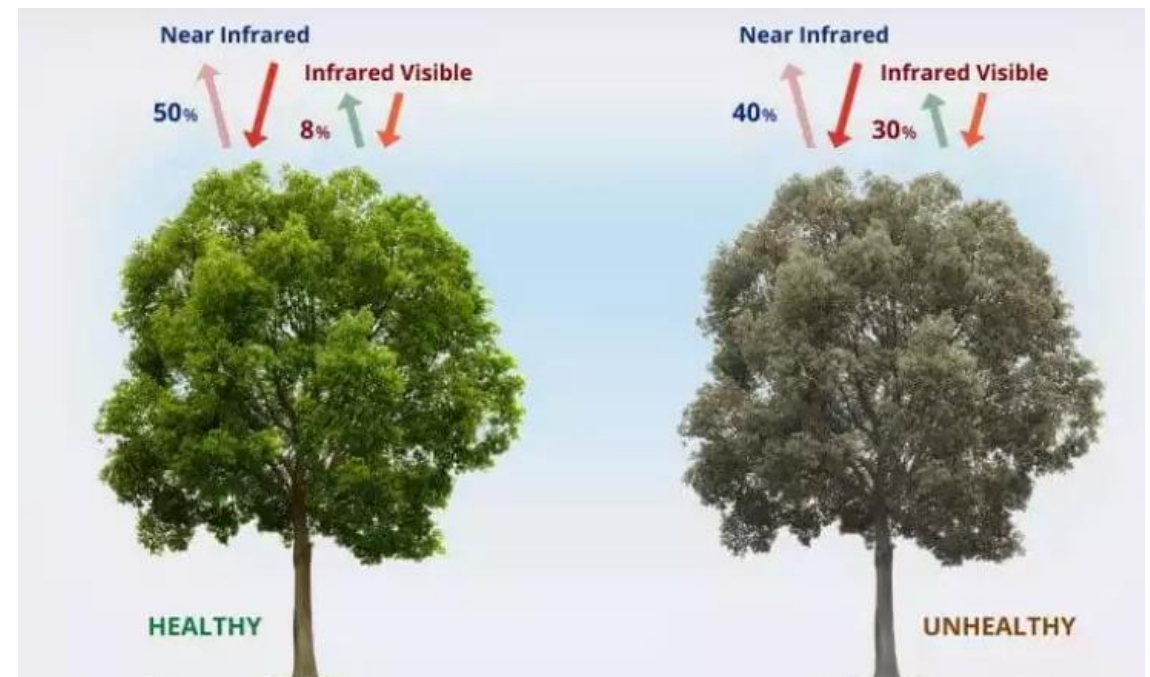


Índice Normalizado de Vegetación (NDVI)

El Índice Normalizado de Vegetación (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index) es un índice adimensional que se calcula como la diferencia entre la banda del rojo visible (0.6-0.7 μm) y la de infrarrojo cercano (0.84 a 0.87 μm).

El índice NDVI varía entre -1 y 1. Las zonas geográficas con vegetación dan altos valores debido a su relativamente alta reflectancia en el infrarrojo cercano y baja reflectancia en el visible. Por contra, las nubes, aguas, y nieve presentan mayor reflectancia en el visible que en el infrarrojo cercano. Por ello las zonas con estas características dan valores negativos de índice de vegetación. Las rocas y suelos desnudos presentan similares reflectancias en las dos bandas por lo que para ellas resulta un índice de vegetación próximo a cero.

$$NDVI = \frac{NIR - ROJO}{NIR + ROJO}$$

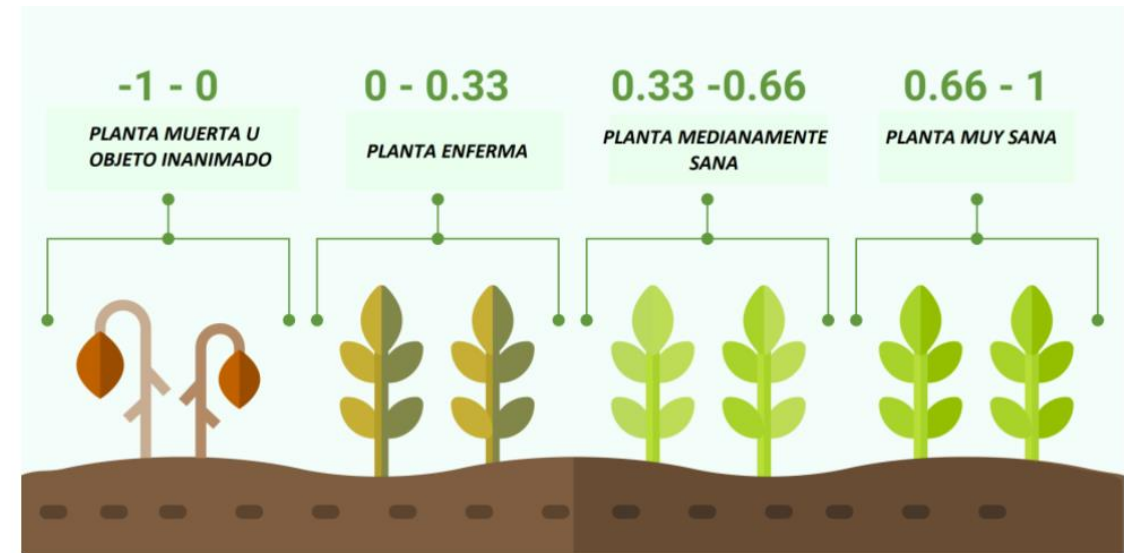


Índice Normalizado de Vegetación (NDVI)

Muy usado para tener una estimación de la densidad de vegetación de una zona y evaluar cambios en la salud de la vegetación de una zona (mide el “verdor” de la vegetación).

El índice NDVI varía de acuerdo a la densidad y verdor de la cobertura vegetal. A partir de 0.1-0.2 se considera que hay presencia de vegetación, a partir de 0.4 que la escena es altamente vegetada y para señales superiores a 0.7 el índice queda saturado y no aporta más información. Esta saturación se produce cuando la cantidad de pigmentos de las hojas alcanza un punto crítico (lo que ocurre en ciertas fases fenológicas, por ejemplo al fin de vida de ciertos cultivos), lo que disminuye la sensibilidad del NDVI.

Aplicaciones: usos de tierra, análisis de la salud de la vegetación, monitoreo de cultivos, predicción de incendios, modelos climáticos...



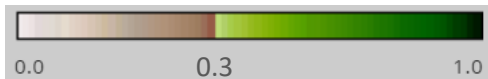
Índice Normalizado de Vegetación (NDVI)

Índice NDVI 16 días, resolución 250 m, calculado con MODIS a bordo del satélite Terra.

11-enero-2022



11-julio-2022



¿Qué puede ser lo negro de Chile que se observa en julio pero no en enero?

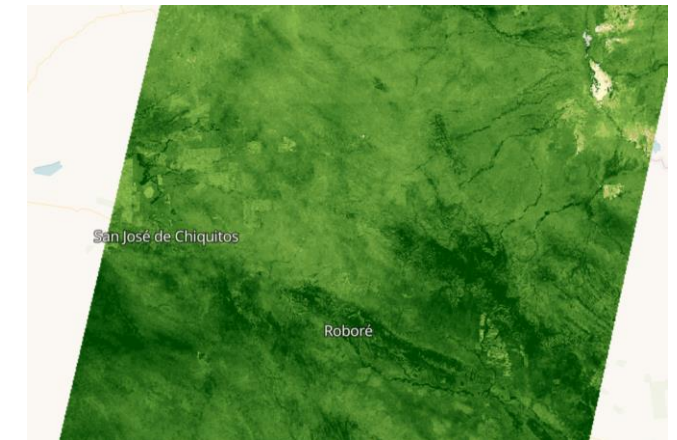
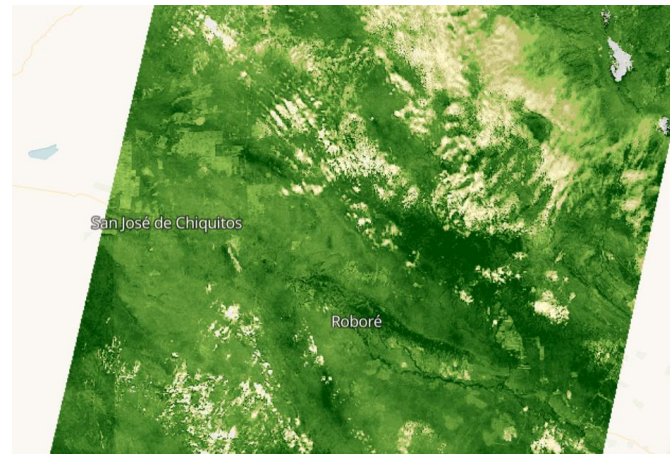
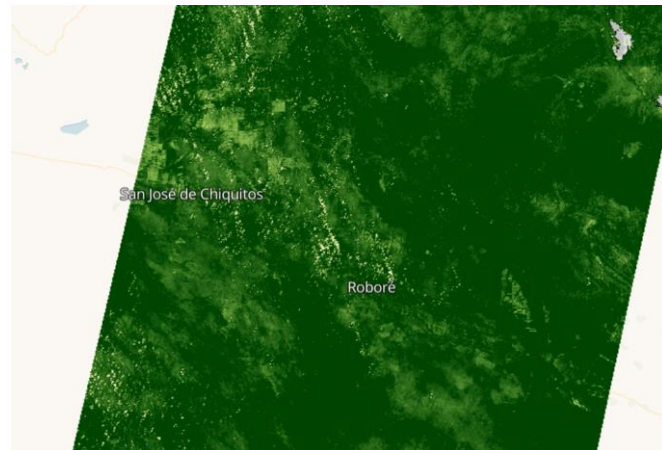
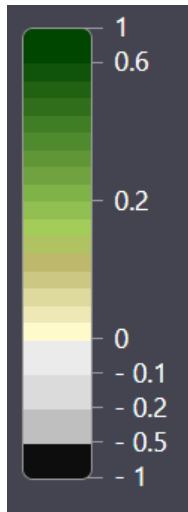
Índice Normalizado de Vegetación (NDVI)

Índice NDVI calculado con el satélite Sentinel-2 para San Jose de los Chiquitos y Roboré (Bolivia)

29 de junio de 2019

8 de agosto de 2019

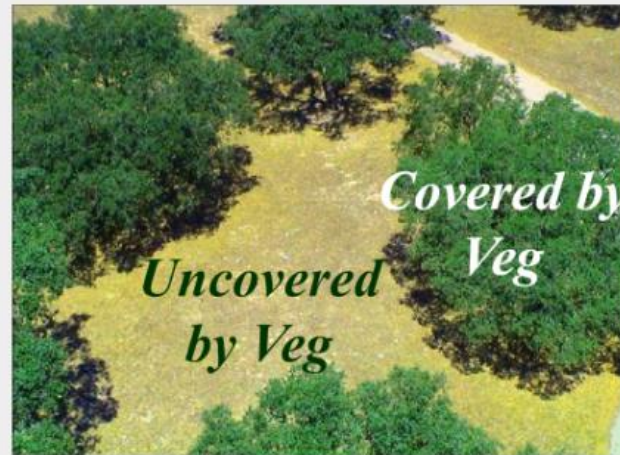
27 de agosto 2020



¿Qué puede haber pasado?

Fracción de cobertura vegetal (FVC)

La fracción de cobertura vegetal (FVC, Fractional vegetation cover) es la relación entre el área de vegetación proyectada verticalmente y la extensión de la superficie total, generalmente expresada en relación con una unidad de área. Se expresa entre 0 y 1 o en %.



1 pixel

$$FVC = \text{Covered by Veg} / (\text{Uncovered by Veg} + \text{Covered by Veg})$$

Índice área foliar (LAI)

El índice de área foliar (LAI o Leaf Area Index) es una variable adimensional [m²/m²], que se define como la mitad del área foliar total por unidad de área de terreno. Es una propiedad estructural importante del dosel de una planta, ya que hace referencia a la superficie de las hojas contenidas en una columna vertical normalizada por su área de sección transversal.

