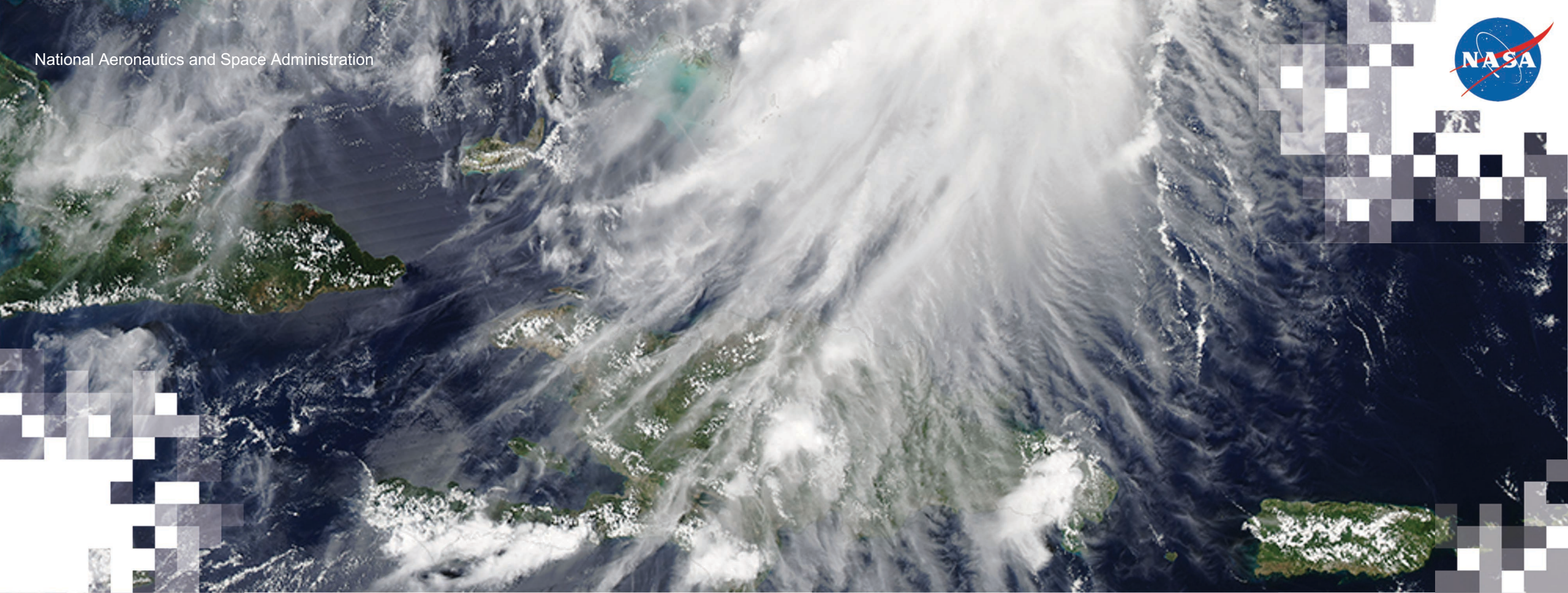


Observaciones de Satélites para el Análisis de Peligros Naturales en los Pequeños Estados Insulares

Evaluación de los Impactos Antes y Después de las Tormentas

18 de agosto de 2021



Introducción

Erika Podest

Objetivos de la Capacitación

- Identificar aplicaciones de la teledetección pasiva y activa para inundaciones, derrumbes y el aumento del nivel del mar
- Realizar análisis antes y después de una tormenta para una región de interés
- Evaluar el peligro de derrumbes para una región de interés antes y durante un evento
- Interpretar productos derivados de satélites para caracterizar el aumento del nivel del mar a escala regional.



Esquema de la Capacitación

Evaluación de Impactos Antes y Después de una Tormenta 18 de agosto de 2021



<https://phys.org/news/2019-12-philippines-homes.html>

Evaluación del Aumento del Nivel del Mar en Escala Regional a Local 24 de agosto de 2021



https://e360.yale.edu/features/rising_waters_how_fast_and_how_far_will_sea_levels_rise

Evaluación del Peligro de Derrumbes 26 de agosto de 2021



<https://tweathercenter.com/severe-weather/landslides/>



Esquema de la Primera Sesión

- Acerca de ARSET
- Aguas en Aumento: Cuatro Horizontes Temporales
- Pequeños Estados Insulares: Desastres naturales e impactos
- Monitoreo de tormentas usando datos de teledetección y modelos de sistemas terrestres
- Monitoreo de condiciones durante y después de inundaciones usando datos SAR
- Evaluación de impactos de tormentas e inundaciones sobre la población y tierras de cultivo



Acerca de ARSET

- *ARSET brinda capacitación accesible, relevante y sin costo sobre satélites, sensores, métodos y herramientas de teledetección.*
- Nuestras capacitaciones son:
 - En línea y presenciales*
 - Abiertas a todos
 - En vivo, dictadas por instructores, o autodirigidas
 - Personalizadas para quienes tienen diferentes niveles de experiencia con la teledetección, de nivel **introductorio** a **avanzado**

*ARSET actualmente no está ofreciendo capacitaciones presenciales debido a la pandemia de COVID-19.

NASA's Applied Remote Sensing Training Program

- ARSET ofrece capacitaciones para:
 - Desastres
 - Salud y Calidad del Aire
 - Gestión de la Tierra
 - Recursos Hídricos



Para mayor información, visitar appliedsciences.nasa.gov/arset





Aguas en Aumento: 4 Horizontes Temporales

John Englander



Caribbean Center for Rising Seas

Affiliated with: **RISING SEAS INSTITUTE**
SMART SOLUTIONS FOR FUTURE PROBLEMS

A program of:  Puerto Rico Science, Technology & Research Trust

Objetivo

Datos



Objetivo

Datos

Conocimiento


Objetivo

Datos

Conocimiento

Seguridad





PODEMOS DISEÑAR
TOMANDO EN CUENTA
LAS INUNDACIONES



Inundaciones Costeras

- 1. Tormentas**
- 2. Lluvia**
- 3. Escorrentía**
- 4. Mareas Extremas**
- 5. Aumento del Nivel del Mar**
- 6. Erosión**







La Supertormenta Sandy Arrasa
la Línea Costera de Nueva
Jersey 29-10-12

Fuente de la Imagen:
FFMA





Tormenta del Día de Acción de Gracias de 2012



Mareas Extremas



Casona Histórica Stranahan Fort Lauderdale, Florida



Indicios
Tempranos
de una Crisis
Creciente



Calles Inundadas



4 Horizontes Temporales

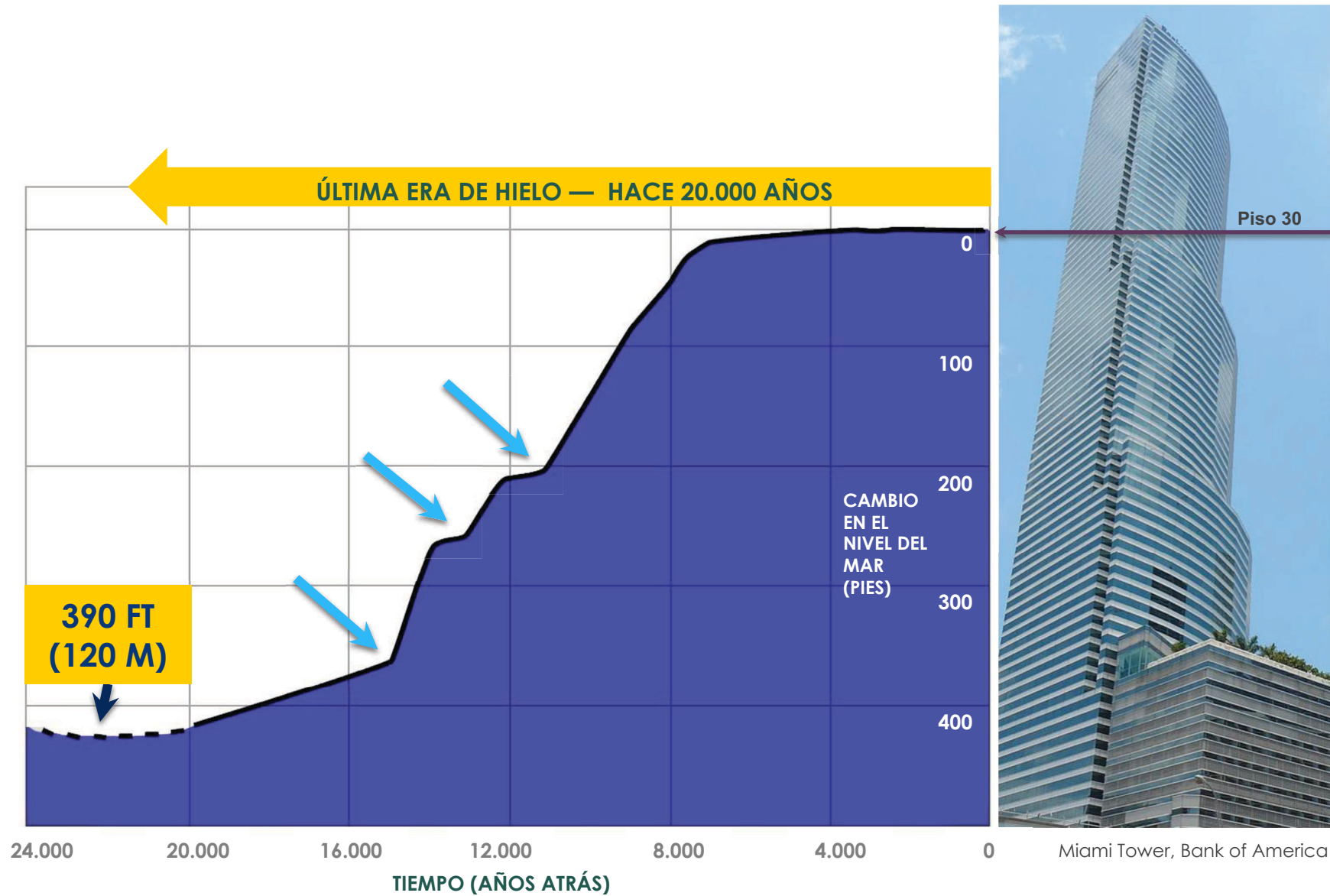
- **Tiempo Geológico (“Paleo”)** + de 10.000 años Milenios
- **El Registro Observado** 1850 – Actualidad Siglos
- **“Hoy y Mañana”** Período de Pronóstico: 30 días
- **Planificación y Proyecciones** 30 – 100 años



El Nivel del Mar de Florida

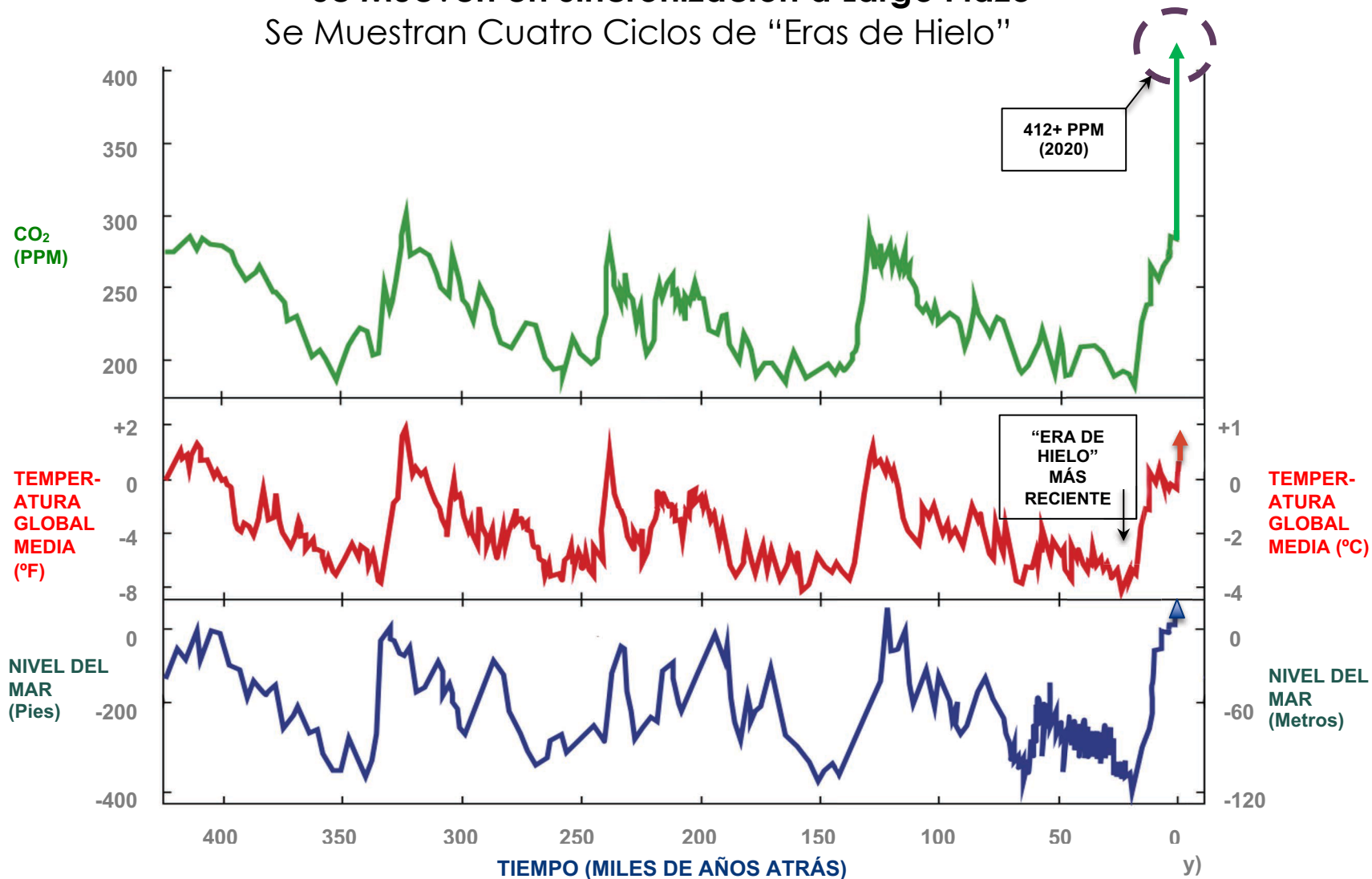


El Nivel del Mar desde la Última Era de Hielo



Dióxido de Carbono (CO₂), Temperatura y Nivel del Mar

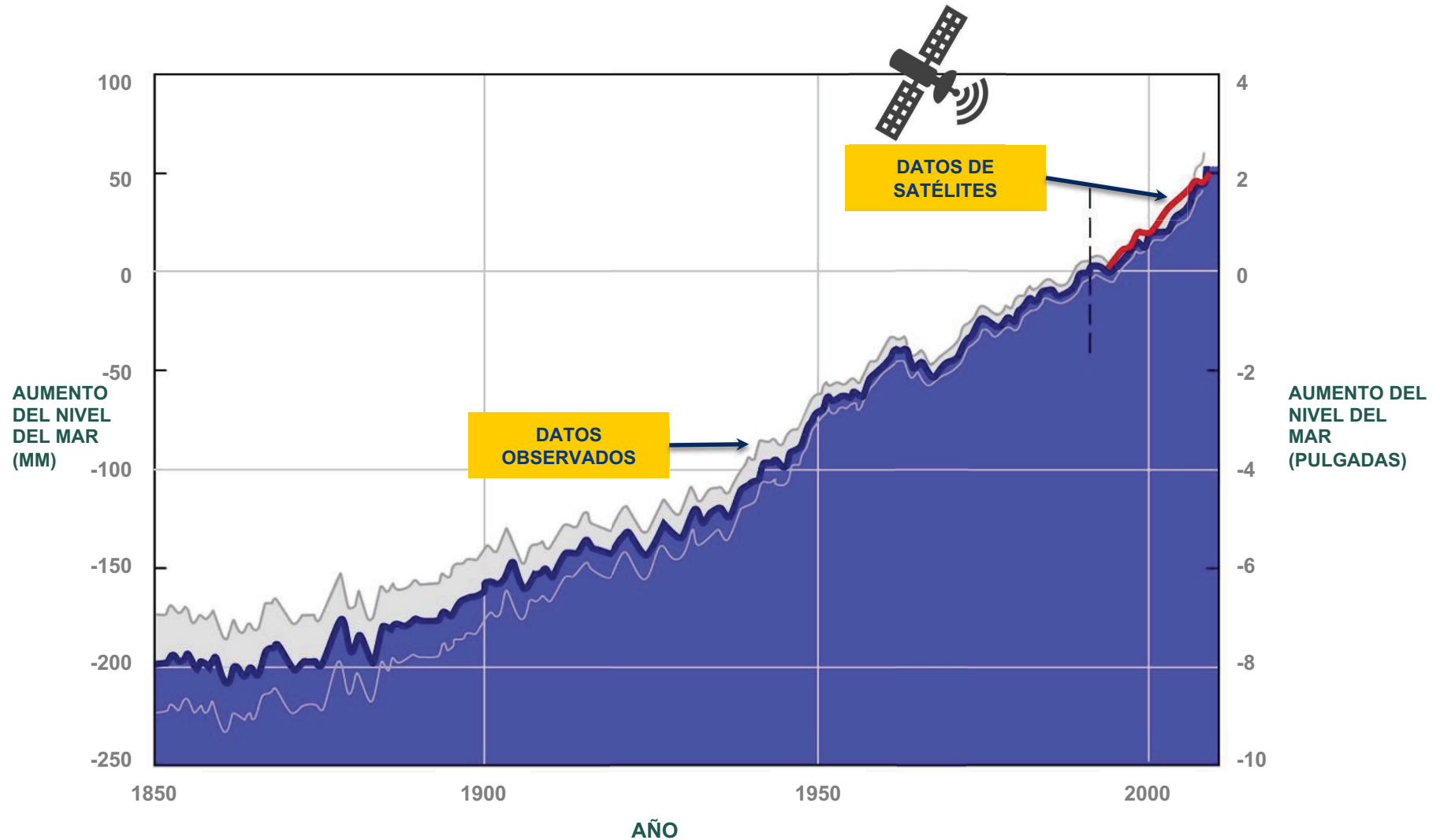
Se Mueven en Sincronización a Largo Plazo
Se Muestran Cuatro Ciclos de "Eras de Hielo"



