



ARSET

Applied Remote Sensing Training

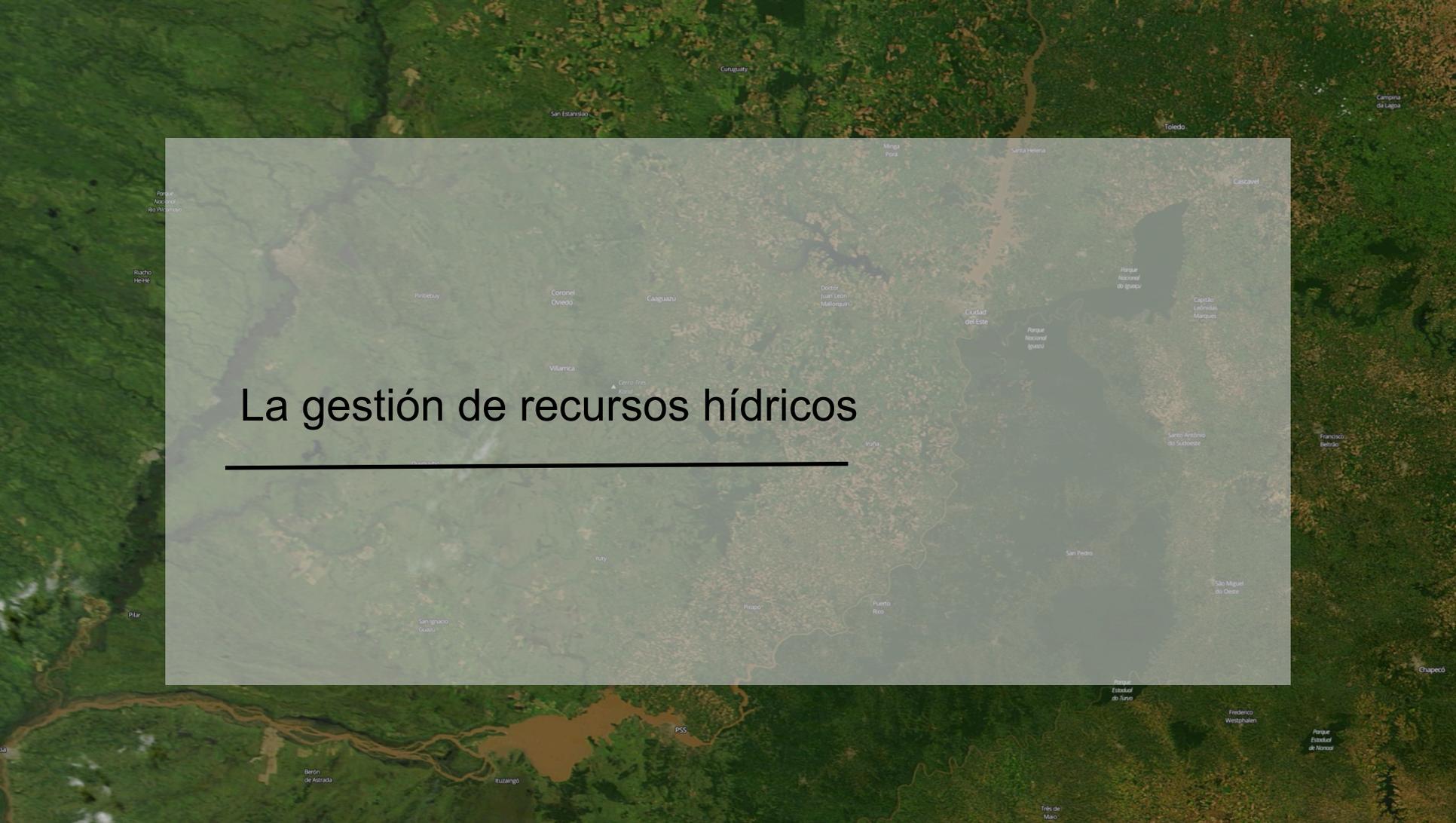
<http://arset.gsfc.nasa.gov>

 @NASAARSET

Satélites y modelos de sistemas terrestres de la NASA para la gestión de recursos hídricos

Resumen

- La gestión de recursos hídricos
- Panorama de los satélites y modelos de la ciencia terrestre para la gestión de recursos hídricos
- Satélites y sensores
- Modelos de sistemas terrestres
- Aplicaciones de datos

An aerial photograph of a region in Colombia, showing a dense network of rivers and green forest. A semi-transparent grey overlay covers the central part of the image. Overlaid on this is a map with various place names and geographical markers. A large title is centered on the overlay, with a horizontal line underneath it.

La gestión de recursos hídricos

Cumagraty

San Estanislao

Toledo

Campo de Laguna

Parque Nacional de Páramos

Riacho HeHe

Piribebuy

Coronel Oviedo

Caaguazú

Doctor Juan León Mallorquín

Ciudad del Este

Parque Nacional de Iguazú

Capitán Leóndas Marqués

Cancavel

Villarrica

Cerro Tres Cerros

Itúa

Santo Anselmo de Subarate

Francisco Beltrán

Yuty

San Pedro

Sdo Miguel de Dique

Pilar

San Ignacio Cuabío

Pirapó

Puerto Rico

Chaperó

Parque Estadual do Turvo

Frederico Westphalen

PSS

Berón de Astrada

Ruzangó

Tirol de Maio

Parque Estadual de Itaipava

La gestión de recursos hídricos

- Para una gestión hidrológica sostenible, es crítico tener estimaciones exactas de los componentes del ciclo hidrológico



Gestión de recursos hídricos

Componentes del agua dulce

Sobre una cuenca hidrológica, fluvial, o una región:

- La precipitación (lluvia, nieve) es la fuente principal de agua dulce
 - A nivel regional, el flujo torrencial, los lagos, la humedad del suelo, y las aguas subterráneas también contribuyen a la disponibilidad de agua dulce
 - La evaporación y la evapo-transpiración a través de la pérdida de agua dulce a la atmósfera y la fuga de la escorrentía contribuyen al agotamiento del agua dulce disponible
- La disponibilidad de agua dulce superficial, W , se controla mayormente de la siguiente manera:
 - $W = (\text{Precipitación} + \text{escorrentía en la región}) - (\text{Evaporación/Evapotranspiración} + \text{fuga de escorrentía} + \text{infiltración})$

Información acerca del agua dulce

- No todos los componentes del ciclo hídrológico son fáciles de medir directamente, por ejemplo:
 - Evapotranspiración
 - Escorrentía
 - Transporte de vapor de agua
- Los satélites y modelos de sistemas terrestres de la NASA miden y calculan todos los componentes del ciclo hídrológico

Satélites y modelos de sistemas terrestres de la NASA

Escalas temporales horarias, diarias, por temporada y multianuales

Útiles para la gestión de recursos hídricos y para el ingreso a modelos hidrológicos

- Lluvia
- Temperatura
- Humedad
- Vientos
- Humedad del suelo
- Nieve/Hielo
- Nubes
- Terreno