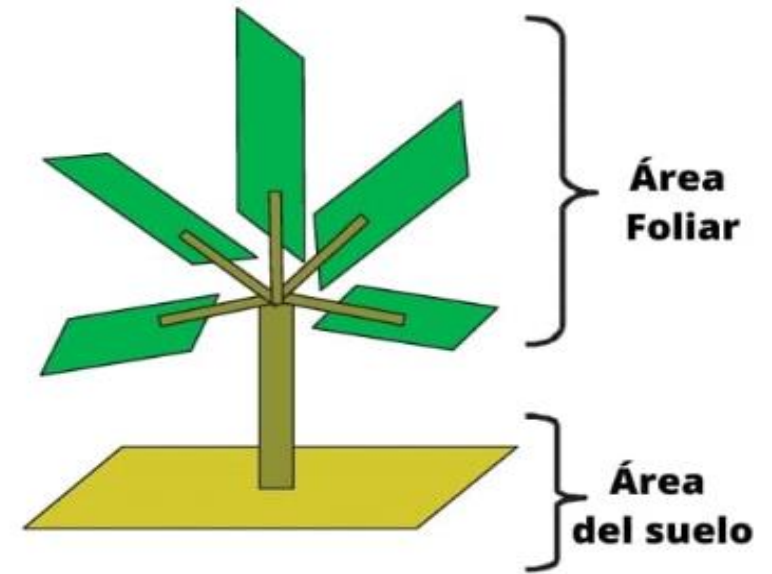
Define así el área de vegetación verde que interactúa con la radiación solar, y representa el tamaño de la interfaz entre el dosel vegetal y la atmósfera para los intercambios de energía y masa.

$$LAI = \frac{\text{Leaf Area}}{\text{Ground Area}}$$

Accounting for non-flat leaves

Half the Leaf Area per unit Ground Area projected on the local horizontal datum & corrected for non random pattern of foliage

LAI plays a central role in ecosystem process models (crop growth, hydrology, productivity)



$$IAF = \frac{\text{Área Foliar}}{\text{Área del suelo}}$$

Índice área foliar (LAI)



Suele variar entre 0 y 7. Se deriva de algoritmos que usan las bandas visible rojo, NIR y MIR.

Aplicaciones: en modelos de predicción meteorológica numérica (NWP), modelado climático regional y global, el pronóstico del tiempo y el monitoreo del cambio global. Además se usa en la agricultura, silvicultura, la gestión ambiental y el uso de la tierra, la hidrología, el control y la gestión de los peligros naturales, el control de la dinámica del suelo y la vegetación y las condiciones de sequía.

Vegetation type	LAI _{max} (-)	Vegetation type	LAI	
			Mean	SD
Broadleaf evergreen trees	7	Coniferous forest	2.7	1.4
Broadleaf deciduous trees	7	Mixed forest	2.9	1.0
Mixed trees	7.5	Deciduous forest	3.0	0.8
Needleleaf evergreen trees	8	Shrubland	0.8	0.5
High latitude deciduous trees	8	Cropland	1.2	0.7
Grass with 10–40% woody cover	5	Grassland	0.5	0.3
Grass with < 10% woody cover	5	Forest	2.7	1.2
Shrubs and bare soil	5	Land	1.4	1.4
Moss and lichens	5			
Bare	5			
Cultivated	6			

LAI max values for different vegetation types (Sellers et al., 1996).

https://www.researchgate.net/figure/LAI-max-values-for-different-vegetation-types-Sellers-et-al-1996_tbl2_273510502

https://www.researchgate.net/figure/LAI-and-AWC-by-vegetation-type_tbl3_227545084

Vegetation Type	LAI	Vegetation Type	LAI
coniferous forest (masson pine)	1.43	shrub	1.9
coniferous forest (masson pine)	0.77	shrub	1.74
coniferous forest (masson pine)	0.61	bamboo forest	1.67
evergreen broad-leaved forest	1.65	coniferous forest (China-fir)	2.14
mixed forest of evergreen broad-leaved and deciduous broad-leaved	1.39	coniferous forest (China-fir)	2.05
bamboo forest	2.92	coniferous forest (masson pine)	1.26
coniferous forest (masson pine)	2.28	coniferous forest (masson pine)	0.64
shrub	1.57	bamboo forest	0.53
shrub	1.21	coniferous forest (China-fir)	2.49
herbosa	0.73	shrub	0.86
evergreen broad-leaved forest	3.69	coniferous forest (masson pine)	1.21
evergreen broad-leaved forest	2.39		

https://www.researchgate.net/figure/VEGETATION-TYPE-AND-MEASURED-LAI-EC_tbl2_261458043

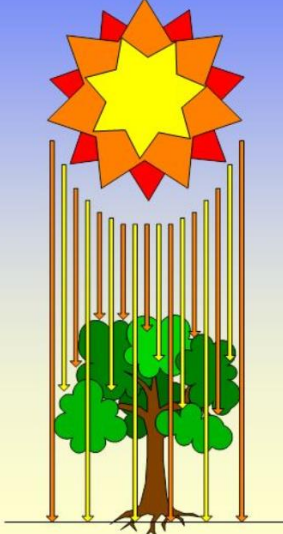
Fracción de radiación fotosintéticamente activa (FPAR)

La fracción de radiación fotosintéticamente activa (FPAR o FAPAR, Absorbed Photosynthetically Active Radiation) se define como la fracción de radiación incidente fotosintéticamente activa incidente (400-700 nm) absorbida por los elementos verdes de un dosel vegetal. Cuantifica por tanto la fracción de la radiación solar absorbida por las hojas vivas para la actividad de fotosíntesis, refiriéndose sólo a los elementos verdes y vivos del dosel.

Se expresa entre 0 y 1 o en %.

Absorbed Photosynthetically Active Radiation (APAR)

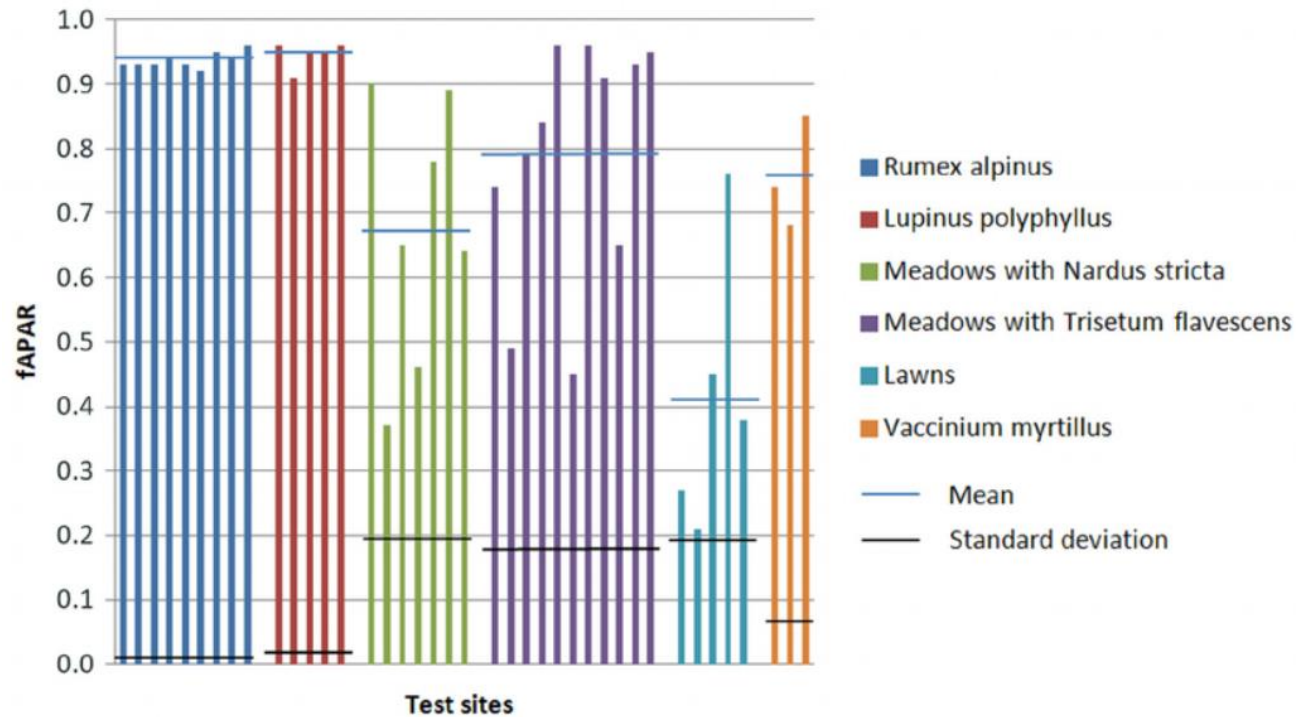
depends on incident PAR and canopy cover...



Fraction of Photosynthetically Active Radiation absorbed by the canopy

$$\frac{\text{APAR}}{\text{PAR}} = \text{FPAR}$$

Fracción de radiación fotosintéticamente activa (FAPAR)



Site	Country	Latitude	Longitude	Biome	Year	DOY	FAPAR
Alpilles2	France	43.81	4.715	Broadleaf crops	2002	204	0.399
Barrax	Spain	39.057	-2.104	Broadleaf forest	2003	194	0.256
Cameron	Australia	-32.598	116.254	Broadleaf forest	2004	63	0.479
Concepcion	Chile	-37.467	-73.470	Broadleaf forest	2003	9	0.771
Counami	French Guyana	5.347	-53.238	Broadleaf forest	2001	269	0.95
Demmin	Germany	53.892	13.207	Broadleaf crops	2004	164	0.741
Donga	Benin	9.77	1.778	Shrubs	2005	172	0.472
					2001	128	0.519
Fundulea	Romania	44.406	26.583	Grasses and cereal crops	2002	160	0.464
					2003	151	0.374
Gilching	Germany	48.082	11.32	Grasses and cereal crops	2002	199	0.786
Gnangara	Australia	-31.534	115.882	Broadleaf forest	2004	61	0.263
Haouz	Morocco	31.659	-7.600	Shrubs	2003	71	0.489
Laprida	Argentina	-36.990	-60.553	Savannahs	2001	311	0.837
					2002	292	0.62
Larose	Canada	45.38	-75.217	Needleleaf forests	2003	219	0.906
Larzac	France	43.938	3.123	Savannahs	2002	183	0.349
Nezer	France	44.568	-1.038	Needleleaf forests	2002	107	0.494
Plan-de-Dieu	France	44.199	4.948	Broadleaf forest	2004	189	0.223
Puechabon	France	43.725	3.652	Broadleaf forest	2001	164	0.601
Sonian	Belgium	50.768	4.411	Needleleaf forests	2004	174	0.916
Sud-Ouest	France	43.506	1.238	Grasses and cereal crops	2002	189	0.404
					2002	240	0.025
Turco	Bolivia	-18.239	-68.193	Shrubs	2003	105	0.046
Wankama	Niger	13.645	2.635	Grasses and cereal crops	2005	174	0.073
Zhangbei	China	41.279	114.688	Grasses and cereal crops	2002	221	0.422

https://www.researchgate.net/figure/Values-of-fAPAR-measurements_fig3_273344739

https://www.researchgate.net/figure/The-VALERI-sites-and-their-FAPAR-fraction-of-absorbed-photosynthetically-active_tbl2_332733619

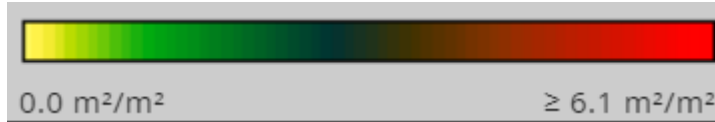
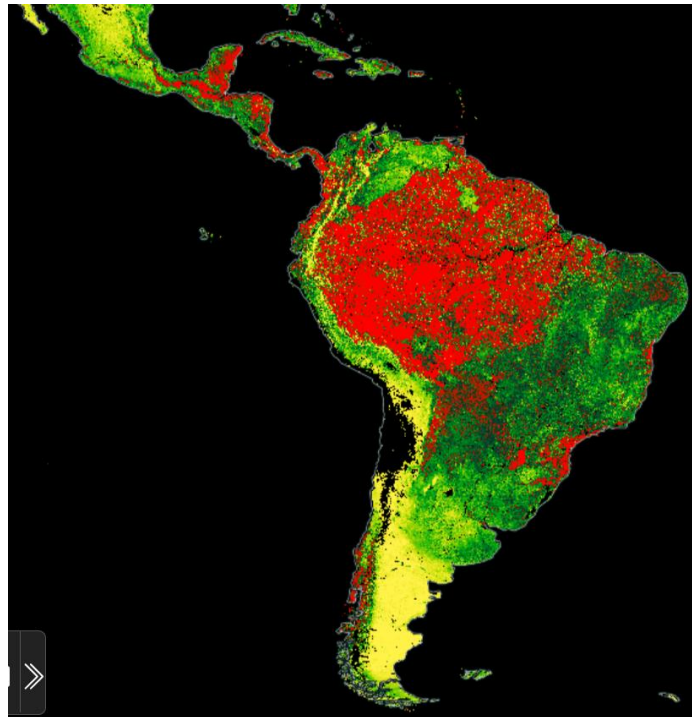
Fracción de radiación fotosintéticamente activa (FPAR)

NDVI, LAI, FPAR para el 13 de abril de 2023 obtenidos con MODIS (satélites Terra y Aqua)

