

# Introducción al Uso del Modelo VIC con Observaciones de la Tierra de la NASA

Amita Mehta y Kel Markert (SERVIR Global)

15 y 22 de febrero y 1<sup>ro</sup> de marzo de 2018





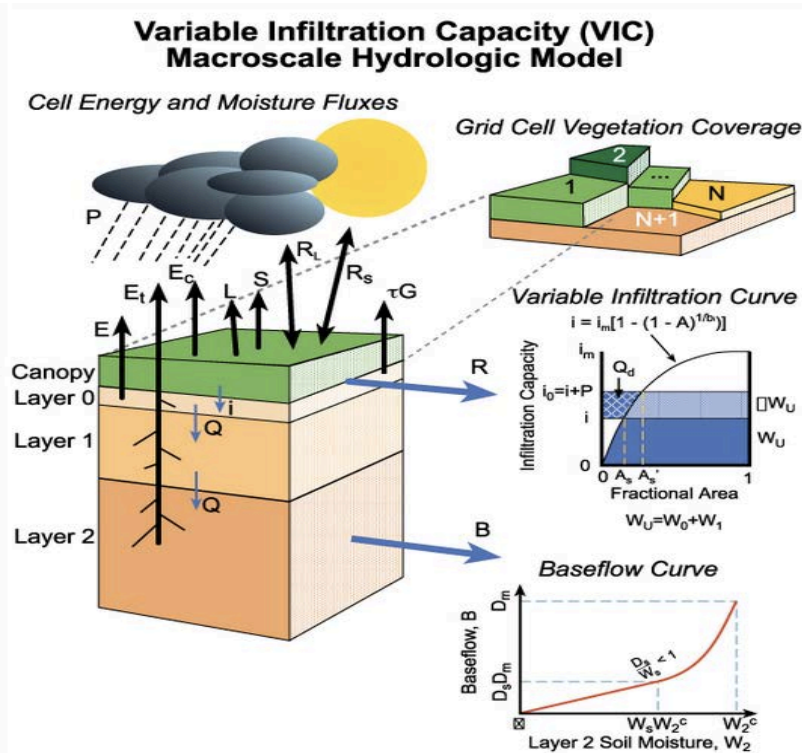
# Resumen de la Capacitación

Tres Sesiones, 9h a 10h o 18h a 19h Horario Este de EEUU (UTC-5)

Sesión 1: 15 feb. 2018

Sesión 2: 22 feb. 2018

Sesión 3: 1<sup>ro</sup> mar. 2018



Introducción al Modelo Hidrológico VIC

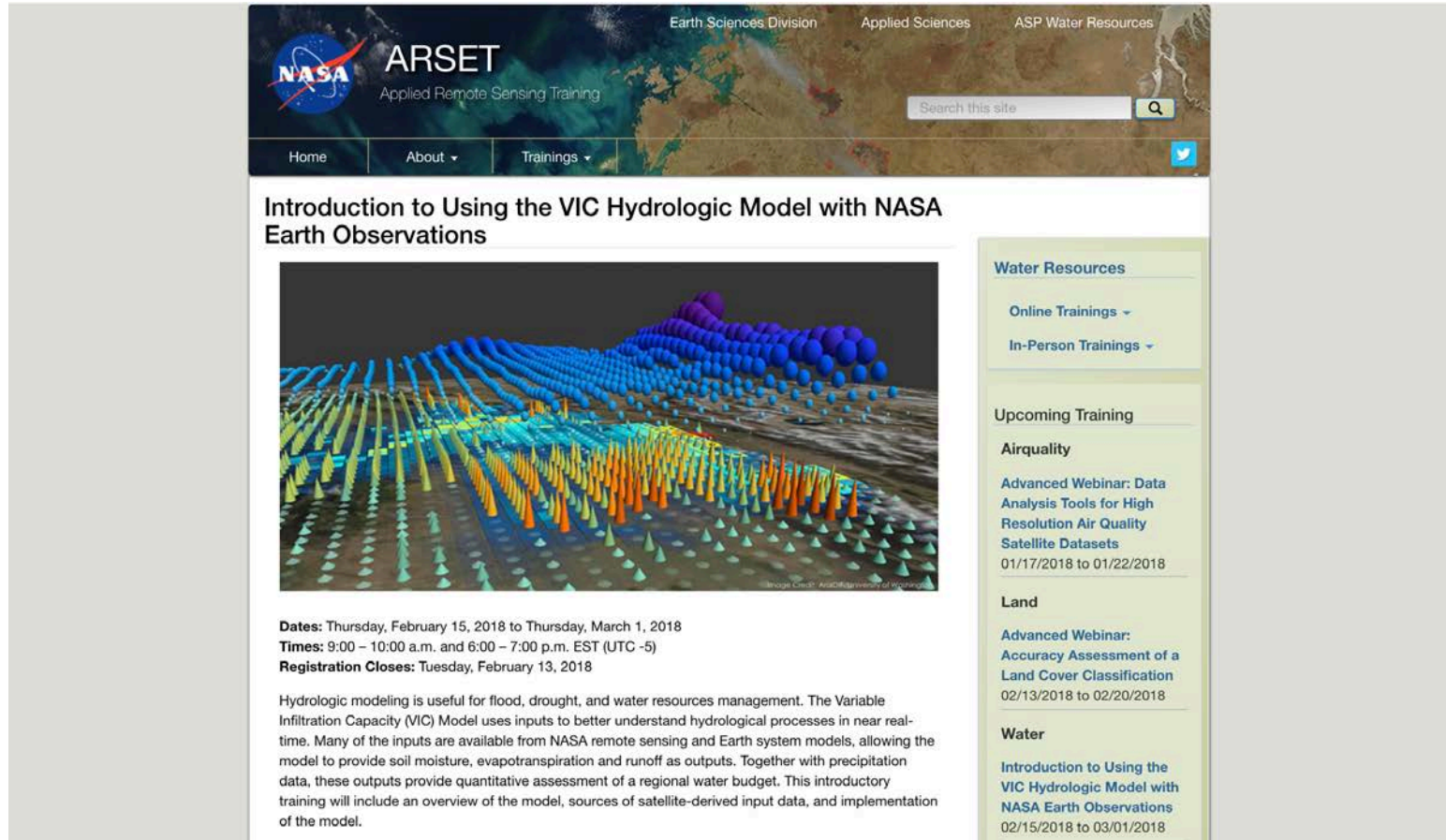
Resumen General de los Datos en Base a la Teledetección para VIC

Resumen de la Implementación de VIC para una Cuenca Fluvial



# Material del Curso

Las presentaciones en línea y las grabaciones están disponibles en:  
<https://arset.gsfc.nasa.gov/water/webinars/VIC18>



The screenshot shows the ARSET (Applied Remote Sensing Training) website. The header includes the NASA logo, the text "ARSET Applied Remote Sensing Training", and navigation links for "Earth Sciences Division", "Applied Sciences", and "ASP Water Resources". A search bar and a "Home" button are also visible. The main content area features a large 3D visualization of a hydrologic model with a terrain map and numerous colored arrows representing water flow. Below the image, the text reads: "Introduction to Using the VIC Hydrologic Model with NASA Earth Observations". The dates for the training are "Thursday, February 15, 2018 to Thursday, March 1, 2018", with times from 9:00 a.m. to 7:00 p.m. EST (UTC -5). The registration closes on Tuesday, February 13, 2018. A descriptive paragraph explains that hydrologic modeling is useful for flood, drought, and water resources management, and that the VIC model uses inputs from NASA remote sensing and Earth system models to provide soil moisture, evapotranspiration, and runoff outputs. A sidebar on the right lists "Water Resources" with sub-sections for "Online Trainings" and "In-Person Trainings". Under "Upcoming Training", it lists "Airquality" with an "Advanced Webinar: Data Analysis Tools for High Resolution Air Quality Satellite Datasets" from 01/17/2018 to 01/22/2018, and "Land" with an "Advanced Webinar: Accuracy Assessment of a Land Cover Classification" from 02/13/2018 to 02/20/2018. Under "Water", it lists the "Introduction to Using the VIC Hydrologic Model with NASA Earth Observations" from 02/15/2018 to 03/01/2018.