- Aguas subterráneas
- Índice de vegetación
- Evapotranspiración
- Escorrentía

De satélites y modelos

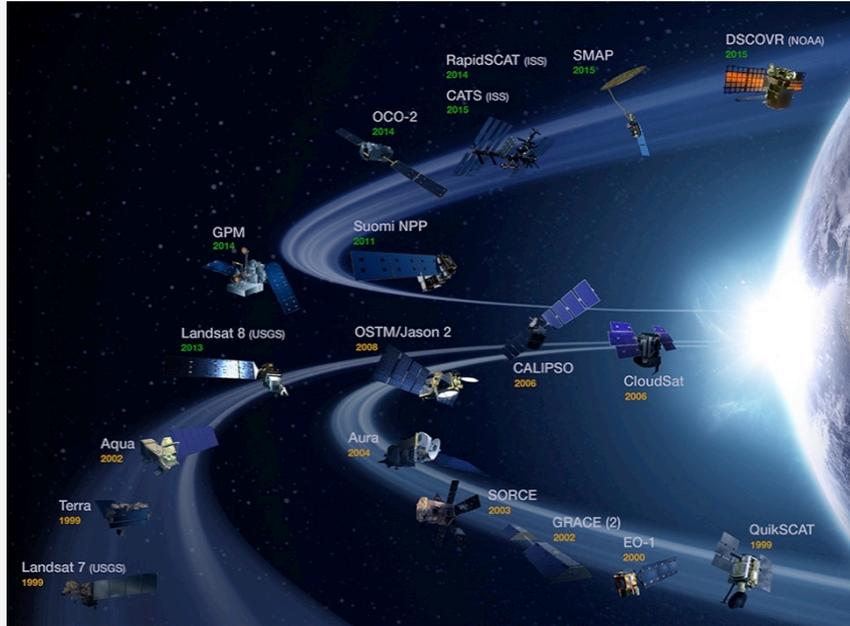
De observaciones satelitales

De modelos atmósfera-tierra que
asimilan observaciones satelitales



Satélites y sensores

Satélites de la NASA para el monitoreo de recursos hídricos



- Landsat: 07/1972-presente
- Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM): 11/1997-presente
- Global Precipitation Measurements (GPM): 2/2014-presente
- Terra: 12/1999-presente
- Aqua: 5/2002-presente
- Soil Moisture Active Passive (SMAP): 1/2015-presente
- Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE): 3/2002-presente

Satélites de la NASA para el monitoreo de recursos hídricos

- Cada satélite lleva uno o más sensores/instrumentos con canales espectrales específicos para observar cantidades geofísicas
 - Esta presentación describirá Los sensores más útiles para los datos de recursos hídricos
- Landsat: 07/1972-presente
 - TRMM: 11/1997-presente
 - GPM: 2/2014-presente
 - Terra: 12/1999-presente
 - Aqua: 5/2002-presente
 - SMAP: 1/2015-presente
 - GRACE: 3/2002-presente

Landsat- Satélites y sensores

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



From: http://landsat.usgs.gov/about_mission_history.php

Enhanced Thematic Mapper (ETM+)

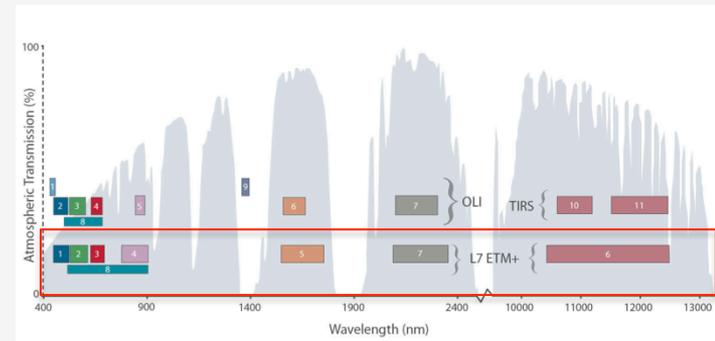
Mapeador temático mejorado

<http://geo.arc.nasa.gov/sge/landsat/l7.html>

- Abordo de Landsat-7
- Satélite de órbita polar
- Cobertura y resolución espacial:
 - Global, Barrido: 185km
 - Resolución espacial: 15m, **30m**, 60m
- Cobertura y resolución temporal:
 - 15 de abril de 1999-presente
 - Tiempo de revisita de 16 días

Bandas espectrales

- 8 bandas (azul-verde, verde, roja, IR reflejada y termal IR, pancromática)
 - Bandas 1-5, 7: 30m
 - Banda 6: 60m
 - Banda 8: 15m



NASA

Operational Land Imager (OLI)

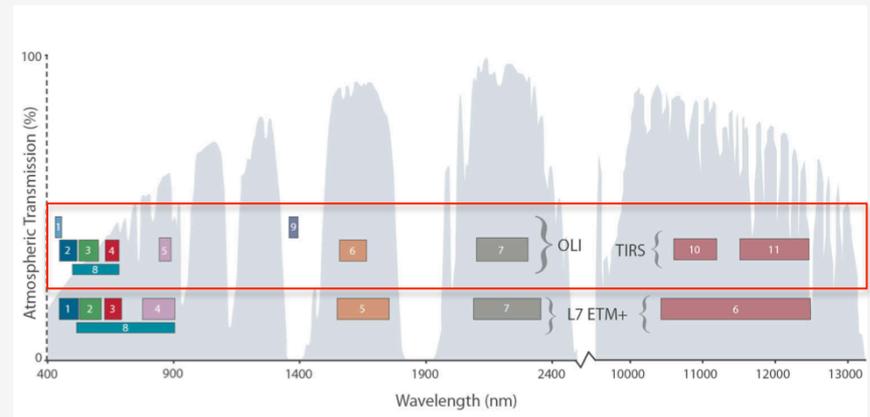
Captador de imágenes de la tierra operacional

<http://landsat.usgs.gov/landsat8.php> ; <http://landsat.gsfc.nasa.gov/?p=5779>

- Abordo de Landsat-8
- Satélite de órbita polar
- Cobertura y resolución espacial:
 - Global, barrido: 185km
 - Resolución espacial: 15m, **30m**
- Cobertura y resolución temporal:
 - 11 de febrero de 2013 – presente
 - Tiempo de revisita de 16 días

Bandas espectrales

- 9 bandas (azul-verde, verde, roja, casi IR, IR onda corta y termal)
 - Bandas 1-7, 9: 30m
 - Banda 8:15m

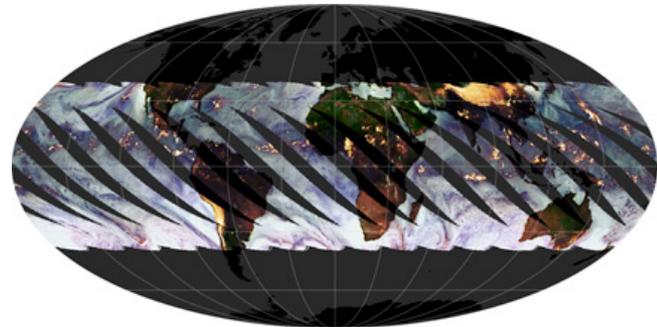


TRMM- Satélite y sensores

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

- Órbita no polar, de baja inclinación
- Altitud de aproximadamente 350km, elevada a 403km después del 23 de agosto de 2001
- Cobertura espacial
 - 16 órbitas de TRMM cubriendo el trópico global entre 35°S – 35°N de latitud
- Tiempo de revisita: 11-12 horas
 - Hora de observación cambia a diario
- Sensores:
 - LIS
 - TMI
 - PR
 - CERES
 - VIIRS

