

# El Monitoreo de Tormentas Tropicales para la Preparación en Casos de Emergencia

Amita Mehta

10 de mayo 2018



# Esquema del Curso

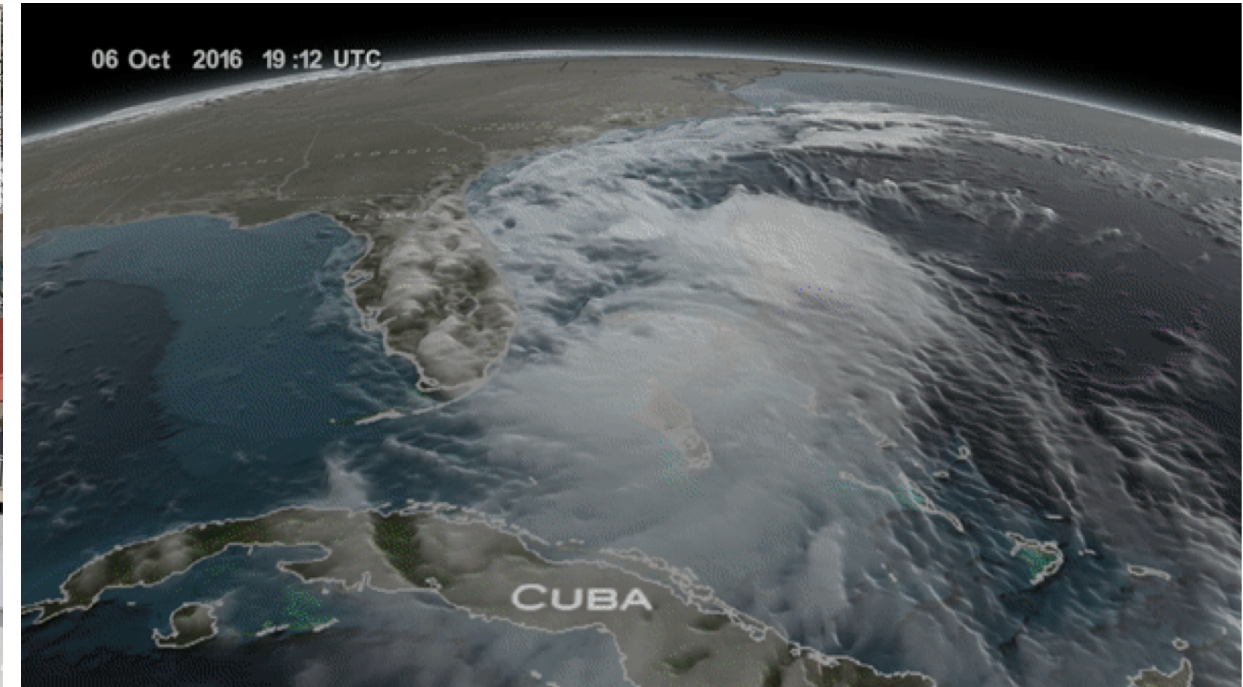
**3 de mayo**

Acerca de las Tormentas Tropicales y Sus Impactos



**10 de mayo**

El Monitoreo de las Condiciones durante y después de las Tormentas



En esta animación, el huracán Matthew recorre la costa este de EEUU desde Florida hasta Carolina del Sur y Carolina del Norte. El 8 de octubre de 2016, Matthew (todavía un huracán categoría 2) descarga cantidades masivas de lluvia a lo largo del sudeste empapando a los estados de Carolina del Norte y Carolina del Sur.



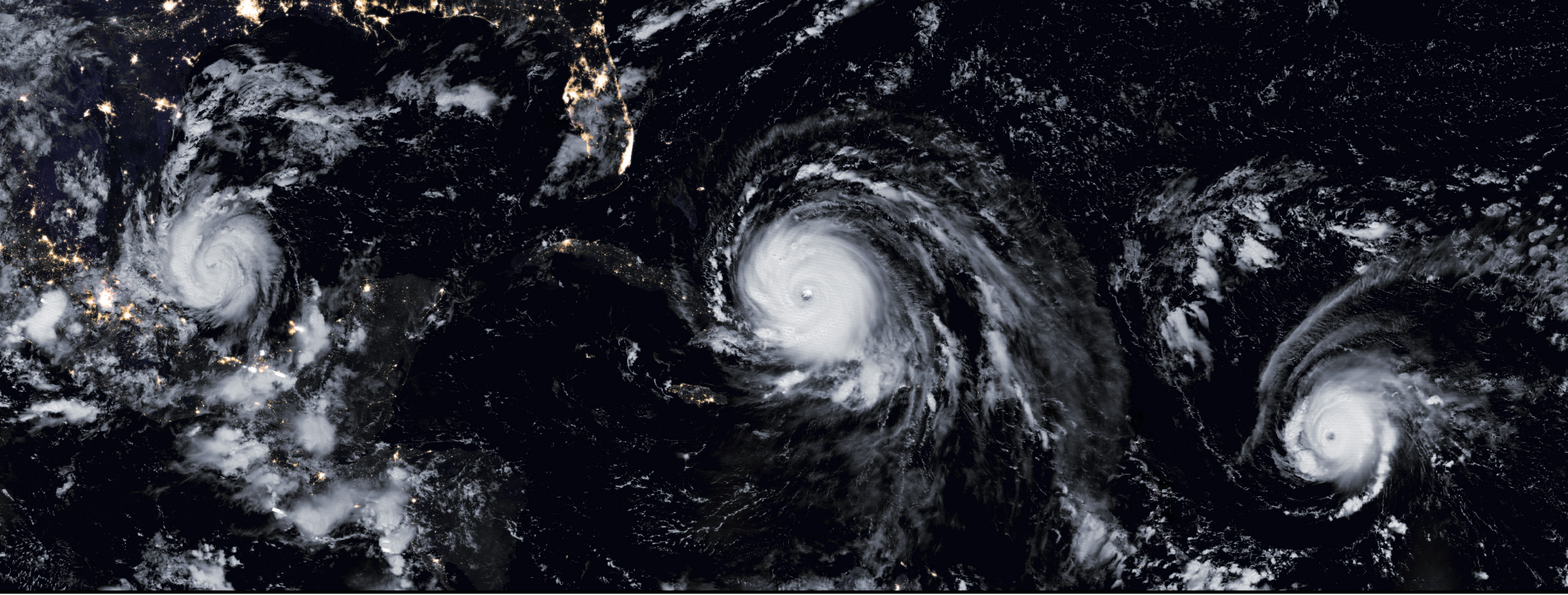
# Tarea y Certificados

- La tarea estará disponible después de la Sesión 1 y la Sesión 2 en <https://arset.gsfc.nasa.gov/water/webinars/>
- **Debe enviar sus respuestas vía Google Form**
- Certificado de Satisfacción:
  - Asista a ambas sesiones en línea
  - Complete la tarea asignada antes del plazo estipulado (el 31 de mayo de 2018)
  - Recibirá su certificado aproximadamente dos meses después de la conclusión del curso de: [marines.martins@ssaihq.com](mailto:marines.martins@ssaihq.com)



# Esquema de la Sesión 2

- Repaso de la Sesión 1
- El Monitoreo de Vientos, Precipitaciones, Marejadas Ciclónicas
- El Monitoreo de Inundaciones Durante y Después de las Tormentas para las Respuestas ante Emergencias y la Planificación de Auxilios
  - Extreme Rainfall Detection System (ERDS)
  - Global Flood Monitoring System (GFMS)
  - El Observatorio de Inundaciones de Dartmouth
  - El Mapeo de Inundaciones de MODIS NRT
  - Imágenes de Radar de Apertura Sintética
- Ejemplos de Aplicaciones de Datos por Teledetección de la NASA
- Demonstración de Estudios de Caso: El Huracán Harvey



Repaso de la Sesión 1

# Ciclones Tropicales de Diferentes Intensidades

<https://www.nhc.noaa.gov/climo/>

- **Depresión Tropical**
  - ciclón tropical con vientos máximos sostenidos de 38 mph (61 km/h, 33 kt) o menos
- **Tormenta Tropical**
  - ciclón tropical con vientos máximos sostenidos de 39 a 73 mph (62-117 km/h, 34-63 kt)
- **Huracán o Tifón**
  - ciclón tropical con vientos máximos sostenidos de 74 mph (119 km/h, 64 kt) o más
  - en el Pacífico Noroccidental los huracanes se llaman tifones – las tormentas similares en el Océano Índico y en el Océano Pacífico Sur se llaman ciclones
- **Huracán Mayor**
  - ciclón tropical con vientos máximos sostenidos de 111 mph (178 km/h, 96 kt) o más

# Categorías de Huracanes

[https://www.nhc.noaa.gov/pdf/sshws\\_2012rev.pdf](https://www.nhc.noaa.gov/pdf/sshws_2012rev.pdf)

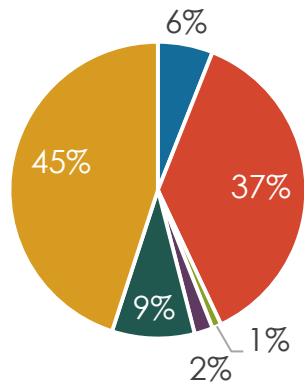
| Categoría de Huracán | Escala Saffir-Simpson                  |
|----------------------|--|
| 1                    | 74-95 mph (119-153 km/h, 64-82 kt)     |
| 2                    | 96-110 mph (154-177 km/h, 83-95 kt)    |
| 3                    | 111-129 mph (178-209 km/h, 96-112 kt)  |
| 4                    | 130-156 mph (209-251 km/h, 113-136 kt) |
| 5                    | ≥ 157 mph (≥ 252 km/h, ≥ 137 kt)       |

En el Pacífico Noroccidental, un super tifón significa  $\geq 150$  mph ( $\geq 241$  km/h,  $\geq 130$  kt)

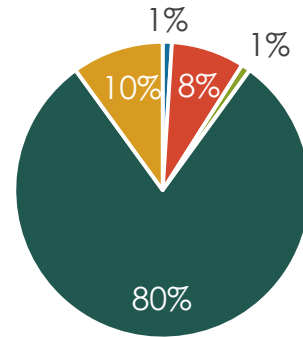
# Impactos de los Ciclones

## Impactos de las Tormentas Tropicales (1980-2009)

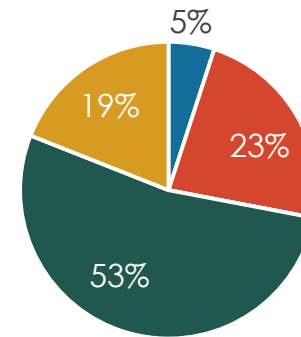
Frecuencia por Región  
(n=1,080)



Muertes por Región  
(n=393,201)



Población Afectada por Región  
(n=151,425,74)



### Regiones de la OMS

- AFRO = Región Africana
- AMRO = Región Américas
- EURO = Región Europea

- EMRO = Región Mediterráneo Oriental
- SEARO = Región Sudeste de Asia
- WRPRO = Región Pacífico Oeste

- Las Regiones Sudeste de Asia, Pacífico Oeste y Américas son altamente afectadas
- Las Regiones Pacífico Oeste y Américas tienen una mayor frecuencia de tormentas, pero la región Sudeste de Asia tiene el mayor número de muertes relacionadas con tormentas

Fuente de la Imagen: Doocy S, et al. The Human Impact of Tropical Cyclones: a Historical Review of Events 1980-2009 and Systematic Literature Review. PLOS Currents Disasters. 2013 Apr 16 . Edition 1. doi: 10.1371/currents.dis.2664354a5571512063ed29d25ffbc74.



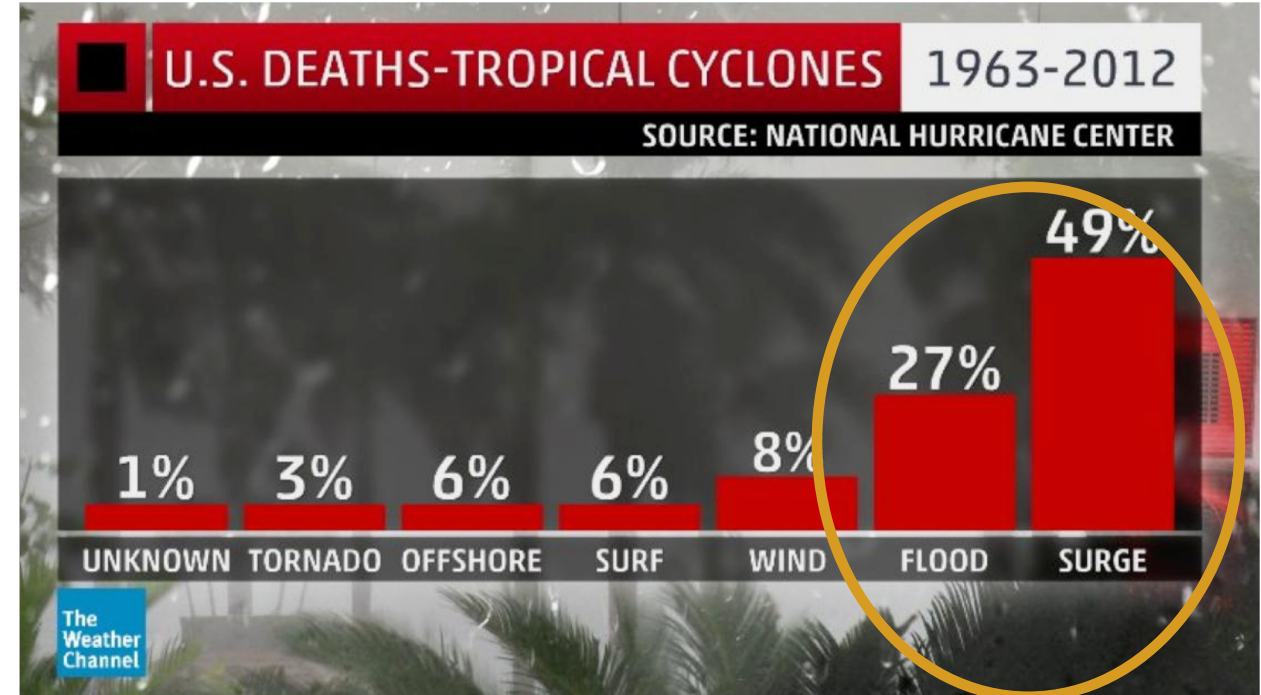


# Impactos de los Ciclones

<https://www.nhc.noaa.gov/prepare/hazards.php>

Causan significantes daños, destrucción, muertes:

- Marejadas e inundaciones costeras
- Lluvias extremas e inundaciones en el interior
- Fuertes vientos continuos y ráfagas
- Tornados
- Corriente de Resaca



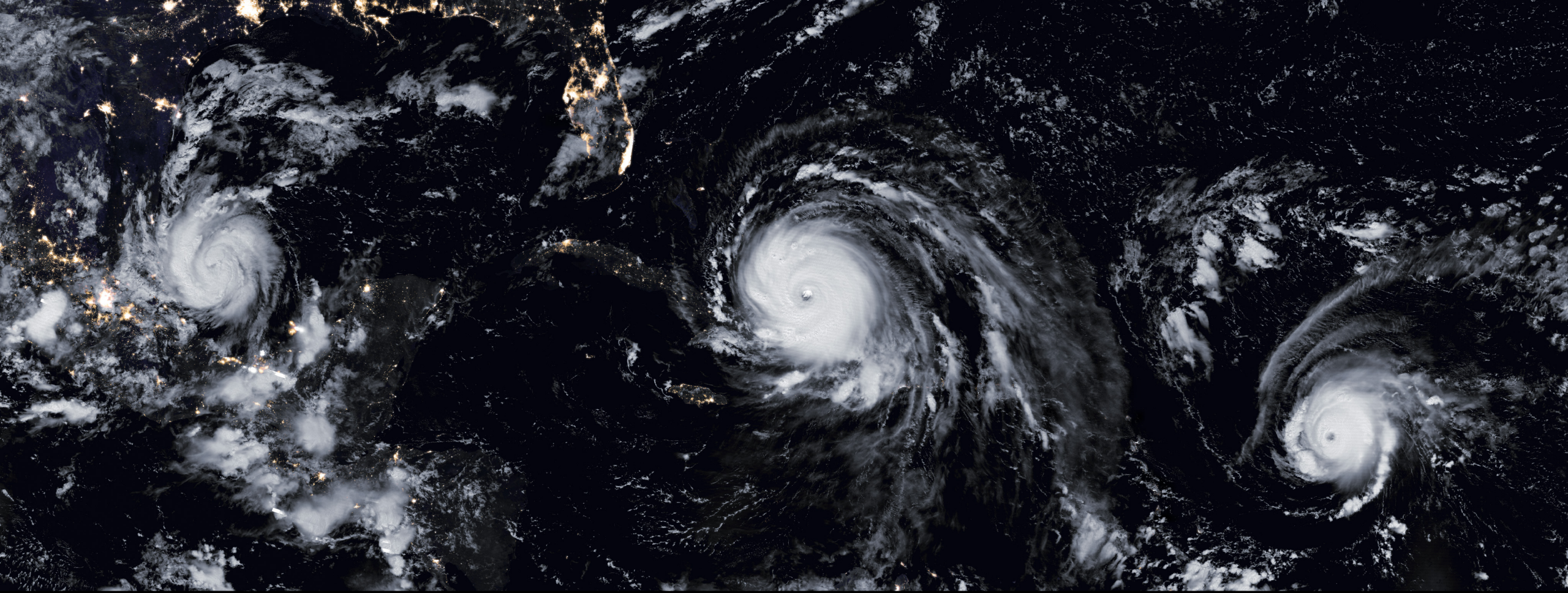
Fuente de la Imagen: The Weather Channel



# Monitoreando una Tormenta Inminente

| Dato(s)  | Fuente                                  | Herramienta  |
|--|---|--|
| Precipitación  | GPM IMERG                               | Giovanni,<br><a href="http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni">http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni</a> |
| Vientos y Presión al Nivel del Mar   | Modelo GEOS-5                           | <a href="https://fluid.nccs.nasa.gov/weather/wxmaps/">https://fluid.nccs.nasa.gov/weather/wxmaps/</a>    |
| Nubes, Imágenes de Color Real, Imágenes de Luces Nocturnas                 | Terra and Aqua<br>MODIS, SNPP-VIIRS     | Worldview:<br><a href="https://worldview.earthdata.nasa.gov/">https://worldview.earthdata.nasa.gov/</a>  |
| Alertas, Lluvia, Marejada Ciclónica, Notificaciones de Daños y Destrucción | Satélites, Modelos, Informes Mediáticos | GDACS: <a href="http://www.gdacs.org/">http://www.gdacs.org/</a>   |