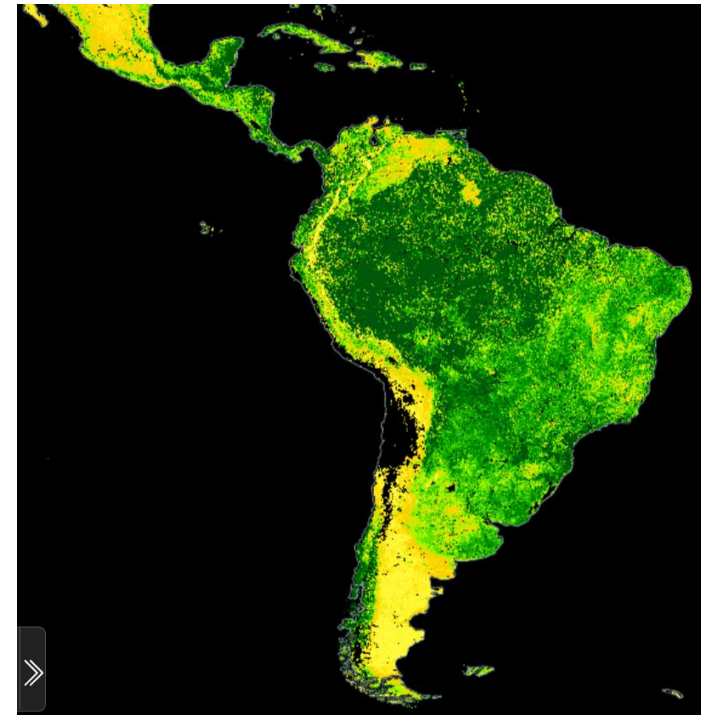
NDVI



LAI



FPAR

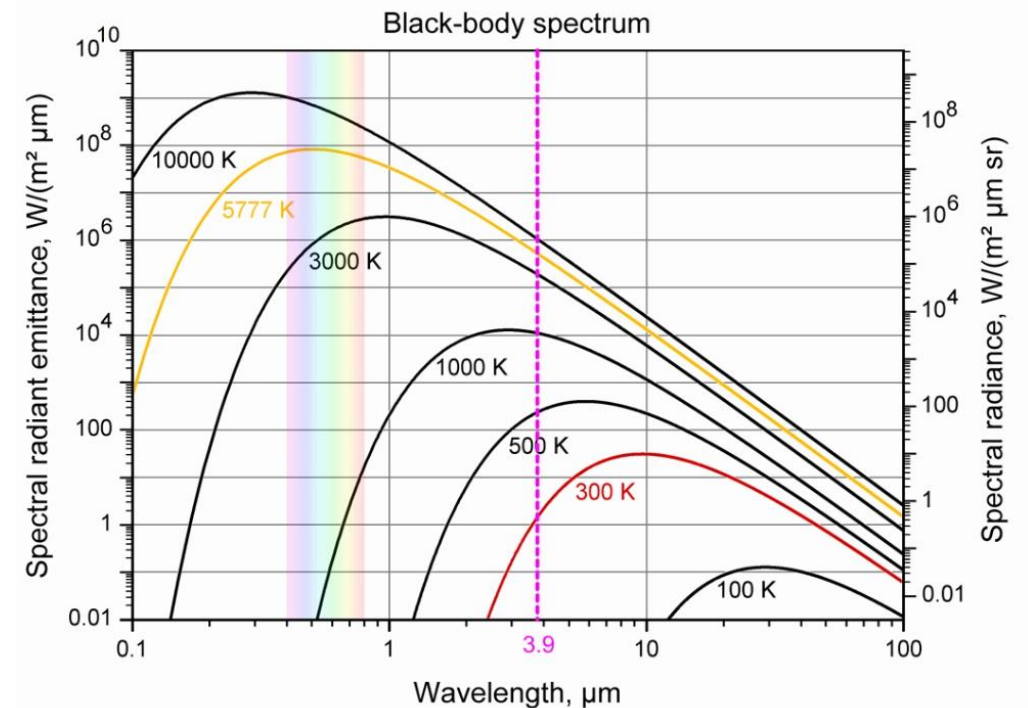


Incendios: Fundamentos teóricos

La detección de incendios activos con satélites se basan en detectar anomalías de temperatura usando canales infrarrojos.

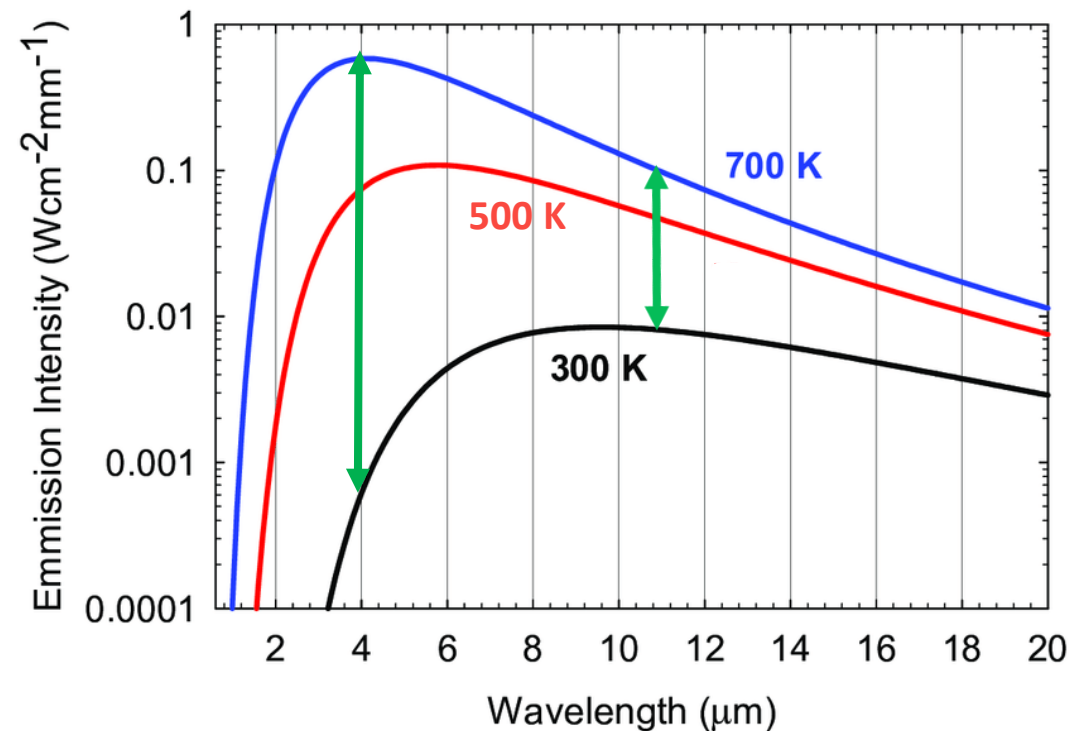
El rango de temperatura de los incendios es variable, siendo la media de los forestales en torno a 500-600°C. Como mínimo un incendio tiene que alcanzar una temperatura de unos 300°C. Por tanto, el máximo de emisión de los incendios está en torno a 3,9 μm .

Una vez que se detecta el incendio, la potencia radiativa del fuego está directamente relacionada con el tamaño del incendio y con su temperatura.



Incendios: Fundamentos teóricos

Existe una gran diferencia para un incendio entre lo que emite alrededor de 4 μm y de 11 μm , por lo tanto la resta de esos dos canales es muy usada para detectar incendios.



https://www.researchgate.net/figure/Calculated-blackbody-curves-for-300-K-500-K-and-700-K_fig4_235111139

RGB de incendios (GOES)



Este producto permite la identificación de puntos (píxeles) de alta temperatura, los cuales tienen probabilidad de ser incendios. Por tanto, en zonas donde hay cobertura vegetal pueden representar incendios forestales activos.

Rojo	3.9 μm
Verde	2.2 μm
Azul	1.6 μm

Aplicaciones:

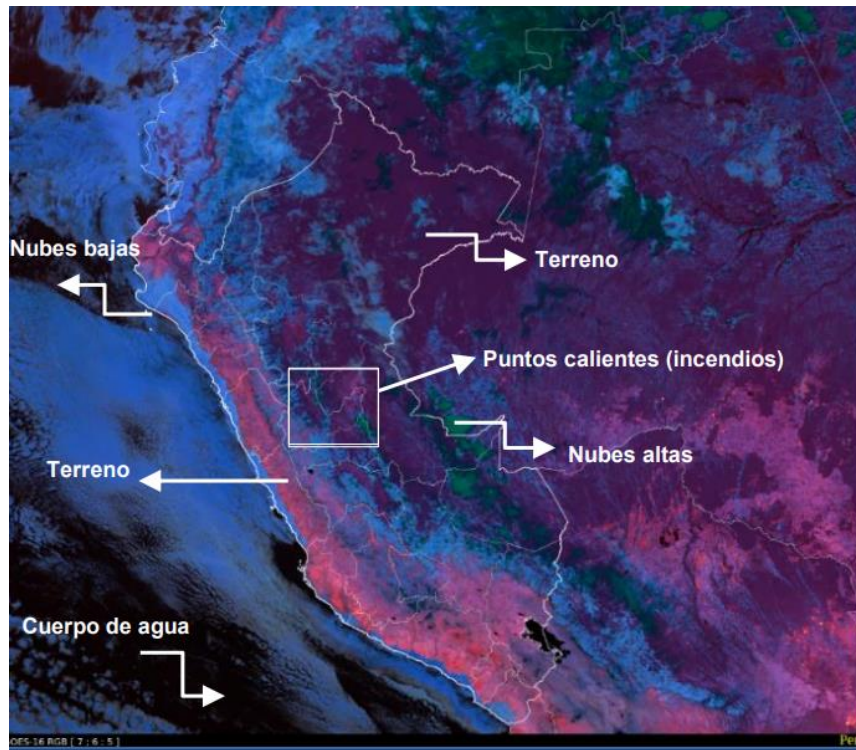
- Identificar píxeles con alta temperatura (posiblemente incendios), resaltándolos en colores que varían del rojo al blanco, según su intensidad.
- Observar la evolución de los incendios forestales en tiempo real, puesto que su resolución temporal es de 10 minutos.
- Distinguir entre nubosidad de composición líquida (azulado) y nubosidad con componentes de hielo (verdoso).

Limitaciones:

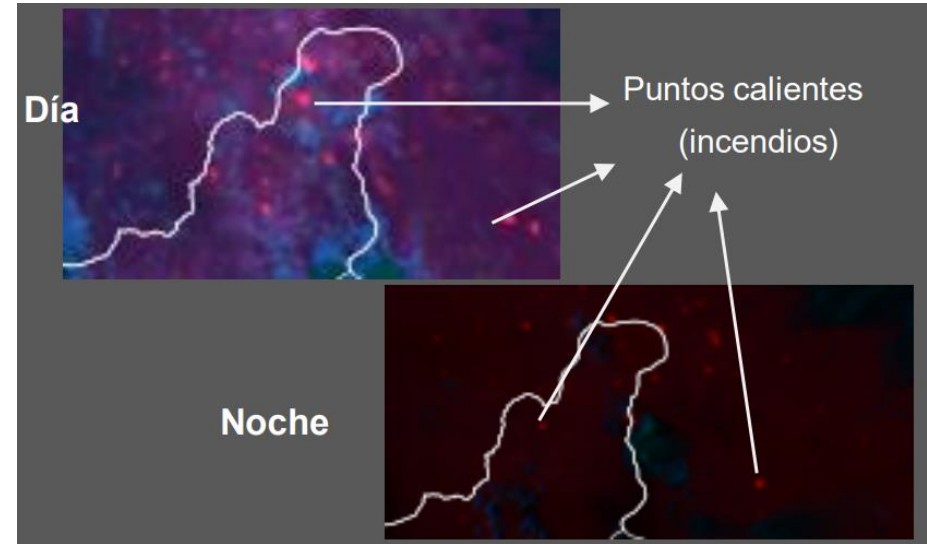
- Incendios forestales solo serán visibles en áreas con cielo despejado
- Interpretación de colores puede variar diurna, estacional y latitudinalmente.
- Aplicación para nubes solo diurna (reflectancia no disponible)
- Falsos positivos rojos debido en tierras áridas y secas (alta emisión en 3.9 μm)

RGB de incendios (GOES)

Interpretación del RGB (guía elaborada por la NASA)