Órbitas de TRMM

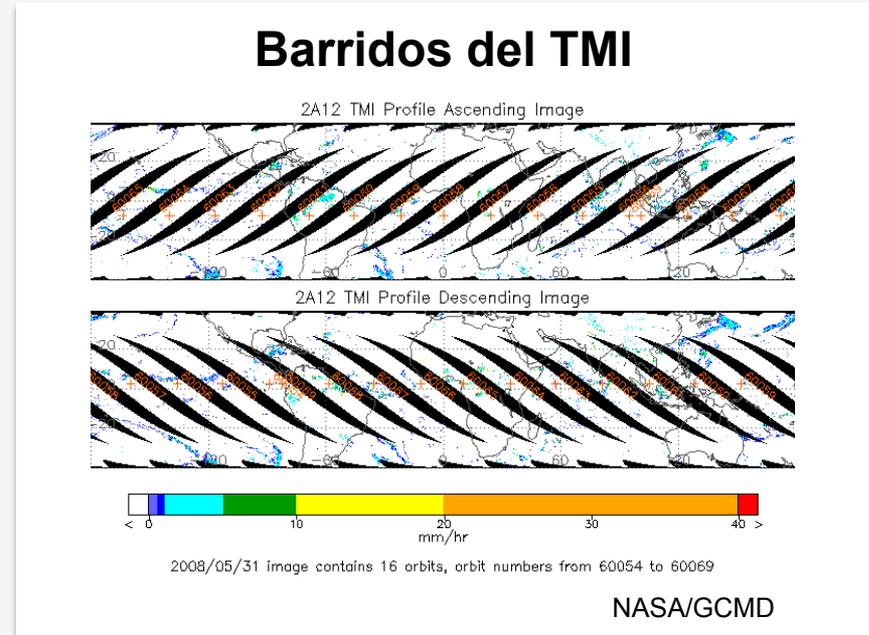


TRMM Microwave Imager (TMI)

Captador de imágenes de microondas TRMM

<http://pmm.nasa.gov/TRMM/TMI>

- Cobertura y resolución espacial:
 - Cobertura: -180°-180°, 35°S-35°N
 - Barrido: 760km (878km after 8/2001)
 - Resolución vertical:
 - 0.5 km de la superficie – 4 km
 - 1.0 km de 4-6 km
 - 2.0 km de 6-10 km
 - 4.0 km de 10-18 km
- Cobertura y resolución temporal:
 - 27 de nov. de 1988 – 7 de oct de 2014
 - 16 órbitas por días



Frecuencias de canales

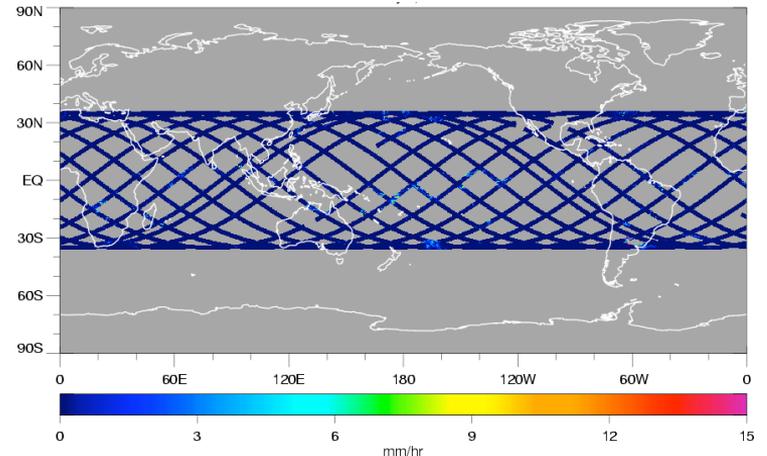
- 10.7, 19.4, 21.3, 37, 85.5 GHz

Precipitation Radar (PR)

<http://pmm.nasa.gov/TRMM/PR>

- Cobertura y resolución espacial:
 - Cobertura: 35°S-35°N
 - Barrido: 215km (247 a partir de 8/2001)
 - Resolución espacial: 4.3km (5km)
 - Resolución vertical: 250m (de 0-20km)
- Cobertura y resolución temporal:
 - 27 de nov. de 1998 – 7 de oct de 2014
 - ~16 órbitas por día
- Frecuencia:
 - 13.6 GHz

Barridos del PR

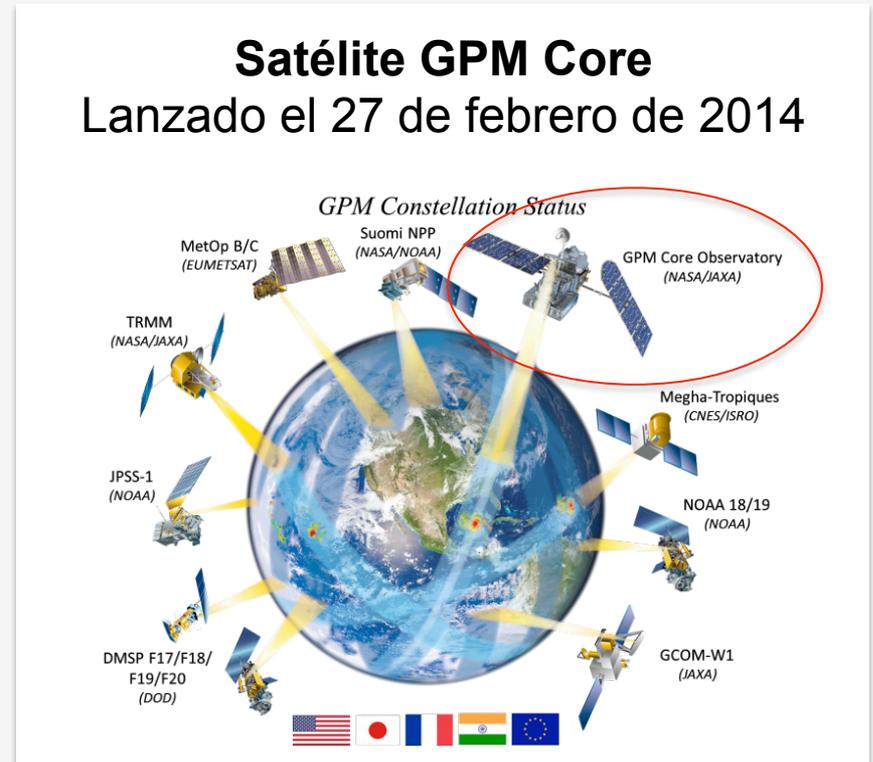


Kummerow, C., et. al, 1998: The tropical rainfall measuring mission (TRMM) sensor package, J. Atmos. Oceanic Technol., 15, 809-817.

GPM- Satélite y sensores

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

- Satélite principal “GPM Core” está en órbita no polar de baja inclinación
 - Altitud: 407km
- Cobertura espacial:
 - 16 órbitas diarias cubriendo el trópico global entre 65°S-65°N
- Junto con una constelación de satélites, GPM tiene un tiempo de revisita de 1-2 hrs sobre tierra
- Sensores:
 - GMI
 - DPR



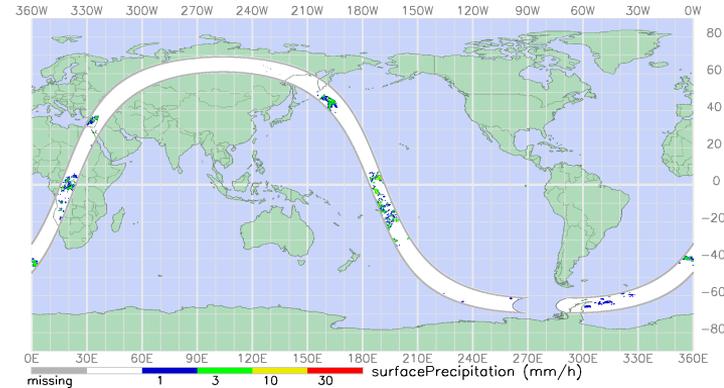
GPM Microwave Imager (GMI)