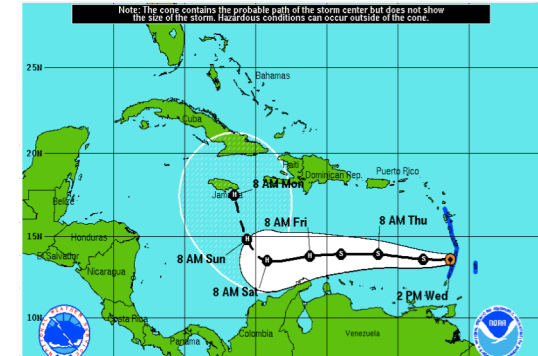


El Monitoreo de los Vientos, Precipitaciones y  
Marejadas Ciclónicas del Huracán Matthew  
28 de septiembre al 9 de octubre de 2016

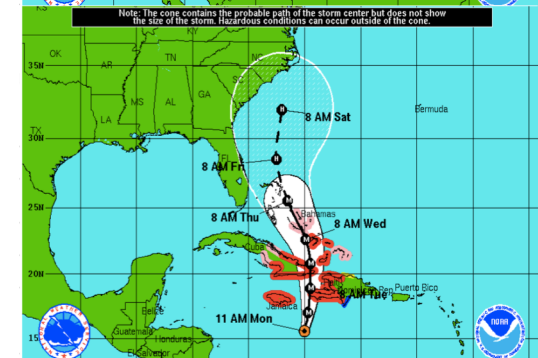
# El Monitoreo de Precipitaciones y Vientos

- Los centros operativos (NHC, CPHC, JTWC) emiten alertas tempranas para huracanes, ciclones y tifones
  - Trayectorias
  - Mapas de pronósticos
  - Probabilidades de vientos
- Los datos de GPM IMERG y GEOS-5 se pueden utilizar para monitorear precipitaciones y vientos

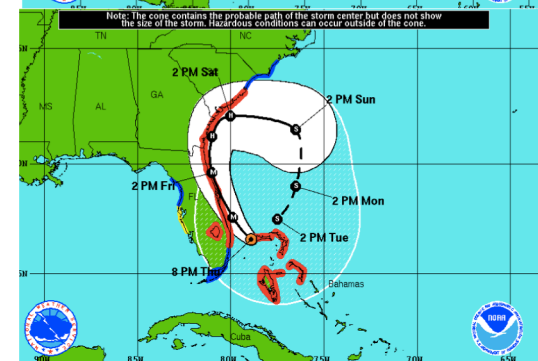
Sept 28



Oct 3



Oct 6



Fuente de la Imagen: [https://www.nhc.noaa.gov/archive/2016/graphics/al14/loop\\_5W.shtml](https://www.nhc.noaa.gov/archive/2016/graphics/al14/loop_5W.shtml)

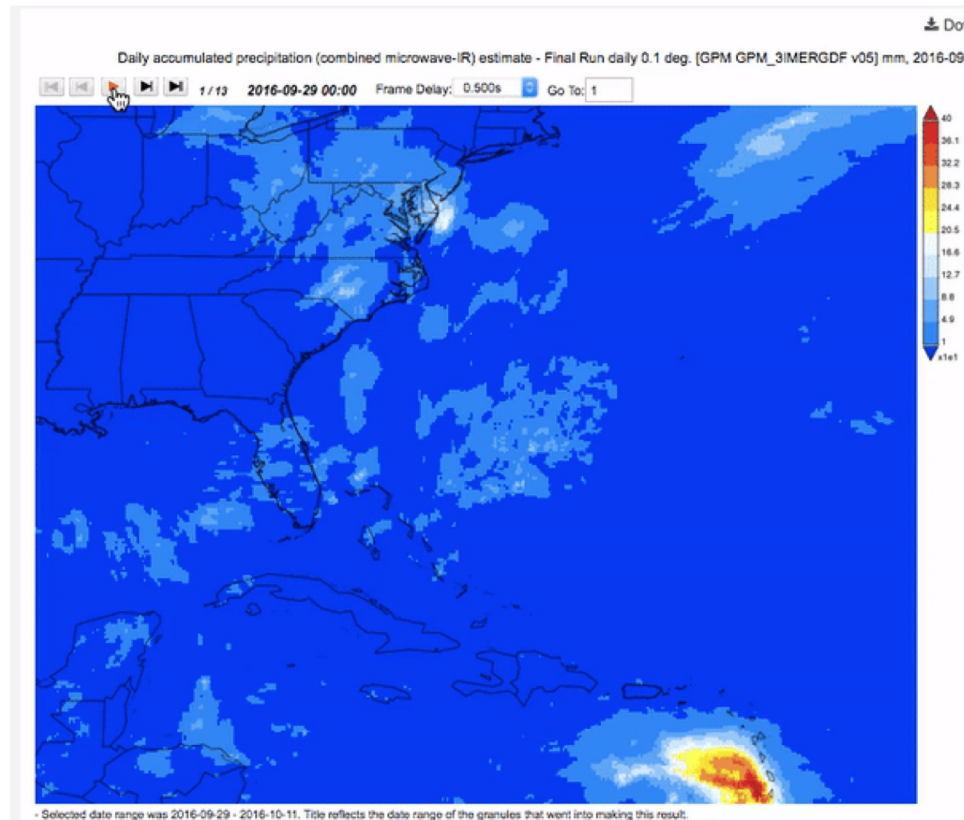


# La Precipitación Según GPM IMERG Durante el Huracán Matthew

Giovanni: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

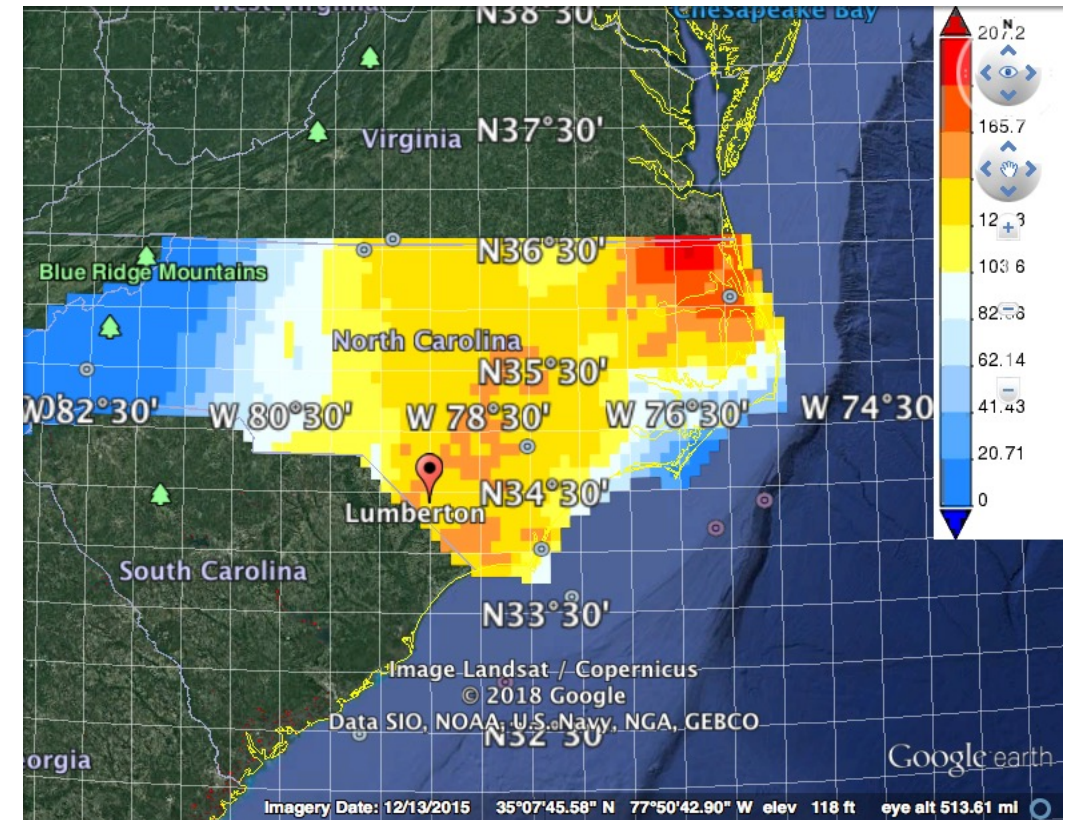
Precipitación Diaria

29 de septiembre – 11 de octubre de 2016



Precipitación Acumulada

6-10 de octubre de 2016

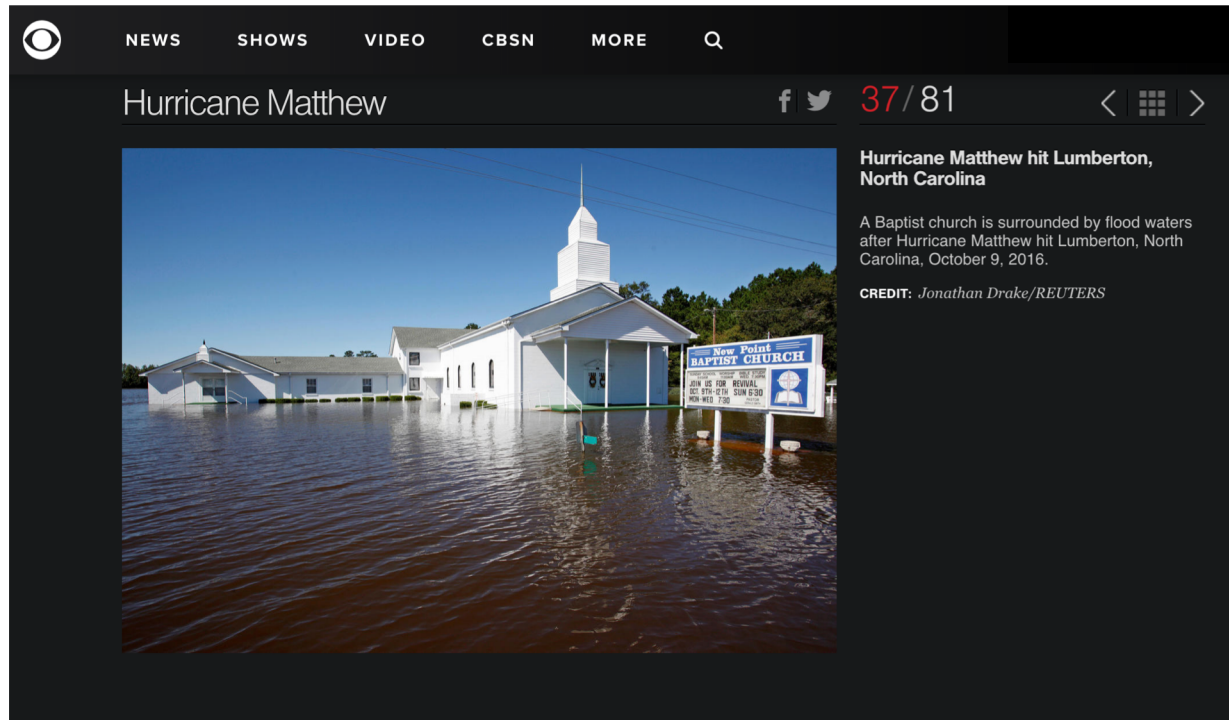
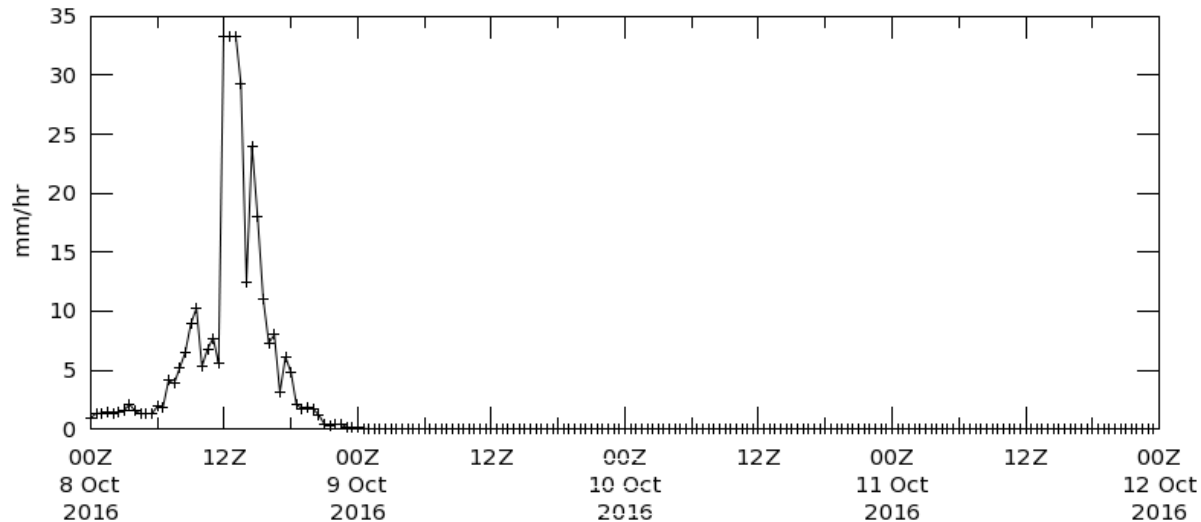


# La Precipitación Según GPM IMERG Durante el Huracán Matthew

Giovanni: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

Tasa Pluvial por Media Hora dentro y alrededor de Lumberton, N. Carolina

Time Series, Area-Averaged of Multi-satellite precipitation estimate with gauge calibration - Final Run (recommended for general use) half-hourly 0.1 deg. [GPM GPM\_3IMERGHH v05] mm/hr over 2016-10-08 00:00Z - 2016-10-11 23:59Z, Region 79W, 34.6N, 79W, 34.6N





Fuente de la Imagen: CBS News



# Vientos según GEOS-5

<https://fluid.nccs.nasa.gov/weather/>

Global Modeling and Assimilation Office

[Weather](#) | [Seasonal](#) | [Reanalysis](#) | [Mission Support](#)

### Navigation

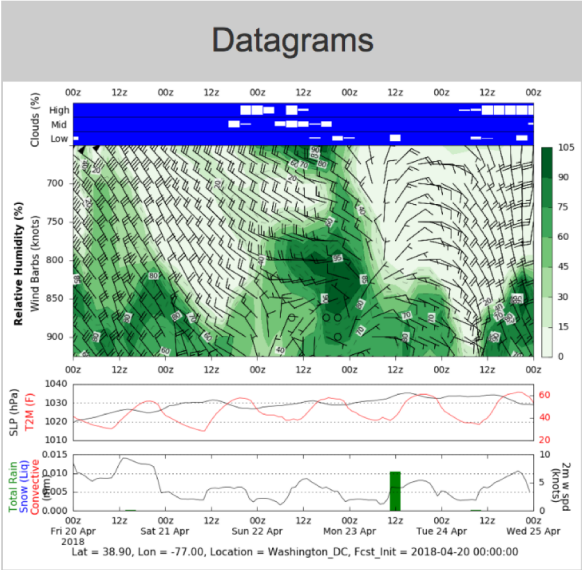
- » Datagrams
- » WxMaps
- » Chem Maps
- » Observing System Stats
- » Radiances Monitoring
- » Observation Impacts
- » WMS Viewer: GEOS Aerosols

### Data Access

- » HTTPS  
[Assimilation](#) | [Forecast](#)
- » OPeNDAP  
[Assimilation](#) | [Forecast](#)
- » FTP (No Password)  
[Assimilation](#) | [Forecast](#)

## Weather Analyses and Forecasts

### Datagrams



Clouds (%)  
High  
Mid  
Low

Relative Humidity (%)  
700  
750  
800  
850  
900

Wind Barbs (knots)

SLP (hPa)  
1040  
1030  
1020  
1010

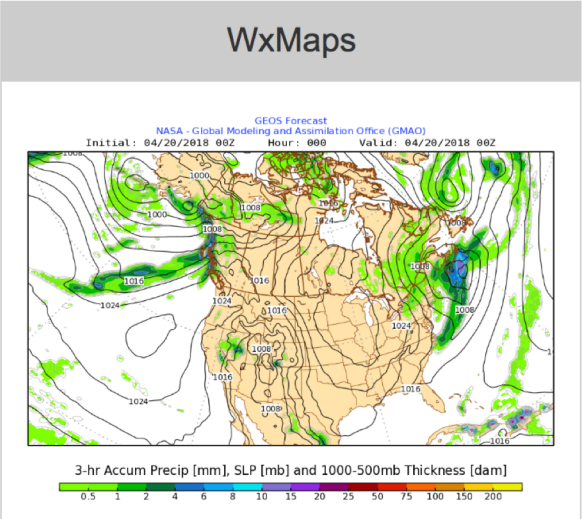
Total Rain  
Snow (Li) Convective

z/m w. spd  
Knots

Fri 20 Apr 2018 00z 12z Sat 21 Apr 00z 12z Sun 22 Apr 00z 12z Mon 23 Apr 00z 12z Tue 24 Apr 00z 12z Wed 25 Apr 00z 12z

Lat = 38.90, Lon = -77.00, Location = Washington\_DC, Fcst\_Init = 2018-04-20 00:00:00

### WxMaps



Initial: 04/20/2018 00z Hour: 000 Valid: 04/20/2018 00z

3-hr Accum Precip [mm], SLP [mb] and 1000-500mb Thickness [dam]

0.5 1 2 4 6 8 10 15 20 25 50 75 100 150 200

Datos →

← Mapas



# Vientos según GEOS-5

[https://portal.nccs.nasa.gov/datashare/gmao\\_ops/pub/fp/das/](https://portal.nccs.nasa.gov/datashare/gmao_ops/pub/fp/das/)

## NCCS Dataportal - Datashare

| Name  | Last modified     | Size | Description |
|---|-------------------|------|-------------|
| Parent Directory                                  |                   |      |             |
| GEOS.fp.asm.const_2d_asm_Nx.00000000_0000.V01.nc4 | 17-Apr-2018 05:50 | 26M  |             |
| Y2014/  | 03-Jun-2015 13:42 | -    |             |
| Y2015/  | 01-Dec-2015 11:19 | -    |             |
| Y2016/  | 01-Dec-2016 09:35 | -    |             |
| Y2017/  | 01-Dec-2017 11:03 | -    |             |
| Y2018/  | 01-Apr-2018 13:33 | -    |             |

