



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



## Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



# Conferencia magistral

## Satélites meteorológicos: una fuente alterna de datos meteorológicos

Dr. René Lobato Sánchez



9 de junio de 2021





Con la colaboración a lo largo de los años de:

**José Guadalupe Rosario de la Cruz**

**Indalecio Mendoza Uribe**

**Olivia Rodríguez López**

**Miguel A. Altamirano del Carmen**

**Claudio Hoyos Reyes**

**Mirce Ivón Morales Velázquez**

**Marco A. Sosa Chiñas**





**En la actualidad la observación y estimación a través de la percepción remota satelital es una realidad que en muchos aspectos está substituyendo a las redes de observación terrestres.**

**Sobre todo por el alto costo en cuanto a su inversión y mantenimiento.**

**El asunto es que las plataformas satelitales perduren para que su información sea útil en el aspecto meteorológico y climático.**





Como precursores de este hito se pueden considerar el lanzamiento del primer cohete de combustible líquido que llevaba un barómetro, un termómetro y una cámara, por parte de Robert **Goddard** en 1929.

Y el lanzamiento exitoso del primer satélite artificial, el Sputnik 1, llevado a cabo por la Unión Soviética el 4 de octubre de 1957.

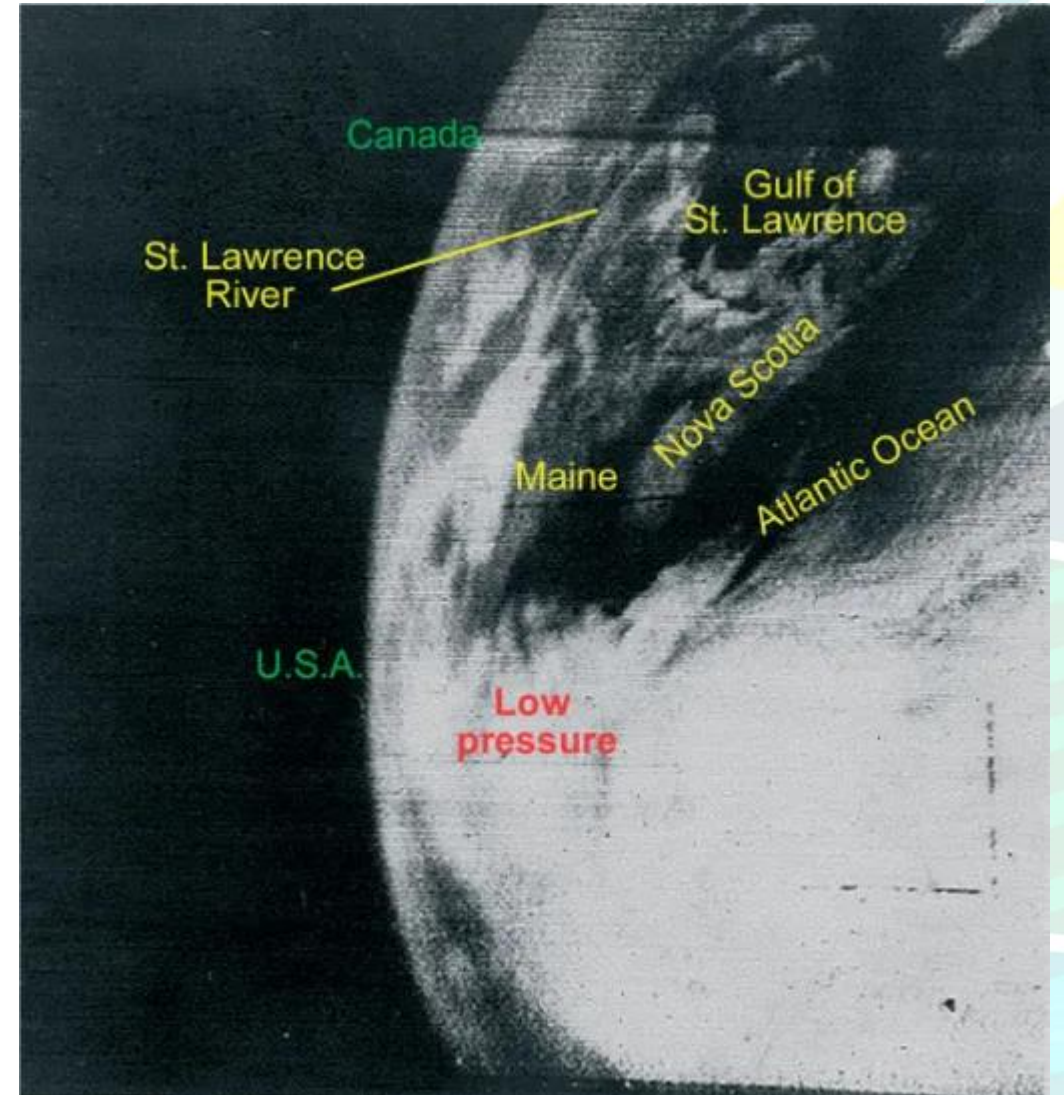


Robert H. Goddard al lado del cohete de combustible líquido en 1926.  
*El cohete está en la parte superior, recibiendo su combustible por dos líneas desde el tanque en la base.*



**El primer satélite meteorológico, de nombre TIROS-1 (Television Infrared Observational Satellite), fue lanzado por Estados Unidos el 1 de abril de 1960. Las observaciones realizadas por este satélite proporcionaron la primera vista de las nubes asociadas a un sistema meteorológico a gran escala en su conjunto**

**First television picture from space  
TIROS | Satellite April 1, 1960**



Fuente: NASA

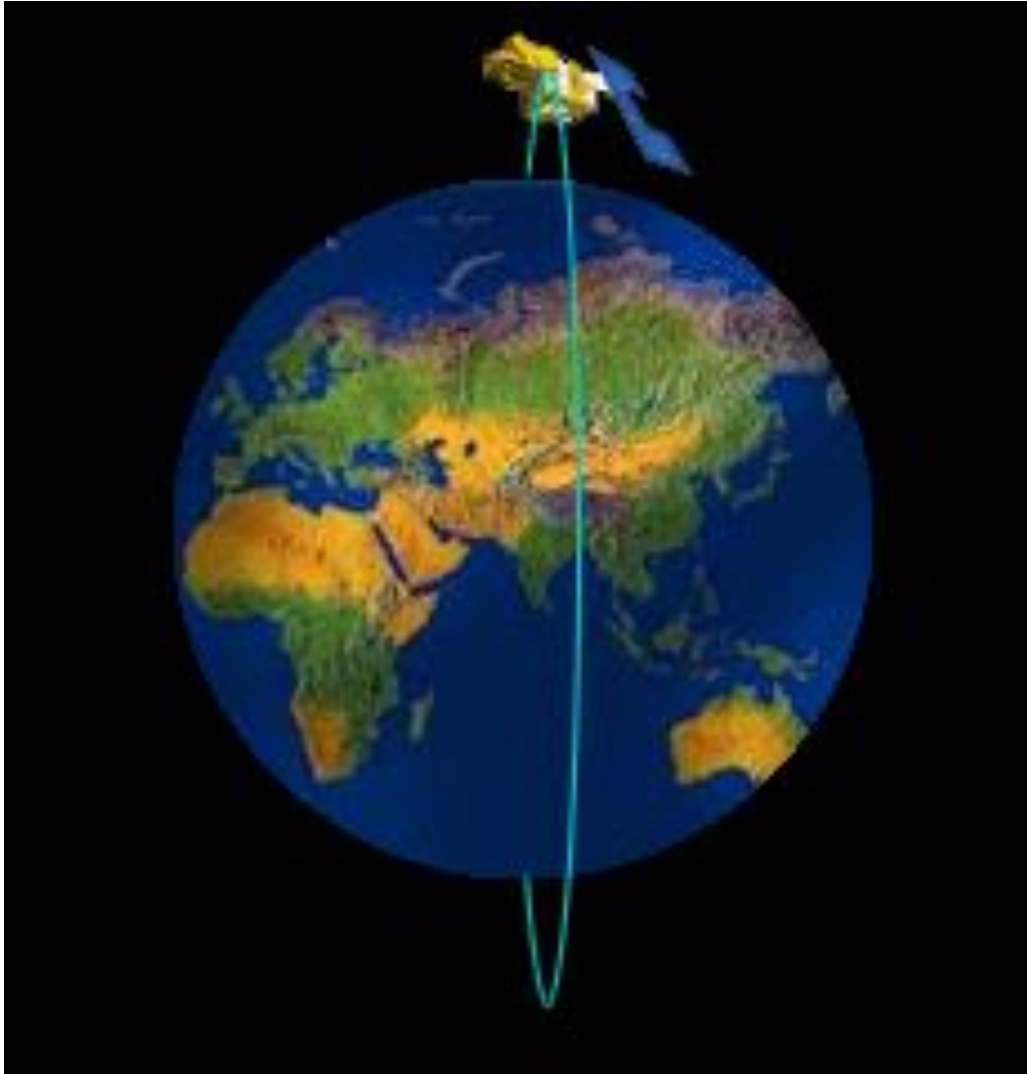


- ❑ La inquietud del hombre por observar los fenómenos meteorológicos es ancestral.
- ❑ A fines de los 40's se lanzaron cohetes en vuelos suborbitales con cámaras, cuyas fotografías alentaron la discusión sobre la posibilidad de observar el clima desde el espacio. Después del lanzamiento de los primeros satélites en 1957 (Sputnik 1) y 1958 (Explorer 1), se intensificaron los esfuerzos.
- ❑ El primer satélite con un instrumento meteorológico fue el Vanguard 2 (1959), que contaba con un par de fotoceldas tras unos lentes, que podrían conseguir una imagen visible de la Tierra.
- ❑ El primer instrumento meteorológico exitoso fue el radiómetro Suomi a bordo del Explorer 7 (1959). Con este radiómetro se pudieron generar los primeros mapas de radiación solar reflejada por la Tierra.
- ❑ El primer satélite completamente dedicado a meteorología fue el TIROS (Television and Infrared Observational Satellite), lanzado en 1960.
- ❑ Los soviéticos exploraron por primera vez la porción de microondas del espectro electromagnético, con el Kosmos 243, en 1968. Los satélites meteorológicos soviéticos operativos iniciaron una larga serie con los Meteor desde 1969, cuyo miembro 31 se lanzó en 1981.



- **La primer generación de satélites geoestacionarios semioperativos se inició en 1974 con el SMS 1 (Synchronous Meteorological Satellite).**
- **El primer satélite geoestacionario completamente operacional fue el GOES 1 (Geostationary Operational Environmental Satellite), lanzado en 1975.**
- **En 1977 y 1978 se lanzan dos satélites geoestacionarios mas, el GMS 1 (Geostationary Meteorological Satellite) de Japón, localizado en los 140° Este, y el Meteosat 1 del la Agencia Espacial Europea, estacionado en el meridiano de Greenwich. Este último fue el primer satélite que produjo imágenes de vapor de agua (6.7 mm) de la troposfera media a alta.**
- **La tercer generación de satélites de órbita polar estadounidenses inició en 1978 con el TIROS N, cuya serie esta vigente actualmente.**
- **La India también ha estado participando activamente en la meteorología satelital. En 1979 y 1980 se lanzaron dos satélites de órbita polar, Bhaskara 1 y 2. En 1983 se lanzó el geoestacionario Insat 1B, estacionado en la longitud 74° Este. Con este satélite se cubre prácticamente los trópicos y latitudes medias alrededor de la Tierra.**

## Orbita polar



## Órbita geoestacionaria



[https://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_geos%C3%ADncrona](https://es.wikipedia.org/wiki/Red_geos%C3%ADncrona)





# Remote Sensing

The GOES-16 and GOES-17 Advanced Baseline Imager (ABI) measures reflected and emitted energy to obtain information about Earth's atmosphere, land and ocean.

