



Observaciones de la Tierra para Informar el Riesgo de Desastres y la Respuesta a Sequías, Incendios Forestales e Inundaciones en México

Condiciones Durante un Incendio Activo

10 de mayo de 2023



Varios Instrumentos Satelitales Observan la Detección de Incendios

	MODIS	VIIRS	ABI
Plataforma	Terra , Aqua	Suomi NPP, NOAA-20	GOES 16, GOES 17
Lanzado	Dic. 1999, Mayo 2002	Oct. 2011, Nov. 2017	Nov. 2016, Mar. 2018
Franja	2,330 km	3,040 km	---
Hora de Cruce Ecuatorial	10:30 am (des), 1:30 pm (asc)	1:30 pm (asc), 1:30 pm (asc)	Geoestacionaria
Resolución Espacial	250 m, 500 m, 1 km	375 m, 750 m	500 m, 1km, 2km
Resolución Temporal	Cobertura Global: 1-2 días	Cobertura Global: Diaria	Disco Completo: 15 min EE.UU. Continental: 5 min
Cobertura Espectral	36 bandas (VIS, IR, NIR, MIR) Banda 1-2: 250 m Banda 3-7: 500 m Banda 8-36: 1 km	22 bandas (VIS, IR, NIR, MIR) Bandas-I (1-4): 375 m Bandas-M (1-16): 750 m Banda Diurna/Nocturna: 750 m	16 bandas (VIS, IR, NIR, MIR) 500 m – 2 km



Observaciones Geoestacionarias de Incendios Activos



GOES-West/ABI



GOES-East/ABI



MSG/SEVIRI



Himawari/AHI



Productos de Incendios Activos (Active Fire)

- Los productos Anomalías Térmicas/Incendios Activos informan la ubicación de quemaduras activas en tiempo casi real a resolución de 2 km (ABI), 1 km (MODIS), o 375 m (VIIRS).
- Presentan un panorama de incendios activos

Detecciones de Incendios NOAA-20 VIIRS

1/9/2022 – 31/9/2022



Sensores y Nombres de Productos

MODIS	MOD04A1 (Terra) MYD04A1 (Aqua)
VIIRS	VNP14IMGTDL_NRT (SNPP) VJ114IMGTDL_NRT (N20)
ABI	FDC



¿Qué Son las Anomalías Térmicas?

- Un aumento significativo en la radiancia absoluta a $\sim 4 \mu\text{m}$ y $\sim 11 \mu\text{m}$
 - Se mide como temperatura de luminosidad (Brightness Temperature o BT) (K)
- Todos los algoritmos son similares.
 - Aplican máscaras de nubes
 - Usan otras bandas de longitudes de onda para filtrar el destello solar en regiones costeras



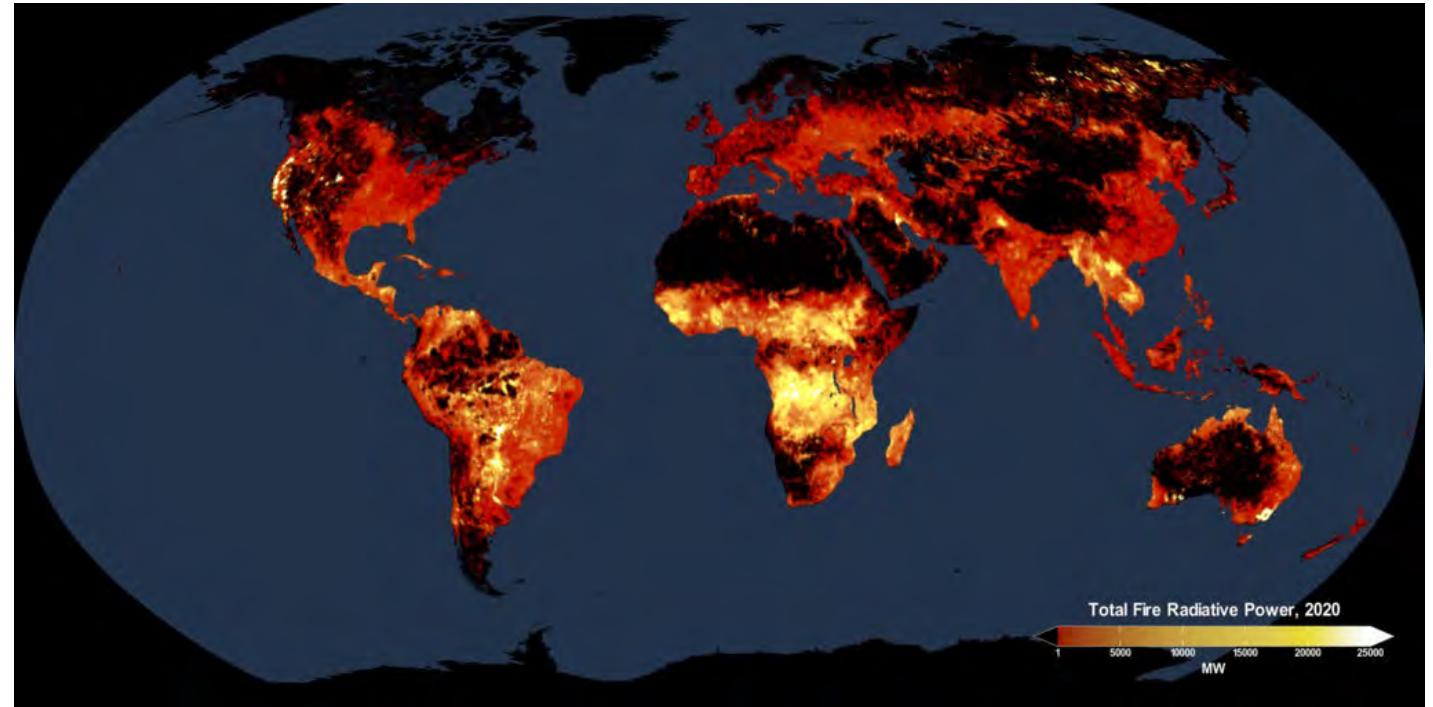
Detección de Incendios de VIIRS
NASA Worldview



Potencia Radiativa del Fuego (Fire Radiative Power o FRP)

- Tasa de energía radiante emitida por un incendio
 - Normalmente se expresa en unidades de potencia (W, MW, o J/s)
- Energía Radiativa del Fuego (Fire Radiative Energy o FRE)
 - FRP integrada en el tiempo, normalmente se expresa como (J)
 - Existe una correlación entre la FRE y las emisiones de un incendio

FRP Acumulativa 375m VIIRS para 2020



<https://svs.gsfc.nasa.gov/4899>



Incendios Activos de VIIRS, Ene.-Sep. 2021



<https://svs.gsfc.nasa.gov/4945>

Algoritmo de Detección de Incendios Activos

Clasificar Píxeles de Nubes y Aguas

- Usar umbrales de temperatura de luminosidad (BT) y reflectancia en bandas particulares
- Diferentes umbrales para el día y la noche

Detección de Incendios Activos

- Usar umbrales fijos o dinámicos (ventana móvil) para identificar posibles píxeles de fuego
- Utilizar datos complementarios de otros canales

¿¿Está seguro de que es un incendio??

- Caracterizar el fondo
- Comprobar si hay objetivos brillantes libres de fuego (destello, regiones costeras, desiertos, bosques despejados)



Algoritmo de VIIRS

Banda	Gama de longitudes de onda	
I4	3.55 – 3.93 μm	Detección de Incendios
I5	10.5 – 12.4 μm	Comparado con I4 incendios activos del trasfondo
I1	0.6 – 0.68 μm	Nube
I2	0.846 – 0.885 μm	Destello solar
I3	1.58 – 1.64 μm	Agua Discriminación

Artefactos de Datos:

Saturación de Píxeles

Anomalía Magnética del Atlántico

Sur (SAMA por sus siglas en inglés)

Identificación de Píxeles Candidatos de Incendios

- $BT_4 > BT_{4S}$ OR $\Delta BT_{45} > 25K$ (día)
- $BT_4 > 295K$ OR $\Delta BT_{45} > 10K$ (noche)

$BT_{4S} = 501 \times 501$ fondo BT ventana

$BT_{45} = BT_4 - BT_5$

Validación

- Tasa de errores: 0 – 1.2% (China)



VIIRS – Contenido de Archivos

<https://www.earthdata.nasa.gov/learn/find-data/near-real-time/firms/viirs-i-band-375-m-active-fire-data>

Atributo	Descripción	
Latitude	Latitud	Centro del píxel de fuego nominal de 375 m
Longitude	Longitud	Centro del píxel de fuego nominal de 375 m
Bright_ti4	Temp. De Luminosidad I-4	Temperatura de luminosidad VIIRS I-4 del canal del píxel de fuego (K)
Scan	Tamaño de Píxel en la dirección de escaneo	Tamaño real del píxel
Track	Tamaño de píxel en la dirección del recorrido	Tamaño real del píxel
Acq_Date	Fecha de Adquisición	Fecha de adquisición por VIIRS
Acq_Time	Hora de Adquisición	Hora de adquisición/paso por encima del satélite (en UTC)
Satellite	Satélite	N= Suomi NPP, 1=NOAA-20
Confidence	Confianza	Low - Áreas de destello solar y anomalía de temperatura relativa más baja Nominal - Libre de contaminación potencial del destello solar durante el día y anomalía de temperatura fuerte en datos diurnos o nocturnos High - Píxeles saturados de día o de noche
Version	Versión (Colección y Fuente)	"1.0NRT" – Procesamiento Collection 1 NRT "1.0" - Procesamiento Collection 1 Standard
Bright_ti5	Temp. De Luminosidad I-5	Temperatura de luminosidad del canal I-5 del píxel de fuego medido en Kelvin
FRP	Potencia Radiativa del Fuego	FRP Representa la potencia radiativa de fuego integrada en píxeles en MW (megavatios).
DayNight	Día o Noche	D= Fuego diurno, N= Fuego nocturno

Algoritmo de MODIS

Canal	Long. de Onda Central	
21,22	4 μm	Detec. de incendios activos
31	11 μm	Detec. de incendios activos, máscara de nubes, rechazo de despejo del bosque
32	12 μm	Máscara de nubes
1	0.65 μm	Rechazo de destello solar y falsas alarmas costeras; máscara de nubes
2	0.86 μm	Rechazo de superficies brillantes, destello solar y de falsas alarmas costeras; mascara de nubes
7	2.1 μm	Rechazo de destello solar y falsas alarmas costeras

Identificación de píxeles de incendio potenciales

0.86 Reflectancia < 0.35 (solo día)

- $BT4 > BT4^*$
- $BT4 - BT11 > \Delta BT^*$

$BT4^*$ y ΔBT^* son umbrales dinámicos calculados utilizando una ventana móvil ~301x30 centrada en el píxel de interés.

Validación

- Error de la Comisión Global (falsa alarma) 1.2%

Giglio et al., 2016

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425716300827>

NASA's Applied Remote Sensing Training Program



MODIS – Contenido de Archivos

<https://www.earthdata.nasa.gov/learn/find-data/near-real-time/firms/mcd14dl-nrt>

Atributo	Descripción	
Latitude, Longitude	Latitud, Longitud	Centro de píxel de fuego de 1 km
Brightness	Temperatura de Luminosidad 21 (K)	Temperatura de luminosidad del canal 21/22 del píxel de fuego (K)
Scan	Tamaño de Píxel en la dirección de escaneo	Tamaño real del píxel
Track	Tamaño de píxel en la dirección del recorrido	Tamaño real del píxel
Acq_Date	Fecha de Adquisición	Fecha de adquisición por MODIS
Acq_Time	Hora de Adquisición	Hora de adquisición/paso del satélite por encima (en UTC)
Satellite	Satélite	A = Aqua y T = Terra
Confidence	Confianza	Las estimaciones de confianza oscilan entre 0 y 100% y se les asigna una de las tres clases de fuego (fuego de baja confianza, fuego de confianza nominal o fuego de confianza alta).
Version	Versión (Colección y Fuente)	La versión identifica la recopilación y la fuente del procesamiento de datos, por ejemplo: "6.1URT" - Colección 6.1 Procesamiento en tiempo ultrarreal. "6.1NRT" - Colección 61 Procesamiento casi en tiempo real. "6.1" - Colección 61 Procesamiento estándar.
Bright_T31	Temperatura de Luminosidad 31 (K)	Temperatura de luminosidad del Canal 31 del píxel de fuego (K)
FRP	Potencia Radiativa del Fuego	FRP con píxeles integrados en MW (megavatios)
Type*	Tipo de Punto Caliente inferido	0 = presunto incendio de vegetación, 1 = volcán activo, 2 = otra fuente terrestre estática, 3 = Offshore
DayNight	Día o Noche	D= Incendio Diurno, N= Incendio nocturno



ABI- Algoritmo

Canal	Long. De Onda Central	
2	0.64 μm	Detección de nubes, albedo superficial
7	3.9 μm	Localización y caracterización de puntos calientes
14	11.2 μm	Localización y caracterización de puntos calientes
15	12.3 μm	Identificación de nubes

Validación

- Alta tasa de falsas alarmas

Identificación de Píxeles de Fuego

- 1^{ra} Parte
 - Recorrer todos los píxeles para identificar todos los píxeles de fuego posibles
- 2^{da} Parte
 - Pruebas de umbral para refinar la identificación de píxeles de fuego y la clasificación de incendios

El algoritmo GOES utiliza pruebas espectrales, contextuales y temporales, cuyos umbrales se determinan de manera dinámica.



ABI – Contenido de Archivos

<https://www.star.nesdis.noaa.gov/goesr/docs/ATBD/Fire.pdf>

Atributo	Dimensión	
Fire Mask Codes	Cuadrícula (xsize, ysize)	Códigos que indican la disposición final de píxeles (incluidas las etiquetas de fuego si así se determina)
Subpixel Fire Size	Cuadrícula (xsize, ysize)	Tamaño de fuego de subpíxeles para incendios procesados (códigos 10 y 30) (km2) Esto se establece en -9 si la temperatura de fuego del subpíxel es inferior a 400 K al final del algoritmo.
Subpixel Fire Temp	Cuadrícula (xsize, ysize)	Temperatura de fuego de subpíxeles para incendios procesados (códigos 10 y 30) (K) Esto se establece en -9 si la temperatura de fuego del subpíxel es inferior a 400 K al final del algoritmo.
Subpixel FRP	Cuadrícula (xsize, ysize)	Potencia radiativa del fuego subpíxel para incendios procesados (códigos 10, 13, 14, 30, 33, y 34) (MW)
Previous Fire Mask	Cuadrícula de disco completo de ABI	Máscara de disco completo de ABI de segundos desde el 1 de enero de 2001, cuando se detectó por última vez un incendio en ese píxel de cuadrícula fijo.
QA Flags	Cuadrícula (xsize, ysize)	Indicadores de control de calidad donde 0 indica un incendio y distinto de cero indica píxeles que no son de incendio (consulte la tabla)
Metadata	27 valores, 12 strings	<ul style="list-style-type: none"> a. Número de categorías de fuego b. Definición de cada categoría de incendio c. Porcentaje de píxeles para cada categoría de fuego d. Número de valores de indicador de control de calidad e. Definición de cada valor de indicador de control de calidad f. Porcentaje de extracciones con cada valor de indicador de control de calidad h. Número total de incendios

GOES-R ABI WF_ABBA FDCA QA Flages	
QA Code	Fire Mask Code(s) and Definition
0	10-15, 20-25, 30-35 [20-25 not used for ABI currently]: These are the codes for fires, all are considered valid algorithm output.
1	100: Fire-free land pixel that was not otherwise screened out.
2	200, 205, 210, 215, 220, 225, 230, 240, 245: The pixel failed opaque cloud tests.
3	0, 40, 50, 60, 130, 150-153, 155: Pixel unusable due to unusable surface type, sunglint, or being off the disk. Also includes reserved mask values not including 20-25.
4	120-127, 160: Bad input data.
5	170, 180, 182, 185-188: A calculation in the algorithm failed.