## NCCS Dataportal - Datashare

| Name             | Last modified     | Size | Description |
|------------------|-------------------|------|-------------|
| Parent Directory |                   |      |             |
| M01/             | 31-Jan-2016 09:52 | -    |             |
| M02/             | 29-Feb-2016 10:14 | -    |             |
| M03/             | 31-Mar-2016 10:09 | -    |             |
| M04/             | 30-Apr-2016 10:09 | -    |             |
| M05/             | 31-May-2016 10:44 | -    |             |
| M06/             | 30-Jun-2016 10:11 | -    |             |
| M07/             | 31-Jul-2016 09:56 | -    |             |
| M08/             | 31-Aug-2016 10:06 | -    |             |
| M09/             | 30-Sep-2016 09:35 | -    |             |
| M10/             | 31-Oct-2016 09:36 | -    |             |
| M11/             | 30-Nov-2016 10:05 | -    |             |
| M12/             | 31-Dec-2016 09:33 | -    |             |

| Name             | Last modified     | Size | Description |
|------------------|-------------------|------|-------------|
| Parent Directory |                   |      |             |
| D01/             | 02-Oct-2016 09:42 | -    |             |
| D02/             | 03-Oct-2016 09:42 | -    |             |
| D03/             | 04-Oct-2016 09:41 | -    |             |
| D04/             | 05-Oct-2016 09:56 | -    |             |
| D05/             | 06-Oct-2016 09:37 | -    |             |
| D06/             | 07-Oct-2016 09:42 | -    |             |
| D07/             | 08-Oct-2016 13:29 | -    |             |
| D08/             | 09-Oct-2016 09:45 | -    |             |
| D09/             | 10-Oct-2016 09:49 | -    |             |
| D10/             | 11-Oct-2016 09:45 | -    |             |
| D11/             | 12-Oct-2016 09:44 | -    |             |
| D12/             | 13-Oct-2016 10:00 | -    |             |
| D13/             | 14-Oct-2016 09:49 | -    |             |
| D14/             | 15-Oct-2016 09:55 | -    |             |
| D15/             | 16-Oct-2016 10:12 | -    |             |
| D16/             | 17-Oct-2016 11:17 | -    |             |
| D17/             | 18-Oct-2016 09:47 | -    |             |
| D18/             | 19-Oct-2016 09:41 | -    |             |
| D19/             | 20-Oct-2016 09:43 | -    |             |
| D20/             | 21-Oct-2016 10:19 | -    |             |
| D21/             | 22-Oct-2016 09:55 | -    |             |
| D22/             | 23-Oct-2016 09:49 | -    |             |

|   |                   |     |  |
|---|-------------------|-----|--|
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_0030.V01.nc4 | 09-Oct-2016 09:38 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_0130.V01.nc4 | 09-Oct-2016 09:38 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_0230.V01.nc4 | 09-Oct-2016 09:38 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_0330.V01.nc4 | 09-Oct-2016 13:56 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_0430.V01.nc4 | 09-Oct-2016 13:56 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_0530.V01.nc4 | 09-Oct-2016 13:56 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_0630.V01.nc4 | 09-Oct-2016 13:56 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_0730.V01.nc4 | 09-Oct-2016 13:56 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_0830.V01.nc4 | 09-Oct-2016 13:56 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_0930.V01.nc4 | 09-Oct-2016 20:53 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_1030.V01.nc4 | 09-Oct-2016 20:53 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_1130.V01.nc4 | 09-Oct-2016 20:53 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_1230.V01.nc4 | 09-Oct-2016 20:53 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_1330.V01.nc4 | 09-Oct-2016 20:53 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_1430.V01.nc4 | 09-Oct-2016 20:53 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_1530.V01.nc4 | 10-Oct-2016 01:54 | 47M |  |
| GEOS.fp.asm.tavg1_2d_slv_Nx.20161009_1630.V01.nc4 | 10-Oct-2016 01:54 | 47M |  |

**Data Access**

- » **HTTPS**  
Assimilation | Forecast
- » **OPeNDAP**  
Assimilation | Forecast
- » **FTP (No Password)**  
Assimilation | Forecast

Archivos HTTP

Año y Mes

Día

Nombre de Archivo según la Hora





# Vientos Durante un Ciclón Según GEOS-5

[https://portal.nccs.nasa.gov/datashare/gmao\\_ops/pub/fp/das/](https://portal.nccs.nasa.gov/datashare/gmao_ops/pub/fp/das/)

- Descargue archivos de nivel singular (Single Level o SLV) de cada hora durante un ciclón

- Vea este documento para mayor información sobre la convención del nombramiento de archivos:

[https://gmao.gsfc.nasa.gov/products/documents/GEOS\\_5\\_FP\\_File\\_Specification\\_ON4v1\\_1.pdf](https://gmao.gsfc.nasa.gov/products/documents/GEOS_5_FP_File_Specification_ON4v1_1.pdf)

- Descargue e instale Panoply (herramienta de análisis y visualización)

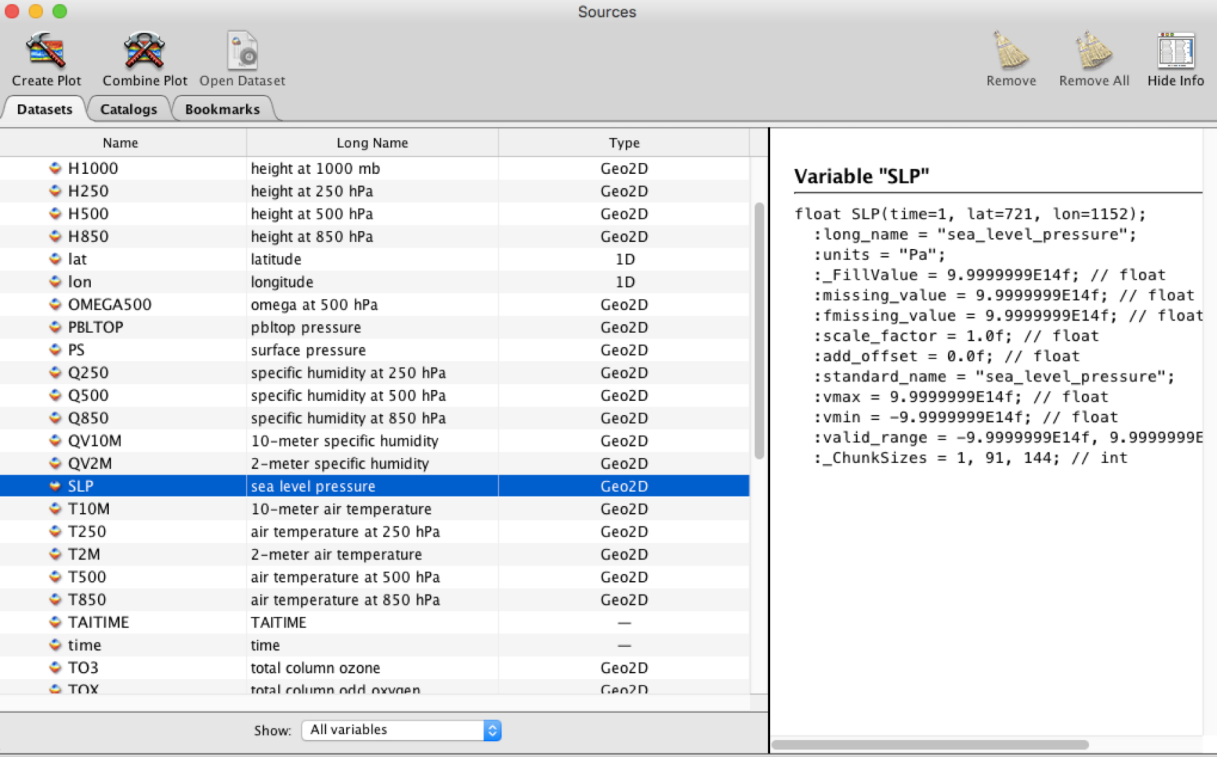
- Instrucciones:

<https://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/download>

- Abra el archivo SLV usando Panoply

Archivo SLV para 13:30Z, 9 oct. de 2016

Abierto en Panoply



The screenshot shows the Panoply 'Sources' window. On the left, there is a table of variables with columns for Name, Long Name, and Type. The 'SLP' variable is selected and highlighted in blue. On the right, the details for the 'SLP' variable are displayed, including its data type and various attributes.

| Name     | Long Name                    | Type  |
|----------|------------------------------|-------|
| H1000    | height at 1000 mb            | Geo2D |
| H250     | height at 250 hPa            | Geo2D |
| H500     | height at 500 hPa            | Geo2D |
| H850     | height at 850 hPa            | Geo2D |
| lat      | latitude                     | 1D    |
| lon      | longitude                    | 1D    |
| OMEGA500 | omega at 500 hPa             | Geo2D |
| PBLTOP   | pbtop pressure               | Geo2D |
| PS       | surface pressure             | Geo2D |
| Q250     | specific humidity at 250 hPa | Geo2D |
| Q500     | specific humidity at 500 hPa | Geo2D |
| Q850     | specific humidity at 850 hPa | Geo2D |
| QV10M    | 10-meter specific humidity   | Geo2D |
| QV2M     | 2-meter specific humidity    | Geo2D |
| SLP      | sea level pressure           | Geo2D |
| T10M     | 10-meter air temperature     | Geo2D |
| T250     | air temperature at 250 hPa   | Geo2D |
| T2M      | 2-meter air temperature      | Geo2D |
| T500     | air temperature at 500 hPa   | Geo2D |
| T850     | air temperature at 850 hPa   | Geo2D |
| TAITIME  | TAITIME                      | —     |
| time     | time                         | —     |
| TO3      | total column ozone           | Geo2D |
| TOX      | total column odd oxygen      | Geo2D |

**Variable "SLP"**

```
float SLP(time=1, lat=721, lon=1152);
:long_name = "sea_level_pressure";
:units = "Pa";
:_FillValue = 9.999999E14f; // float
:missing_value = 9.999999E14f; // float
:fmissing_value = 9.999999E14f; // float
:scale_factor = 1.0f; // float
:add_offset = 0.0f; // float
:standard_name = "sea_level_pressure";
:vmax = 9.999999E14f; // float
:vmin = -9.999999E14f; // float
:valid_range = -9.999999E14f, 9.999999E14f;
:_ChunkSizes = 1, 91, 144; // int
```

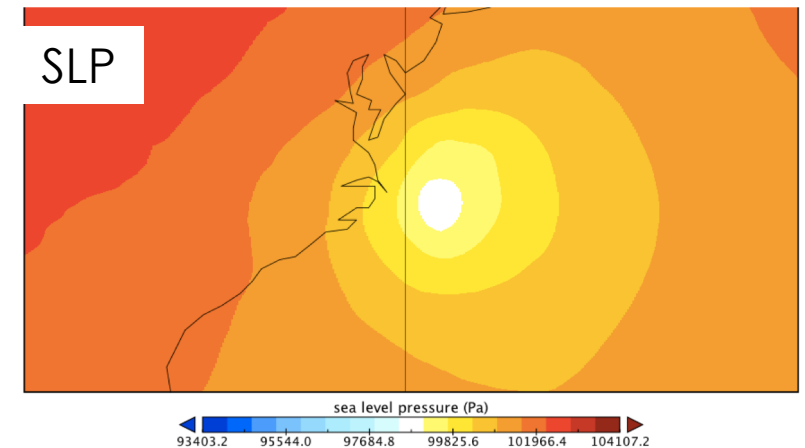
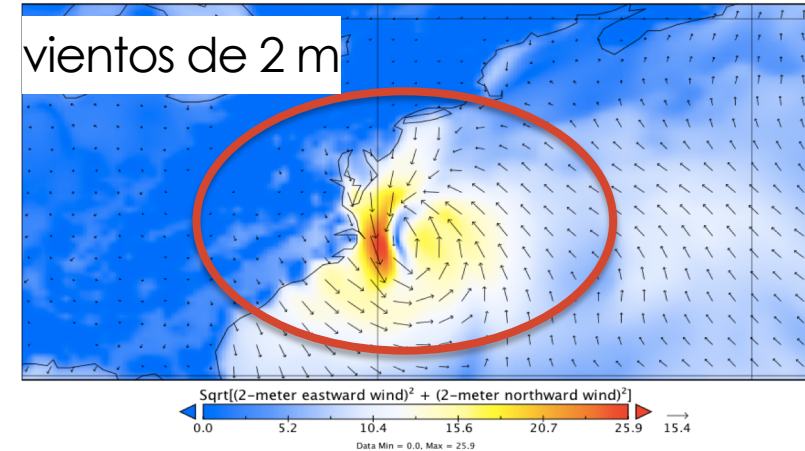


# Vientos durante el Huracán Matthew según GEOS-5

[https://portal.nccs.nasa.gov/datashare/gmao\\_ops/pub/fp/das/](https://portal.nccs.nasa.gov/datashare/gmao_ops/pub/fp/das/)

- Cree un gráfico de la velocidad y los vectores de los vientos usando Panoply
- Se puede analizar los vientos y la presión al nivel del mar (SLP) en tiempo casi real y para pronósticos usando Panoply

13:30Z, 9 oct. de, 2016



# El Monitoreo de Marejadas Ciclónicas: EEUU

<http://slosh.nws.noaa.gov/>

- Basado en “Sea Lake and Overland Surge from Hurricanes”\* (SLOSH)
- El modelo SLOSH calcula la altura de las marejadas a causa de ciclones tropicales para crear un modelo de los campos de viento usando
  - Presión
  - Magnitud
  - velocidad delantera
  - datos sobre el trayecto
- Se aplica a:
  - Toda la Costa Este de EEUU, el Golfo de México, las regiones costeras de Hawái, Guam, Puerto Rico y las Islas Vírgenes Estadounidenses

MDL STORM SURGE  
NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION

MDL SURGE PRODUCTS    STORM SURGE INFO    PARTNER LINKS    ORGANIZATION

Home | Team | Products | Software

SLOSH Model    SLOSH Display Program    P-Surge    ET-Surge 1.0 Mirror    ET-Surge 2.0    P-ETSS

Meteorol Devel Lab    Decision Support    MDL Storm Surge    Storm Surge V-Lab    National Hur Center    Ocean Pred Center

Storm Surge Info

- [NOAA Storm Surge Info](#)
- [MDL Storm Surge Info](#)
- [NHC Storm Surge Info](#)
- [Publications - MDL Storm Surge](#)
- [FAQ - MDL Storm Surge](#)
- [MDL Catalog of ET Surge Guidance](#)
- [NOAA Accessing ET Guidance](#)

Water Guidance

- [Advanced Hydrological Pred. System](#)
- [Tides Online](#)
- [Now Coast](#)
- [CO-OPS Stations](#)

Wind Guidance

- [GFS Guidance](#)
- [HWRF Guidance](#)

Other MDL Surge Products

- [ESTOFS](#)
- [About SLOSH Basin Dev \(TBD\)](#)
- [About ETSS \(Retired/TBD\)](#)

Retired Websites

- [ETSS \(v2.0\) Original \(Retired\)](#)
- [ETSS \(v2.0\) Original-Mirror \(Retired\)](#)
- [P-Surge 1.0 \(Retired\)](#)
- [MDL Evaluation Branch \(Retired\)](#)

Marejada Ciclónica Probabilística

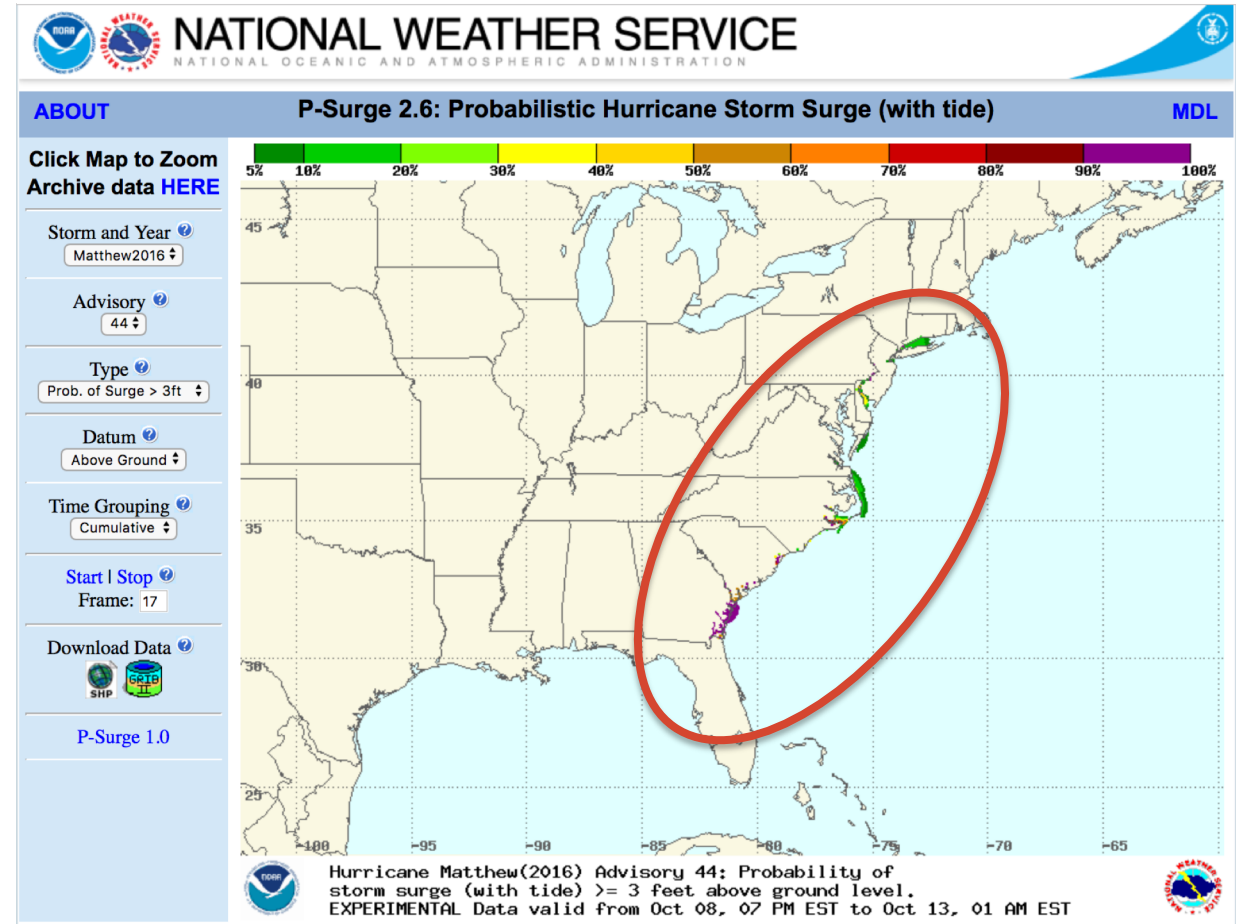
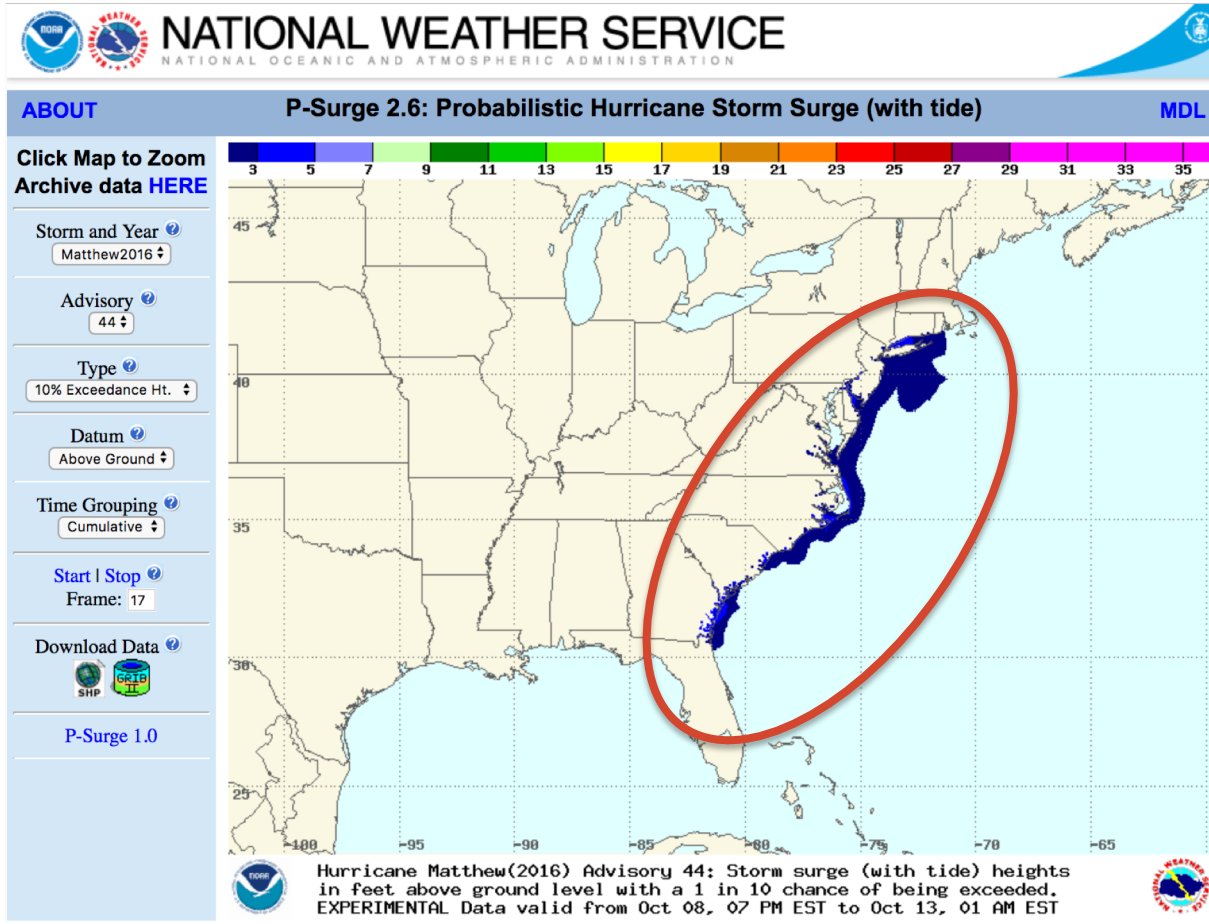
\*Marejada marina lacustre y terrestre a causa de huracanes