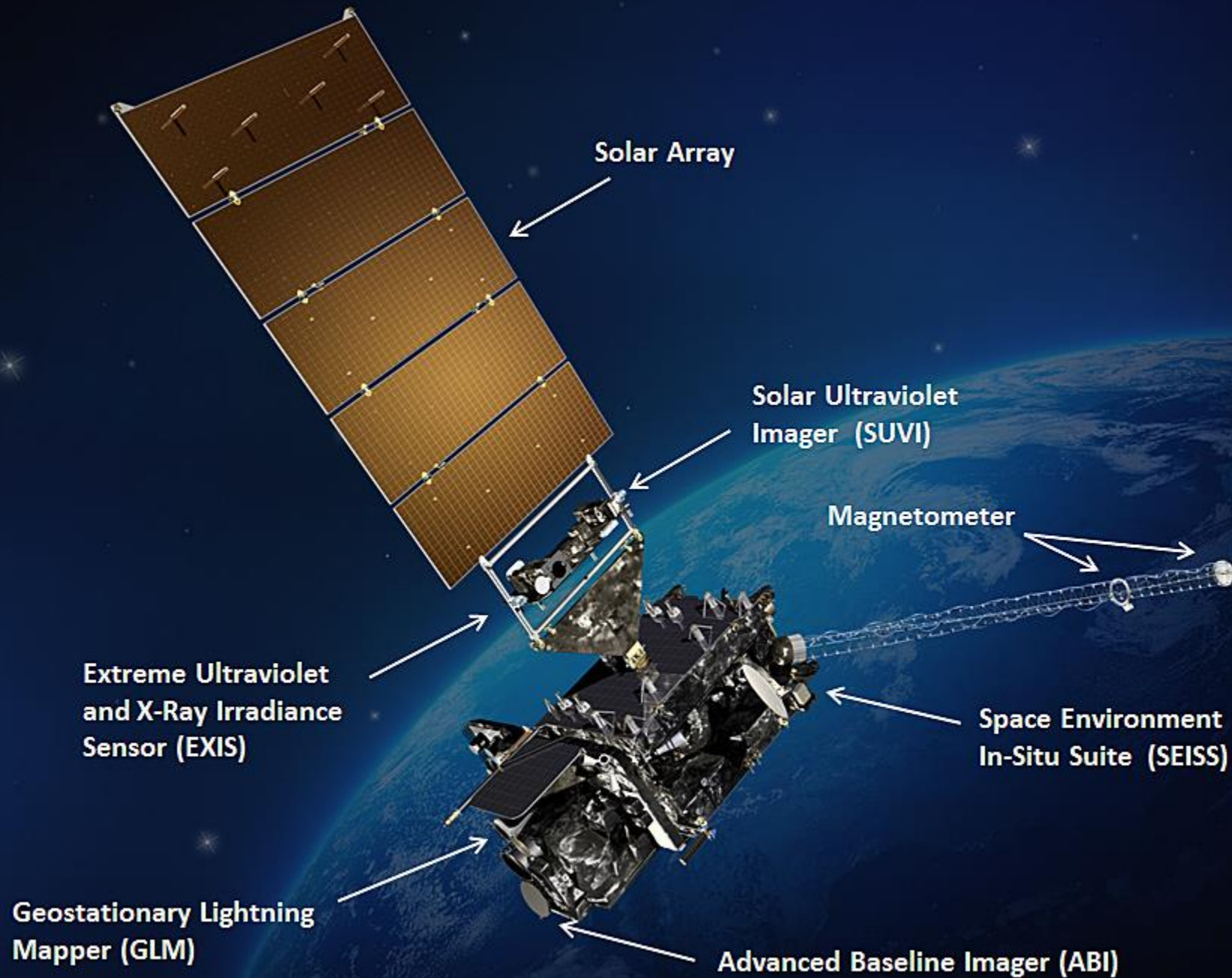


ABI's visible channels capture sunlight reflected off Earth and only see during the daytime.

VISIBLE REFLECTED ENERGY

ABI's infrared channels detect energy that is not visible to the human eye. They collect energy that is emitted by objects such as the surface of Earth and clouds. ABI can detect infrared energy day or night.

INFRARED EMITTED ENERGY



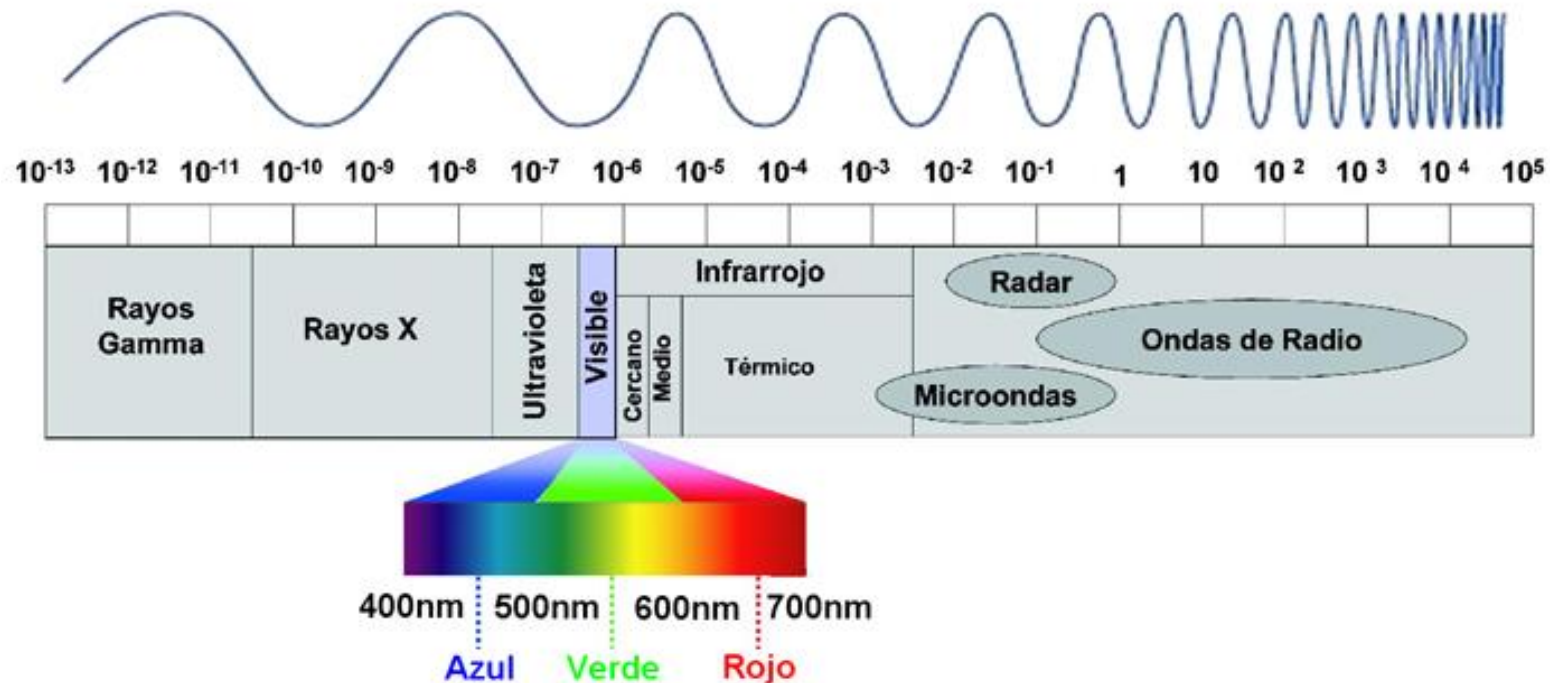
**El satélite GOES-16 tiene una gran cantidad de nuevos sensores a bordo, lo que permite una mejor resolución espacial y temporal de la información. Entrega datos cada 10 minutos con una resolución espacial máxima de 2 km para los sensores infrarrojos (IR), y cuenta con un total de 16 canales**

¿Qué tiene el GOES-16?

**3 veces más canales, 4 veces más resolución y 5 veces más rápido.**

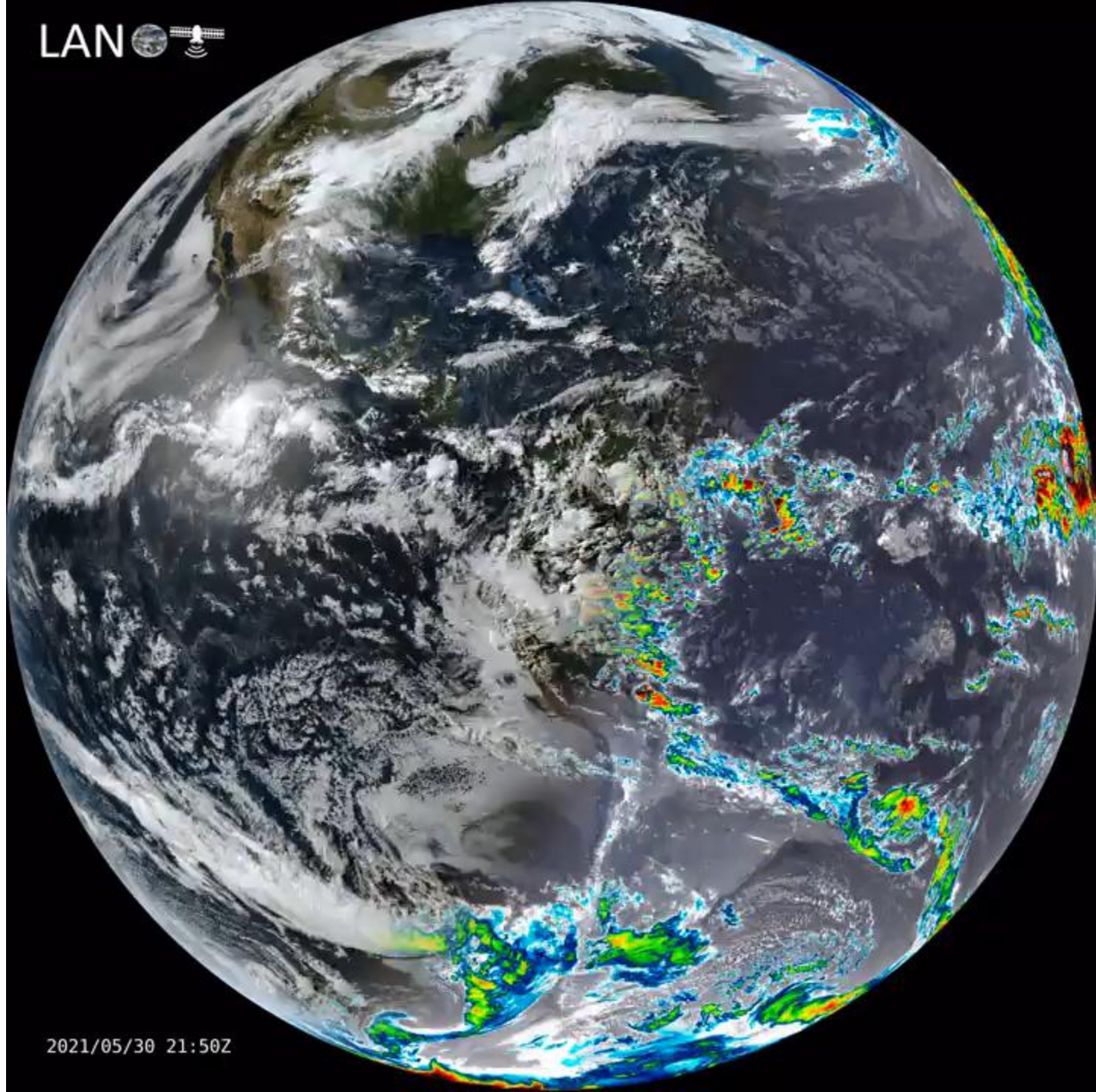
En palabras simples, GOES-16 tiene más ojos que su antecesor, esos ojos tienen mejor vista y también funcionan más rápido.

Espectro electromagnético.  
Longitud de onda ( $\lambda$ ) en metros.