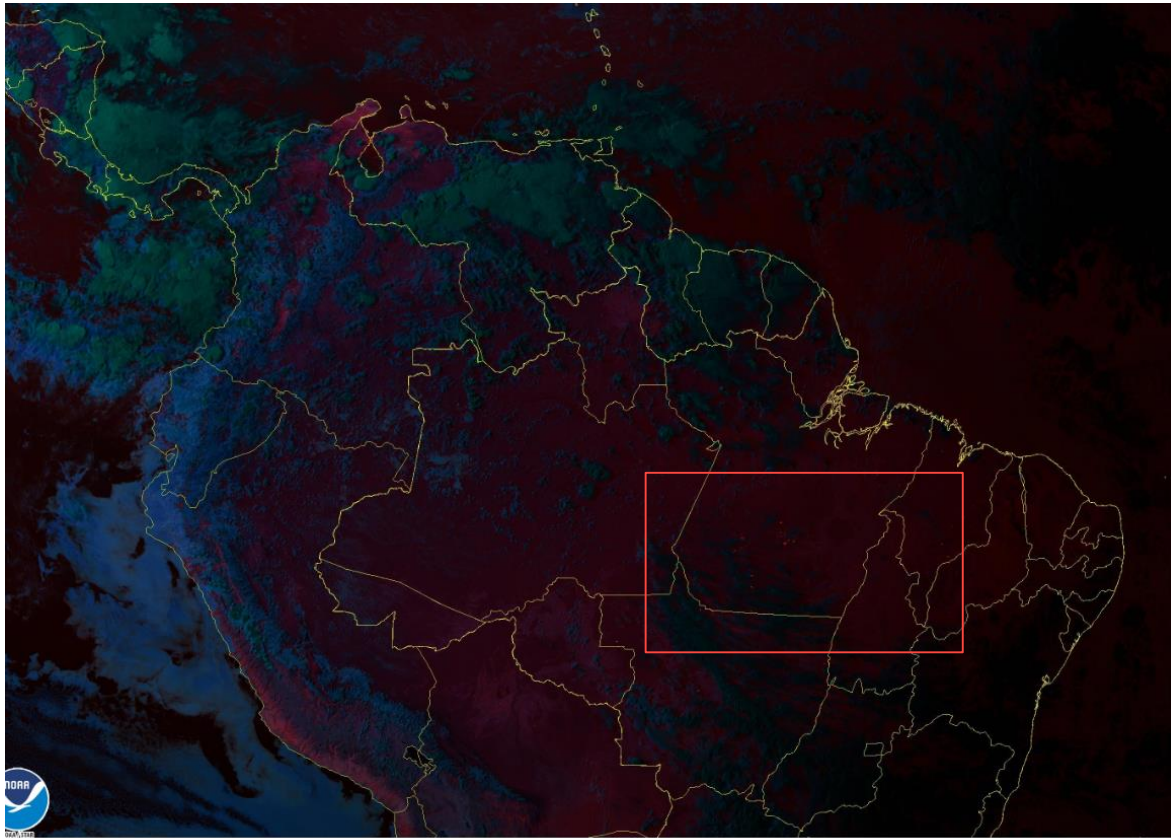


Interpretación de RGB	
	Cálido (rojo)
	Muy cálido (anaranjado)
	Caliente (amarillo)
	Muy caliente (cercano a blanco)
	Áreas quemadas (sombreado guinda)
	Sin nubosidad: Terreno (rosado a morado)
	Sin nubosidad: cuerpo de agua/nieve o noches (cercano a negro)
	Nube con contenido de agua (sombreado azul)
	Nube con contenido de hielo (sombreado verde)

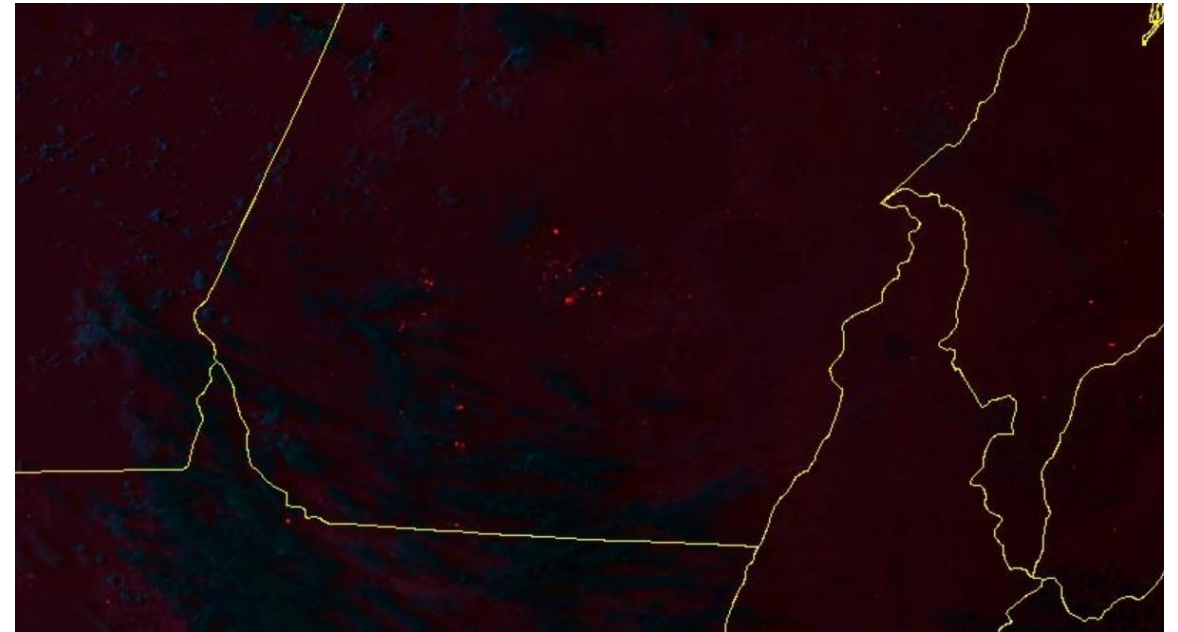


RGB de incendios (GOES)

RGB de incendios satélite GOES para el 15 de agosto de 2023 a las 20:40 UTC



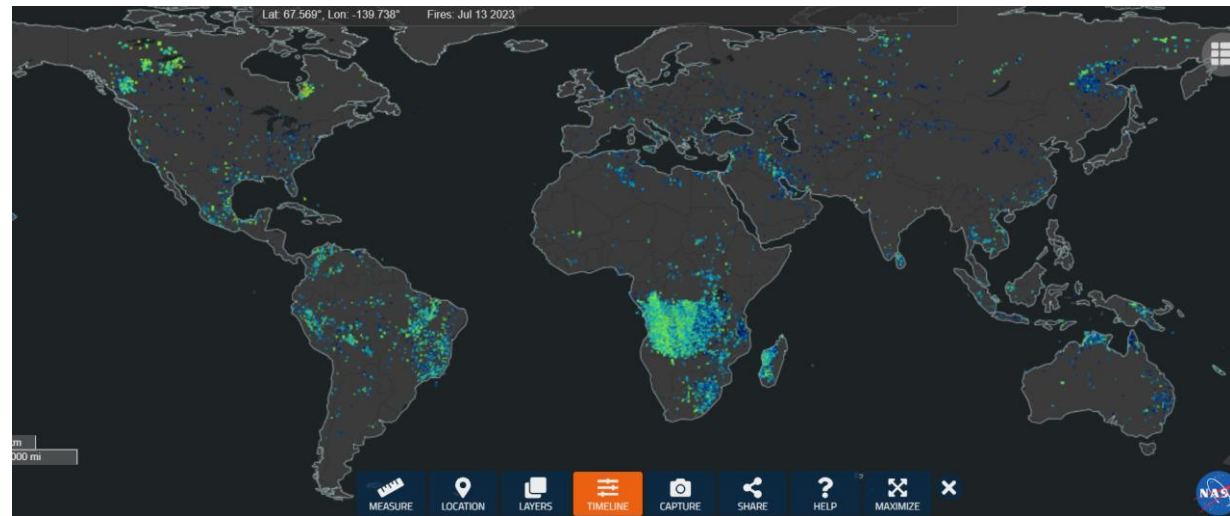
15 Aug 2023 20:40Z - NOAA/NESDIS/STAR GOES-East - Fire Temperature Composite - Northern South America



Incendios y anomalías térmicas

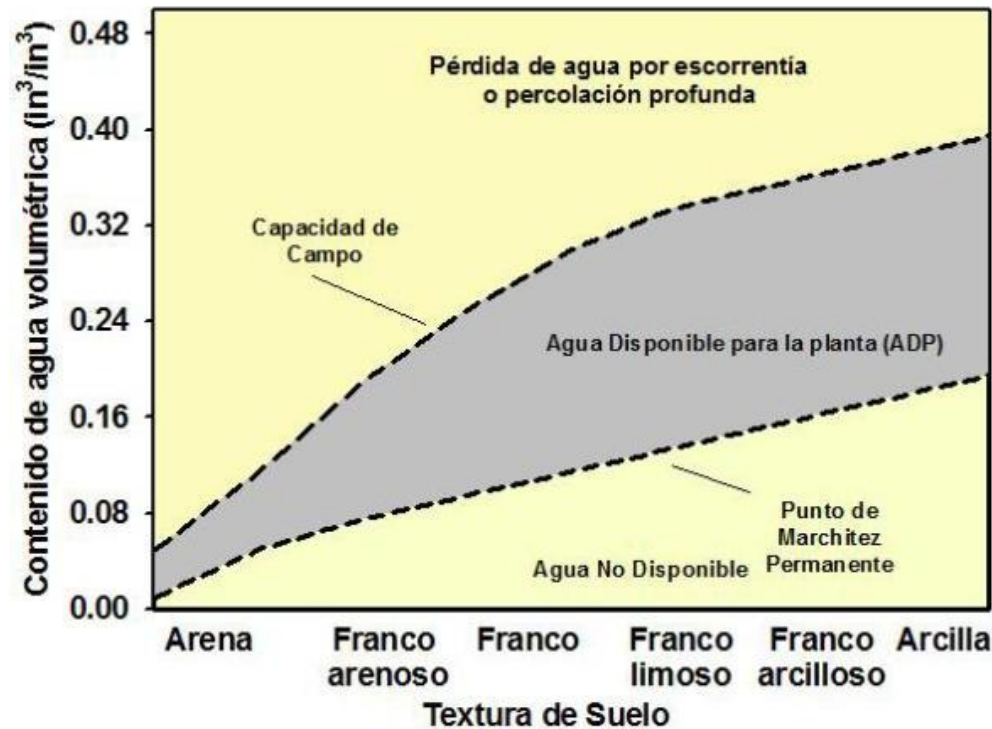
La detección de anomalías térmicas utiliza los canales en la banda del infrarrojo medio. Por ejemplo, para el satélite NOAA-20, la detección de anomalías térmicas utiliza los canales 4 (3.55-3.93 μm), 5 (10.5 - 12.4 μm) y M13 (3.973-4.128 μm) del sensor VIIRS. Además, para cada píxel donde se detecte una anomalía térmica se da una estimación de la potencia radiativa del fuego en MW. La resolución es de 375m.

Situación global a 13 de julio 2023

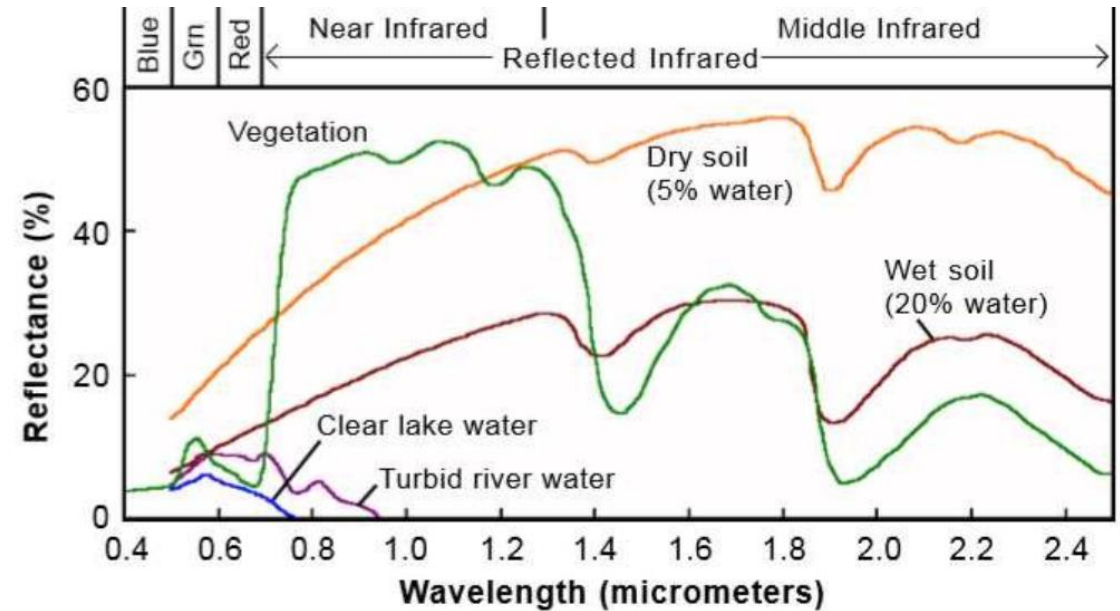
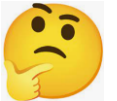


Suelo: Fundamentos teóricos

¿Por qué es importante medir la humedad del suelo?