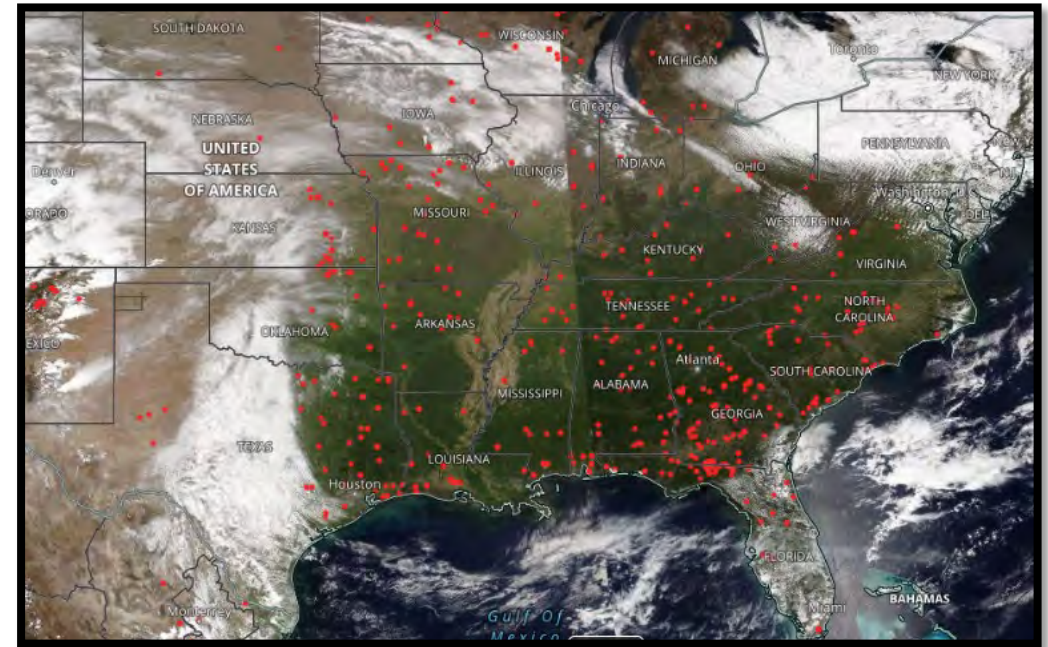
VIIRS Detecta de 3 a 4 Veces Más Incendios que MODIS

Detección Diurna de Incendios Activos – 27/04/2022

MODIS - Aqua

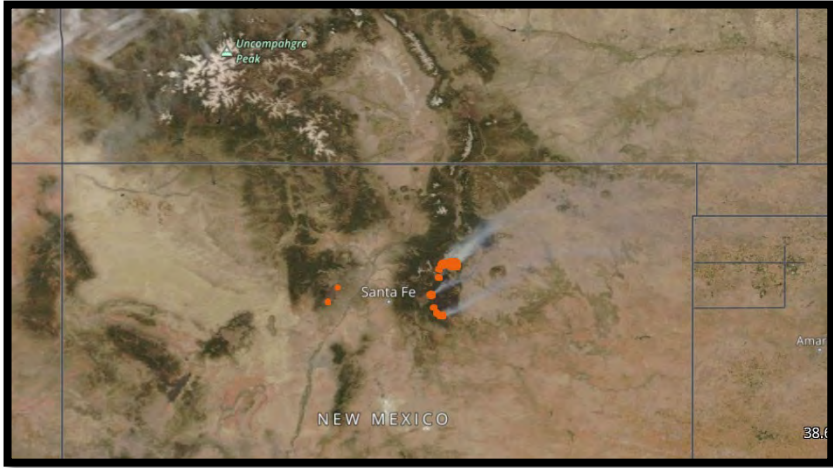


VIIRS

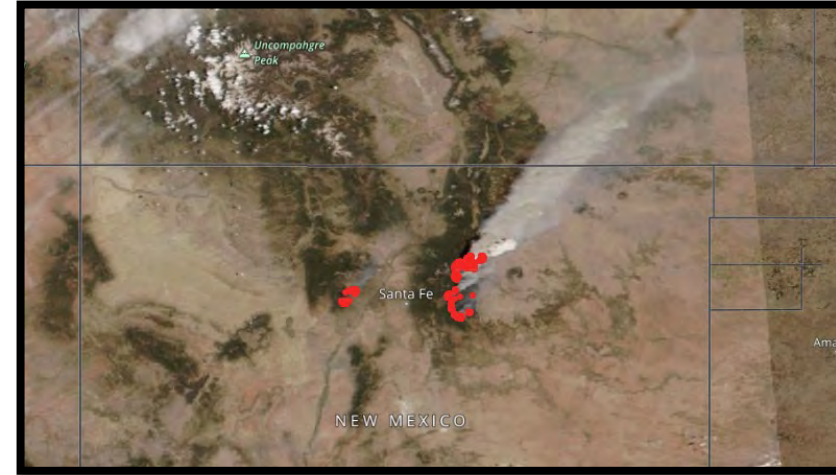


Un Incendio, Múltiples Vistas – 10 de mayo de 2022

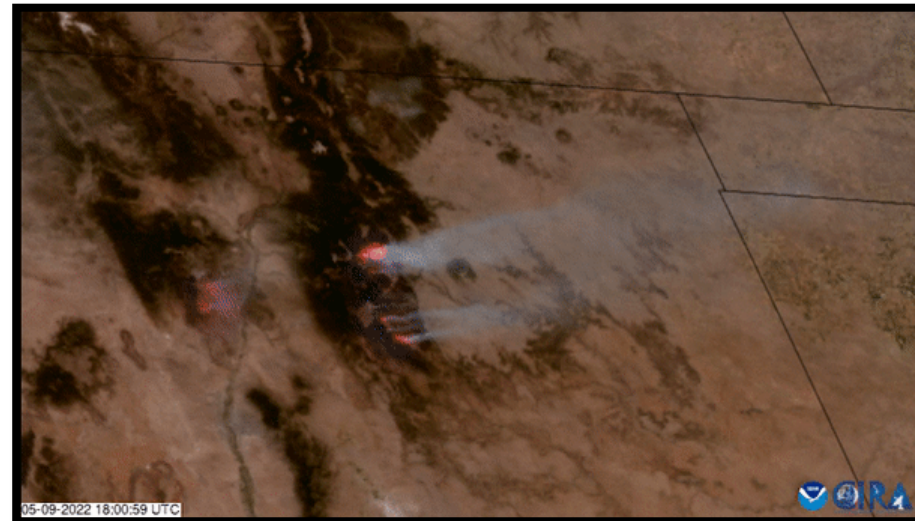
MODIS - Terra



VIIRS



ABI



Algoritmos de Anomalías Térmicas

- Limitaciones:
 - Falsos positivos: pequeños áreas de bosque despejado (suelo desnudo)
 - Grandes omisiones de incendios debido al humo espeso
 - El tamaño de píxel más grande de MODIS y ABI puede pasar por alto pequeños incendios
- MODIS Colección 6 (la más reciente) mejora estos errores.
 - Error de comisión global del 1,2%
 - Error similar para VIIRS



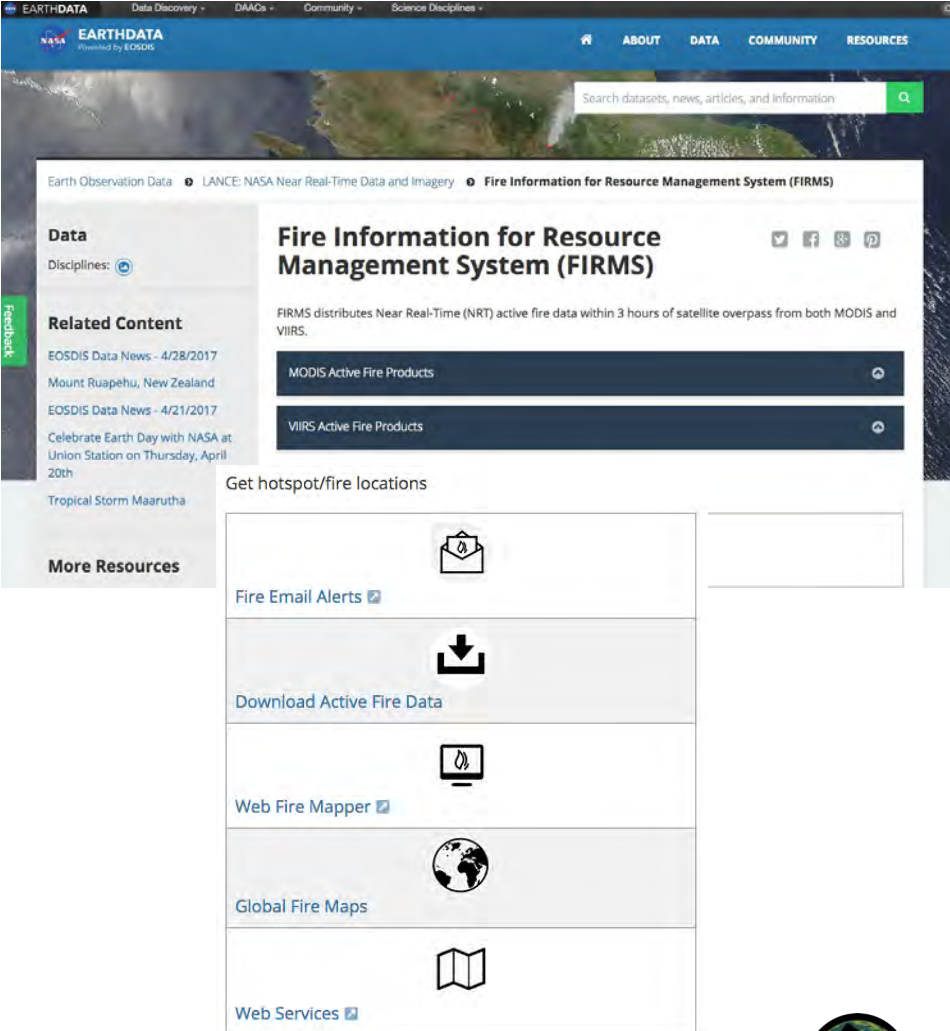
Detecciones de Incendios de MODIS, NASA
Worldview



Fire Information for Resource Management System (FIRMS)

<https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms>

- Datos de incendios activos en tiempo casi real dentro de 3 horas después del paso superior satelital
 - Menor latencia para EEUU Continental (~30 min)
- Ubicación de incendios a nivel mundial con MODIS y VIIRS y observaciones geoestacionarias provisionales
- Datos históricos disponibles
- Disponibles en:
 - Alertas por correo electrónico
 - Descargas como shapefile, WMS, KML, o TXT
 - Visualización en **Web Fire Mapper** o **Worldview**
- Tutorial en Video: [How to Use NASA's Fire Information for Resource Management System \(FIRMS\)](#)



The screenshot displays the NASA EarthData website interface for the Fire Information for Resource Management System (FIRMS). The page features a blue header with navigation links and a search bar. The main content area is divided into several sections: 'Data' with a 'Disciplines' filter, 'Related Content' listing recent news items, and 'More Resources' which includes options for 'Fire Email Alerts', 'Download Active Fire Data', 'Web Fire Mapper', 'Global Fire Maps', and 'Web Services'. The 'Data' section also highlights 'MODIS Active Fire Products' and 'VIIRS Active Fire Products'.



Dónde Obtener Productos de Incendios de MODIS

Datos archivados



Land Process Distributed Active Archive (LPDAAC):
<http://lpdaac.usgs.gov/>



NASA Earthdata: <https://earthdata.nasa.gov/>

En Tiempo Casi Real(NRT)



Worldview: <http://worldview.earthdata.nasa.gov>



Dónde Obtener Productos de VIIRS



Worldview: <http://worldview.earthdata.nasa.gov>

VIIRS Active Fire

VIIRS Active Fire: <http://viirsfire.geog.umd.edu>



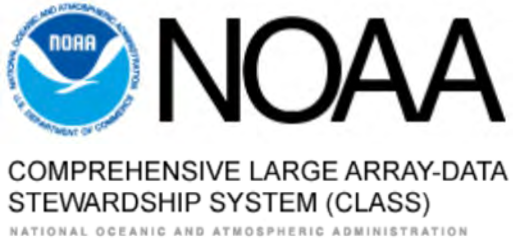
NOAA Comprehensive Large Array-Data Stewardship System (CLASS): <https://www.avl.class.noaa.gov/saa/products/welcome>

LAADS DAAC

Level-1 and Atmosphere Archive & Distribution System:
<https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/>



Dónde Obtener Productos de ABI



NOAA Comprehensive Large Array-Data Stewardship System (CLASS): <https://www.avl.class.noaa.gov/saa/products/welcome>



University of Wisconsin GOES:
<http://cimss.ssec.wisc.edu/goes/goesdata.html>



Referencias

- VIIRS- Algoritmo
 - Schroeder et al., 2014, Remote Sensing of Environment
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425713004483>
- VIIRS- Guía del usuario
 - https://viirsland.gsfc.nasa.gov/PDF/VIIRS_activefire_User_Guide.pdf
- VIIRS- Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD)
 - https://viirsland.gsfc.nasa.gov/PDF/VIIRS_activefire_375m_ATBD.pdf
- MODIS- Algoritmo de la Colección 6
 - Giglio et al., 2016, Remote Sensing of Environment
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425716300827>
- MODIS- Guía del usuario
 - https://modis-fire.umd.edu/files/MODIS_C6_C6.1_Fire_User_Guide_1.0.pdf
- ABI ATBD
 - <https://www.star.nesdis.noaa.gov/goesr/docs/ATBD/Fire.pdf>
- ABI- Fire Detection Fact Sheet (con links)
 - https://www.goes-r.gov/education/docs/fs_fire.pdf
- ABI y VIIRS- Documentos del ADP y AOD
 - <https://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/spb/aq/AerosolWatch/documents.php>





Observaciones de la Tierra para Informar el Riesgo de Desastres y la Respuesta a Sequías, Incendios Forestales e Inundaciones en México

Evaluación Después de un Incendio

10 de mayo de 2023



Impactos Después de un Incendio

- Los incendios son parte del ambiente natural de los bosques, praderas y tundra.
- Los incendios tienen impactos duraderos sobre las vidas humanas e infraestructura circundantes.
- Algunos de los impactos post-incendio principales son:
 - La liberación de dióxido de carbono y partículas de hollín en la atmósfera, consecuentemente influyendo en el clima
 - Cambios en la química del suelo y la reducción de fertilidad del suelo
 - Destrucción de la vegetación causando aumentos de escorrentía y erosión
 - Influyen en el ciclado y flujo de nutrientes
 - Destrucción de ecosistemas y fauna

<http://www.geog.leeds.ac.uk/courses/level3/geog3320/studentwork/groupd/positiveandnegative.html>



Intensidad del Fuego

- La **cantidad de energía o calor liberada por unidad de tiempo o superficie**- comprende varios tipos de mediciones de la intensidad del fuego
- Byram (1959): "La tasa de liberación de energía o calor por unidad de tiempo, por unidad de longitud de la frente de un incendio, sin importar su profundidad."
- La intensidad del incendio dicta la severidad de quema



Ejemplo de escala de intensidad del fuego.

