

Aplicaciones de Reanálisis de GPM IMERG¹ para Evaluar Períodos de Sequedad y Humedad Extrema

Amita Mehta y Sean McCartney

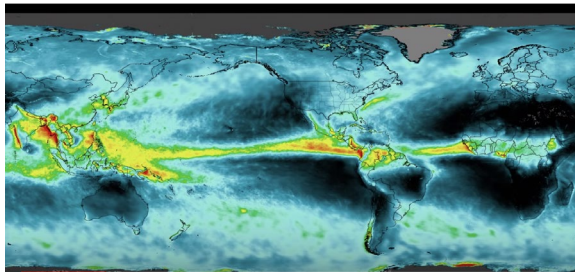
30 de enero de 2020

¹IMERG: Integrated Multi-satellite Retrievals for Global Precipitation Measurements (GPM)



Esquema de la Capacitación

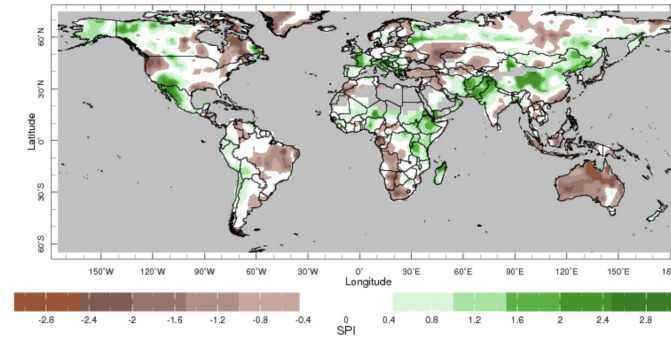
28 de enero de 2020



Calcular Estadísticas de Precipitaciones Usando IMERG

https://www.youtube.com/watch?time_continue=9&v=qNIRQgACTFg&feature=emb_title

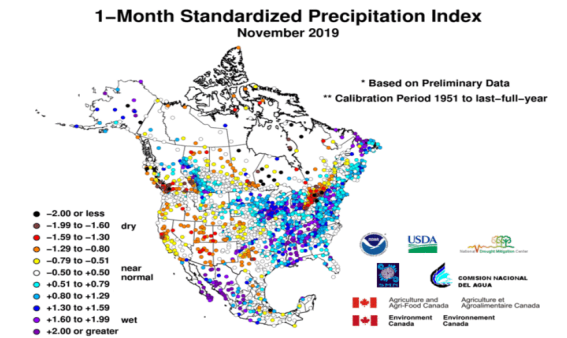
30 de enero de 2020



Calcular el SPI en base a IMERG para Monitorear Condiciones Húmedas y Secas

<https://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Global/Precipitation/SPI.html>

4 de febrero de 2020



Evaluación del Riesgo de Inundación y Sequía Basada en Estadísticas IMERG y el SPI

<https://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-content/temp-and-precip/drought/nadm/indices/spi/maps/ghcnd-na-1mon-spi-dot-pg.gif>



Formato de la Capacitación y Certificación

- Tres sesiones de dos horas cada una con:
 - Parte 1: Presentaciones y demostraciones de acceso, cálculos y análisis de datos
 - Parte 2: Laboratorio con ejercicios prácticos en computadora
- Habrá una tarea asignada después de cada sesión disponible en la página: <https://arset.gsfc.nasa.gov>
 - Debe enviar sus respuestas vía Google Form
 - Plazos: el 11, 18 y 25 de febrero
- Se otorgará un Certificado de Finalización a quienes:
 - Asistan a los tres webinars
 - Completen todas las tareas asignadas dentro del plazo estipulado
- Recibirá un certificado aproximadamente dos meses después de la conclusión del curso de: marines.martins@ssaihq.com



Prerrequisitos

Los/las participantes que no completen los prerrequisitos obligatorios podrían hallarse insuficientemente preparados/-as para el ritmo de la capacitación.

[Fundamentos de la Percepción Remota \(Teledetección\)](#)

[Overview and Applications of Integrated Multi-Satellite Retrievals for GPM \(IMERG\) Long-term Precipitation Data Products](#)