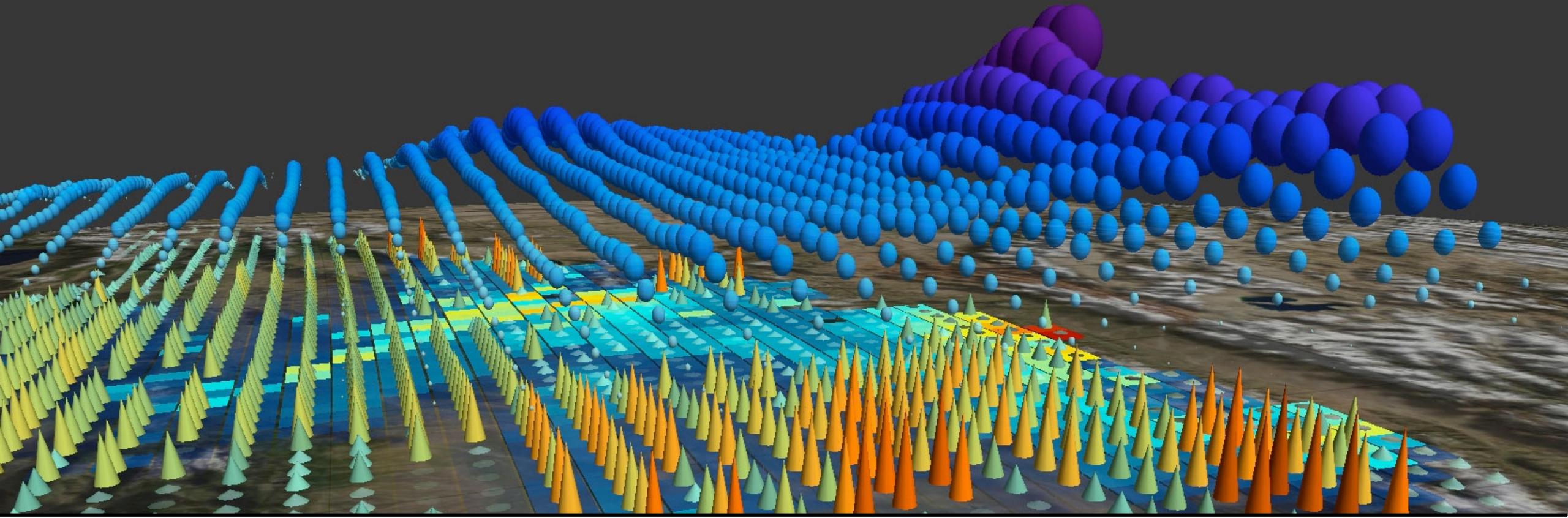


# Tarea y Certificados

- La tarea estará disponible después de la Sesión 3 en la página <https://arset.gsfc.nasa.gov/water/webinars/VIC18>
  - **Debe enviar sus respuestas vía Google Forms**
- Certificado de Satisfacción:
  - Asista a todas las sesiones en línea
  - Complete la tarea para la fecha estipulada (16 de marzo de 2018)
  - Ud. recibirá su certificado aproximadamente dos meses después de la terminación de la capacitación de: [marines.martins@ssaihq.com](mailto:marines.martins@ssaihq.com)





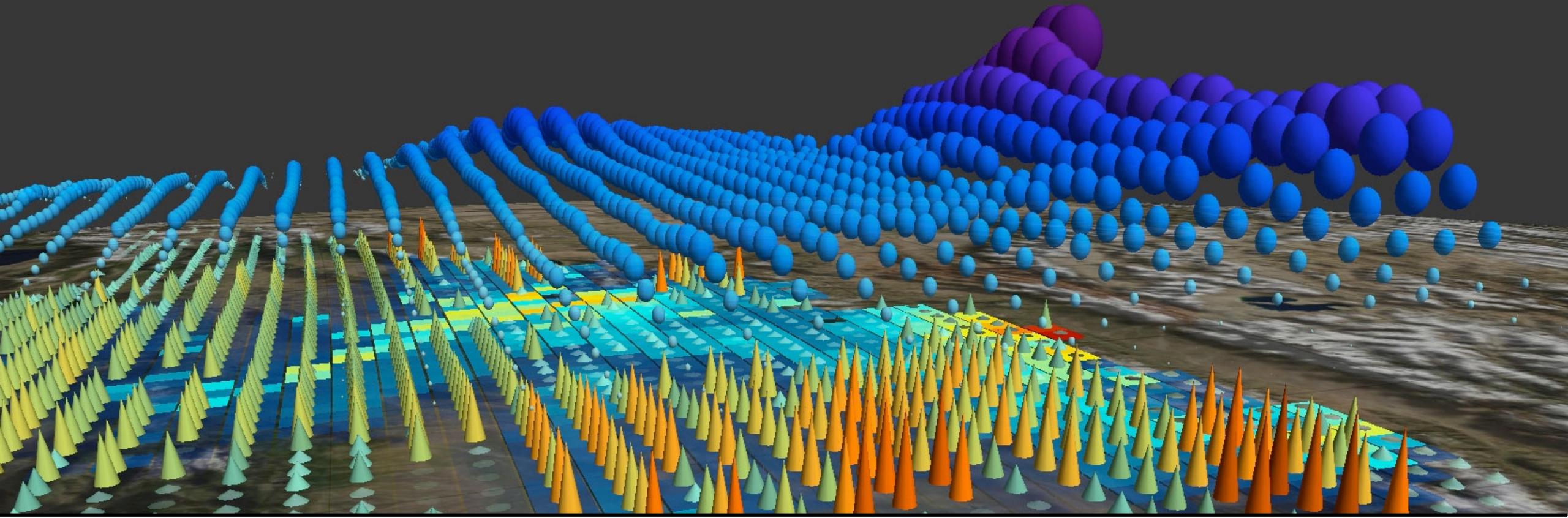


# Resumen General de la Implementación de VIC para una Cuenca Fluvial Ejemplo: La Cuenca del Río Mekong

# Sesión 3- Resumen

- Formateo de Datos de Entrada para VIC
- Simulaciones en VIC y Análisis de Productos
- Ejemplos de Aplicaciones de VIC
- Resumen