LAN 

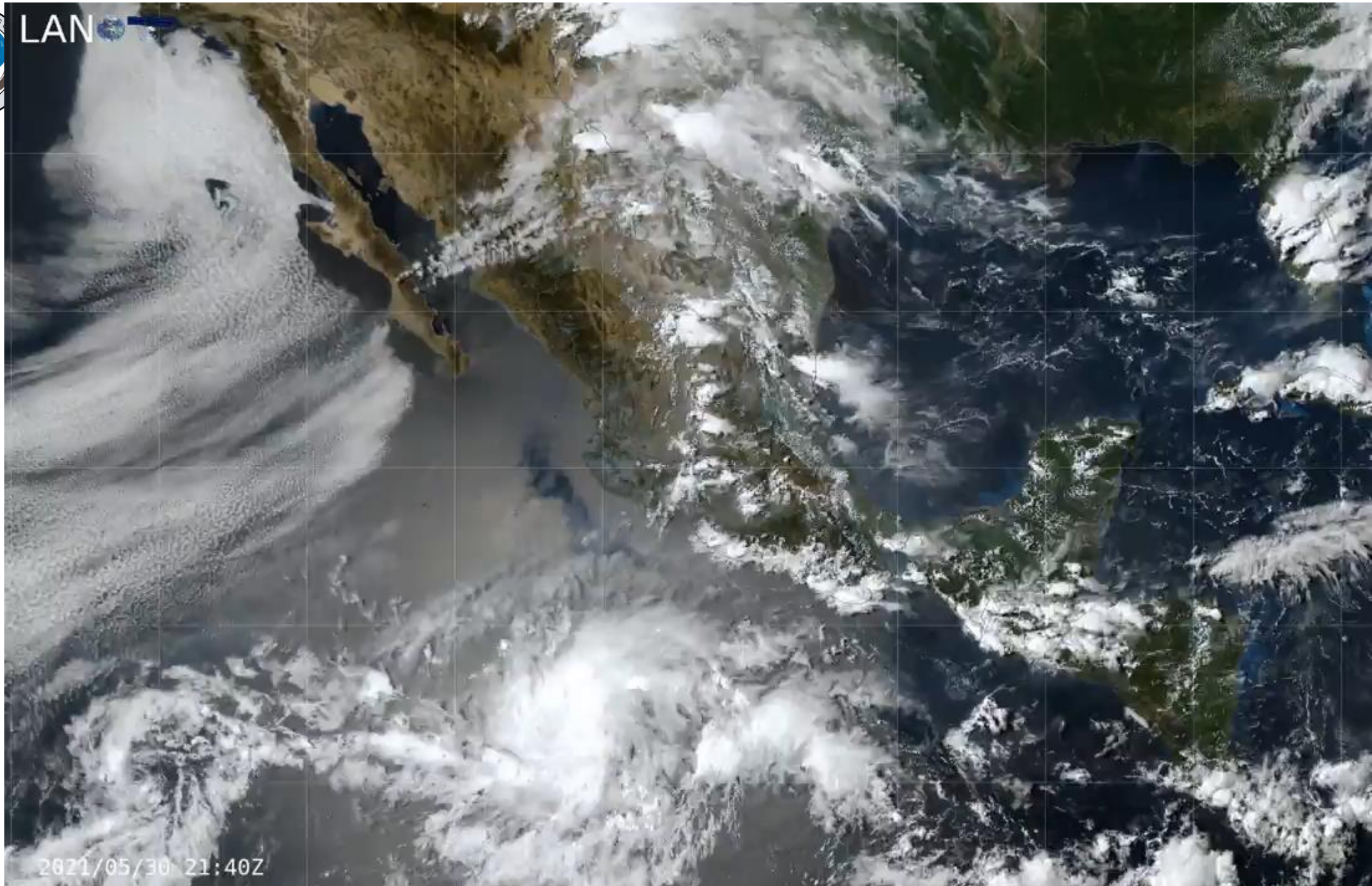


2021/05/30 21:50Z



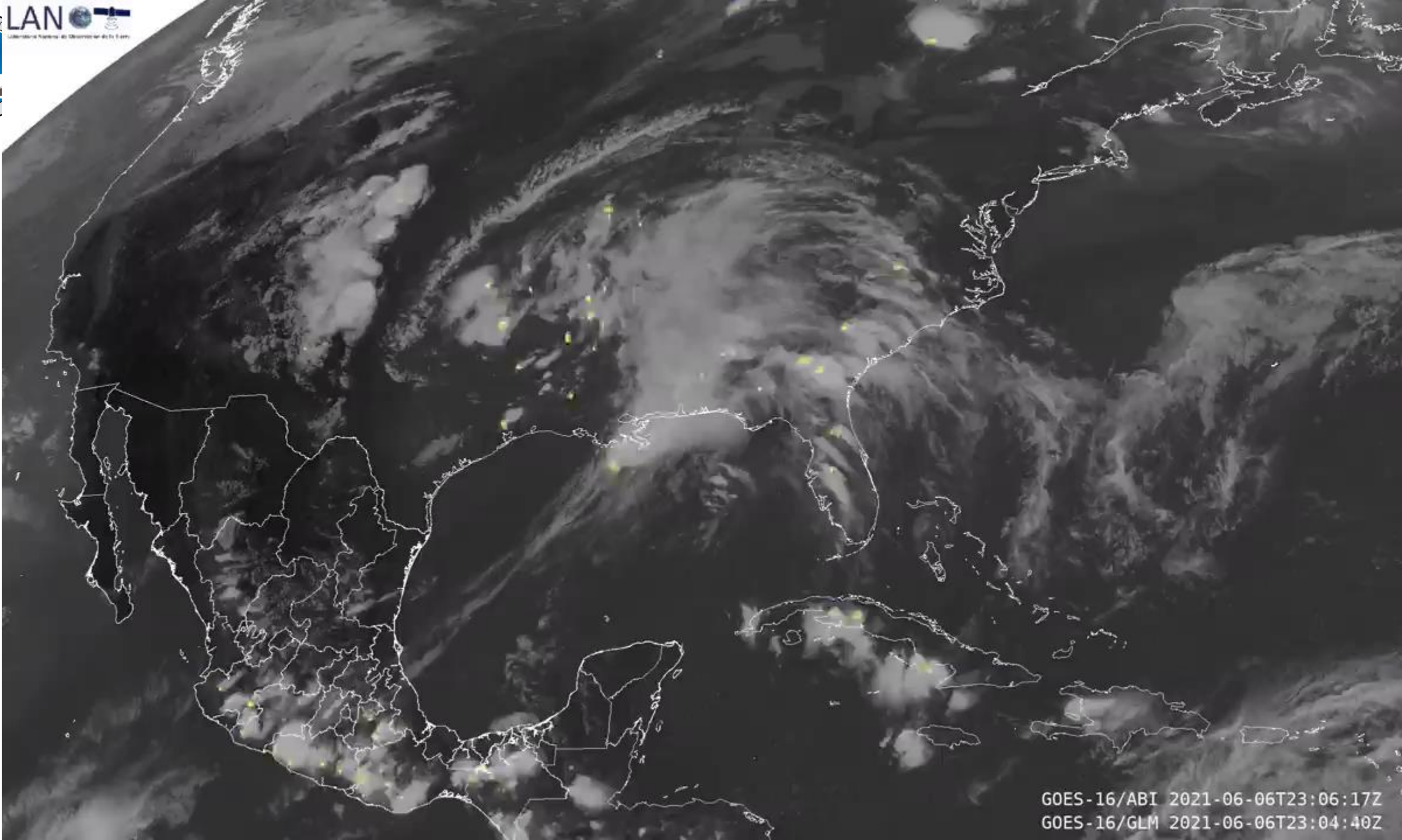


LAN 



2021/05/30 21:40Z



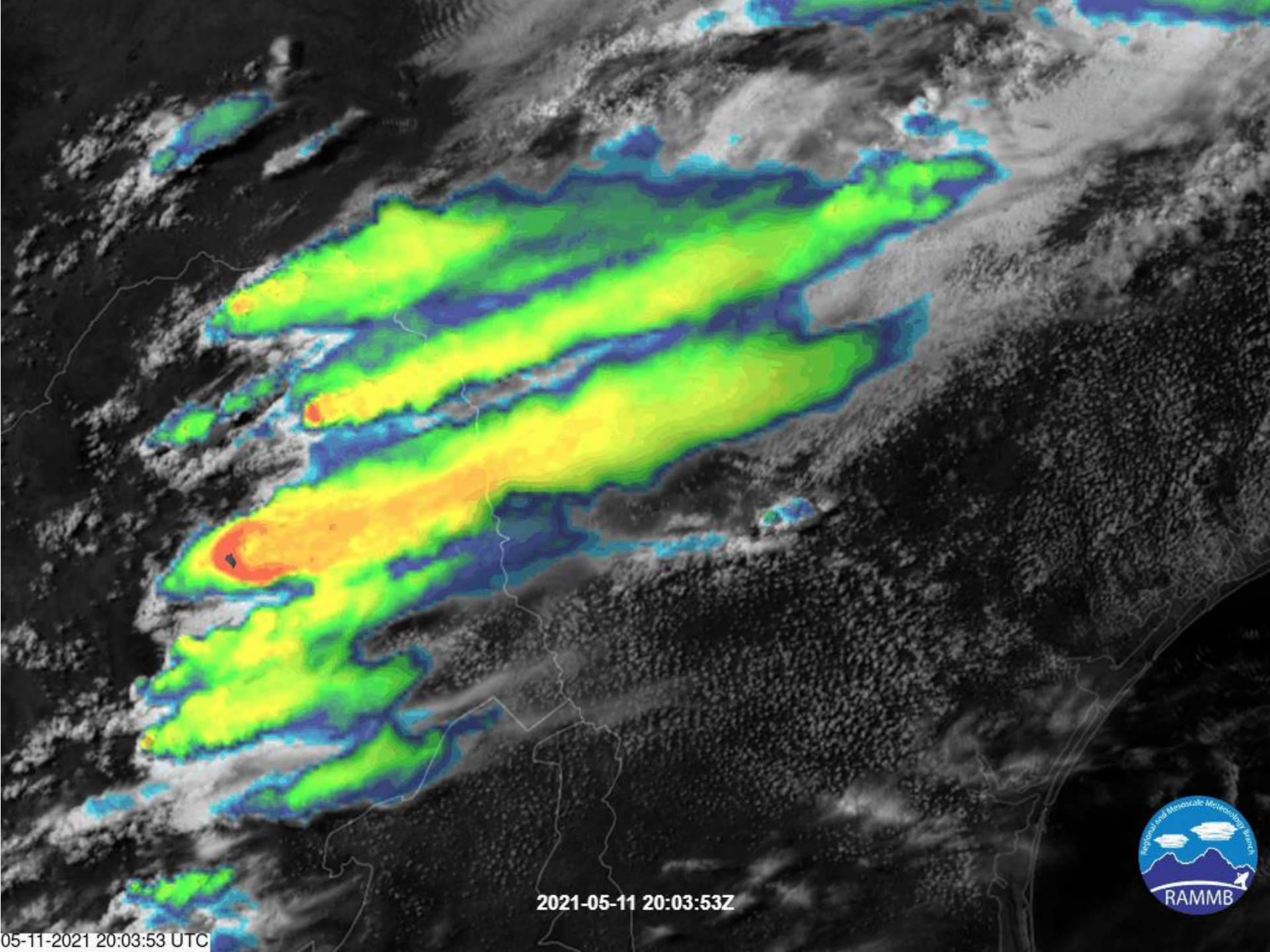


GOES-16/ABI 2021-06-06T23:06:17Z  
GOES-16/GLM 2021-06-06T23:04:40Z



Nube de polvo del Sahara visto desde el espacio. |  
Fuente: NASA





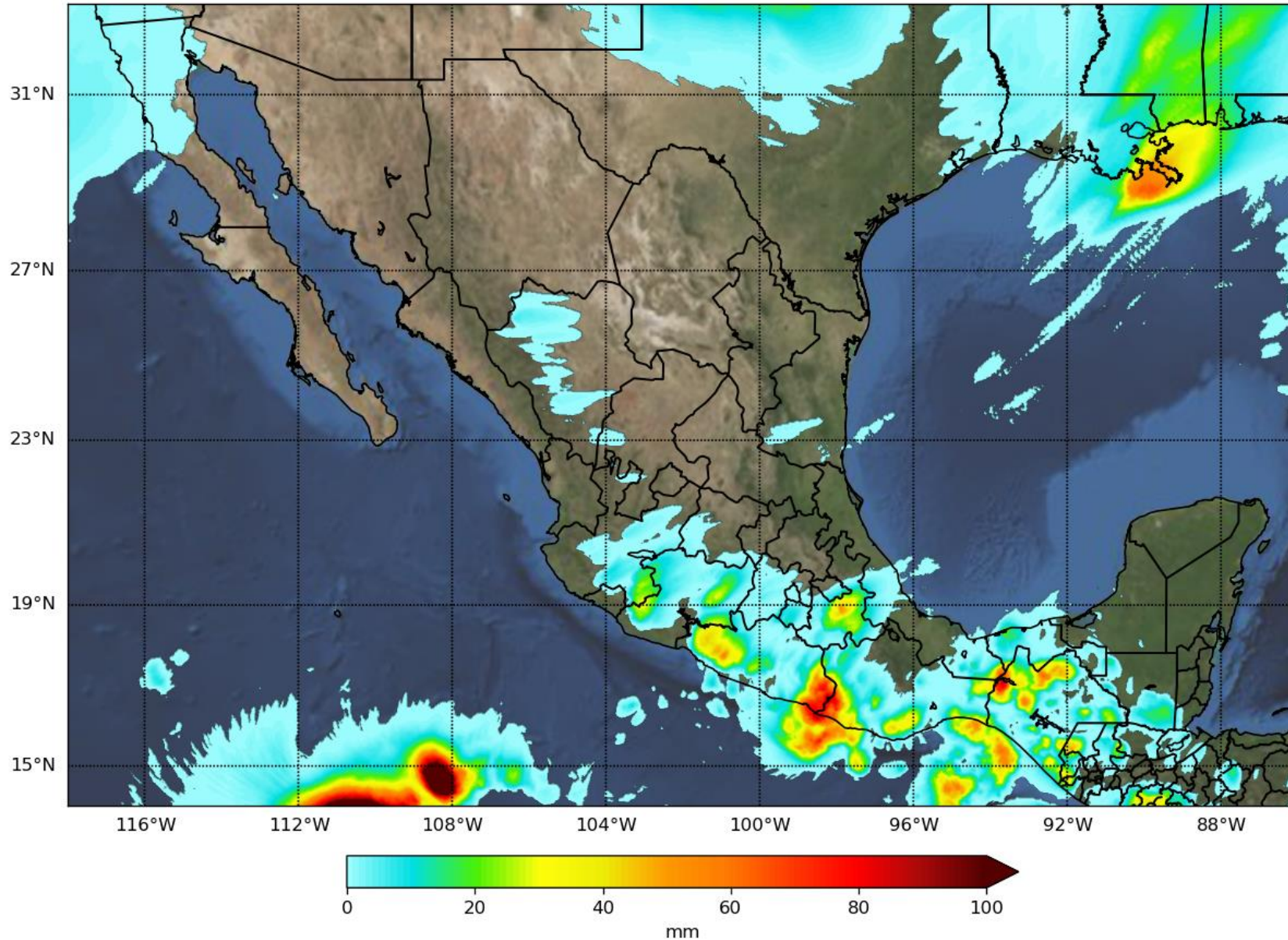
2021-05-11 20:03:53Z

05-11-2021 20:03:53 UTC





Lluvia acumulada en 24 horas: 07/06/2021  
Fuente: LANOT - GOES 16 base\_rrqpe



## Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES-16)

Satélite con información de tasa de precipitación a cada 10 minutos con una resolución espacial de 2km.