Captador de imágenes de microondas de GPM

<http://pmm.nasa.gov/GPM/flight-project/GMI>

- Cobertura y resolución espacial:
 - Cobertura: -180° - 180° , 65° S- 65° N
 - Barrido: 885km
 - Resolución espacial: 4.4-32km
 - Resolución vertical:
 - 0.5 km de la superficie – 4 km
 - 1.0 km de 4-6 km
 - 2.0 km de 6-10 km
 - 4.0 km de 10-18 km
- Cobertura y resolución temporal:
 - Feb 2014 – presente
 - Observaciones de ~2-4 horas

Barrido del GMI



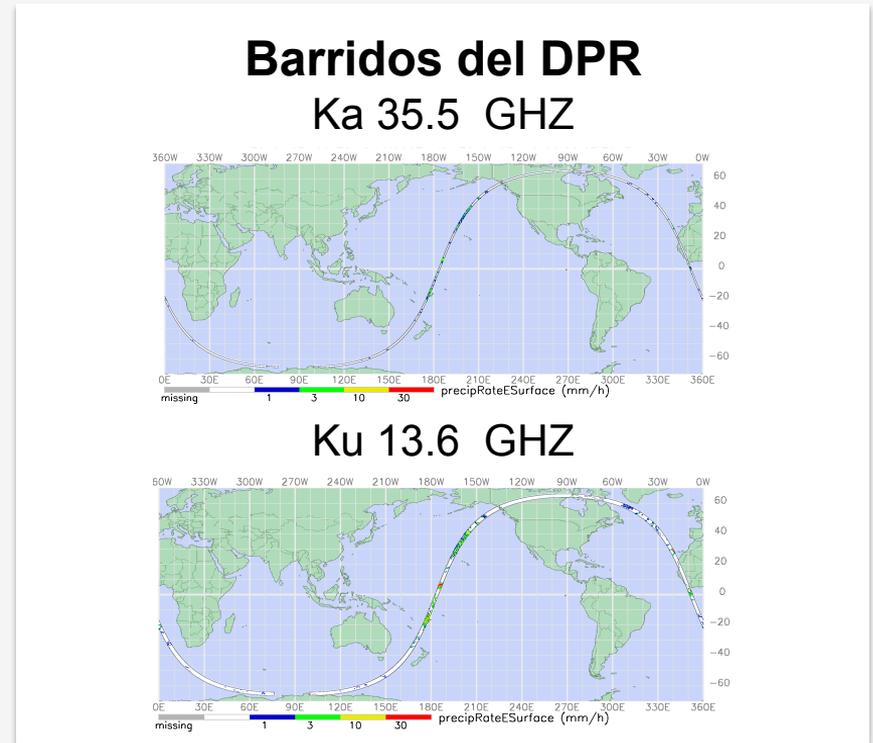
Frecuencias de canales:

- 10.6, 18.7, 23.8, 36.5, 89, 166, 183 GHz

Dual Precipitation Radar (DPR)

<http://pmm.nasa.gov/GPM/flight-project/DPR>

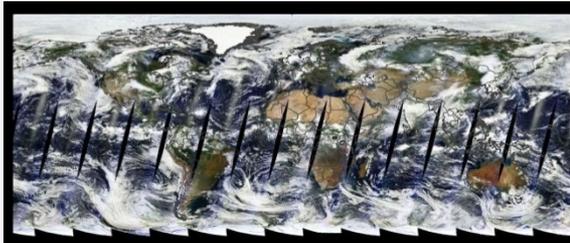
- Cobertura y resolución espacial:
 - Cobertura: -180°-180°, 65°S-65°N
 - Barrido: 120km (Ka) y 245km (Ku)
 - Resolución espacial : 5.2km
 - Resolución vertical: 250m (de 0-20km)
- Cobertura y resolución temporal:
 - 27 de feb de 2014 – presente
 - Observaciones de ~2-4 horas
- Frecuencia:
 - 13.6 y 35.5 GHz



Terra y Aqua

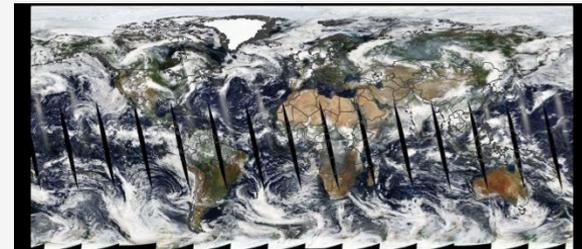
Terra

- Órbita polar, hora de cruce ecuatorial 10:30 a.m.
- Cobertura global
- 18 de diciembre de 1999 – presente
- 1-2 observaciones por día
- Sensores:
 - ASTER, CERES, MISR, **MODIS**, MOPITT



Aqua

- Órbita polar, hora de cruce ecuatorial, 1:30 p.m.
- Cobertura global
- 4 de mayo de 2002 – presente
- 1-2 observaciones por día
- Sensores:
 - AIRS, AMSU, CERES, **MODIS**, AMSR-E



MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)

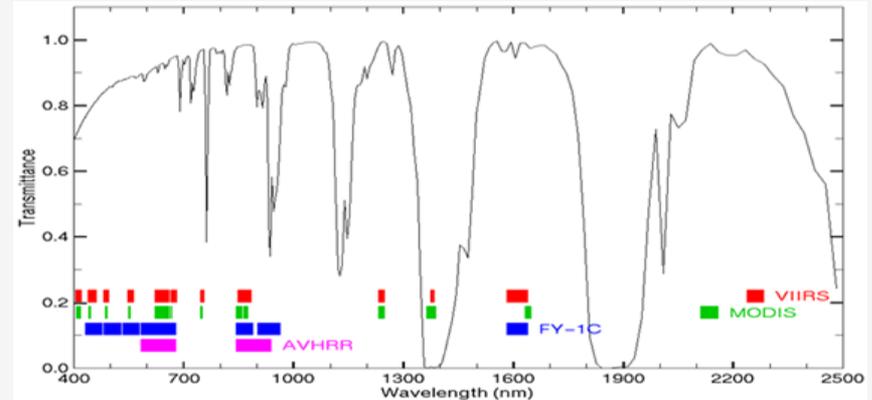
Especrorradiómetro de imágenes de resolución moderada

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

- Abordo de Terra y Aqua
- Diseñado para observaciones terrestres, atmosféricas, oceánicas y criosféricas
- Cobertura y resolución espacial:
 - Global, barrido: 2,330km
 - Resolución espacial varía: 250m, 500m, 1km
- Cobertura y resolución temporal:
 - 2000-presente, 2 veces por día

Bandas espectrales

- 36 bandas (azul, roja, IR, NIR, MIR)
 - Bandas 1-2: 250m
 - Bandas 3-7: 500m
 - Bandas 8-16: 1000m