Fuente de la Imagen: [NPS.gov](https://www.nps.gov), [NIFC.gov](https://www.nifc.gov), K. Crocker, D. A. DellaSala



Severidad de Quema

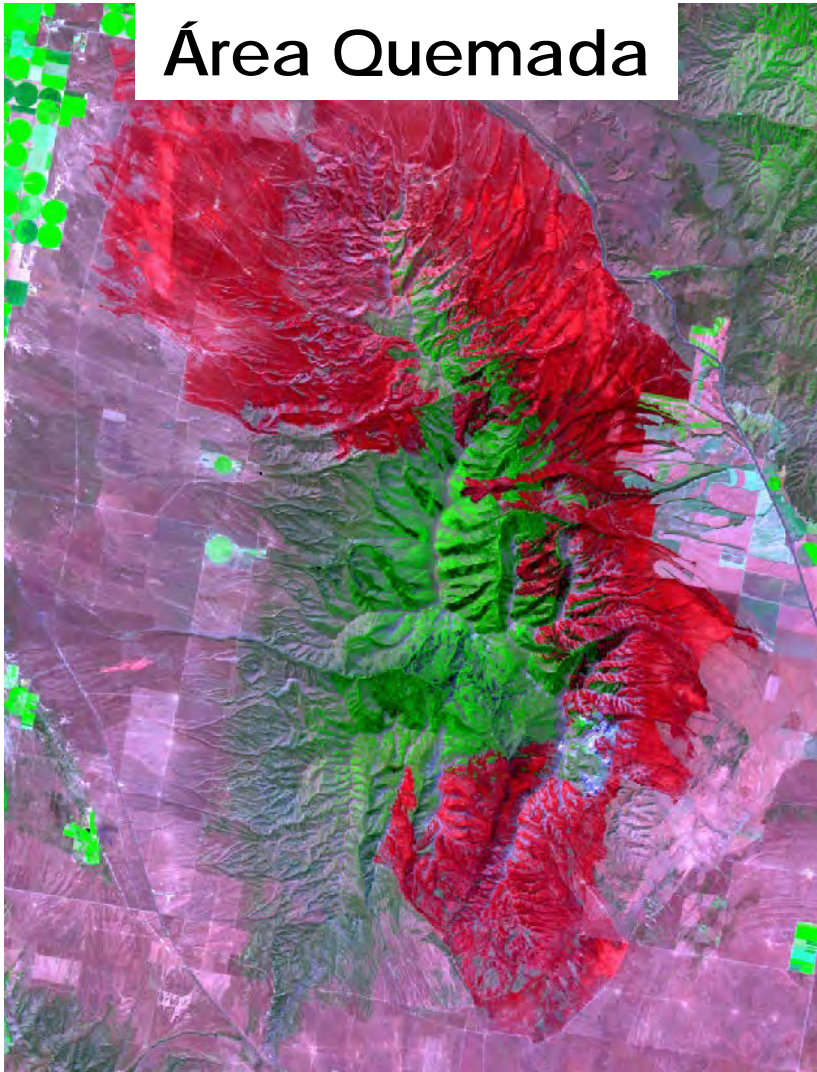
- El efecto de un incendio en las **propiedades del ecosistema**, a menudo definido por el grado de mortalidad de la vegetación.
- Grado en el que un sitio ha sido alterado o interrumpido por un incendio; en pocas palabras, un producto de la intensidad del fuego y el tiempo de residencia



Ejemplo de área quemada de alta severidad.
Fuente de la Imagen: USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-243. 2010



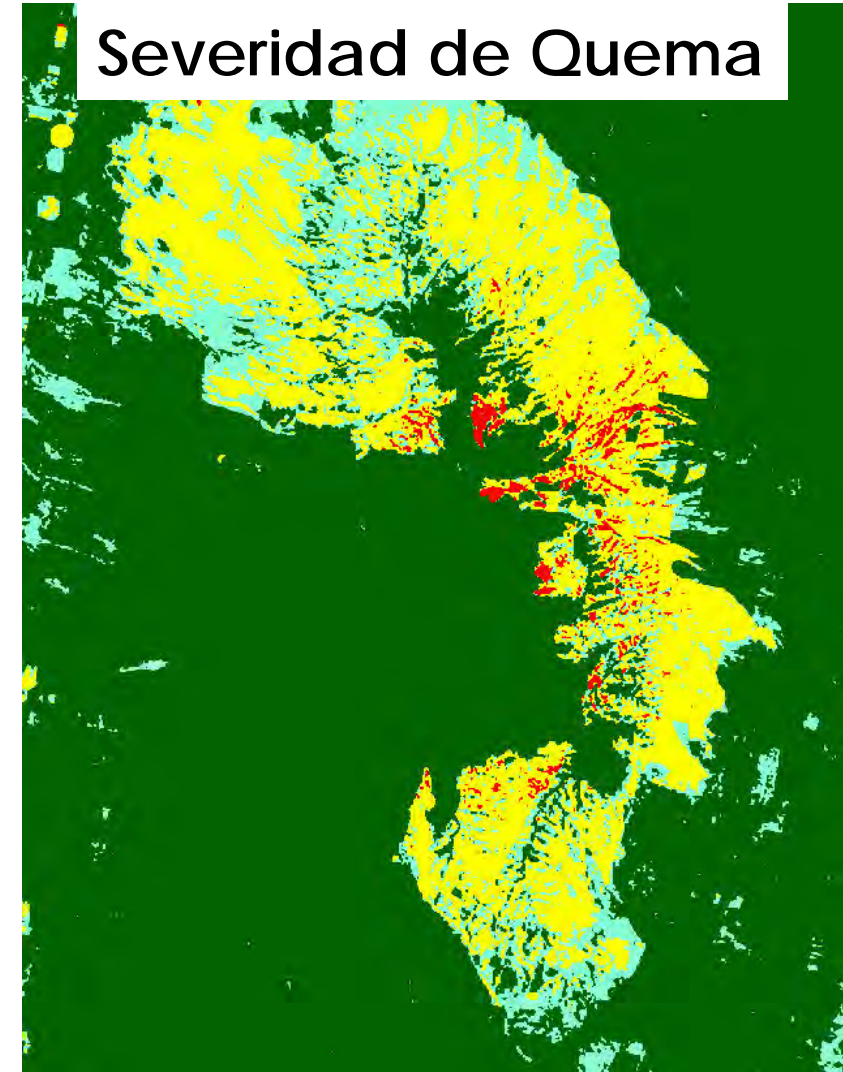
Perspectiva de la Teledetección: Área Quemada y Severidad de Quema



- El área quemada utiliza imágenes para evaluar la extensión de impactos sobre la vegetación para un incendio particular

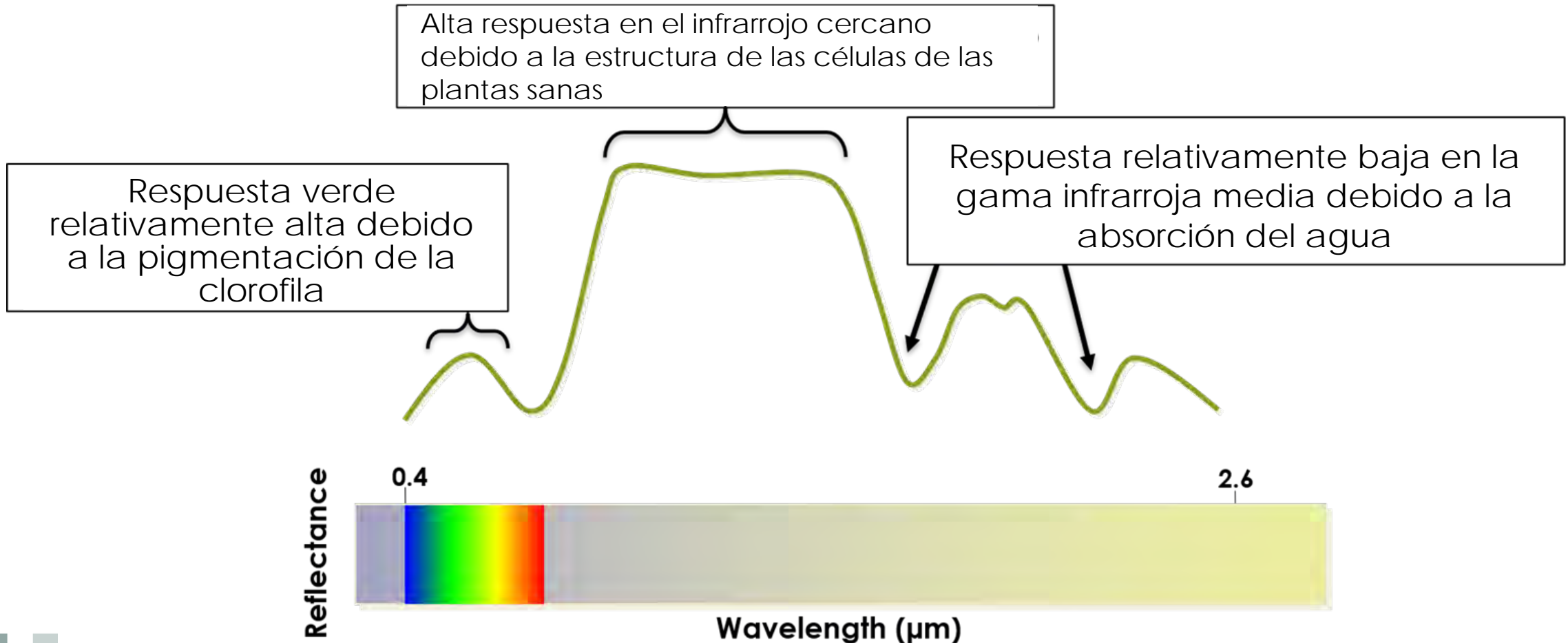


- La severidad de quema compara la información del área quemada con las imágenes pre-incendio para evaluar la magnitud relativa de los impactos de la quema.



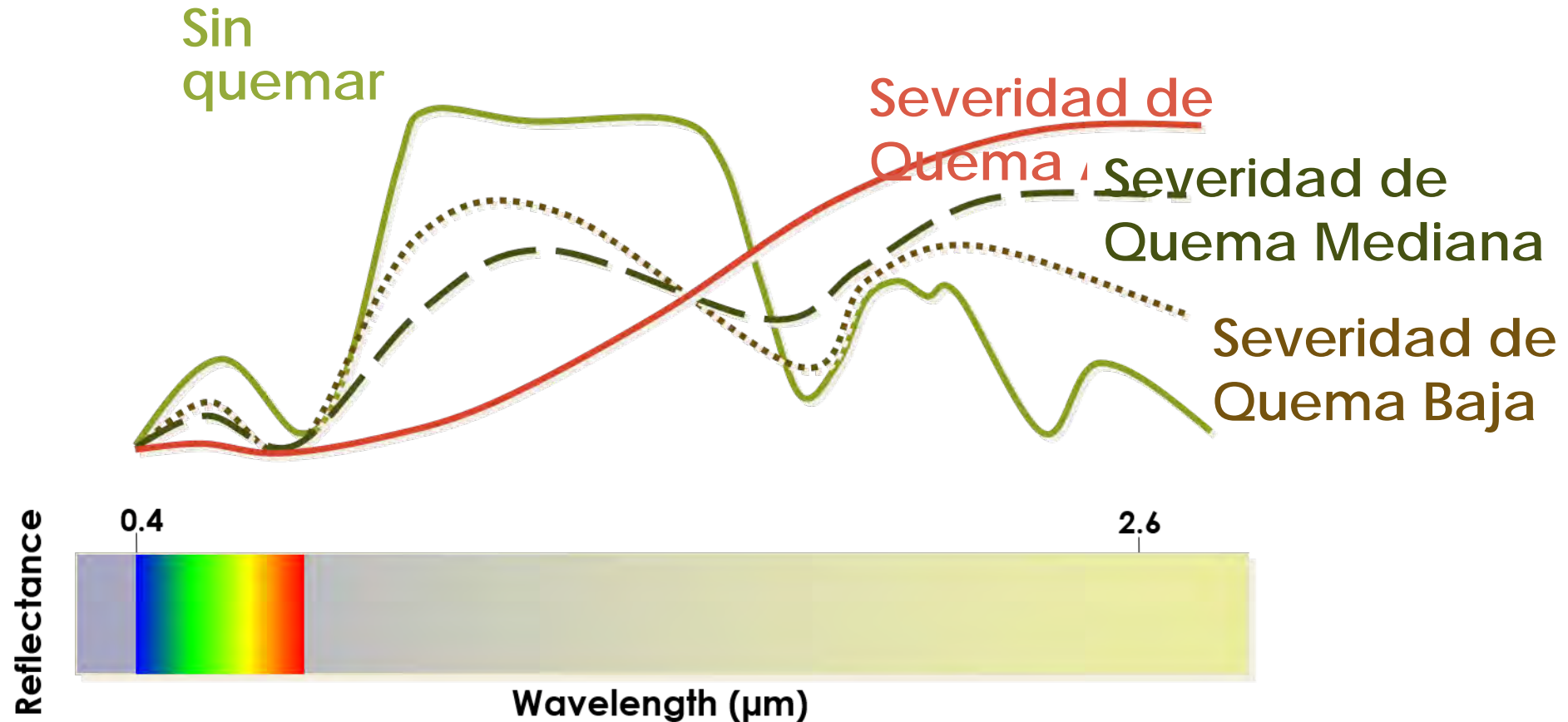
Respuesta Espectral de la Vegetación Típica