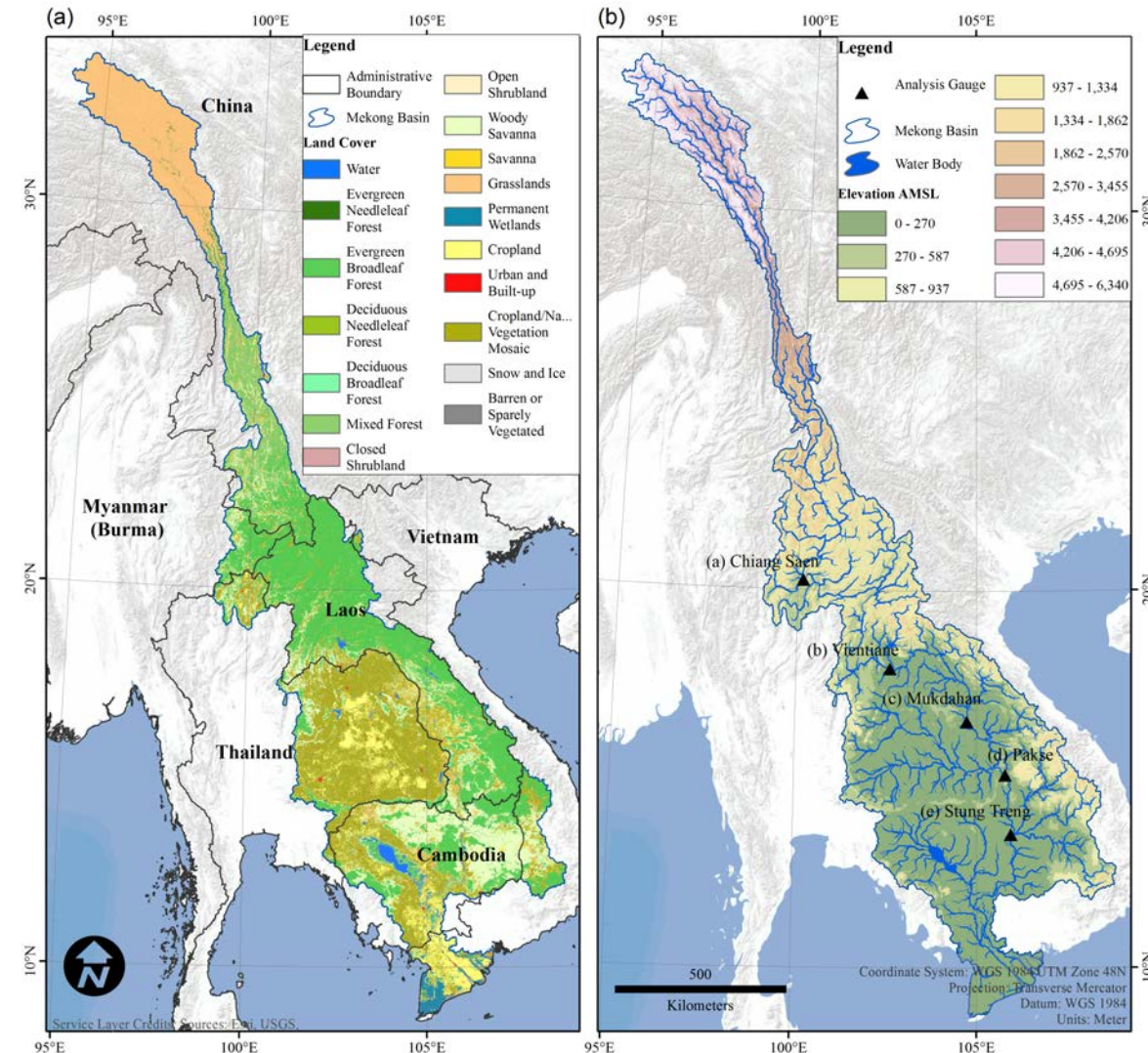




## Formateo de Datos de Entrada para VIC

# Aplicación de VIC al Mekong

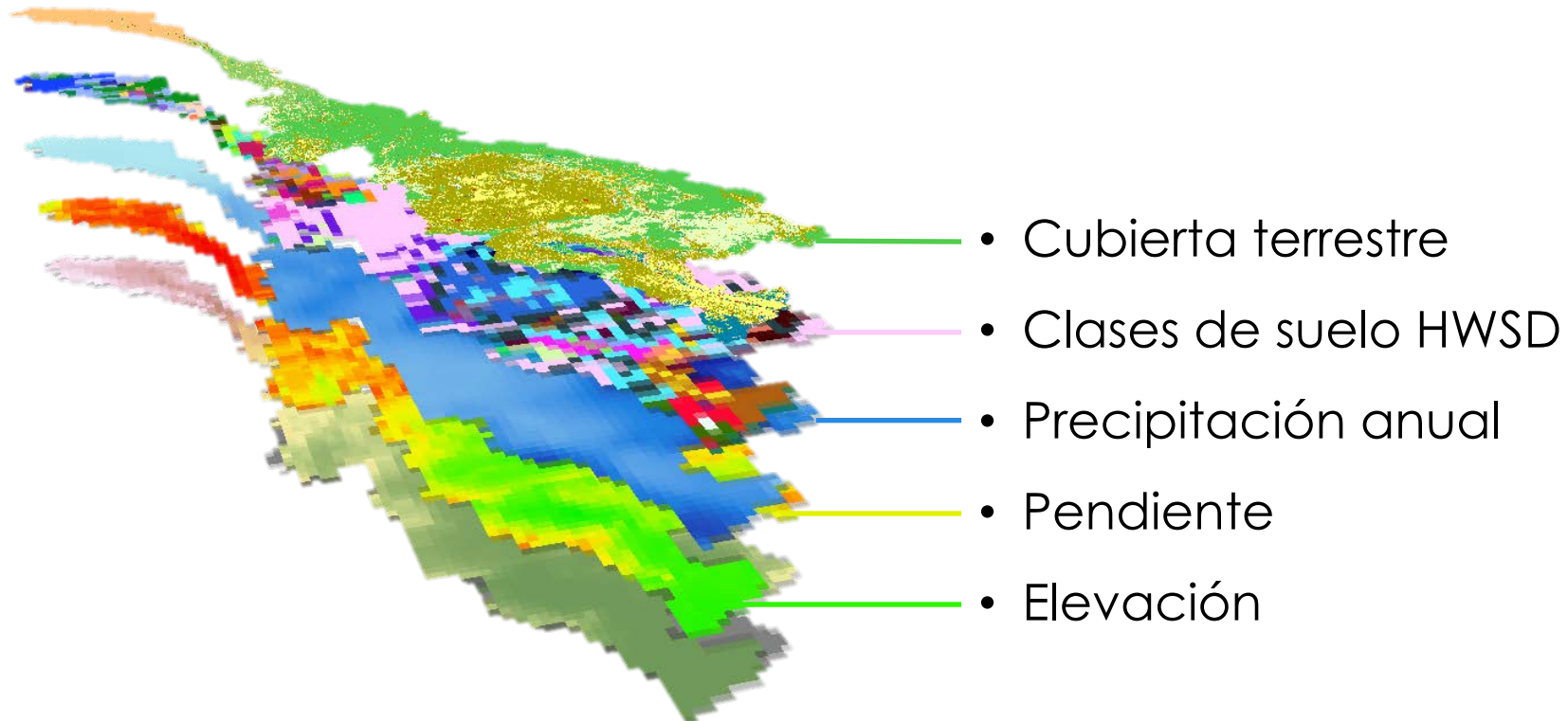
- Configure el modelo VIC para la cuenca del Mekong
- Resolución de  $0.1^\circ$  - 16 clases de cubierta terrestre – bandas de elevación de 100m
- Precipitación de IMERG y reanálisis mediante forzado meteorológico de MERRA2
- Ejemplos de aplicaciones:
  - Monitoreo de inundaciones/ flujo torrencial
  - Monitoreo de sequías
  - Gestión de cuencas hidrológicas





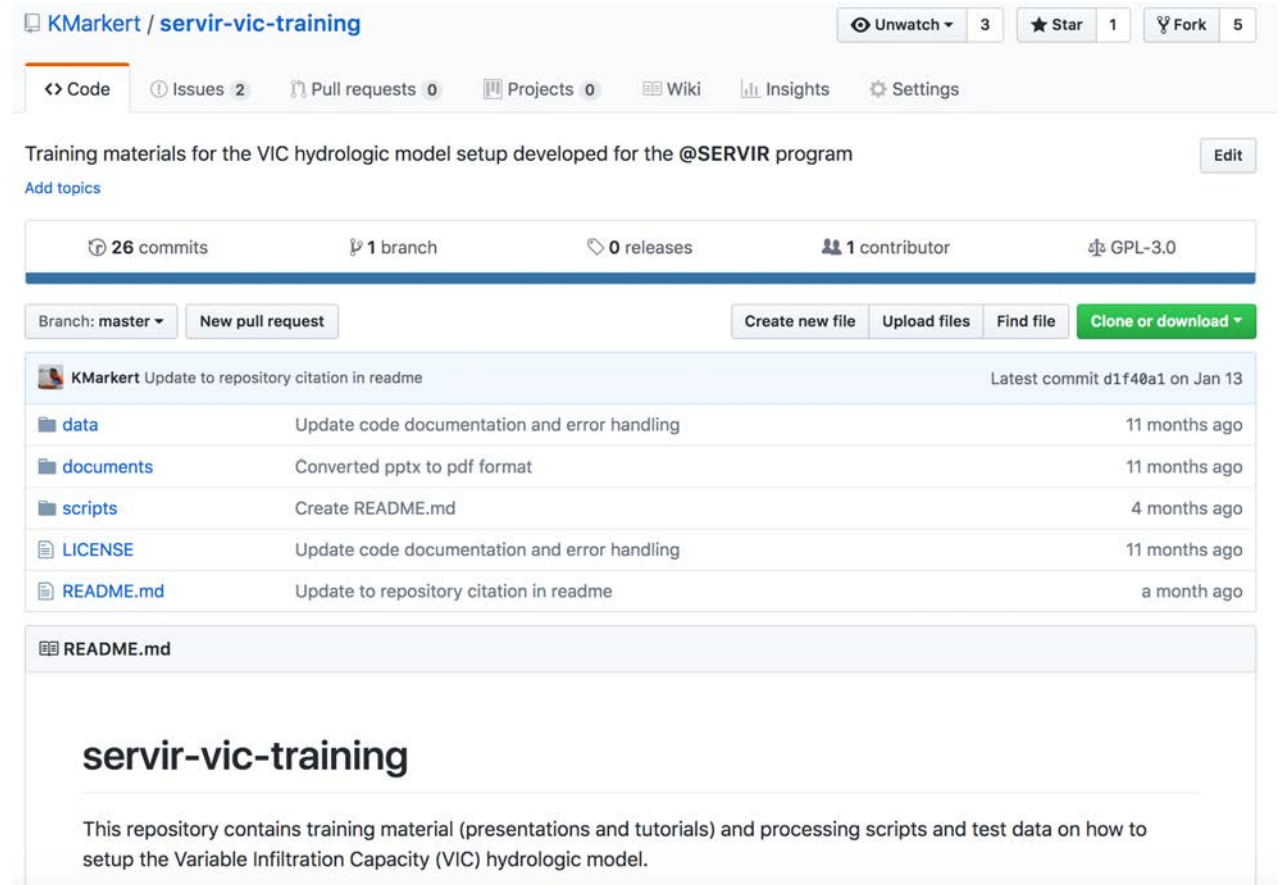
# Preparación de Datos del Mekong para VIC

- Los datos fueron preprocesados para
  - cubrir sólo la cuenca del Mekong (recortados)
  - alinear todos los píxeles espacialmente
- Se derivaron datos adicionales
  - pendiente
  - precipitación anual media



# Configuración del Modelo VIC para el Mekong

- Vamos a demostrar cómo se configura el modelo VIC usando scripts de preprocesamiento y el esquema de Markert, et al. [2018]
- Los datos y scripts de procesamiento se encuentran en línea en: <https://github.com/kmarkert/servir-vic-training>



KMarkert / **servir-vic-training** Unwatch 3 Star 1 Fork 5

<> Code Issues 2 Pull requests 0 Projects 0 Wiki Insights Settings

Training materials for the VIC hydrologic model setup developed for the @SERVIR program Edit

Add topics

26 commits 1 branch 0 releases 1 contributor GPL-3.0

Branch: master New pull request Create new file Upload files Find file Clone or download

Commit	Description	Time
KMarkert	Update to repository citation in readme	Latest commit d1f40a1 on Jan 13
data	Update code documentation and error handling	11 months ago
documents	Converted pptx to pdf format	11 months ago
scripts	Create README.md	4 months ago
LICENSE	Update code documentation and error handling	11 months ago
README.md	Update to repository citation in readme	a month ago

README.md

## servir-vic-training

This repository contains training material (presentations and tutorials) and processing scripts and test data on how to setup the Variable Infiltration Capacity (VIC) hydrologic model.