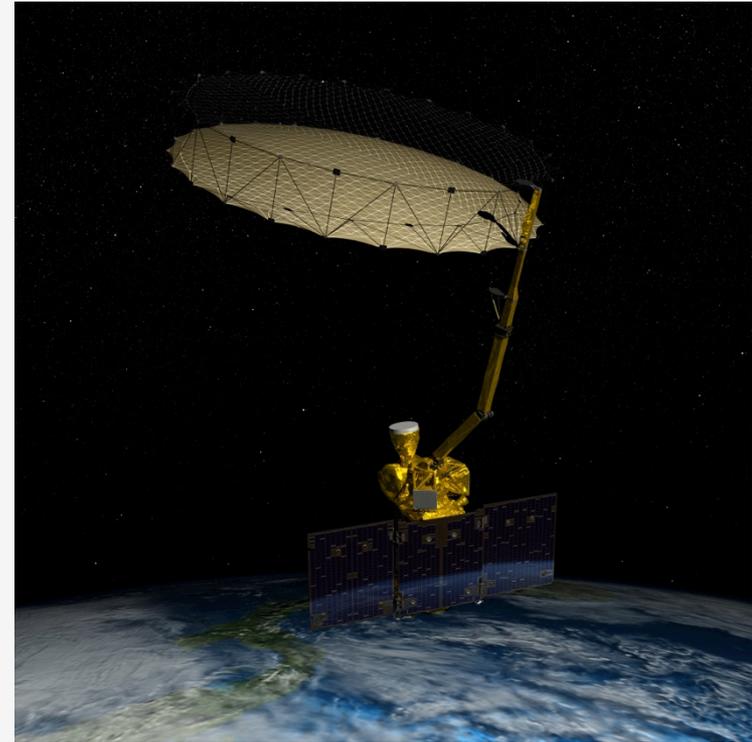


cimss.ssec.wisc.edu

SMAP- Satélite y sensores

<http://smap.jpl.nasa.gov>

- Órbita polar
 - Altitud: 685km
- Cobertura espacial :
 - Global
- Cobertura temporal:
 - 31 de enero de 2015 – presente
- Sensores:
 - Microwave Radiometer (radiómetro de microondas)
 - Microwave Radar (no disponible actualmente)



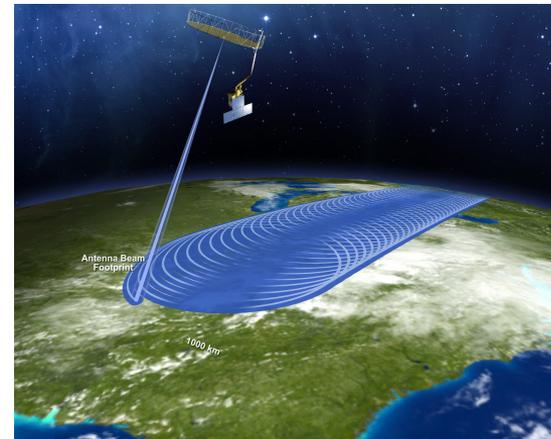
SMAP Microwave Radiometer and Radar

Radiómetro y radar de microondas de SMAP

<http://smap.jpl.gov/observatory/instrument>

- Cobertura y resolución espacial:
 - Global
 - Barrido de radiómetro: 1,000km
 - Resolución: 30km
- Resolución temporal:
 - Tiempo de revisita de 8 horas (6 a.m./ p.m.- hora de observación)
- Diseñado para funcionar como un “Synthetic Aperture Radar” (SAR) con 3km de resolución espacial
 - Cesó operación después del 7 de julio de 2015
- Frecuencia de radiómetro: 1.41 GHz
- Frecuencia de radar: 1.26 GHz

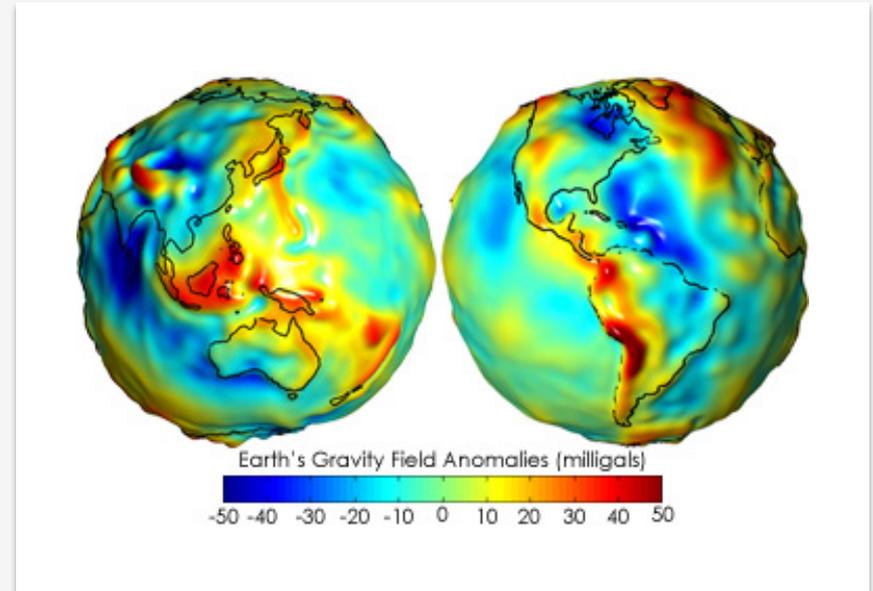
Barrido de SMAP



GRACE- Satélite y sensores

<http://www.jpl.nasa.gov/missions/details.php?id=5882>

- Órbita polar, heliosincrónica
- Misión satelital gemela
- Cobertura y resolución espacial:
 - Global
 - Resolución: 150,000 km²
- Cobertura y resolución temporal:
 - 17 de marzo de 2002 – presente
 - 250 perfiles de gravedad por día
- Sensores:
 - Instrumento de medición con la banda k de microondas
 - Acelerómetros
 - Receptores Global Positioning System



A satellite map of a region in Colombia, showing a semi-transparent overlay with a title. The map displays a network of rivers and a dense forest. The overlay is a light gray rectangle with a thin black border. The title "Modelos de sistemas terrestres" is centered in the overlay in a large, black, sans-serif font. Below the title is a horizontal black line. The background map shows various geographical features and place names, including "Cerro Tres Arroyos" marked with a triangle, and several national parks and towns.

Modelos de sistemas terrestres

Los modelos del Sistema terrestre brindan información de valor añadido

Percepción remota + Observaciones en la superficie + Modelos numéricos

Datos satelitales



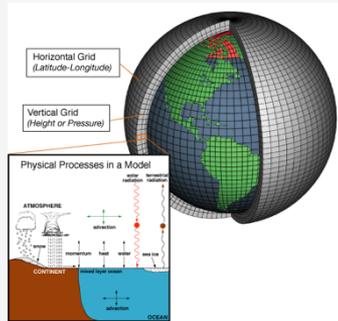
NASA

Mediciones en la superficie y datos in situ



NASA

Modelos numéricos



NOAA

Modelos de la NASA útiles para la gestión de recursos hídricos

Modelos atmósfera-océano-tierra

- **GEOS-5:**
 - The Goddard Earth Observing System Version 5
 - Sistema Goddard de observación terrestre, versión 5
- **MERRA:**
 - Modern Era Retrospective-Analysis for Research and Application
 - Análisis retrospectivo en la era moderna para investigación y aplicación
- **GLDAS:**
 - Global Land Data Assimilation System
 - Sistema de asimilación de datos terrestres globales