Curva de Respuesta de la Vegetación Típica de 0.4 a 2.6 μm



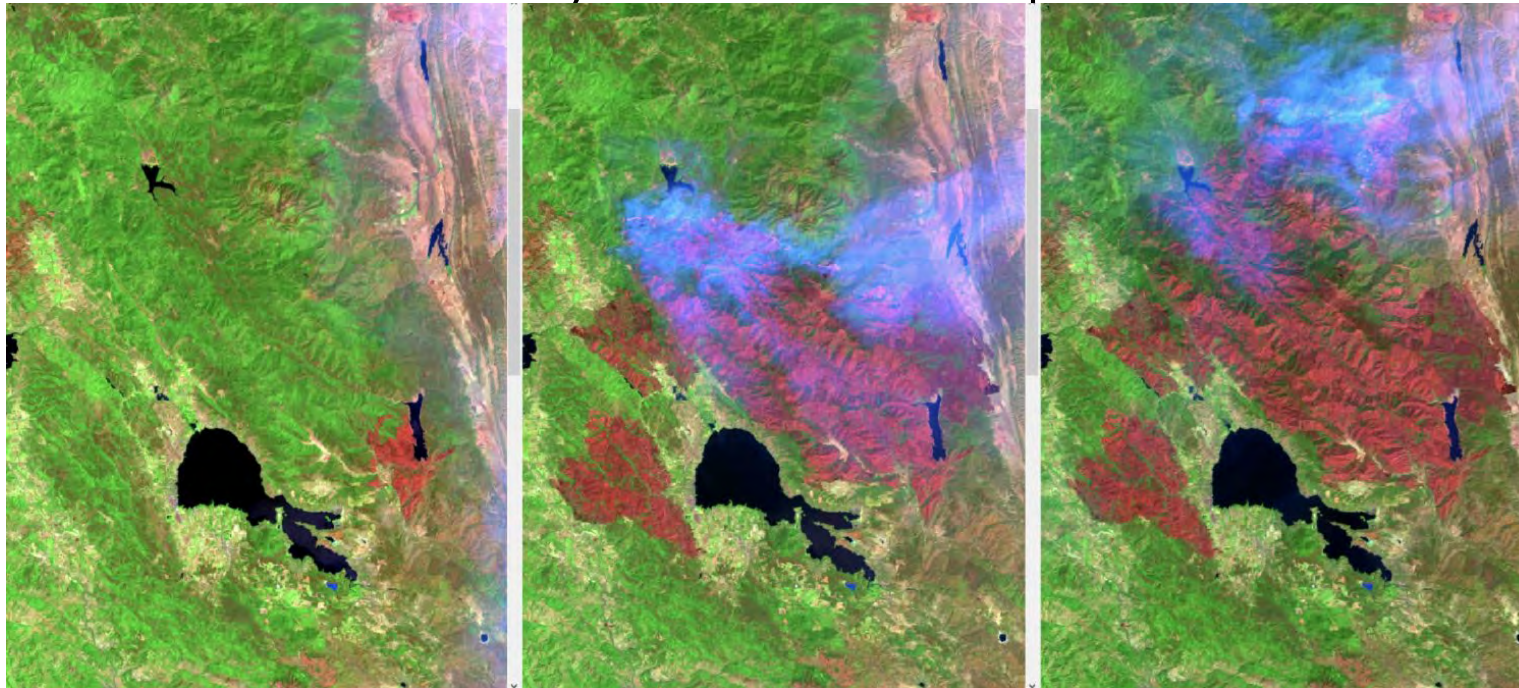
Vegetación Sana vs. Áreas Quemadas

Aprovechando las Curvas de Respuesta Espectral



Área Quemada: Relación de Quema Normalizada (Normalized Burn Ratio o NBR)

- Se utiliza para identificar áreas quemadas
- Compara escenas antes y después de un incendio para identificar extensión y severidad de quema



26 de julio

11 de agosto

27 de agosto

Incendios Complejos de Mendocino, 2018

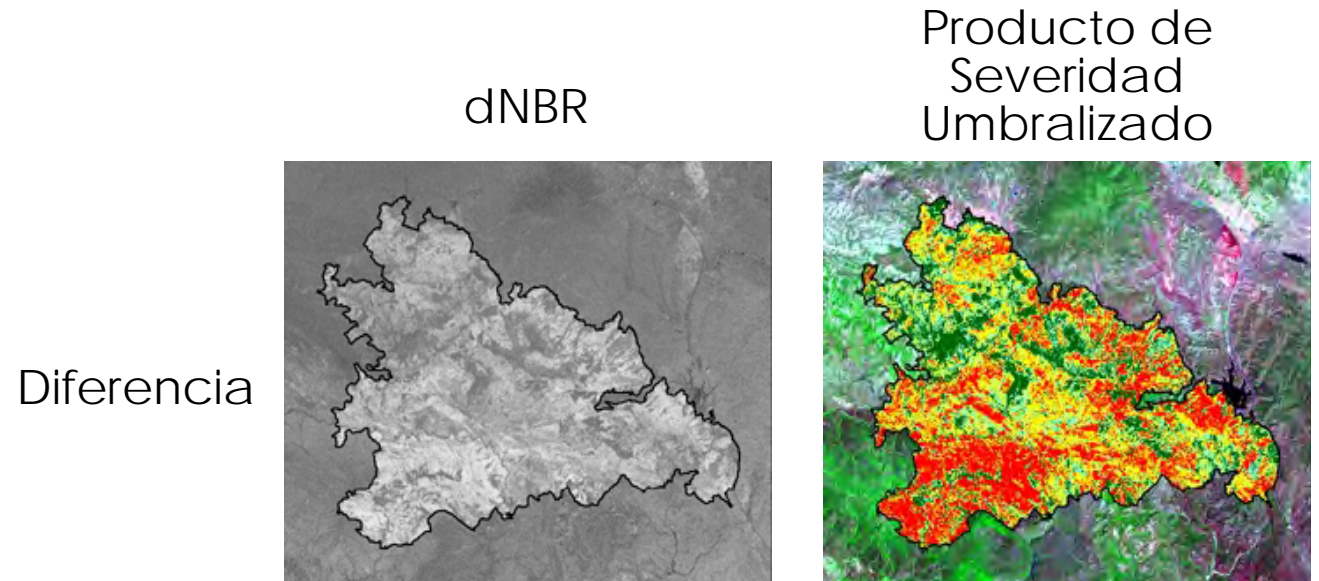
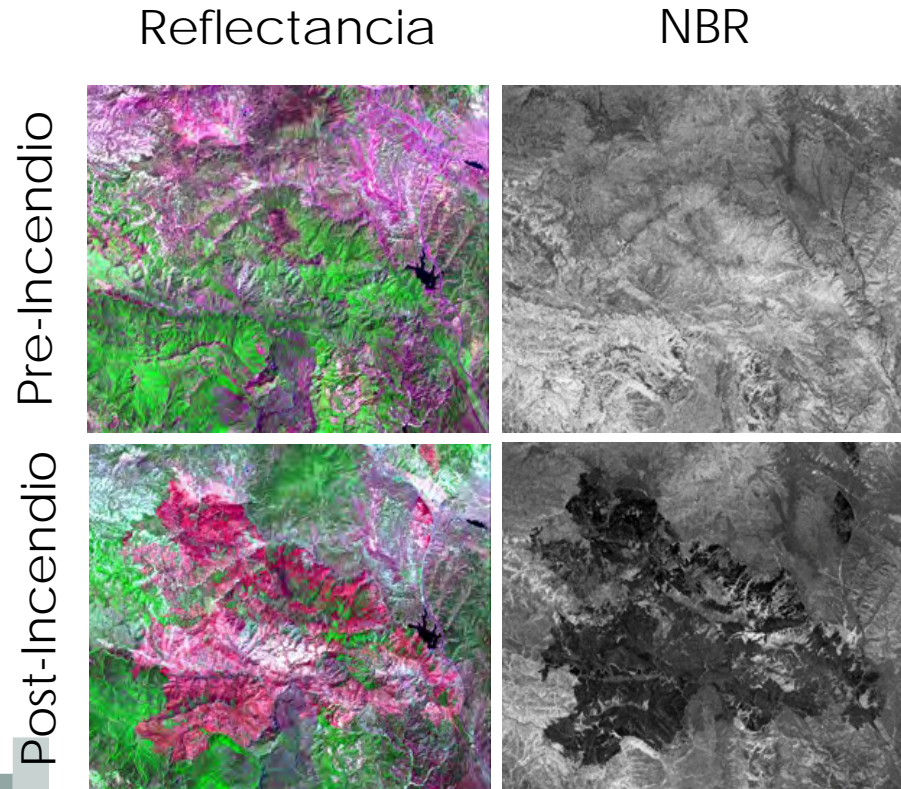
$$NBR = \frac{(NIR - SWIR)}{NIR + SWIR}$$



Severidad de Quema: Relación de Quema Normalizada Diferenciada (Differenced Normalized Burn Ratio o dNBR)

- **Normalized Burn Ratio (NBR)**
- Establece la extensión del área quemada antes y después de un incendio

- **Differenced Normalized Burn Ratio (dNBR)**
- Proporciona una comparación de condiciones pre- y post incendio para determinar la severidad
- $dNBR = NBR \text{ Pre-incendio} - NBR \text{ Post-Incendio}$





07-20-2015



07-07-2022



Herramientas para el Mapeo Después de un Incendio

Fire Information for Resource Management System (FIRMS)

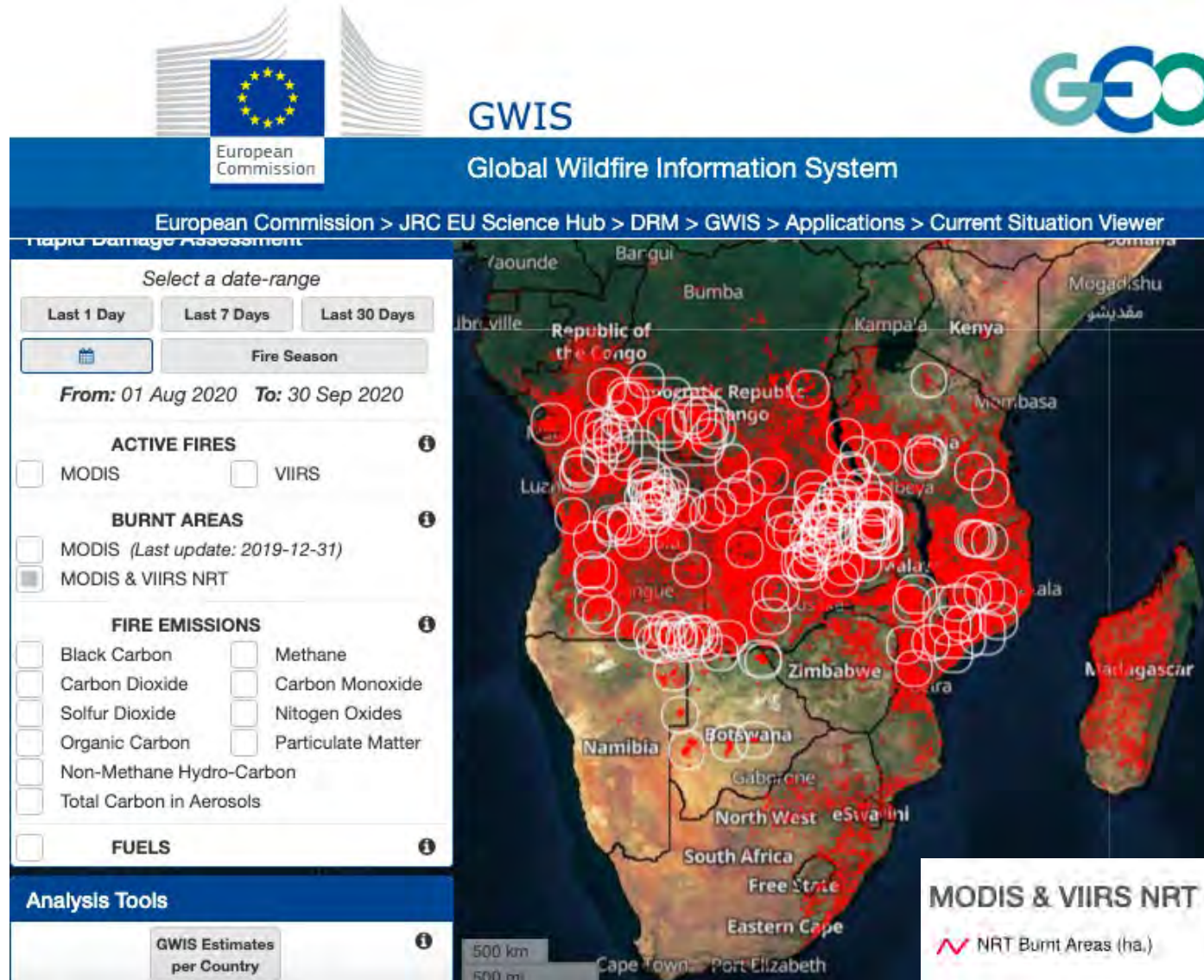
- NASA FIRMS:
 - <https://firms2.modaps.eosdis.nasa.gov/>
- Datos disponibles a nivel mundial
- Producto MODIS para áreas quemadas
- También incluye detección de incendios VIIRS y MODIS y datos de incendios activos.
- Los datos en tiempo casi real (NRT) se reemplazan por datos estándar de calidad científica a medida que están disponibles (generalmente con un retraso de 2-3 meses)
- Descarga de datos:
 - <https://firms2.modaps.eosdis.nasa.gov/download/>



Visualización del área quemada para el norte de California mostrando áreas quemadas en agosto y septiembre de 2020. Fuente de la Imagen: [FIRMS](#)



Global Wildfire Information System (GWIS): Área Quemada



- GWIS tiene una variedad de métricas de incendios disponibles, incluidos los productos de área quemada MODIS y el producto de área quemada en tiempo casi real de MODIS y VIIRS (que se muestra aquí)
- GWIS: https://gwis.jrc.ec.europa.eu/apps/gwis_current_situation/index.html



Una vista ampliada sobre Zambia mostrando el área quemada de MODIS y VIIRS en tiempo casi real.