Markert, K.N., Griffin, R.E., Anderson, E.R. (2018), An open source software suite for building capacity in using the VIC hydrology model, *Open Water Journal*, Accepted





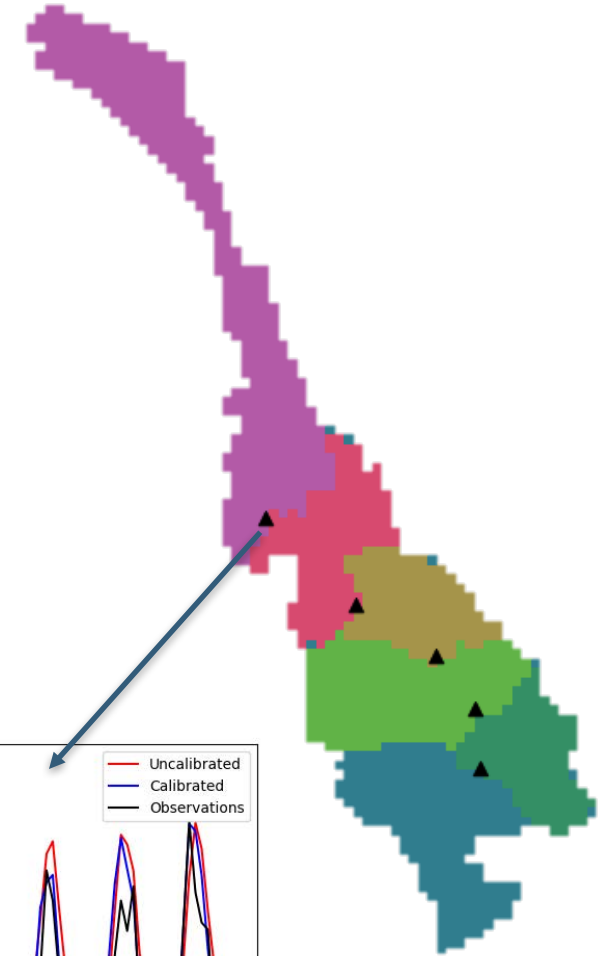
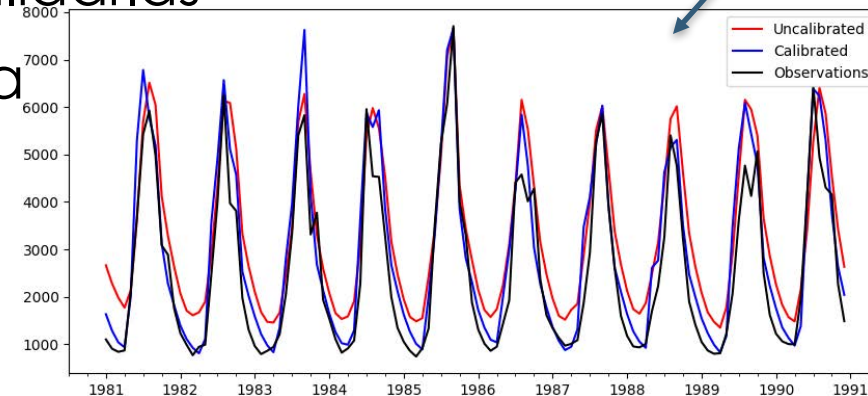


Parallels Shared  
Folders

```
kmarkert@ubuntu: /media/psf/Home/Documents/Kel/research/mekong_climate/mekong_
kmarkert@ubuntu: /media/psf/Home/Documents/Kel/research/mekong_climate/mekong_mod
el$ ls
datastack.png  output  Thumbs.db          VIC.4.2.d  VIC-VIC.4.2.d.zip
input          scripts  validation_plots.png  VIC.test
kmarkert@ubuntu: /media/psf/Home/Documents/Kel/research/mekong_climate/mekong_mod
el$
```

# El Proceso de Calibración de VIC

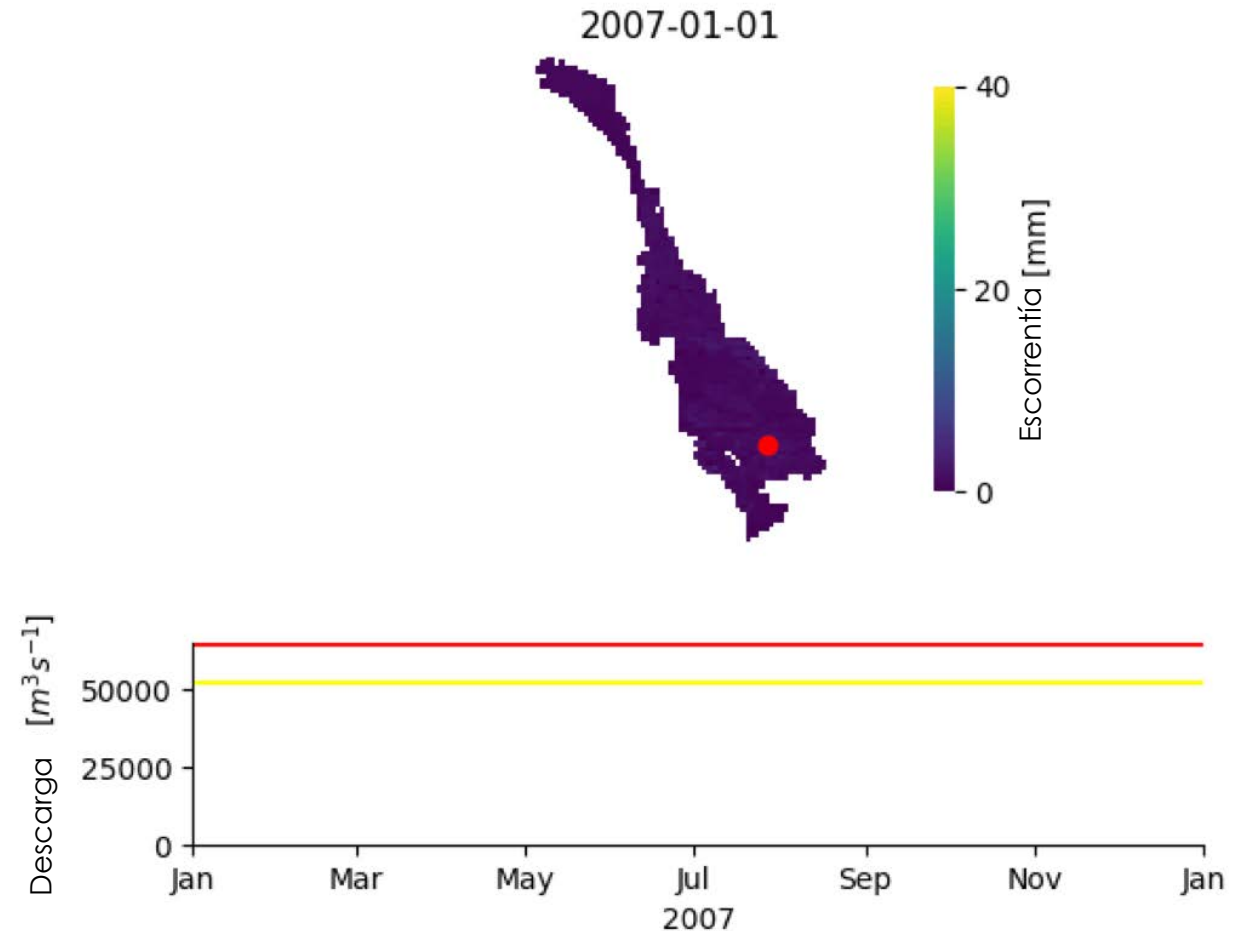
- Programáticamente configure e itere el modelo usando diferentes parametrizaciones para acomodar mejor las observaciones
- Aplique el algoritmo de optimización hasta encontrar los mejores parámetros
- Es necesario tener un **registro independiente para la calibración y validación** (o evaluación) de la simulación hidrológica
  - Típicamente, guarde aproximadamente la mitad de las series temporales observadas para validarlas
- Calibre por sub-cuenca y combine para la región entera





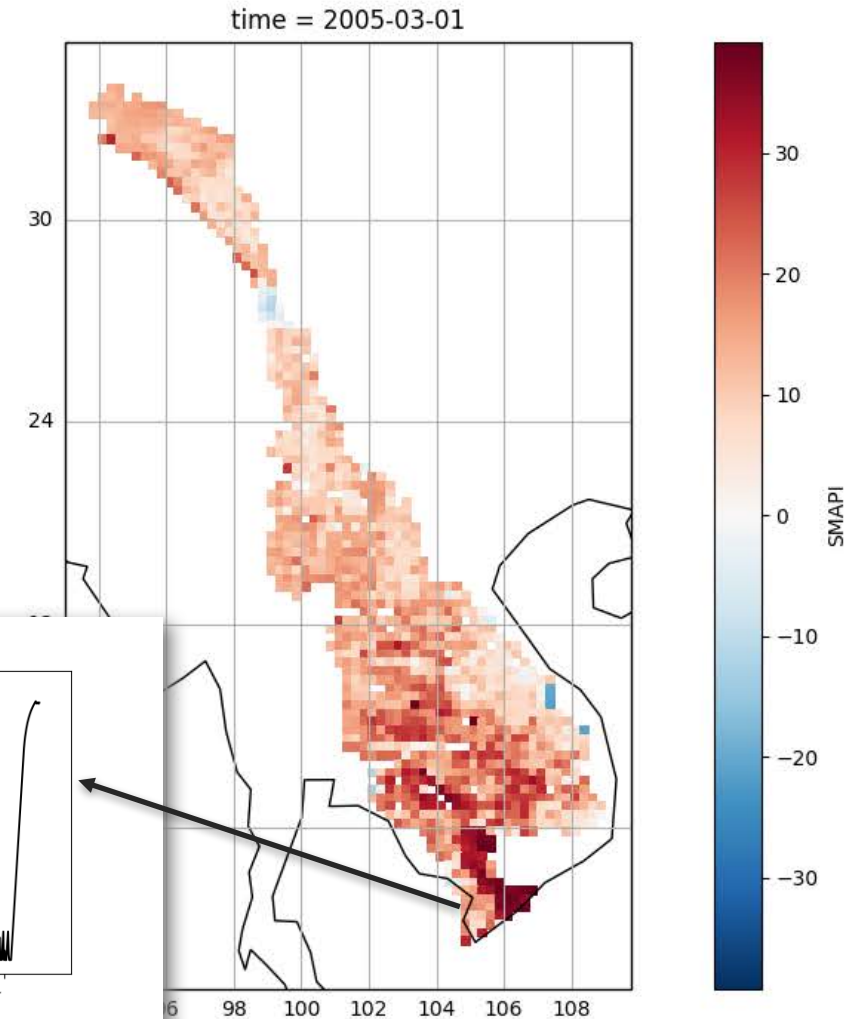
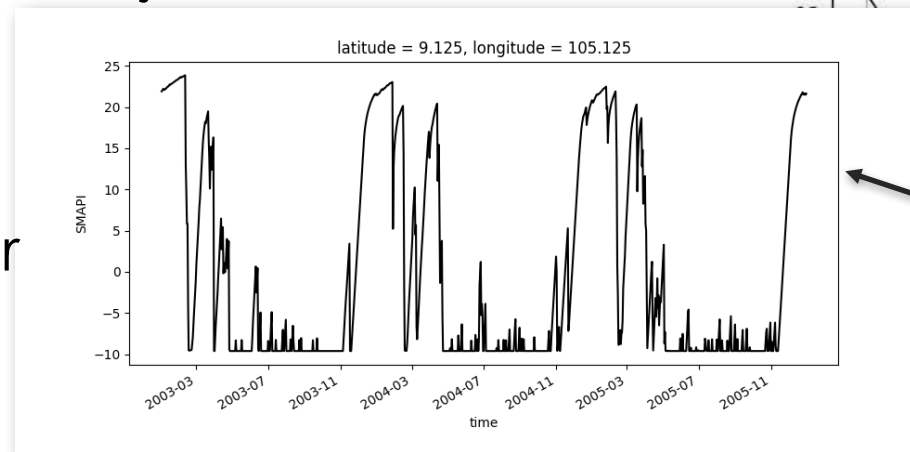
# Salidas y Aplicaciones de VIC: Monitoreo de Flujo Torrencial/Inundaciones