# El Monitoreo de Marejadas Ciclónicas: El Huracán Matthew

<http://slosh.nws.noaa.gov/psurge/>

Áreas con probabilidad de marejada > 0,9 m

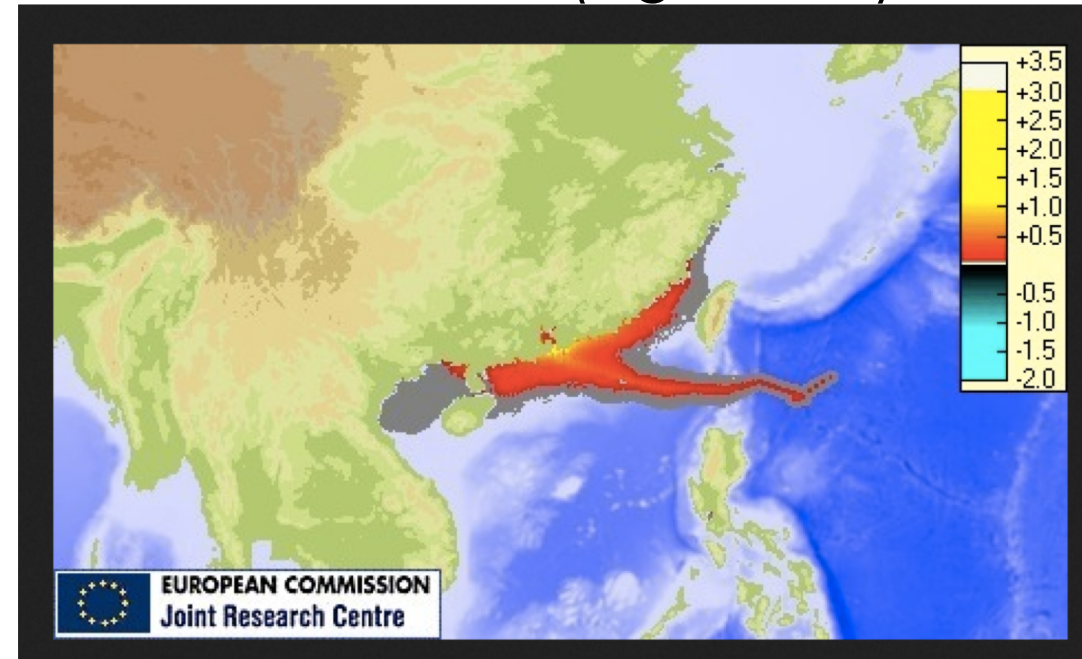


# El Monitoreo de Marejadas Ciclónicas: Global

Marejada Máxima del  
Huracán Matthew



Marejada Máxima del  
Ciclón Hato (Ago. 2017)



En base al modelo para el cálculo de marejadas por tormentas “Joint Research Center Storm Surge Calculation Model” (Delf3D)

<http://bit.ly/2J9kP7d>

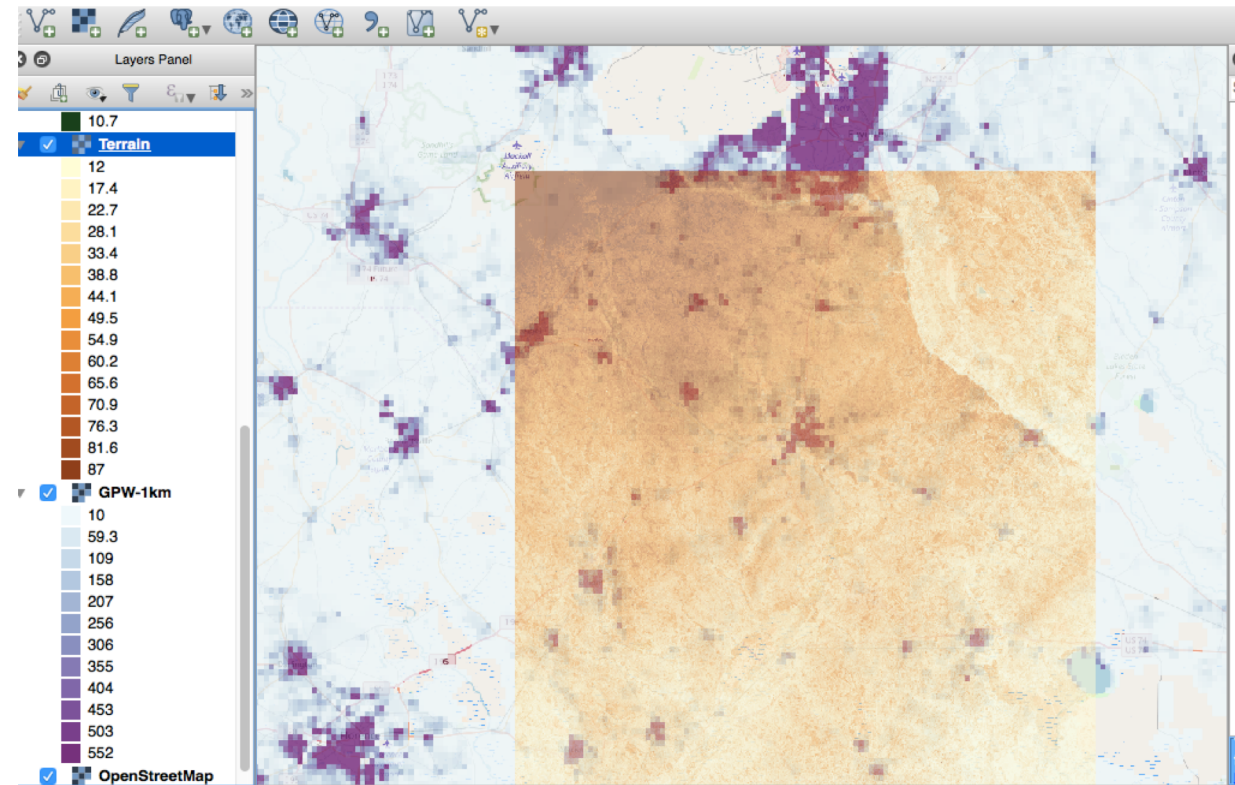
Fuente de la Imágenes: [WEBCRITECH - JRC](http://www.webcritech.com)

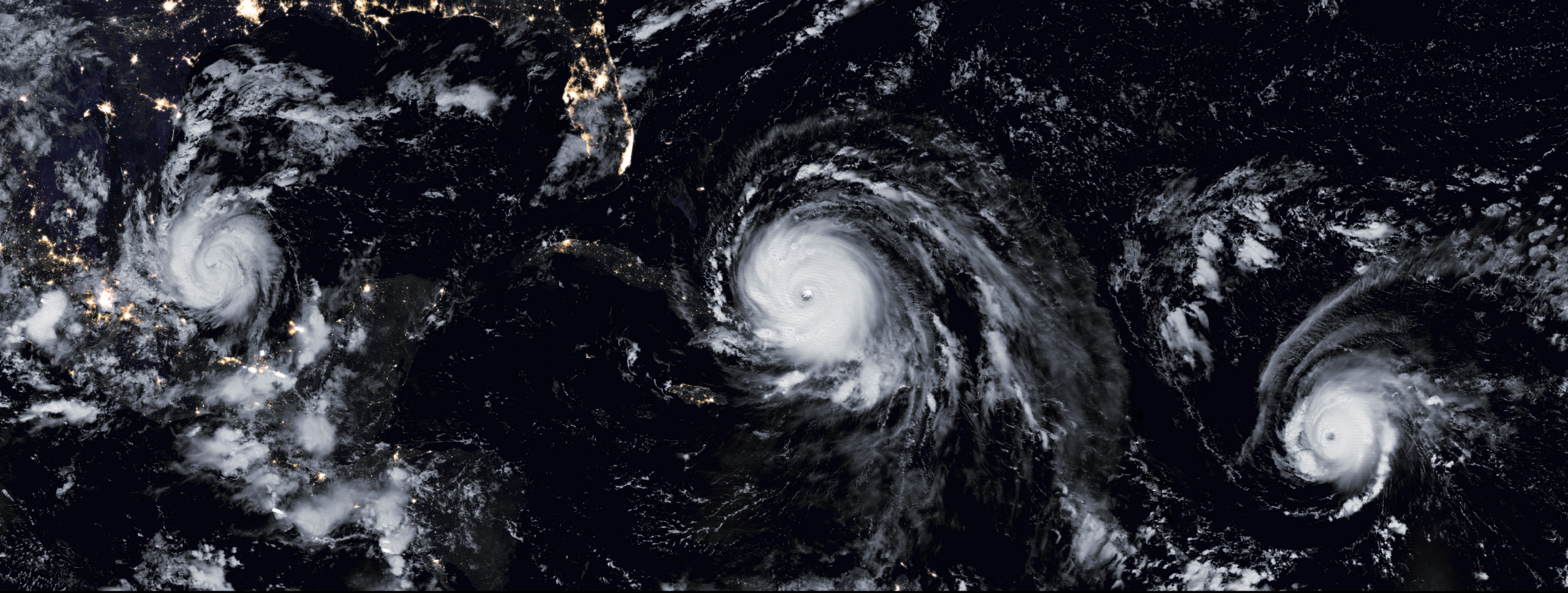


# Datos del Terreno, Rutas y la Población para la Planificación en Casos de Emergencia

- Terreno de SRTM, obtenido mediante GDEX:
  - <https://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>
- Densidad poblacional por km obtenido de SEDAC
  - <http://sedac.ciesin.columbia.edu/>
- Importar datos a un software geoespacial (ej. QGIS)

Carolina del Norte





El Monitoreo de Inundaciones Durante y Después de las Tormentas para la Planificación de Respuestas ante Emergencias

# La Detección de Inundaciones en Base a la Teledetección

Existen tres métodos para utilizar observaciones por teledetección para el monitoreo de inundaciones:

1. Modelos hidrológicos que derivan el flujo torrencial y esorrentía usando datos de precipitaciones y meteorológicos obtenidos por satélites y modelos
2. Infiriendo las condiciones de inundación en base a la precipitación derivada por satélites
3. La detección de aguas de inundación en superficies terrestres anteriormente secas usando observaciones de la cubierta terrestre derivadas por satélites

Nota: Cada herramienta para la inundación también utiliza datos producidos por modelos o adquiridos en la superficie aparte de datos satelitales

Aprenda más en la Capacitación Avanzada de ARSET: [Usando la Teledetección de la NASA para el Monitoreo y la Gestión de Inundaciones](#)





# Herramientas para Inundaciones en Base a la Precipitación

- ERDS usa GPM-IMERG
- GFMS usa datos del TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA)
- GFMS hará una transición a la utilización de datos de GPM-IMERG



# Extreme Rainfall Detection System (ERDS)

Sistema de Detección de Lluvias Extremas

<http://erds.ithacaweb.org/>

- Utiliza datos de precipitaciones de GPM IMERG en tiempo casi real y datos pluviales del NOAA Global Forecasting System\* (GFS) para el monitoreo y pronóstico de lluvia acumulada
  - Se usan datos medios de pluviómetros de base terrestre del Global Precipitation Climatology Center para calcular umbrales de lluvias extremas
- ERDS es una de las herramientas utilizadas por la Dependencia de Preparación y Respuesta ante Situaciones de Emergencia del Programa Mundial de Alimentos (PMA)

\*Sistema global de pronósticos



# Extreme Rainfall Detection System (ERDS)

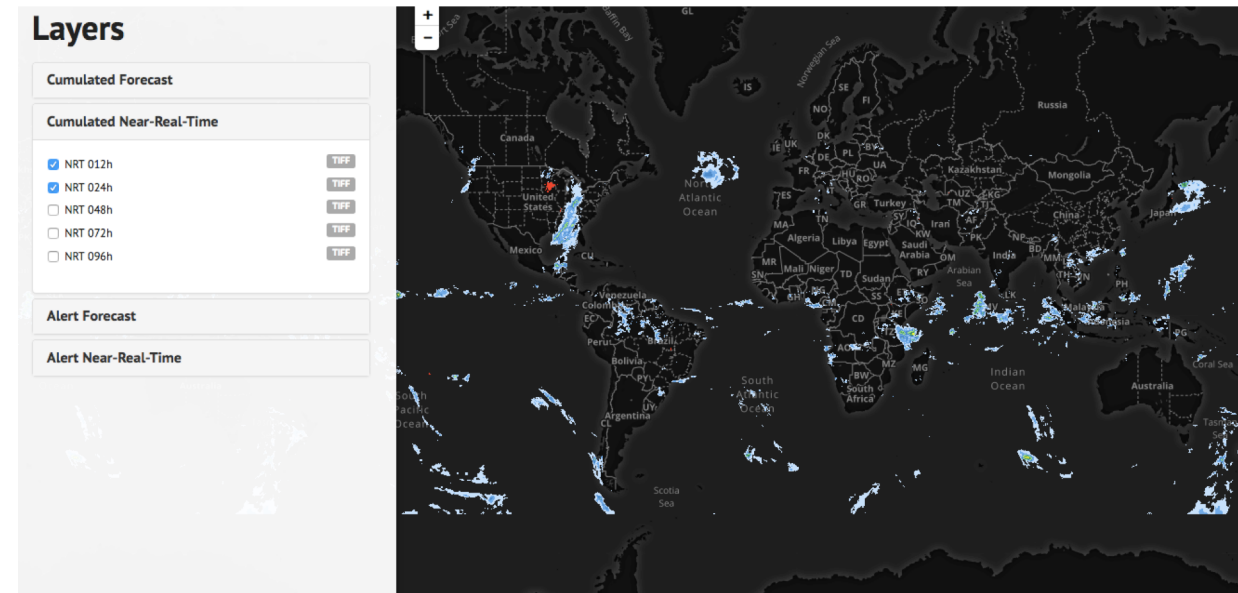
Sistema de Detección de Lluvias Extremas

<http://erds.ithacaweb.org/>

- Informa precipitación acumulativa en base a datos de IMERG en tiempo casi real y en el pronóstico de 6 días de GFS
- Emite alertas para lluvias extremas y la potencialidad de inundación
- Producto experimental – necesita verificación a escala local

Demostración de ERDS

## Lluvia Acumulada Durante 24 Horas



Última fecha analizada por GPM:

15 abr 2018 - 18:59 UTC

Última fecha analizada por GFS:

17 abr 2018 - 00:00 UTC



# Global Flood Monitoring System (GFMS)

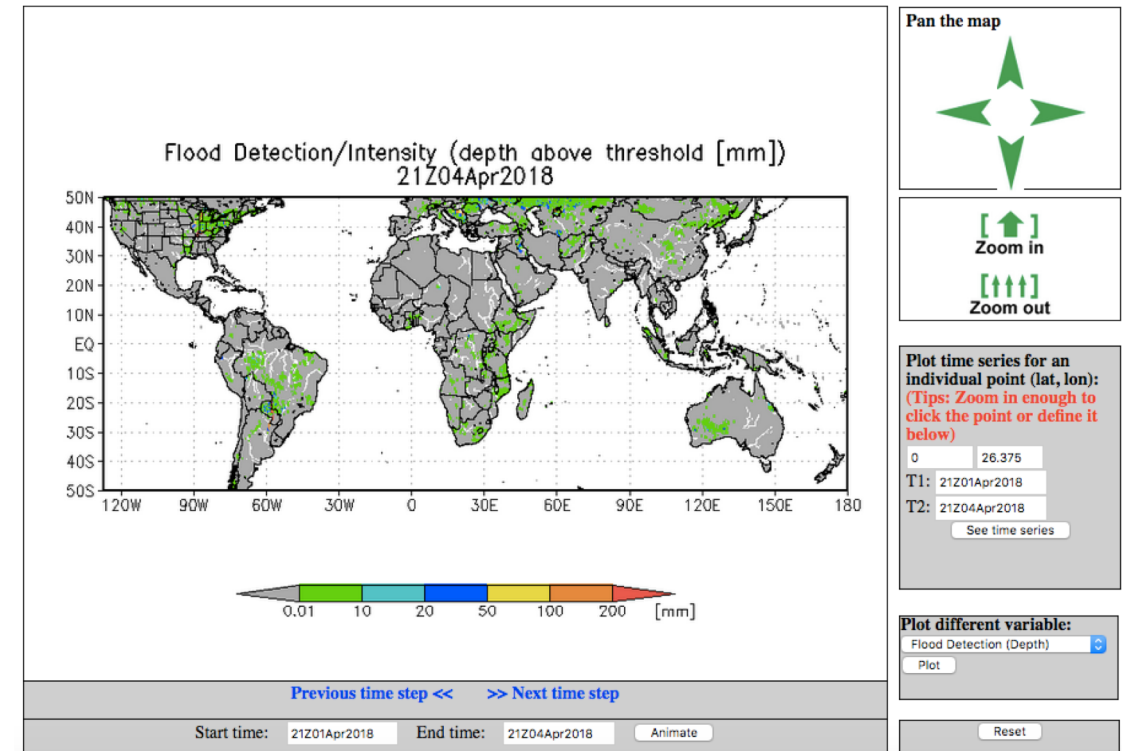
Sistema de Monitoreo Global de Inundaciones

