

# 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 de marzo de 2018

# Objetivo de la Capacitación

Al concluir esta capacitación, los participantes podrán:

- descargar e instalar el modelo VIC\*
- configurar VIC para una cuenca hidrológica o fluvial usando datos obtenidos mediante la teledetección como insumos
- analizar los resultantes componentes de recursos hídricos

\*Siglas de “Variable Infiltration Capacity” o Capacidad de Infiltración Variable en inglés



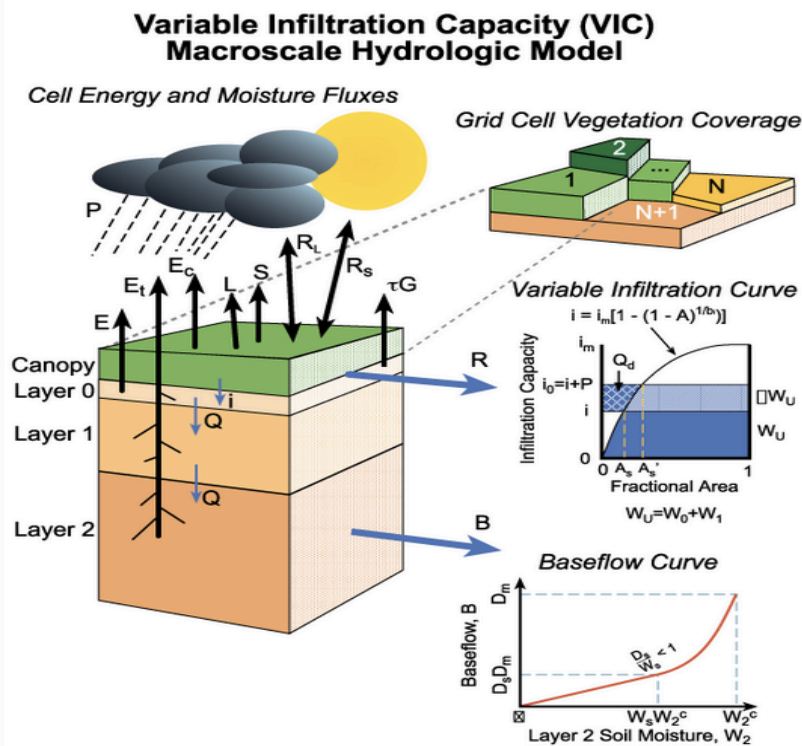
# Resumen de la Capacitación

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

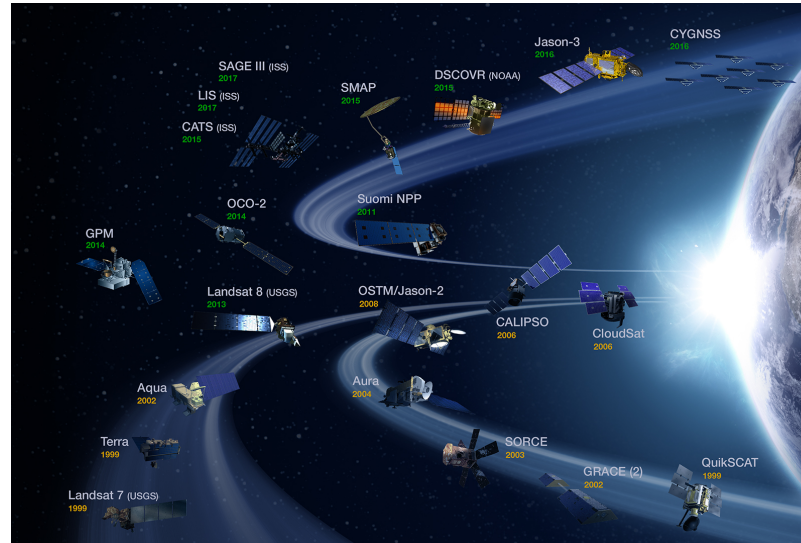
Sesión 1: 15 feb. 2018

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

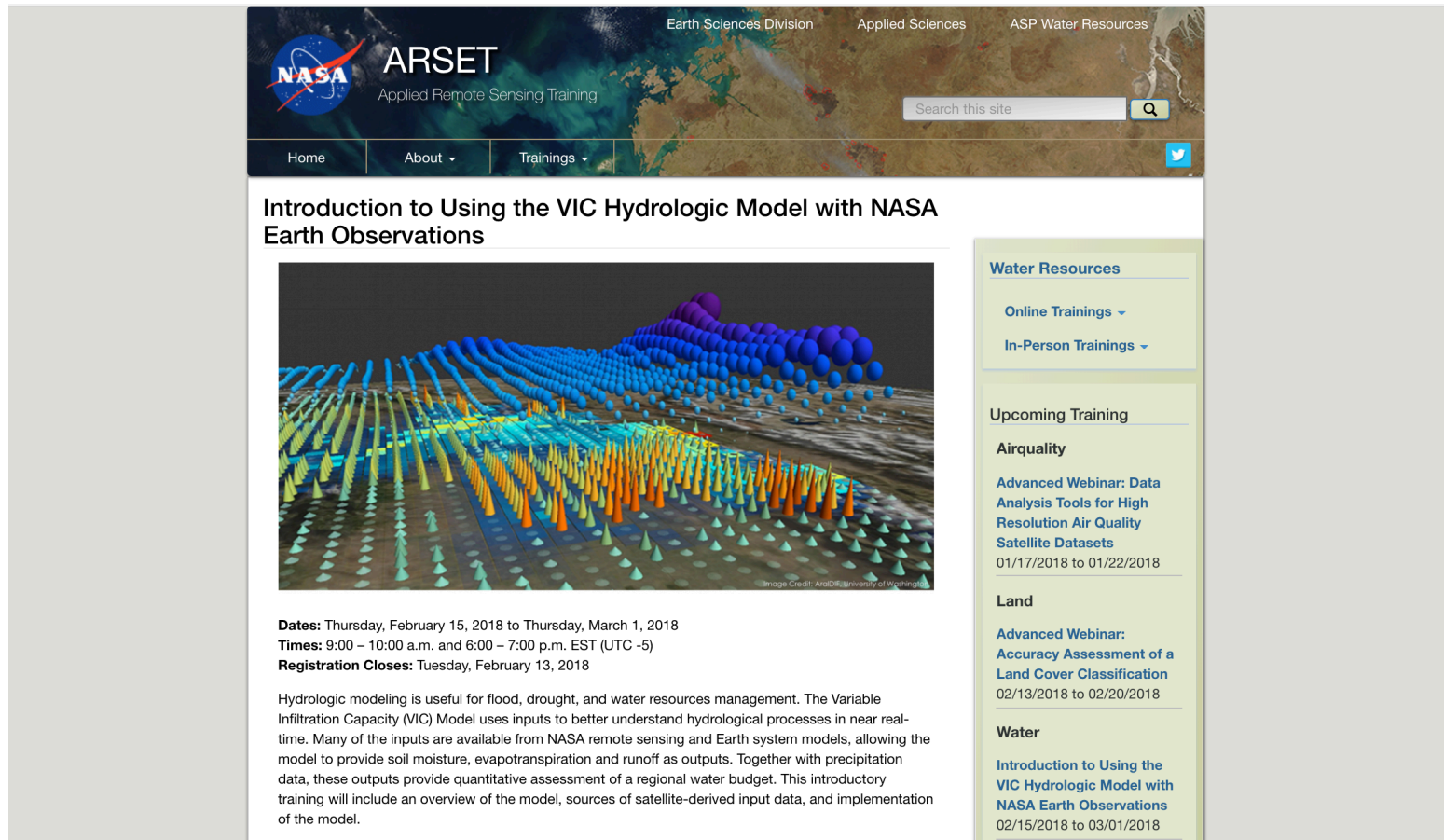


Resumen de la Implementación de VIC para una Cuenca Fluvial



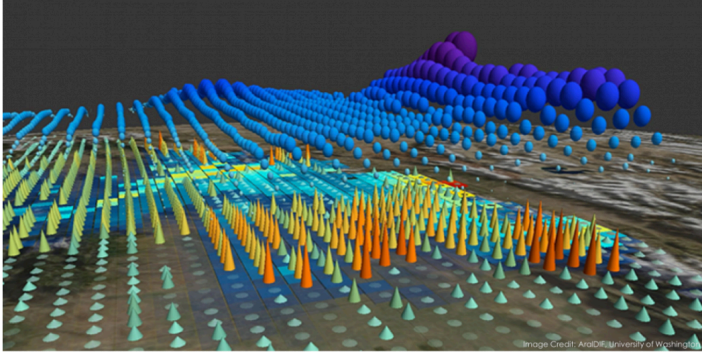
# Material del Curso

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 webinar titled 'Introduction to Using the VIC Hydrologic Model with NASA Earth Observations'. Below the title is a 3D visualization of a hydrologic model with a terrain map and numerous colored arrows representing water flow. To the right of the main content is a sidebar with sections for 'Water Resources', 'Upcoming Training', and 'Water'. The 'Water Resources' section includes links for 'Online Trainings' and 'In-Person Trainings'. The 'Upcoming Training' section lists 'Airquality' with a link to an 'Advanced Webinar: Data Analysis Tools for High Resolution Air Quality Satellite Datasets' from 01/17/2018 to 01/22/2018. The 'Land' section lists an 'Advanced Webinar: Accuracy Assessment of a Land Cover Classification' from 02/13/2018 to 02/20/2018. The 'Water' section lists the current webinar, 'Introduction to Using the VIC Hydrologic Model with NASA Earth Observations', from 02/15/2018 to 03/01/2018.

**Introduction to Using the VIC Hydrologic Model with NASA Earth Observations**



**Dates:** Thursday, February 15, 2018 to Thursday, March 1, 2018  
**Times:** 9:00 – 10:00 a.m. and 6:00 – 7:00 p.m. EST (UTC -5)  
**Registration Closes:** Tuesday, February 13, 2018

Hydrologic modeling is useful for flood, drought, and water resources management. The Variable Infiltration Capacity (VIC) Model uses inputs to better understand hydrological processes in near real-time. Many of the inputs are available from NASA remote sensing and Earth system models, allowing the model to provide soil moisture, evapotranspiration and runoff as outputs. Together with precipitation data, these outputs provide quantitative assessment of a regional water budget. This introductory training will include an overview of the model, sources of satellite-derived input data, and implementation of the model.