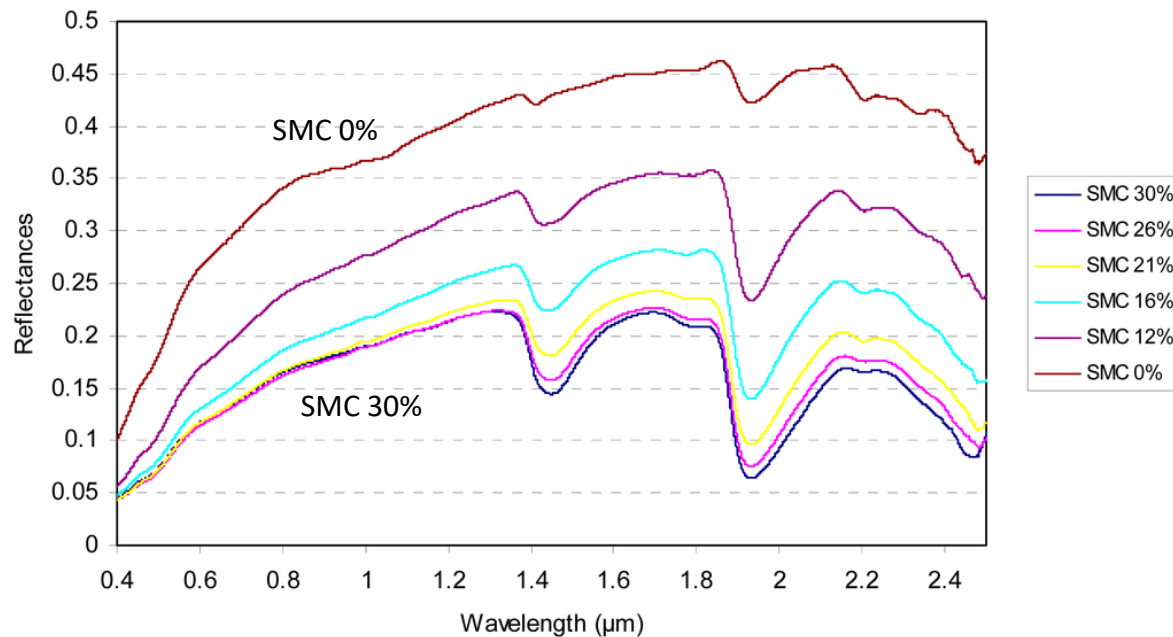


¿Cómo distinguir suelo de lo que no es?



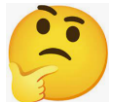
Suelo: Fundamentos teóricos

Reflectancia del suelo en función de su contenido de agua (SMC: Contenido de agua del suelo)

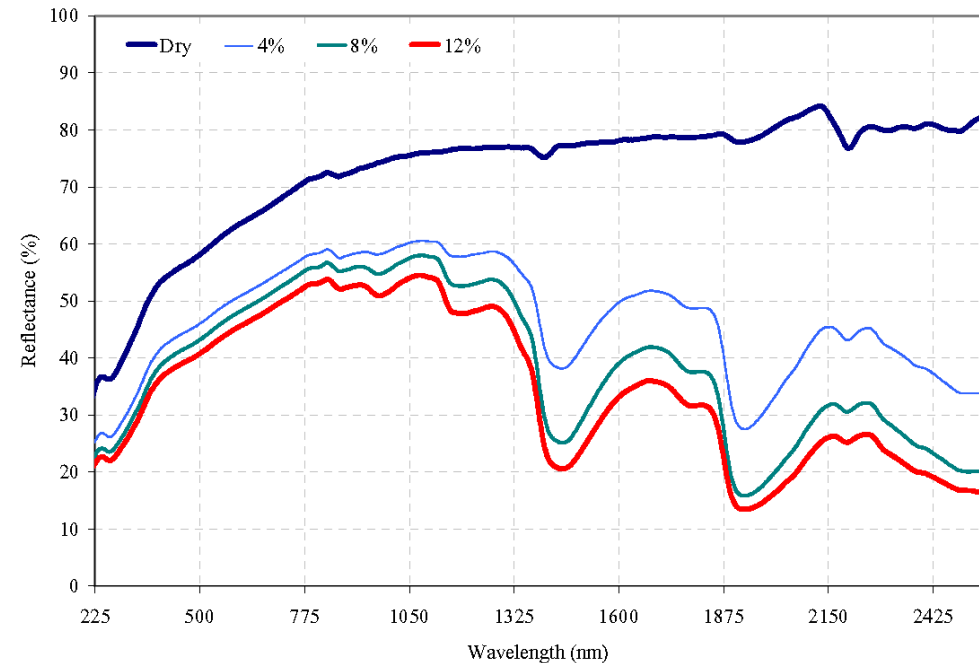


<https://www.mdpi.com/1424-8220/15/2/3262>

¿Qué bandas utilizaríais para hacer un índice de humedad del suelo que detecte el estrés hídrico?



Reflectancia del suelo en función de su contenido de agua



<https://www.semanticscholar.org/paper/The-effects-of-soil-moisture-content-on-reflectance-Bogrekci-Lee/8e52c8c7f56fb9aae4f2cb64b41b179d235a9130>

Índice de humedad normalizado (NDMI)

El Índice de humedad normalizado (NDMI, Normalized Difference Moisture Index) es un índice adimensional que detecta los niveles de humedad en la vegetación utilizando una combinación de bandas espectrales del infrarrojo cercano (NIR) y del infrarrojo de onda corta (SWIR). Es un **gran indicador del estrés hídrico en los cultivos**.

En líneas generales, la interpretación que se puede hacer es la siguiente:

-1 – -0.8	Suelo desnudo
-0.8 – -0.6	Cobertura del dosel casi inexistente
-0.6 – -0.4	Cobertura del dosel muy baja
-0.4 – -0.2	Cobertura del dosel baja y seca o muy baja y húmeda
-0.2 – 0	Cobertura del dosel media-baja y estrés hídrico alto o cobertura del dosel baja y estrés hídrico bajo
0 – 0.2	Cobertura media del dosel y alto estrés hídrico o cobertura media-baja del dosel y bajo estrés hídrico
0.2 – 0.4	Cobertura del dosel media-alta y estrés hídrico alto o cobertura media y estrés hídrico bajo
0.4 – 0.6	Cobertura del dosel alta, sin estrés hídrico
0.6 – 0.8	Cobertura del dosel muy alta, sin estrés hídrico
0.8 – 1	Cobertura total del dosel, sin estrés hídrico/anegamiento

$$NDMI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

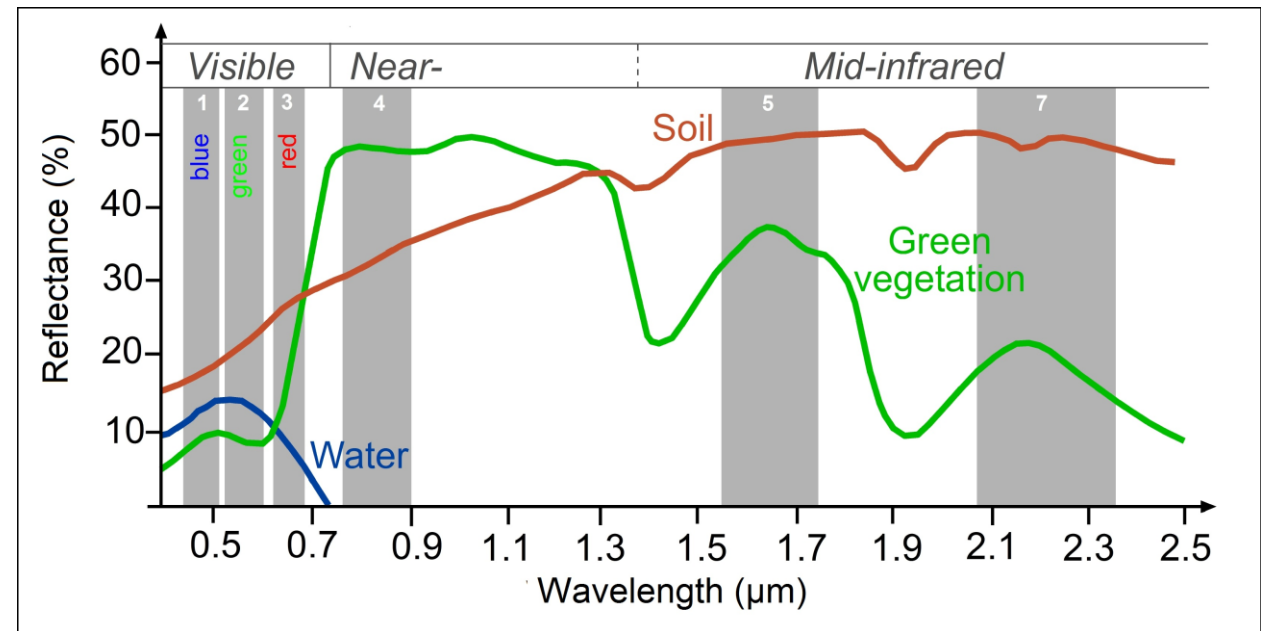
Índice de agua diferencial normalizada (NDWI)

Importante no confundir NDMI con el Índice de Agua Diferencial Normalizada (NDWI, Normalized Difference Water Index), que se utiliza para resaltar el aspecto de las masas de agua en una imagen de satélite. Su uso principal es detectar y controlar los cambios leves en la cantidad de agua de las masas de agua

$$NDWI = \frac{VERDE - NIR}{VERDE + NIR}$$

-1 – -0.3	No cuerpos acuosos, suelo con sequía
-0.3 – 0	No cuerpos acuosos, suelo con sequía moderada
0 – 0.2	Inundaciones, suelos húmedos
0.2 – 1	Masa de agua

Bandas del satélite Landsat-7

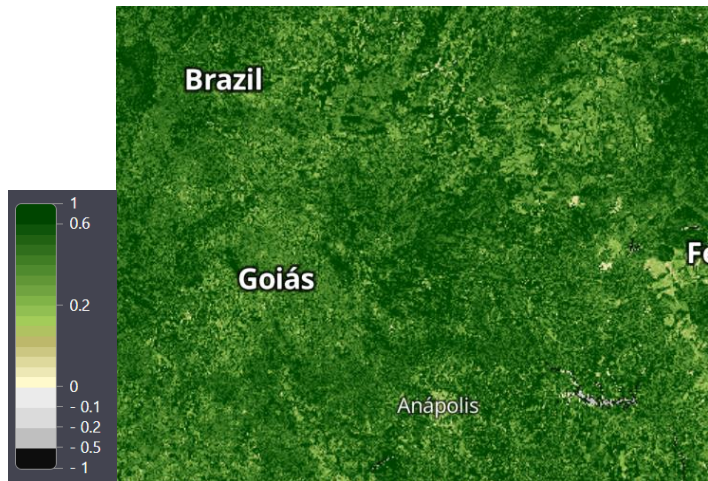


<https://seos-project.eu/classification/classification-c01-p05.html>

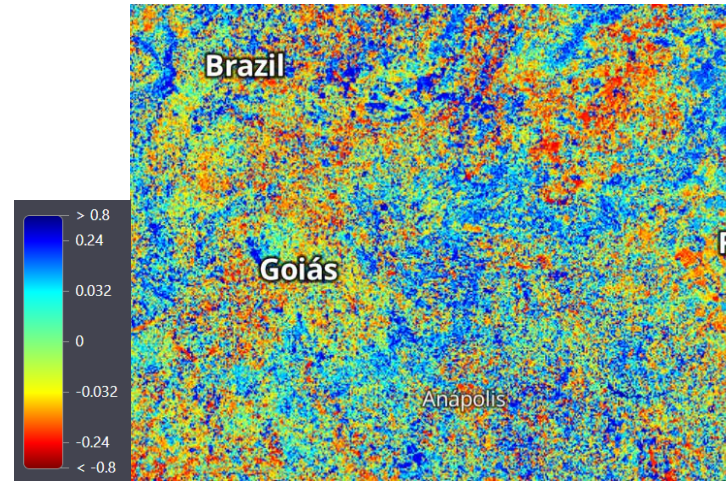
Índice de humedad normalizado (NDMI)

NDVI, NDMI, NDWI obtenidos con el satélite Sentinel-2 para el 1 de julio 2023

NDVI



NDMI



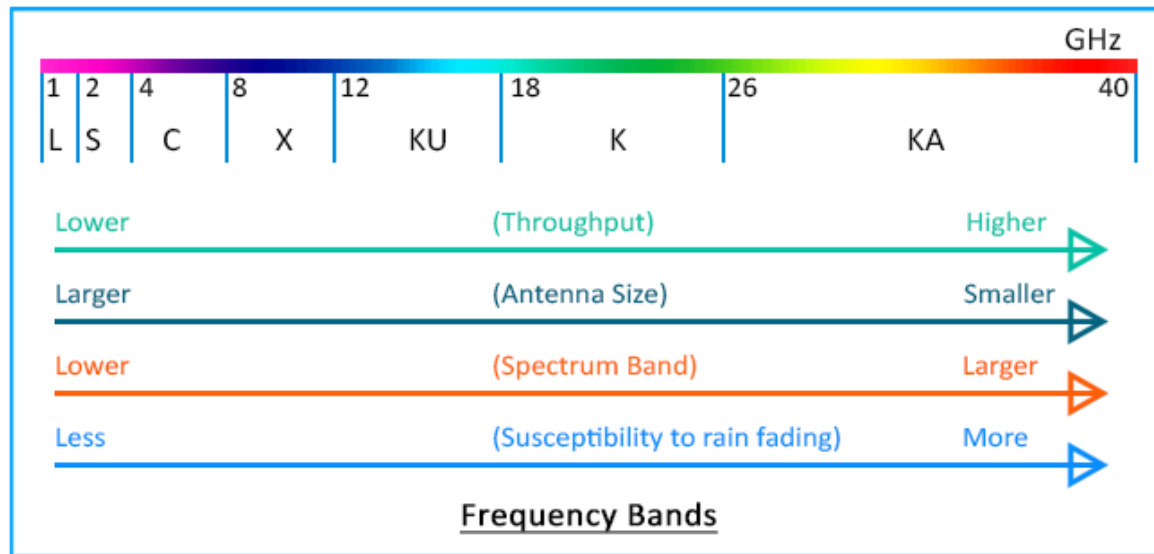
NDWI



Suelo: fundamentos teóricos (2)

La humedad del suelo también se puede estimar con el uso de radiómetros o radares que operen en las bandas C-X del espectro de las microondas.