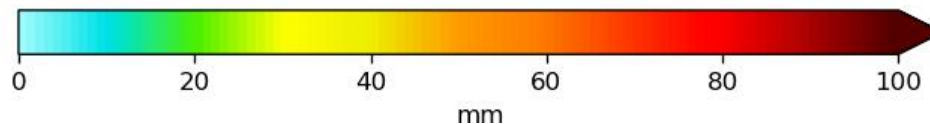
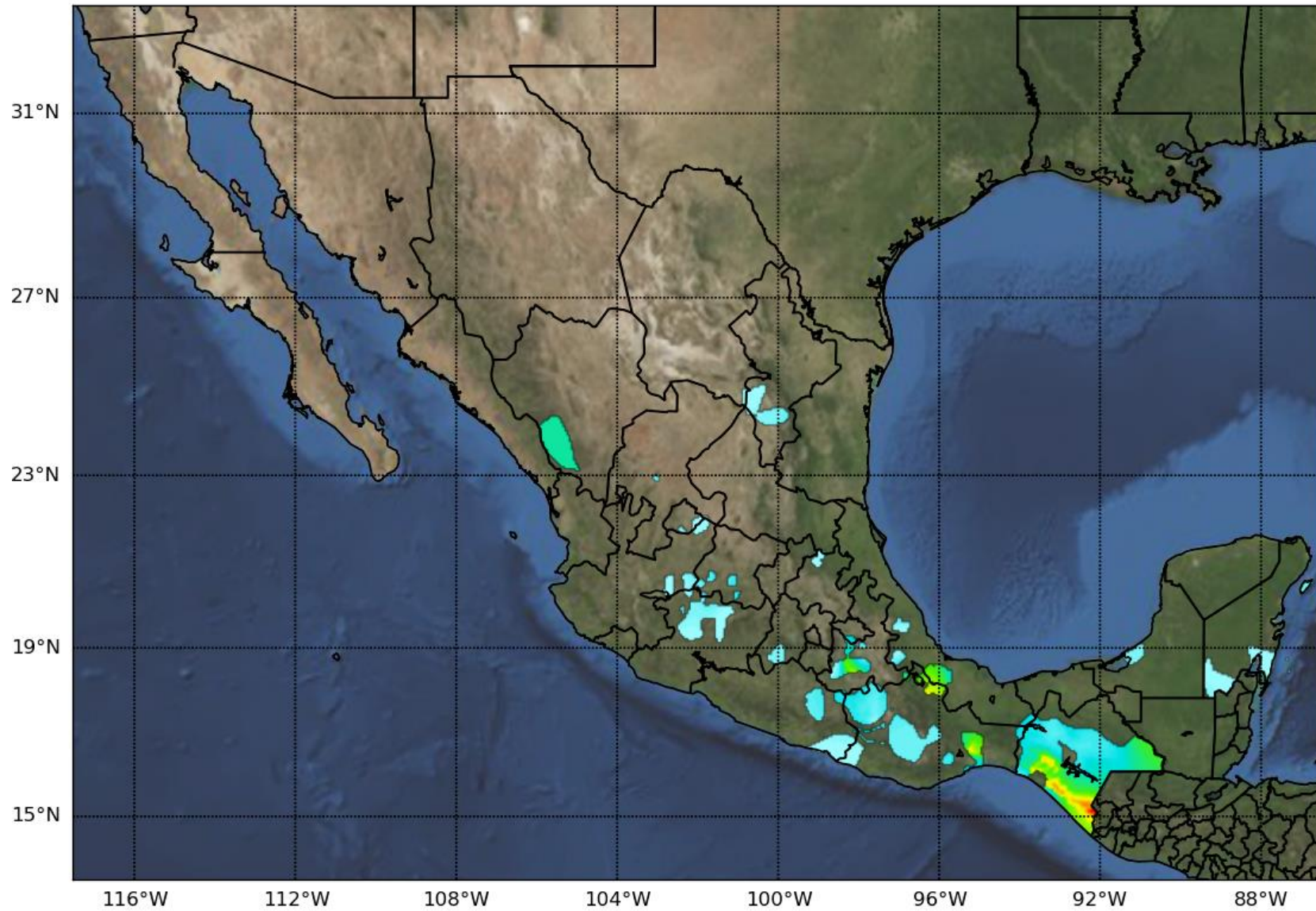
16 bandas para cubrir el espectro infrarrojo y visible considerando diferentes altitudes, desde la superficie terrestre hasta casi el tope de la atmósfera.

<http://galileo.imta.mx/Sequias/moseq/mapaMA.php>



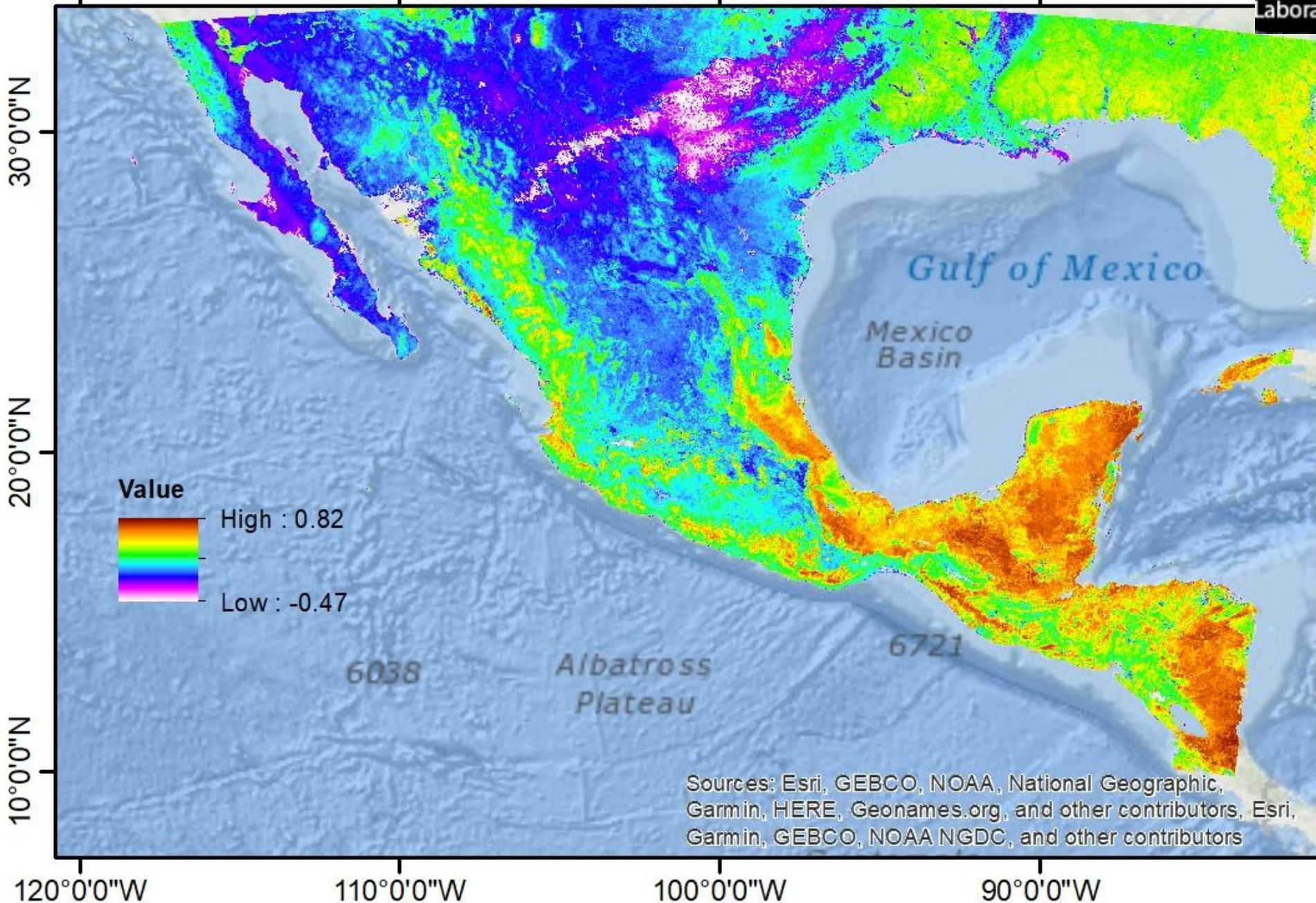
Lluvia acumulada en 24 horas: 07/06/2021

Fuente: SIH



[www.riego.mx](http://www.riego.mx) | [contacto@riego.mx](mailto:contacto@riego.mx)  
<http://galileo.imta.mx/Sequias/moseq/mapaMA.php>





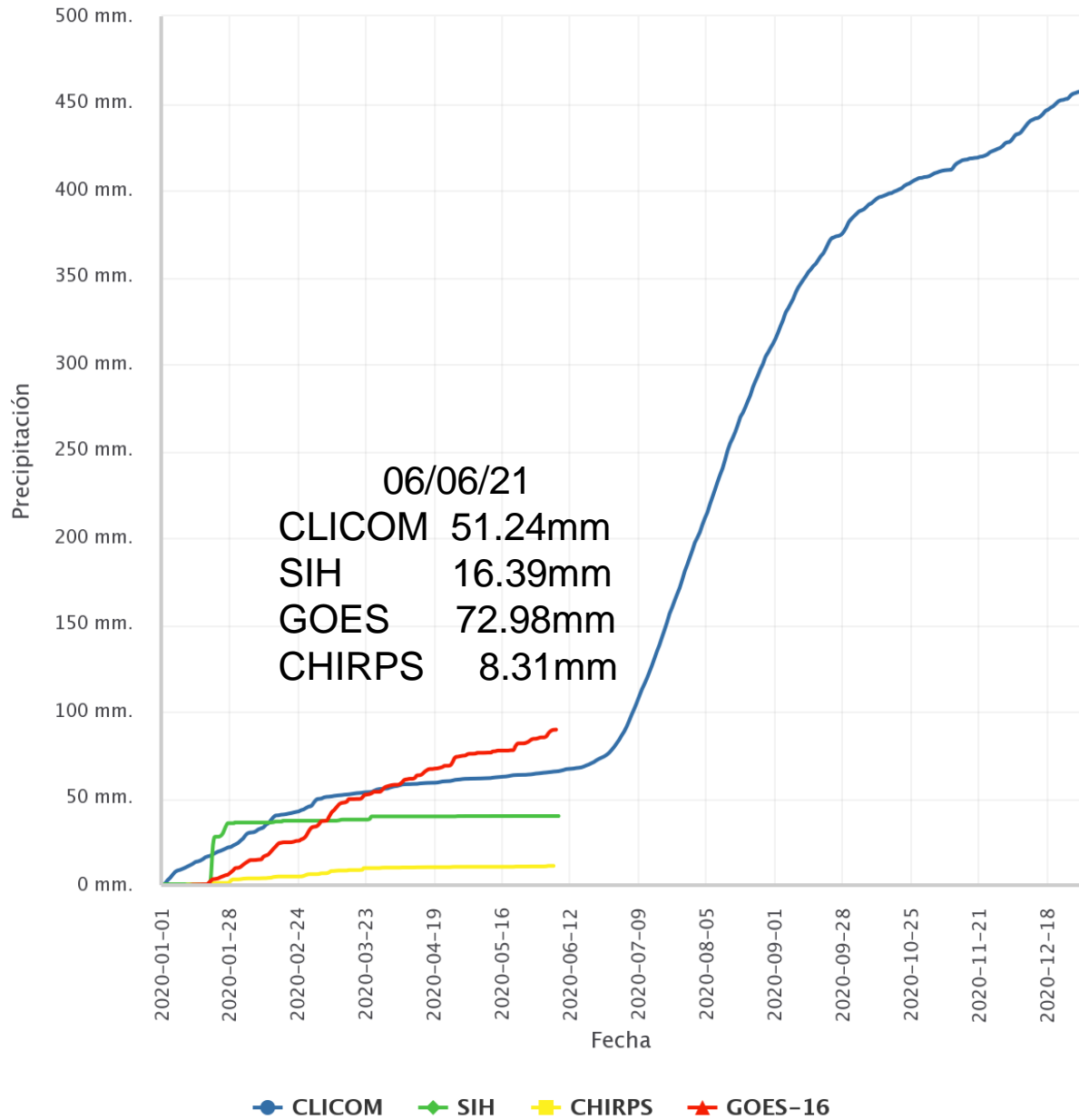
**03/2021**

**NDVI del satélite  
GOES-16**

Obtenido del Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra (LANOT) del Instituto de Geografía de la UNAM.

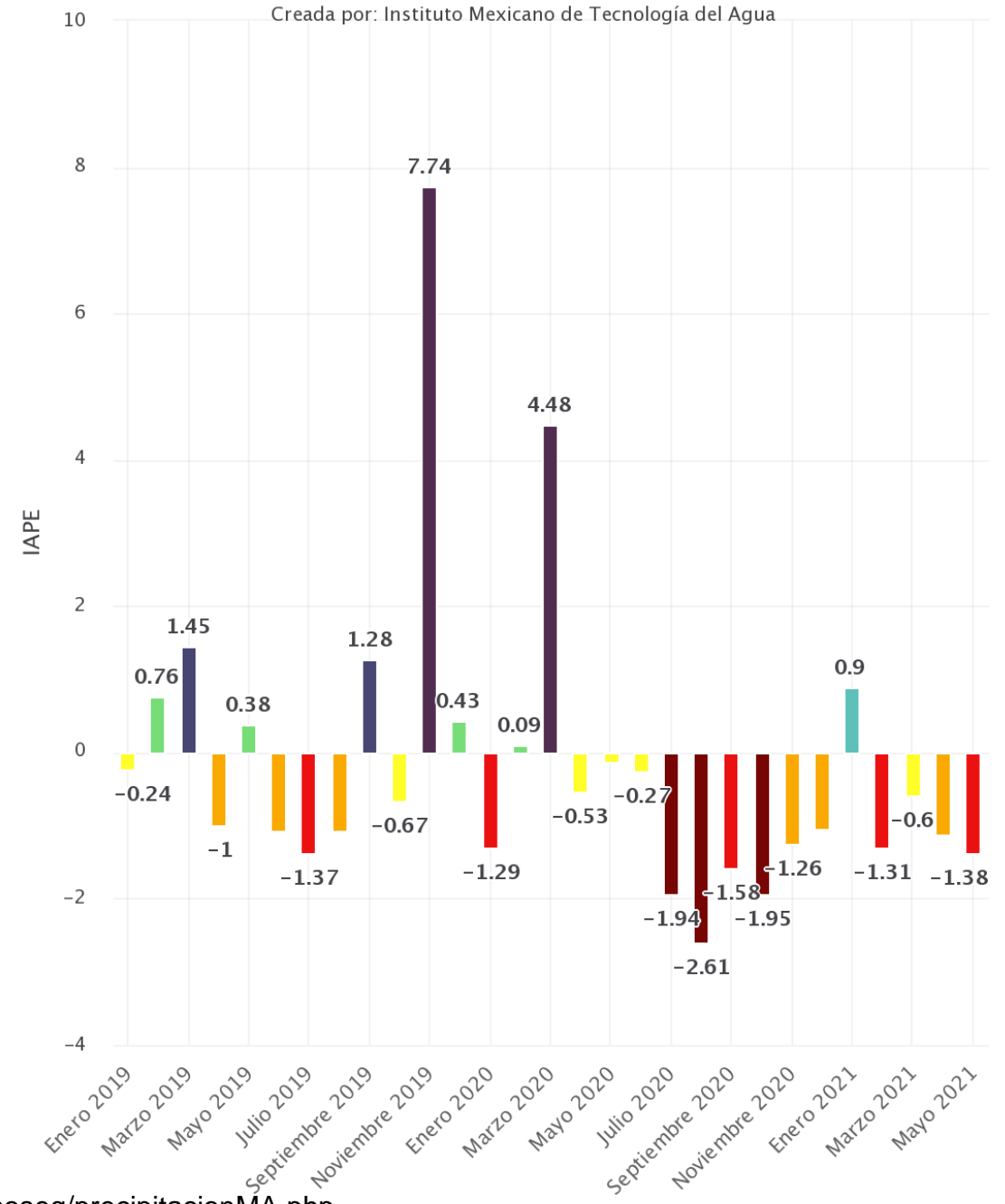
# Precipitación Media Acumulada del Estado de Sonora