**Water Resources**

- Online Trainings ▾
- In-Person Trainings ▾

**Upcoming Training**

**Airquality**

- [Advanced Webinar: Data Analysis Tools for High Resolution Air Quality Satellite Datasets](#)  
01/17/2018 to 01/22/2018

**Land**

- [Advanced Webinar: Accuracy Assessment of a Land Cover Classification](#)  
02/13/2018 to 02/20/2018

**Water**

- [Introduction to Using the VIC Hydrologic Model with NASA Earth Observations](#)  
02/15/2018 to 03/01/2018

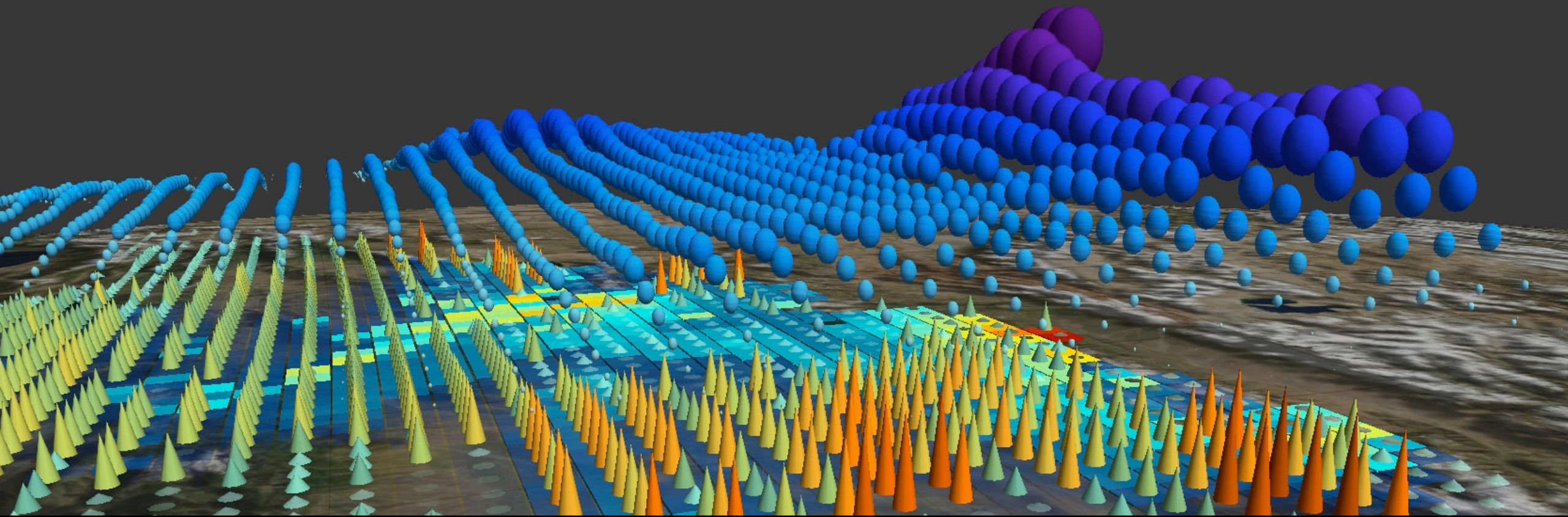


# Tarea y Certificados

- 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)

# Sesión-1: Resumen

- Programa de Capacitación de Teledetección Aplicada (Applied Remote Sensing Training o ARSET)
- Repaso del Modelo VIC
  - Atributos
  - Procesos
  - Modelo Rutinario



Programa de Capacitación de Teledetección  
Aplicada  
(Applied Remote Sensing Training Program o ARSET)

# Programa NASA de Capacitación de Teledetección Aplicada (Applied Remote Sensing Training Program o ARSET)

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

- **Misión: Empoderar a la comunidad global a través de la capacitación de teledetección**
- Un equipo de 15 científicos, estudiantes y demás personal de apoyo en 3 instalaciones de la NASA
- Parte del Programa de Ciencias Aplicadas/Fomento de Capacidades de la NASA
- Público objetivo: formuladores de políticas y profesionales ambientales en los sectores público y privado
- Áreas de capacitación:



Desastres



La Tierra



Salud y  
Calidad del  
Aire

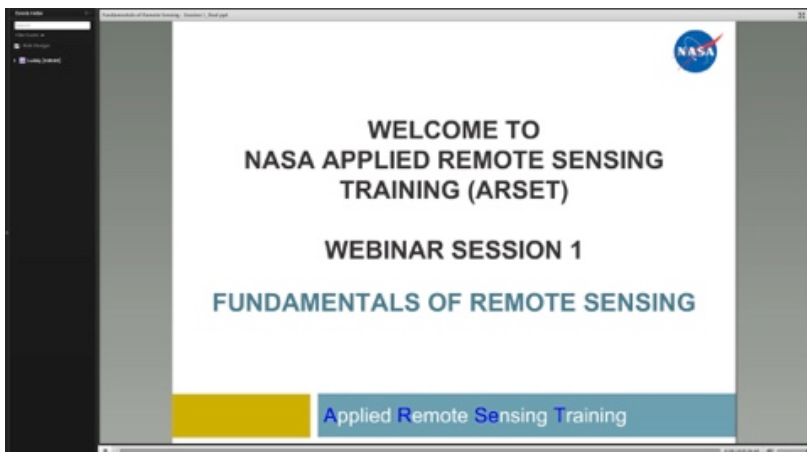


Recursos  
Hídricos





# Formatos de Capacitaciones ARSET



## En Línea

- En vivo y grabadas
- 4 a 6 horas de instrucción
- Las capacitaciones avanzadas incluyen el procesamiento de imágenes

## En Persona

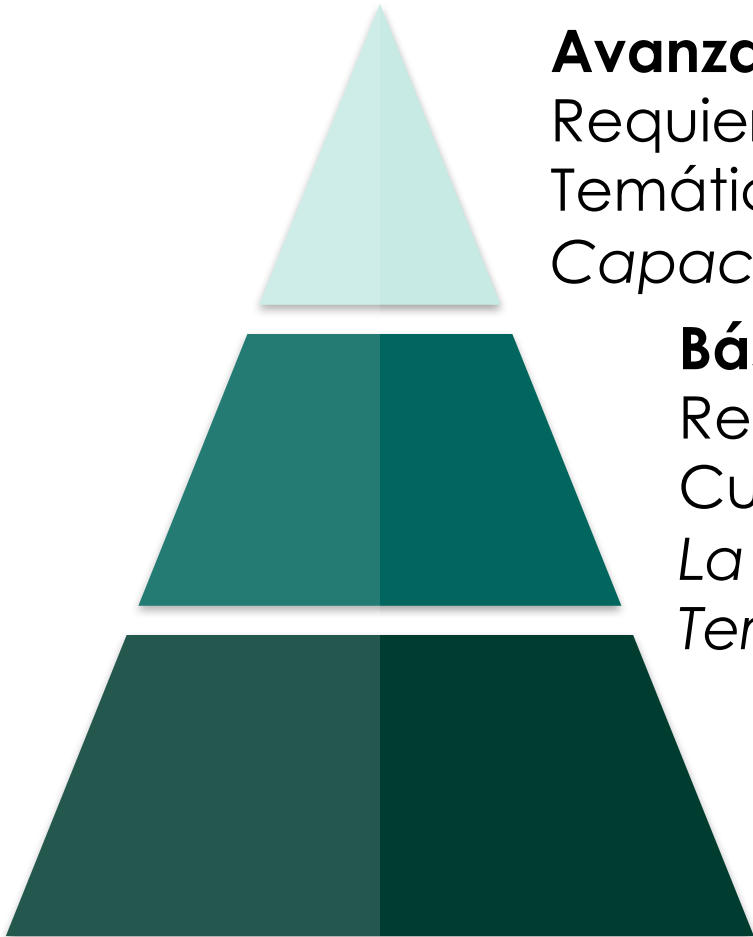
- 2 a 7 días de duración
- En un laboratorio de computación
- Mezcla de presentaciones y ejercicios
- Estudios de caso localmente relevantes

## Para los Capacitadores

- Capacitaciones y manuales en línea
- Para organizaciones procurando desarrollar y programa de capacitación de teledetección



# ARSET- Niveles de Capacitación



## **Avanzado (Nivel 2)**

Requiere capacitación nivel 1 o conocimiento equivalente  
Temáticas altamente enfocadas y profundizadas

*Capacitación en Línea Avanzada: La Teledetección de Sequías*

## **Básico (Nivel 1)**

Requiere capacitación nivel 0 o conocimiento equivalente  
Cubre aplicaciones específicas

*La Gestión de Recursos Hídricos Usando Datos de Ciencias Terrestres de la NASA*

## **Fundamentos (Nivel 0)**

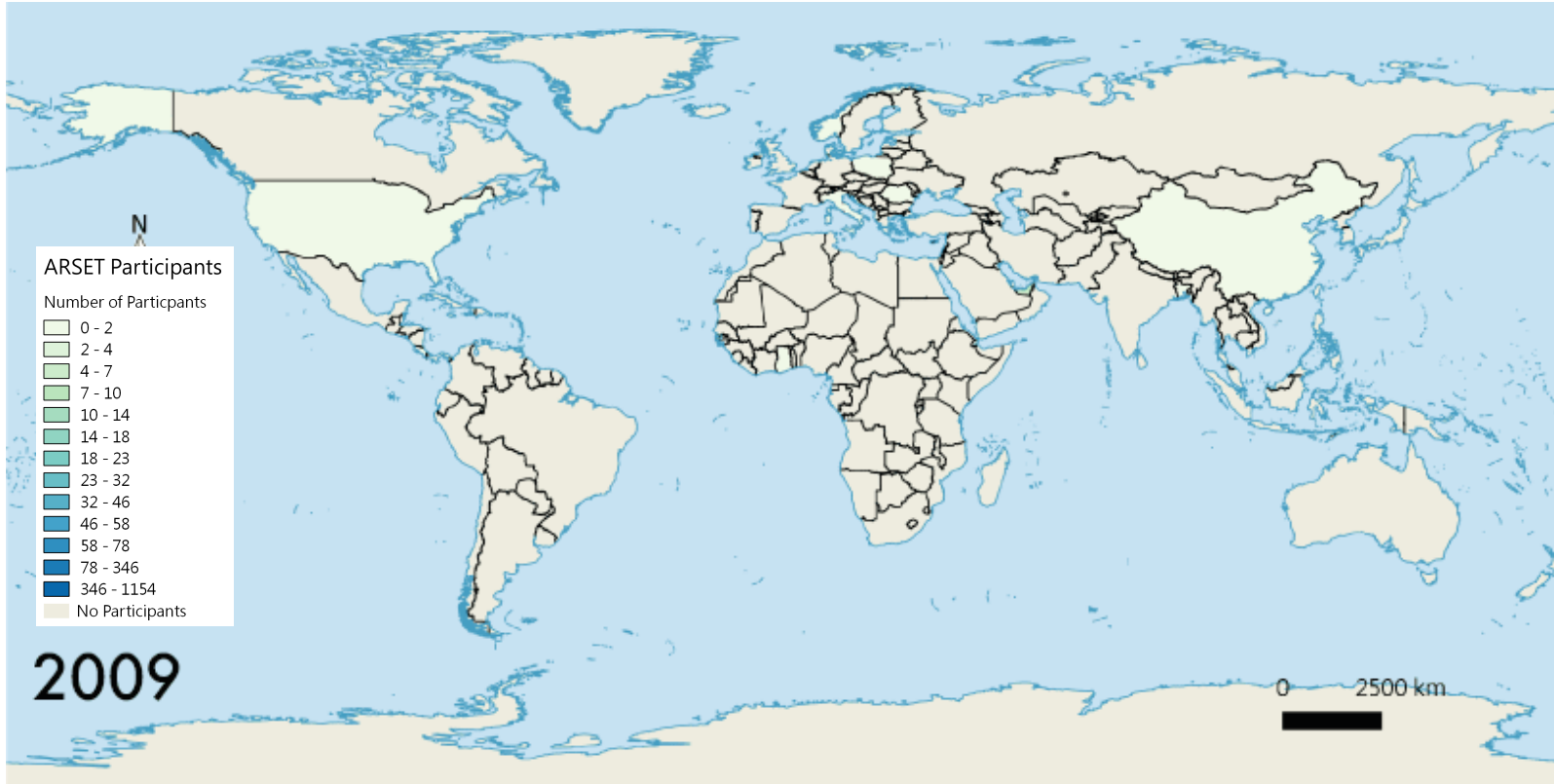
No presupone ningún conocimiento de la teledetección  
*Fundamentos de la Teledetección*