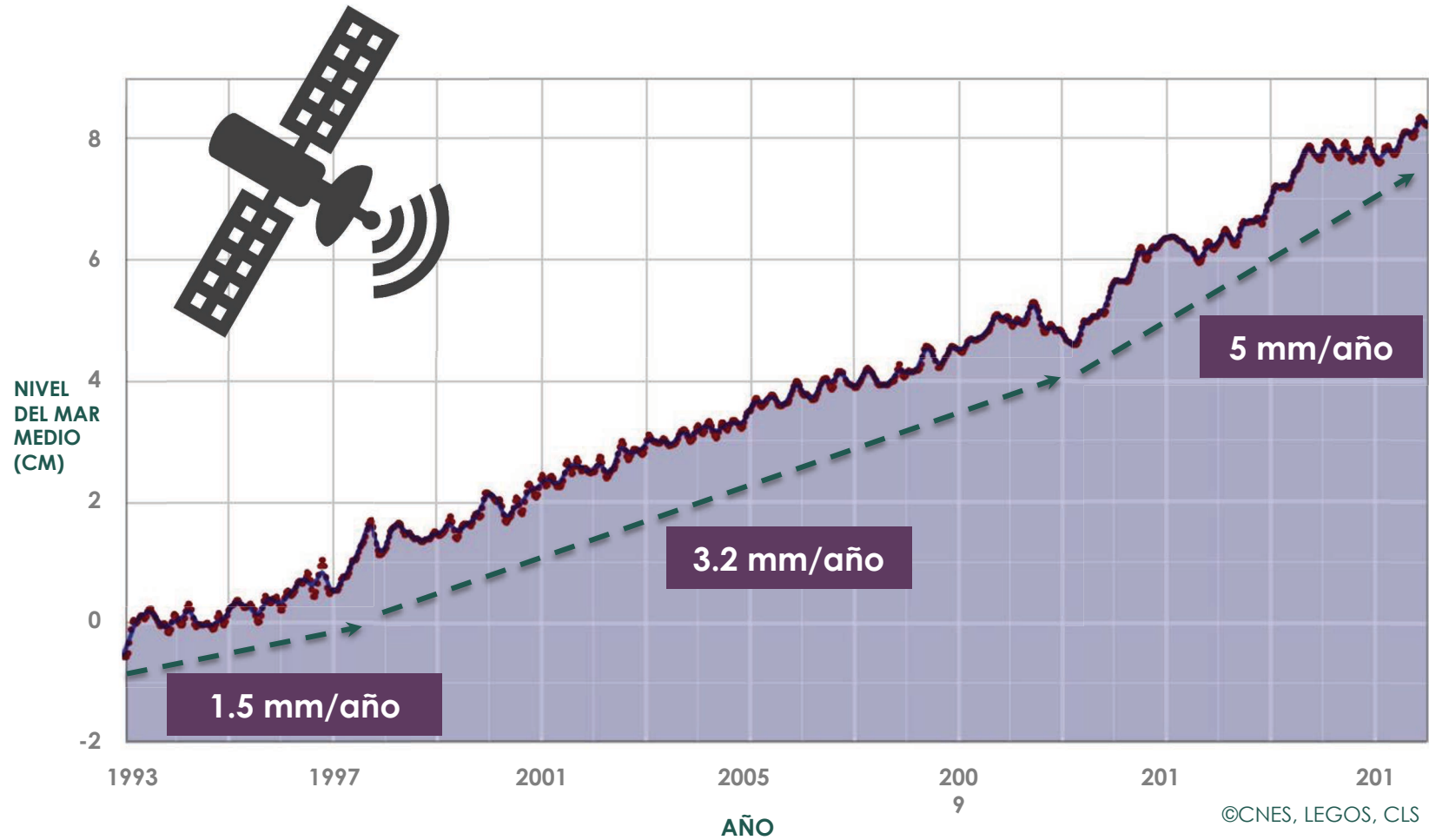
Adaptado de: Drs. James E. Hansen & Makiko H. Sato/
csas.earth.columbia.edu

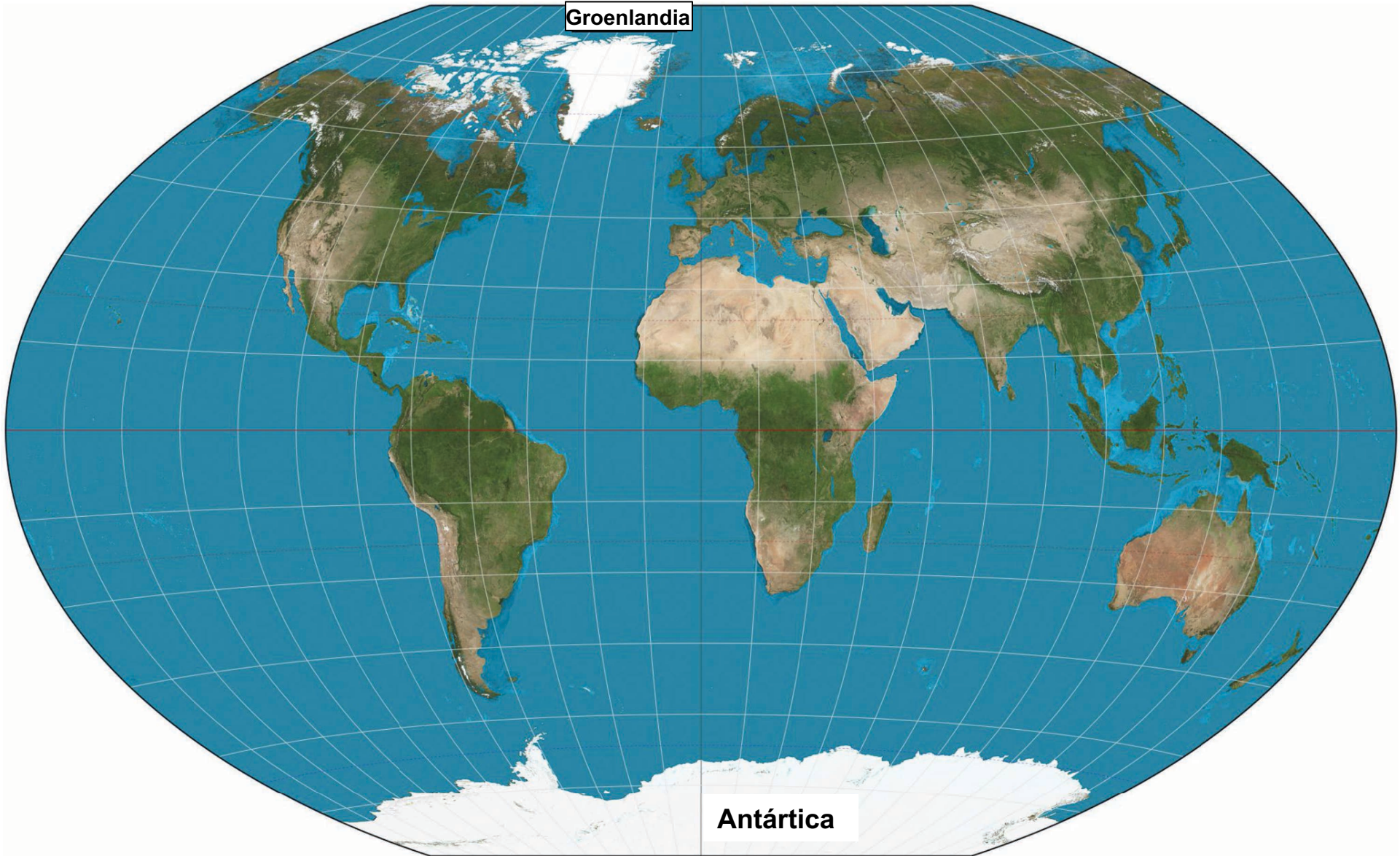


Aumento del Nivel del Mar en el Siglo XX



La Tasa Está Acelerando

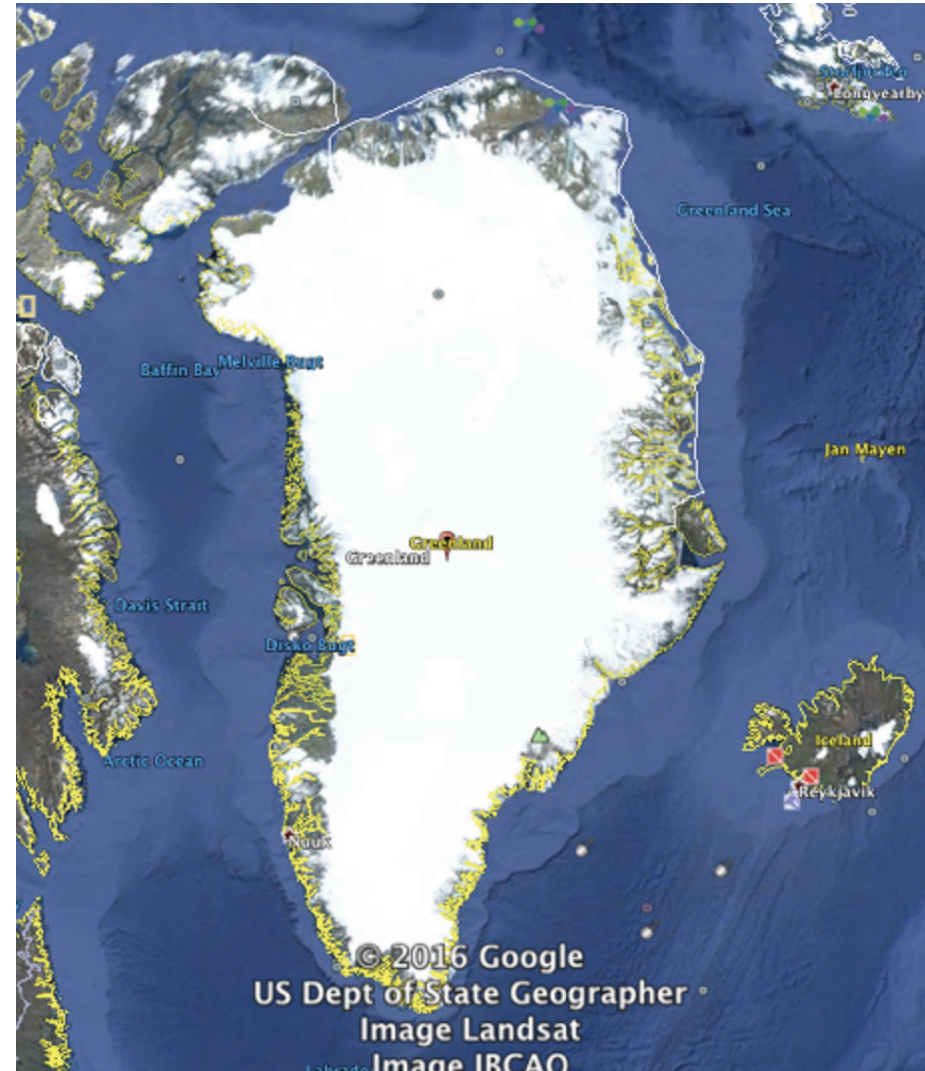
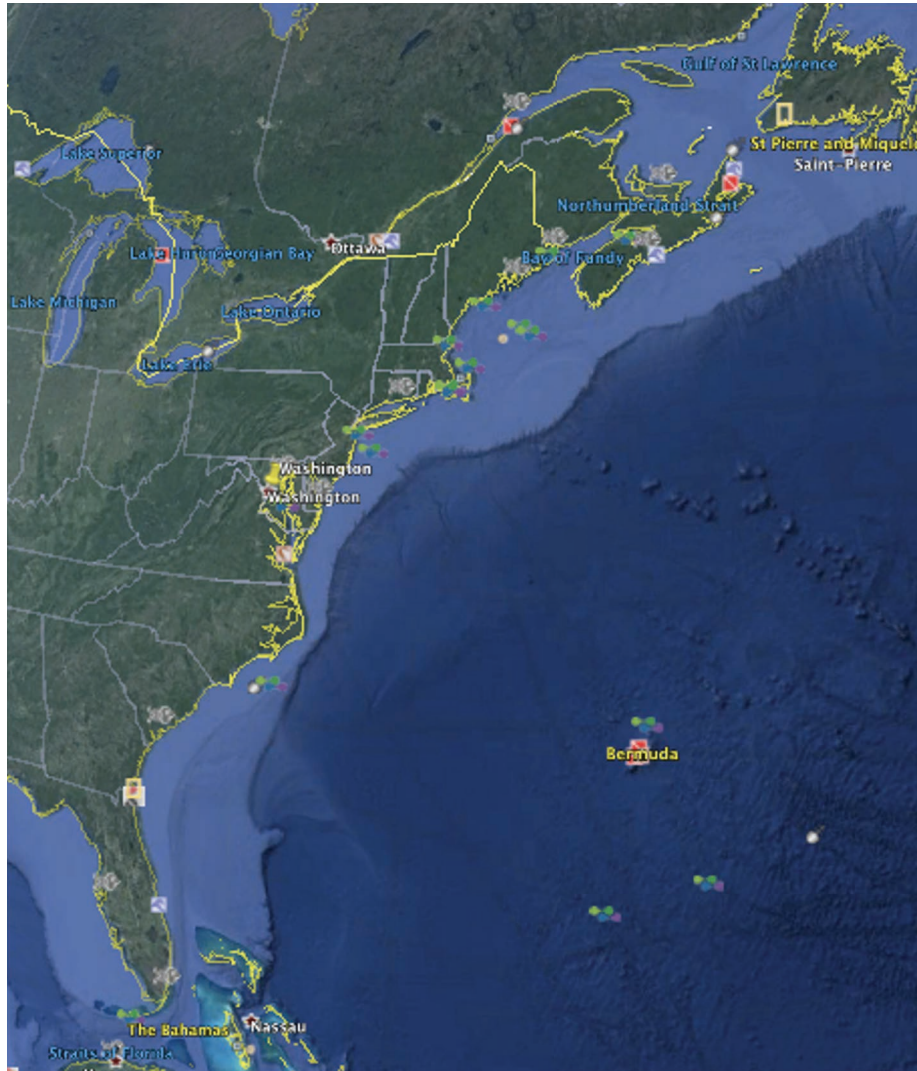





Groenlandia

Antártica

Groenlandia – Comparación de Tamaño Aproximado



A wide-angle photograph of the Arctic sea ice. The water is dark blue, and the ice consists of numerous small, irregular floes. A single polar bear is standing on a small, isolated ice floe in the middle ground. The sky is a pale, overcast grey.


El Ártico Se Está Derritiendo





Los Icebergs Que Se Derriten Son Como Cubos de Hielo





Hielo en Tierra Firme:
El Causante Principal
del Aumento del
Nivel del Mar



FUTURO



¿30 Años?





¿30 Años?

¿100 Años?



Objetivo

Datos

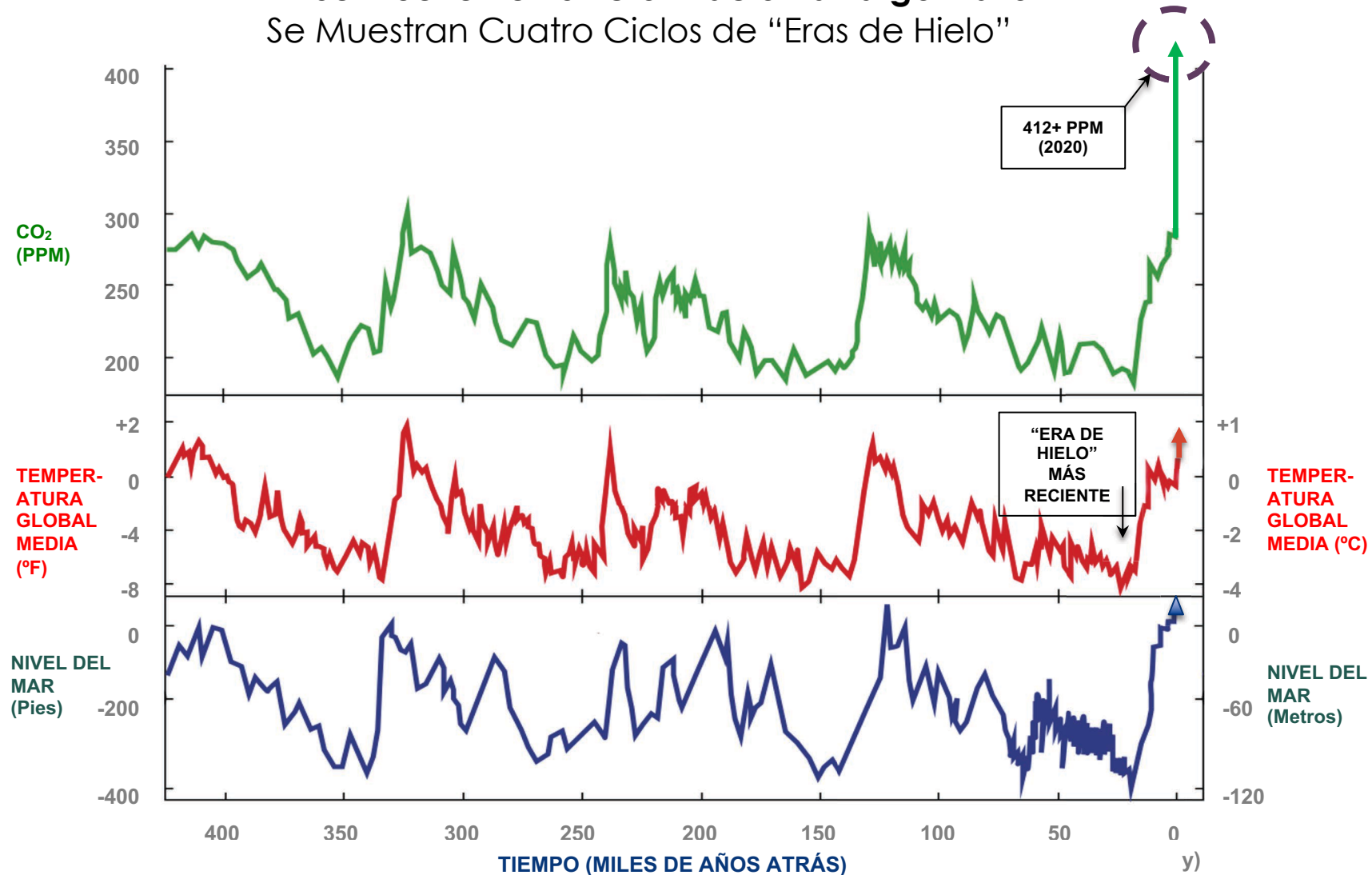
Conocimiento

Seguridad



Dióxido de Carbono (CO₂), Temperatura y Nivel del Mar

Se Mueven en Sincronización a Largo Plazo
Se Muestran Cuatro Ciclos de "Eras de Hielo"