Creada por: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Dar clic y seleccionar una área para acercar



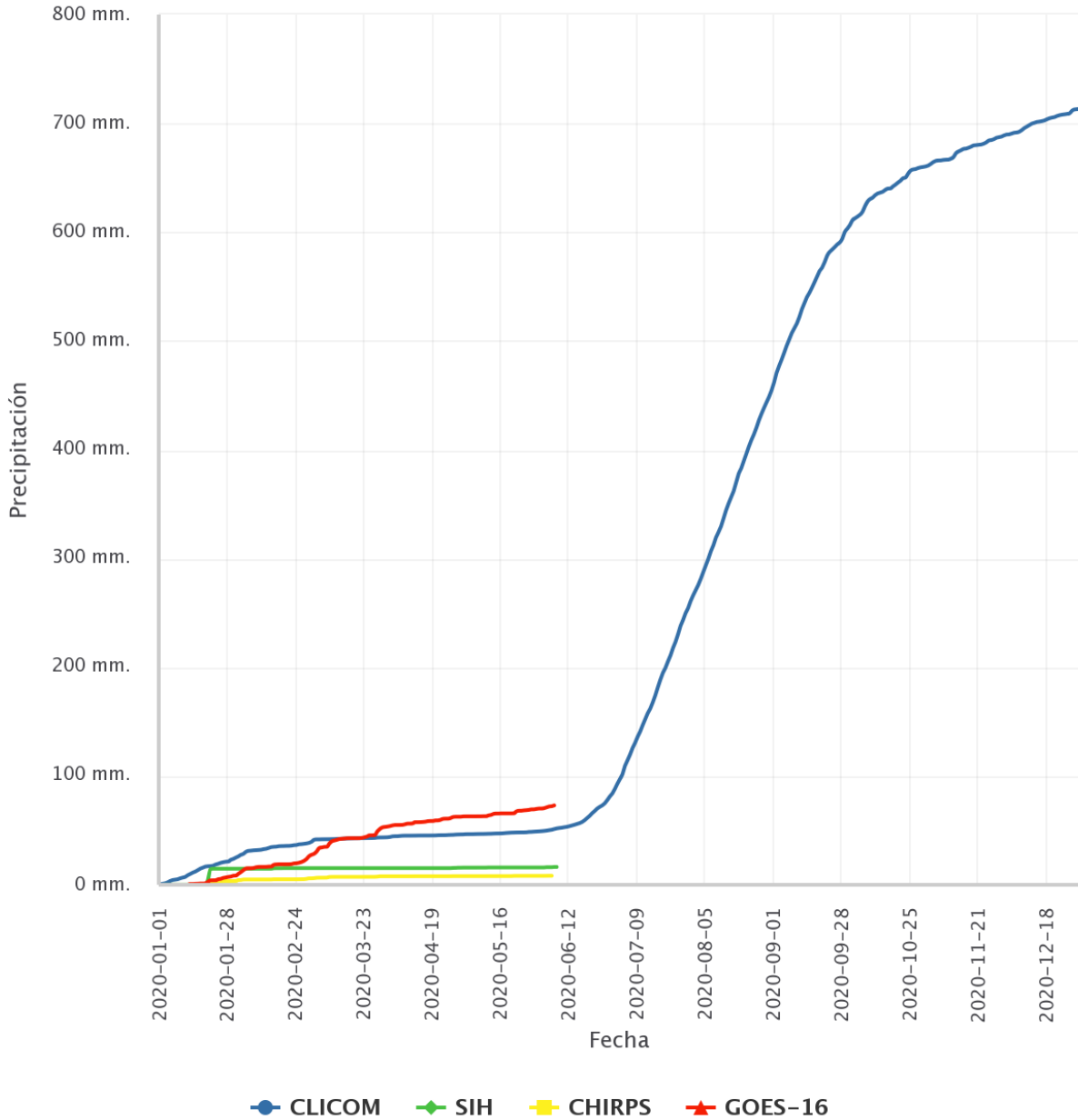
# Índice de Anomalía de Precipitación Estandarizada de Sonora

Creada por: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua



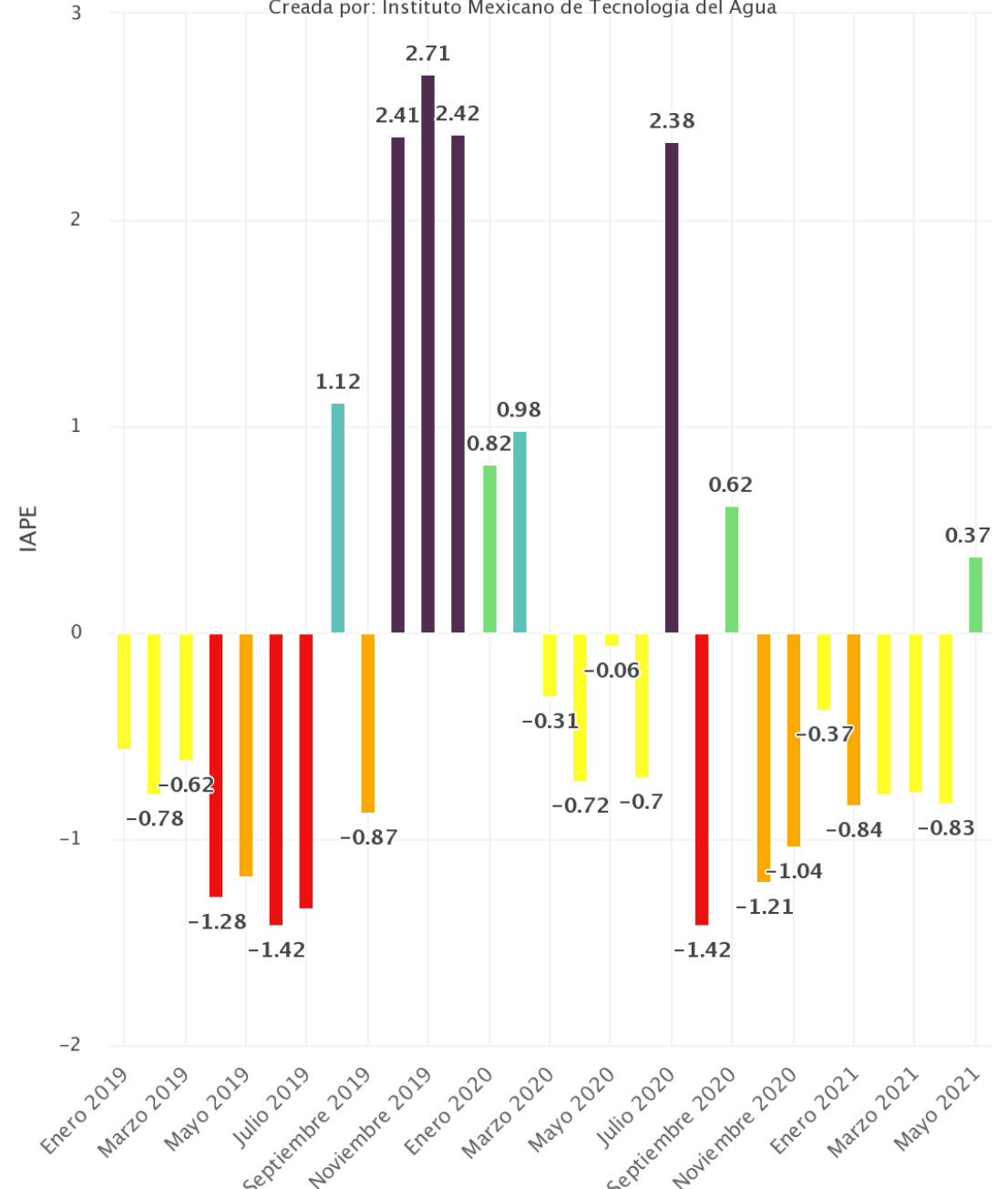
# Precipitación Media Acumulada del Estado de Sinaloa

Creada por: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Dar clic y seleccionar una área para acercar



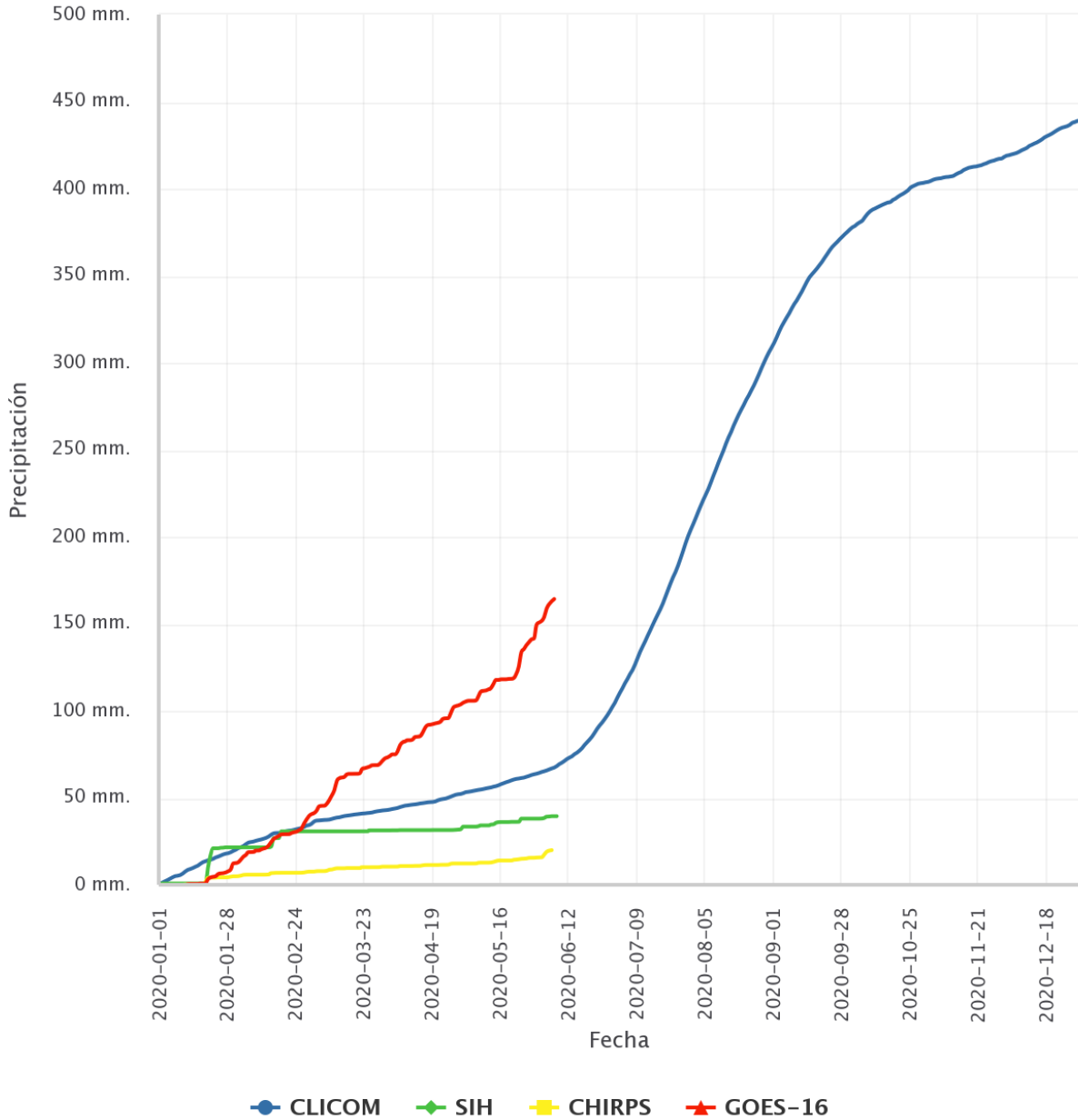
# Índice de Anomalía de Precipitación Estandarizada de Sinaloa