Global & North American Land Data Assimilation Systems

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

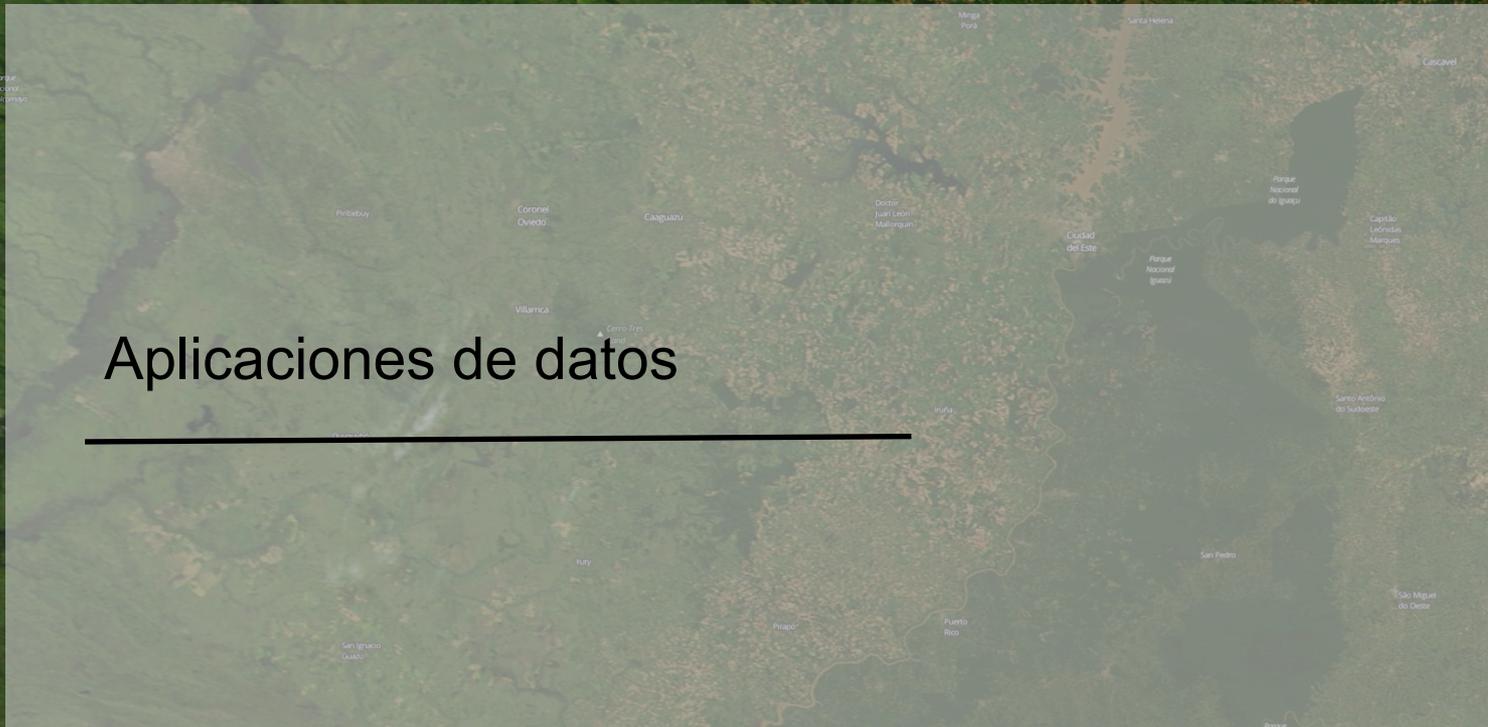
- Integra observaciones terrestres y satelitales dentro de modelos numéricos sofisticados para producir campos físicamente consistentes de alta resolución de estados y flujos de la superficie terrestre
- Usa datos de MODIS, TRMM, GEOS
- El GLDAS y una versión del NLDAS usan el LIS (Land Information System) con diferentes fuentes de insumos
 - Análisis meteorológico
 - Radiación solar superficial
 - Precipitación
 - Textura del suelo
 - Clasificación de vegetación e índice de área de follaje
 - Topografía
- Rendimiento integrado para recursos hídricos
 - Humedad del suelo
 - Evapotranspiración
 - Escorrentía superficial/subterránea
 - Equivalente en agua de la nieve

Satélites y modelos

Componentes del agua dulce

- Cantidad de lluvia (TRMM, GPM)
- Manto de nieve (Terra y Aqua MODIS)
- Humedad del suelo (SMAP, GLDAS)
- Evapotranspiración (Terra y Aqua MODIS, Landsat, GLDAS)
- Escorrentía/Flujo torrencial (TRMM, GPM, GLDAS)

Aplicaciones de datos



Aplicaciones de datos satelitales de recursos hídricos

Componentes cruciales del agua dulce

Asignación del agua

- Presupuesto hídrico

Gestión agrícola y de irrigación

- Precipitación
- Humedad del suelo
- Evapotranspiración

Gestión de inundaciones/ sequía

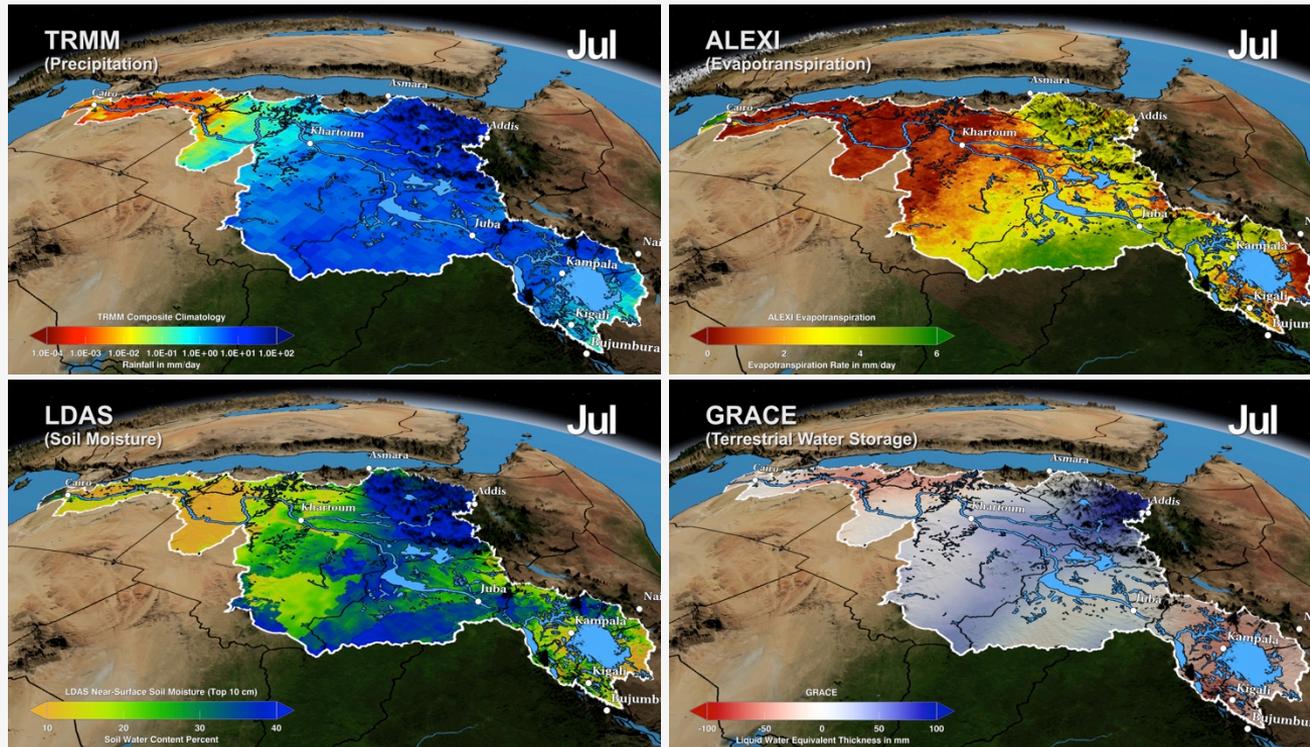
- Precipitación
- Escorrentía/ flujo torrencial
- Humedad del suelo
- Evapotranspiración
- Aguas subterráneas