Adaptado de: Drs. James E. Hansen & Makiko H. Sato/
csas.earth.columbia.edu



Debemos Surgir Junto Con la Marea



Contacto



Caribbean Center for Rising Seas

Affiliated with: **RISING SEAS INSTITUTE**
SMART SOLUTIONS FOR FUTURE FLOODING

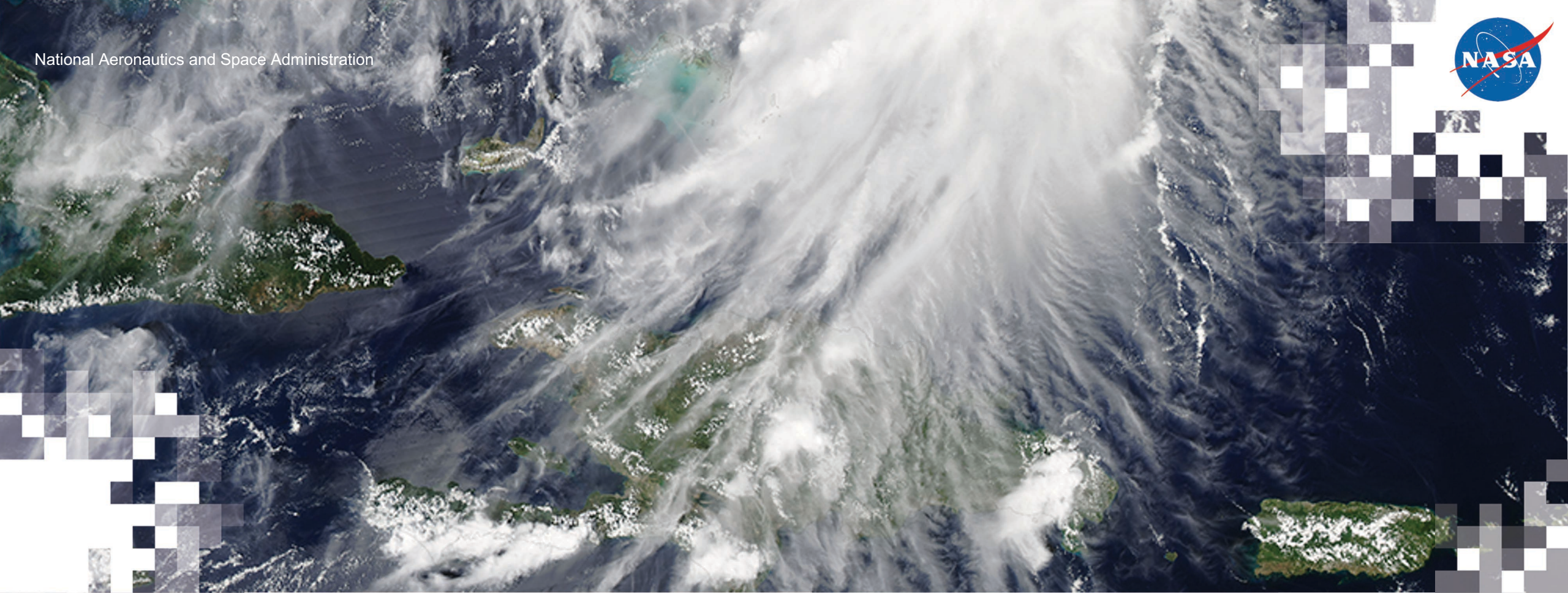
A program of:  Puerto Rico
Science, Technology
& Research Trust



John Englander

- www.johnenglander.net
- Blog y boletín
- Twitter: @johnenglander
- LinkedIn
- Facebook





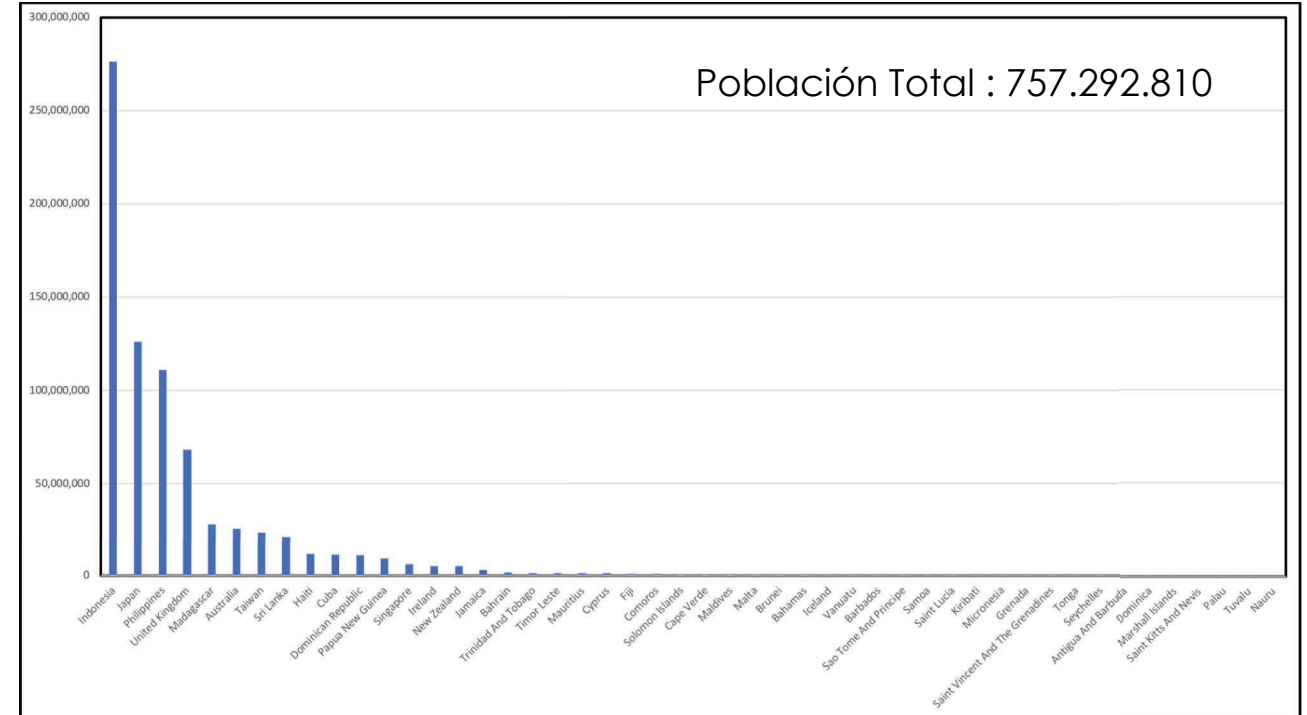
Estados Insulares : Desastres Naturales e Impactos

Amita Mehta

Estados Insulares

- Hay aproximadamente 50 estados insulares en todos los océanos del mundo.
- La superficie de estas naciones insulares varía de 1.904.569 km² para Indonesia a 181 km² para las Islas Marshall.
(<https://www.nationsonline.org/oneworld/island-countries.htm>)
- La ONU identifica 58 Pequeños Estados en Desarrollo Miembros y No Miembros.
(<http://unohrrls.org/about-sids/country-profiles/>)

Población de Estados Insulares en 2021:



<https://worldpopulationreview.com/country-rankings/island-countries>



Estados Insulares

Océano Atlántico



Mar Mediterráneo



Mar Caribe



https://www.worldatlas.com/geography/island-countries-of-the-world.html#h_91779954414171622193661560



Estados Insulares

Océano Índico



Océano Pacífico



https://www.worldatlas.com/geography/island-countries-of-the-world.html#h_91779954414171622193661560

NASA's Applied Remote Sensing Training Program



Desastres en los Pequeños Estados Insulares

- Los principales desastres en muchas de las islas incluyen:
 - Ciclones/Huracanes/Tifones
 - Lluvias Torrenciales
 - Inundaciones y Derrumbes
 - Marejadas
 - Terremotos
 - Tsunamis
 - Actividad Volcánica



El impacto del huracán Matthew en Haití resalta los peligros de desastres que enfrentan los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo.

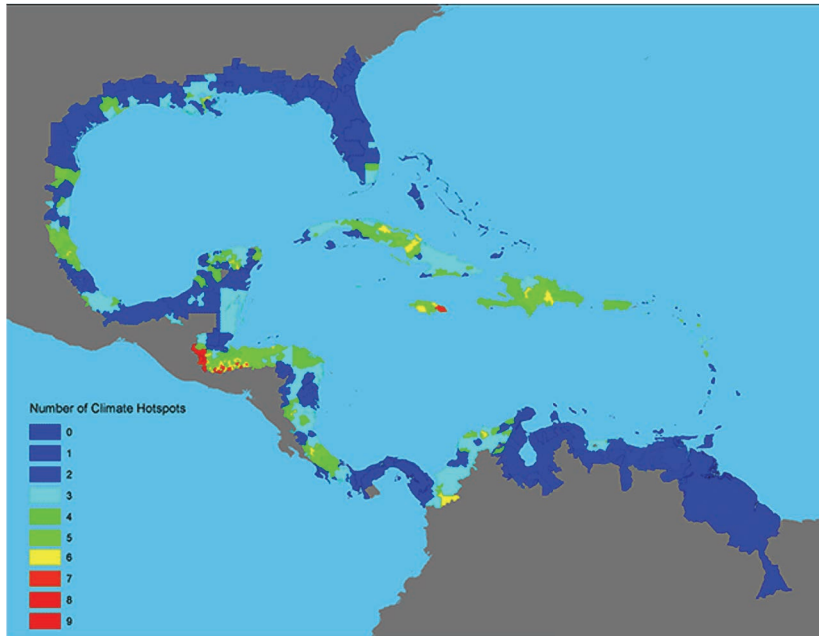
https://www.oas.org/padm/document/BITC/papers/gibbs/gibbs_02.htm

<https://www.undrr.org/news/risks-small-island-developing-states-spotlighted>



Desastres en los Pequeños Estados Insulares

- Las islas son los lugares más vulnerables al cambio climático y los desastres relacionados.



Golfo de México/Caribe- número de puntos de clima extremo por unidad administrativa. Los tonos de azul son un número reducido; los de verde, moderado; los de amarillo a rojo significan progresivamente más. (Cortesía CIESIN)

<https://news.climate.columbia.edu/2010/12/16/the-caribbeans-growing-disaster-hotspots/>



Vista superior de Ejit en las Islas Marshall (centro) donde el aumento del nivel del mar ya es parte inevitable de la vida diaria.

<https://www.nationalgeographic.com/environment/article/rising-seas-force-marshall-islands-relocate-elevate-artificial-islands>



Desastres en América Latina y las Islas del Caribe

<https://reliefweb.int/report/world/natural-disasters-latin-america-and-caribbean-2000-2019>

Un total de 1.205 desastres entre 2000 y 2019

- 548 Inundaciones
- 330 Tormentas
- 75 Terremotos
- 74 Sequías
- 66 Derrumbes
- 24 Incendios Forestales
- 50 Temperaturas Extremas
- 38 Eventos Volcánicos

- Las inundaciones y tormentas son los desastres más comunes.
- Desde el año 2000, 12 inundaciones han causado daños valorados en USD 1.000 millones.
- Han ocurrido un promedio de 17 huracanes al año con 23 huracanes de Categoría 5.



El Impacto de las Tormentas en los Pequeños Estados

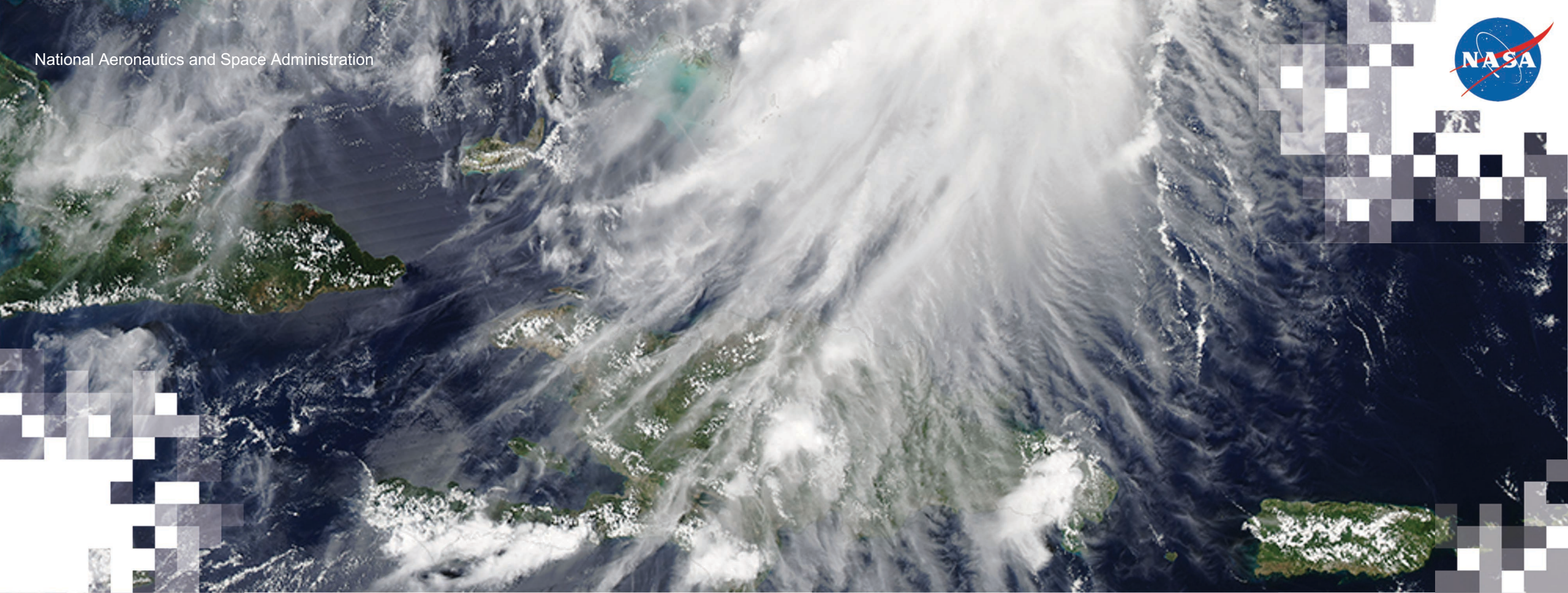
<https://scied.ucar.edu/learning-zone/storms/hurricane-damage>

- Las precipitaciones, vientos y marejadas asociados con los huracanes, tifones y ciclones son los parámetros más dañinos que afectan las condiciones de vida en las islas.
 - Las lluvias intensas pueden causar inundaciones y ocasionar derrumbes en ciertas regiones.
 - Los vientos fuertes pueden causar daños a la infraestructura.
 - Las marejadas ciclónicas pueden llegar a inundar zonas residenciales y a depositar agua salada en regiones interiores.



<https://public.wmo.int/en/resources/bulletin/early-warnings-of-coastal-inundation>





Monitoreo de Tormentas Usando Datos de Teledetección y Modelos de Sistemas Terrestres

Amita Mehta

Monitoreo de Tormentas

- Los datos de teledetección y de modelos de sistemas terrestres de la NASA brindan una cobertura espacial amplia y continua de las tormentas en tiempo casi real y también pronósticos.



Se utilizaron datos del NASA Integrated Multi-satellitE Retrievals for GPM (IMERG) para documentar la cantidad de lluvia del huracán María.

<https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/english/arset-monitoring-tropical-storms-emergency-preparedness>

NASA's Applied Remote Sensing Training Program



Monitoreo de la Trayectoria, Intensidad y Precipitación de las Tormentas

- Datos y acceso a datos relevantes de teledetección y modelos:

Parámetros	Fuentes de Datos	Acceso a Datos
Lluvia	IMERG GEOS-5	GEE https://earthengine.google.com/ Giovanni https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/ Análisis y Pronósticos del Tiempo https://gmao.gsfc.nasa.gov/weather_prediction/
Presión al Nivel del Mar Vientos	MERRA GEOS-5	GEE, Giovanni Análisis y Pronósticos del Tiempo

IMERG: Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM

GEOS-5: Goddard Earth Observing System, Version 5 (GEOS-5)

MERRA: Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications (MERRA)

GEE: Google Earth Engine

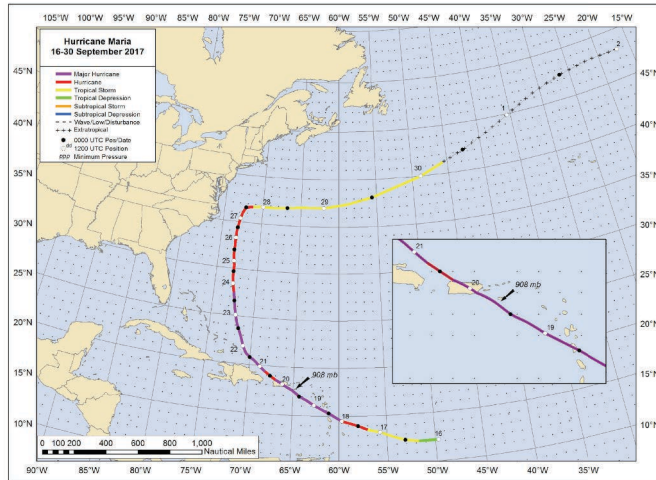
<https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/english/arset-fundamentals-remote-sensing>



Monitoreo de la Trayectoria, Intensidad y Precipitación de las Tormentas

Estudio de Caso:

El huracán María 16-30 sep. 2017



El huracán María, de categoría 4, tocó tierra en Puerto Rico el 22 de septiembre de 2017.