***Todas las presentaciones y los ejercicios están disponibles sin costo alguno en inglés y español. Algunas grabaciones están dictadas en ambos idiomas***



# Participación a Nivel Mundial

Número de participantes (2009-2016)



100 capacitaciones  
(desde 2009)



+de 13,000 participantes



159 países, todos los  
estados de EEUU



+de 3,700 organizaciones  
individuales

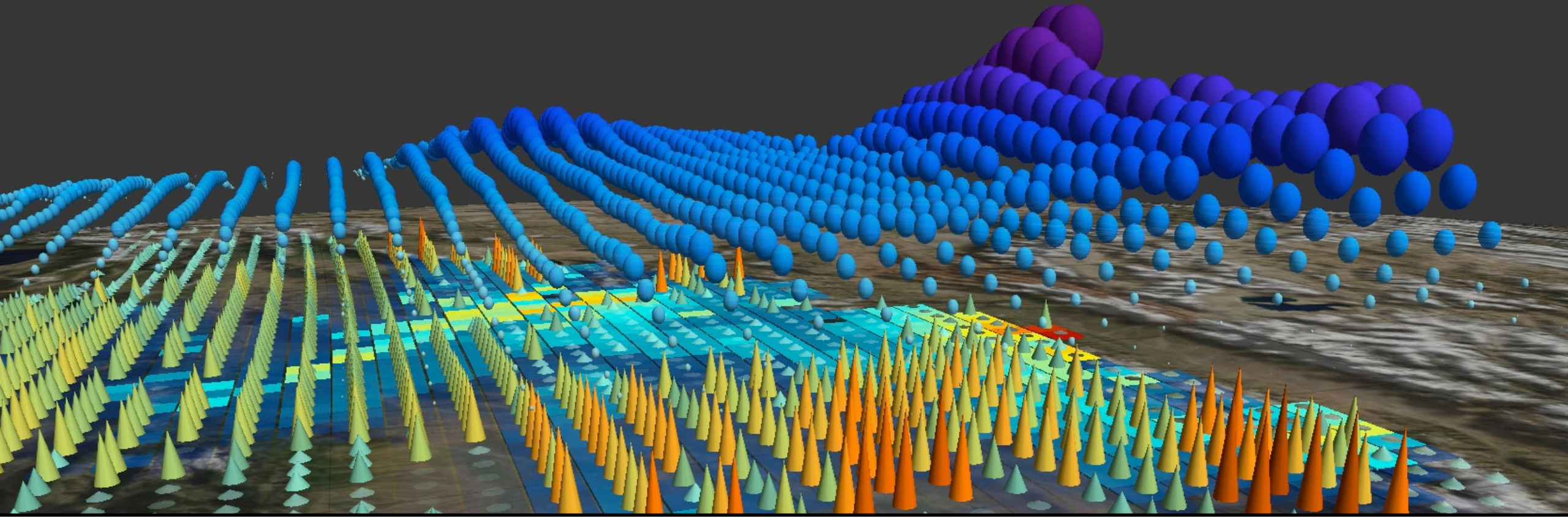


# ARSET- Página en Línea y ListServ

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

The screenshot shows the ARSET website interface. At the top, there is a NASA logo and the text "ARSET Applied Remote Sensing Training". Navigation links include "Home", "About", and "Trainings". A search bar is present with the text "Search this site". A dropdown menu for "Trainings" is open, listing categories: "Fundamentals", "Disasters", "Health & Air Quality", "Land", and "Water Resources". A featured training event is highlighted: "Introduction to Remote Sensing of Harmful Algal Blooms", scheduled for Tuesdays, Sep 5-26, 2017, from 11:00-12:00 or 21:00-22:00 EDT (UTC-4). A "Register Now" button is visible. On the right, a sidebar menu lists "ARSET" options: "Online Trainings", "In-Person Trainings", "Sign up for the Listserv" (highlighted with a red arrow), "Tools Covered", "Suggest a Training", "Personnel", and "Resources". Below this, an "Upcoming Training" section is partially visible, listing "Water" and "Satellite Observations of Water Quality for".

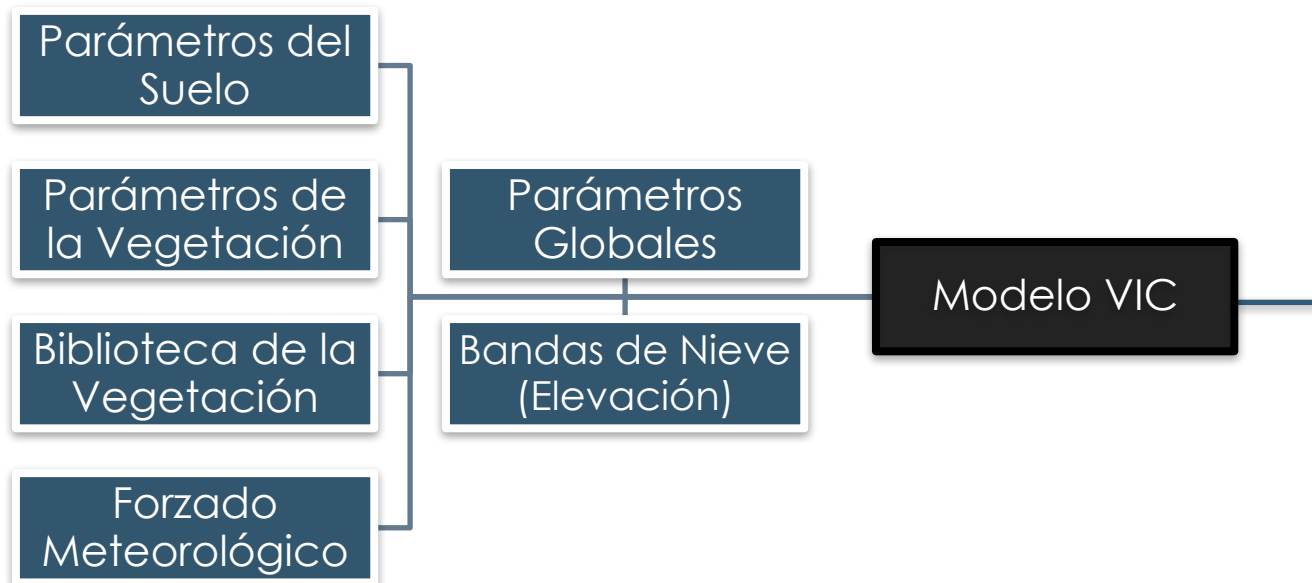




# Introducción al Modelo VIC

# El Flujo de Trabajo en el Modelo VIC

## Entradas



## Productos

- Humedad del Suelo
- Evapotranspiración
- Escorrentía/ Flujo Torrencial
- Equivalente en Agua de la Nieve

Imagen de Documentación VIC de Acceso Libre: <http://vic.readthedocs.io/en/master/Overview/ModelOverview>



# Un Resumen General del Modelo VIC\*

- Comparación/selección de modelos hidrológicos
- Atributos del modelo VIC
  - Tamaño cuadricular
  - Representaciones sub-cuadriculares
- Procesos del modelo VIC
  - Vegetación
  - Nieve
  - Evapotranspiración
  - Escorrentía/Infiltración
  - Caudal base
- Modelo de Enrutamiento

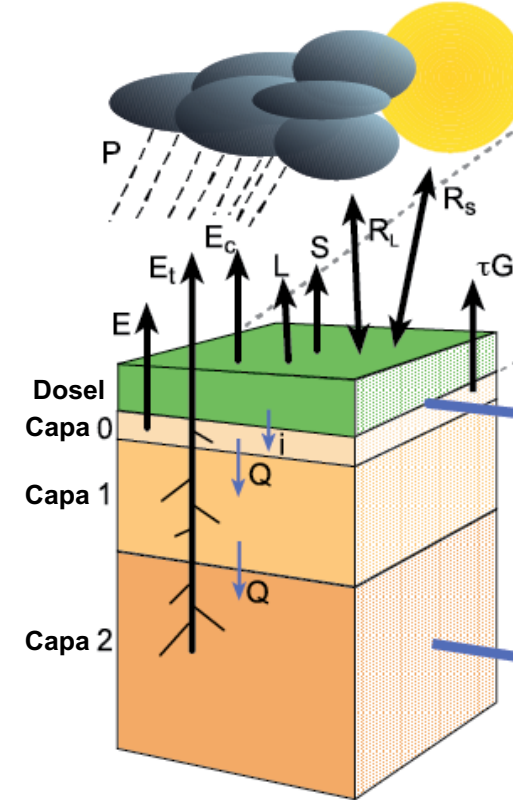
\*Siglas de “Variable Infiltration Capacity” o Capacidad de Infiltración Variable en inglés