Gestión de reservorios/ represas

- Altura de embalses
- Precipitación
- Escorrentía/ flujo torrencial

El monitoreo del equilibrio hidrológico en la cuenca del Nilo

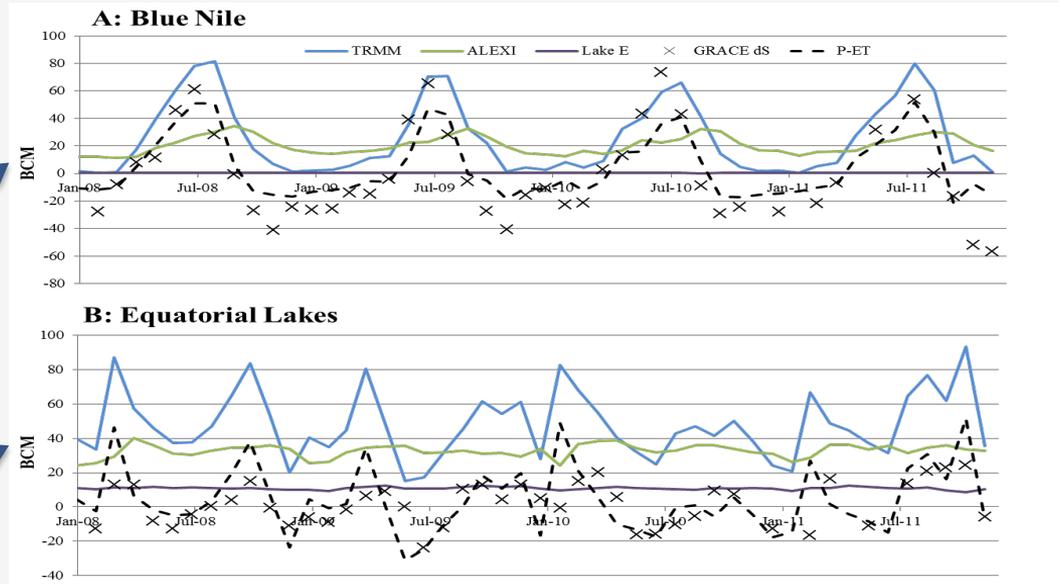
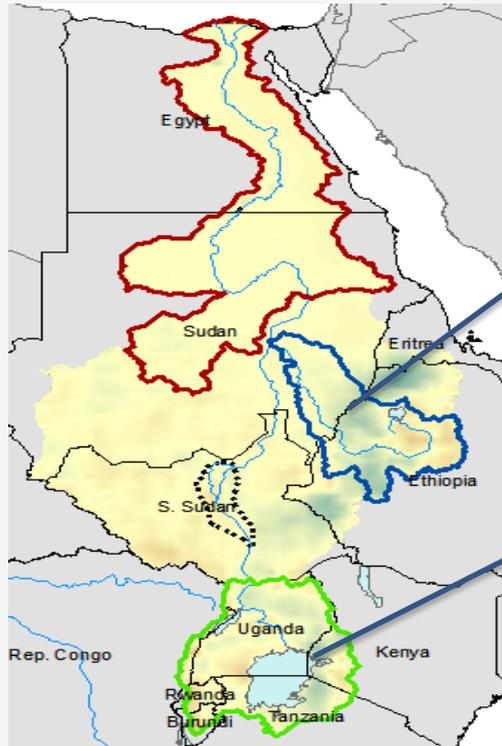
Capacidades de las observaciones y los sistemas de modelado de la NASA



Applied Sciences Project Scientist: Ben Zaitchik (Johns Hopkins University)

Equilibrio hidrológico en escala en la cuenca del Nilo

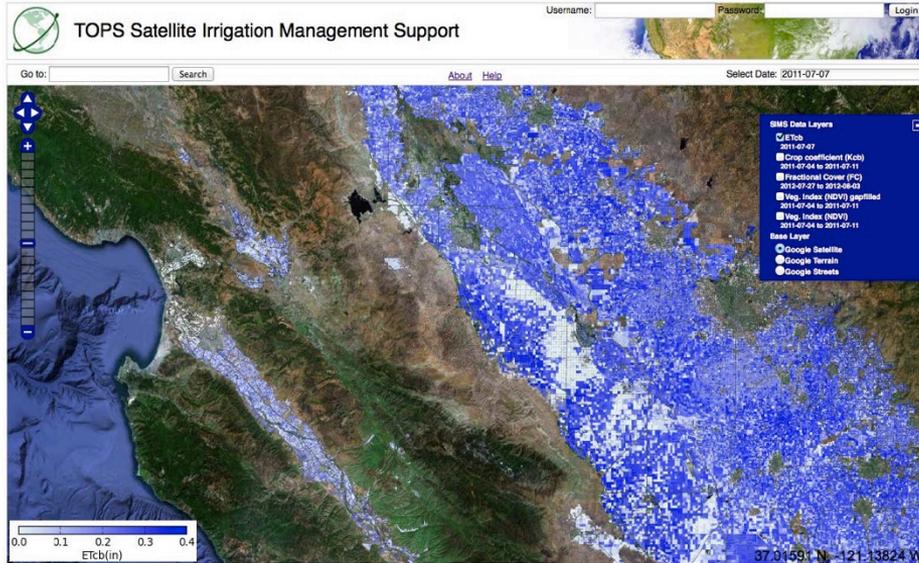
Basado en TRMM, ALEXI, LDAS y GRACE



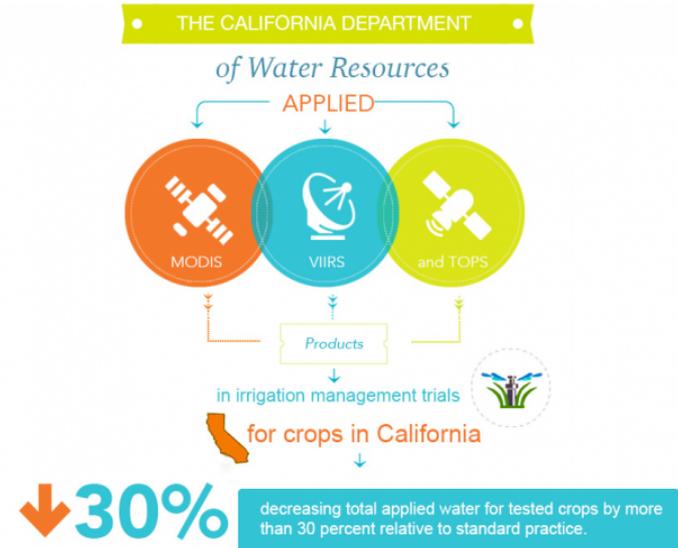
Courtesy of: Ben Zaitchik (Johns Hopkins University)

Gestión de la irrigación usando la ET satelital

Basada en el sistema “Terrestrial Observation and Prediction System” (TOPS)