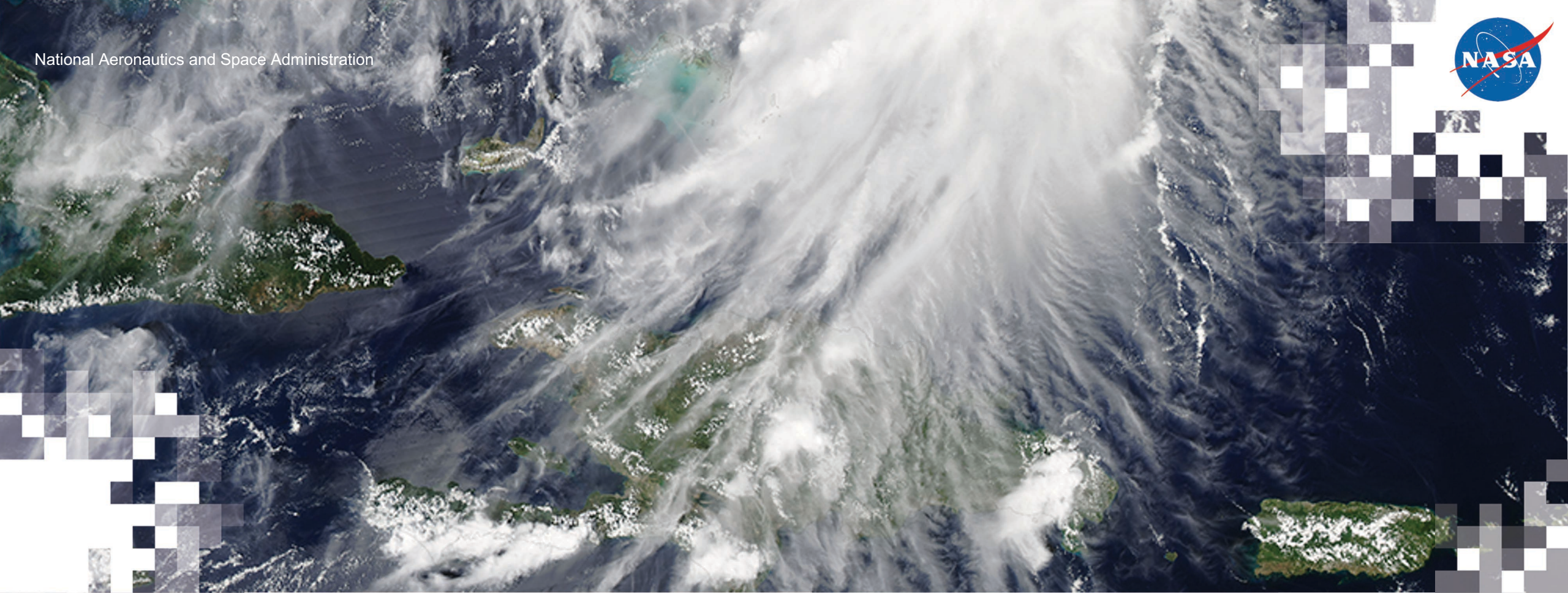
Impacto de la tormenta en Puerto Rico:

- Gran número de heridos
- Daños materiales, incluyendo caminos y semáforos
- La migración de miles de residentes a EE.UU. Continental después de la tormenta

https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL152017_Maria.pdf

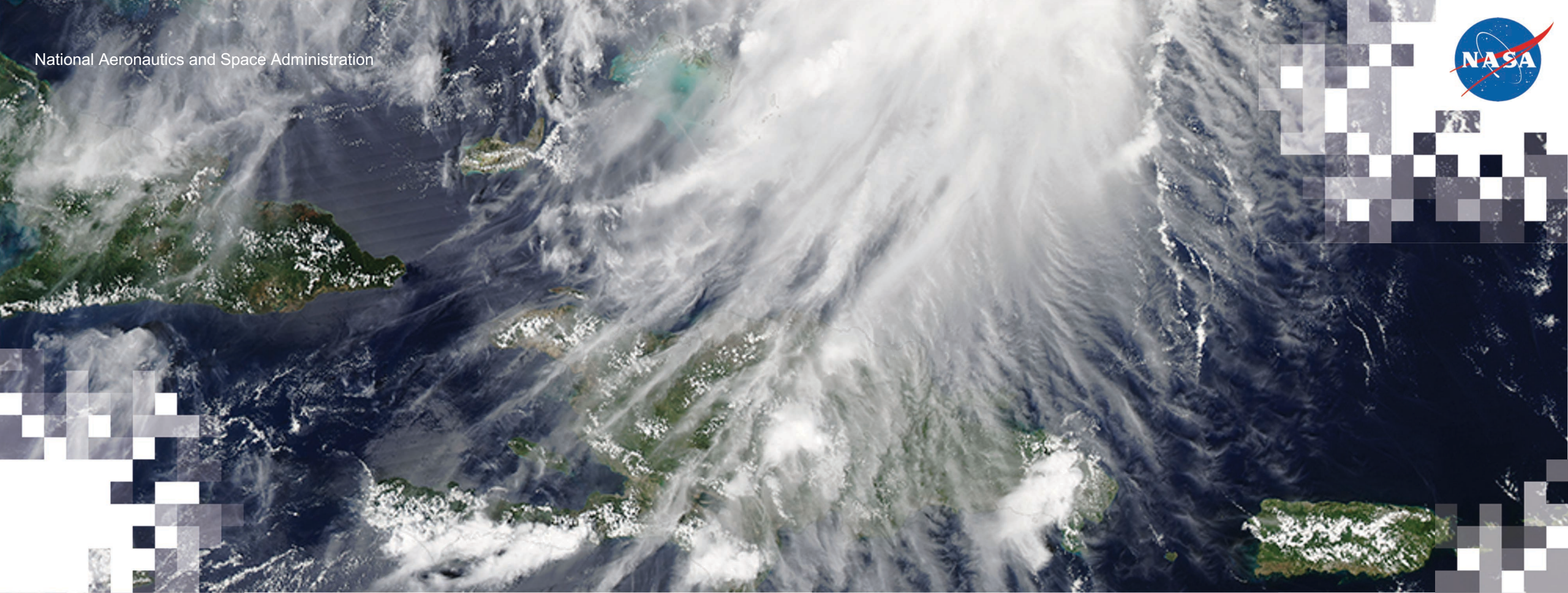
<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/hurricane-marias-devastation-puerto-rico>





Monitoreo del Huracán María: Precipitación, Vientos, Presión al Nivel del Mar

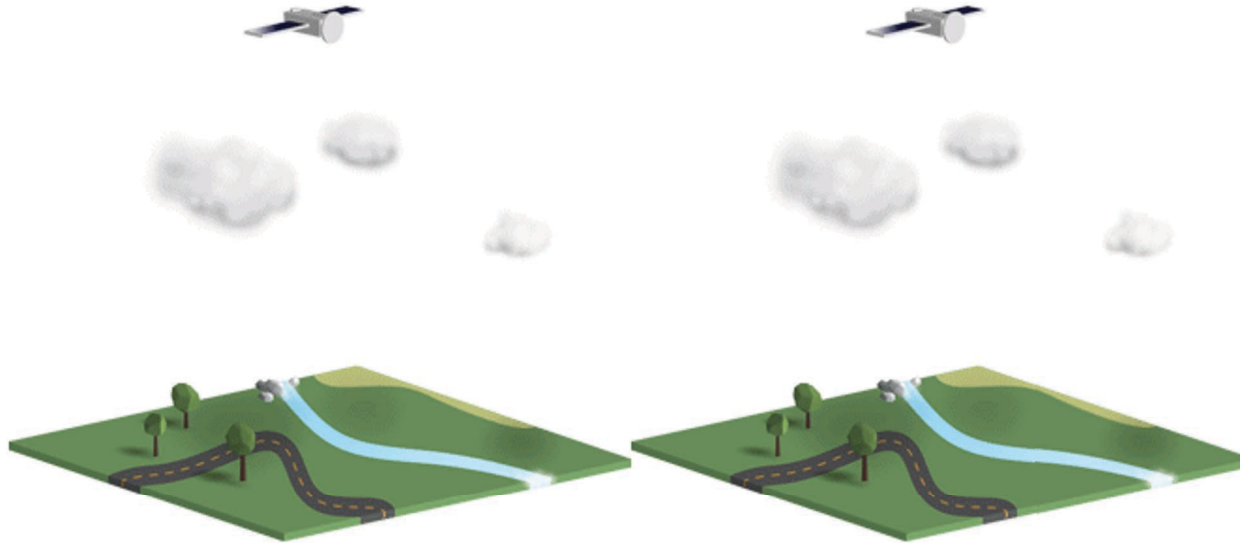
Amita Mehta



Repaso de RADAR

Erika Podest

Teledetección Activa y Pasiva



Passive | Sensors detect only what is emitted from the landscape, or reflected from another source (e.g., light reflected from the sun).

Active | Instruments emit their own signal and the sensor measures what is reflected back. Sonar and radar are examples of active sensors.

Sensores Pasivos:

- La fuente de energía radiante surge de fuentes naturales
- p.ej., el sol, la Tierra, otros cuerpos “calientes”

Sensores Activos:

- Proporcionan su propia fuente de energía radiante para la iluminación
- p.ej., RADAR, Radar de Apertura Sintética (SAR), LiDAR



Ventajas y Desventajas de la Teledetección con RADAR sobre la Teledetección Óptica

Ventajas:

- Funciona en casi todas las condiciones meteorológicas
- Funciona de día o de noche
- Penetra a través del dosel de vegetación
- Penetra a través del suelo
- Los efectos atmosféricos son mínimos
- Es sensitiva a las propiedades dieléctricas (agua líquida vs. congelada)
- Sensitiva a la estructura

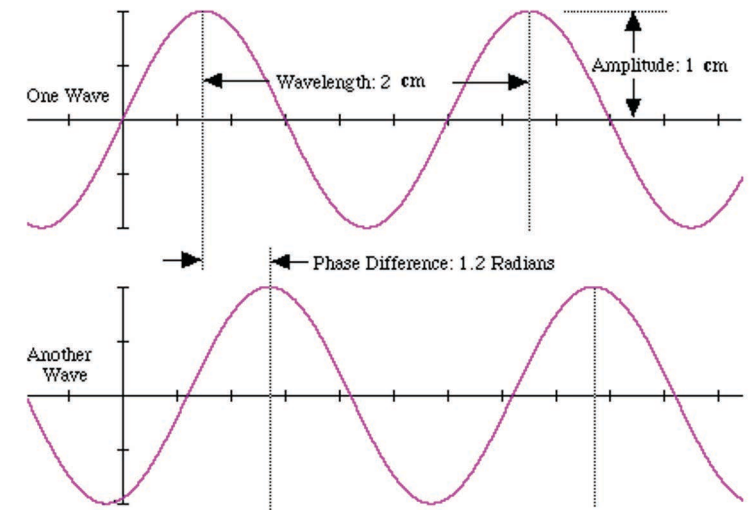
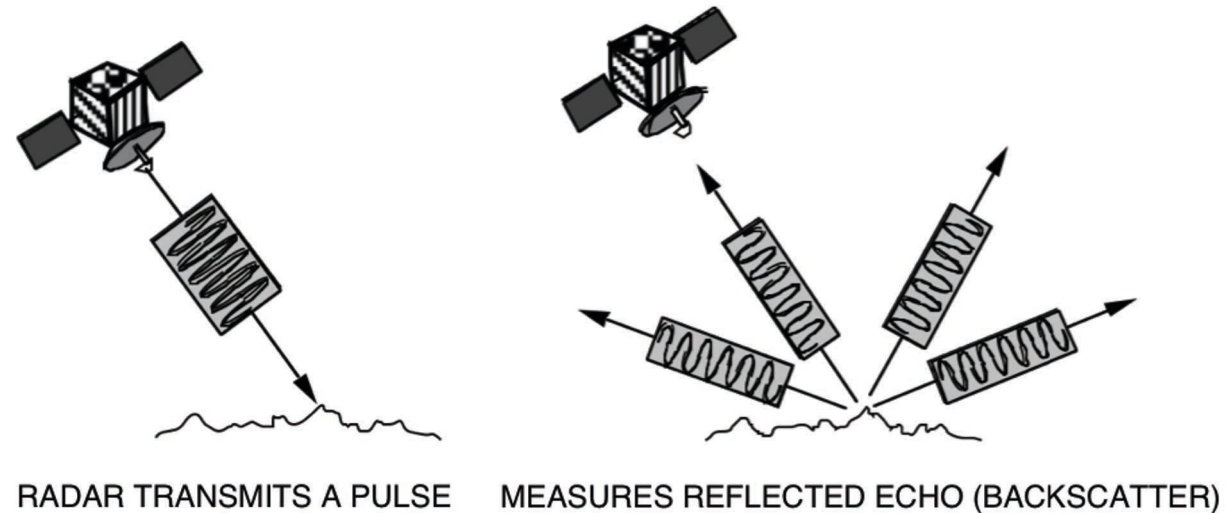
Desventajas:

- La información contenida es diferente a la de la teledetección óptica y puede ser difícil de interpretar
- Efectos de “Speckle” o moteado (granularidad en la imagen)
- Efectos de la topografía



Repaso de la Formación de Una Imagen RADAR

1. El RADAR puede medir la amplitud (la fuerza del eco reflejado) y la fase (la posición de un punto en un ciclo de forma de onda).
2. El RADAR solo puede medir la parte del eco reflejado de vuelta hacia la antena (retrodispersión).
3. Los pulsos de RADAR se desplazan a la velocidad de la luz.

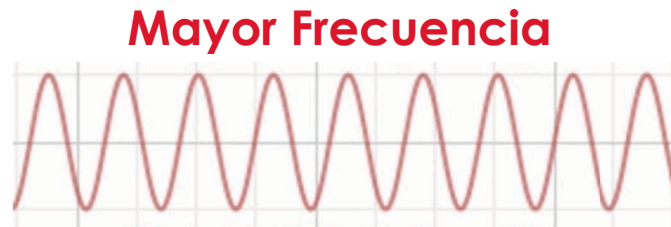


Fuente: ESA-ASAR Handbook

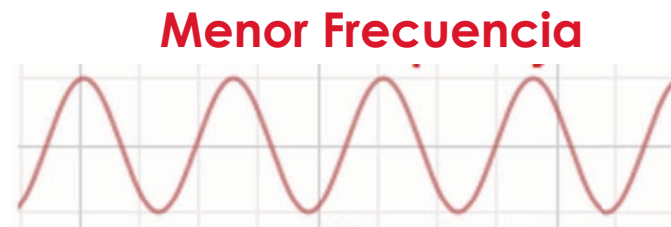


Parámetros de RADAR: Longitud de Onda

$$\text{Longitud de onda} = \frac{\text{Velocidad de la luz}}{\text{Frecuencia}}$$



Menor Longitud de Onda



Mayor Longitud de Onda

Band designation*	Wavelength (λ), cm	Frequency (ν), GHz (10^9 cycles \cdot sec $^{-1}$)
Ka (0.86 cm)	0.8 to 1.1	40.0 to 26.5
K	1.1 to 1.7	26.5 to 18.0
Ku	1.7 to 2.4	18.0 to 12.5
X (3.0 cm, 3.2 cm)	2.4 to 3.8	12.5 to 8.0
C (6.0)	3.8 to 7.5	8.0 to 4.0
S	7.5 to 15.0	4.0 to 2.0
L (23.5 cm, 25 cm)	15.0 to 30.0	2.0 to 1.0
P (68 cm)	30.0 to 100.0	1.0 to 0.3

* Las longitudes de onda utilizada en SAR con mayor frecuencia están en paréntesis.



Penetración como Función de Longitud de Onda

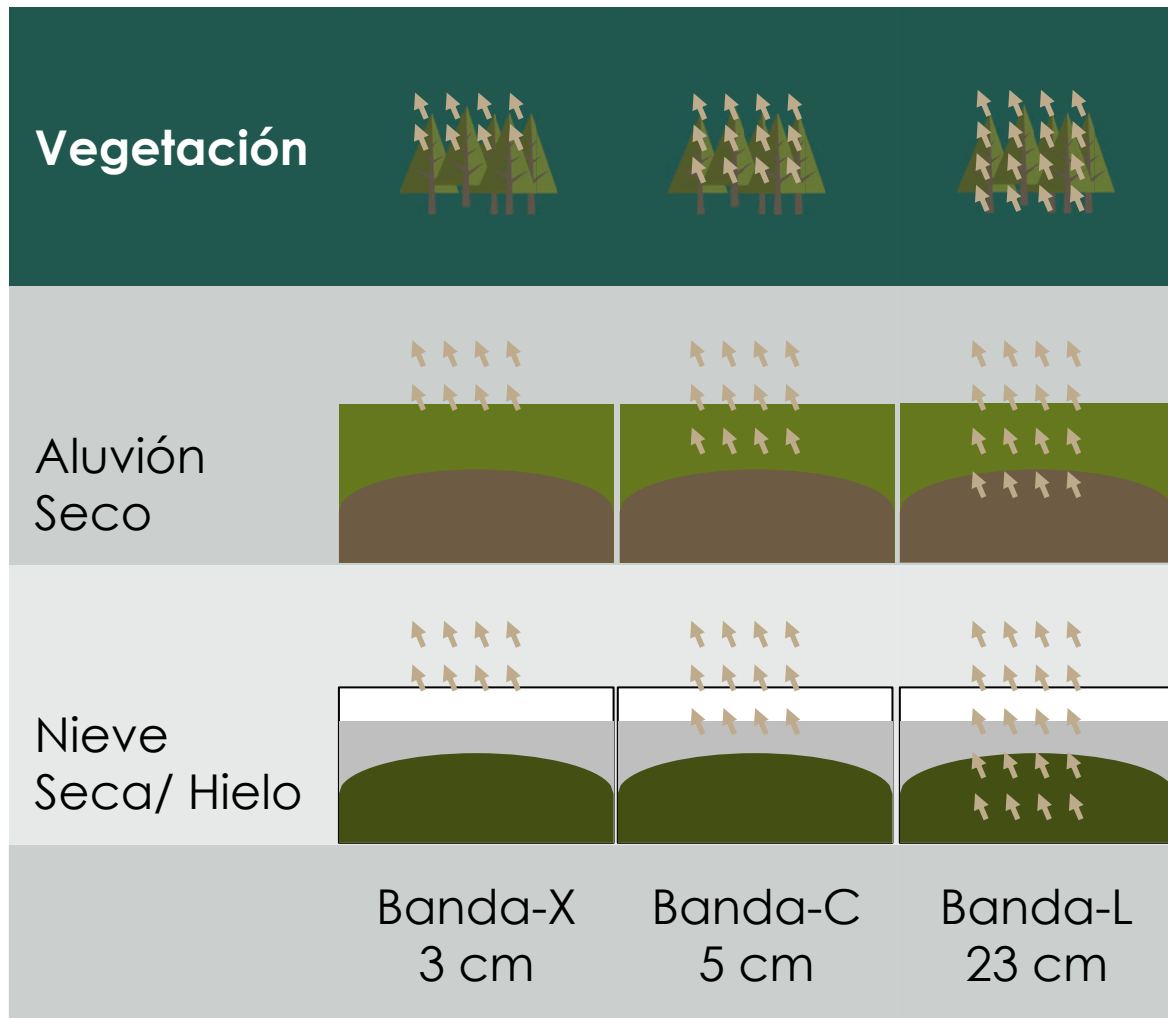


Imagen Basada en ESA [Radar Course 2](#)

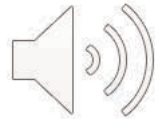
- Las ondas pueden penetrar a través de la vegetación y, en condiciones secas, el suelo.
- Por lo general, cuanto más larga sea la longitud de onda, mayor es la penetración dentro del blanco.