- Las salidas enrutadas de VIC a menudo se usan para simular datos de descarga fluvial
  - Para casos de pronóstico o monitoreo de inundaciones
- Este caso resalta un evento de inundación en la cuenca del Mekong para 2007
  - Lluvias fuertes a principios de agosto produjeron una descarga nivel inundación en un pluviómetro río arriba



# Salidas y Aplicaciones de VIC: Monitoreo de Sequías

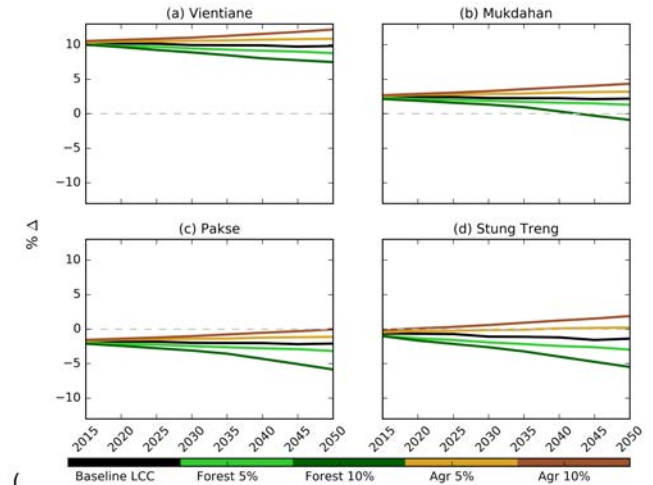
- Las salidas producidas por VIC pueden utilizarse para el monitoreo de condiciones de sequía
  - Los productos flexibles de VIC permiten computar una amplia gama de índices de sequía
- Aquí vemos sequía moderada a severa a lo largo de la mayoría de la cuenca del Mekong durante la temporada seca debida a eventos ocasionados por El Niño
  - Se usó el índice de porcentajes de anomalías de la humedad del suelo “Soil Moisture Anomaly Percentage Index” (SMAPI) para cuantificar la sequía



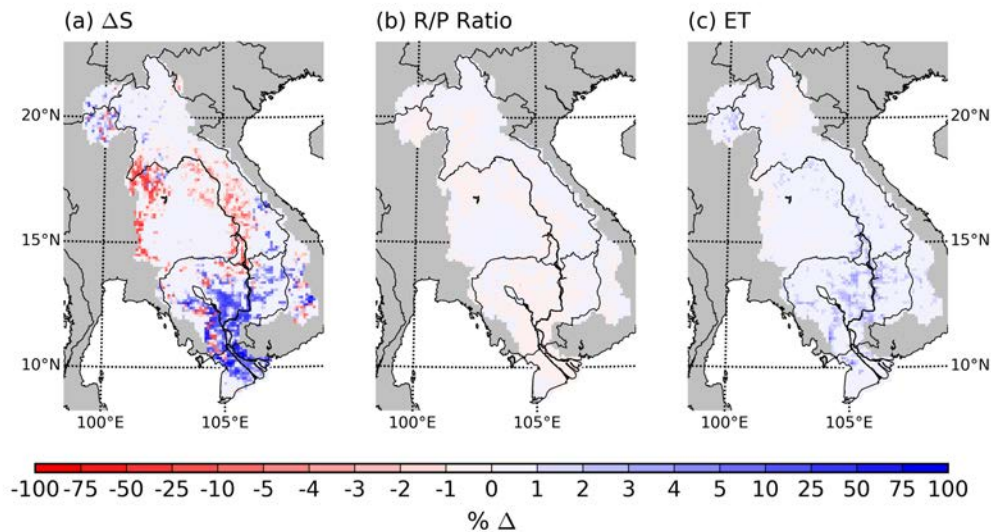


# Productos y Aplicaciones de VIC: Gestión de Cuencas Hidrológicas

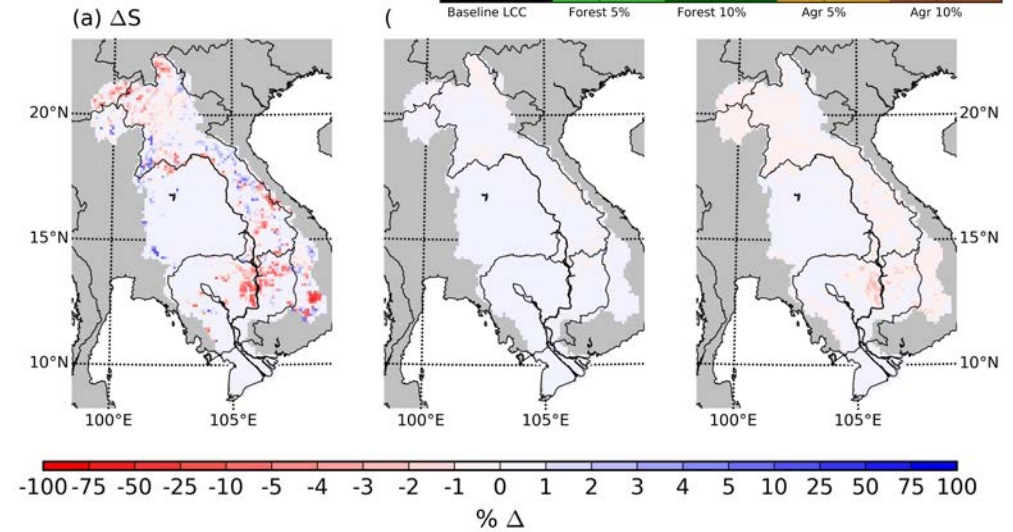
- Los escenarios de gestión de cuencas hidrológicas pueden servir de entradas a VIC
- Caso específico para evaluar los efectos de cambios en la cubierta terrestre sobre el sistema hidrológico en la Cuenca Baja del Mekong



Incremento de área forestal

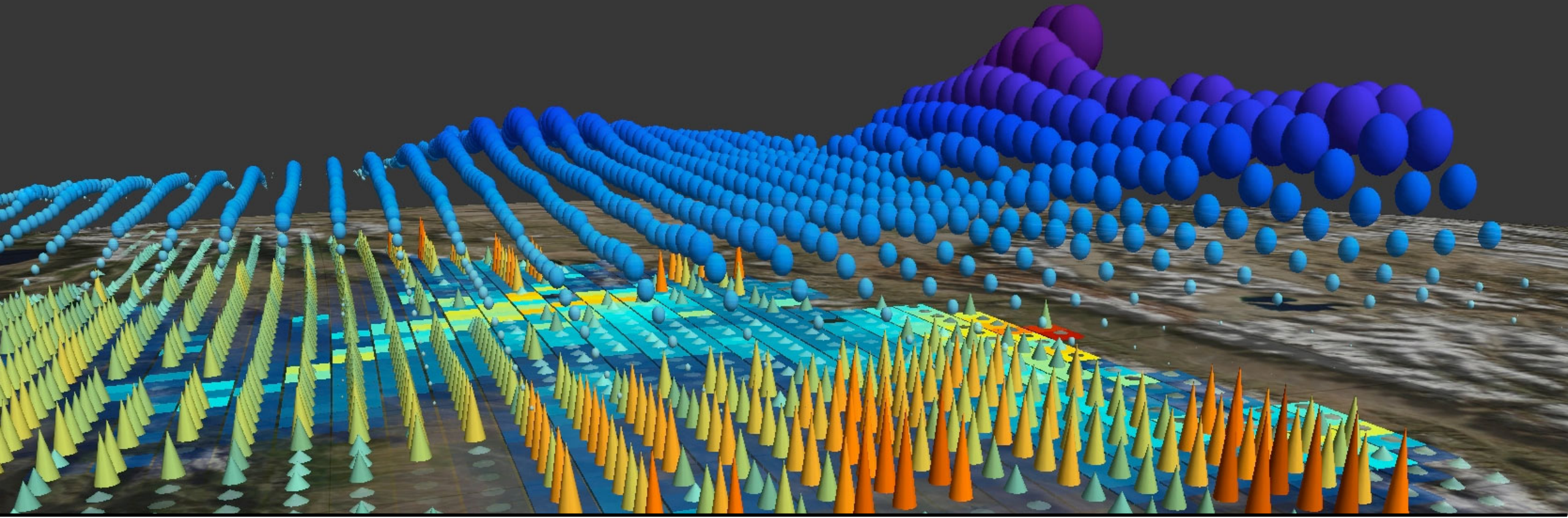


Incremento de área agrícola



Markert, K.N., et al. (2018). Spatial Modeling of Land Cover/Land Use Change and Its Effects on Hydrology Within the Lower Mekong Basin. In Vadrevu, K.P., Ohara, T., and Justice, C. (Eds). Land Atmospheric Research Applications in Asia. Springer Verlag. (ISBN: 978-3-319-67473-5). Pp.667-698.