Creada por: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua



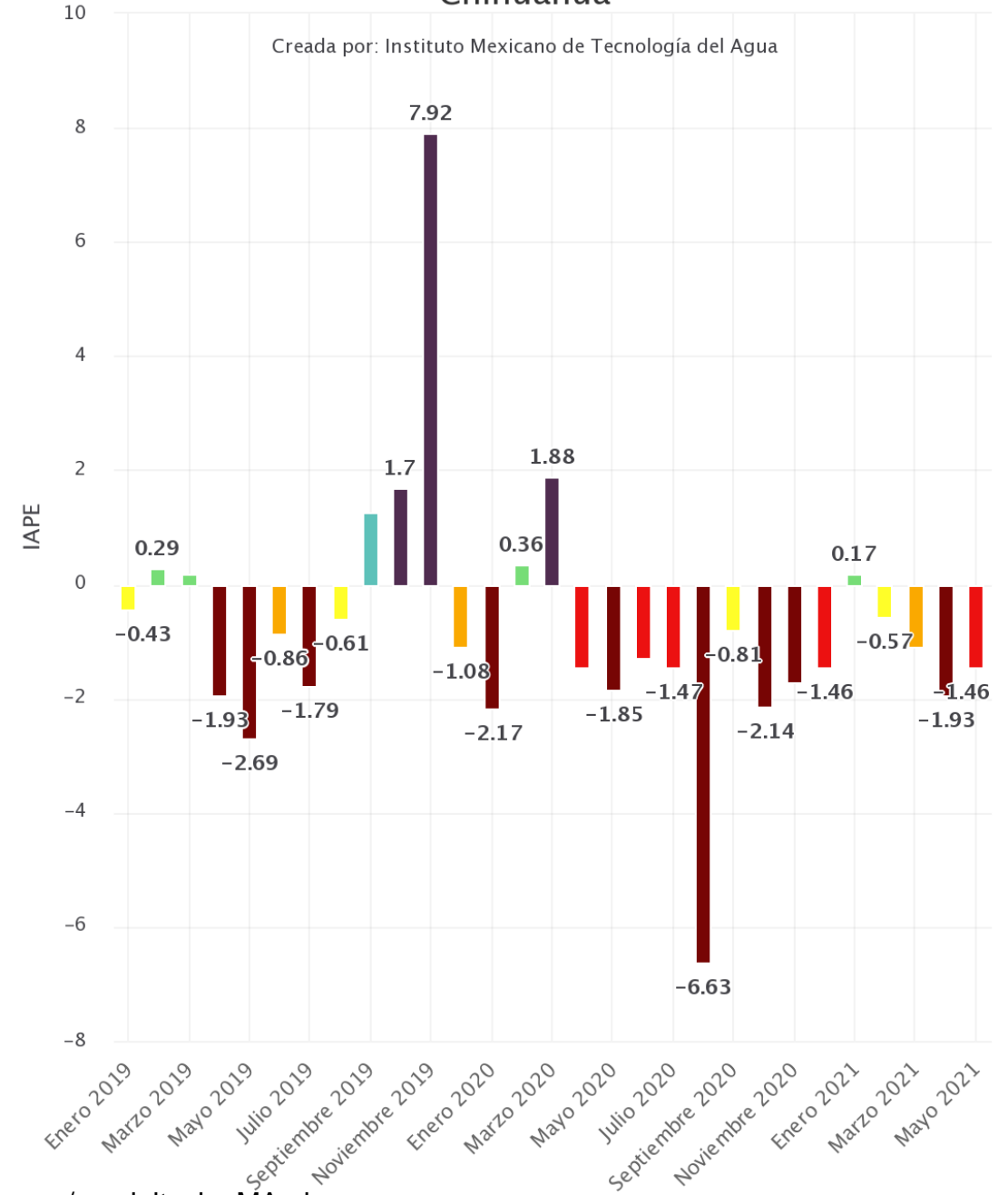
# Precipitación Media Acumulada del Estado de Chihuahua

Creada por: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Dar clic y seleccionar una área para acercar



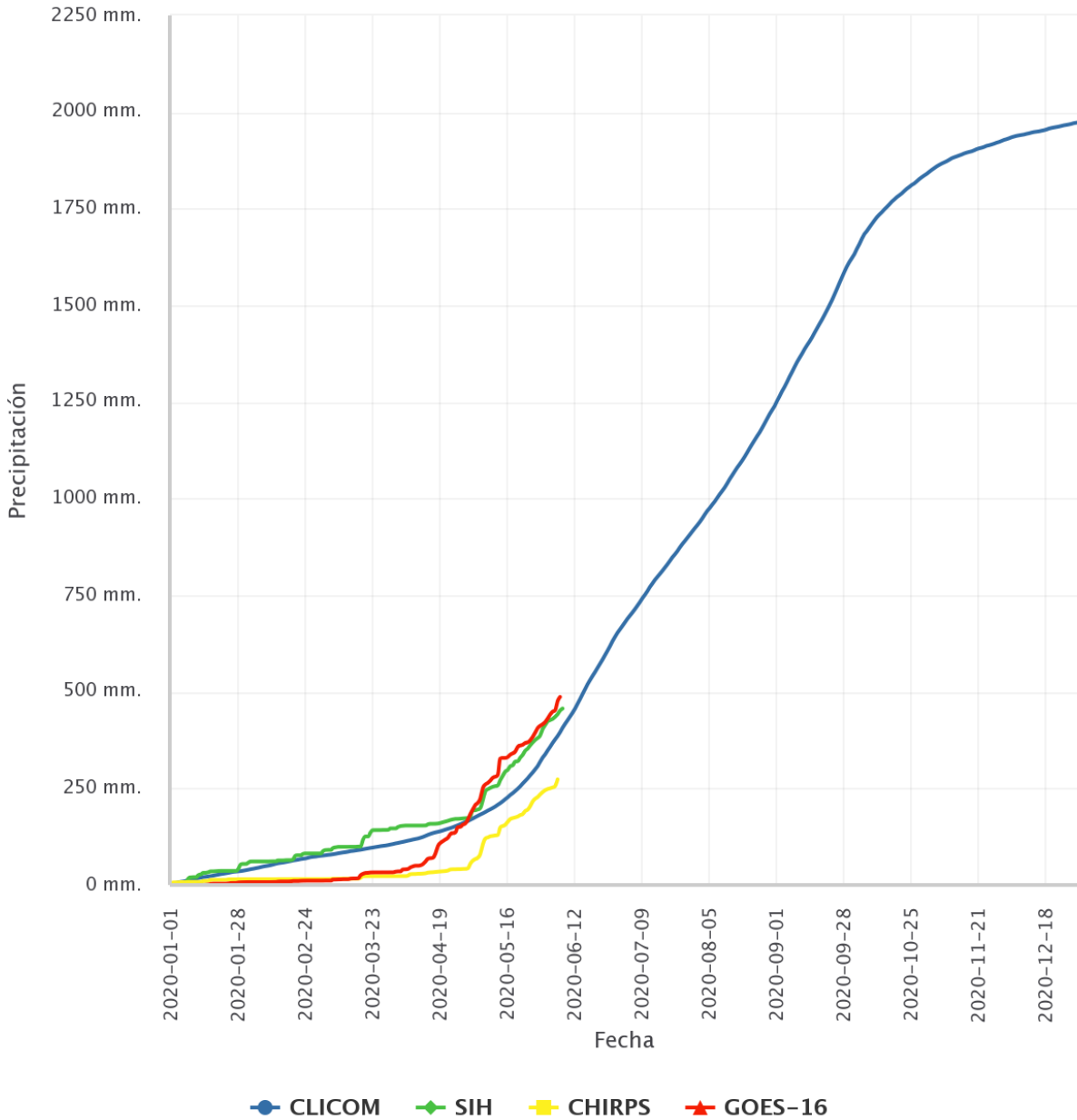
# Índice de Anomalía de Precipitación Estandarizada de Chihuahua

Creada por: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua



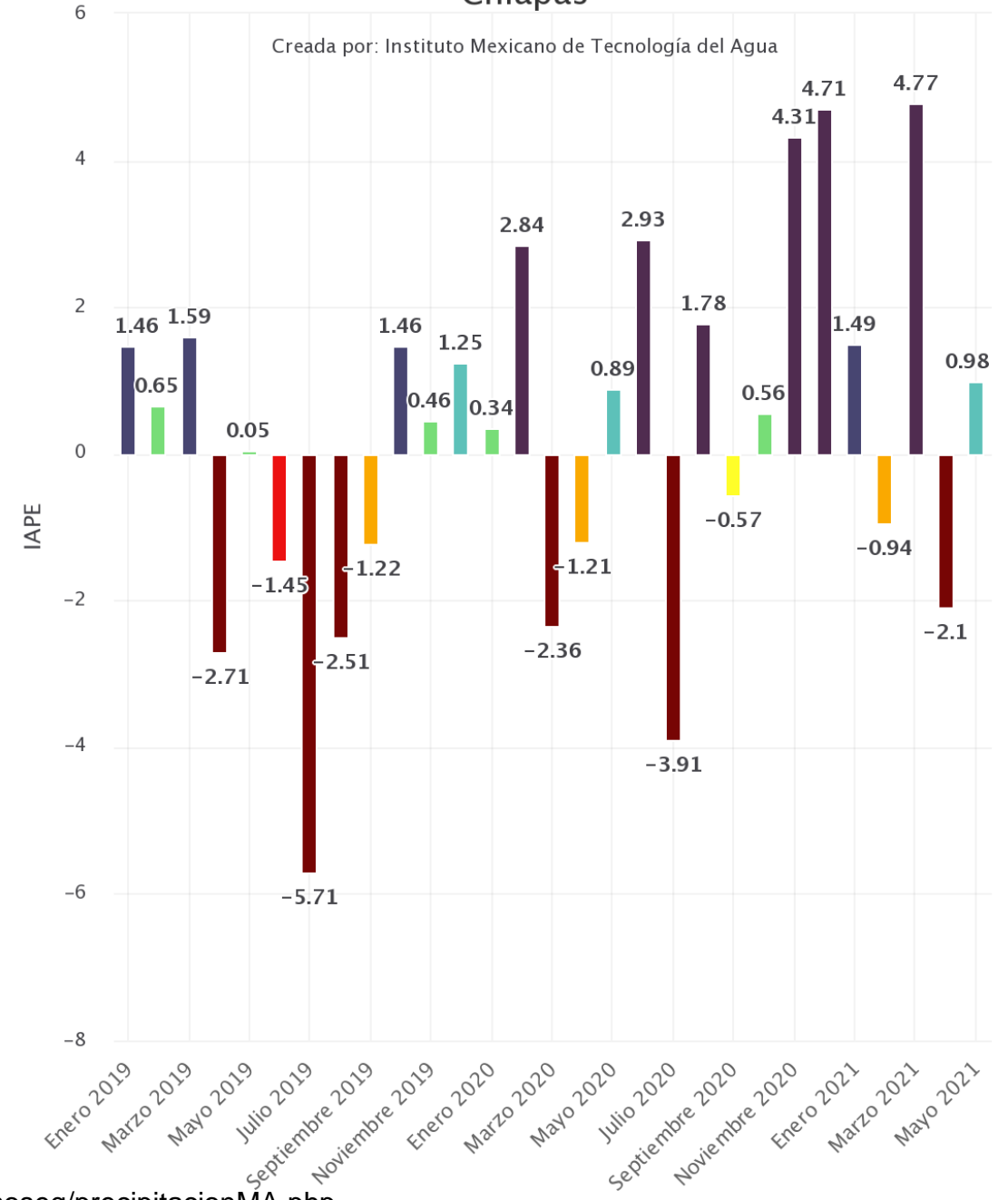
# Precipitación Media Acumulada del Estado de Chiapas

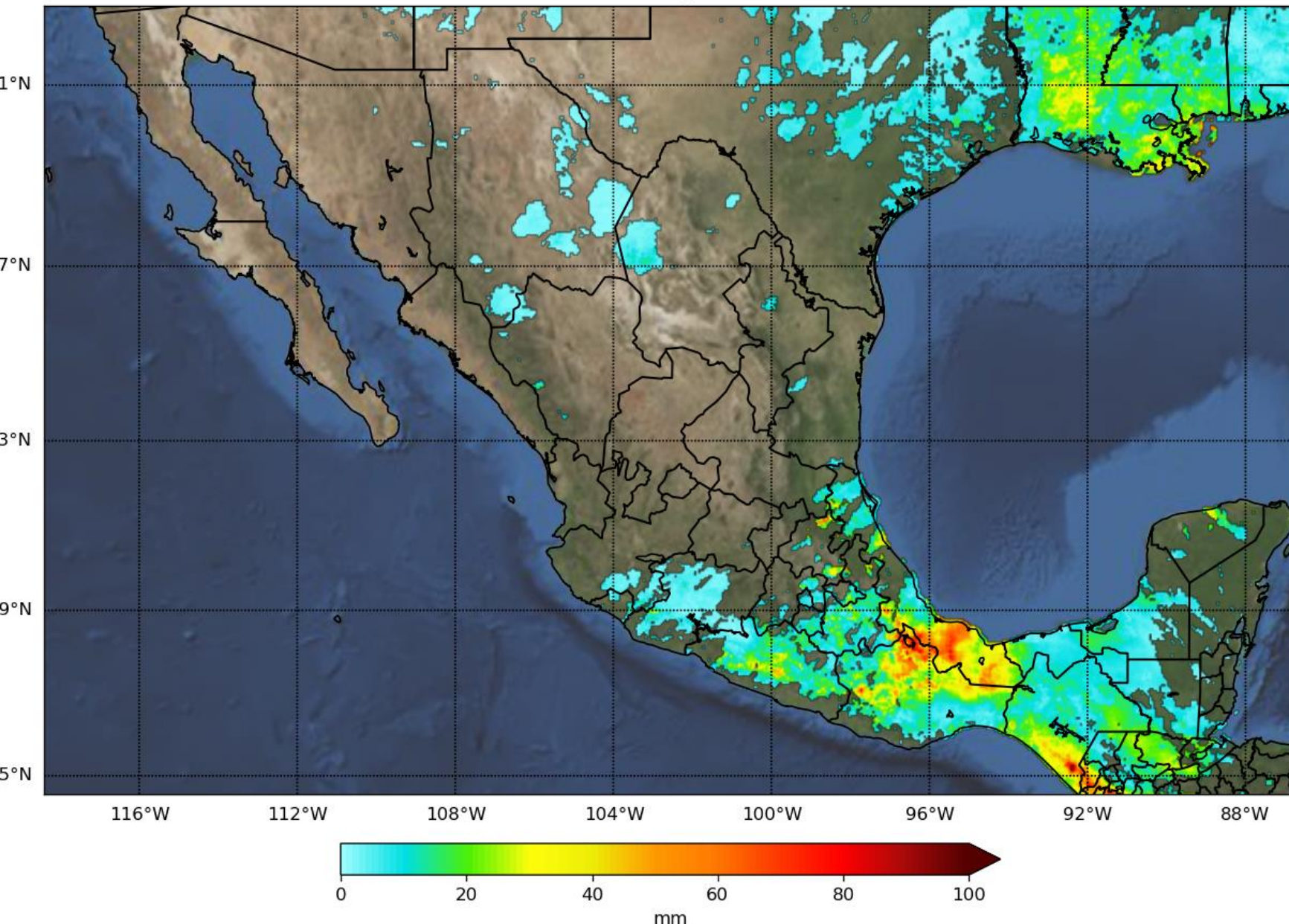
Creada por: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Dar clic y seleccionar una área para acercar