Parámetros a Considerar para un Estudio de Mapeo de la Cobertura Terrestre

Parámetros del Radar

- Longitud de Onda
 - Polarizaciones
- Ángulo de Incidencia

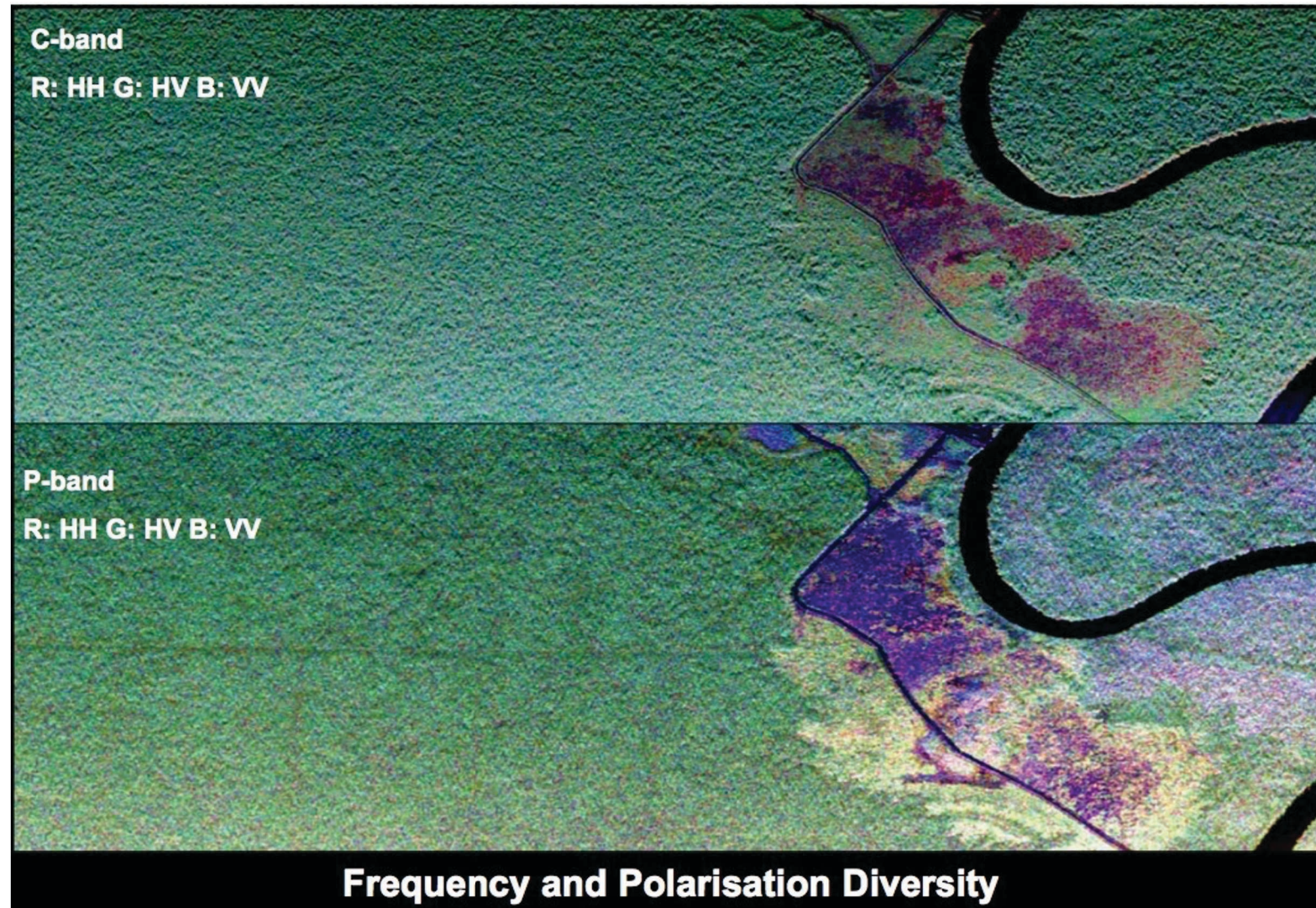


Parámetros de la Superficie

- Estructura
- Propiedades Dieléctricas



Ejemplo: Penetración de la Señal de RADAR en la Vegetación



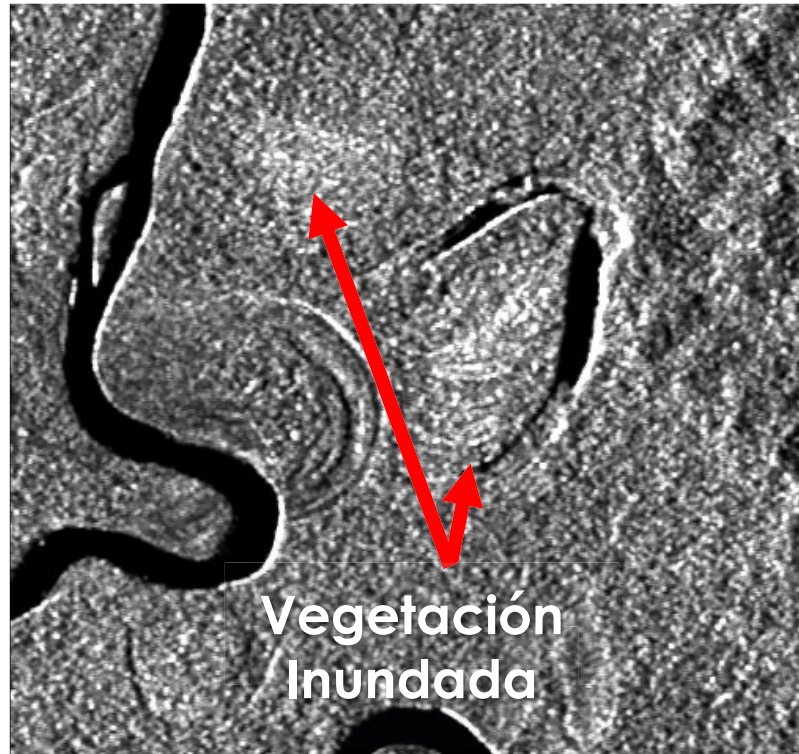
Ejemplo de la Penetración de la Señal sobre Vegetación Inundada

Datos AIRSAR multifrecuencia en el Parque Nacional del Manu, Perú

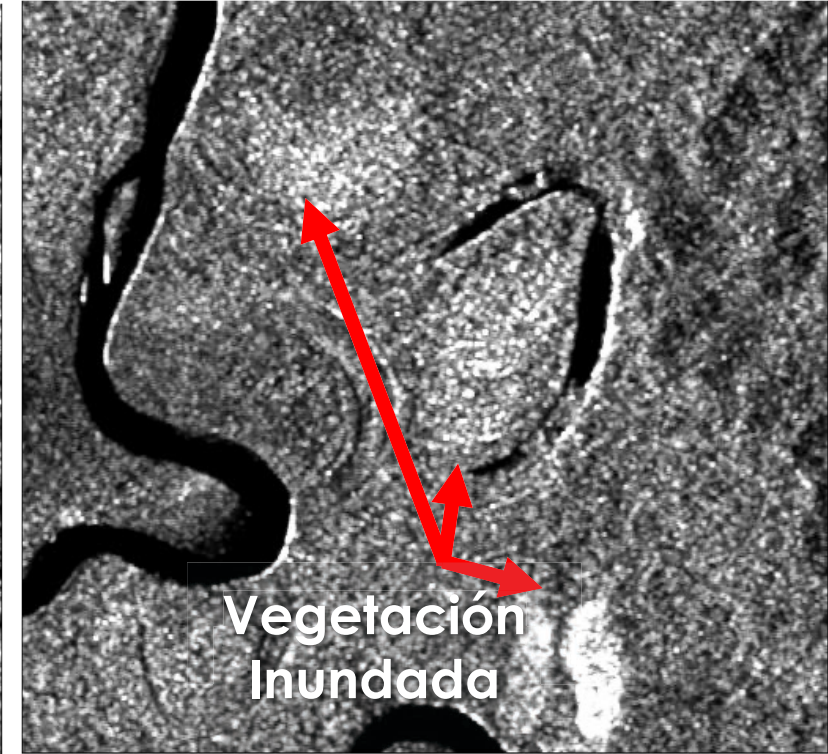
C-Band



L-Band



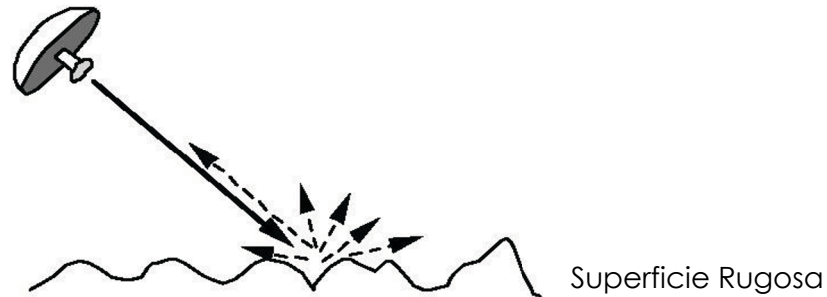
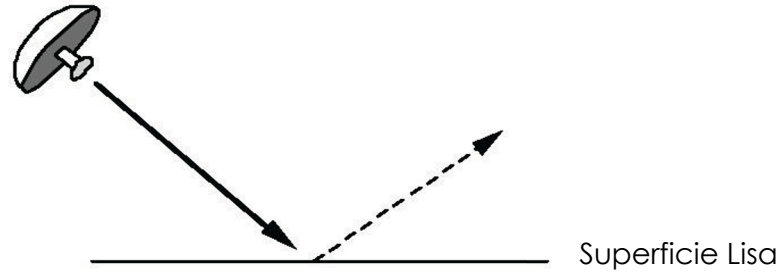
P-Band



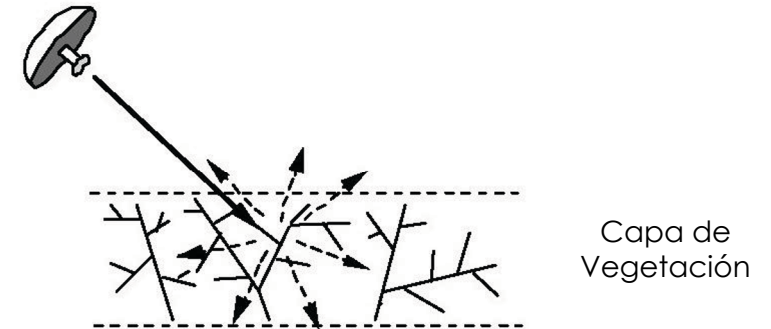
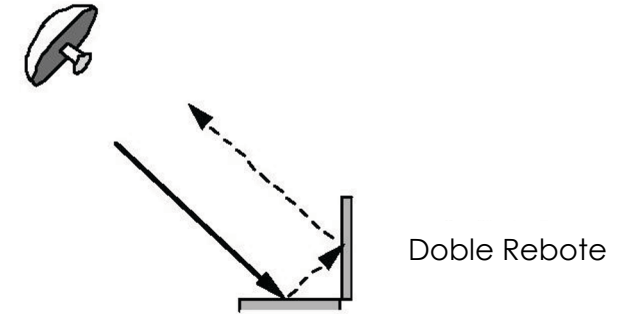
Interacción de la Señal de RADAR

- La señal de RADAR es sensitiva principalmente a la estructura de la superficie.
- La escala de los objetos en la superficie respecto a la longitud de onda determina cuán lisos o rugosos aparecen para la señal de radar y cuán brillantes u oscuros se verán en la imagen.

Mecanismos de Retrodispersión



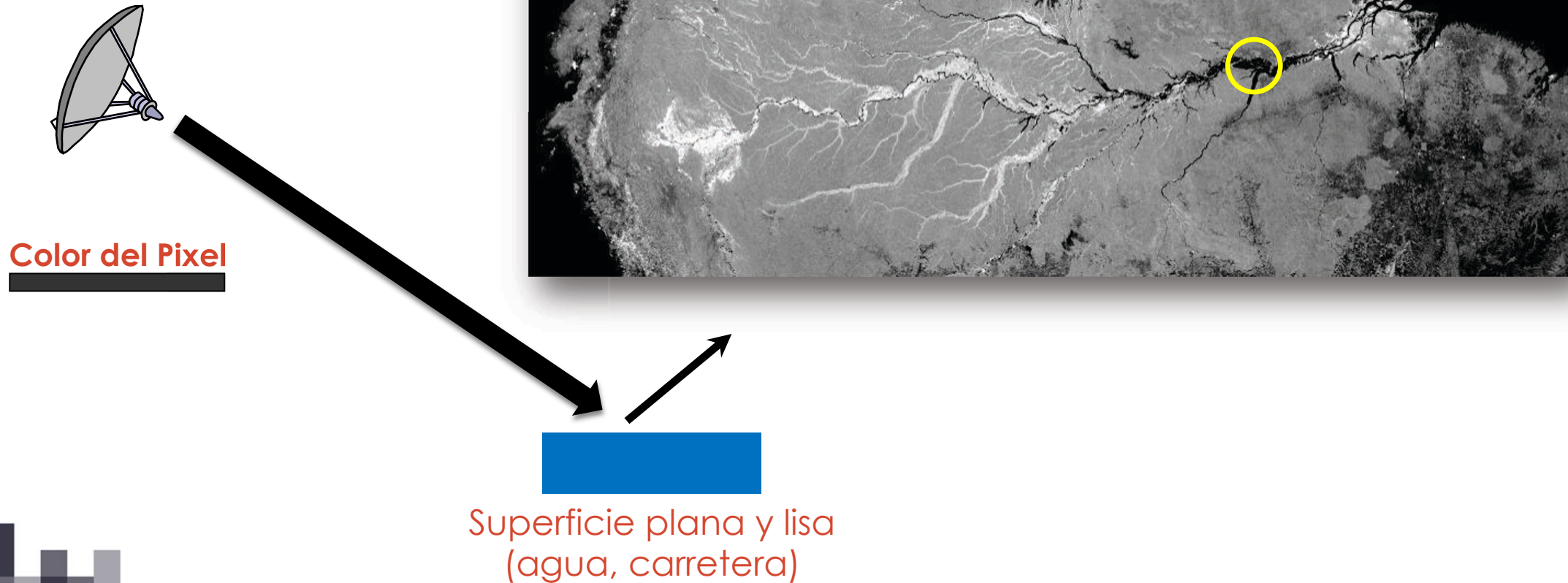
Mecanismos de Retrodispersión



Ejemplos de Dispersión de la Señal de RADAR : Reflejo Especular

El Reflejo en una Superficie Lisa (Dispersión por Espejo/ Especular)

Mosaico de Radar de SMAP de la Cuenca Amazónica Abr. 2015 (L-band, HH, 3 km)



Dispersión de la Señal de RADAR: Reflejo en una Superficie Rugosa

Dispersión por Superficie Rugosa

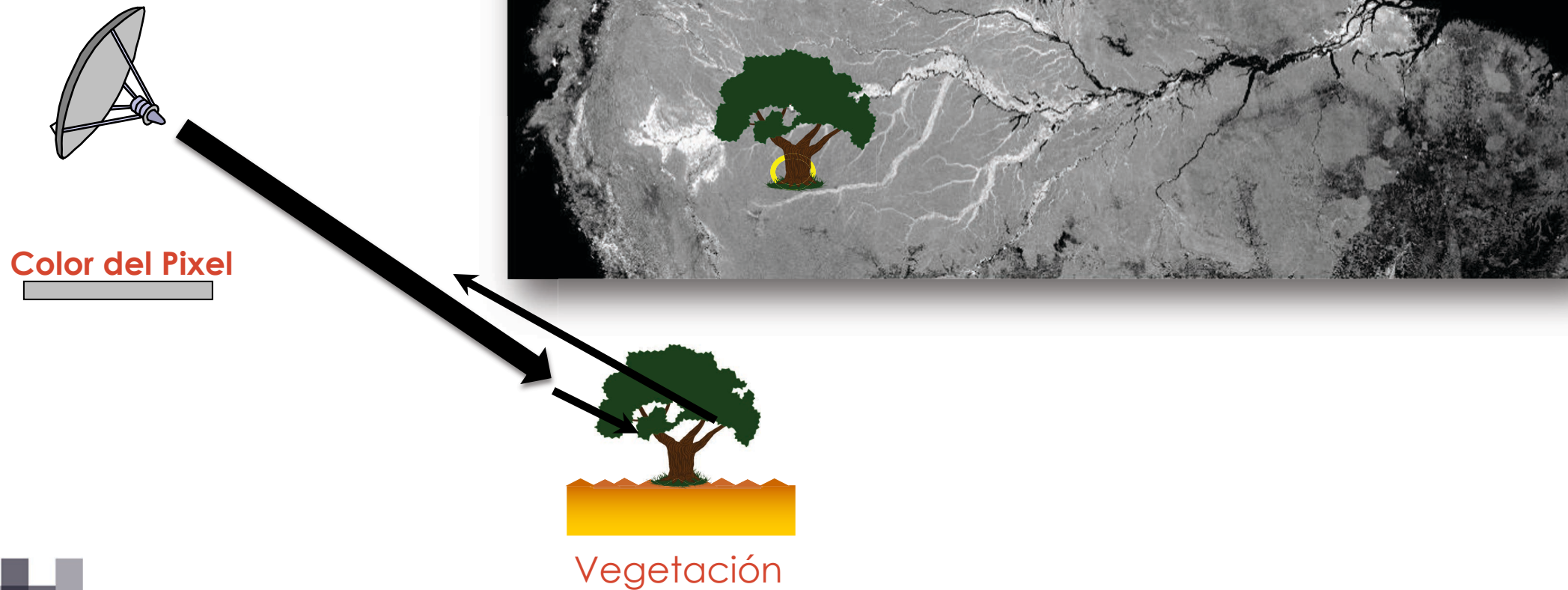
Mosaico de Radar de SMAP de la Cuenca Amazónica Abr. 2015 (L-band, HH, 3 km)