Bandas microondas

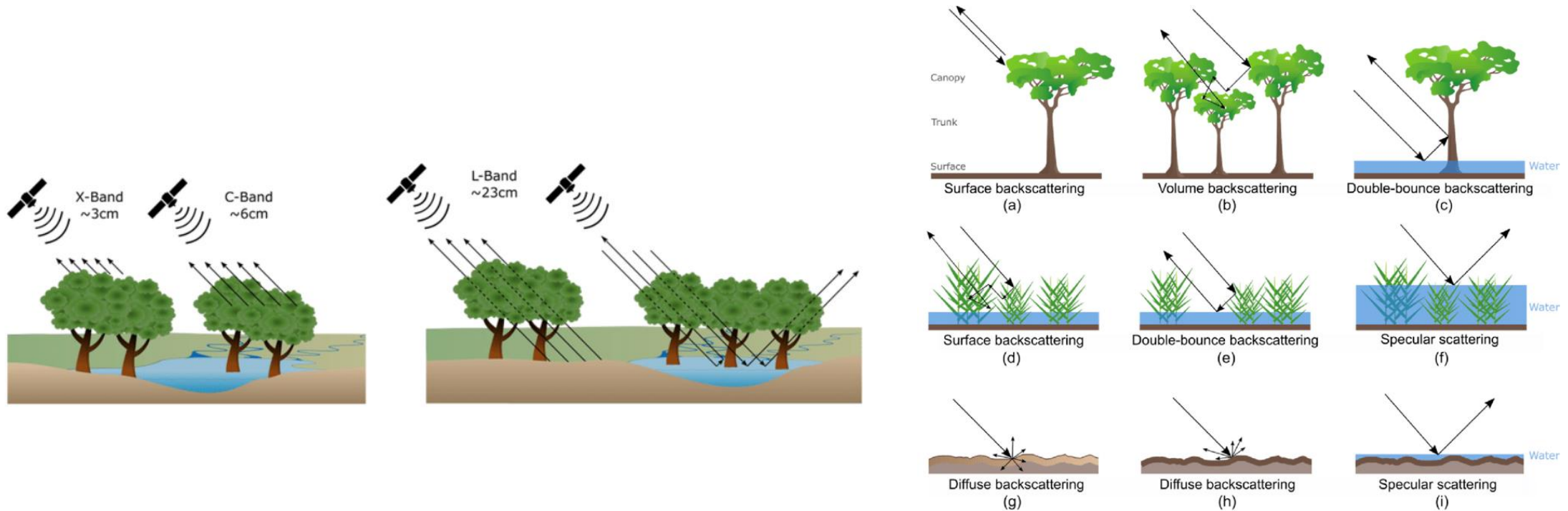


<https://www.everythingrf.com/community/ku-band>

Banda	Frecuencia	Longitud de onda
L band	1 to 2 GHz	15 cm to 30 cm
S band	2 to 4 GHz	7.5 cm to 15 cm
C band	4 to 8 GHz	3.75 cm to 7.5 cm
X band	8 to 12 GHz	25 mm to 37.5 mm
Ku band	12 to 18 GHz	16.7 mm to 25 mm
K band	18 to 26.5 GHz	11.3 mm to 16.7 mm
Ka band	26.5 to 40 GHz	5.0 mm to 11.3 mm
Q band	33 to 50 GHz	6.0 mm to 9.0 mm
U band	40 to 60 GHz	5.0 mm to 7.5 mm
V band	50 to 75 GHz	4.0 mm to 6.0 mm
W band	75 to 110 GHz	2.7 mm to 4.0 mm
F band	90 to 140 GHz	2.1 mm to 3.3 mm
D band	110 to 170 GHz	1.8 mm to 2.7 mm

Suelo: fundamentos teóricos (2)

Se aprovechan de los mecanismos de 'scattering' que sufre la radiación microondas al interactuar con la superficie terrestre.

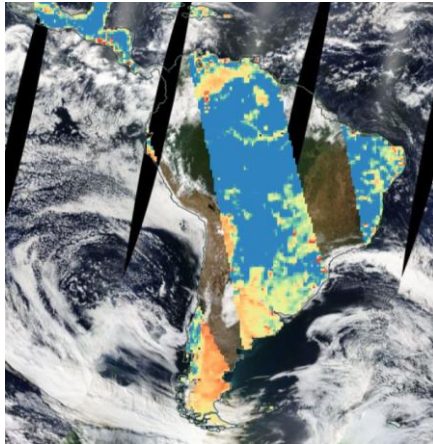


https://www.researchgate.net/figure/Radar-backscattering-mechanisms-for-forest-wetland-and-soil-surfaces-a-b-g-h_fig4_342872604

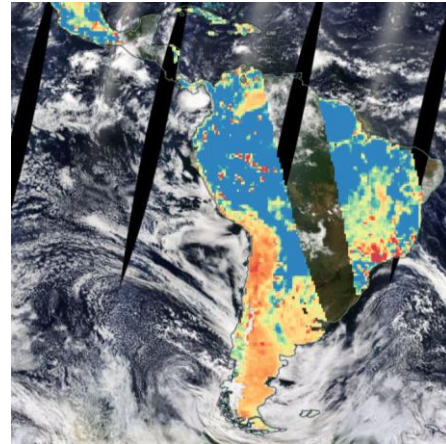
Humedad del suelo

Humedad del suelo obtenido con el con el instrument AMSR-2 (Advanced Microwave Scanning Radiometer 2) a bordo del satélite GCOM-W1 (misión japonesa). Usa la banda microondas C (6.9 GHz), resolución de 25 km.

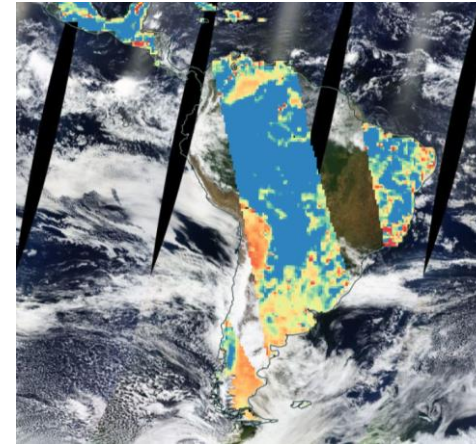
5 agosto 2012



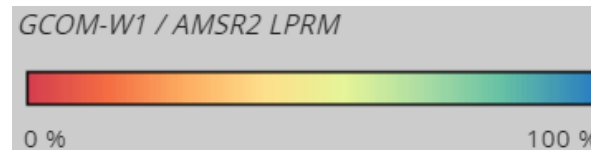
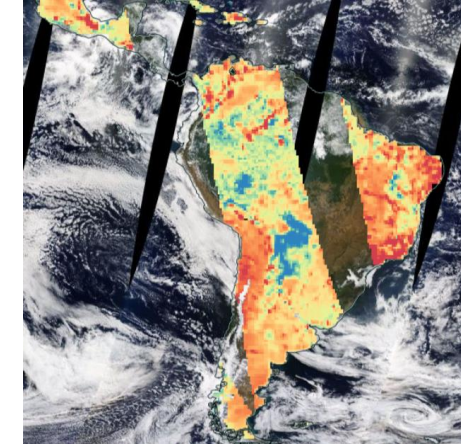
5 agosto 2014