Registrarse en NASA Earthdata

- <https://earthdata.nasa.gov/>

Instalar QGIS versión 3.x

- <https://qgis.org/en/site/>

Instalar Panoply

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

Instalar Anaconda Python versión 3.7

- <https://www.anaconda.com/>

Solo usuarios de Windows, instalar Git Bash

- <https://gitforwindows.org/>

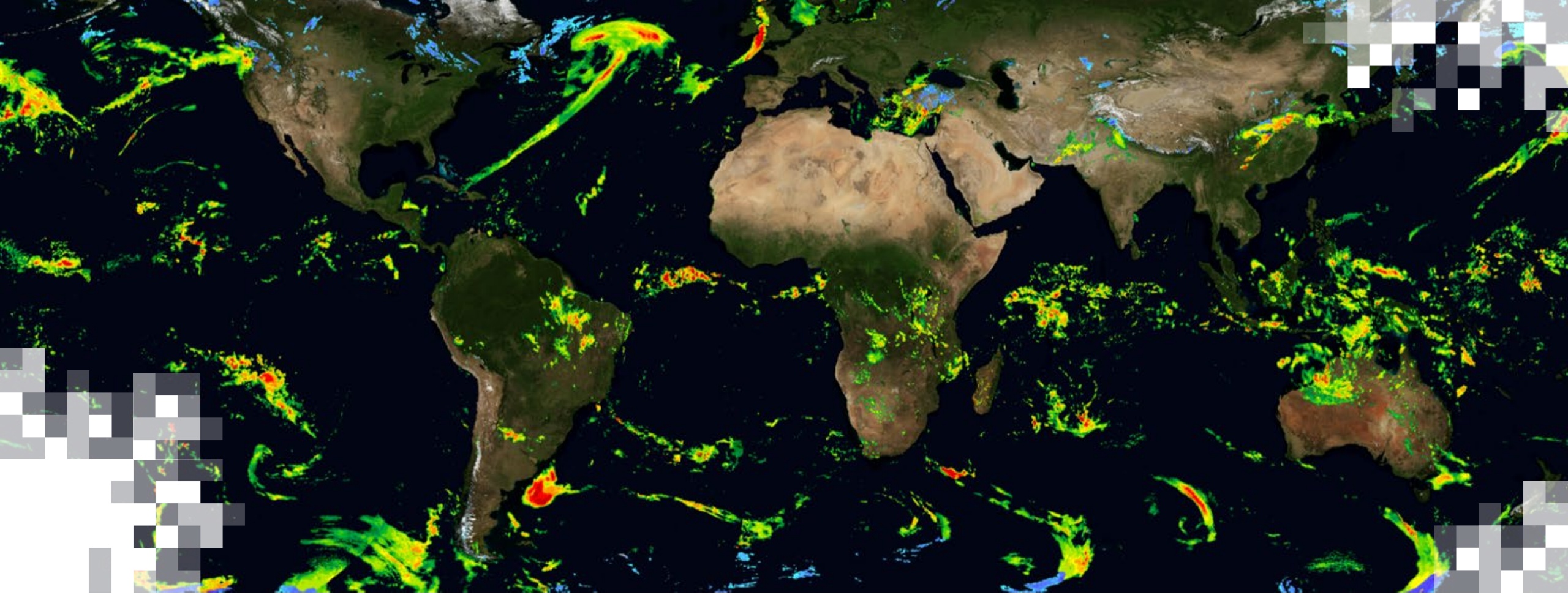


Objetivos

- Aprender cómo descargar datos IMERG en masa del NASA GES DISC
- Determinar cómo calcular el Índice de Precipitación Estandarizada (Standardized Precipitation Index o SPI) para evaluar períodos extremadamente secos o húmedos
- Interpretar los resultados usando Panoply y QGIS

Parte 2- Esquema

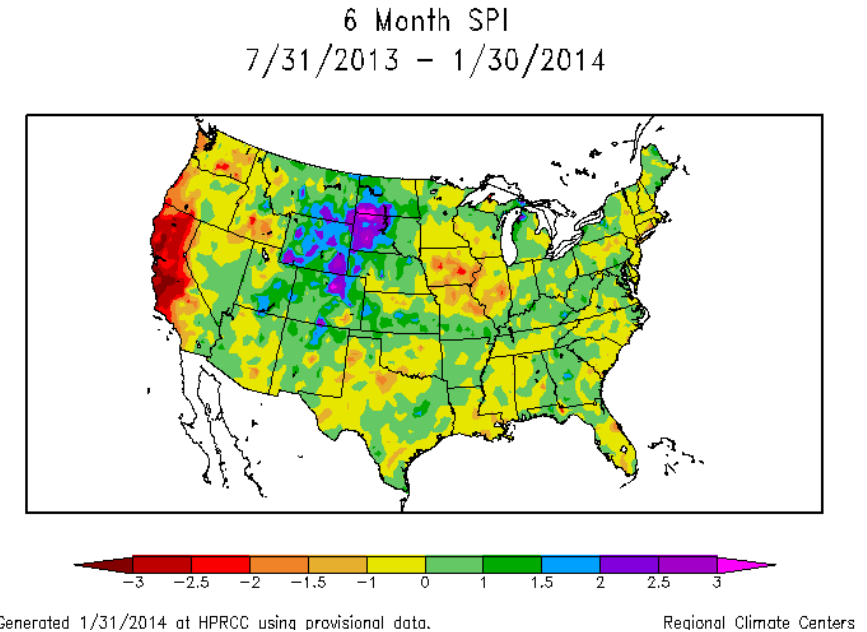
- Información de base sobre el Índice de Precipitación Estandarizado “Standardized Precipitation Index o SPI)
- Demostración: Calcular el SPI
 - Caso de Estudio: Texas (EE.UU.)
 - Descargar datos IMERG en masa del NASA GES DISC
 - Preprocesar datos usando NetCDF Operator ([NCO](#))
 - Calcular el SPI usando Python
 - Interpretar los resultados usando Panoply y QGIS
- Ejercicio: Calcular el SPI según se indicó
 - Caso de Estudio: Mozambique