<http://flood.umd.edu/>

- Produce mapas, series temporales y animaciones globales (50°S-50°N) de:
  - tasa pluvial instantánea cada 3 horas
  - lluvia acumulada durante 24, 72 y 168 horas
  - tasas de flujo torrencial e intensidad de inundación a  $\frac{1}{8}^{\text{vo}}$  de grado ( $\sim 12$  km) y a 1 km
  - Datos en tiempo casi real y archivos desde 2013

Nota: TRMM ya no está volando, pero se utiliza la calibración en base a TRMM para informar lluvias en tiempo casi real de una constelación de satélites nacionales e internacionales para aplicaciones para inundaciones. Datos de IMERG en tiempo casi real disponibles de: <ftp://jsimpson.pps.eosdis.nasa.gov>

## Funcionalidades Interactivas



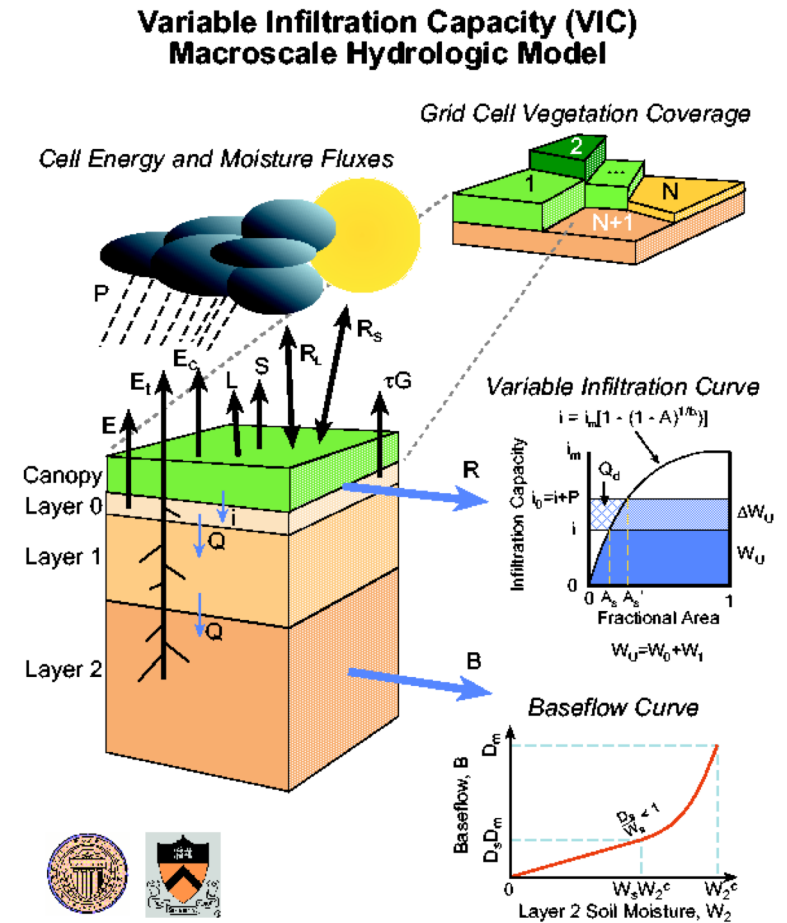
# GFMS

<http://flood.umd.edu/>

- Utiliza un modelo hidrológico junto con:
  - TMPA
  - Temperatura superficial y vientos del modelo de la NASA, Modern Era Retrospective Analysis for Research and Applications (MERRA)\*
  - Generación de escorrentía del modelo de Capacidad de Infiltración Variable (Variable Infiltration Capacity o VIC) de la Universidad de Washington
  - Modelo del enrutamiento de la escorrentía de la Universidad de Maryland

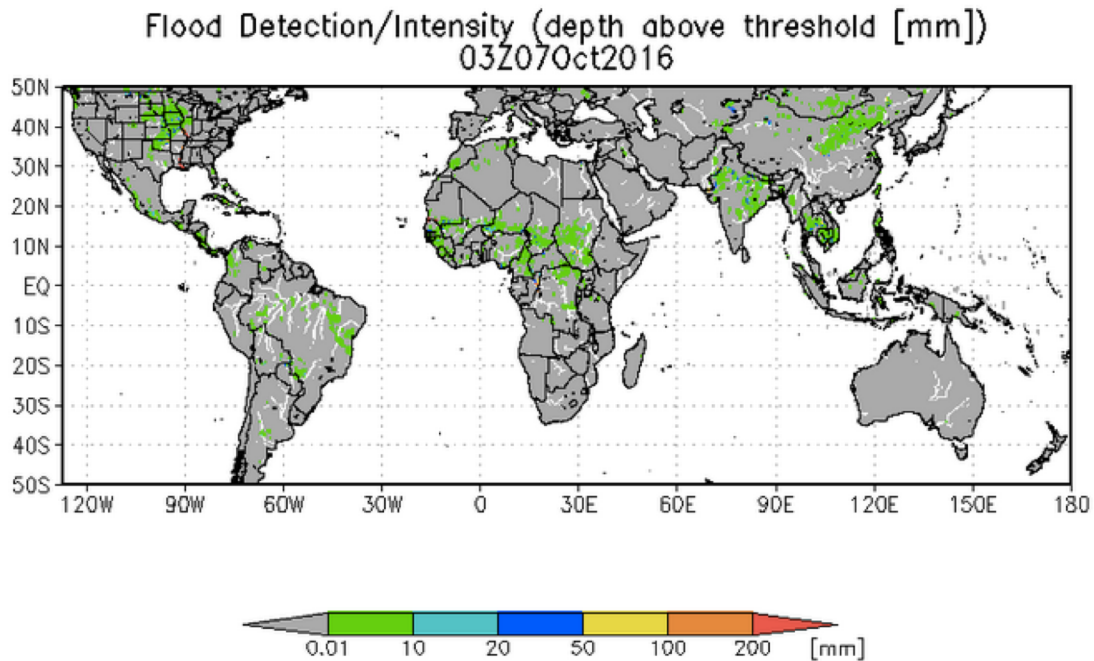
\*Análisis Retrospectivo de la Era Moderna Para Investigaciones y Aplicaciones

Fuente de la Imagen: [UW VIC Macroscale Hydrologic Model](#); References: Wu, H., R. F. Adler, Y. Tian, G. J. Huffman, H. Li, and J. Wang (2014), Real-time global flood estimation using satellite-based precipitation and a coupled land surface and routing model, *Water Resour. Res.*, 50, 2693-2717, doi:10.1002/2013WR0147  
Wu H., R. F. Adler, Y. Hong, Y. Tian, and F. Policell (2012), Evaluation of Global Flood Detection Using Satellite-Based Rainfall and a Hydrologic Model. *J. Hydrometeorol.*, 13, 1268-1284



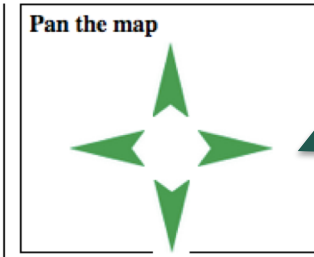
# GFMS

<http://flood.umd.edu/>

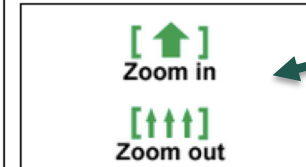


Previous time step << >> Next time step

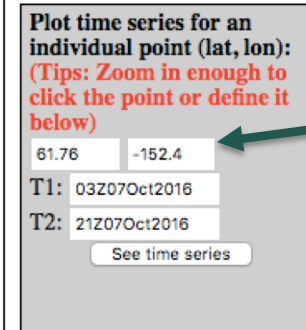
Start time: 03Z07Oct2016 End time: 21Z07Oct2016 Animate



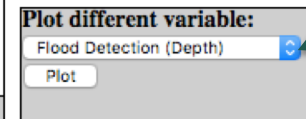
Navegar en el Mapa



Ampliar/reducir



Seleccionar punto individual en cuadrícula para datos de series temporales



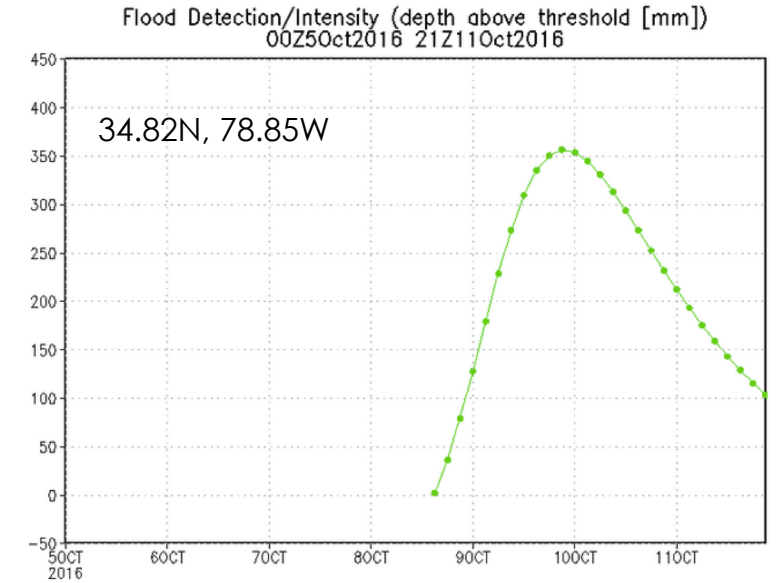
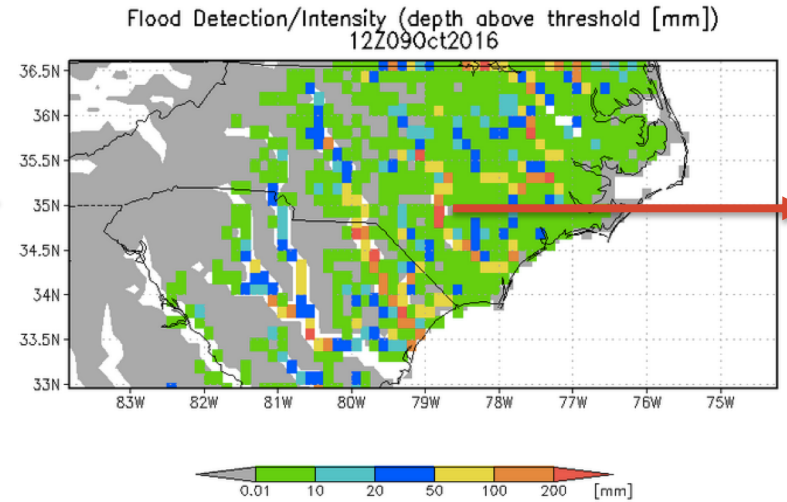
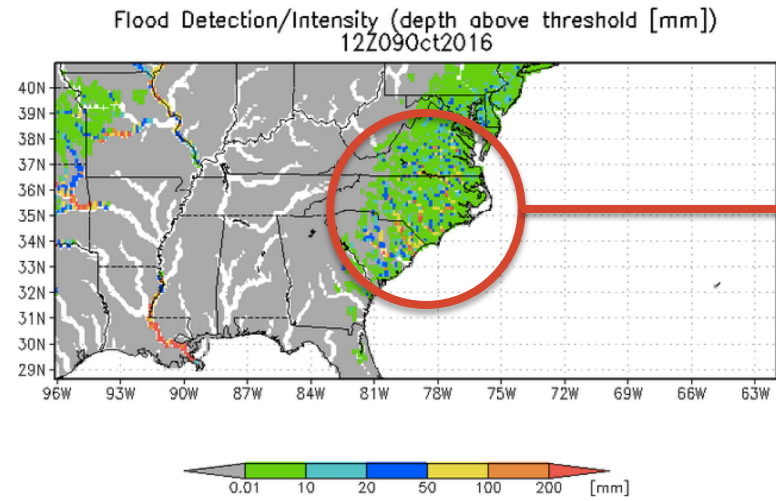
Representación gráfica de diferentes variables



Animación



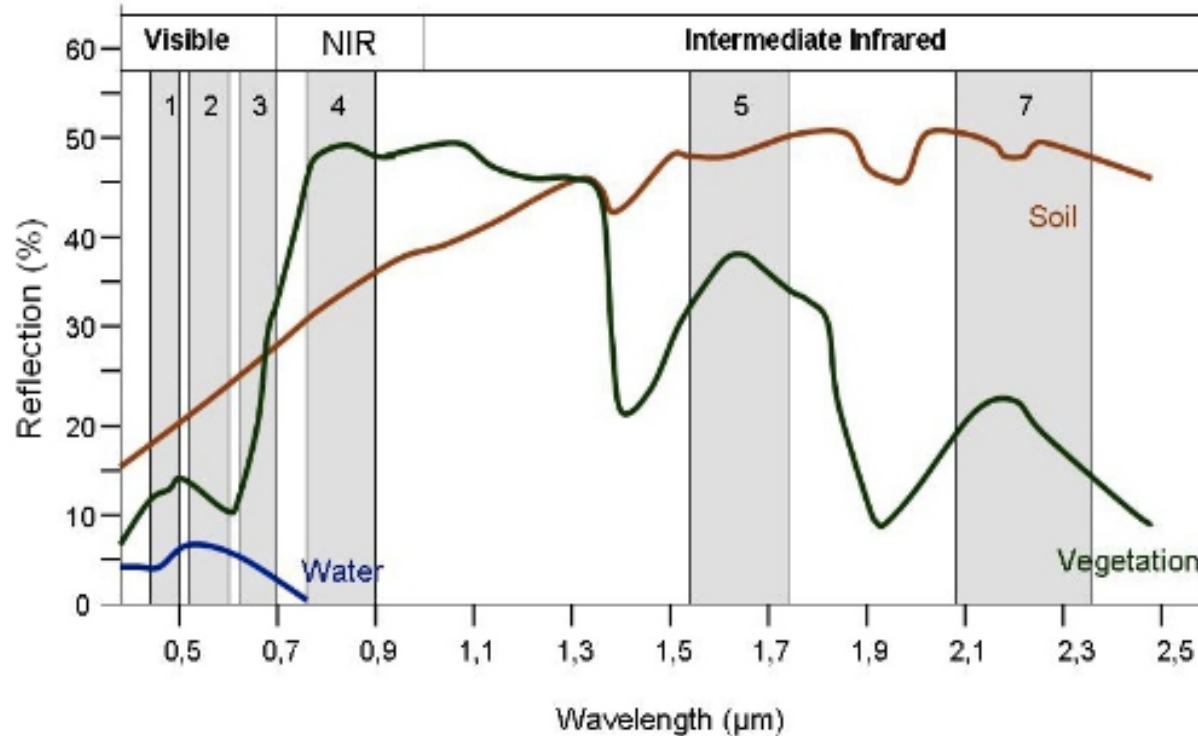
# GFMS: Inundación Causada por el Huracán Matthew



# Herramientas para Inundaciones en base a la Cubierta Terrestre

## Radiación Visible

- Reflejada por la superficie y depende del tipo de superficie



## Se Utiliza para el Mapeo de Inundaciones

- Fuente
  - Cambios en la reflectancia según el Terra/Aqua MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)
- Herramientas
  - Mapeo de Inundaciones de MODIS en tiempo casi real
  - El Observatorio de Inundaciones de Dartmouth

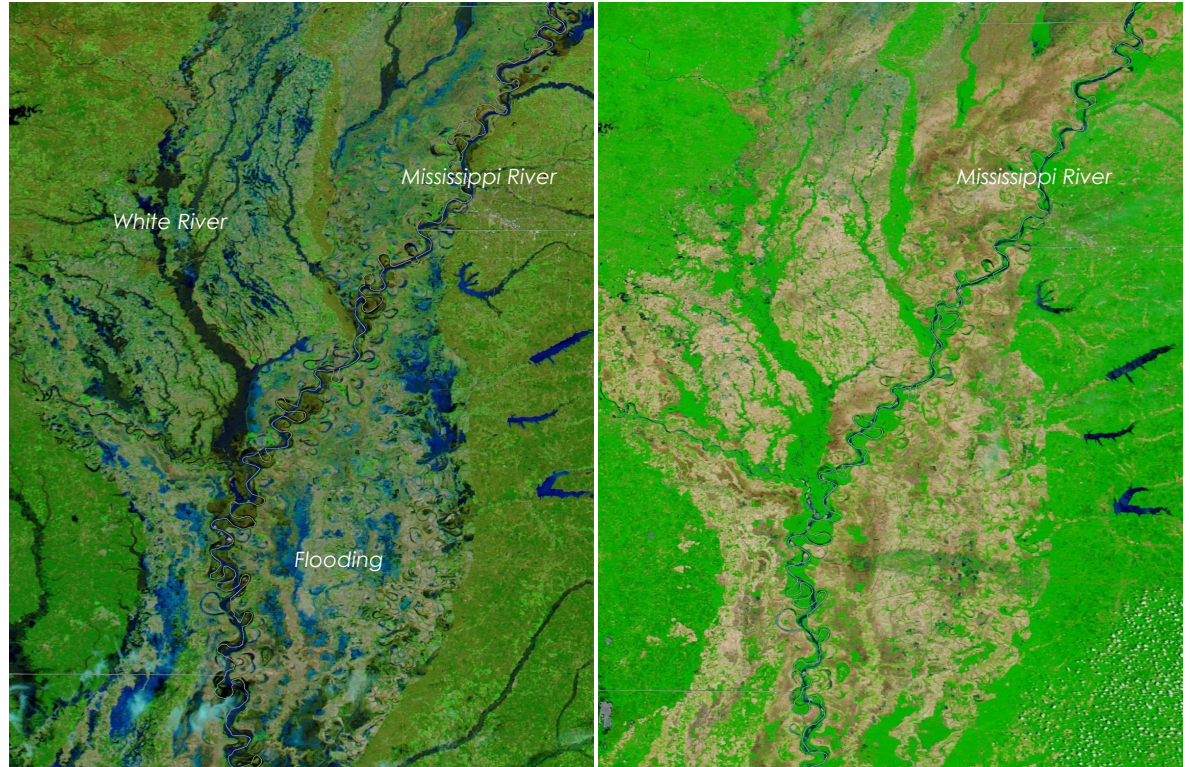




# El Mapeo de Inundaciones en base a MODIS

- MODIS brinda observaciones 1 o 2 veces al día
- Ciertas bandas indican agua en superficies previamente secas:
  - Banda 1: 620-670 nm
  - Banda 2: 841-876 nm
  - Banda 7: 2105-2155 nm
- El mapeo se hace con respecto a una base de datos sobre masas de agua de referencia global
- MODIS no puede ver la superficie en la presencia de nubes