## Ejemplos de Aplicaciones de VIC



# Aplicación de VIC a Nivel Mundial: Monitoreo de Flujo Torrencial y de Inundaciones

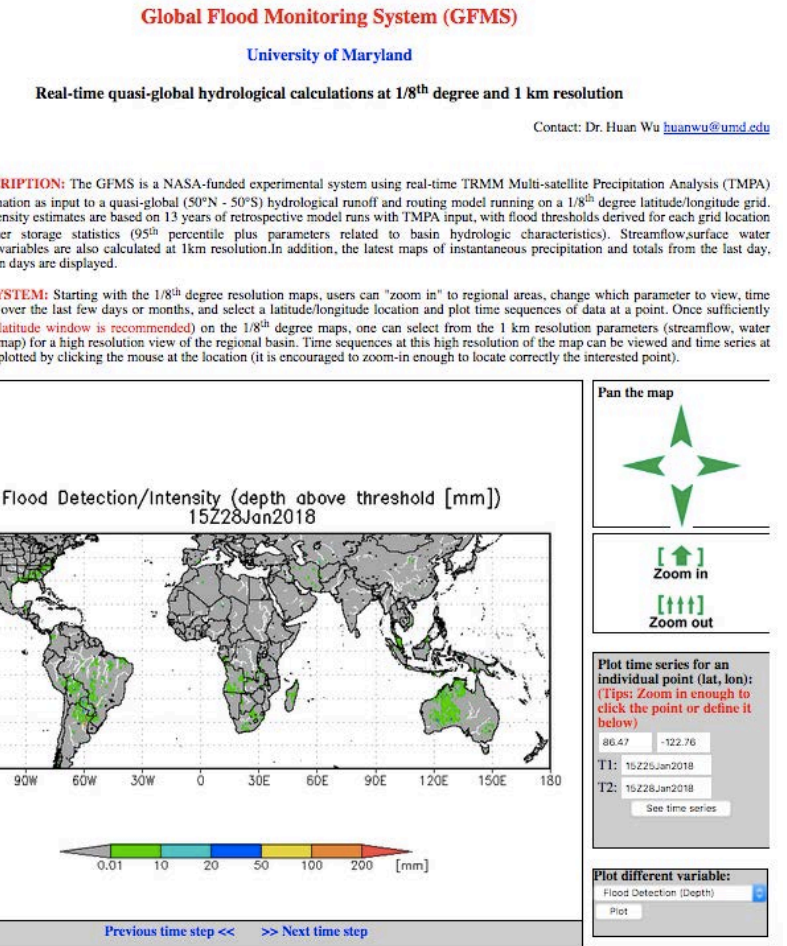
Global Flood Monitoring System (GFMS): <http://flood.umd.edu/>

VIC realiza simulaciones cada 3 horas usando:

- Datos en tiempo casi real del TRMM Multi-satellite Precipitation Analysis (TMPA)
- Otros forzados meteorológicos de los análisis de MERRA
- El modelo de enrutamiento de ríos Dominant River Tracing Routing (DRTR) de la Universidad de Maryland

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:10.1002/2013WR014710.

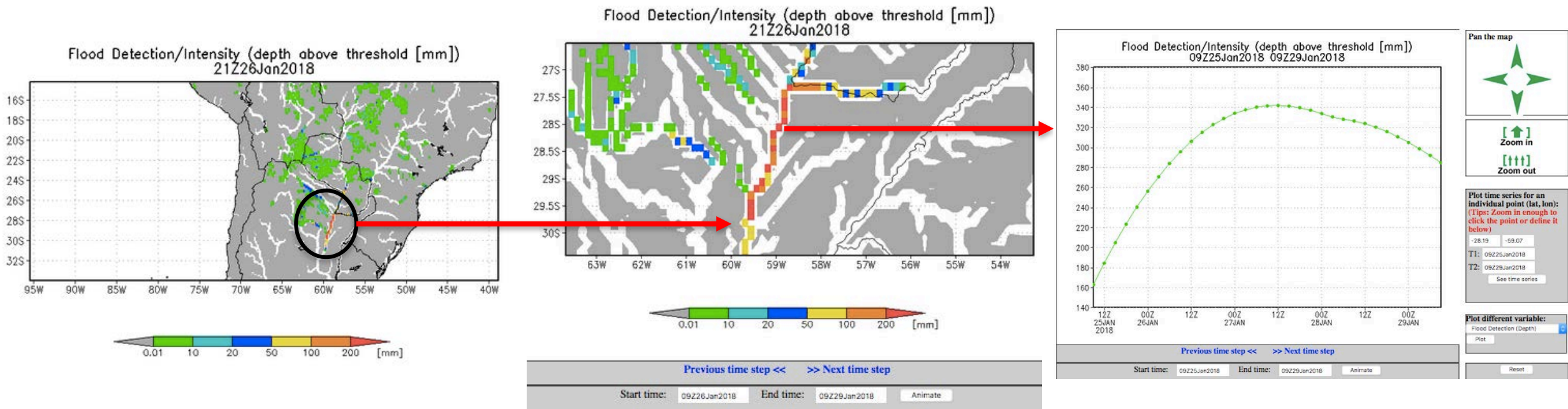
Wu H., R. F. Adler, Y. Hong, Y. Tian, and F. Policelli (2012), Evaluation of Global Flood Detection Using Satellite-Based Rainfall and a Hydrologic Model. *J. Hydrometeor.*, 13, 1268.1284.



# Aplicación de VIC a Nivel Mundial: Monitoreo de Inundaciones recientes en el Paraguay

## Global Flood Monitoring System (GFMS): <http://flood.umd.edu/>

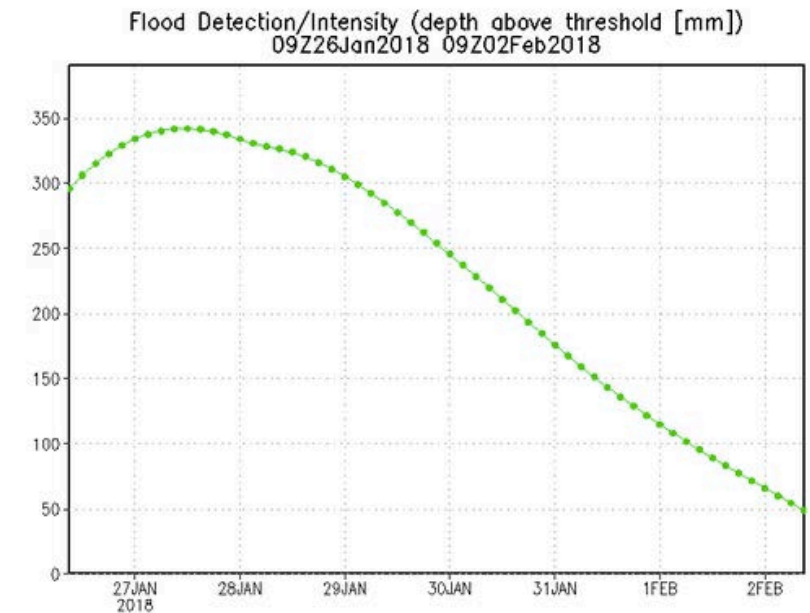
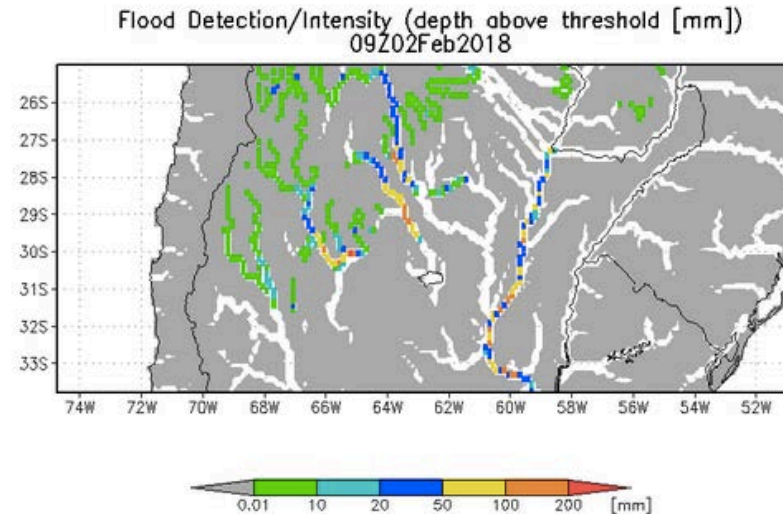
Desbordes del río Paraguay 25-26 ene. 2018



# Aplicación de VIC a Nivel Mundial: Pronósticos de Inundaciones de 4 a 5 días

Global Flood Monitoring System (GFMS): <http://flood.umd.edu/>

Pronóstico según el modelo VIC acoplado con el River Routing de la Universidad de Maryland y forzado meteorológico del Goddard Earth Observing System (GEOS)



Pronóstico de Inundaciones del Río Paraguay para las 9:00 a.m. UTC, 2 de febrero de 2018