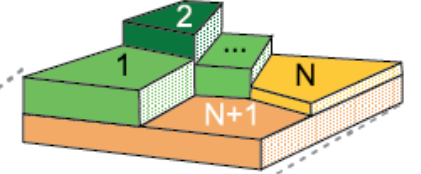
# El Modelo VIC

- El Modelo de Capacidad de Infiltración Variable (**Variable Infiltration Capacity o VIC**)
- Representación de la superficie de la tierra en una **base cuadrangular**
- Simula los flujos de **humedad** y **energía** entre la superficie de la tierra y la atmósfera
- Fue desarrollado para simulaciones de Modelos de la Superficie Terrestre (Land surface Model o LSM) en combinación con Modelos de Circulación Global (Global Circulation Model o GCM)
  - Se lo considera un **modelo de investigación**
- Desarrollo de **fuentes abiertas**

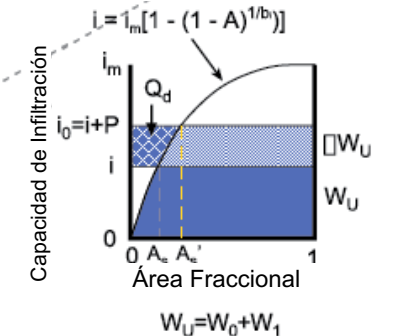
Flujos de Energía y Humedad en Cuadrícula



Cobertura Vegetal en Cuadrícula



Curva de Infiltración Variable



Curva Caudal Base

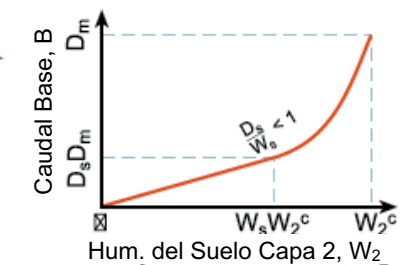


Imagen de Documentación de VIC de Acceso Libre: <http://vic.readthedocs.io/en/master/Overview/ModelOverview>





# La Diferencia entre un LSM y un Modelo Hidrológico Tradicional

	Modelo Hidrológico Tradicional	Esquema LSM
Propósito	Pronóstico de inundaciones, reservas de agua	Inclusión en una GCM como esquema de la superficie de la tierra
Flujos	Sólo el balance hidrológico es importante	Tanto el balance hidrológico como el energético son importantes
Representación en el Modelo	Principalmente modelos conceptuales (los parámetros no tienen base física como el método CN, por ejemplo)	Formulación con mayor base física (ej. conductividad hidráulica)
Vegetación	Implícitamente simulada	Explícitamente simulada
Recorrido	Parámetros amontonados o completamente distribuido	Base cuadrangular
Función	Simulaciones fuera de línea	Acople dinámico con GCM o simulaciones fuera de línea



# Selección de un Modelo Hidrológico

- La selección de un modelo depende en gran parte de la aplicación del modelo
  - Parcialmente basada en la experiencia técnica
- Varios estudios han investigado la selección de modelos, la parametrización y los efectos de la calibración en los resultados
  - La selección del modelo tiene un efecto profundo
  - Hay que entender los componentes del modelo y las representaciones físicas para su aplicación

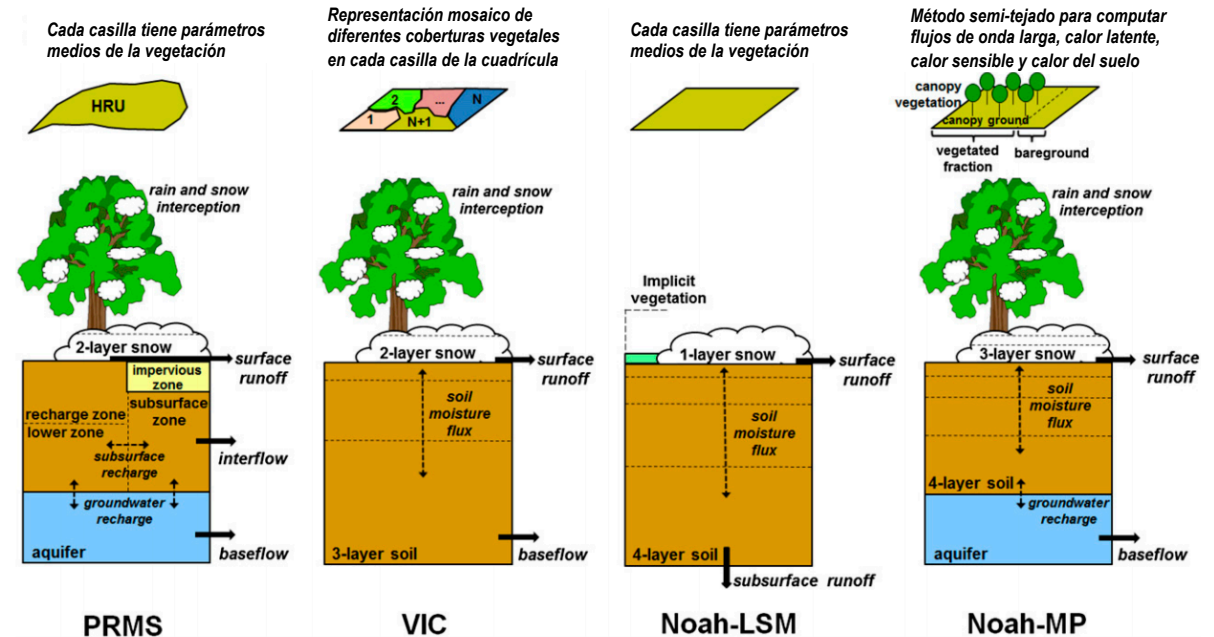
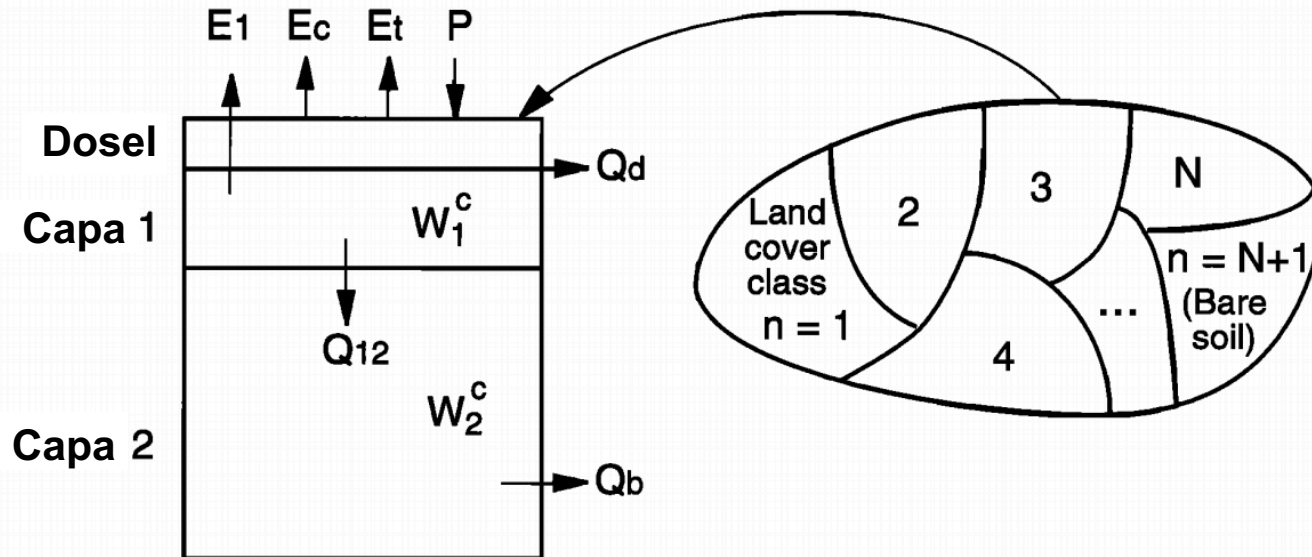


Imagen de Mendoza et al., 2015 (Artículo de acceso libre de J. Hydromet.): <http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/JHM-D-14-0104.1>



# Orígenes de VIC

- Desarrollado por *Liang et al.* [1994]
- Modelo de dos capas del suelo y la vegetación
- **Modelo de base física** para acoplarse con modelos climáticos



JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 99, NO. D7, PAGES 14,415-14,428, JULY 20, 1994

## A simple hydrologically based model of land surface water and energy fluxes for general circulation models

Xu Liang and Dennis P. Lettenmaier

Department of Civil Engineering, University of Washington, Seattle

Eric F. Wood

Department of Civil Engineering and Operations Research, Princeton University, Princeton, New Jersey

Stephen J. Burges

Department of Civil Engineering, University of Washington, Seattle

**Abstract.** A generalization of the single soil layer variable infiltration capacity (VIC) land surface hydrological model previously implemented in the Geophysical Fluid Dynamics Laboratory general circulation model (GCM) is described. The new model is comprised of a two-layer characterization of the soil column, and uses an aerodynamic representation of the latent and sensible heat fluxes at the land surface. The infiltration algorithm for the upper layer is essentially the same as for the single layer VIC

Imagen de *Liang et al.* [1994] (Artículo de acceso libre): <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/94JD00483/epdf>



# VIC- Atributos

- Cada casilla en la cuadrícula es simulada independientemente
  - La única agua que entra en las casillas es de la atmósfera (precipitación)
- Puede representar la vegetación/cubierta terrestre sub-cuadrícula
- Puede representar la variabilidad en la elevación (bandas de nieve) sub-cuadrícula
- Intervalos temporales diarios o sub-diarios
- Múltiples profundidades de capas del suelo
- Se realiza el enrutamiento de la escorrentía independientemente usando un modelo separado
  - Típicamente el modelo de enrutamiento de Lohmann et al. [1996; 1998]
- Las aguas subterráneas profundas no se toman en cuenta en el modelo



# VIC- Tamaño Cuadrícula

- Las casillas en la cuadrícula se simulan independientemente entre sí
  - Ningún flujo canalizado, flujo subterráneo o recarga al suelo de los ríos
- Suposición: **los flujos verticales son mucho más grandes que los flujos horizontales**
- Suposición satisfecha con una **casilla en cuadrícula grande (resolución de >3km a ~2°)**
  
- Suposiciones adicionales:
  - El flujo de aguas subterráneas es menor relativo a al flujo superficial y casi superficial
  - Los lagos/humedales no tienen un flujo canalizado significativo
  - El desborde (por encima de las orillas) es insignificante
  
- Todas se satisfacen normalmente si la cuadrícula es lo suficientemente grande



# Representación Sub-Cuadrícula: Vegetación

- La distribución espacial y los parámetros para las clases de vegetación se especifican en los archivos de entrada
- Los términos de los balances energético e hidrológico **se calculan independientemente para cada clase de vegetación**
- Cada clase tiene una **parametrización diferente**:
  - Índice de Área Foliar
  - Profundidad de Enraizamiento
  - Rugosidad de la Superficie
  - etc.
- Las clases **deben sumarse para ser el 100% de la superficie** o se usa el esquema **para suelo descubierto de VIC para lo restante**
- Ejemplo: 33% Bosque, 36% Pastizal
  - $(100 - 33 - 36 = 31\%$  suelo descubierto)