## Inundación del río Mississippi 2016



MODIS (Aqua)  
15 mar. 2016

MODIS (Terra)  
13 may. 2016



# MODIS NRT Global Flood Mapping

<http://oas.gsfc.nasa.gov/>

- Basado en la reflectancia de MODIS a 250 m de resolución compuesta durante 2, 3 y 14 días
- Mapas de inundaciones disponibles en tejas de 10°x10°
- Datos sobre aguas permanentes y aguas de inundaciones superficiales disponibles
- Las nubes o sombras del terreno se pueden mal interpretar como agua en la superficie
- Ofrece mapeo de inundaciones en tiempo casi real desde enero de 2013

**NRT Global Flood Mapping**

**Global Map**  
Click for ArcGIS Portal map interface

10° Flood Map Tile Production

For more information, please contact floodmap at [lists.nasa.gov](mailto:lists.nasa.gov)  
**NOTE: THIS IS AN EXPERIMENTAL PRODUCT AND SYSTEM**

**News/Status**  
11-Nov-2014: ArcGIS Online Map available.  
10-Nov-2014: MODIS flood product evaluation report available.  
[> Go to News/Status page](#)

NASA Official: Frederick Policelli  
Page Last Updated: January 13, 2015  
[Privacy Policy & Important Notices](#)  
[Contact Us](#)



# MODIS NRT Global Flood Mapping: Cantidades Disponibles

<http://oas.gsfc.nasa.gov/>

| Products            |     | Available Downloads |     |
|---------------------|-----|---------------------|-----|
| MODIS Flood Map     | MFM | png                 |     |
| MODIS Flood Water   | MFW | shapefile (.zip)    | KMZ |
| MODIS Surface Water | MSW | shapefile (.zip)    | KMZ |
| MODIS Water Product | MWP | geotiff             |     |
| README              |     | pdf                 | txt |

(Productos)

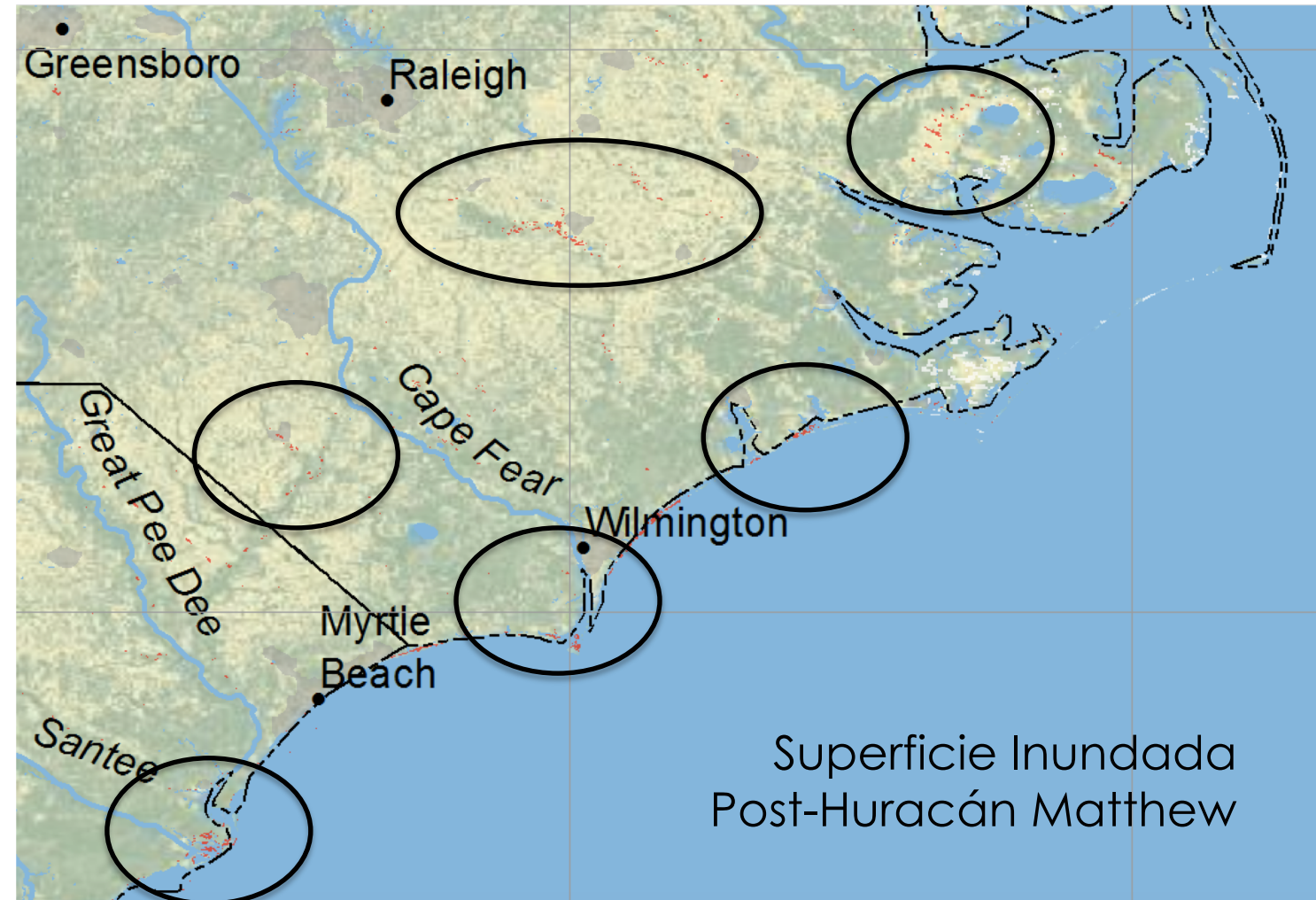
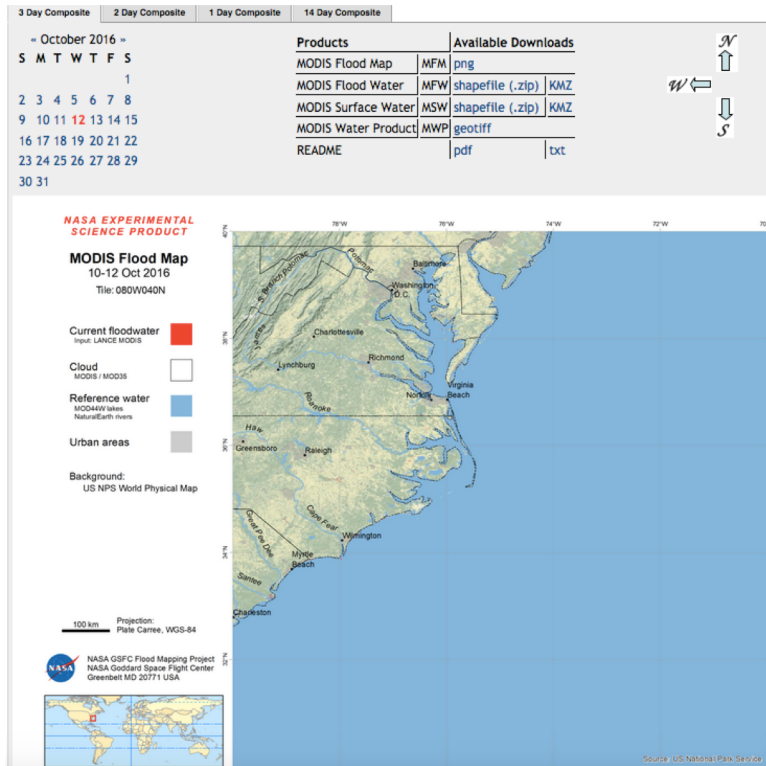
(Descargas Disponibles)



# MODIS NRT Global Flood Mapping: Carolina del Norte, 10 a 12 oct 2016

<http://oas.gsfc.nasa.gov/>

Teja 80W40N



Nota: MODIS no puede ver la superficie cuando hay nubes

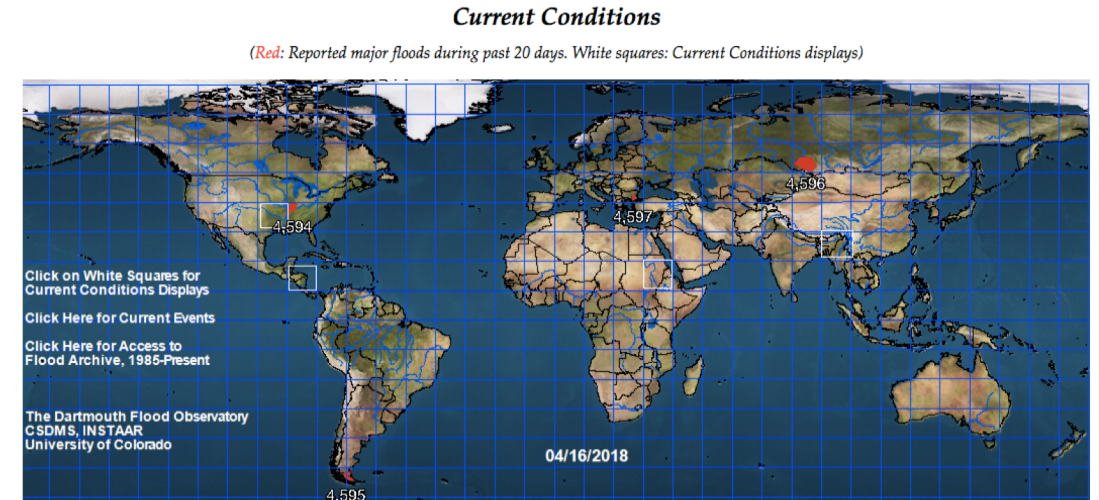


# Dartmouth Flood Observatory (DFO)

Observatorio de Inundaciones de Dartmouth

<http://floodobservatory.colorado.edu/>

- Utiliza el mapeo de inundaciones en base a la reflectancia de MODIS
  - igual que MODIS NRT
- También utiliza imágenes de Landsat 8, EO-1 y ASTER
  - usa radar de apertura sintética (SAR) de COSMO-SkyMed y Sentinel-1 cuando están disponibles
- Analiza eventos de inundación actuales con múltiples fuentes de datos, incluyendo informes mediáticos



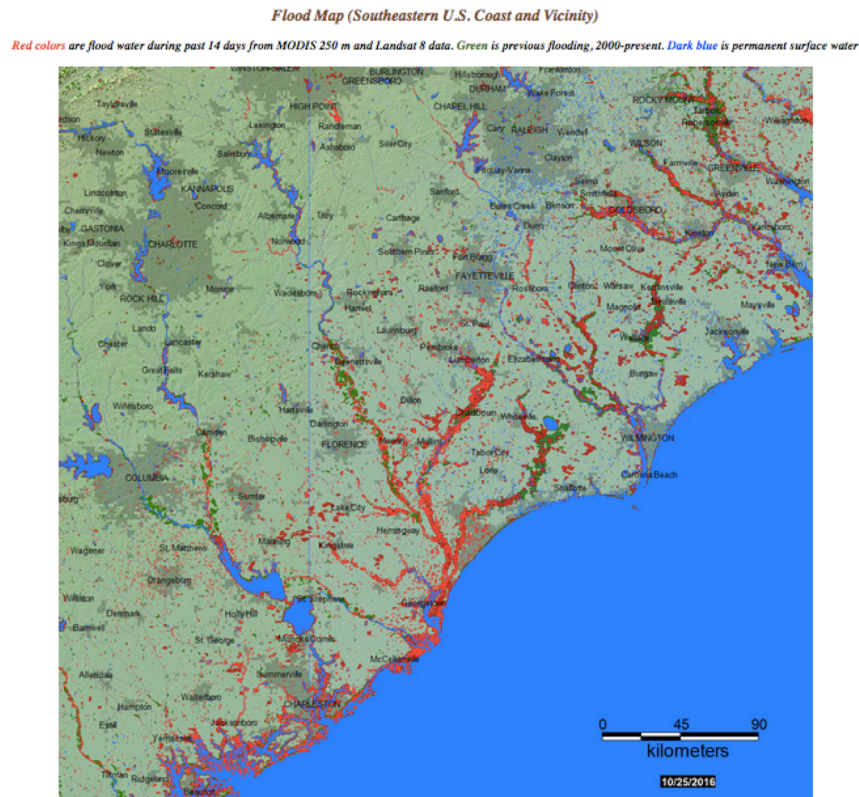
- Ofrece mapeo en tiempo casi real de inundaciones actuales y pasadas
- Las áreas rojas (imagen superior) indican superficies inundadas



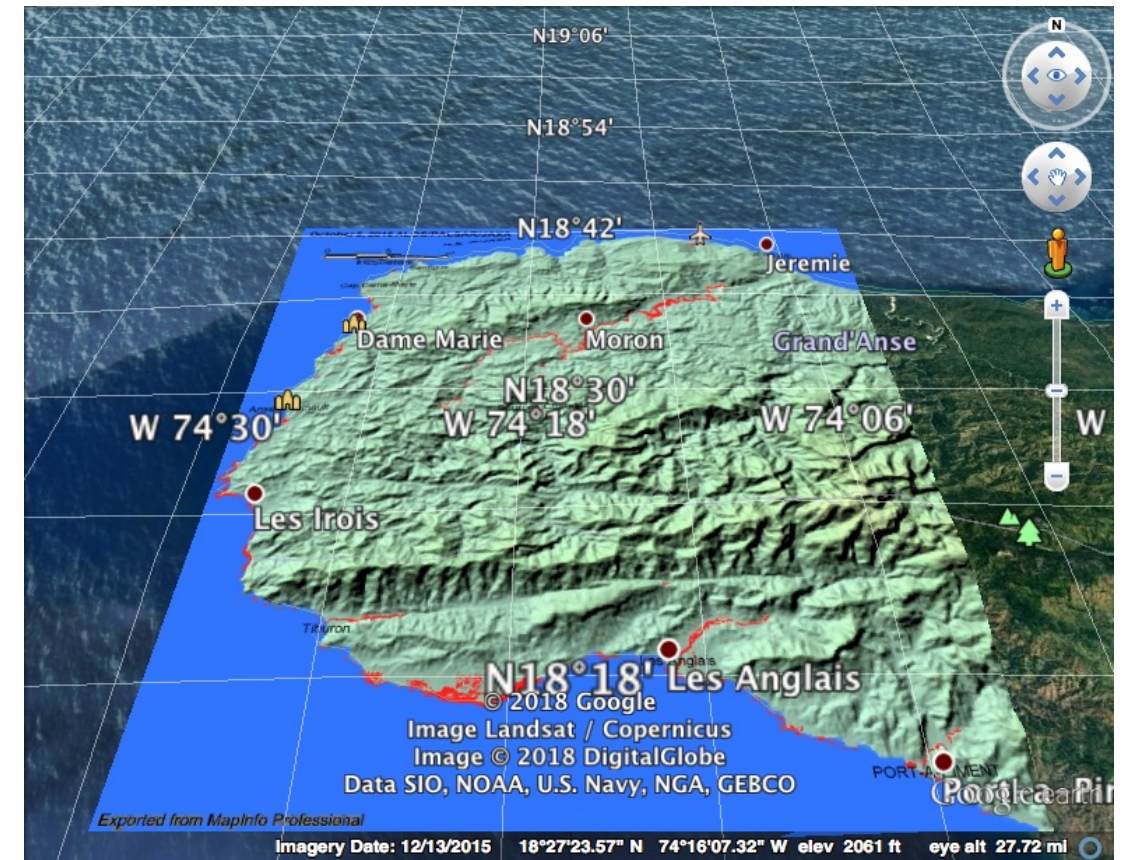
# DFO: Inundaciones Causadas por el Huracán Matthew

<https://floodobservatory.colorado.edu/Events/2016USA4402/2016USA4402.html>

Áreas Inundadas para los 14 Días Anteriores (MODIS)



Mapa de Inundaciones (Grand'Anse SUD, Haití)  
JAXA ALOS/PALSAR: 5 de octubre de 2016

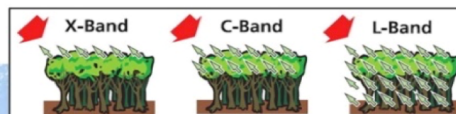


# Imágenes de Synthetic Aperture Radar (SAR) para la Detección de Inundaciones

- SAR es un sensor activo operando en las frecuencias de microondas– recoge la señal retrodispersada

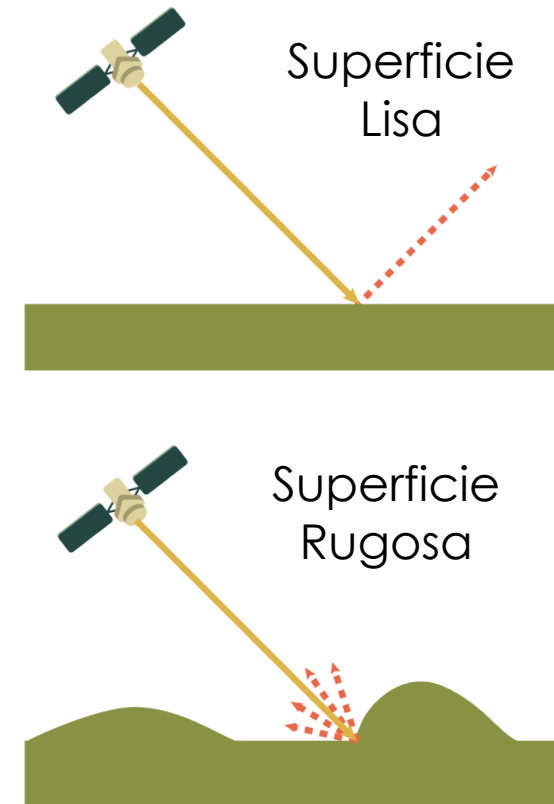
Commonly Used Frequency Bands

| Frequency band | Frequency range   | Application Example                       |
|----------------|-------------------|---|
| • VHF          | 300 KHz - 300 MHz | Foliage/Ground penetration, biomass       |
| • P-Band       | 300 MHz - 1 GHz   | biomass, soil moisture, penetration       |
| • L-Band       | 1 GHz - 2 GHz     | agriculture, forestry, soil moisture      |
| • C-Band       | 4 GHz - 8 GHz     | ocean, agriculture                        |
| • X-Band       | 8 GHz - 12 GHz    | agriculture, ocean, high resolution radar |
| • Ku-Band      | 14 GHz - 18 GHz   | glaciology (snow cover mapping)           |
| • Ka-Band      | 27 GHz - 47 GHz   | high resolution radars                    |