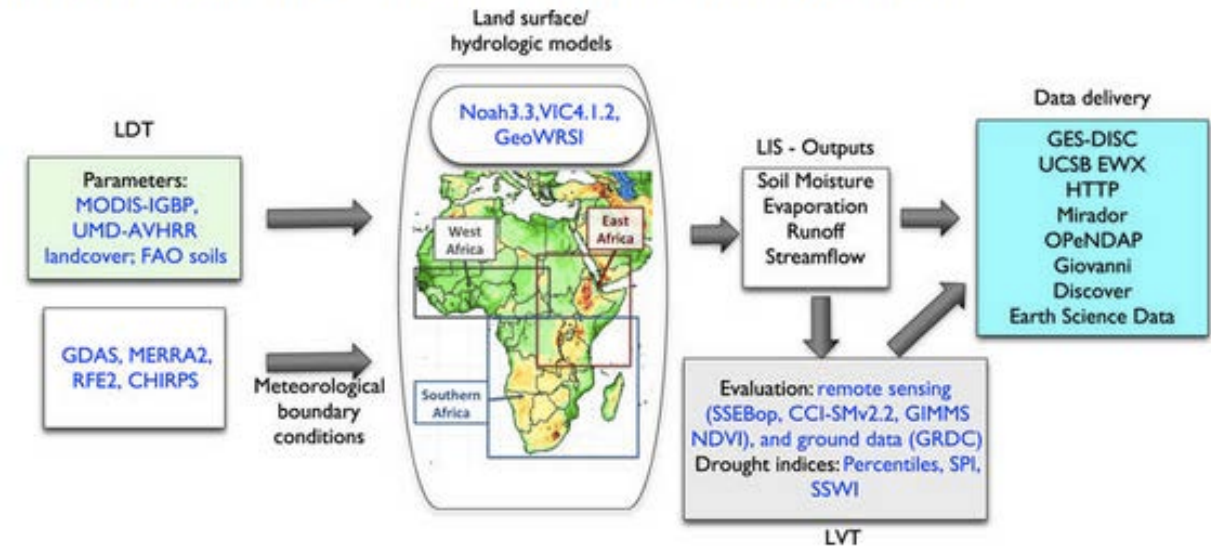
# Aplicación de VIC a Nivel Continental: Gestión de Recursos Hídricos

Land Data Assimilation System (LDAS): <http://ldas.gsfc.nasa.gov/index.php/>

- VIC se usa en los modelos de asimilación de datos de la tierra “Global, North American y FEWS NET\* Land Data Assimilation” (GLDAS, NLDAS, FLDAS) en los que se ingieren datos obtenidos por satélites y a nivel del suelo
- Los componentes de los recursos hídricos [precipitación, evapotranspiración, escorrentía, humedad del suelo] para los sistemas LDAS en base a las aguas superficiales y el equilibrio energético

\*siglas de Famine Early Warning System Network- Red de Sistemas de Alerta Temprana contra la Hambruna

Figure 1: Schematic of the Famine Early Warning Systems Network (FEWS NET) Land Data Assimilation System (FLDAS).



McNally et al., 2017: A land data assimilation system for sub-Saharan Africa food and water security applications, *Scientific Data* **volume 4**, Article number: 170012 (2017) doi:10.1038/<https://www.nature.com/articles/sdata201712>



# FLDAS para el Monitoreo y Gestión de Recursos Hídricos en África

<https://earlywarning.usgs.gov/fews/product/313>



HOME DATA PORTALS ▾ DATA DOWNLOAD ▾ SOFTWARE ▾ PUBLICATIONS SEARCH ABOUT ▾ AGRO-CLIMATOLOGY ▾

Home / Search / Africa / Southern Africa / Data Sets

## Monthly Soil Moisture (10-40 cm)

[Products](#) [Documentation](#) [<< Back to Search Results](#)

### Southern Africa

#### Soil Moisture (SM)

Soil Moisture (10-40 cm)  
December 2017

png pdf data

#### SM Difference Anomaly

Soil Moisture (10-40 cm) Anomaly  
December 2017

png pdf data

#### SM Percent Anomaly

Soil Moisture (10-40 cm) Percent Anomaly  
December 2017

png pdf data

#### Monthly Period

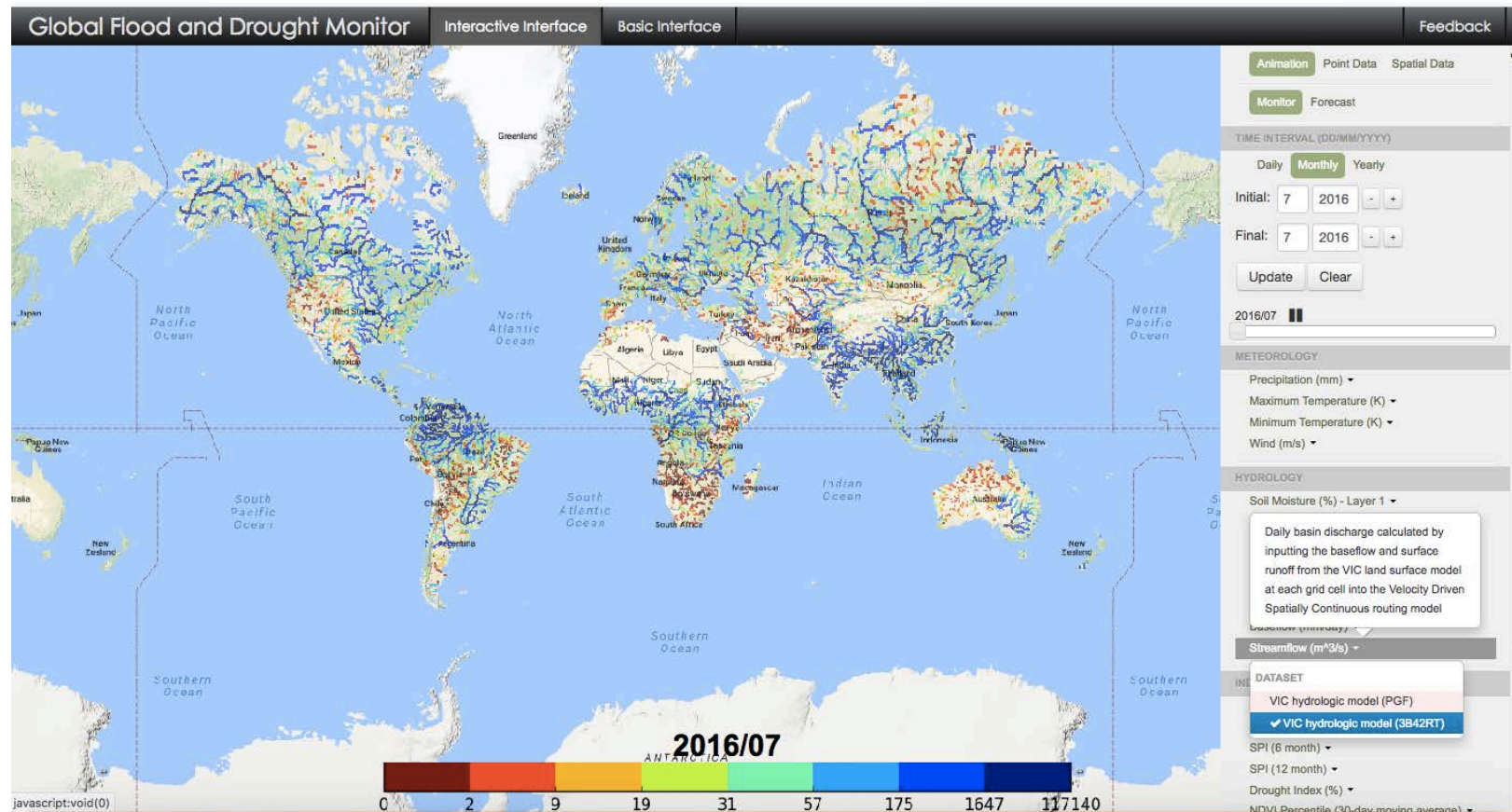
Year:

Month:



# Monitor Global de Inundaciones y Sequías de Princeton

<http://stream.princeton.edu/GFDM/WEBPAGE/interface.php?locale=en>



Flujo torrencial derivado de VIC ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) en base al "TRMM and Multi-satellite Precipitation Analysis" (TMPA) para julio de 2016





# Aplicación de VIC: Gestión de Recursos Hídricos

<https://www.usbr.gov/lc/region/programs/crbstudy/Report1/TechRptB.pdf>

VIC ha sido utilizado por el US Bureau of Reclamation (servicio de gestión de recursos hídricos en el Oeste de EEUU) para estudios del suministro de agua del río Colorado