Cobertura Vegetal por Cuadrícula

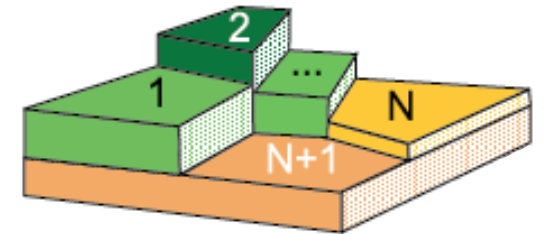


Imagen de Documentación de VIC de Acceso Libre: <http://vic.readthedocs.io/en/master/Overview/ModelOverview/>

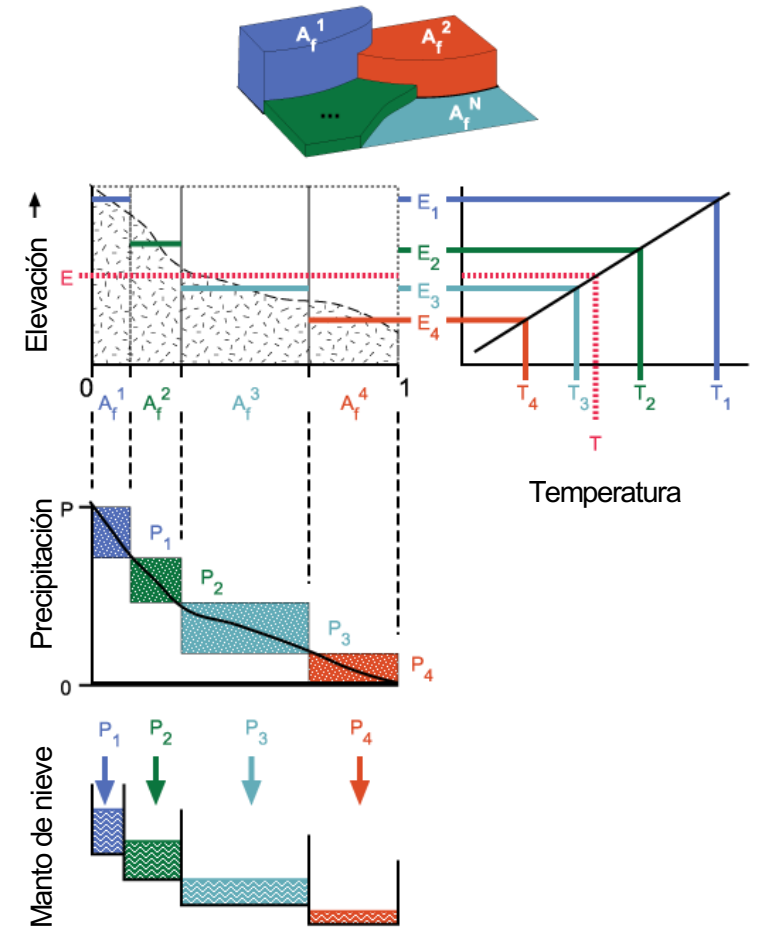


# Representación Sub-Cuadrícula: Elevación

- Simula **efectos orográficos** en la precipitación/ nieve y en los procesos del manto de nieve
- Importante para la representación de las diferencias en **las fechas de acumulación de nieve y de deshielo** entre las elevaciones altas y bajas
- Bandas de nieve (elevación) **especificadas por el usuario**
  - Área fraccional y elevación media para cada banda
- La **temperatura** por pixel media **se estima por medio del gradiente adiabático para cada banda de elevación**
  - La precipitación cae de forma líquida o sólida dependiendo de la temperatura estimada usando el gradiente adiabático

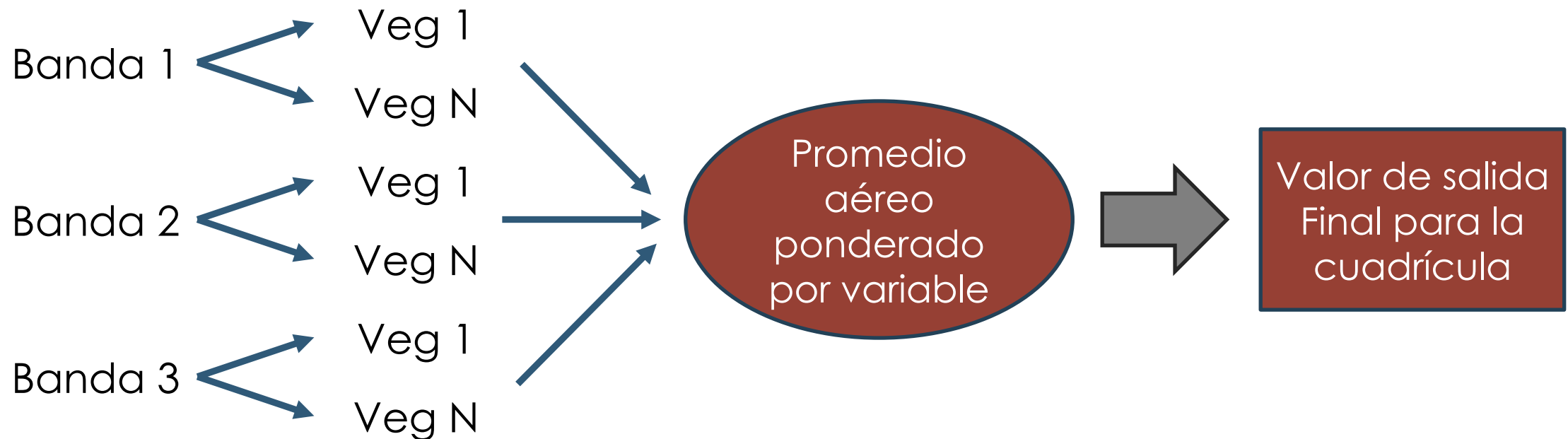
Imagen de Documentación de VIC de Acceso Libre: <http://vic.readthedocs.io/en/master/Overview/ModelOverview/>

Bandas de elevación de la nieve de VIC



# Representación Sub-Cuadrícula: Agregación

- Los procesos sub-cuadrícula se combinan a través de un **promedio aéreo ponderado**
- Calculada por bandas de elevación y después cubierta vegetal
  - **El orden de operaciones es importante**



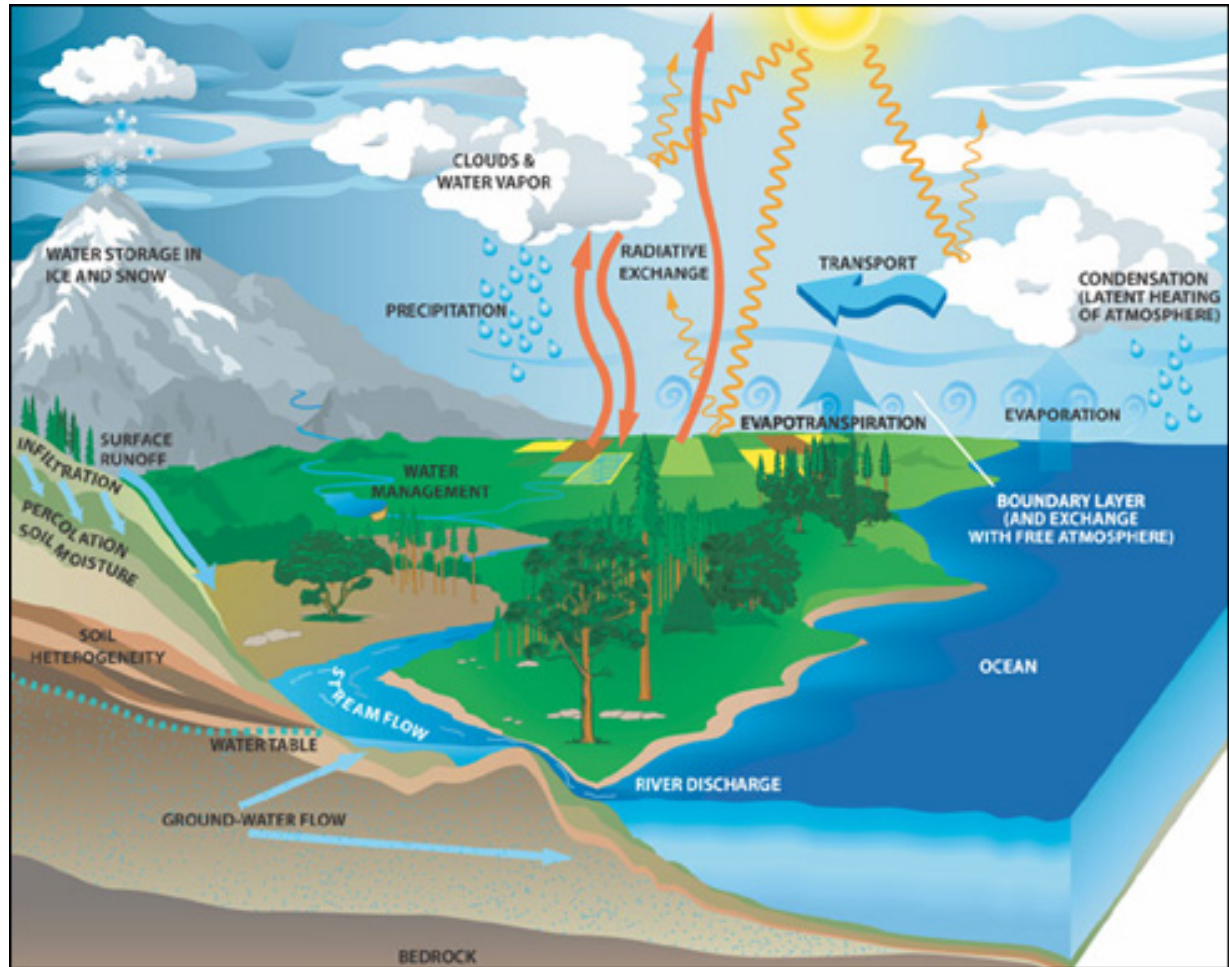
- ¡El tener más bandas y tipos de vegetación incrementa significativamente el tiempo que se requiere para calcular!