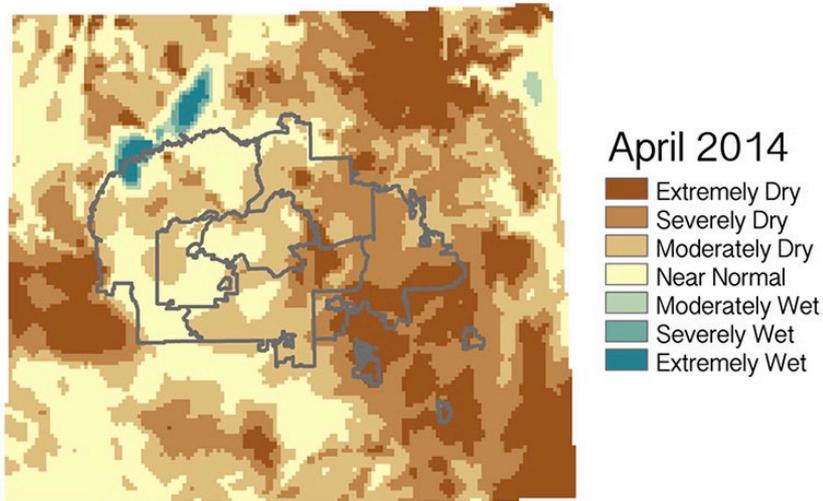
<http://ecocast.arc.nasa.gov/dgw/sims>



Courtesy of: Forest Melton, NASA ARC-CREST/California State University

Una herramienta de apoyo para decisiones de monitoreo de sequía para la Nación Navajo

Basada en TRMM y GPM

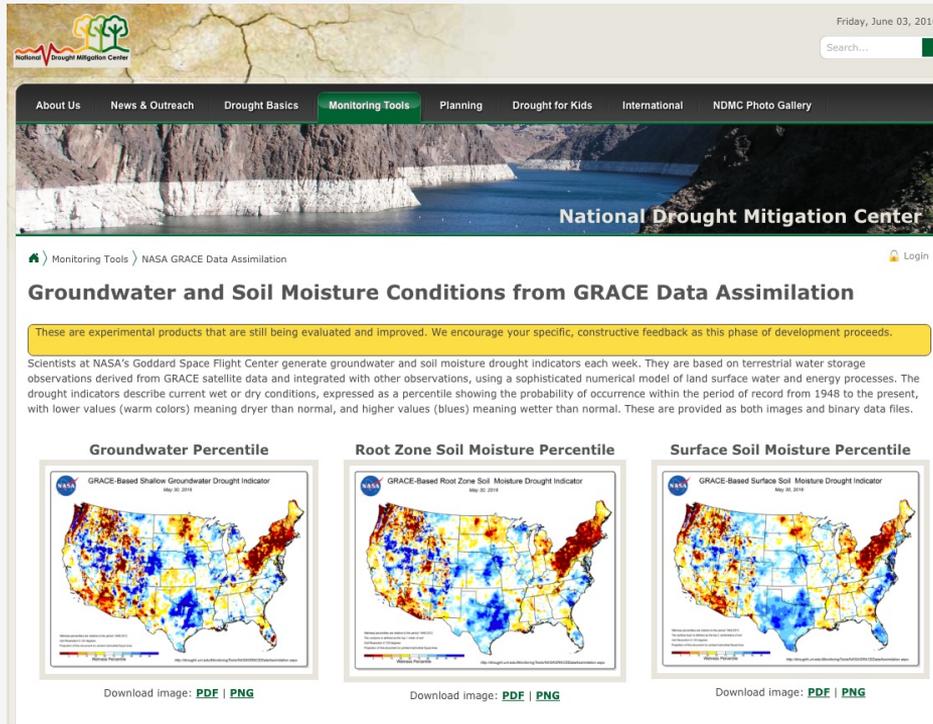


A Drought Monitoring Decision Support Tool for Customized Calculation of a Standardized Precipitation Index Value in the Navajo Nation, 2015 DEVELOP project. Based on precipitation indexes from TRMM and GPM.

- La nación Navajo ha sido impactada por
 - Sequías severas
 - Falta de infraestructura hídrica doméstica
 - Falta de recursos económicos
- Aproximadamente $\frac{1}{3}$ de la población carece de acceso a agua potable en casa
- Se creó una base de “geodatos” de información climática histórica específica para esta área

Centro nacional de mitigación de sequías (NDMC)

Basado en GRACE



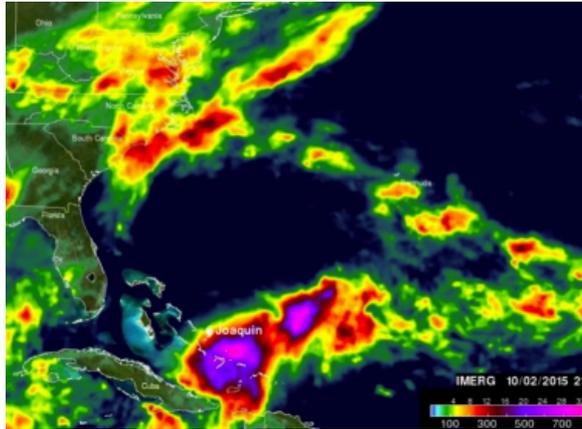
<http://drought.unl.edu/MonitoringTools/NASAGRACEDataAssimilation.aspx>

- Combina mediciones de GRACE del almacenado del agua con datos meteorológicos
- Genera mapas de porcentaje de aguas subterráneas y de la humedad del suelo
- 1948-presente

Detección de lluvia extrema, humedad relativa del suelo e inundaciones

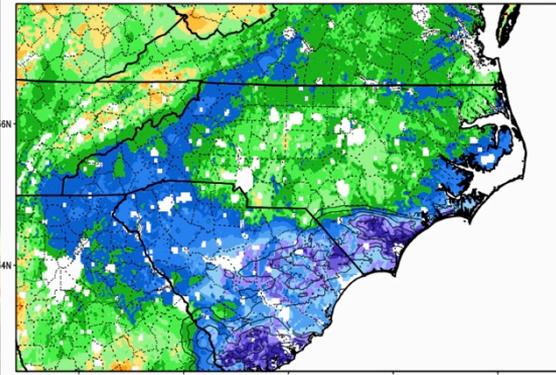
Basado en GPM y Global Flood Monitoring System (GFMS)

Inundaciones en Carolina del Sur (EEUU) de 2015



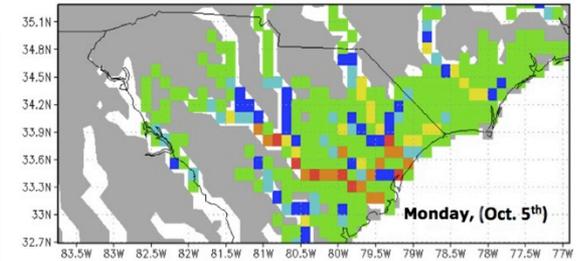
GPM/IMERG

0–10 cm Relative Soil Moisture (available water; %) valid 00z 05 Oct 2015
Precipitation in previous hour (1,2,5,10,15,20,25 mm contours)

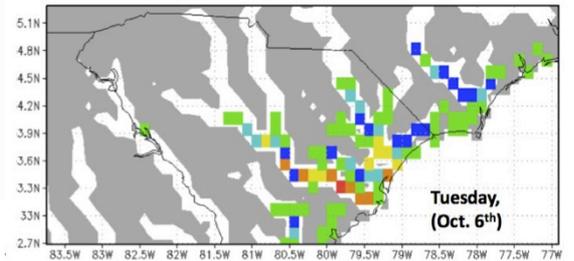


GFMS

Flood Detection/Intensity (depth above threshold [mm])
12Z05Oct2015



Flood Detection/Intensity (depth above threshold [mm])
12Z06Oct2015



GFMS

Questions

1. ¿ Que satélite(s) llevan el instrumento MODIS ?
2. ¿ Que satélite(s) llevan el radar de precipitación ?
3. Landsat es una serie de satélites empezando en 1972. ¿ Cual el satélite de Landsat actual ?
4. ¿ Que satélite es útil para estimar el agua subterránea ?