- La señal de la retrodispersión es sumamente sensible a la estructura de la superficie
- La escala de los objetos con relación a la longitud de onda determina cuán rugoso o liso aparecen en la señal de radar y cuán brillantes u oscuros aparecerán en la imagen <https://arset.gsfc.nasa.gov/disasters/webinars/intro-SAR>


## Mecanismos de Retrodispersión




# Datos de Radar de Diferentes Satélites

-  libremente accesibles
-  libremente accesibles y con plan confiable de adquisición repetida

Lo Antiguo:

 1978



SeaSAT

 1991-2011




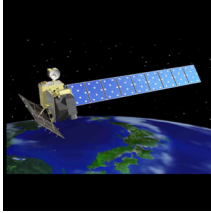
ERS 1/2

 2002-2012



ENVISAT

 2002-2012



ALOS-1

 1995-2013



Radarsat-1

Lo Nuevo:

 2007



TanDEM-X

 2007



Radarsat-2

 2007



COSMO-SkyMed

 2014




ALOS-2


 2014



Sentinel-1

Lo Futuro:

 2018



SAOCOM

 2018



PAZ SAR

 2018





RCM

 2021



NISAR

 2021



Biomass



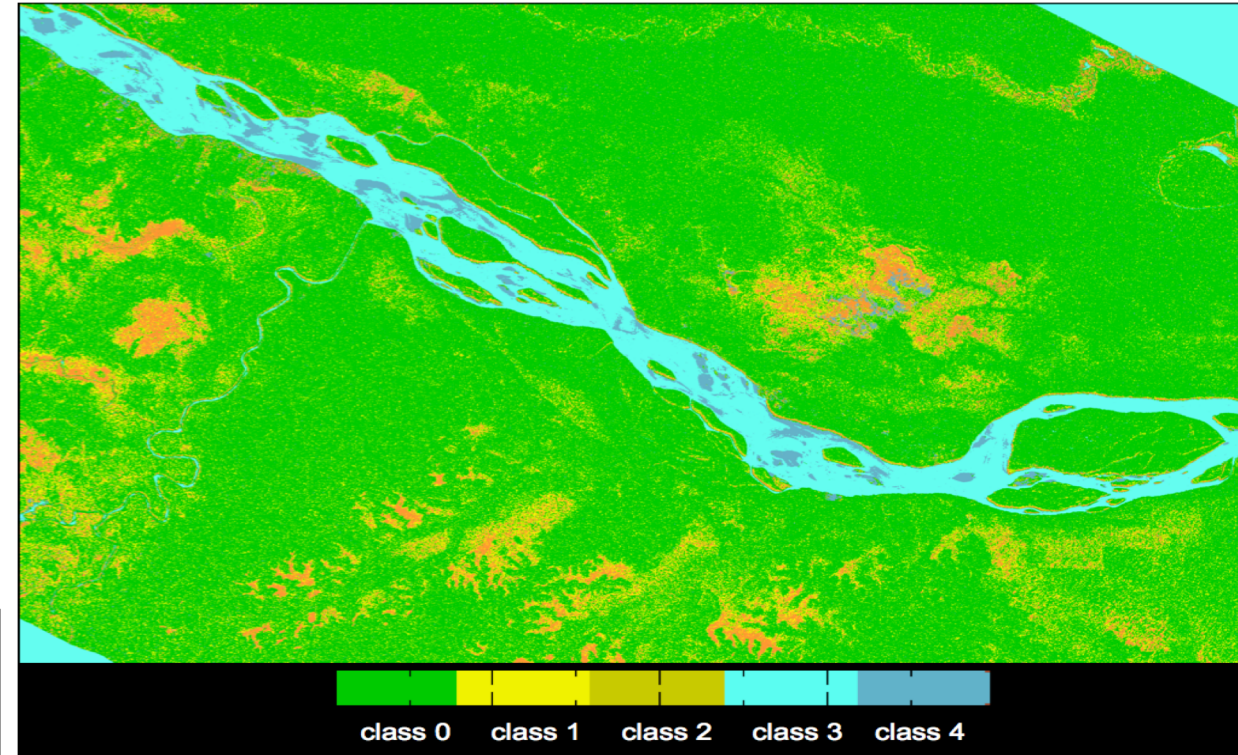


# Aplicaciones de SAR

1. Ecosistemas de Humedales
2. Estudios de Vegetación
- 3. Monitoreo de Desastres**
4. Subsistencia del Suelo
5. Criosfera
6. Océanos
7. Cambios en Áreas Urbanas/  
Infraestructura

A diferencia de los sensores ópticos, como MODIS y VIIRS, por ejemplo, ¡el SAR de microondas puede ver a través de las nubes!

## Clasificación Basada en Observaciones de SAR



**Verde:** no inundada

**Amarillo** y **Anaranjado:** vegetación inundada

**Azul** (claro y oscuro): aguas abiertas



# Procesamiento de Imágenes de SAR de Sentinel 1

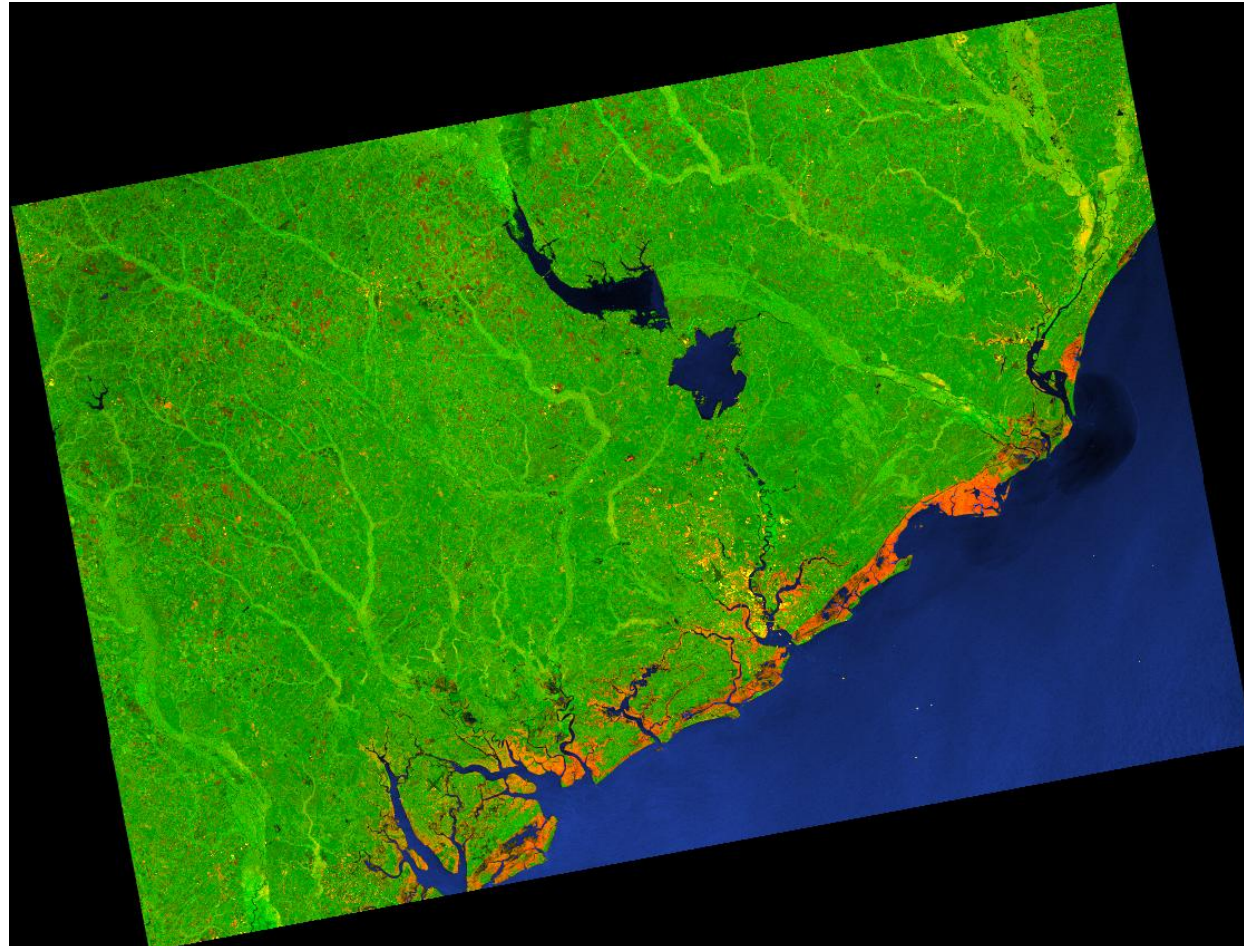
- Los datos de Sentinel-1 SAR están disponibles en:
  - <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>
- Los datos de Sentinel-1 SAR se pueden procesar usando la caja de herramientas Sentinel-1 Application Toolbox (SNAP)
- SNAP es un conjunto de herramientas de fuente abierta que se puede descargar aquí:
  - <http://step.esa.int/main/download/>
- El procesamiento de imágenes de SAR es complejo y requiere capacitación avanzada
- Para mayor información vea
  - <https://arset.gsfc.nasa.gov/disasters/webinars/intro-SAR>

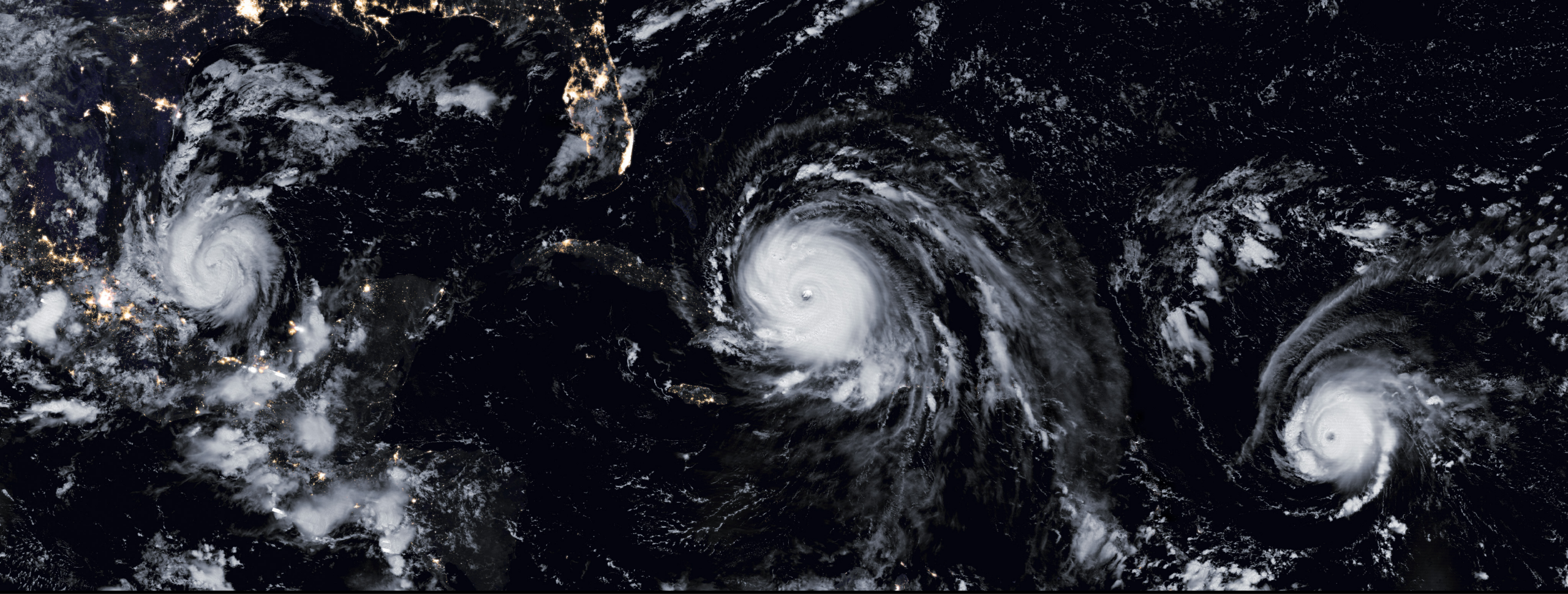
ARSET ofrecerá una capacitación en línea avanzada sobre datos y aplicaciones de SAR en julio de 2018



# Imágenes de Sentinel 1 SAR: Antes y Después del Huracán Matthew

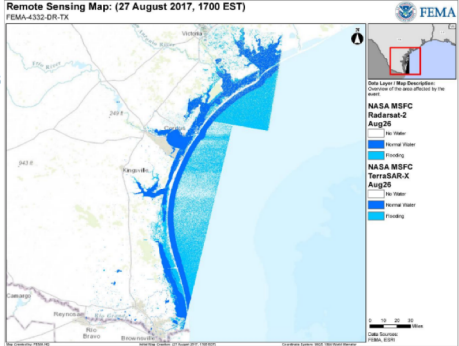
Inundación Costera en Carolina del Norte





Ejemplos de Aplicaciones de Datos por  
Teledetección de la NASA

# Datos de la NASA para la FEMA\* Después del Huracán Harvey



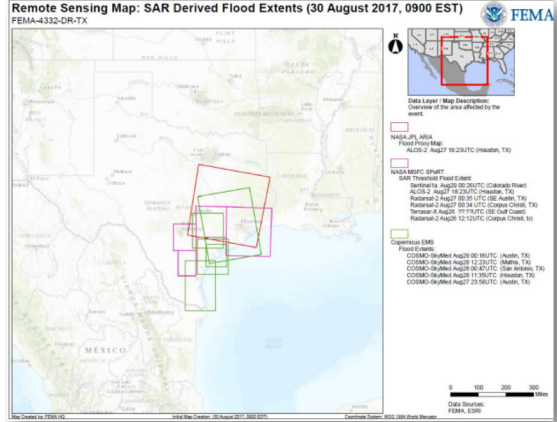
27 de agosto:  
Un breve de la FEMA incluye un Mapa de SAR de la extensión de umbrales de inundación y un pedido para UAV SAR

SAR Threshold Flood Extent Map provided from NASA MSFC showing normal/daily water areas (dark blue) vs. likely flooded areas (light blue). Image created using Radarsat-2 and TerraSAR-X collections from 8/26; threshold may be affected by signal from wind or other constraints (e.g., moist agricultural fields, sensor resolution, etc.)



4 de septiembre:  
Se publican nuevas extensiones de inundaciones derivadas de COSMO-SkyMed (Copernicus) y SPOT6 (NASA MSFC)

25 de agosto:  
El huracán Harvey toca tierra

31 de agosto:  
Productos de la teledetección de la NASA disponibles en el servidor FTP de la FEMA  
NASA MSFC y JPL generan extensiones de inundaciones en base a datos de ALOS-1 y Sentinel

\*Siglas de "Federal Emergency Management Agency"– Agencia Federal para la Gestión de Desastres



# Datos de la NASA para la FEMA\* Después del Huracán Harvey

## Index of /NationalDisasters/HurricaneHarvey/Data/RemoteSensing/NASA



| <u>Name</u>  | <u>Last modified</u> | <u>Size</u> | <u>Description</u> |
|--|----------------------|-------------|--------------------|
| <a href="#">Parent Directory</a>   |                      | -           |                    |
| <a href="#">20170826_000000_TsX_thresh025sd_WGS84.zip</a>                                    | 27-Aug-2017 18:28    | 15M         |                    |
| <a href="#">20170826_NASA_MSFC_Radarsat2_SARThresholdFloodExtent.zip</a>                     | 27-Aug-2017 13:32    | 4.4M        |                    |
| <a href="#">20170827_182327_alos2_threshold00sd_WGS84.zip</a>                                | 29-Aug-2017 13:00    | 9.6M        |                    |
| <a href="#">20170827_ARIA_FPM_ALOS-2_f3000_v0.1.zip</a>                                      | 28-Aug-2017 18:30    | 3.5M        |                    |
| <a href="#">20170828_0034UTC_msfc_rs2_simpleThresh_1sd.zip</a>                               | 29-Aug-2017 12:40    | 12M         |                    |
| <a href="#">20170828_0035UTC_msfc_rs2_simpleThresh_1sd.zip</a>                               | 29-Aug-2017 13:11    | 8.6M        |                    |
| <a href="#">20170829_002620_S1A_SARsimpleThresh_NASA_MSFC.tiff</a>                           | 30-Aug-2017 13:25    | 126M        |                    |
| <a href="#">20170829_123050_S1A_SARsimpleThresh_NASA_MSFC_WGS84.tiff</a>                     | 31-Aug-2017 16:25    | 134M        |                    |
| <a href="#">20170830_001700_S1B_SARsimpleThresh_NASA_MSFC.tiff</a>                           | 31-Aug-2017 16:25    | 22M         |                    |
| <a href="#">ARIA_FPM_ALOS-2_v0.2_f3000.tiff</a>  | 31-Aug-2017 17:07    | 275M        |                    |
| <a href="#">ARIA_FPM_ALOS-2_v0.2_f3050.tiff</a>  | 31-Aug-2017 17:07    | 274M        |                    |
| <a href="#">ARIA_FPM_Sentinel-1_v0.2_GeoTIFF.zip</a>   | 31-Aug-2017 14:54    | 5.2M        |                    |
| <a href="#">SP06N27_763522W096_7815162017083000000000MS00_GG003002001_water_20170830.zip</a> | 04-Sep-2017 12:07    | 385K        |                    |
| <a href="#">SP06N28_572766W096_1985882017083000000000MS00_water_20170830.zip</a>             | 04-Sep-2017 12:07    | 1.0M        |                    |
| <a href="#">SP06N28_918559W095_6180512017083000000000MS00_GG003002001_water_20170830.zip</a> | 04-Sep-2017 12:07    | 885K        |                    |
| <a href="#">SP06N29_273468W096_1994622017083000000000MS00_GG003002001_water_20170830.zip</a> | 04-Sep-2017 12:08    | 2.3M        |                    |

available  
IO-  
is) and  
)

erver  
od

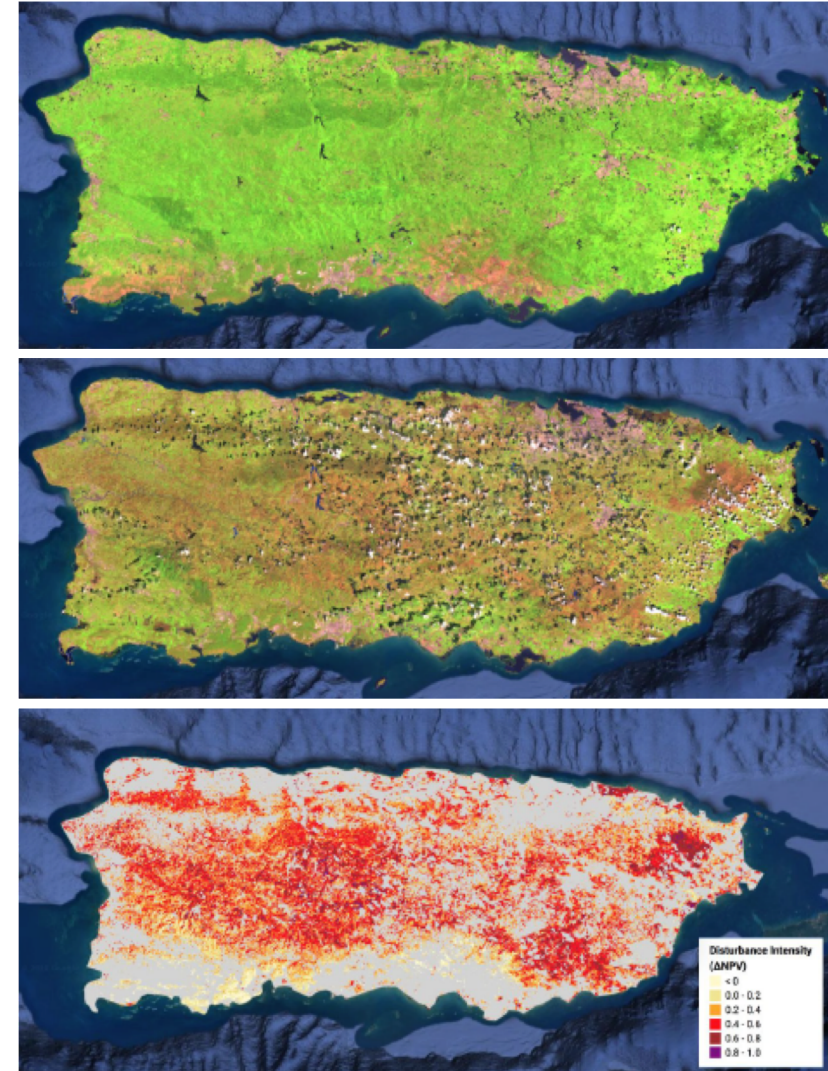
\*Siglas de "Federal Emergency Management Agency"– Agencia Federal para la Gestión de Desastres