Fuente de las Imágenes: [GWIS](https://gwis.jrc.ec.europa.eu)

NASA's Applied Remote Sensing Training Program

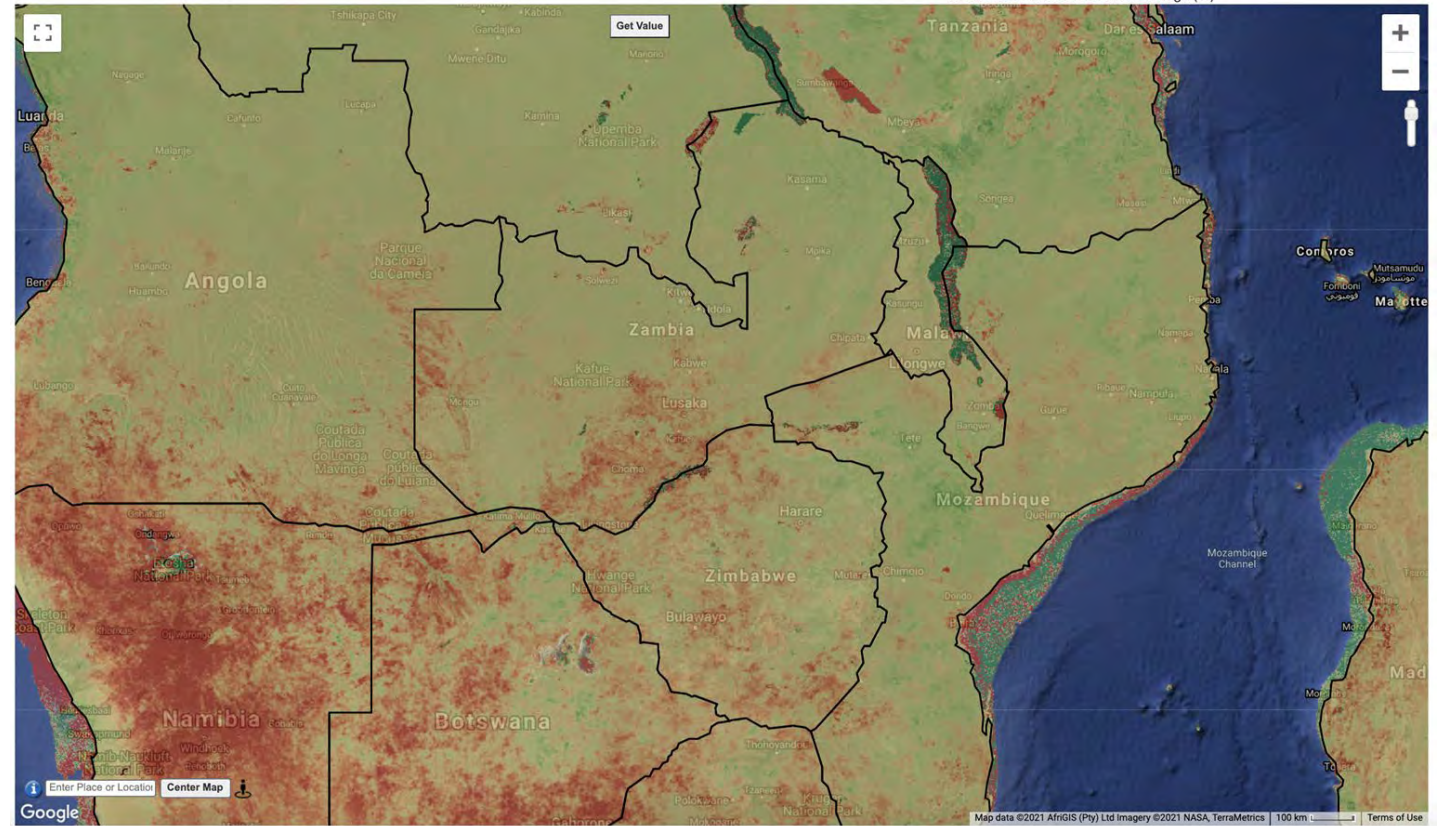
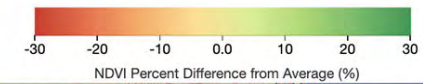


Climate Engine

<http://climateengine.org/>

- Utiliza Google Earth Engine para el procesamiento a pedido de datos climáticos y satelitales a través de un navegador web
- Series temporales y resúmenes estadísticos
- Resultados descargables en formato GeoTIFF y resultados de series temporales en formato .csv o .xlsx
- Puede compartir resultados de mapas o series temporales con enlaces URL web

NDVI Percent Difference from Average (MODIS Terra/Aqua 16-Day)
2018-10-01 to 2019-04-30, Mean, vs. 2000 - 2019



Climate Engine

<http://climateengine.org/>

- Supera las limitaciones computacionales de los grandes datos para su uso en el monitoreo en tiempo real
- Análisis espaciales y temporales totalmente personalizables
- Conjunto integral de variables que proporciona indicadores de impactos climáticos como sequías, incendios forestales y la producción agrícola

The image displays two side-by-side screenshots of the Climate Engine web interface. The left panel is titled 'GET MAP LAYER' and the right panel is titled 'GET TIME SERIES'. Both panels have a 'Make Map' or 'Make Graph' button at the top left and an 'INFO' icon at the top right. The left panel includes sections for 'Variable' (Type: Climate & Hydrology, Dataset: CHIRPS - Pentad Precipitation, Variable: Precipitation, Computation Resolution: 4800 m), 'Processing' (Calculation: Standardized Index), and 'Time Period' (Period of Record: 1981-01-01 to 2021-02-26, Last JJA (Jun-Aug), Start Date: 2020-06-01, End Date: 2020-08-31, Year Range for Historical Avg/Distribution: 1981 - 2021). The right panel includes sections for 'Time Series Calculation' (Native Time Series, One Variable Analysis), 'Region' (Point), 'Variable 1' (Type: Climate & Hydrology, Dataset: CHIRPS - Pentad Precipitation, Variable: Precipitation, Computation Resolution: 4800 m, Statistic: Mean), and 'Time Period' (Period of Record: 1981-01-01 to 2021-02-26, Last JJA (Jun-Aug), Start Date: 2020-06-01, End Date: 2020-08-31). Both panels feature a green 'GET MAP LAYER' button at the bottom. The background shows a map of the Indian Ocean region with labels for Seychelles and Réunion.





07-20-2015



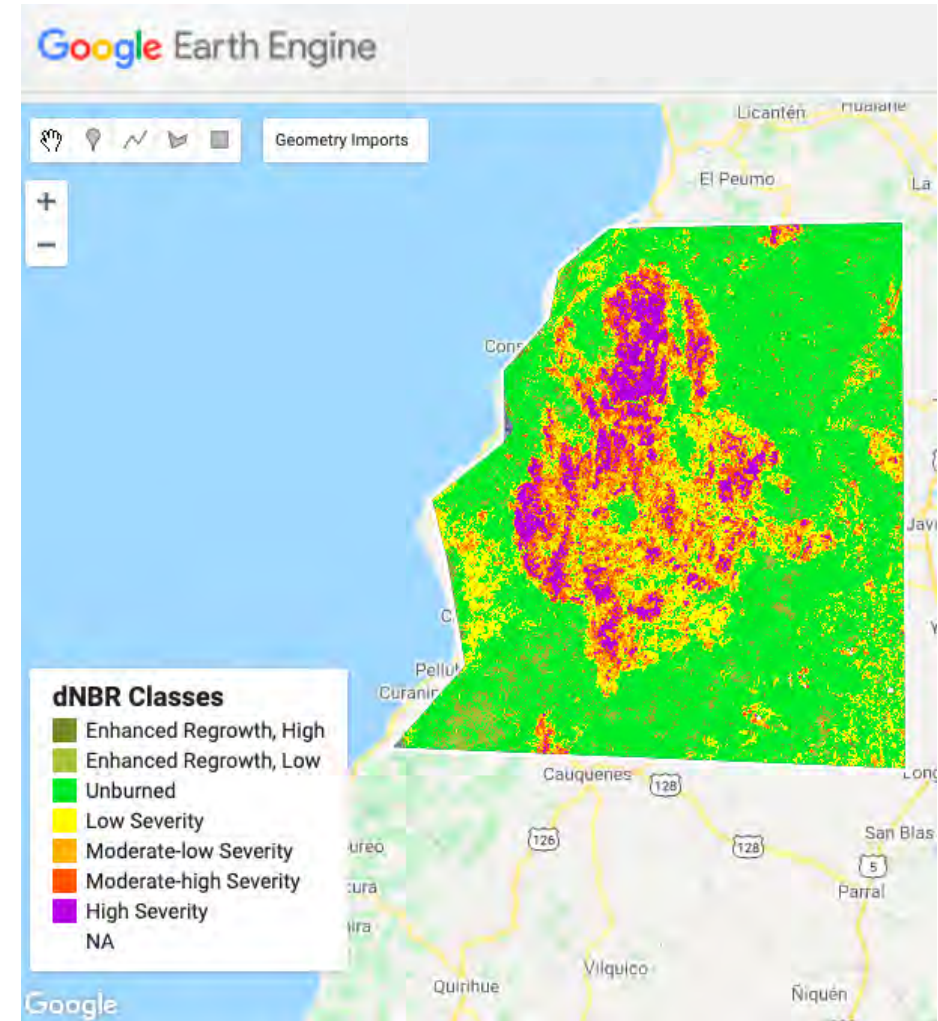
07-07-2022



Google Earth Engine para el Mapeo Después de un Incendio

Aplicaciones de GEE para la Gestión de la Tierra: Severidad de Quema

- El mapeo de la severidad de quema completado en GEE manipula los datos precargados de Sentinel-2 o Landsat 8 y utiliza la plataforma GEE como medio para controlar la calidad y filtrar los datos.
- Se calculan la relación de quema normalizada (NBR) y el NBR diferenciado (dNBR).
- La umbralización califica la severidad de la quema de un incendio forestal para completar una evaluación completa de la severidad de quema.
- Refiérase a la capacitación paso a paso, [UN-SPIDER burn severity in GEE training](#)



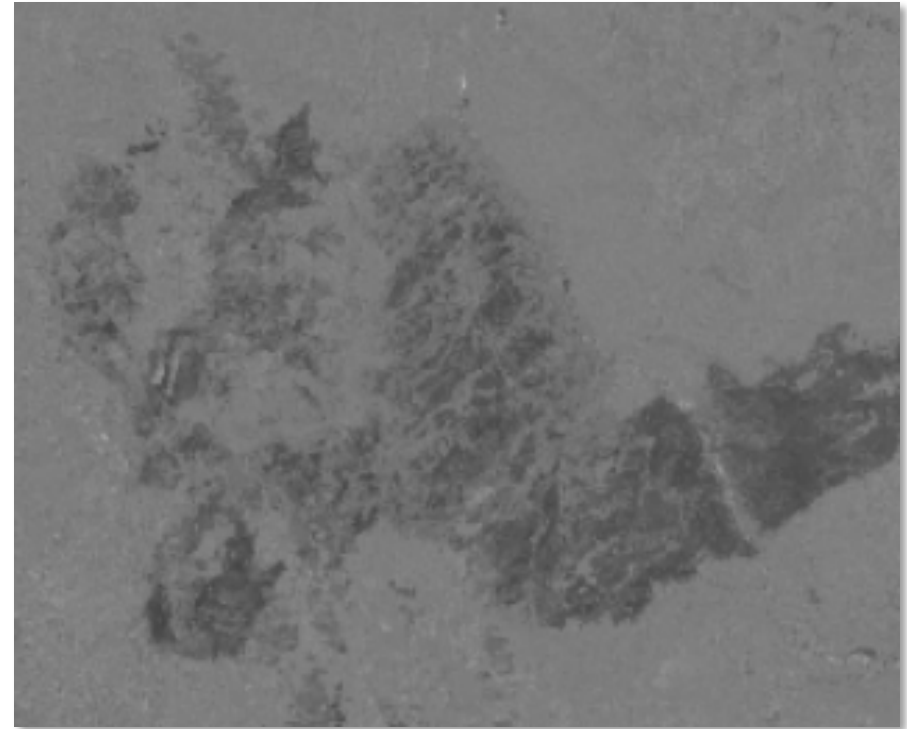
Example of burn severity mapping using Sentinel-2 data in Empedrado, Chile in February 2017. This map was produced using the UN-SPIDER Burn Severity with GEE script. Credit: [UN-SPIDER](#)



El Incendio de Lytton Creek en GEE

Para este ejercicio, vamos a:

1. Cargar las imágenes Landsat de antes y después del incendio
2. Calcular la relación de quema normalizada (NBR) para las imágenes previas y posteriores al incendio
3. Calcular el NBR diferenciado (dNBR) para las imágenes previas y posteriores al incendio
4. Clasificar la severidad de quema y agregar una leyenda
5. Calcular el área quemada
6. Exportar las estadísticas de área quemada como.csv



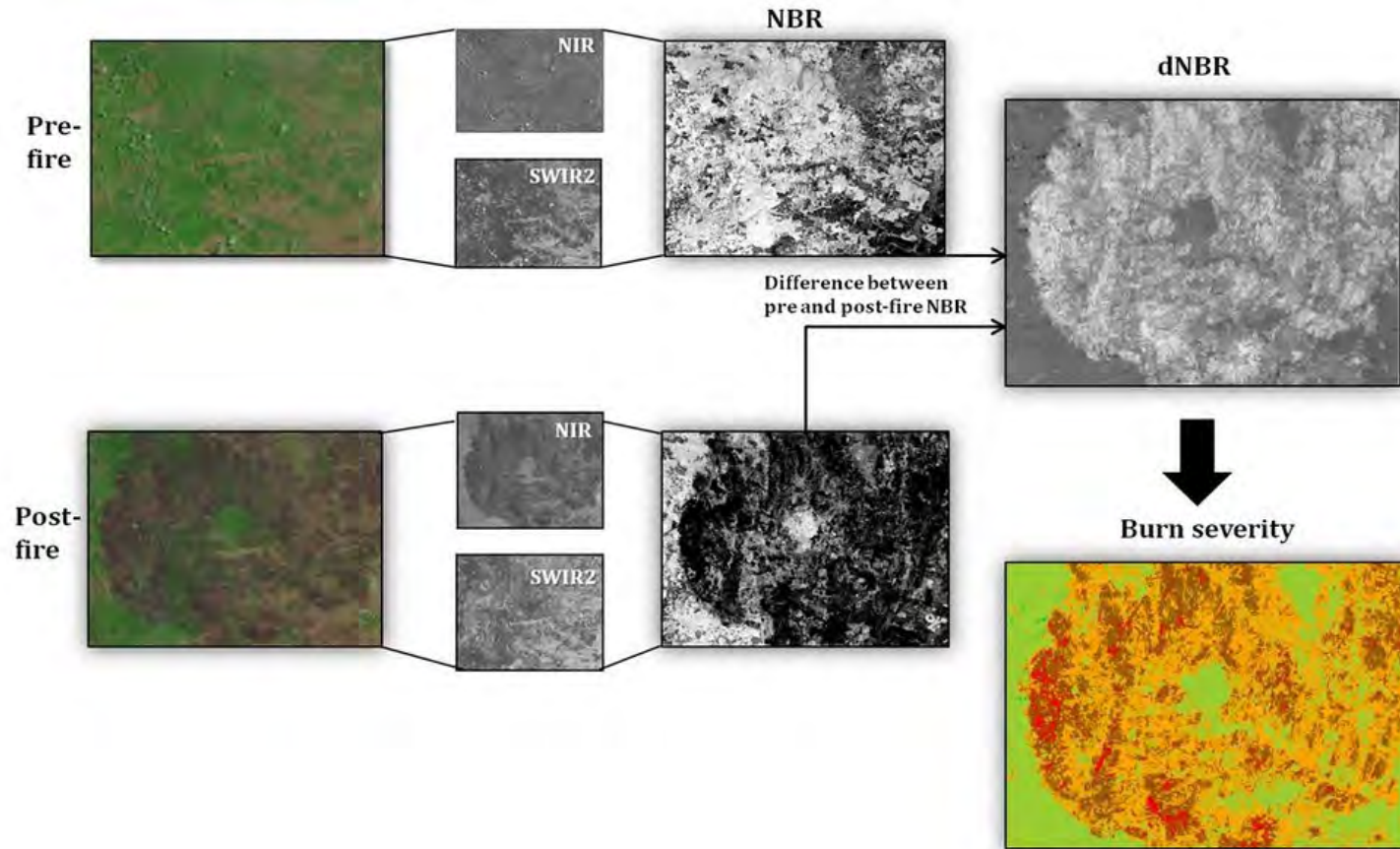
ENLACE AL CÓDIGO DEL INCENDIO DE LYTTON CREEK:

<https://code.earthengine.google.com/bf0e7325fd0c23ff828815adaa8f9eb0>



Incendios Bolivianos de 2020 en GEE

- La mayor parte de este código se generó a través del Portal de conocimientos de ONU-SPIDER de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de las Naciones Unidas.
- Consulte este sitio web para obtener más información.: <https://un-spider.org/advisory-support/recommended-practices/recommended-practice-burn-severity>



Incendios Bolivianos de 2020 en GEE

Para este ejercicio, vamos a:

1. Seleccionar el área de estudio
2. Seleccionar el intervalo de fechas
3. Seleccionar la plataforma satelital (Landsat 8 o Sentinel 2)
4. Identificar lo que el usuario seleccionó en los pasos 1-3
5. Aplicar una máscara de nubes y nieve
6. Hacer un mosaico y recorte de imágenes en el área de estudio
7. Calcular el NBR para las imágenes previas y posteriores al incendio
8. Calcular el dNBR
9. Agregar todas las capas de imagen al mapa
10. Calcular el área quemada
11. Agregar una leyenda al mapa
12. Exportar la imagen dNBR
13. Exportar las estadísticas de área quemada como .csv



ENLACE AL CÓDIGO DEL INCENDIOS BOLIVIANOS

<https://code.earthengine.google.com/25ade354b78d713f37ec8aa1b9c66952>



Resumen

- El fuego afecta la química del suelo, la dinámica de las cuencas hidrográficas, la extensión y el tipo de vegetación, y muchas otras características del paisaje.
- La teledetección se puede utilizar para evaluar la extensión del área quemada, la severidad de quema y el rebrote de la vegetación.
- Existen múltiples herramientas para evaluar los paisajes después de un incendio, que incluyen:
 - LANDFIRE
 - FIRMS
 - MTBS
 - GWIS
 - AppEEARS
 - Y GEE, el cual hemos resaltado en esta sesión



Recursos

- Google Earth Engine Beginners Cookbook: <https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/community/beginners-cookbook>
- LANDFIRE: <https://landfire.gov/>
- Fire Information Resources Management System (FIRMS): <https://firms2.modaps.eosdis.nasa.gov/>
- Monitoring Trends in Burn Severity (MTBS): <http://www.mtbs.gov/>
- MTBS Fire Mapping Tool: <https://www.mtbs.gov/qgis-fire-mapping-tool>
- Global Wildfire Information System (GWIS): <https://gwis.jrc.ec.europa.eu/>
- Canada's Record-Breaking Heatwave: <https://airs.jpl.nasa.gov/resources/228/nasas-airs-tracks-record-breaking-heat-wave-in-pacific-northwest/>
- CNN Article about the Lytton Fire: <https://www.cnn.com/2021/07/08/americas/canada-lytton-wildfire-climate-change-indigenous-intl-cmd/index.html>
- Earth Observatory Article about the Bolivian Fire outbreak: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/147408/fierce-fires-in-bolivia>