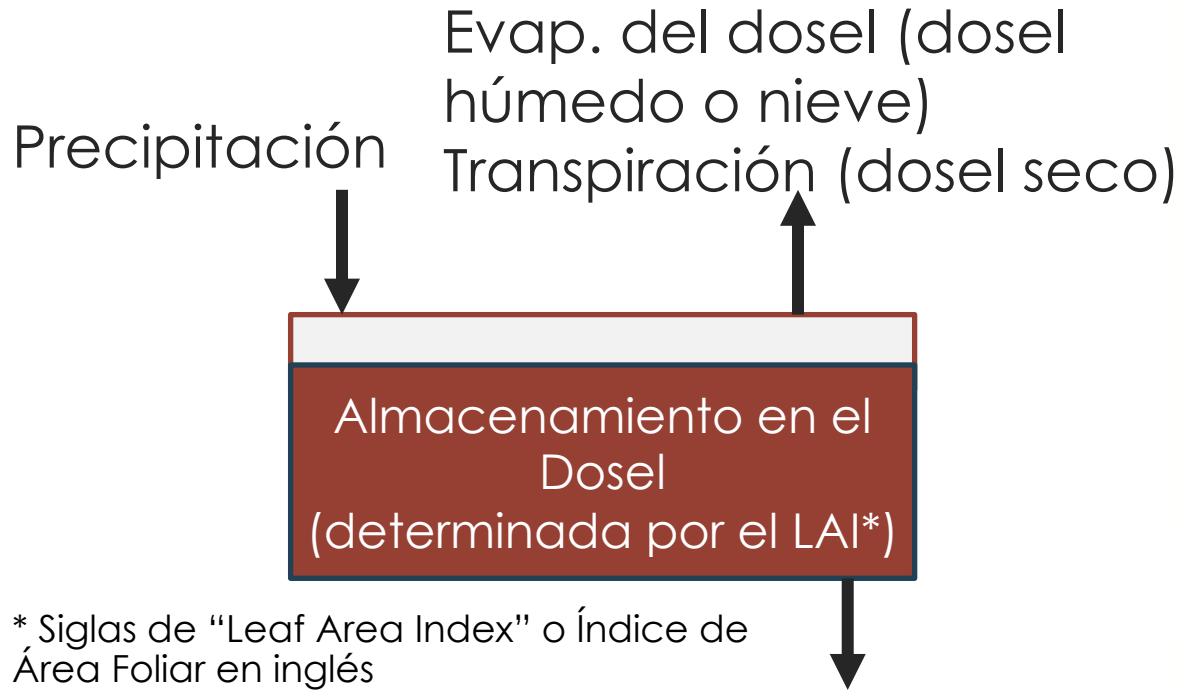


# Representación de Procesos Hidrológicos

- Requiere una parametrización detallada
  - Importante para regiones sensibles al clima
- Contiene módulos y opciones para capturar procesos específicos



# Dosel de Vegetación



La "penetración" del dosel ocurre cuando la precipitación adicional excede la capacidad de almacenamiento del dosel en el intervalo temporal actual



Imagen de Documentación de VIC de Acceso Libre: <http://vic.readthedocs.io/en/master/Overview/ModelOverview>



# Simulaciones de Nieve

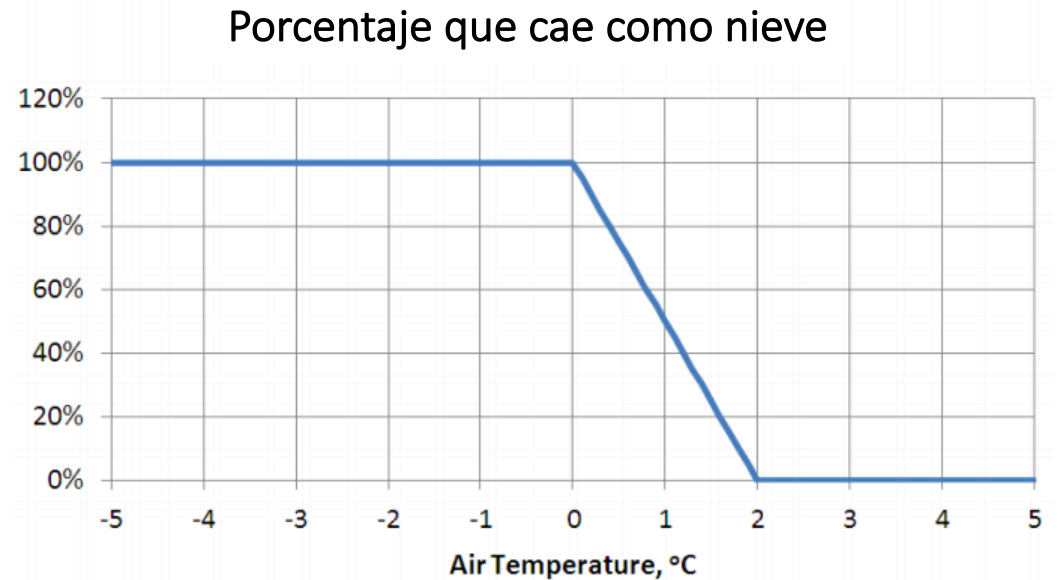
- La nieve dentro del dosel arbóreo está directamente relacionado con el LAI\*
- Usan un modelo del balance energético de dos capas en la superficie de la nieve
  - Nivel superficial delgado
  - Nivel manto de nieve
- El albedo y la dimensión del manto de nieve evolucionan según el tiempo que la nieve tiene
- Requiere calibración de la rugosidad y el albedo de la superficie de la nieve

\* Siglas de “Leaf Area Index” o Índice de Área Foliar en inglés



# Partición Lluvia-Nieve

- VIC usó un **método (lineal) simple** para determinar el **porcentaje de precipitación líquida (lluvia) o sólida (nieve)**
- Ejemplo: Mínimo para lluvia = 0.0 °C  
Máximo para nieve = 2.0 °C
- Requiere calibración de los parámetros mínimo para lluvia y máximo para nieve
- Para este ejemplo, una temperatura de 0.5°C produciría
  - 75% nieve y 25% lluvia



# Simulación de la Evapotranspiración

- **Método Penman Monteith** de base física [Monteith, 1965]

$$E_p = \frac{s(R_n - G) + \rho c_p d_a / r_a}{s + \gamma(1 + r_s / r_a)}$$

- Compuesto de tres componentes para cada banda de elevación y tipo de vegetación



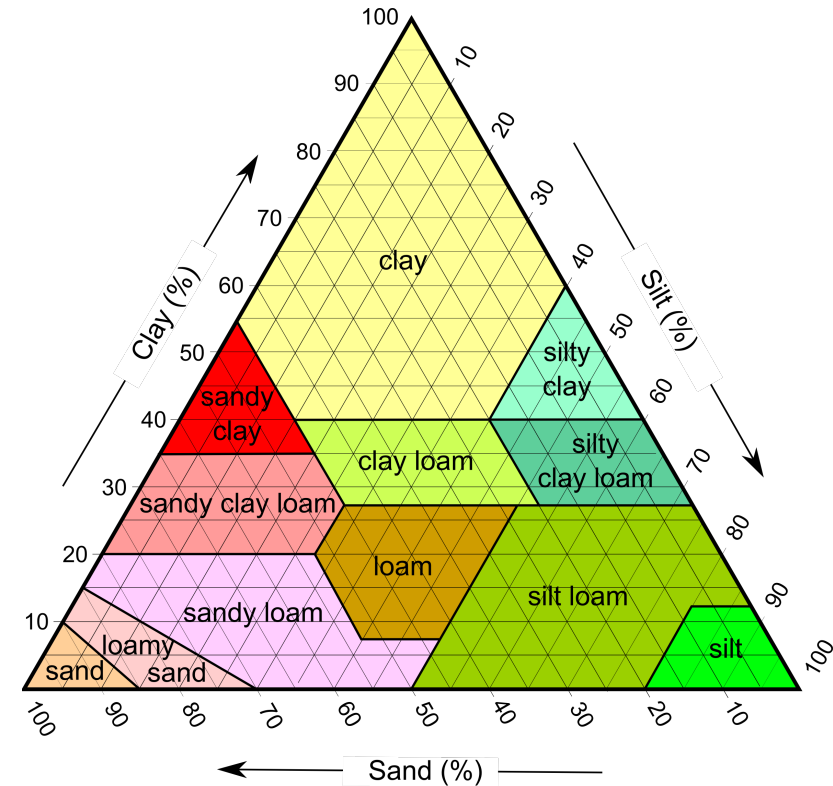
- Los cálculos para suelo descubierto son similares pero incluyen términos de resistencia para la transferencia de humedad suelo-atmósfera



# Parametrización de Suelos

- Hay poca información sobre el suelo
- **Funciones de la pedotransferencia**
  - Cambiar lo que tenemos en lo que necesitamos
  - Textura del suelo en unidades físicas
  - [Tabla de pedotransferencia del suelo](#)
- Se usa la información sobre la textura del suelo para estimar:
  - Porosidad
  - Ksat
  - Capacidad de campo
  - Punto de marchitamiento
  - Capacidad residual
  - Y otras características del suelo