Dispersión de la Señal de RADAR: Dispersión de Volumen

Dispersión de Volumen por Parte de la Vegetación

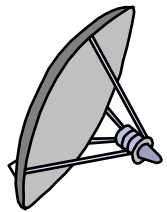
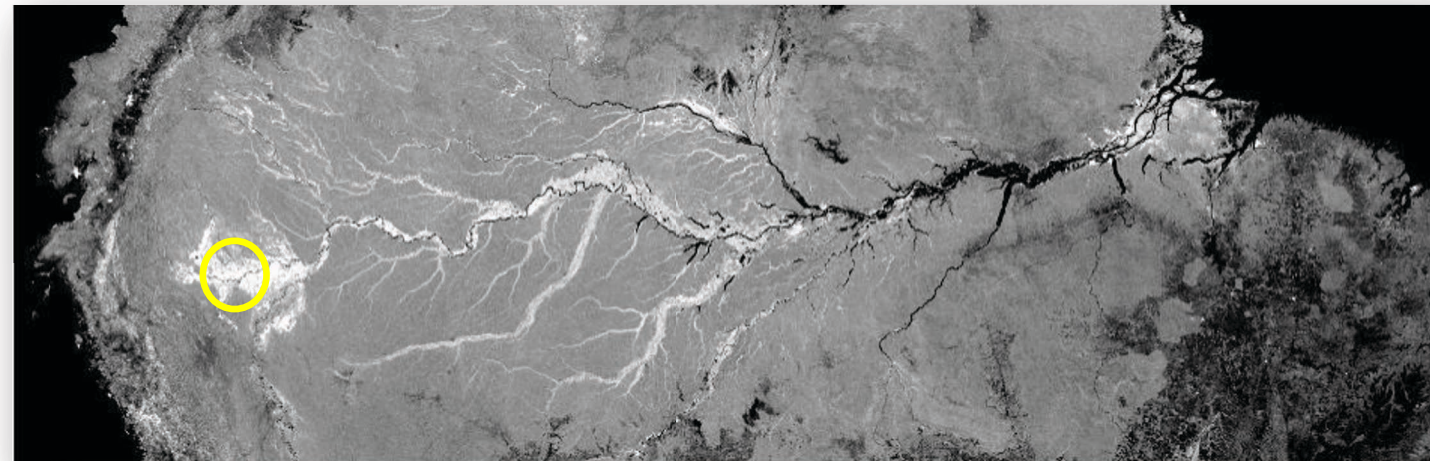
Mosaico de Radar de SMAP de la Cuenca Amazónica Abr. 2015 (L-band, HH, 3 km)



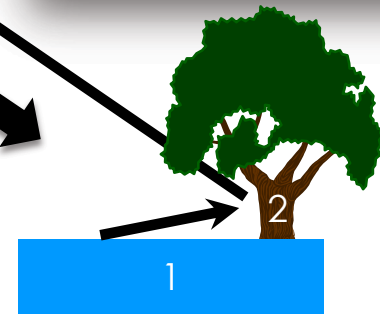
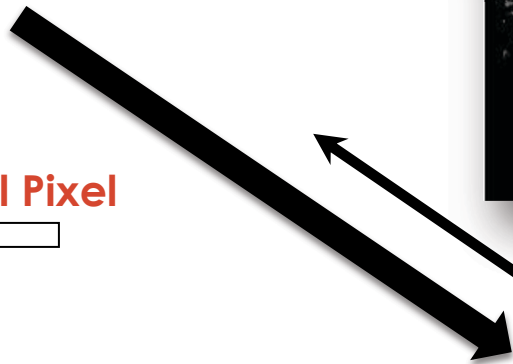
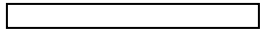
Dispersión de la Señal de RADAR: Doble Rebote

Doble Rebote

Mosaico de Radar de SMAP de la Cuenca Amazónica Abr. 2015 (L-band, HH, 3 km)



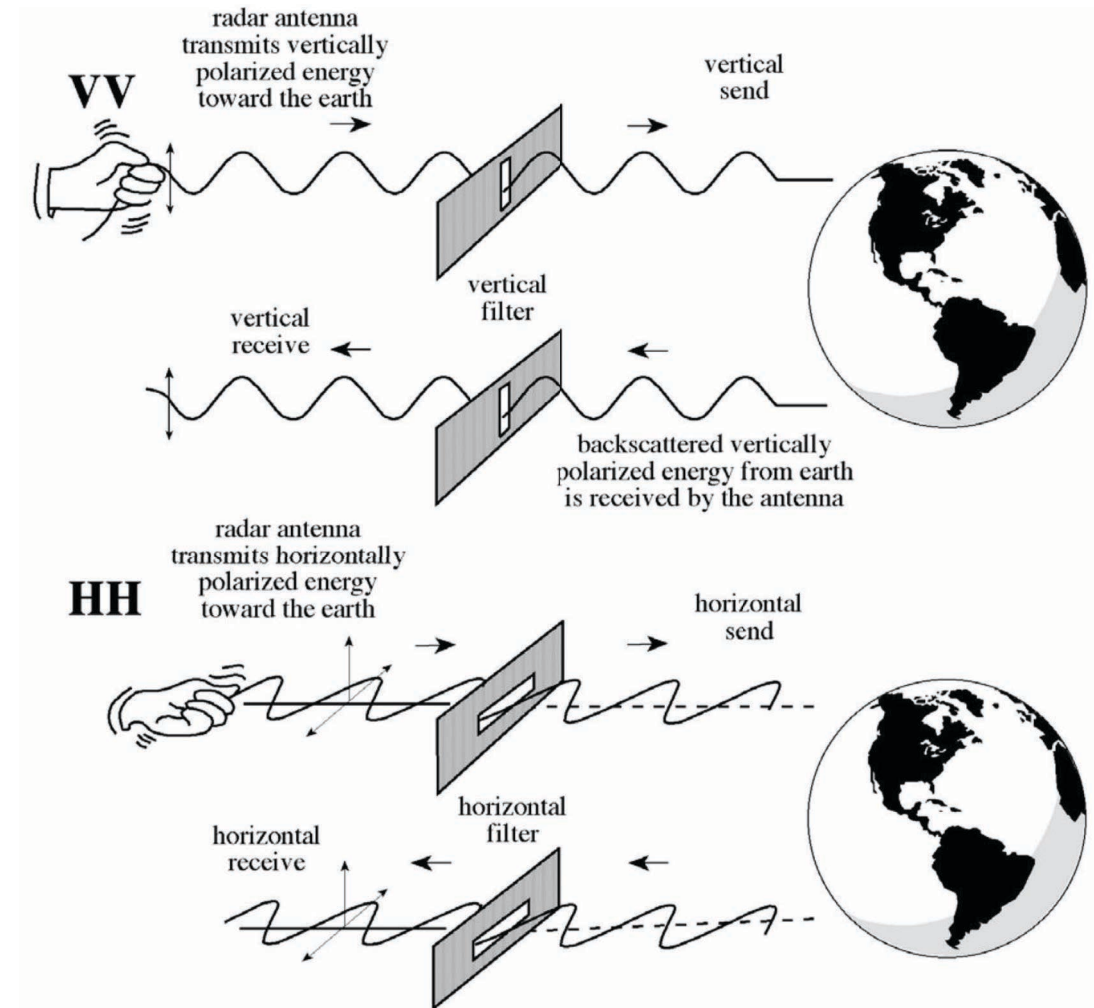
Color del Pixel



Vegetación Inundada

Parámetros del Radar: Polarización

- La señal de radar es polarizada
- Las polarizaciones normalmente se controlan entre H y V:
 - HH: Transmitida Horizontalmente, Recibida Horizontalmente
 - HV: Transmitida Horizontalmente, Recibida Verticalmente
 - VH: Transmitida Verticalmente, Recibida Horizontalmente
 - VV: Transmitida Verticalmente, Recibida Verticalmente
- Configuración Quad-Pol: Cuando se miden las cuatro polarizaciones
- Diferentes polarizaciones pueden ser utilizadas para determinar las propiedades físicas del objeto observado

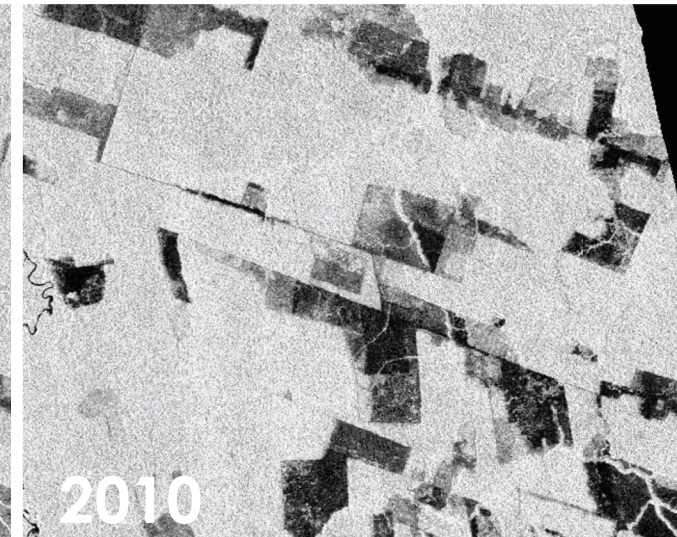
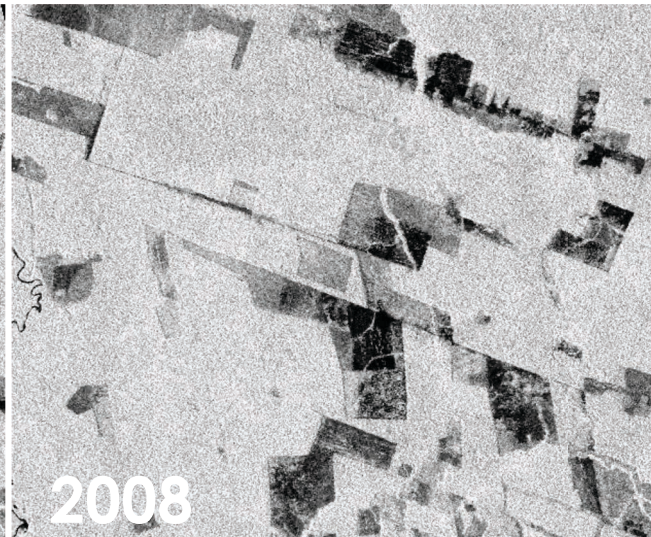
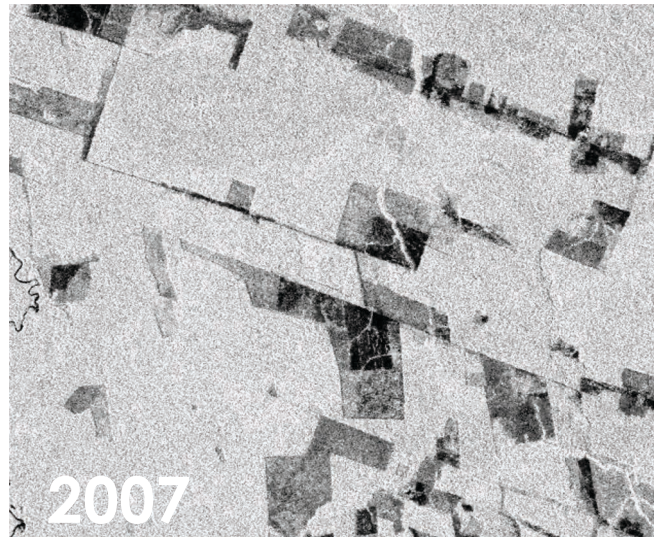
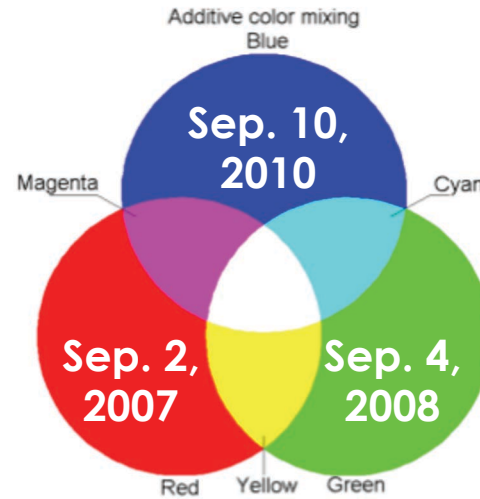


Fuente de la Imagen: J.R. Jensen, 2000, Remote Sensing of the Environment



Visualización de Datos SAR de Series Temporales

RGB PALSAR HV Multi-Temporal para Rondonia, Brasil



Datos RADAR de Diferentes Satélites

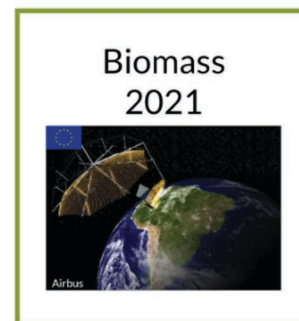
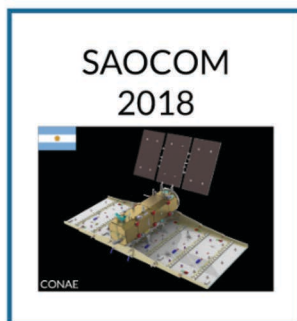
Antiguos:



Actuales:



Futuros:



- De Libre Acceso
- De Libre Acceso y Plan de Adquisición Repetida Confiable

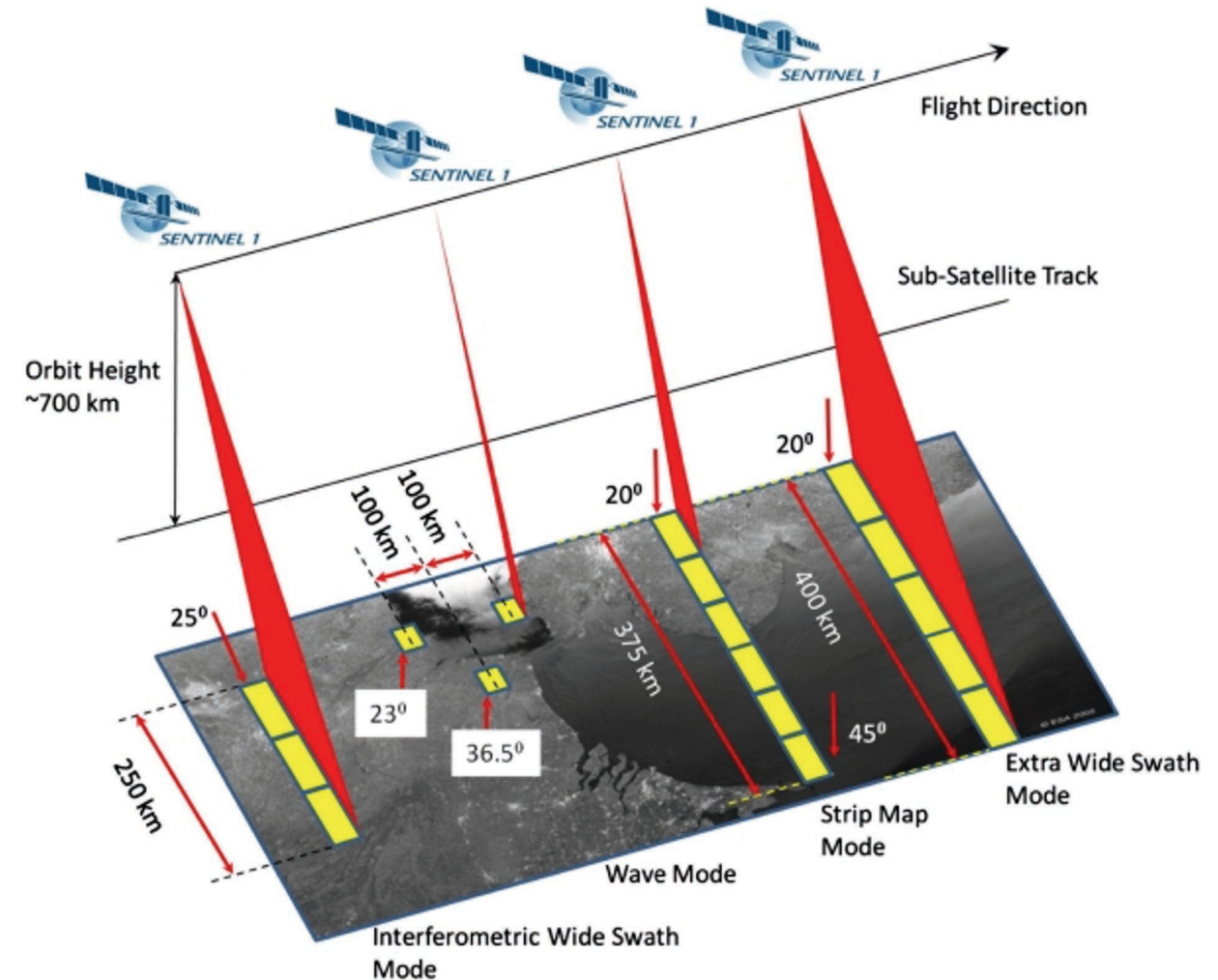
Credit: Franz Meyer, University of Alaska, Fairbanks



Datos de Sentinel-1

Dos Satélites: A y B

- Datos de Banda-C
- Cada satélite tiene una cobertura global cada 12 días
- Cobertura global de 6 días sobre la línea ecuatorial de ambos satélites