National Aeronautics and Space Administration



07-20-2015



07-07-2022



Apéndice



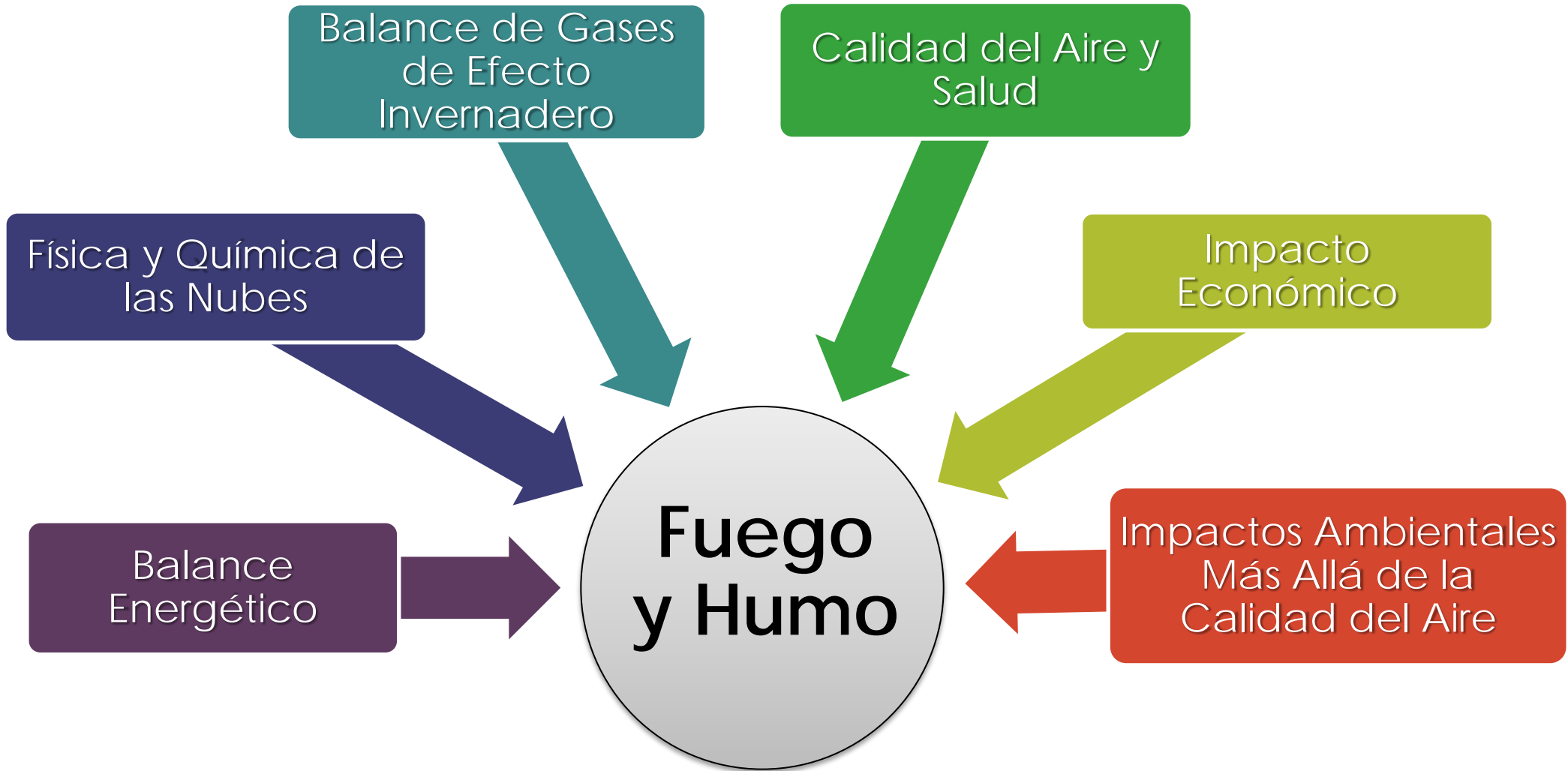
07-20-2015



07-07-2022



Monitoreo del Humo Desde el Espacio

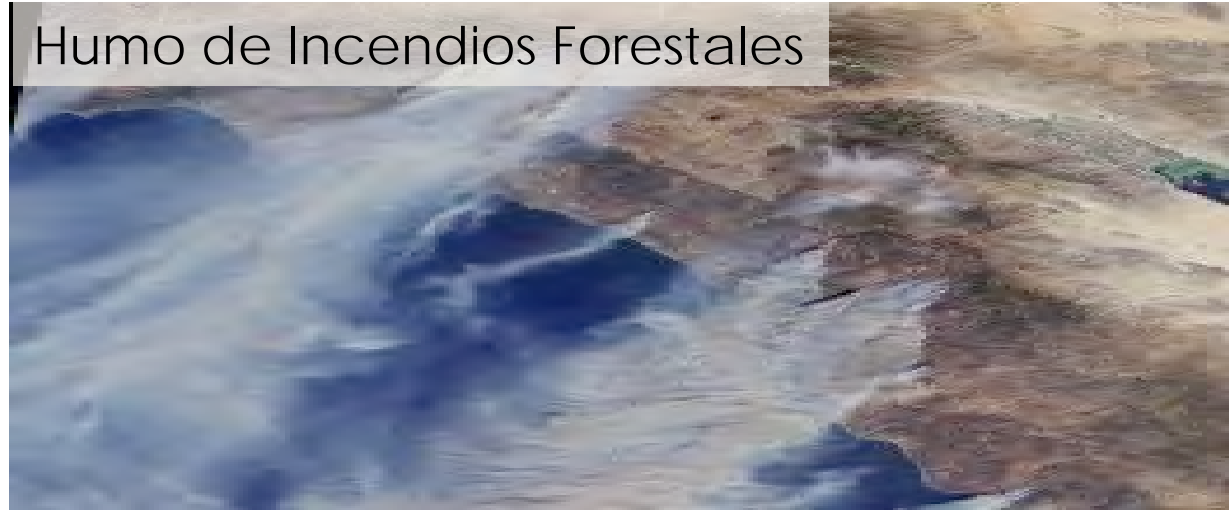


Color y Textura del Humo en Imágenes Satelitales

Humo de Incendios Pequeños



Humo de Incendios Forestales



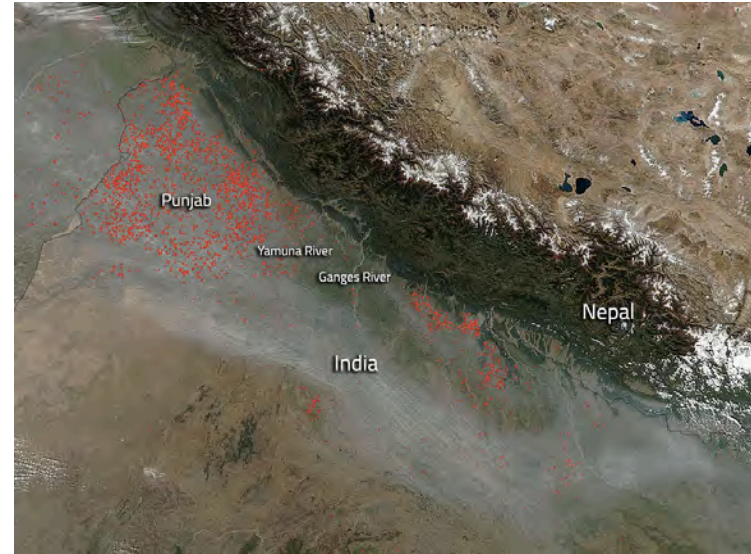
Incendios de Petróleo en Irak



Contaminación de Humo Urbano-Industrial



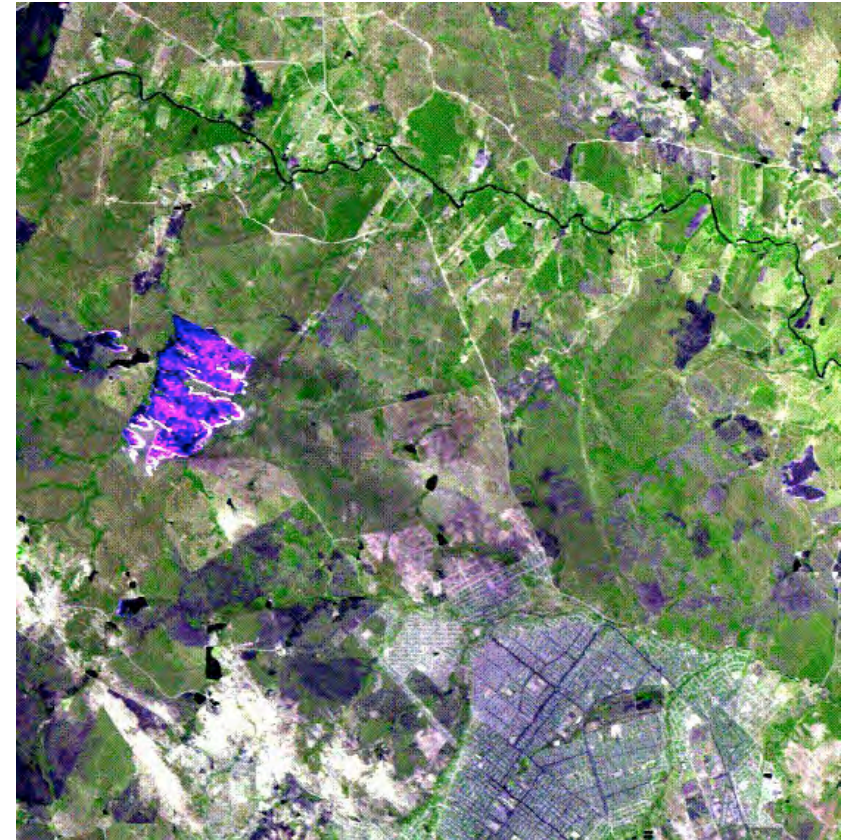
Humo Visible de Incendios



Selección de Bandas Espectrales para la Detección de Humo



R = 0.66 μm
G = 0.55 μm
B = 0.47 μm

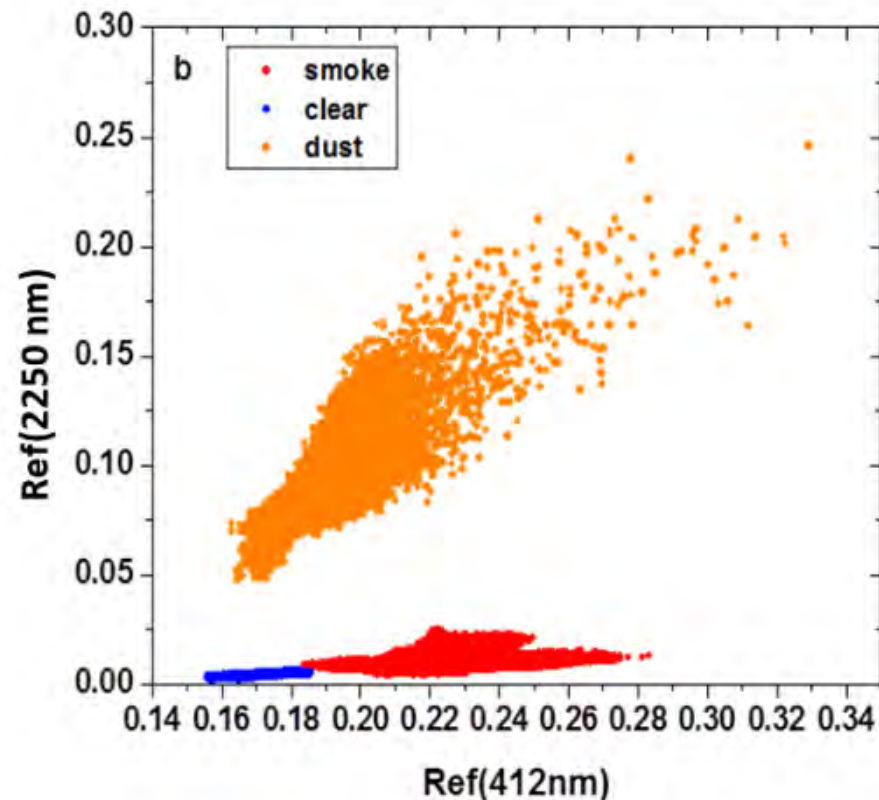
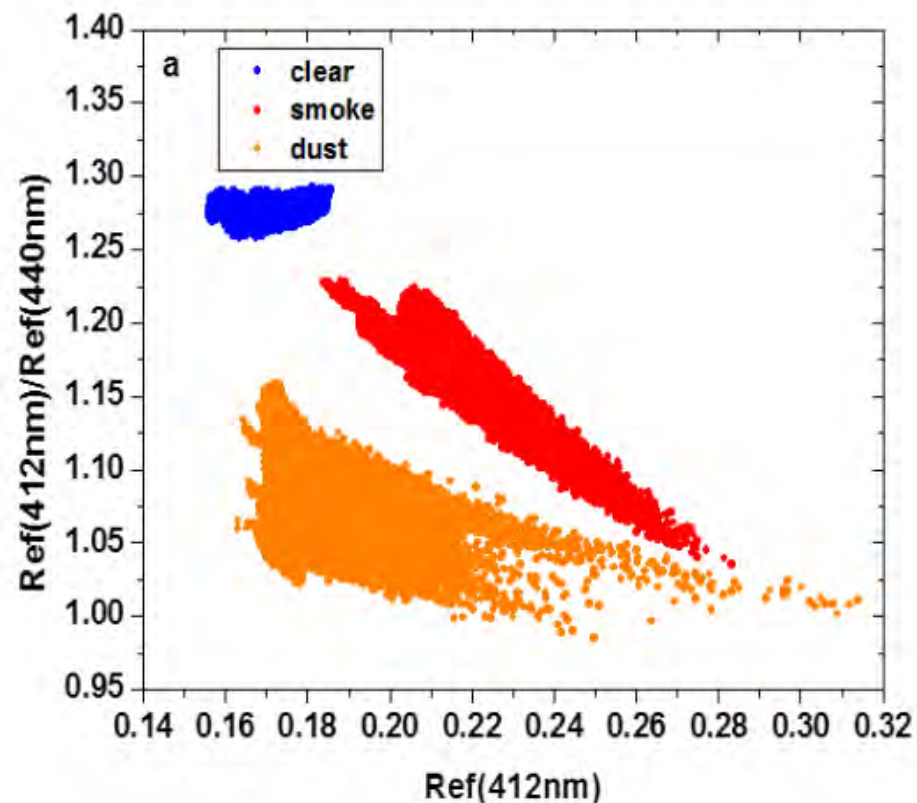


R = 1.6 μm
G = 1.2 μm
B = 2.1 μm



Detección de Humo – Firma Espectral

https://www.star.nesdis.noaa.gov/jpss/documents/ATBD/ATBD_EPS_Aerosol_ADP_v1.5.pdf



Las respuestas espectrales específicas del polvo, humo, las partes claras y turbias de la atmósfera nos permiten separar y clasificar diferentes características en una imagen satelital.



¿Cómo Se Detecta el Humo/Polvo?

- El humo/polvo reduce el contraste entre 412 nm y 440 nm mientras que la absorción aumenta con la longitud de onda decreciente.

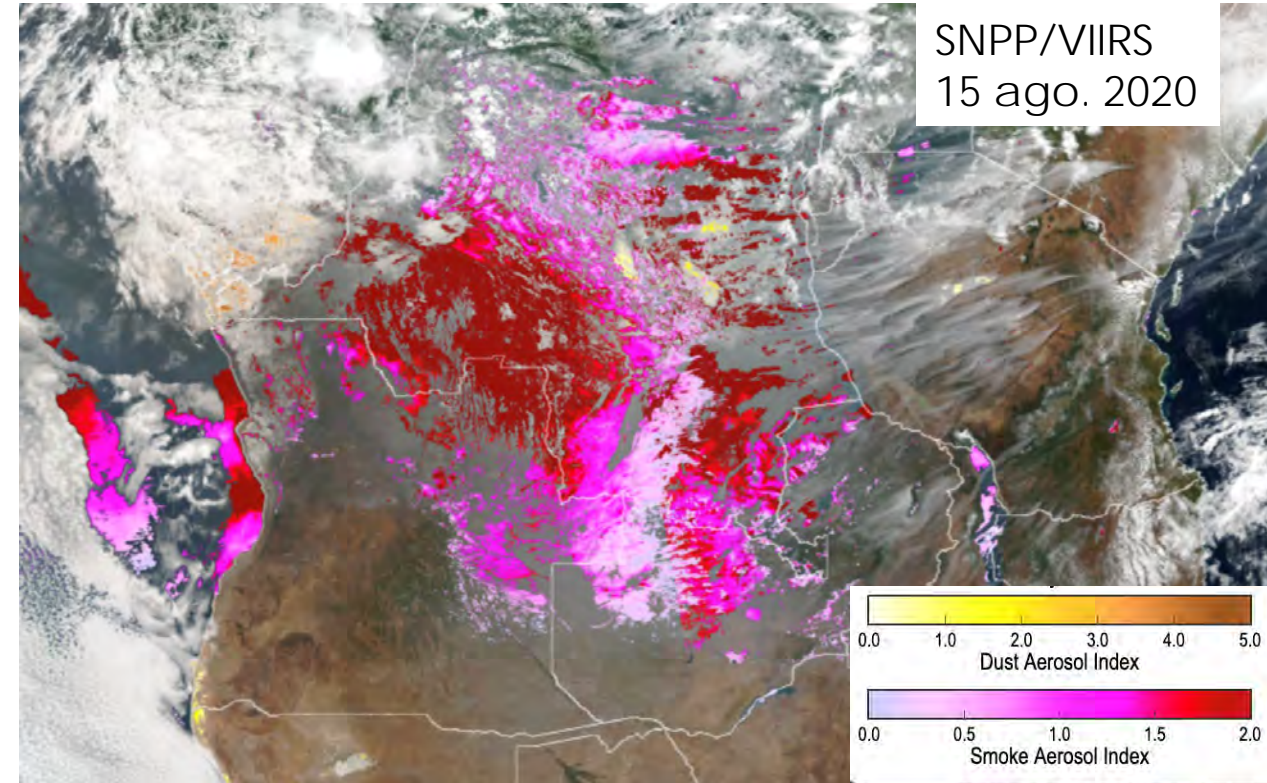
Índice de Absorción de Aerosoles

$$AAI = -100[\log_{10}(R_{412}/R_{440}) - \log_{10}(R'_{412}/R'_{440})]$$

- La diferencia en el tamaño de las partículas nos permite eliminar el humo introduciendo el canal infrarrojo onda corta (2.25 μm).

Índice de Discriminación de Polvo, Humo

$$DSDI = -10[\log_{10}(R_{412}/R_{2250})]$$



Referencias:

1. Documento con la Base Teórica de los Algoritmos

https://www.star.nesdis.noaa.gov/jpsa/documents/ATBD/ATBD_EPS_Aerosol_ADP_v1.1.pdf

2. Hai et al., Evaluation of VIIRS dust detection algorithms over land, *Journal of Applied Remote Sensing*, 12(4), 042609 (2018).



NOAA Aerosol Detection Product (ADP)

- Índice de Absorción de Aerosoles
- Índice de discriminación de polvo y humo
- 6 Etiquetas de Tipo: (1=presencia; 0=ausencia)
 1. Ceniza Volcánica
 2. Polvo
 3. Humo
 4. Ninguno/Desconocido/Despejado
 5. Nubes
 6. Nieve/Hielo
- Etiquetas de Calidad

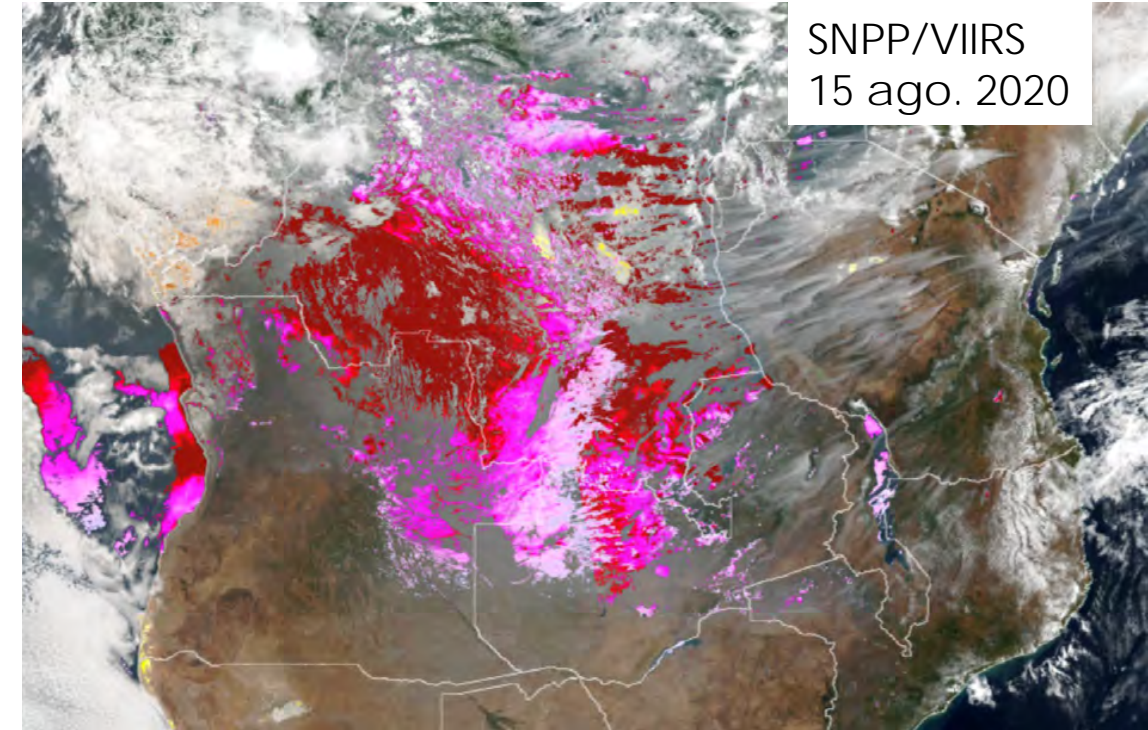


Image: <https://www.star.nesdis.noaa.gov/jpss/mapper>

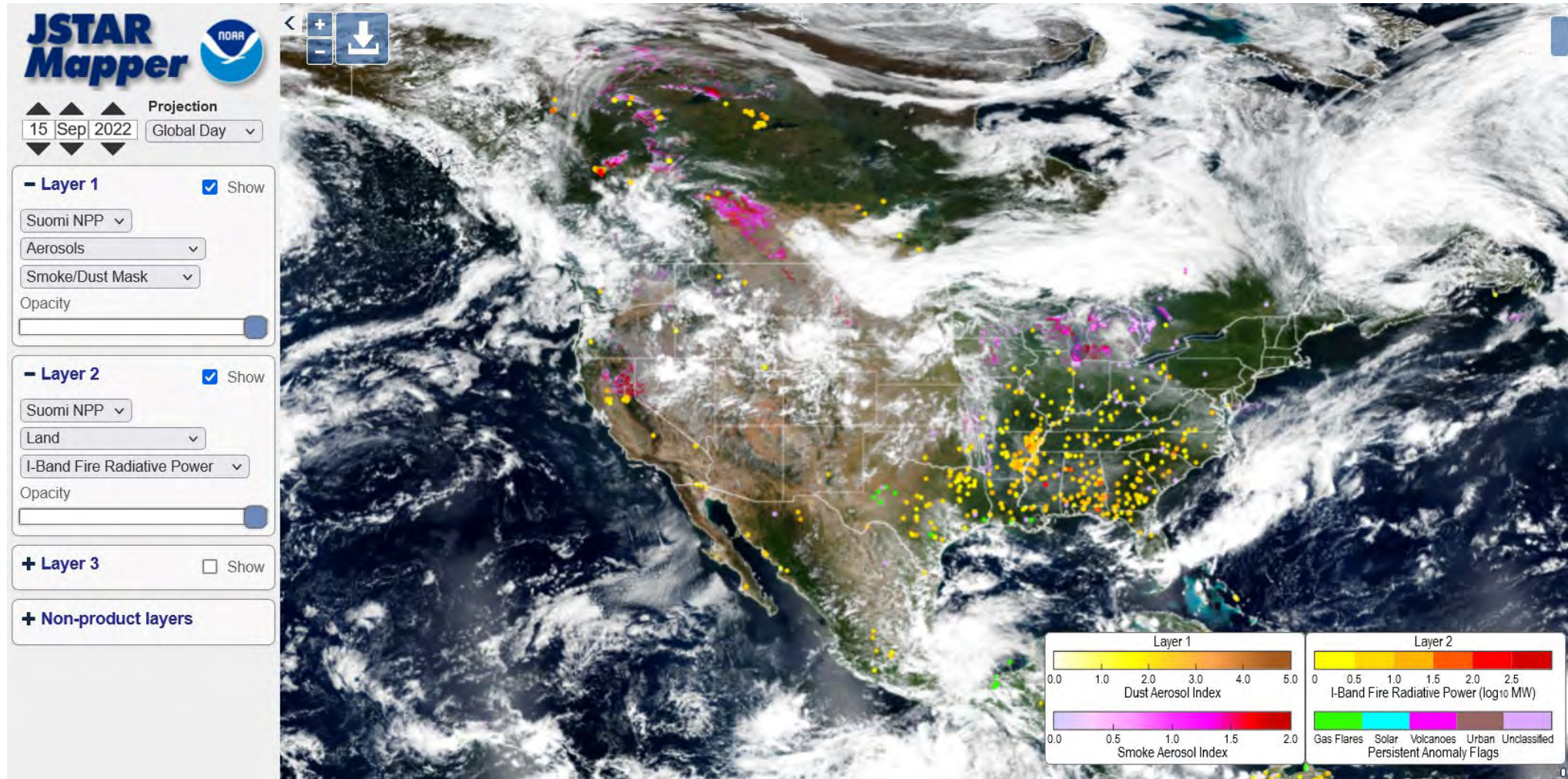
Confianza baja, mediana y alta para cada tipo

Archivo de Ejemplo - JRR-ADP_v2r1_npp_s201911010742162_e201911010743404_c201911010834210.nc