# Índice de Anomalía de Precipitación Estandarizada de Chiapas

Creada por: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua



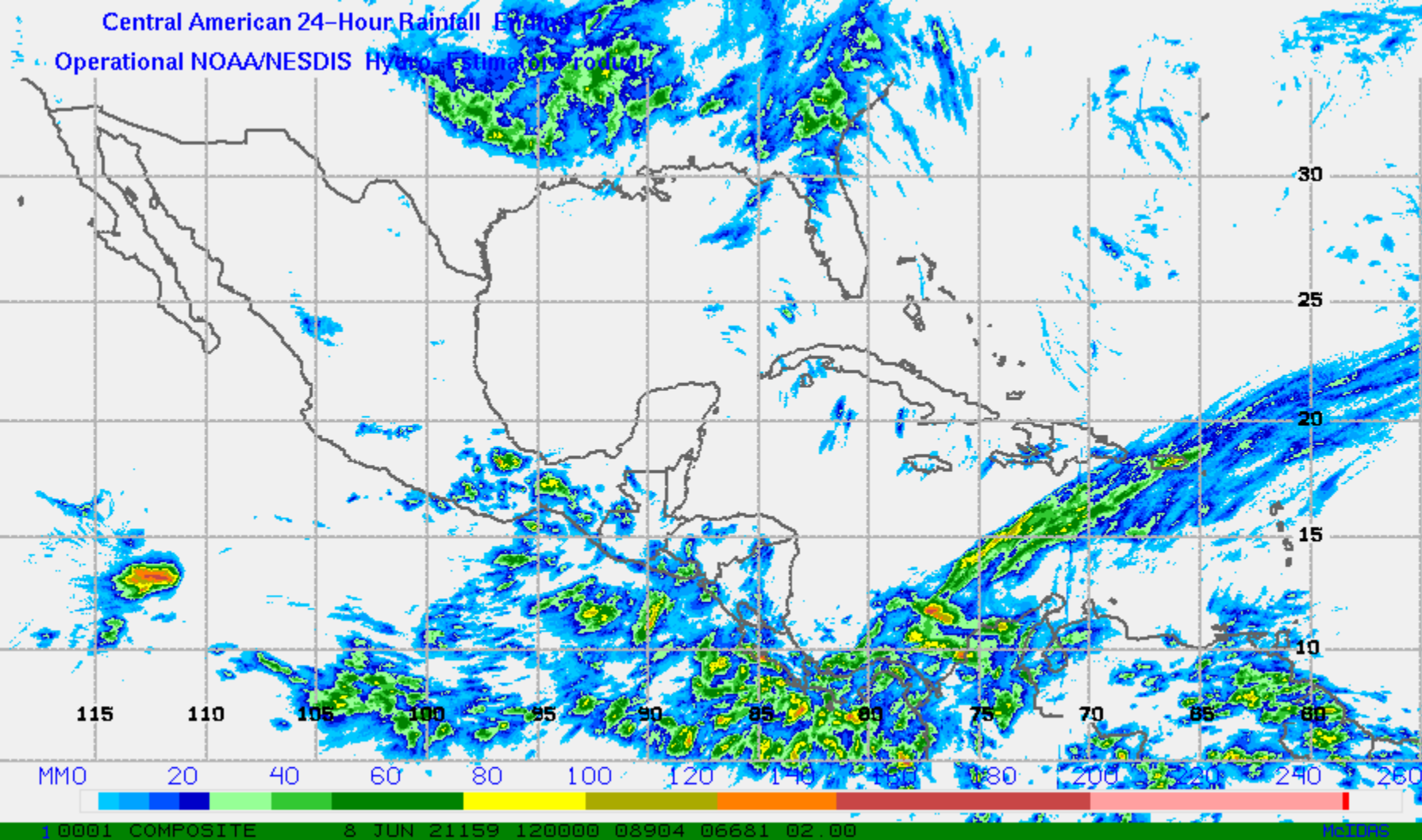


## Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS)

Es un conjunto de datos de lluvia casi global de más de 30 años. Abarcando 50°S-50°N (y todas las longitudes), desde 1981 hasta casi el presente, CHIRPS incorpora imágenes satelitales de resolución de 0.05 grados con datos in situ para crear series de tiempo de lluvia en formato de malla para análisis de tendencias y monitoreo de sequías estacionales, entre otros.

<http://galileo.imta.mx/Sequias/moseq/mapaMA.php>





Hydro-Estimator provides real time rainfall rate estimates over Central America based on cloud top temperature measurements from the GOES-East satellite 10.7 micron channel. The estimates are adjusted by Precipitable Water (PW) and mean Relative Humidity (RH) computed by the NAM model

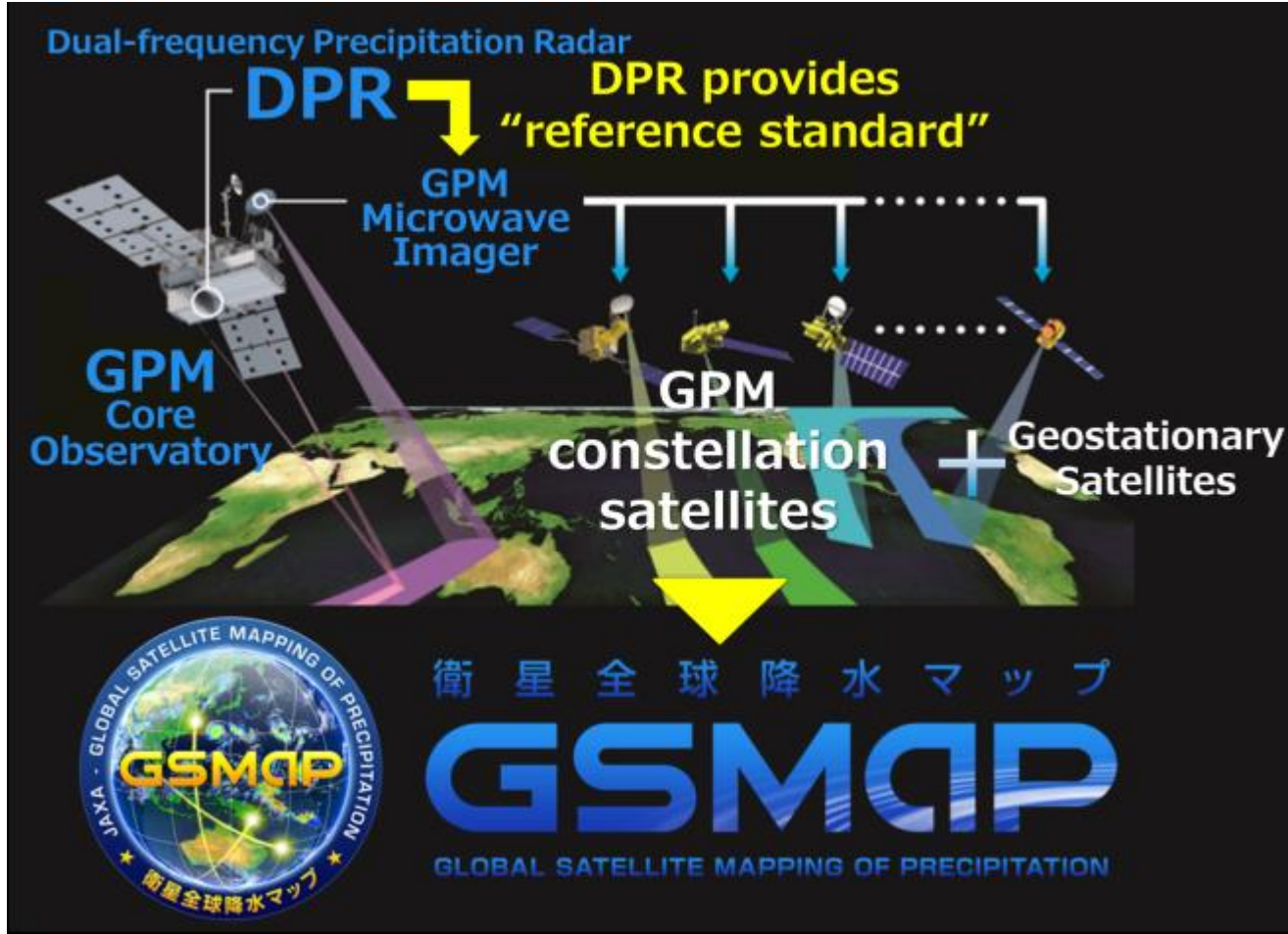


The current operational PERSIANN (Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks) system developed by the Center for Hydrometeorology and Remote Sensing (CHRS) at the University of California, Irvine (UCI) uses neural network function classification/approximation procedures to compute an estimate of rainfall rate at each  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$  pixel of the infrared brightness temperature image provided by **geostationary satellites**



# CHRS iRain

An Integrated System for Global Real-time Precipitation Observation using PDIR

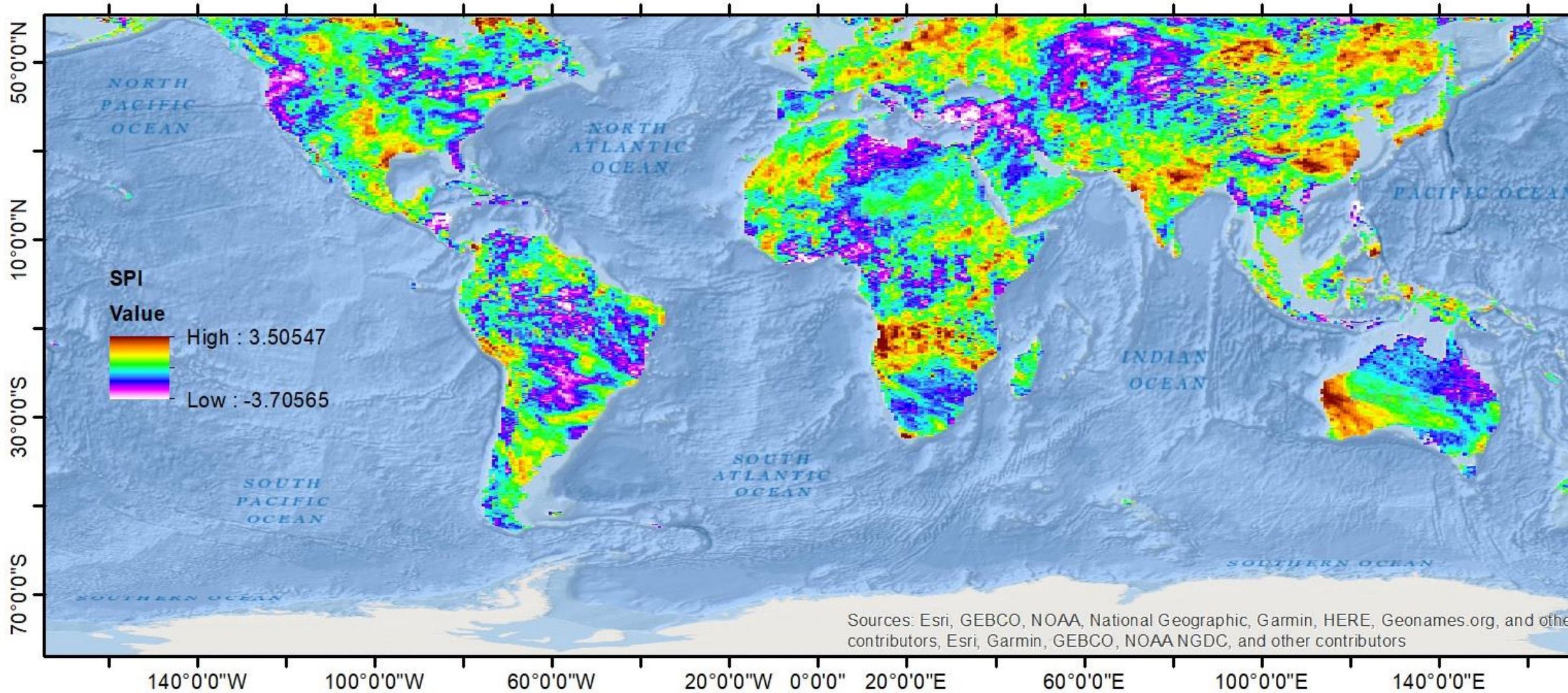


Satellite	Height (km)	Instrument Category	Note
GPM Core 407	407	GMI imager	Introduced into GSMaP since 2 Sep. 2014
GCOM-W	705	AMSR2 imager	Introduced into GSMaP since 1 Jul. 2013
DMSP-F16	833	SSMIS imager/sounder	Introduced into GSMaP since 11 Jun. 2010
DMSP-F18	850	SSMIS imager/sounder	Introduced into GSMaP since 1 Jul. 2013
NOAA-N19	870	AMSU-A/MHS sounder	Introduced into GSMaP since 1 Aug. 2011
MetOp-B	817	AMSU-A/MHS sounder	Introduced into GSMaP since 2 Sep. 2014
MetOp-C	817	AMSU-A/MHS sounder	Introduced into GSMaP since 17 Sep. 2020