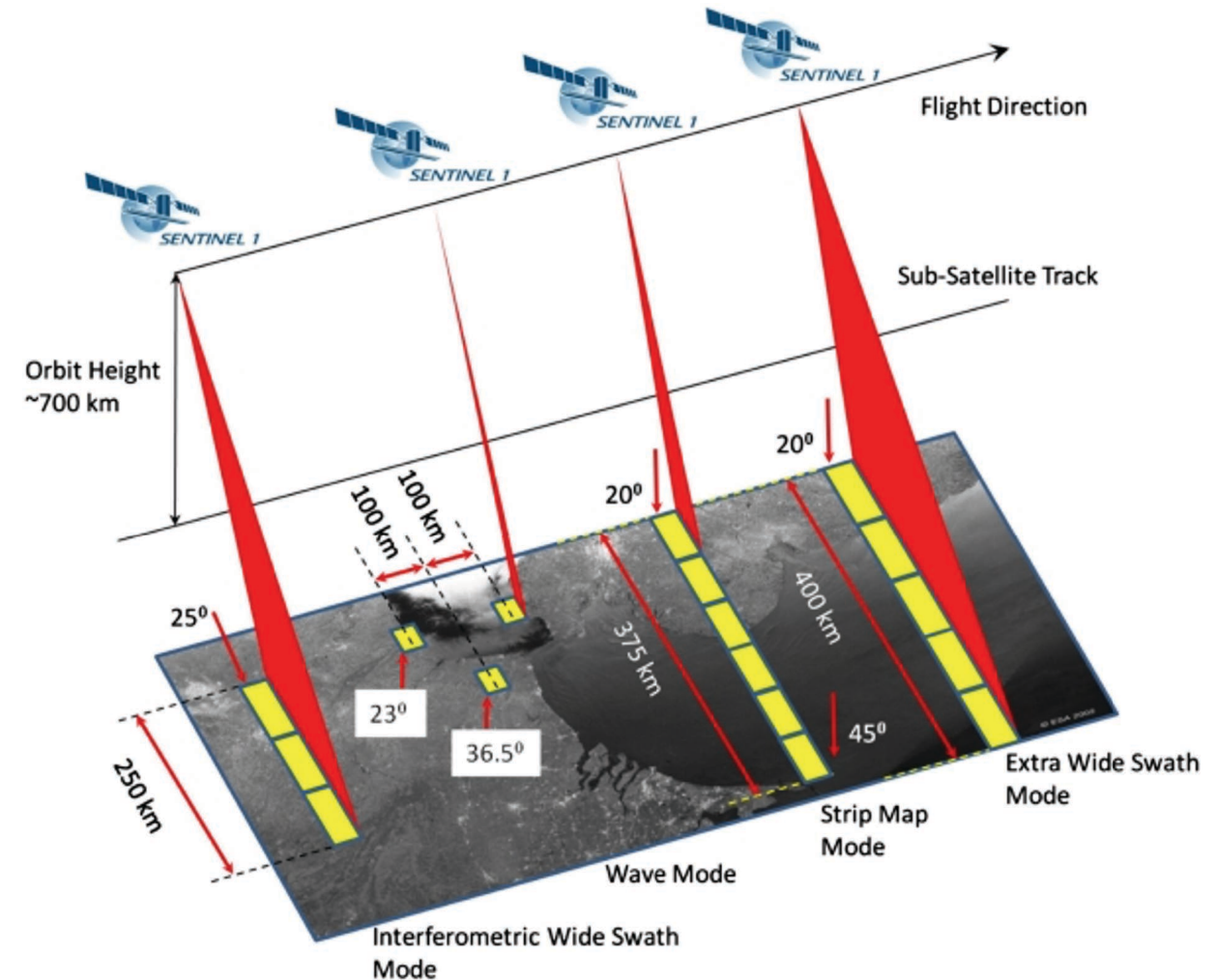


Fuente de la Imagen: [ESA](#)

Datos de Sentinel-1

Diferentes Modos:

- Extra Wide Swath (barrido extra ancho) – para monitorear océanos y costas
- Strip Mode (Modo Franja) – solo por pedido especial y desarrollado para necesidades especiales
- Wave Mode (Modo Onda)– recolección rutinaria para el océano
- *Interferometric Wide Swath (Barrido Ancho Interferométrico)* – recolección rutinaria para tierras **(este es el que va a querer utilizar para mapear inundaciones)**



Fuente de la Imagen: [ESA](#)



Catálogo de Sentinel-1

https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S1_GRD

The Sentinel-1 mission provides data from a dual-polarization C-band Synthetic Aperture Radar (SAR) instrument. This collection includes the S1 Ground Range Detected (GRD) scenes, processed using the Sentinel-1 Toolbox to generate a calibrated, ortho-corrected product. The collection is updated weekly.

This collection contains all of the GRD scenes. Each scene has one of 3 resolutions (10, 25 or 40 meters), 4 band combinations (corresponding to scene polarization) and 3 instrument modes. Use of the collection in a mosaic context will likely require filtering down to a homogenous set of bands and parameters. See [this article](#) for details of collection use and preprocessing. Each scene contains either 1 or 2 out of 4 possible polarization bands, depending on the instrument's polarization settings. The possible combinations are single band VV or HH, and dual band VV+VH and HH+HV:

1. VV: single co-polarization, vertical transmit/vertical receive
2. HH: single co-polarization, horizontal transmit/horizontal receive
3. VV + VH: dual-band cross-polarization, vertical transmit/horizontal receive
4. HH + HV: dual-band cross-polarization, horizontal transmit/vertical receive

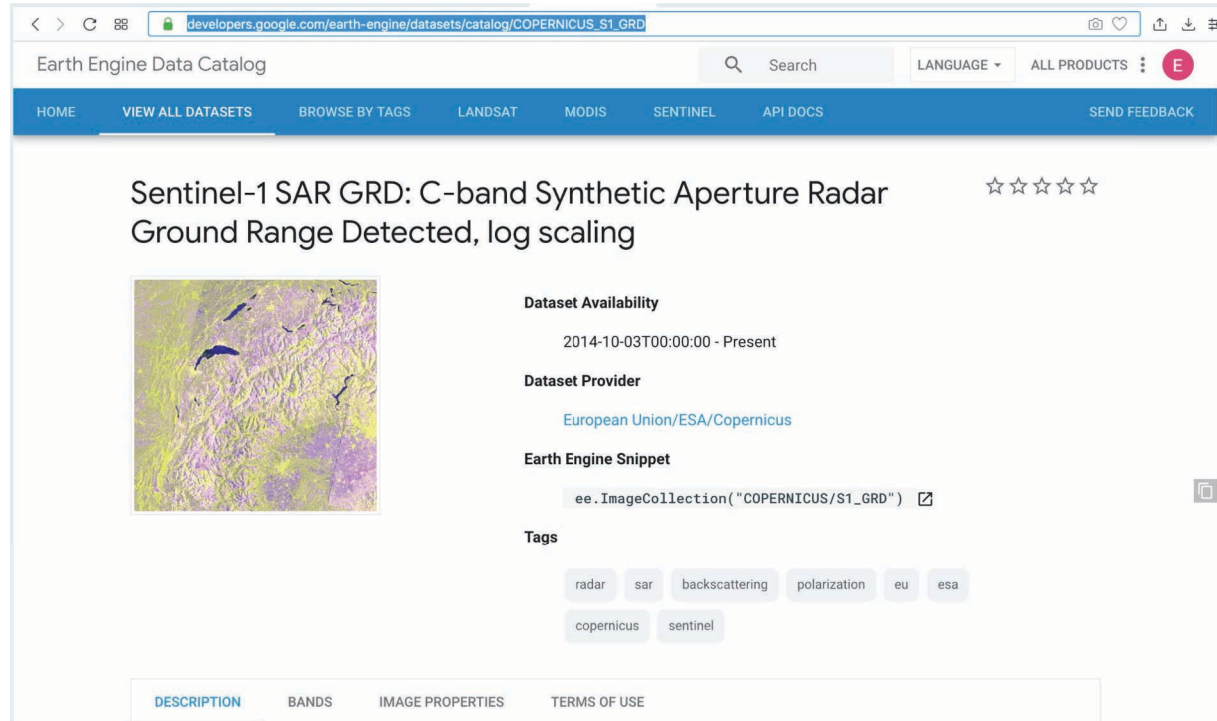
Each scene also includes an additional 'angle' band that contains the approximate viewing incidence angle in degrees at every point. This band is generated by interpolating the 'incidenceAngle' property of the 'geolocationGridPoint' gridded field provided with each asset.

Each scene was pre-processed with [Sentinel-1 Toolbox](#) using the following steps:

1. Thermal noise removal
2. Radiometric calibration
3. Terrain correction using SRTM 30 or ASTER DEM for areas greater than 60 degrees latitude, where SRTM is not available. The final terrain-corrected values are converted to decibels via log scaling ($10 \cdot \log_{10}(x)$).

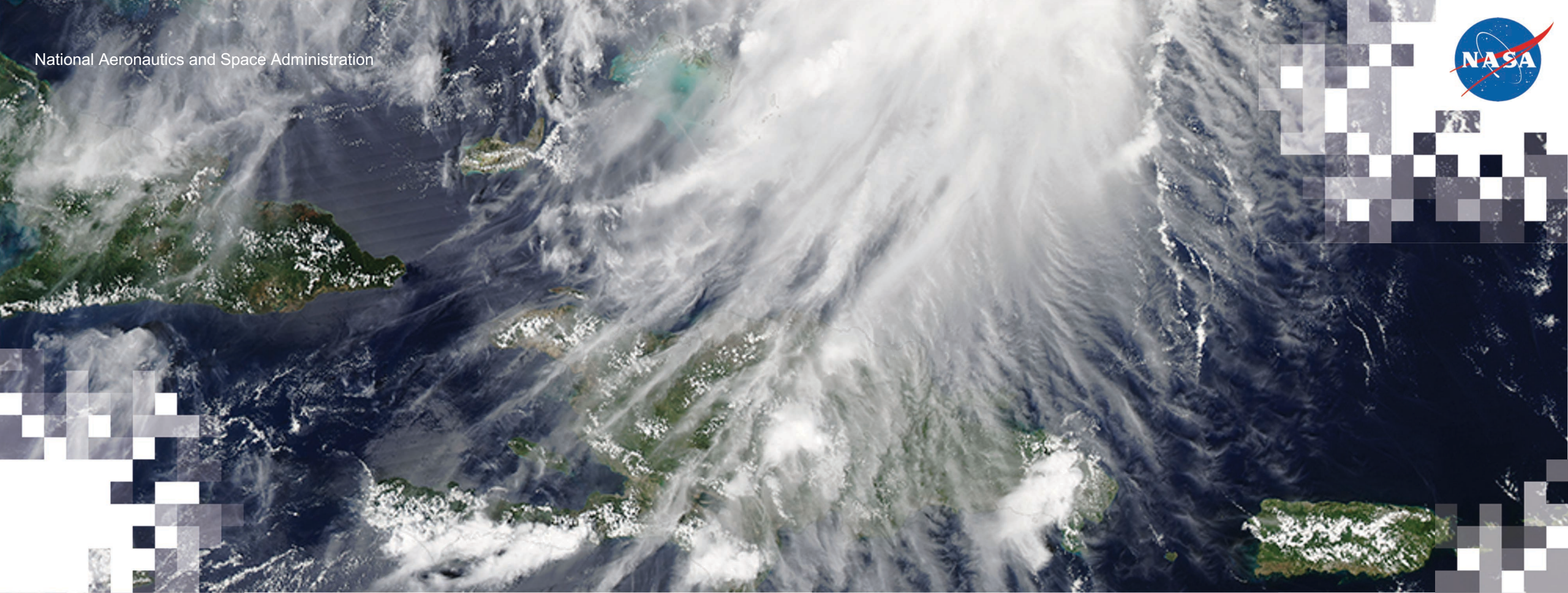
For more information about these pre-processing steps, please refer to the [Sentinel-1 Pre-processing article](#).

This collection is computed on-the-fly. If you want to use the underlying collection with raw power values (which is updated faster), see COPERNICUS/S1_GRD_FLOAT.



The screenshot shows the Earth Engine Data Catalog page for the dataset "Sentinel-1 SAR GRD: C-band Synthetic Aperture Radar Ground Range Detected, log scaling". The page features a navigation bar with options like HOME, VIEW ALL DATASETS, BROWSE BY TAGS, LANDSAT, MODIS, SENTINEL, and API DOCS. The main content area includes a title, a star rating, a thumbnail image of a SAR image, and a sidebar with details such as Dataset Availability (2014-10-03T00:00:00 - Present), Dataset Provider (European Union/ESA/Copernicus), and an Earth Engine Snippet (`ee.ImageCollection("COPERNICUS/S1_GRD")`). Tags for radar, sar, backscattering, polarization, eu, esa, copernicus, and sentinel are also visible.



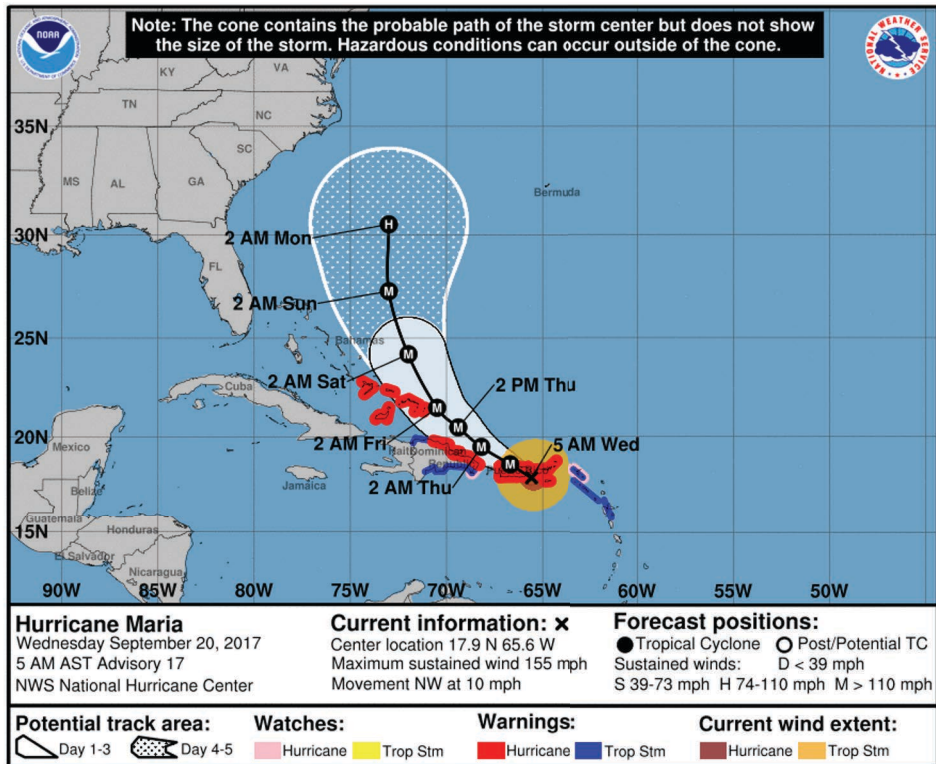


Evaluación de la Extensión de Inundación con SAR Usando Google Earth Engine

Erika Podest y Sean McCartney

Área de Enfoque

Nuestra demostración se centrará en las inundaciones que ocurrieron en septiembre de 2017 en Puerto Rico antes y después del huracán María



Fuente de la Imagen: [NOAA](http://noaa.gov)



Fuente de la Imagen: [USDA](http://usda.gov)



Tarea y Certificado

- Habrá una tarea asignada:
 - Debe enviar sus respuestas vía Formularios de Google, acceso desde la página web de ARSET [aquí](#).
 - La tarea estará disponible el 26 de agosto.
 - Fecha límite para entregar la tarea: 15 de septiembre de 2021
- Se otorgará un certificado de finalización de curso a quienes:
 - Asistan a todas las presentaciones en vivo
 - Completen la tarea asignada dentro del plazo estipulado
 - Recibirán sus certificados aproximadamente dos meses después de la conclusión del curso de: marines.martins@ssaihq.com



Contactos

Capacitadores:

- Erika Podest: erika.podest@jpl.nasa.gov
- Sean McCartney: sean.mccartney@nasa.gov
- Amita Mehta: amita.v.mehta@nasa.gov

Síguenos en Twitter
[@NASAARSET](https://twitter.com/NASAARSET)

Página Web de la Capacitación:

- <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/english/arset-satellite-observations-analyzing-natural-hazards-small-island>

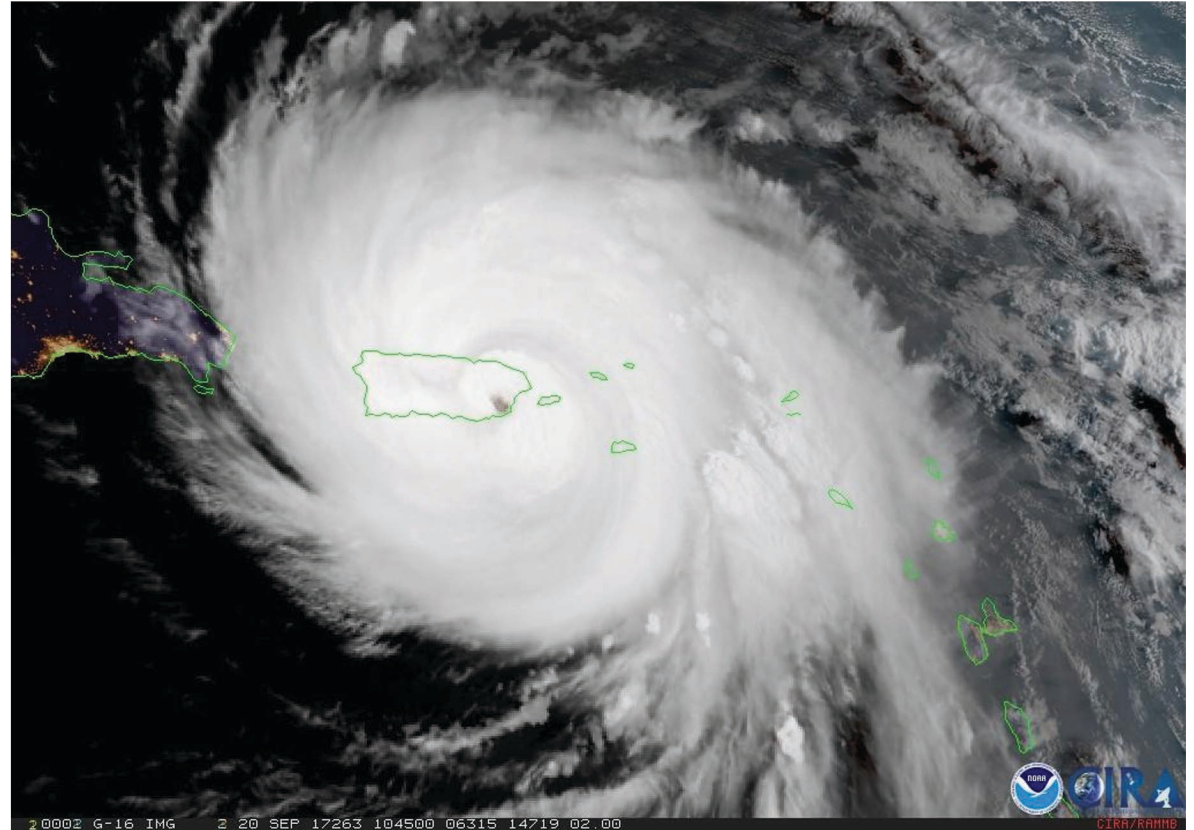
Página Web de ARSET:

- <https://appliedsciences.nasa.gov/what-we-do/capacity-building/arset>



Preguntas

- Por favor escriban sus preguntas en la casilla para preguntas y respuestas. Las responderemos en el orden que las recibamos.
- Publicaremos las preguntas y respuestas a la página web de la capacitación después de la conclusión del webinar.