Fuente de la imagen: USDA

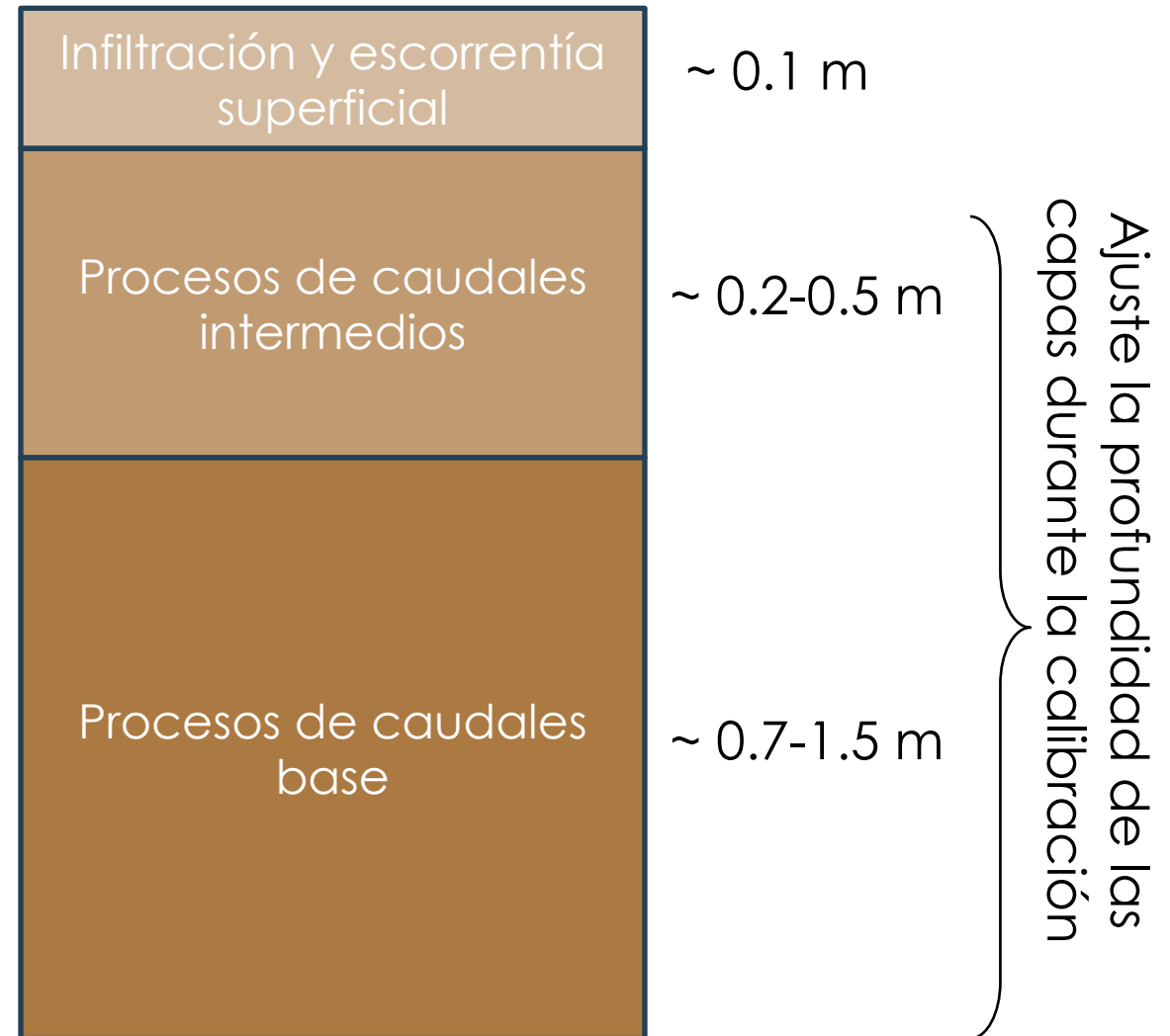


USDA Class	Soil Type	% Sand	% Clay	Bulk Density g/cm <sup>3</sup>	Field Capacity cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	Wilting Point cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	Porosity fraction	Saturated Hydraulic Conductivity cm/hr	Slope of Retention Curve (in log space) b <sup>**</sup>
1	s	94.83	2.27	1.49	0.08	0.03	0.43	38.41	4.1
2	ls	85.23	6.53	1.52	0.15	0.06	0.42	10.87	3.99
3	sl	69.28	12.48	1.57	0.21	0.09	0.4	5.24	4.84
4	sil	19.28	17.11	1.42	0.32	0.12	0.46	3.96	3.79



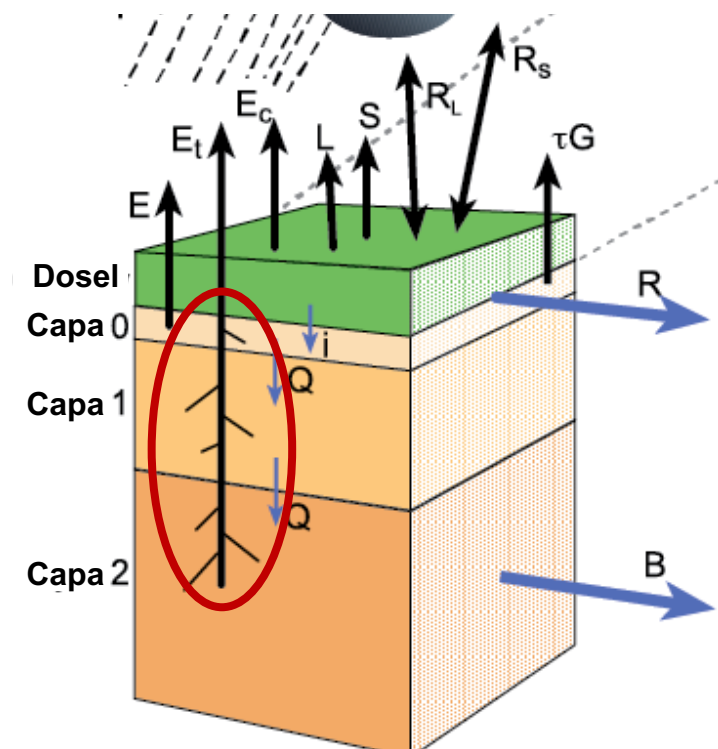
# Columna del Suelo

- Parametrice un número arbitrario de capas del suelo a diferentes profundidades
  - El modelo requiere **por lo menos dos capas de suelo** para calcular el balance hidrológico y tres capas de suelo para cálculos del balance energético
  - El número de capas no tiene límite teórico
- **Típicamente, tres capas** se definen para las simulaciones
  - NLDAS VIC 3 capas (aprox. 0-0.15, 0.15-0.55 y 0.55-1.35 m)
  - GLDAS VIC 3 capas (0-0.1, 0.1-1.6 y 1.6-1.9 m)



# Profundidades de Enraizamiento

- Las profundidades de enraizamiento son **independientes de las profundidades de las capas de suelo**
- Las profundidades y distribuciones de enraizamiento son – **definidas por el usuario**
  - Se definen para cada tipo de vegetación en cada casilla de la cuadrícula
- La parametrización es importante para los cálculos de la transpiración vegetal
  - Determina el agua disponible para ser absorbida por la vegetación
- La parametrización del enraizamiento **se toma de publicaciones o se estima**



## Global estimation of effective plant rooting depth: Implications for hydrological modeling

Yuting Yang<sup>1</sup>, Randall J. Donohue<sup>1,2</sup>, and Tim R. McVicar<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>CSIRO Land and Water, Canberra, Australia, <sup>2</sup>Australian Research Council Centre of Excellence for Climate System Science, Sydney, Australia

**Abstract** Plant rooting depth ( $Z_r$ ) is a key parameter in hydrological and biogeochemical models, yet the global spatial distribution of  $Z_r$  is largely unknown due to the difficulties in its direct measurement. Additionally,  $Z_r$  observations are usually only representative of a single plant or several plants, which can differ greatly from the effective  $Z_r$  over a modeling unit (e.g., catchment or grid-box). Here, we provide a global





# Infiltración de Escorrentía al Suelo

- La infiltración escorrentía/suelo la define la curva de infiltración variable [Wood et al., 1992]
- Escala la infiltración máxima con una **función no lineal** del área fraccional saturada
  - Permite los cálculos de la escorrentía **para áreas a escala sub-cuadrícula**
- La forma de la curva es definida por el parámetro  $b_{inf}$  (típicamente  $>0$  -  $\sim 0.4$ )
  - La cantidad de infiltración relativo al área saturada de la cuadrícula
- Un valor mayor de  $b_{inf}$  rinde menos infiltración y más escorrentía ( $Q_d$ )

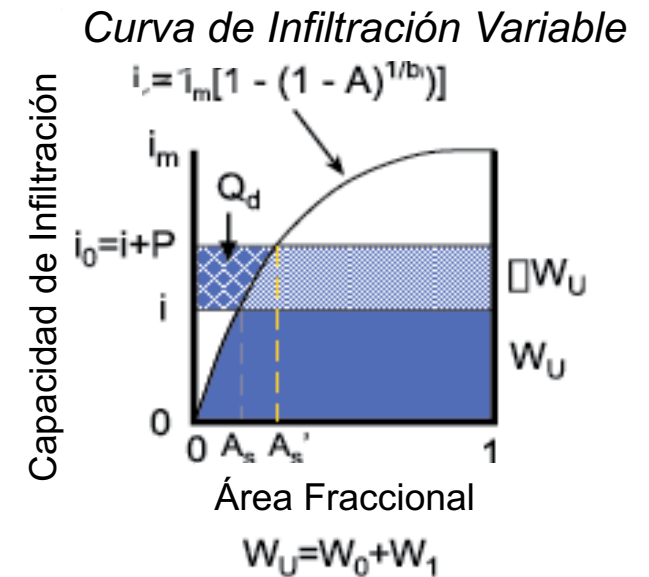


Imagen de Documentación de VIC de Acceso Libre: <http://vic.readthedocs.io/en/master/Overview/ModelOverview>



# Flujo Sub-superficial

- El flujo subsuperficial (caudal base) se estima usando el modelo de caudal base del río Arno [Francini y Pacciani, 1991]
- **Función de la humedad del suelo en la capa más baja**
- Lineal cuando hay un contenido bajo de humedad del suelo
  - Reduce la capacidad de respuesta del caudal base en condiciones secas
- No lineal en un contenido alto de humedad del suelo
  - Respuesta rápida del caudal base en condiciones húmedas

$$\text{Caudal base lineal: } B = \frac{D_s \cdot D_{smax}}{W_s W_n^c} \cdot W_n$$

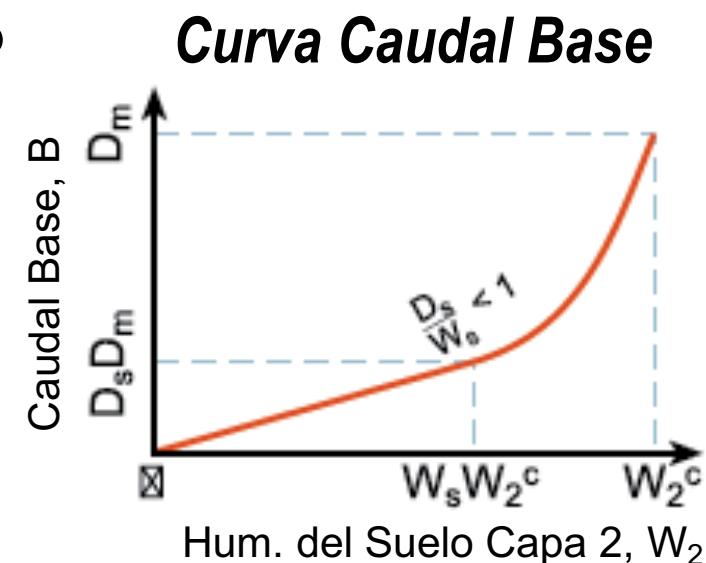


Imagen de Documentación de VIC de Acceso Libre: <http://vic.readthedocs.io/en/master/Overview/ModelOverview/>



# Formulación del Caudal Base

- Es importante **entender la dinámica y la parametrización del caudal base para la calibración**
- Ejemplo del cálculo del caudal base: <https://goo.gl/5qFCKM>
- Suponga un intervalo temporal (t1 a t2) y la humedad del suelo del nivel inferior incrementa de 300 a 310 mm. Encuentre el cambio en el caudal base para el intervalo temporal usando una parametrización diferente
  - Cambie también los parámetros del modelo para diferentes resultados