NOAA Mapper - NPP, NOAA20, S5P

<https://www.star.nesdis.noaa.gov/jpss/mapper>



NOAA Aerosol Watch

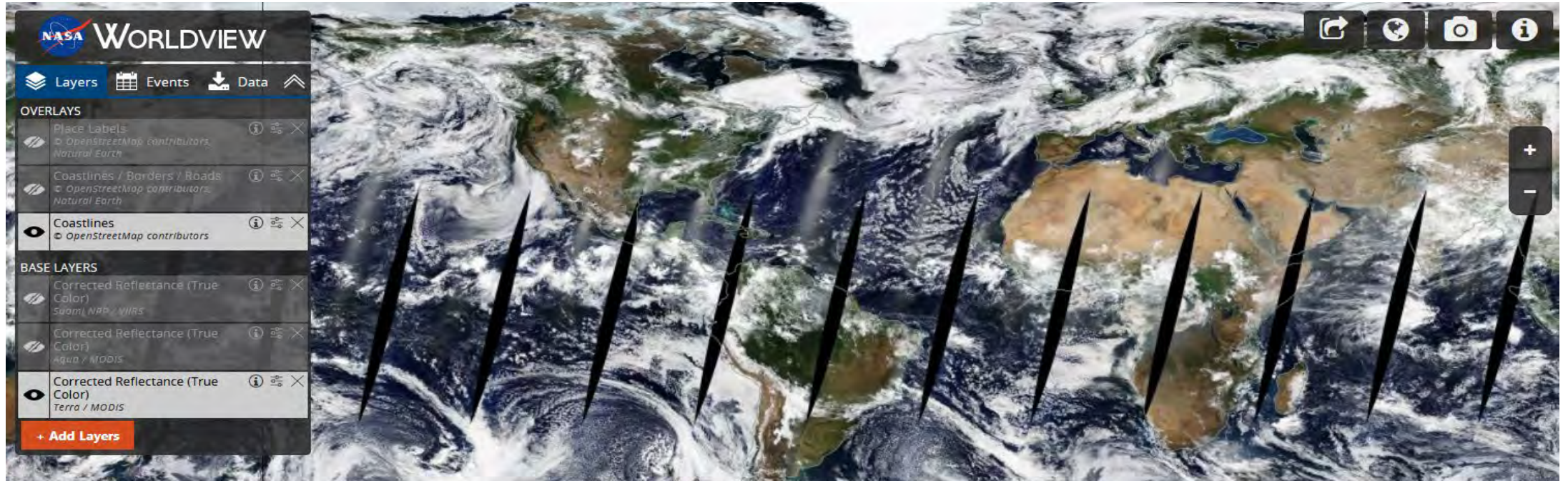
<https://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/spb/aq/AerosolWatch/>

The screenshot displays the NOAA Aerosol Watch interface. At the top left, the logo reads "AerosolWatch" with the tagline "Every 10 minutes...". A date selector shows "20230310" and a time selector shows "20230310 1650 UTC". A navigation bar contains several icons for back, forward, and other controls. On the right side, there is a "GOES-East Layers" menu with the following options: "GeoColor" (selected), "Dust RGB", "Fire RGB", "AOD", "AOD Composite", "Smoke Dust Mask", and "Fire". The main display area shows a satellite view of Earth with a prominent red aerosol layer over the Americas. The NOAA logo is in the bottom right corner. At the bottom of the interface, there is a footer with links: "Dept. of Commerce | NOAA | NESDIS | STAR | Privacy Policy | Link & Product Disclaimers | Information Quality | Accessibility | Customer Survey".



Herramientas de Monitoreo de Humo – Worldview

Acceso a Datos e Imágenes en Tiempo Casi Real <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>



- Imágenes Visibles (MODIS, VIIRS)
- Detección de Incendios (MODIS, VIIRS)
- Espesor Óptico de Aerosoles (MODIS - 1, 3, 6, 10km, OMI, MISR)
- Índice de Aerosoles (OMI)
- Banda Diurna-Nocturna (VIIRS)



NOAA Hazard Mapping System

<https://www.ospo.noaa.gov/Products/land/hms.html#maps>

NOAA OFFICE OF SATELLITE AND PRODUCT OPERATIONS
NATIONAL ENVIRONMENTAL SATELLITE, DATA, AND INFORMATION SERVICE

Organization Services Products Operations

To go directly to the latest HMS analysis (map section), please bookmark:
<https://www.ospo.noaa.gov/Products/land/hms.html#maps>

Hazard Mapping System Fire and Smoke Product

Current Analysis

Analysis for day 03/12/2023 last updated Mar 12, 2023 15:49:15 GMT

Smoke:
Light
Medium
Heavy

Fire points
• <10 MW
• 10-49 MW
• 50-149 MW
• 150-349 MW
• ≥350 MW

Fire KML | Smoke KML | Smoke Text Product | Archive

WFS Data Formats:
HMS Fire Detection | HMS Smoke Detection

Download Historical Fire/Smoke Data

For questions or comments please contact SSDFireTeam@noaa.gov

Product Information

GOES ACTIVE FIRE DETECTION DATA

NOAA's Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES) provides 5min observations over the Conterminous U.S. (CONUS)

[More](#)

VIIRS ACTIVE FIRE DETECTION DATA

The NOAA/NASA Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) was launched onboard the S-NPP polar satellite on October/2011.

[More](#)

MODIS ACTIVE FIRE DETECTION DATA

NASA's Earth Observing System (EOS) Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) can be found onboard the

[More](#)

AVHRR ACTIVE FIRE DETECTION DATA

NOAA's Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) has, for nearly four decades, been an integral part of the NOAA suite

[More](#)

HAZARD MAPPING SYSTEM

NOAA/NESDIS Satellite Analysis Branch's Hazard Mapping System (HMS) was first implemented in 2002 in response to high demand.

[More](#)

VIIRS FIRE DATA STATISTICS

Cumulative fire data statistics are calculated daily for all 50 U.S. states using science-quality data from a combination of

[More](#)

HMS SMOKE DATA STATISTICS

Cumulative smoke data annual statistics are derived by aggregating daily Hazard Mapping System (HMS) smoke polygons

[More](#)

[EXPAND ALL \(+\)](#) | [COLLAPSE ALL \(-\)](#)



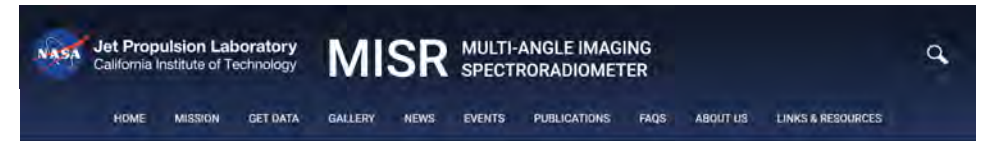


Altura de la Capa de Aerosoles

Herramientas de Monitoreo de Humo – MISR Plume Height*

<https://misr.jpl.nasa.gov/get-data/misr-plume-height-project-2/>

- El algoritmo de altura estéreo informa las alturas superiores de la columna y los vectores de viento



GET DATA

MISR Plume Height Project 2

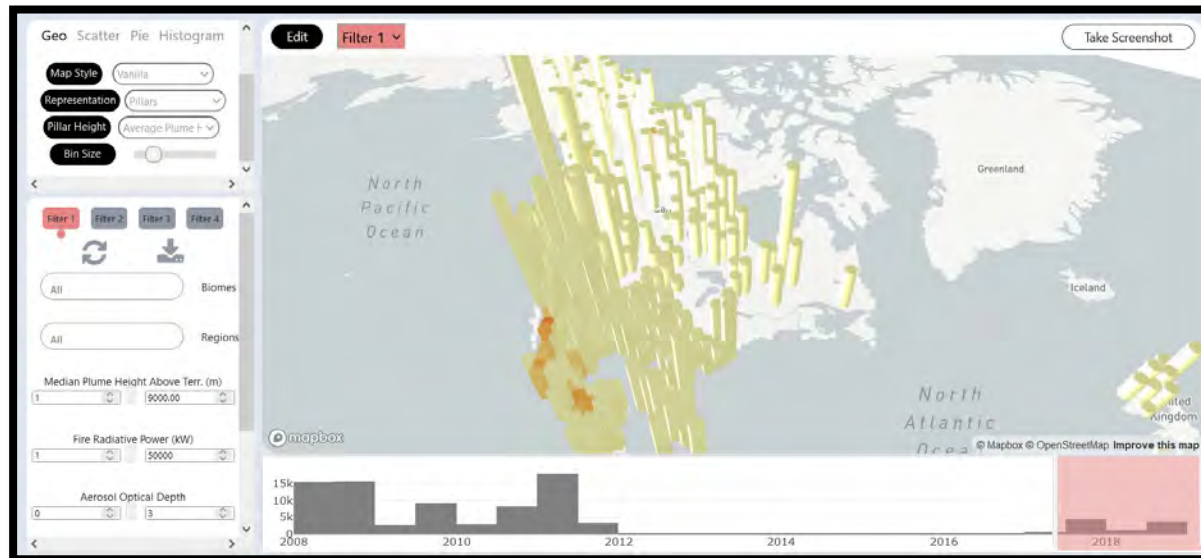
Access MISR Plume Height Project data [here](#).

The MISR Plume Height Project is a publicly available database of wildfire smoke plume heights generated by the MISR *Interactive Explorer (MINX)* software, produced over many years thanks to the contributions of many MISR science team members and student interns. As of this writing, the database includes all digitizable smoke plumes observed by MISR around the world for 2008 – 2011 as well as the summers (June, July, August) of 2017 and 2018. These data have been used to validate plume rise in models and other satellite-derived datasets, as well as to study the dynamics of individual fires and climatology of fire in the environment.

Please note MISR Plume Height Project data is now accessed via the MISR Enhanced Research and Lookup Interface (MERLIN), hosted by the NASA Atmospheric Science Data Center. This online tool provides new search, visualization and analysis capabilities beyond those that were available through the old MISR interface. Users are also able to download individual plume files as before.

Please visit <https://tdup05.larc.nasa.gov/merlin/merlin#> to access the MERLIN tool.

A user guide for MERLIN is also available at https://asdc.larc.nasa.gov/documents/misr/guide/MERLIN_User_Guide.pdf.



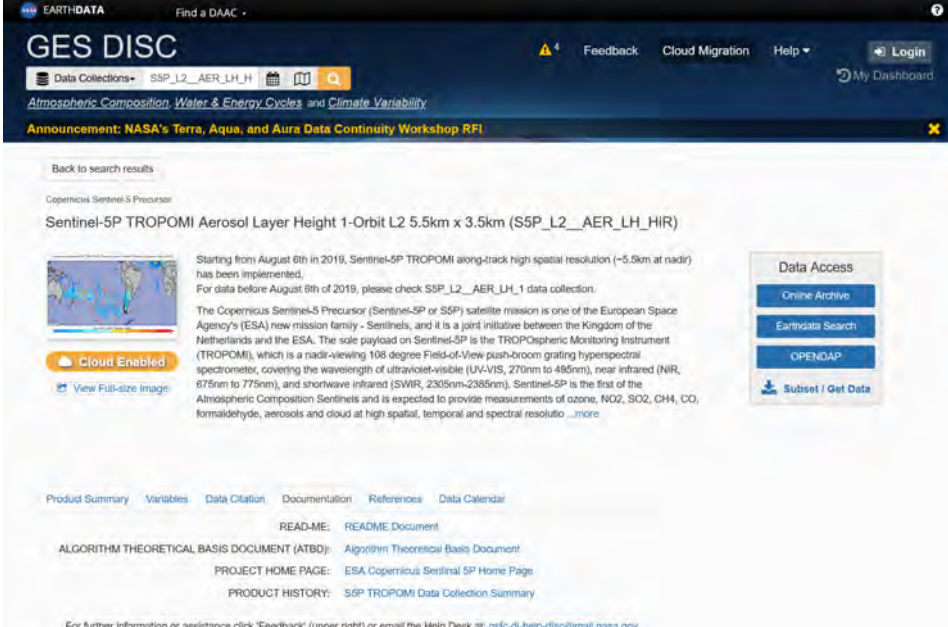
Herramienta de visualización- MERLIN



Altura de la Capa de Aerosoles de TROPOMI

https://disc.gsfc.nasa.gov/datasets/S5P_L2_AER_LH_HiR_2/summary?keywords=S5P_L2_AER_LH_HiR_2

- Condiciones libres de nubes
 - Polvo, humo, ceniza volcánica
- El algoritmo Optimal Estimation supone una capa única (50 hPa) con propiedades de extinción y dispersión constantes
 - La suposición impacta el AOD más que la extracción de la altura
- Informa de la altura como la presión media y la altitud media de la capa con resolución de píxeles: 5,5 km x 3,5 km
- También informa el AOD a 760 nm y estimaciones de error
- Tiende a estar sesgado bajo sobre superficies brillantes



The screenshot shows the NASA EarthData GES DISC website interface. At the top, there's a navigation bar with 'EARTHDATA', 'Find a DAAC', and 'GES DISC'. Below that, there's a search bar and a 'Data Collections' dropdown menu. The main content area displays the dataset 'Sentinel-5P TROPOMI Aerosol Layer Height 1-Orbit L2 5.5km x 3.5km (S5P_L2_AER_LH_HiR)'. It includes a map thumbnail, a 'Cloud Enabled' button, and a 'View Full-size Image' link. A 'Data Access' sidebar on the right offers 'Online Archive', 'Earthdata Search', 'OPENDAP', and 'Subset / Get Data' options. The bottom section contains links for 'Product Summary', 'Variables', 'Data Citation', 'Documentation', 'References', and 'Data Calendar'. A 'READ-ME' section lists links for 'ALGORITHM THEORETICAL BASIS DOCUMENT (ATBD)', 'PROJECT HOME PAGE', and 'PRODUCT HISTORY'.

ATBD:

<https://sentinel.esa.int/documents/247904/2476257/Sentinel-5P-TROPOMI-ATBD-Aerosol-Height>



Altura de Inyección del Humo de MAIAC

<https://lpdaac.usgs.gov/products/mcd19a2v061/>

- Deriva alturas de la columna de humo utilizando el contraste térmico del humo para píxeles:
 - AOD a 470 nm debe ser > 0.8
 - Debe tener una temperatura de luminosidad del suelo libre de humo
 - La diferencia de temperatura de luminosidad entre el suelo y el humo debe ser > 0
 - Limitaciones: disipación del humo, grandes áreas de humo espeso donde no se puede caracterizar el fondo e incendios pequeños
- La técnica térmica representa una altura efectiva
- Buen acuerdo con MISR MINX, $\sim 450\text{m}$ más bajo en promedio, $\sim 200\text{m}$ baja con respecto a LiDAR (CALIOP)



Lyapustin et al., 2020, IEEE

<https://ieeexplore.ieee.org/document/8834856>

MAIAC User Guide:

https://lpdaac.usgs.gov/documents/1500/MCD19_User_Guide_V61.pdf