VIC Validation Summary for Colorado River at Lees Ferry, Arizona

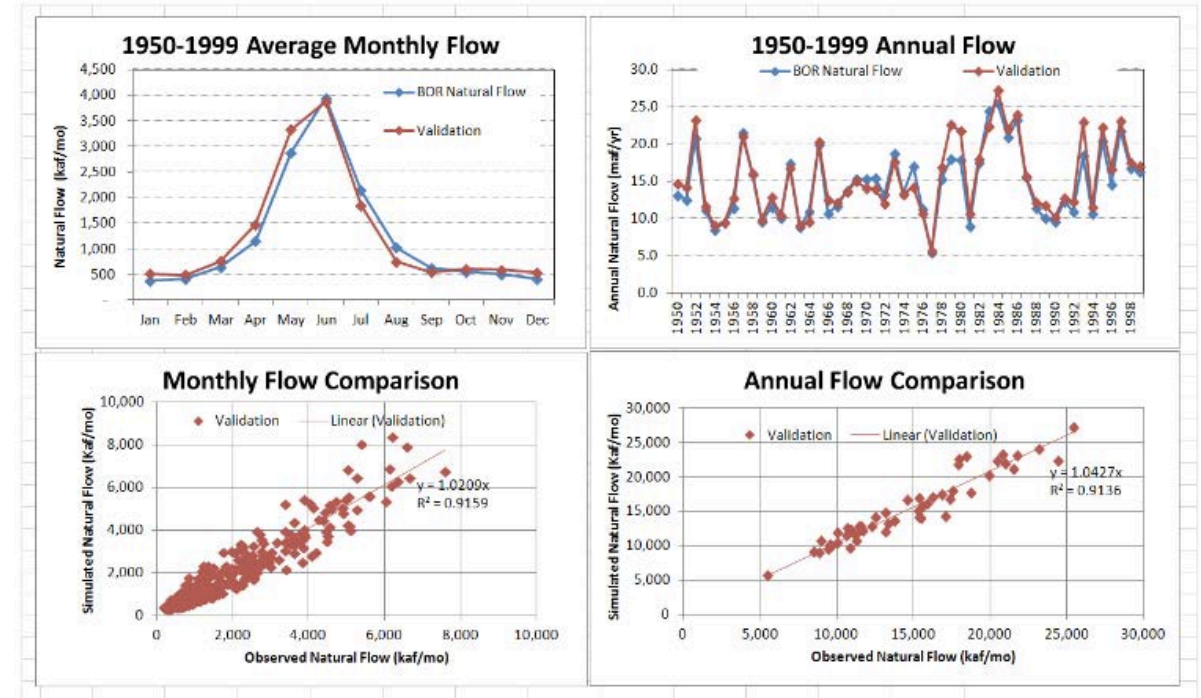
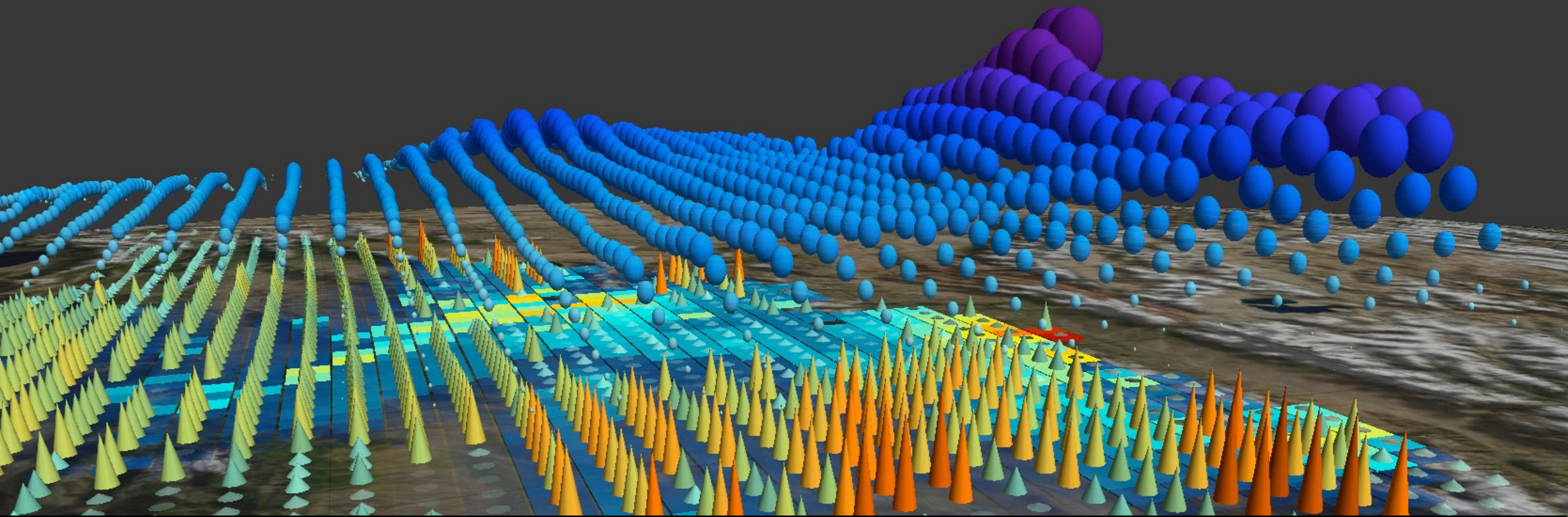


Image Credit: Colorado River Basin Water Supply and Demand Study; Technical Report B – Water Supply Assessment. (2011, June).

<https://www.usbr.gov/lc/region/programs/crbstudy/Report1/TechRptB.pdf>. Appendix B4: Variable Infiltration Capacity (VIC) Hydrologic Modeling Methods and Simulations





# Resumen

# VIC- Resumen

- VIC es un modelo hidrológica de fuente abierta y base cuadrículada
  - <https://github.com/UW-Hydro/VIC/tree/master/vic/drivers/classic/src>
- El código de VIC está escrito en el lenguaje de programación C y probado en computadoras con el sistema operativo Unix/Linux
- Se puede configurar el modelo VIC para funcionar con resoluciones cuadrículadas de >3 km hasta 2 grados
- VIC requiere datos de entrada diarios para el modo balance hidrológico mientras que requiere datos sub-diarios para el modo balance energético
- Se requiere un esquema de enrutamiento en conjunto con VIC par simular el flujo torrencial
- VIC requiere calibración regional



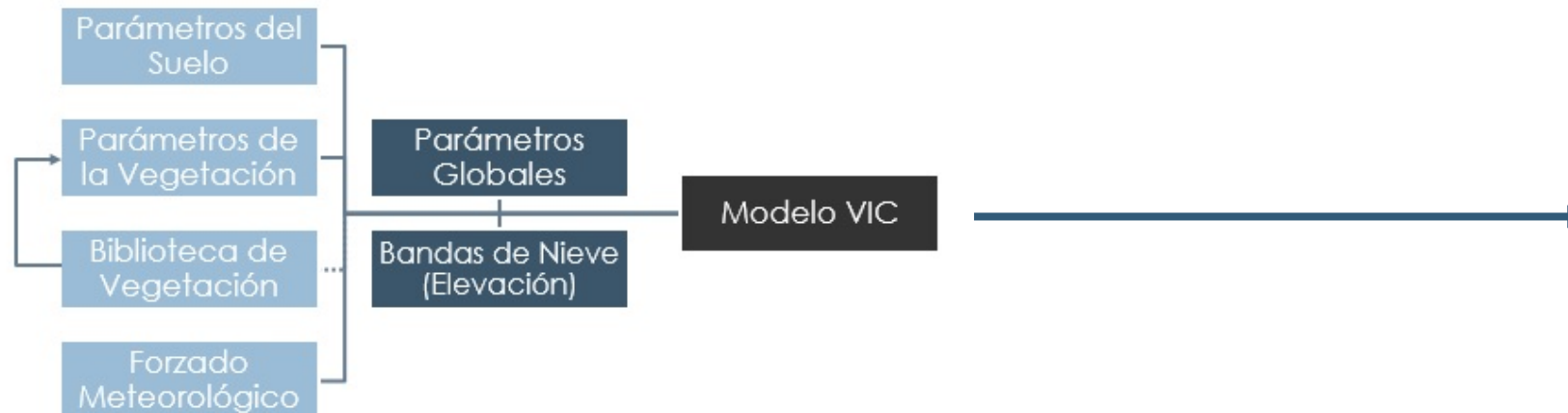


# Resumen de VIC: Entradas y Salidas

VIC requiere datos de entrada en cada punto en la cuadrícula, incluyendo:

- precipitación
- temperatura del aire en la superficie (mínimo y máximo diario)
- velocidad del viento en la superficie
- cubierta vegetal, índice de área foliar
- albedo superficial
- condiciones iniciales de la humedad del suelo
- datos sobre las características del suelo
- elevación

Requiere pre-procesamiento de datos de entrada en un formato específico – proceso que toma mucho tiempo



## Salidas de VIC

- humedad del suelo
- evapotranspiración
- escorrentía y flujo torrencial
- equivalente en agua de la nieve



# Resumen de VIC: Datos de Entrada y Sus Fuentes

Forzado Meteorológico

Parámetro	Fuente
Temperaturas Mínima y Máxima Vientos en la Superficie	El modelo <b>MERRA-2</b> con Observaciones Satelitales Asimiladas
Precipitación	Misión “Global Precipitation Measurement” <b>(GPM) - IMERG</b>
Cubierta Terrestre, <b>LAI</b> y Albedo	<b>Terra y Aqua MODIS</b>
Elevación	Shuttle Radar Topography Mission ( <b>SRTM</b> )

**MERRA:** Modern-Era Retrospective analysis for Research and Application

(Análisis Retrospectivo de la Era Moderna para la Investigación y Aplicación)

**IMERG:** Integrated Multi-satellite Retrievals for GPM

(Recuperaciones Multi-satelitales Integradas para GPM)

**MODIS:** MOderate Resolution Imaging Spectroradiometer

(Espectrorradiómetro de Imágenes de Resolución Moderada)

**LAI:** Leaf Area Index (Índice de Área Foliar)



# Resumen de VIC: Aplicaciones

- Facilitar la planificación y el apoyo a decisiones mediante el monitoreo y pronóstico de:
  - recursos hídricos
  - condiciones de inundación y de sequía







¡Gracias!

Debe entregar su tarea para el 15 de marzo de 2018