A	B	C	D	E	F	G
Dsmax [mm]	Ds [-]	Ws [-]	Wnc [mm]	Qbase(t1) [mm day-1]	Qbase(t2) [mm day-1]	$\Delta Qbase$ [mm day-1]
30	0.2	0.8	50	45	46.5	1.5
30	0.2	0.6	50	60	62	2
30	0.05	0.8	50	11.25	11.625	0.375
5	0.05	0.6	50	2.5	2.583333333	0.08333333333
5	0.4	0.8	50	15	15.5	0.5
5	0.4	0.6	50	20	20.66666667	0.666666667
<b>Soil moisture(t1) [mm]</b>	<b>Soil moisture(t2) [mm]</b>					
300	310					

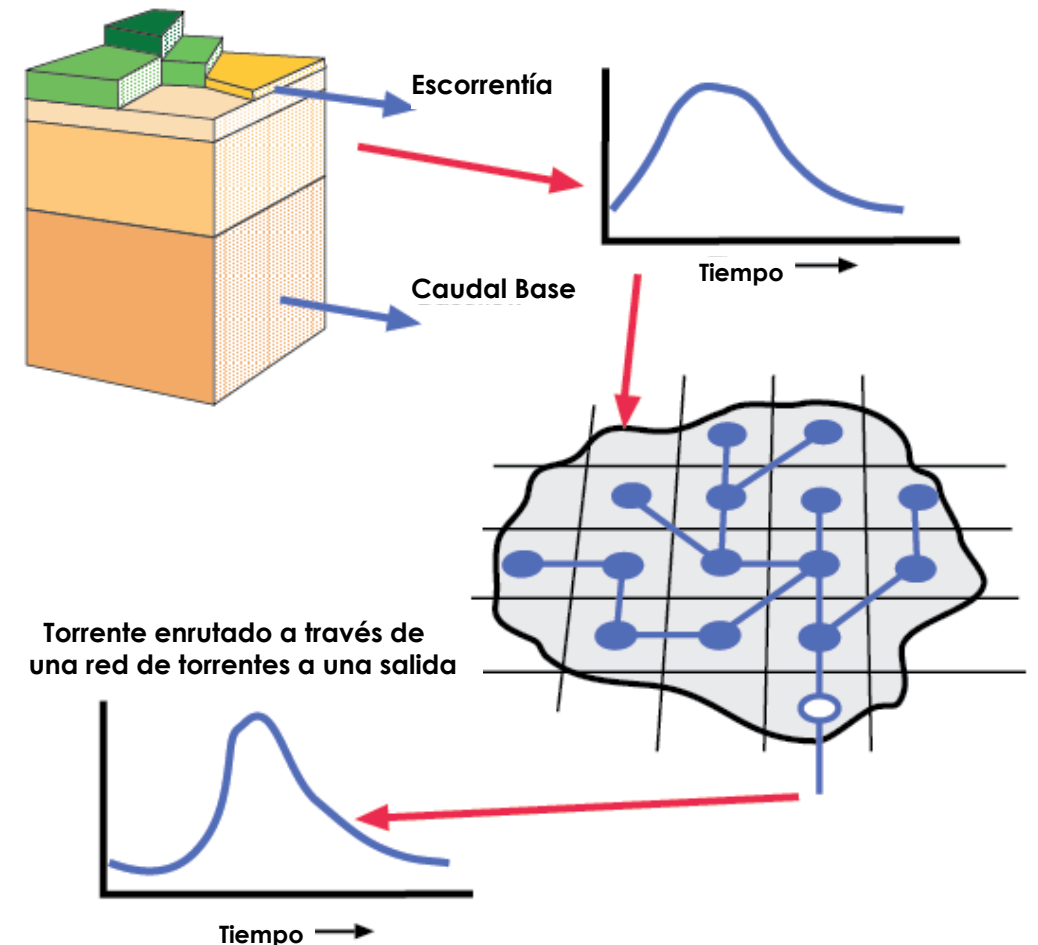
- $W_n^c$  ( $r W_s, D_{smax}$ ) parámetros definidos por los parámetros del suelo
  - $W_n^c = \text{porosidad} * \text{profundidad del suelo}$



# Enrutamiento de Flujo Torrencial

- Se realiza el enrutamiento del flujo torrencial después de simulaciones en un esquema LSM
- Se desarrolló **específicamente para acoplarse con un LSM** [Lohmann et al., 1996; 1998]
- Esquema de enrutamiento de base cuadrícula basado en el **método hidrográfico unitario**
  - Crea una **Función de respuesta al impulso (Impulse Response Function o IRF)** para cada cuadrícula
  - Calcula el porcentaje de la contribución al producto de cada casilla en la cuadrícula a cada intervalo temporal

Flujos de escorrentía y caudal base enrutados al borde de la cuadrícula



# Consideraciones Computacionales

- Se recopila usando compiladores “GNU C” gratuitos
  - Se puede usar otros compiladores, pero hay que probarlos
- La simulación se ejecuta casilla por casilla, se puede **paralelizar muy eficientemente dividiendo el dominio en recorridos separados**
- VIC típicamente se ejecuta usando los **sistemas operativos UNIX/LINUX**
  - Es posible usar Windows OS pero no tiene apoyo
- Las simulaciones normalmente usan unos 5 MB de RAM
  - La utilización de memoria no incrementa con el tamaño de la cuenca, pero ¡sí incrementa el tiempo de simulación!
- **Requiere una cantidad de almacenamiento considerable** para datos I/O
  - Depende del tamaño de la cuenca, intervalo temporal etc.



# VIC- Recursos

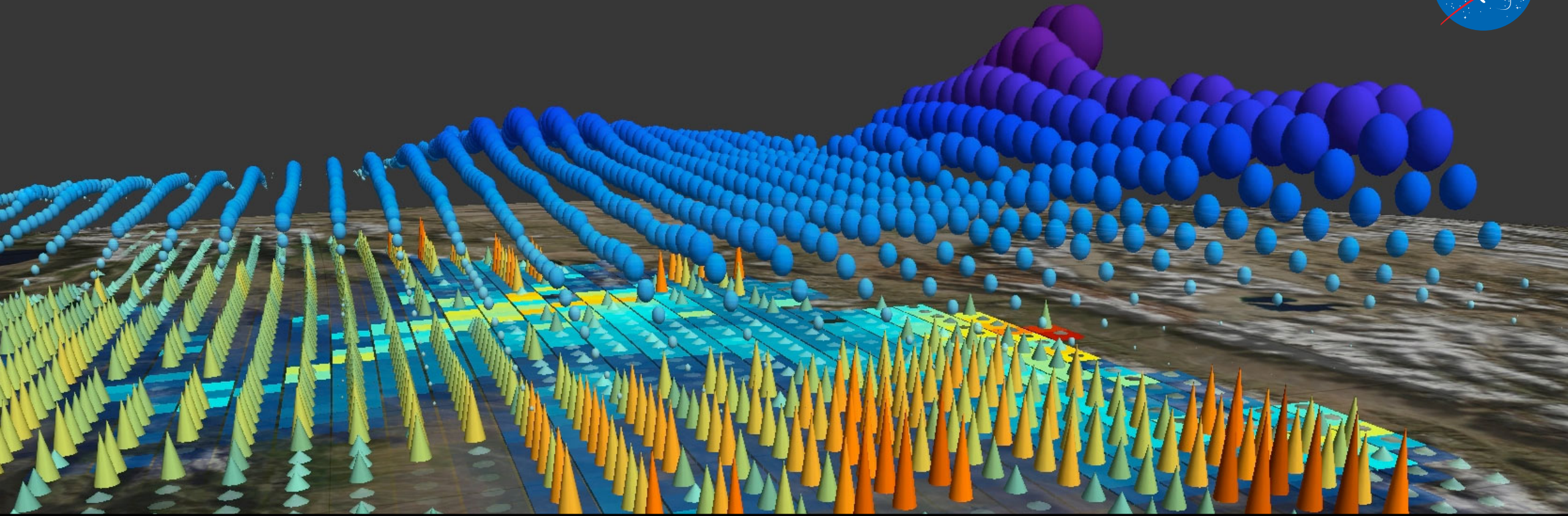
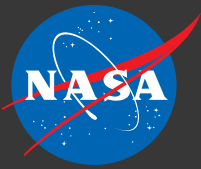
- Antigua Página en Línea de VIC:
  - <http://www.hydro.washington.edu/Lettenmaier/Models/VIC/Overview/ModelOverview.shtml>
- **Página Actual de VIC:** <http://vic.readthedocs.io/en/master/>
- **Página del Modelo de Enrutamiento:** <http://rvic.readthedocs.io/en/latest/>
- Disponibilidad de Código Fuente:
  - VIC GitHub: <https://github.com/UW-Hydro/VIC>
  - RVIC GitHub: <https://github.com/UW-Hydro/RVIC/>



# Referencias

- Francini, M., and M. Pacciani, (1991) Comparative analysis of several conceptual rainfall-runoff models, J. Hydrol., 122, 161-219
- Liang, X., D. P. Lettenmaier, E. F. Wood, and S. J. Burges (1994), A simple hydrologically based model of land surface water and energy fluxes for general circulation models, J. Geophys. Res., 99, 14415-14428
- Lohmann, D., R. Nolte-Holube, and E. Raschke, (1996), A large-scale horizontal routing model to be coupled to land surface parametrization schemes, Tellus, 48, 708-721.
- Lohmann, D., E. Raschke, B. Nijssen and D. P. Lettenmaier (1998), Regional scale hydrology: I. Formulation of the VIC-2L model coupled to a routing model, Hydrol. Sci. J., 43, 131-141.
- Maurer, E. (2011), VIC Hydrology Model Training Workshop-Part I: About the VIC Model, Presentation, url: [http://www.engr.scu.edu/~emaurer/chile/vic\\_taller/01\\_vic\\_training\\_overview\\_processes.pdf](http://www.engr.scu.edu/~emaurer/chile/vic_taller/01_vic_training_overview_processes.pdf)
- Monteith, J. L. (1965), Evaporation and the environment, in The state of movement of water in living organisms, pp 205-234, 19th Symposia of the Society for Experimental Biology. Cambridge Univ. Press, London, UK
- Wood, E. F., D. P. Lettenmaier, and V. G. Zartarian (1992), A land-surface hydrology parameterization with subgrid variability for general circulation models, J. Geophys. Res., 97, 2717-2728





¡Gracias!

Amita Mehta y Kel Markert (SERVIR Science Coordination Office)

15 y 22 de febrero y 1 de marzo de 2018







Gracias