# Catalogando Cambios en la Vegetación en Puerto Rico Después del Huracán María

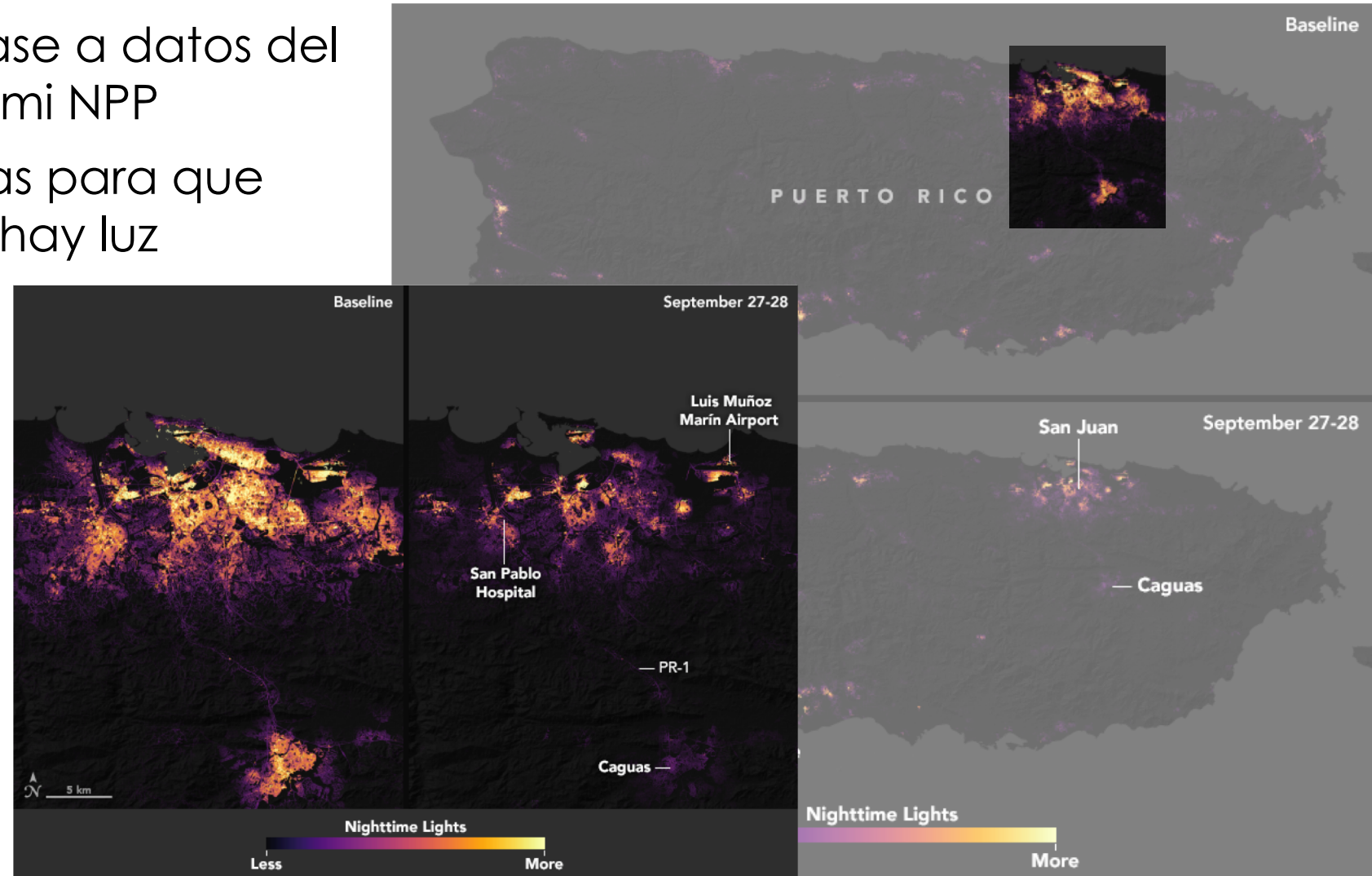
- La cantidad de disturbios forestales en Puerto Rico como resultado del Huracán María (sep. 2017)
- Se utilizaron escenas de Landsat 8
- Imagen superior: Imagen Pre-María de color falso de Landsat 8
- Imagen del medio: Imagen Post-María de color falso de Landsat 8
  - las áreas altamente afectadas aparecen como grandes incrementos de Infrarroja onda corta (SWIR por sus siglas en inglés)- rojo en este mapa
- Imagen inferior: mapa de cambios en la vegetación no-fotosintética (NPV por sus siglas en inglés) – madera expuesta y hojarasca superficial

Feng, Y., Negron-Juarez, R., Patricola, C. M., Collins, W. D., Uriarte, M., Hall, J.S., Clinton, N., Chambers, J. (2018). Rapid remote sensing assessment of impacts from hurricane maria on forests of puerto rico. PeerJ PrePrints, <http://dx.doi.org/10.7287/peerj.preprints.26597v1>



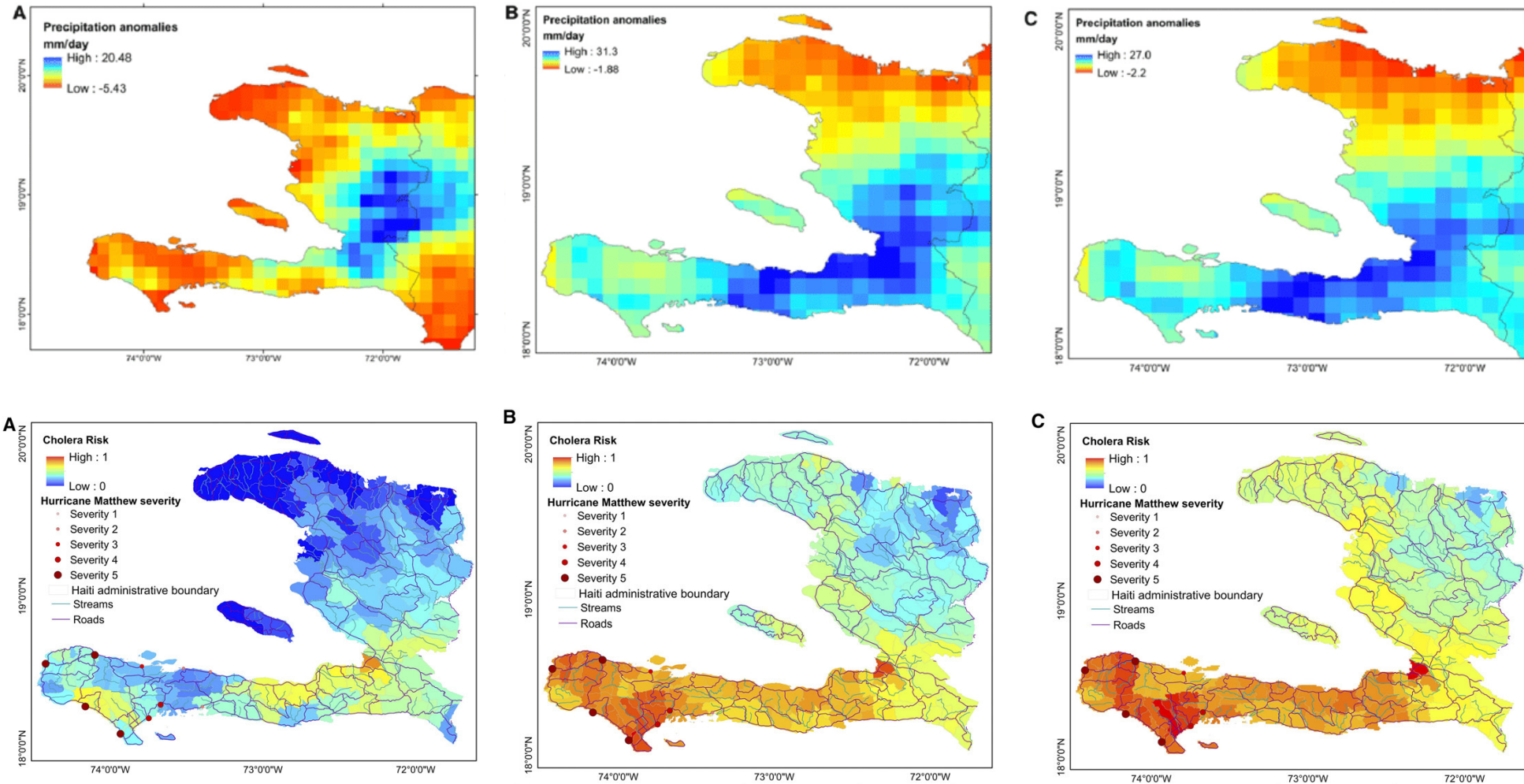
# El Monitoreo de Apagones Causados por el Huracán María

- Imagen generada en base a datos del satélite NASA-NOAA Suomi NPP
- Se comunica a socorristas para que sepan rápido dónde no hay luz



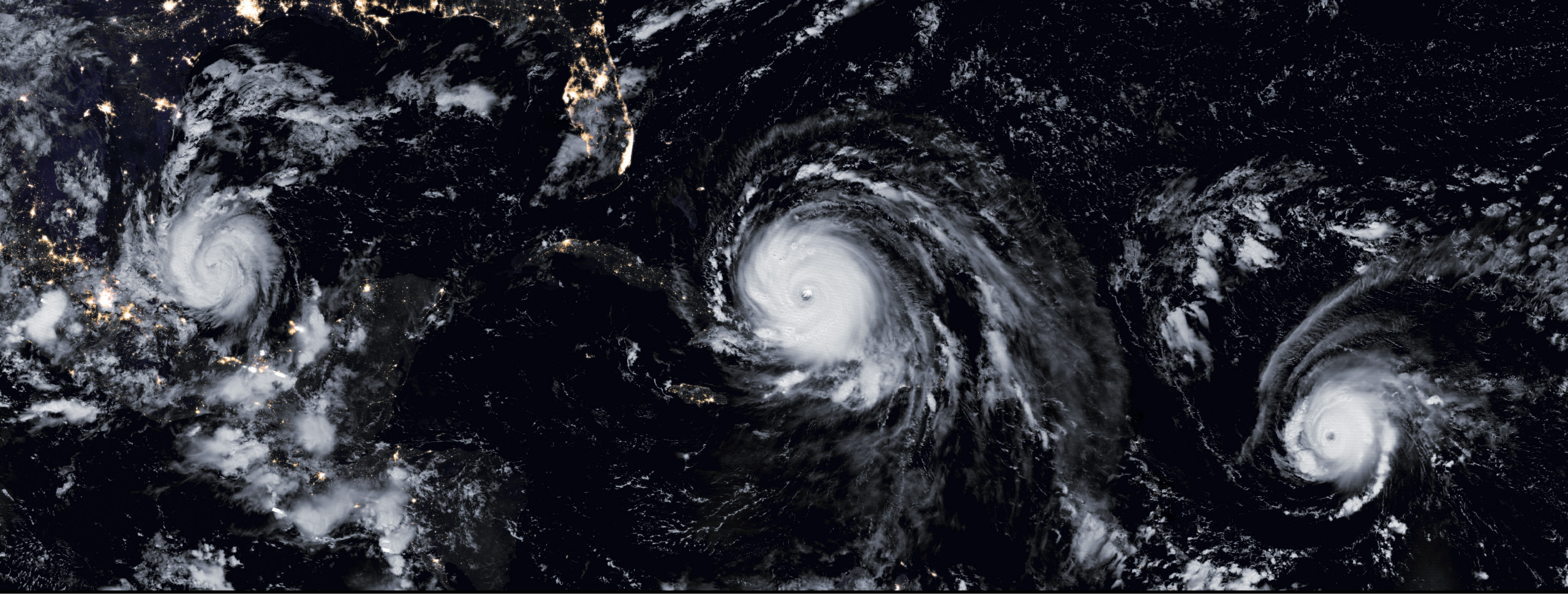


# GPM Utilizado para Estimar el Riesgo de Cólera Después del Huracán Matthew



Khan, R., Anwar, R., Akanda, S., McDonald, M., Huq, A., Jutla, A., Colwell, R. (2017) Assessment of Risk of Cholera in Haiti Following Hurricane Matthew. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, <http://www.ajtmh.org/content/journals/10.4269/ajtmh.17-0048>





Demostración de Estudios de Caso

# Resumen

- Los datos de la NASA por teledetección y de modelos de sistemas terrestres **complementan los datos operativos de tormentas tropicales** de centros como el NHC, CPHC, JTWC y fortalecen la capacidad de monitoreo de tormentas durante las diferentes etapas: iniciación, propagación y disipación
- En dado punto, los datos de la NASA se pueden utilizar en la toma de decisiones para prepararse en caso de emergencias al habilitar su acceso antes, durante y después de las condiciones tormentosas, específicamente:
  - Vientos y Presión al Nivel del Mar (GEOS-5)
  - Precipitación (GPM IMERG)
  - Imágenes de Color Real (MODIS, VIIRS)
  - Inundación Fluvial y Superficies Inundadas (ERDS, GFMS, MODIS Inundation Mapping y el Dartmouth Flood Observatory)
  - Imágenes de Luces Nocturnas (VIIRS)
- La NOAA y JRC ofrecen la capacidad de monitoreo de marejadas ciclónicas



# Resumen

- La preparación y respuesta ante emergencias y las operaciones de auxilio pueden beneficiarse del uso combinado de
  - Datos meteorológicos
  - Datos de inundaciones
  - Datos del terreno
  - Datos socioeconómicos



# Aplicaciones de Datos por Teledetección para la Preparación y Planificación en Caso de Emergencias

- Los datos satelitales brindan un historial comprensivo de trayectos, intensidad, precipitaciones e inundaciones relacionadas con tormentas
  - GOES-5, TMPA/IMERG y MODIS tienen un registro histórico combinado de ~20 años
- La combinación con datos in situ sobre daños, destrucción e impactos económicos por tormentas puede ayudar en la toma de decisiones

- Monitoreo de vientos, lluvias e inundaciones
- Áreas bajas
- Calles y rutas inundadas

| Now/Prepare  | During/Survive   | After/Be Safe  |
|--|--|--|
| <p><b>Sign up</b> for local alerts and warnings. Monitor local news and weather reports.</p> <p><b>Prepare to evacuate</b> by testing your emergency communication plan(s), learning evacuation routes, having a place to stay, and packing a “go bag.”</p> <p><b>Stock emergency supplies.</b></p> <p><b>Protect your property</b> by installing sewer backflow valves, anchoring fuel tanks, reviewing insurance policies, and cataloging belongings.</p> <p><b>Collect and safeguard</b> critical financial, medical, educational, and legal documents and records.</p> | <p><b>Follow guidance</b> from local authorities.</p> <p><b>If advised to evacuate</b>, grab your “go bag” and leave immediately.</p> <p><b>For protection from high winds</b>, stay away from windows and seek shelter on the lowest level in an interior room.</p> <p><b>Move to higher ground</b> if there is flooding or a flood warning.</p> <p><b>Turn Around Don't Drown.®</b> Never walk or drive on flooded roads or through water.</p> <p><b>Call 9-1-1</b> if you are in life-threatening danger.</p> | <p><b>Return to the area</b> only after authorities say it is safe to do so. Do not enter damaged buildings until they are inspected by qualified professionals.</p> <p><b>Never walk or drive</b> on flooded roads or through floodwaters.</p> <p><b>Look out</b> for downed or unstable trees, poles, and power lines.</p> <p><b>Do not remove heavy debris</b> by yourself. Wear gloves and sturdy, thick-soled shoes to protect your hands and feet.</p> <p><b>Do not drink tap water</b> unless authorities say it is safe.</p> |

**For more resources about hurricane risk, visit [ready.gov/prepare](https://ready.gov/prepare)**

- Monitoreo de inundaciones
- Monitoreo de apagones con imágenes de luces nocturnas

Fuente de la Imagen: [FEMA](https://www.fema.gov)



# Ventajas y Limitaciones de los Datos por Teledetección

- Los datos por teledetección y de modelos ofrecen una cobertura mundial
- Los datos son de fuente abierta y están disponibles no sólo para el monitoreo en tiempo casi real sino también para tormentas anteriores, los cuales, junto con datos in situ y de impactos, pueden servir para desarrollar estrategias de preparación para emergencias
- Las herramientas de datos de la NASA fortalecen las capacidades de acceso, análisis y visualización fáciles, lo cual es conveniente para el monitoreo de situaciones de emergencia
- Los datos de la NASA cubiertos aquí son el resultado de investigaciones y se recomienda validarlos con datos locales/regionales
- Los datos por teledetección y de modelos de varias fuentes tienen diferentes resoluciones espacial y temporal – esto a menudo requiere análisis adicional para aplicaciones cuantitativas (ej. Integración en un GIS o un modelo hidrológico)





¡Gracias!