5 agosto 2015

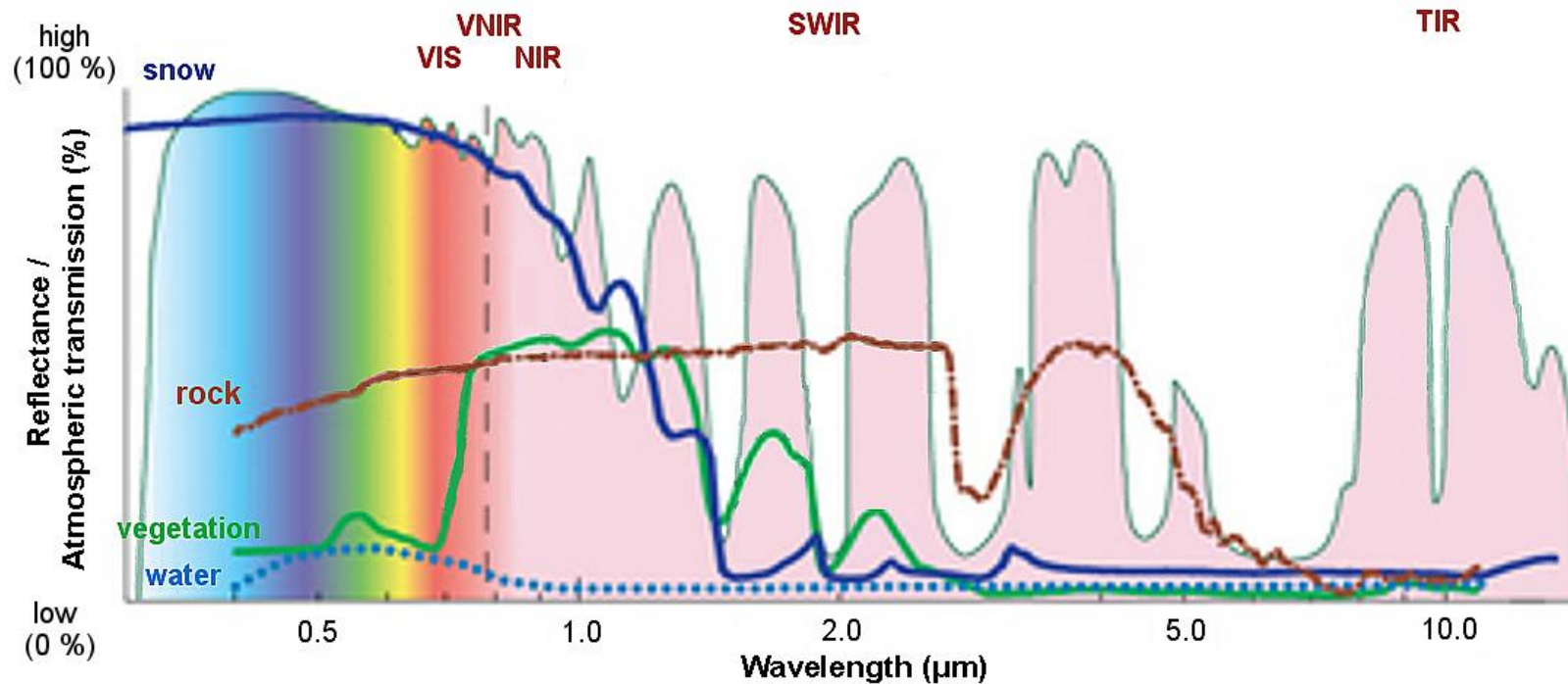


5 agosto 2016



Nieve y hielo: Fundamentos teóricos

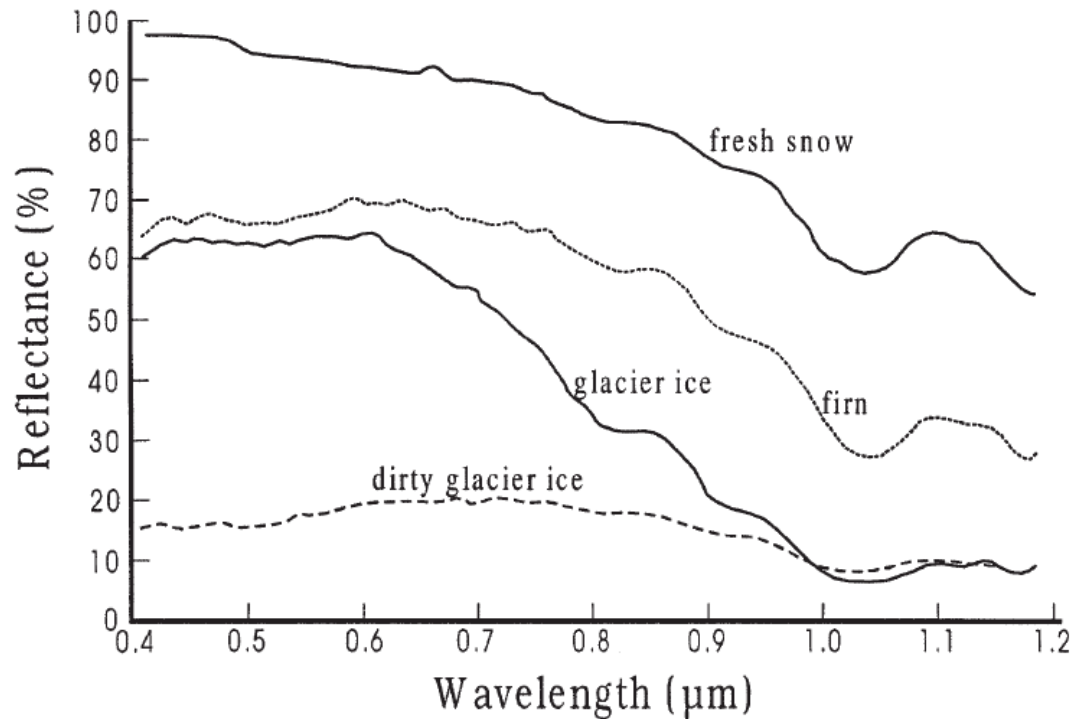
Respuesta espectral de la nieve, roca, agua, vegetación



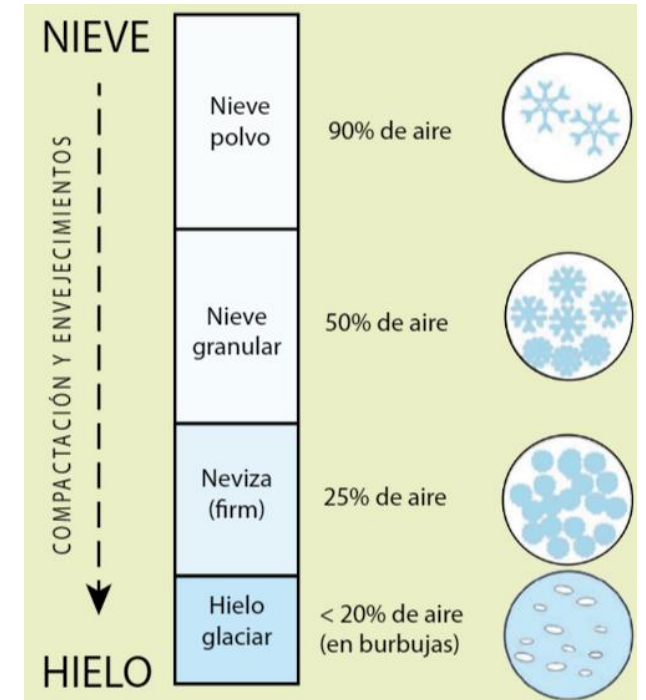
https://resources.eumetrain.org/data/3/358/print_2.htm

Nieve y hielo: Fundamentos teóricos

Respuesta espectral de los distintos tipos de nieve



https://www.researchgate.net/figure/Spectral-reflectance-curves-of-different-snow-and-ice-cover-types-in-VNIR-spectrum-Gao_fig10_331315415

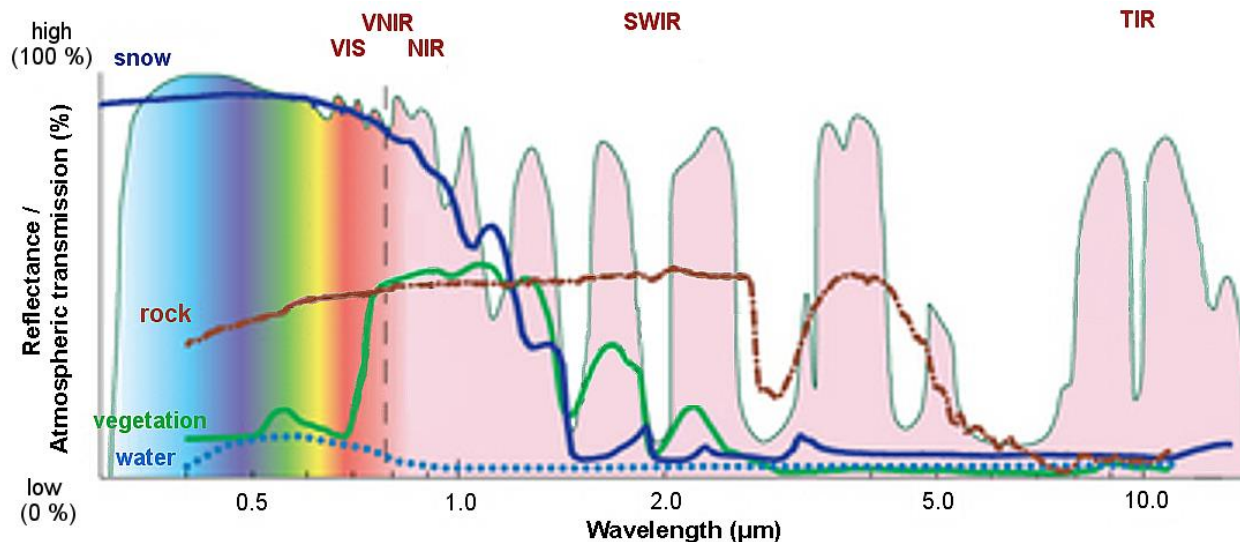


Índice Diferencial Normalizado de Nieve (NDSI)

Índice Diferencial Normalizado de Nieve (NDSI, Normalised Difference Snow Index) es un índice adimensional muy útil para el mapeo de nieve y/o hielo. Se basa en la alta diferencia de reflectancia que hay entre las bandas del verde y del SWIR (1 – 2.5µm).

Este índice está limitado por la presencia de nubes, ya que no se puede saber lo que hay debajo.

La vegetación puede ocultar la presencia de nieve/hielo en la superficie.



$$NDSI = \frac{Verde - SWIR}{Verde + SWIR}$$

-1 – 0.4	Sin nieve ni hielo
0.4 – 1	Con nieve o hielo

Índice Diferencial Normalizado de Nieve (NDSI)

Santiago de Chile, 12 de febrero de 2023

Índice NDSI, Sentinel-2, en azul zonas con $NDSI > 0.42$

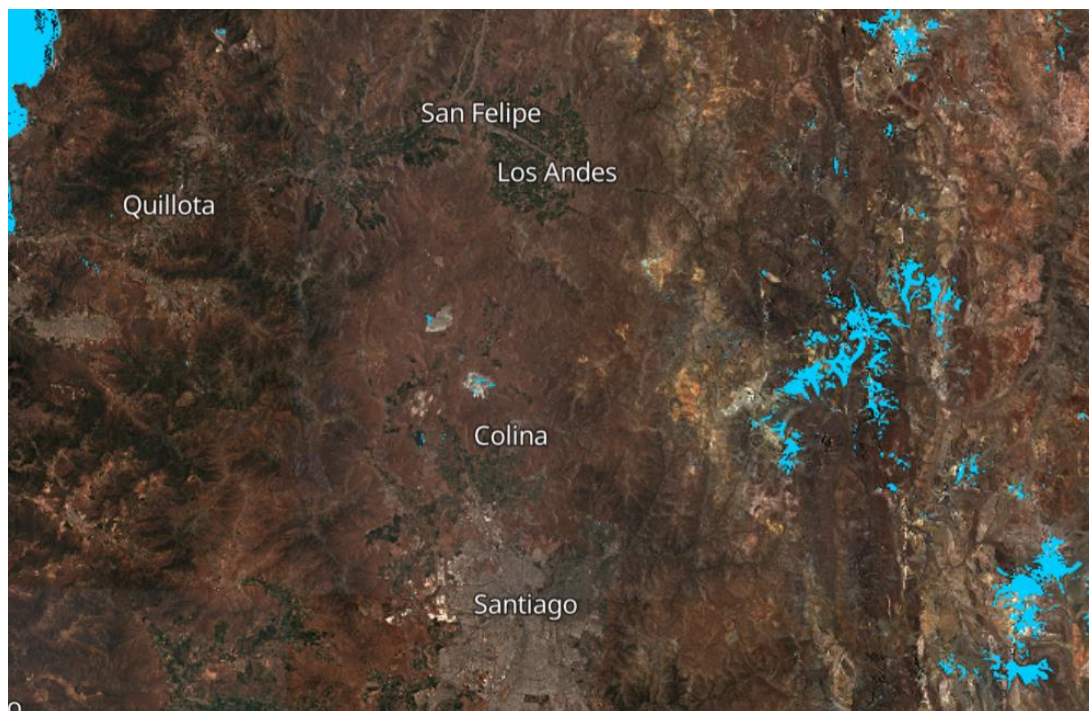


Imagen color natural, Sentinel-2

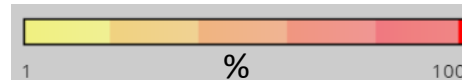
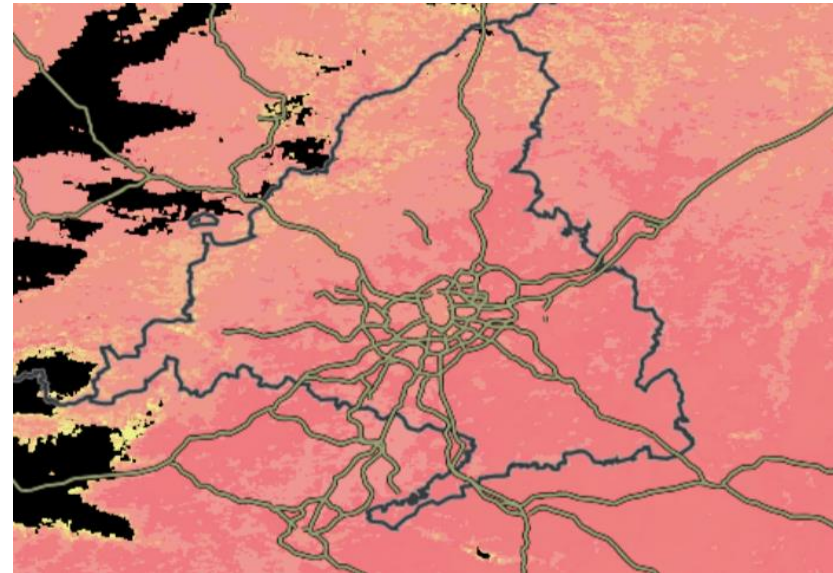
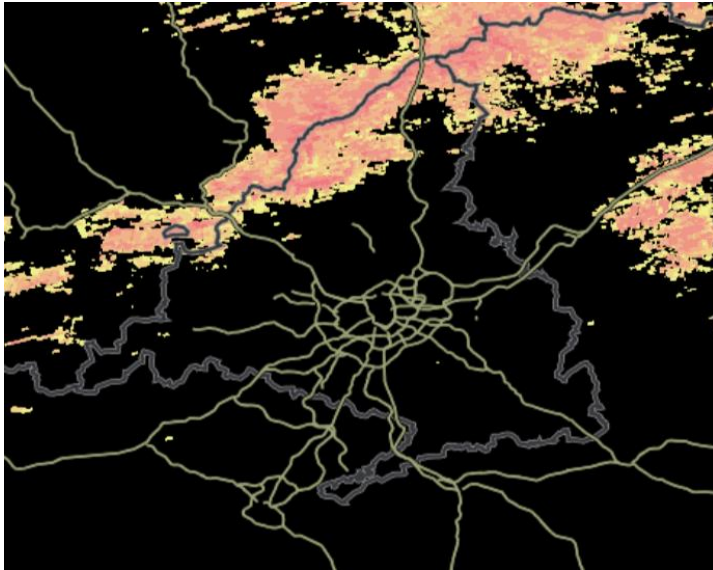