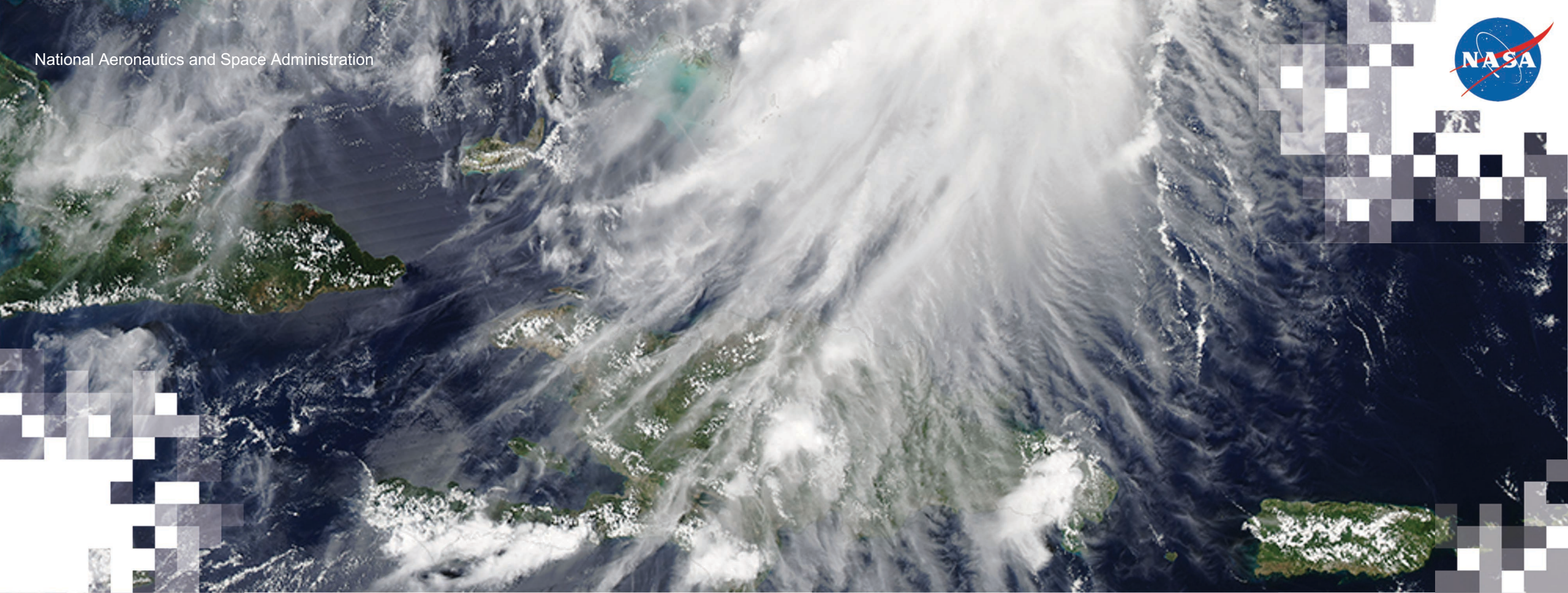
Fuente de la Imagen: [NOAA](#)





¡Gracias!





Apéndice

Datos Meteorológicos, Climáticos e Hidrológicos

Parámetro	Satélite	Sensores	Resoluciones y Cobertura Espacial/Temporal
Precipitación	TRMM y GPM combinadas Con una Constelación de Múltiples Satélites → IMERG	Radiómetro de Microondas (TMI, GMI) y RADAR (PR, DPR) Captadores de Imágenes y Sondas de Microondas Calibrados con Datos de Sensores de GPM	0.1° x 0.1° 30 minutos, Diaria, Mensual 6/2000 hasta hoy
Presión al Nivel del Mar, Vientos	MERRA-2	-	0.5° x 0.667°, Cada Hora, Mensual 1980 hasta hoy
Presión al Nivel del Mar, Vientos, Lluvia	GEOS-5 FP	-	0.3125°x0.25° Cada Hora, Tiempo Casi Real y Pronóstico de 5 días

TRMM: Tropical Rainfall Measurement Mission

IMERG: The Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM

MERRA-2: Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2

GOES-5 FP: Goddard Earth Observing System, Version 5 (GOES-5) Forward Processing

GPM: Global Precipitation Measurement



Datos Meteorológicos, Climatológicos e Hidrológicos

Parámetro	Satélite	Resoluciones y Cobertura Espacial/Temporal
Precipitación, Temperatura, Humedad Relativa, Vientos	MERRA-2	0.5° x 0.667°, Cada Hora, Mensual 1980 hasta hoy
Precipitación, Temperatura, Humedad Relativa, Vientos	GEOS-5 FP	5/16° x 1/4° Cada Hora, Tiempo casi Real, Pronóstico de Cinco Días
Humedad del Suelo	NLDAS GLDAS v2.1	0.25° x 0.25°, Cada Hora, Mensual 1979 hasta hoy 1° x 1°, 3 horas, Mensual 2000 hasta hoy

MERRA-2: Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Versión 2

<https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/index.php>

GOES-5 FP: Goddard Earth Observing System, Versión 5 (GEOS-5) Forward Processing

https://gmao.gsfc.nasa.gov/weather_prediction/

NLDAS: North American Land Data Assimilation System <https://ldas.gsfc.nasa.gov/nldas>

GLDAS: Global Land Data Assimilation System <https://ldas.gsfc.nasa.gov/gldas>

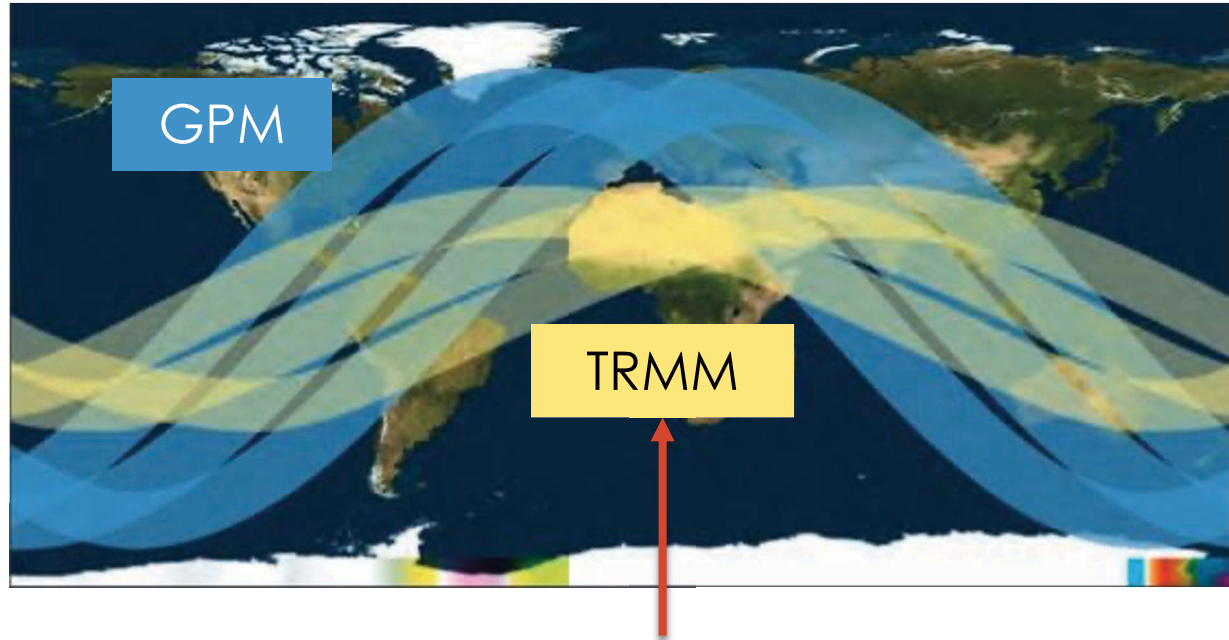


Misión “Global Precipitation Measurement” (GPM)

(Misión para la Medición de Precipitación Global)

<http://pmm.nasa.gov/GPM/>

- El satélite principal se lanzó el 27 de febrero de 2014
 - Órbita no polar de baja inclinación
 - Altitud: 407 km
- Cobertura Espacial:
 - 16 órbitas al día, cubriendo el área global entre 65°S y 65°N
- Junto con una constelación de satélites, GPM tiene un tiempo de revisita de 2 a 4 horas sobre tierra
- Sensores:
 - GMI (GPM Microwave Imager)
 - DPR (Dual Precipitation Radar)

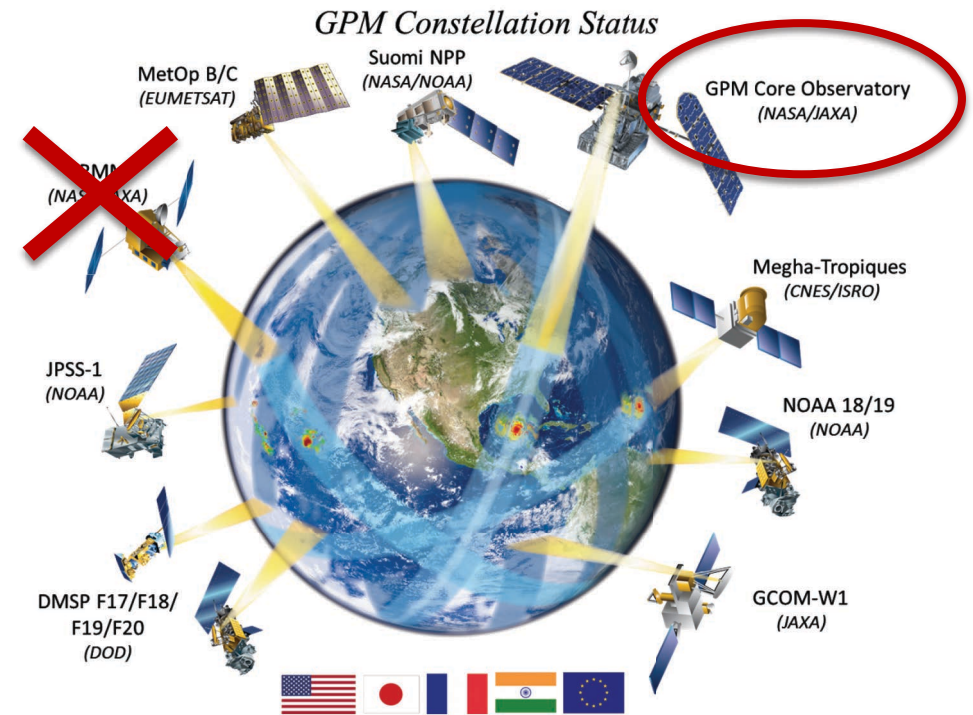


Tropical Rainfall Measurement Mission (Misión para la Medición de Lluvias Tropicales)



Datos IMERG Versión 06

- IMERG es un sistema singular integrado de códigos para tiempo casi real y post-real
- Recorridos múltiples acomodan diferentes necesidades de usuarios en cuanto a latencia y exactitud
 - “Temprano” – 5 horas (riadas repentinas)
 - “Tarde” – 12 horas (irrigación de cultivos)
 - “Final” – 3 meses (datos de investigación)
- Sus intervalos temporales son cada media hora y cada mes (solo final)
- Cuadrícula global de 0,1°
- Transformación (morphing) de precipitaciones en base a modelos numéricos más cerca de los polos que 60° N/S
- La calibración general la brindan TRMM y GPM mediante un algoritmo combinado radar-radiómetro. TRMM de junio de 2000 a mayo de 2014 y después GPM.
- IMERG se ajusta a la climatología mensual GPCP según la zona para lograr un perfil de sesgos que se considera razonable

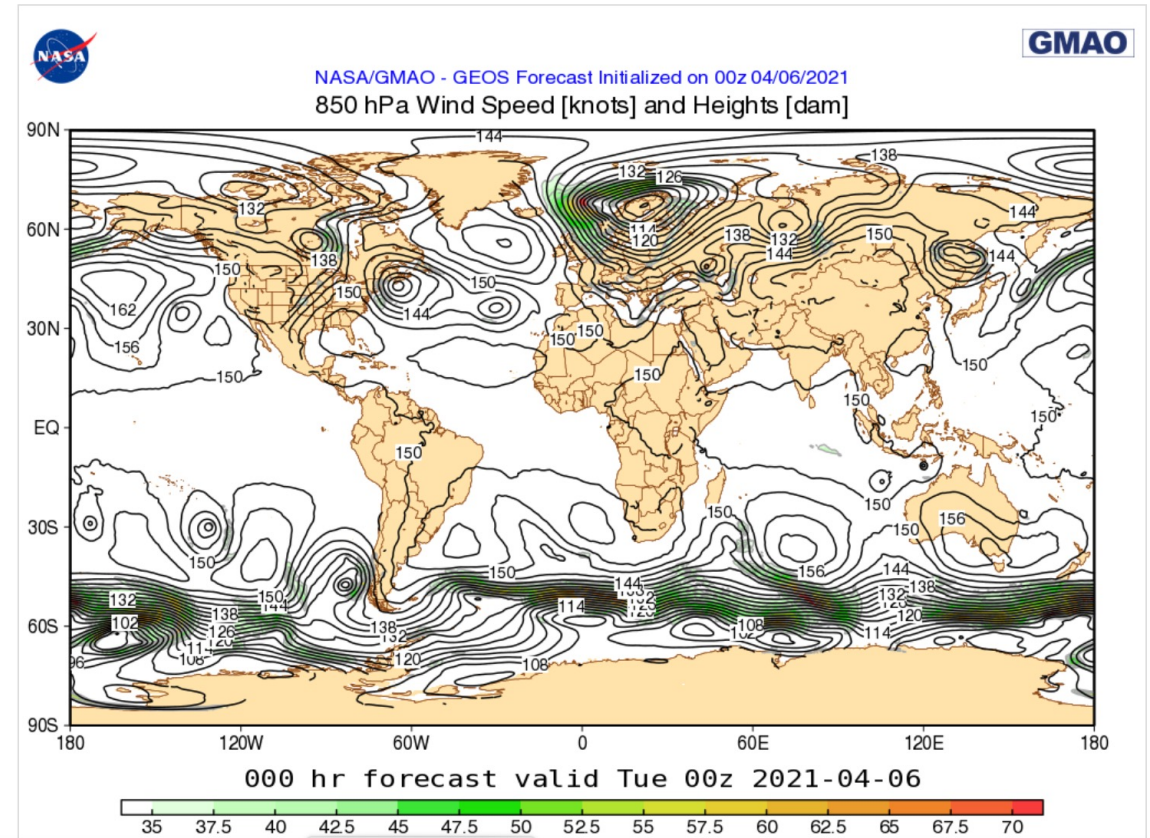


NASA Earth System Model Forecast (GEOS-5)

https://gmao.gsfc.nasa.gov/GEOS_systems/

- Goddard Earth Observing System (GEOS)-5 provee datos y pronósticos en tiempo casi real
- Los datos están disponibles en una cuadrícula longitud-latitud de $5/16 \times 1/4$ de grado, 42 niveles verticales
- Datos superficiales disponibles cada hora
- Opciones de configuración del modelo de circulación general: Atmosférico (A), Oceánico (O) y A-O Acoplado
- Modelos Química-Clima y Química-Transporte disponibles

Weather Maps



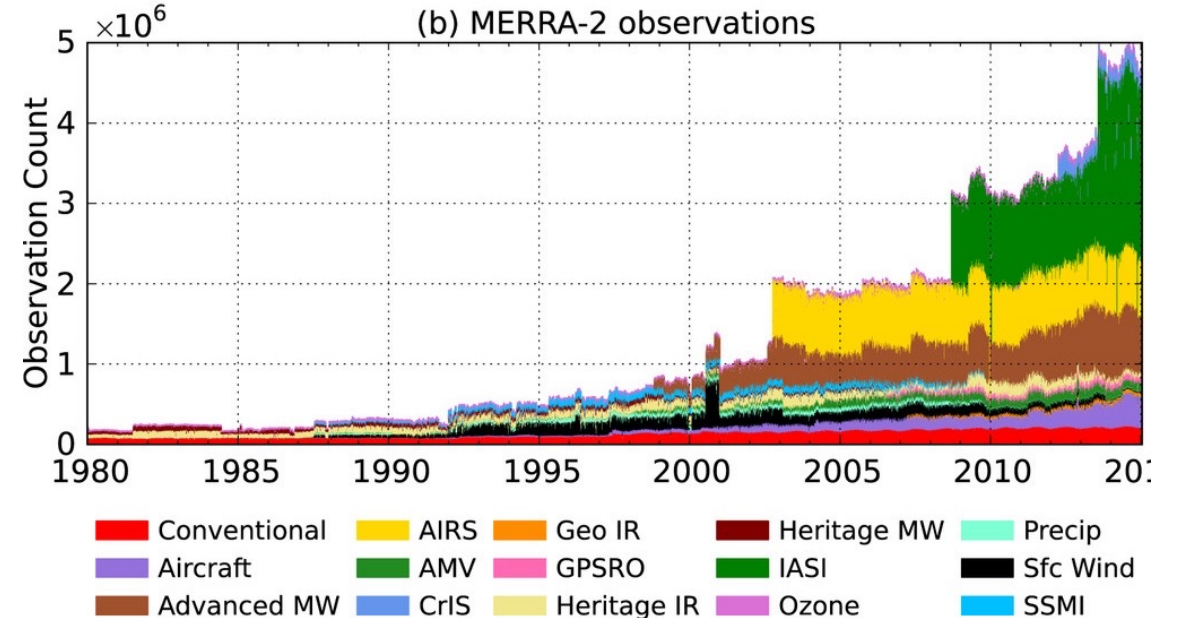
Fuente de la Imagen: NASA GMAO



MERRA-2

<https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>

- Combina las grandes cantidades de datos de observaciones con datos de entrada del modelo Goddard Earth Observing System (GEOS-5) (1980 –hoy)
- Ofrece análisis de última tecnología a nivel mundial sobre las escalas temporales de meteorológicas a climáticas
- Enfocada en mejorar el ciclo hidrológico



Resumen de MERRA-2: [The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 \(MERRA-2\)](#), Ronald Gelaro, et al., 2017, J. Clim., [doi: 10.1175/JCLI-D-16-0758.1](#)