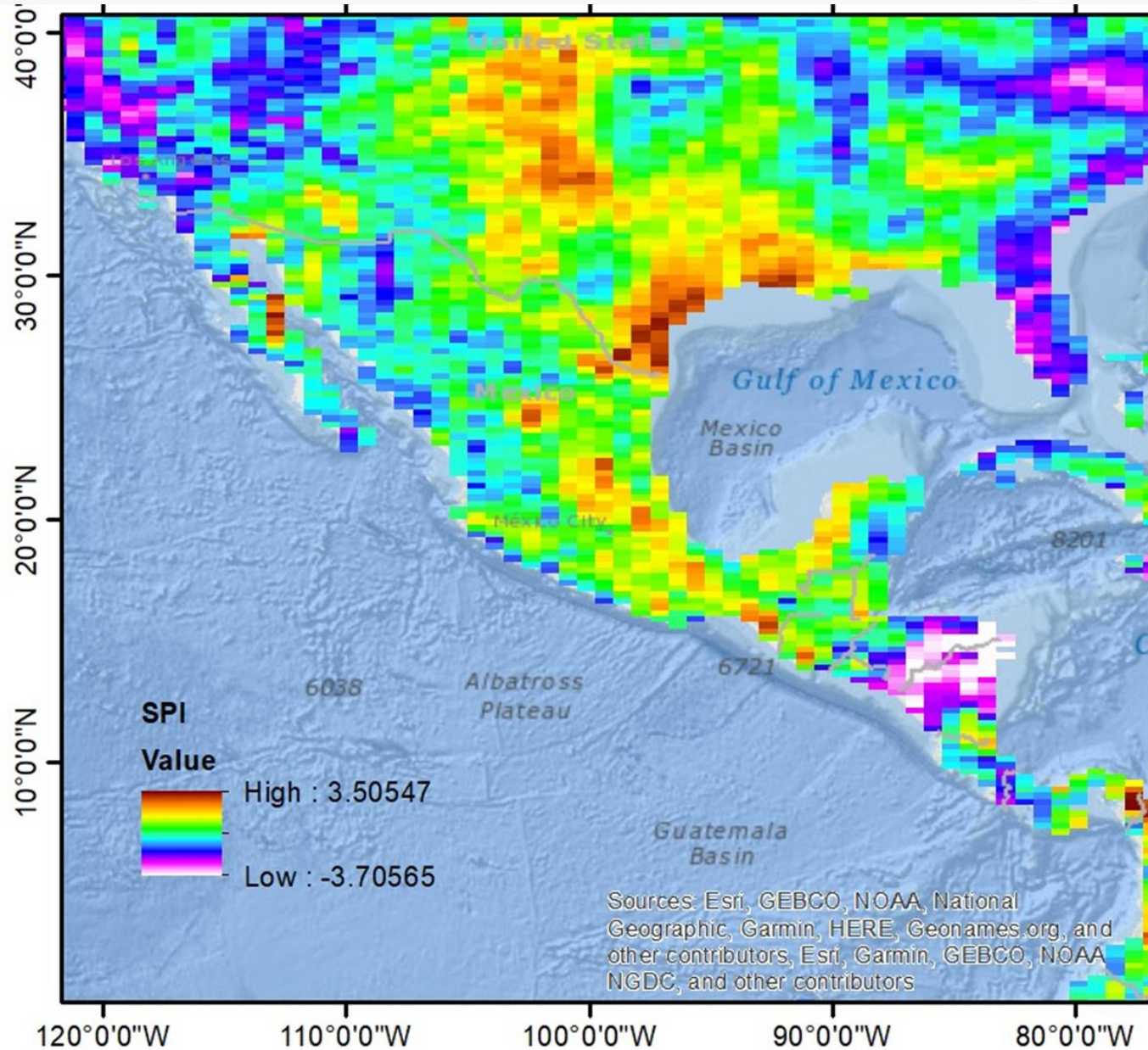
<https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/guide.html#09>



# Índice Estandarizado de Precipitación (SPI)



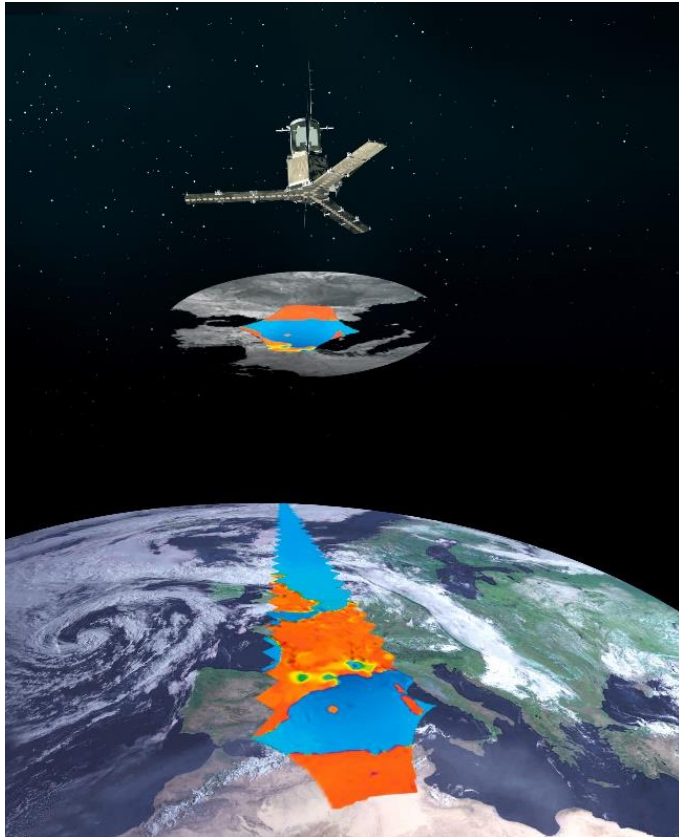
Sources: Esri, GEBCO, NOAA, National Geographic, Garmin, HERE, Geonames.org, and other contributors, Esri, Garmin, GEBCO, NOAA NGDC, and other contributors



SPI (1mes)  
Mayo de 2021

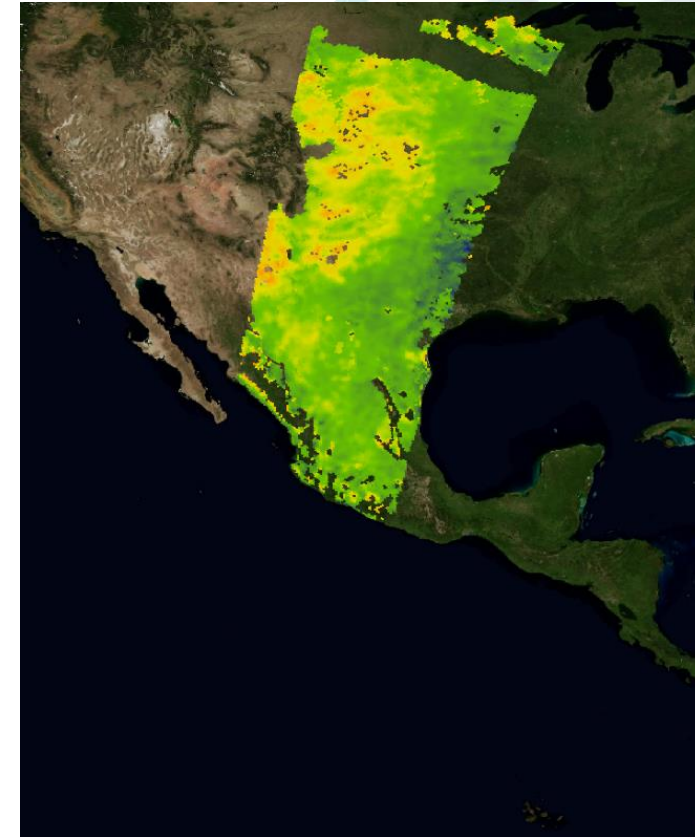


# Soil Moisture and Ocean Salinity SMOS



- Administrado por la Agencia Espacial Europea.
- Estima humedad de suelo y salinidad oceánica.
- Valores de humedad de suelo calibrados (requiere posproceso).
- Orbits polar – cubre el país en aprox. 48 horas.

[www.riego.mx](http://www.riego.mx) | [contacto@riego.mx](mailto:contacto@riego.mx)

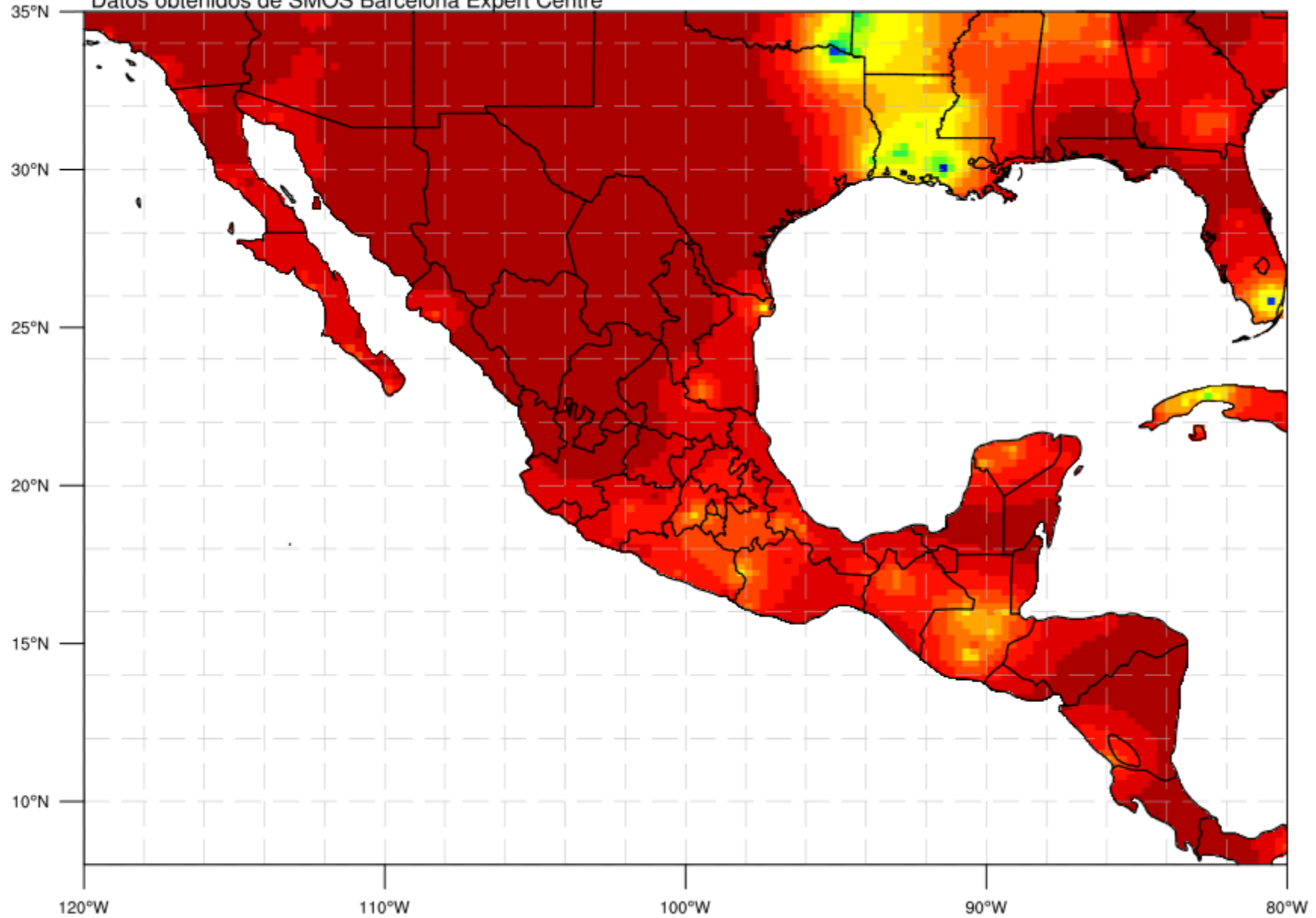




Medida de humedad de suelo descendente (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)

Promedio de los días 25,26,27 de 05 del 2021

Datos obtenidos de SMOS Barcelona Expert Centre





# Conclusiones y recomendaciones

- **El uso de productos meteorológicos satelitales es una realidad, se dispone de datos de diversas escalas temporales y espaciales.**
- **Lo mejor de todo es que son gratuitas (la mayoría) y que la red de internet es cada vez más rápida.**
- **Existen diversas opciones de productos (lluvia, SST, NDVI, SPI, HS, etc.)**
- **Los modelos de estimación de lluvia, en general utilizan las plataformas satelitales disponibles, ajustando sus valores dependiendo del modelo de estimación que se utilice.**
- **Se debe tener cuidado al utilizar esta información, es necesario validar con datos observados en superficie de redes de información con la suficiente calidad para realizar las correcciones de sesgo.**
- **Hoy más que nunca, tenemos esta información al alcance de nuestras manos.**





"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



## Sexto Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas

COMEII- 2021 / Hermosillo, Sonora



# ¡GRACIAS!

**Dr. René Lobato Sánchez**

**Instituto Mexicano de Tecnología del Agua**

 [Rene\\_lobato@tlaloc.imta.mx](mailto:Rene_lobato@tlaloc.imta.mx)