Índice Diferencial Normalizado de Nieve (NDSI)

Cubierta de nieve calculado con el satélite Terra/Aqua (instrumento MODIS), resolución de 500m

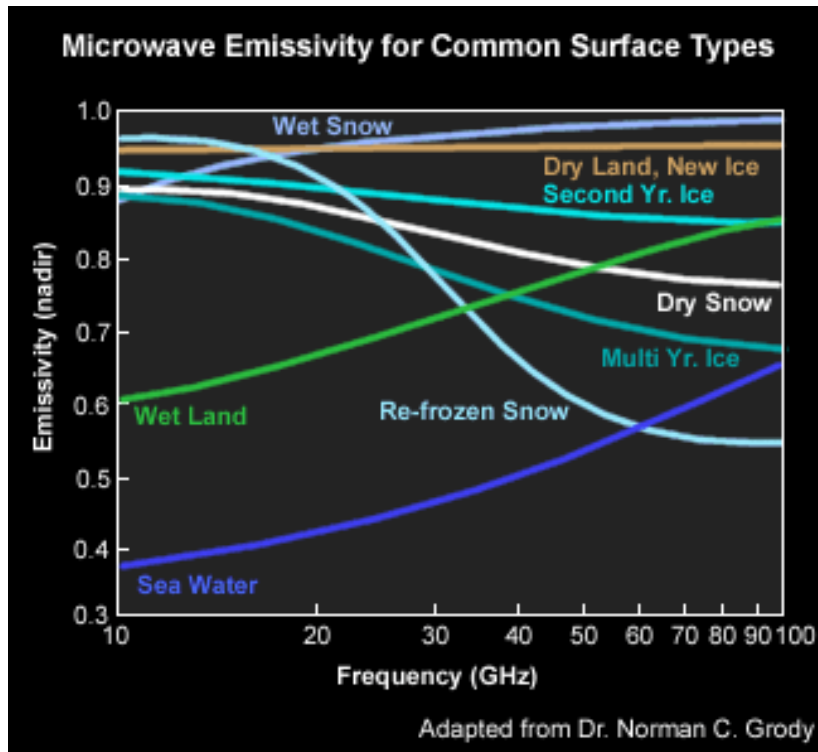
Comunidad de Madrid (España), 6-01-2021

Comunidad de Madrid (España), 11-01-2021



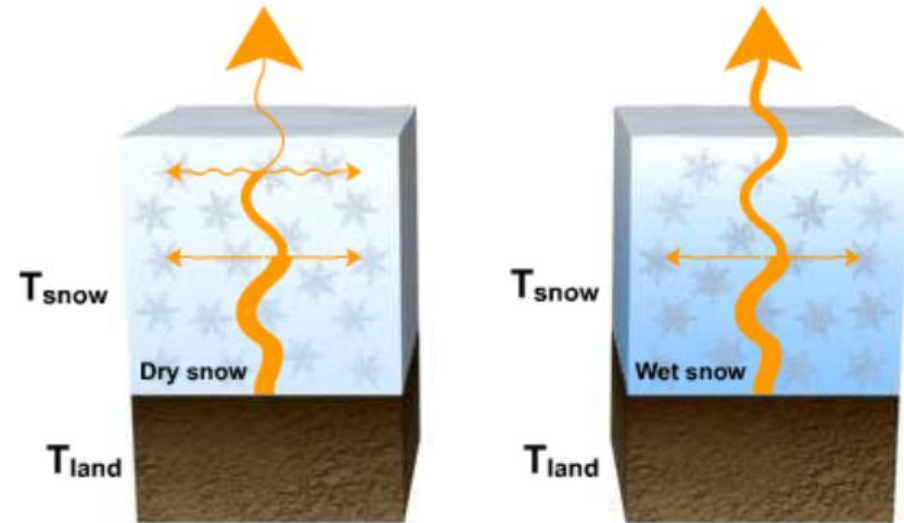
Nieve y hielo: Fundamentos teóricos (2)

La nieve presenta diferente emisividad según el contenido de agua que presente. Por tanto, es posible obtener su contenido en agua de las mediciones de temperatura de brillo adquiridas por radiómetros microondas.



https://resources.eumetrain.org/data/3/358/print_2.htm

$$T_{(B, \text{satellite})} \approx \epsilon T_{\text{sfc}} \text{ (where } \epsilon = \text{emissivity of the emitting object)}$$
$$\epsilon(\text{dry snow}) \ll \epsilon(\text{melting/wet snow})$$



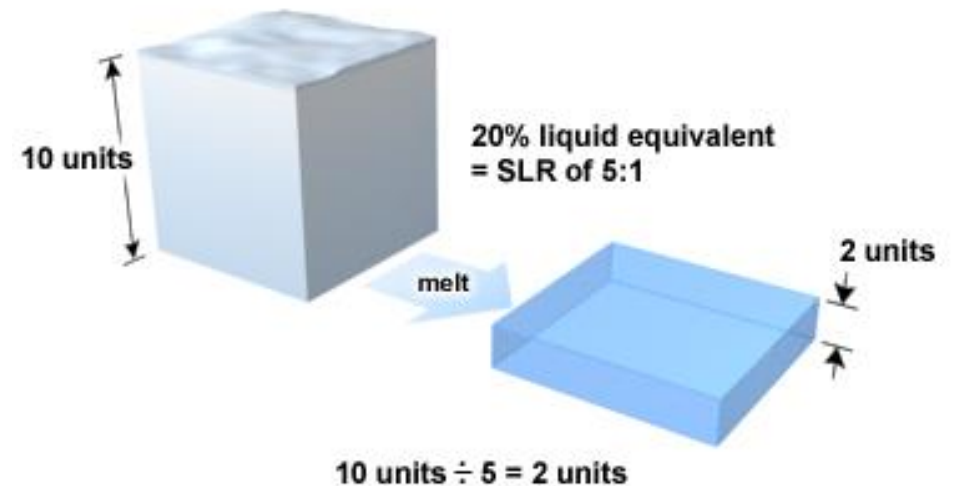
<https://resources.eumetrain.org/data/3/358/navmenu.php?tab=4&page=1.0.0>

Contenido equivalente de agua de la nieve

El contenido equivalente de agua de la nieve (snow water equivalent, SWE) indica la cantidad de agua contenida en la capa de nieve. Este contenido va a depender de la densidad que tenga la nieve.

Es un parámetro muy usado para planificar la gestión de los recursos hídricos, la previsión meteorológica, la predicción de crecidas repentinas y el estudio de los ciclos del agua. También es muy importante también para la agricultura y para aplicaciones de producción hidroeléctrica.

Se puede estimar con **radiómetros microondas** gracias a la diferente emisividad de la nieve según su contenido en agua.

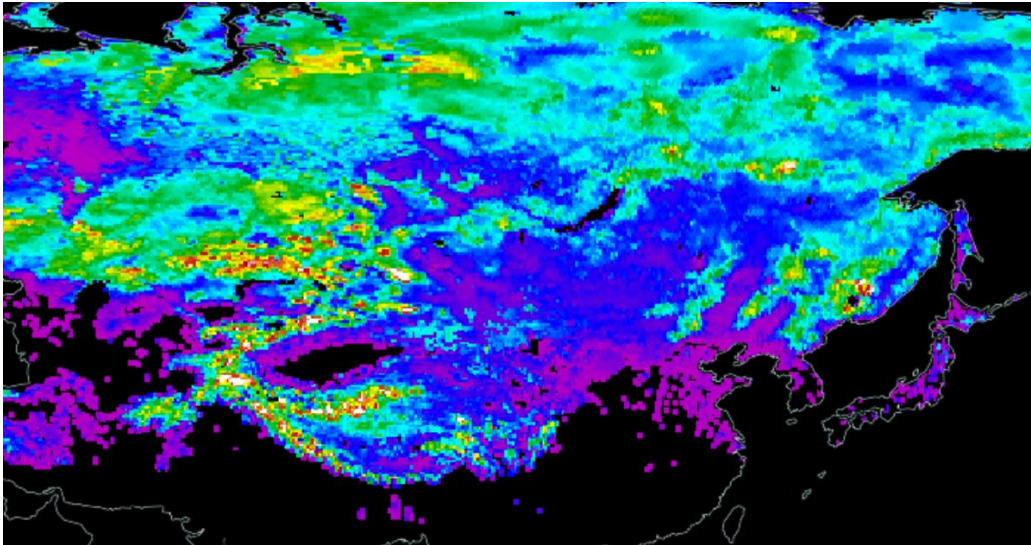


©The COMET Program

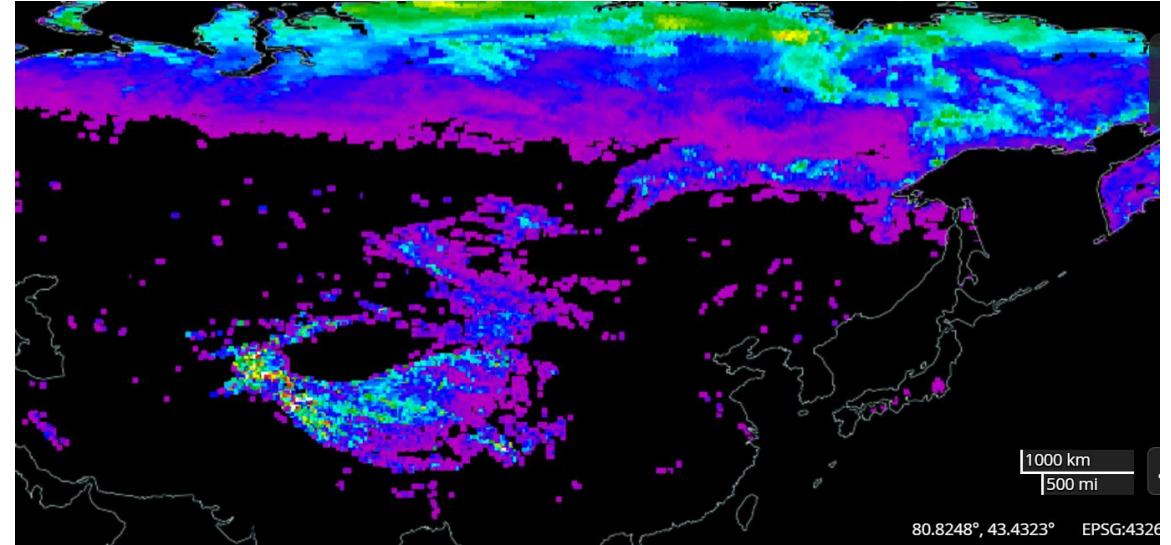
Contenido equivalente de agua de la nieve

Contenido equivalente de agua de la nieve medio mensual obtenido con AMSR2 a bordo del satélite GCOM-W1 para el norte de Asia, resolución 25 km.

Febrero 2022



Mayo 2022



Ejercicios



- 1 - Abre Worldview <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>
- 2 - Busca Bosque Nacional Klamath en California, EEUU (Klamath National Forest, CA, USA)
- 3 - Vete al 19 de julio de 2022
- 4 - Visualiza los siguientes productos: Terra y Aqua LAI (8 días), FPAR (8 días), Terra Vegetation Index (16 días)
- 5 - Compara esos mismos productos con el 19 de agosto de 2022 ¿Qué observas? ¿Sabes identificar la zona quemada?
- 6 - La escala por defecto para el LAI varía en el rango 0-6.1 Modifícala (conservando la misma paleta de colores) para que el rango sea 0-4
- 7 - Cambia la paleta de colores de algún producto a otra que consideres más adecuada

Ejercicios



8 - Añade ahora el producto Incendios y anomalías térmicas (NOAA-20) (Fires and Thermal Anomalies (Day and Night, 375m)) ¿Qué observas el 19 de julio, 29 de julio, 30 de julio, 31 de julio, 1 de Agosto, 2 de Agosto y 8 de Agosto?

9 - Vuelve al 31 de julio y haz zoom en alguno de los puntos rojos ¿Qué información obtenemos?

10 - Añade un marcador a la zona de los incendios

11 - Añade el producto (Surface Soil Moisture C1-band (Day, Daily)), ¿era una zona seca o húmeda?

12 - Añade el producto NDSI (Snow Cover (Normalized Difference Snow Index, L3, Daily)) para Terra y Aqua, y ve al 24 abril 2023 y visualiza la zona de Osorno (Chile). ¿Hay nieve? ¿En qué zonas hay nubes?

13 - Abre <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:24hrs;@0.0,0.0,3z>

y busca posibles incendios activos hoy únicamente de datos obtenidos con VIIRS 375m de Suomi NPP. Filtra por aquellos con un FRP mayor de 50 MW (cambia el fondo a negro para visualizarlos mejor)

Gracias por vuestra atención!

Lidia Cristina Escudero Fernández
lescudero@aemet.es

DIS-CTNDO

19-09-2023