Información de Base sobre el Índice de Precipitación Estandarizado (Standardized Precipitation Index o SPI)

Índice de Precipitación Estandarizado (Standardized Precipitation Index o SPI)

- Fue desarrollado por T.B. McKee et al. (1993) y utilizado por Guttman (1999)
- Se utiliza para estimar condiciones meteorológicas en base a condiciones meteorológicas solamente
- Puede monitorear condiciones húmedas o secas a varias escalas temporales de subestacional a interanual
- Se puede comparar entre regiones con climas marcadamente diferentes
- No considera la intensidad de la precipitación y sus posibles impactos en la escorrentía, flujo torrencial y disponibilidad del agua



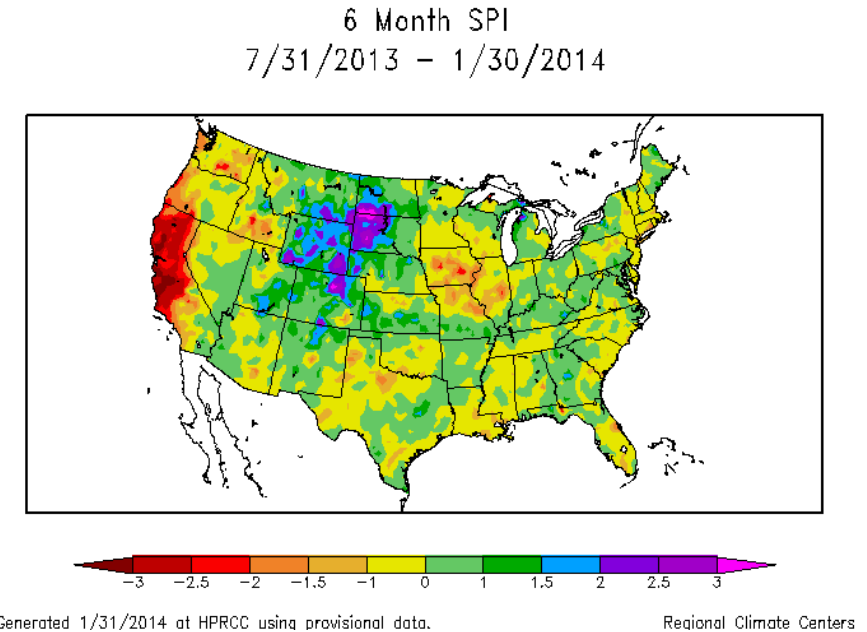
SPI de 6 meses hasta enero de 2014 registrando sequía en California y condiciones extremadamente húmedas en Colorado y las Dakotas.

Fuente: High Plains Regional Climate Center



Índice de Precipitación Estandarizado (Standardized Precipitation Index o SPI)

- Se expresa como el número de desviaciones del estándar de la media a largo plazo, para una variable aleatoria normalmente distribuida y distribución de probabilidad ajustada para el historial real de precipitación
- Valores $SPI < -1$ indican una condición de sequía, cuanto más negativo el valor, más severa la condición de sequía. Valores $SPI > +1$ indican condiciones más húmedas comparadas con una climatología



SPI de 6 meses hasta enero de 2014 registrando sequía en California y condiciones extremadamente húmedas en Colorado y las Dakotas.

Fuente: High Plains Regional Climate Center



Interpretación del SPI

<https://drought.unl.edu/droughtmonitoring/SPI.aspx>

- **1-month (1 mes):** Similar a un mapa mostrando el porcentaje de precipitación normal para un mes. Refleja condiciones a plazo relativamente corto. Su aplicación se puede vincular estrechamente con la humedad del suelo a corto plazo y el estrés en los cultivos.
- **3-month (3 meses):** Ofrece una comparación de la precipitación sobre un período de tres meses específico con los totales de precipitación del mismo período de tres meses para todos los años incluidos en el registro histórico. Refleja condiciones de humedad a corto y mediano plazo y formula una estimación estacional de la precipitación.
- **6-month (6 meses):** Compara la precipitación durante ese período con el mismo período de 6 meses a lo largo del registro histórico. Un SPI de 6 meses puede ser muy eficaz para mostrar la precipitación durante distintas temporadas y podría estar asociado con cantidades de flujo torrencial y niveles de reservorios anormales.



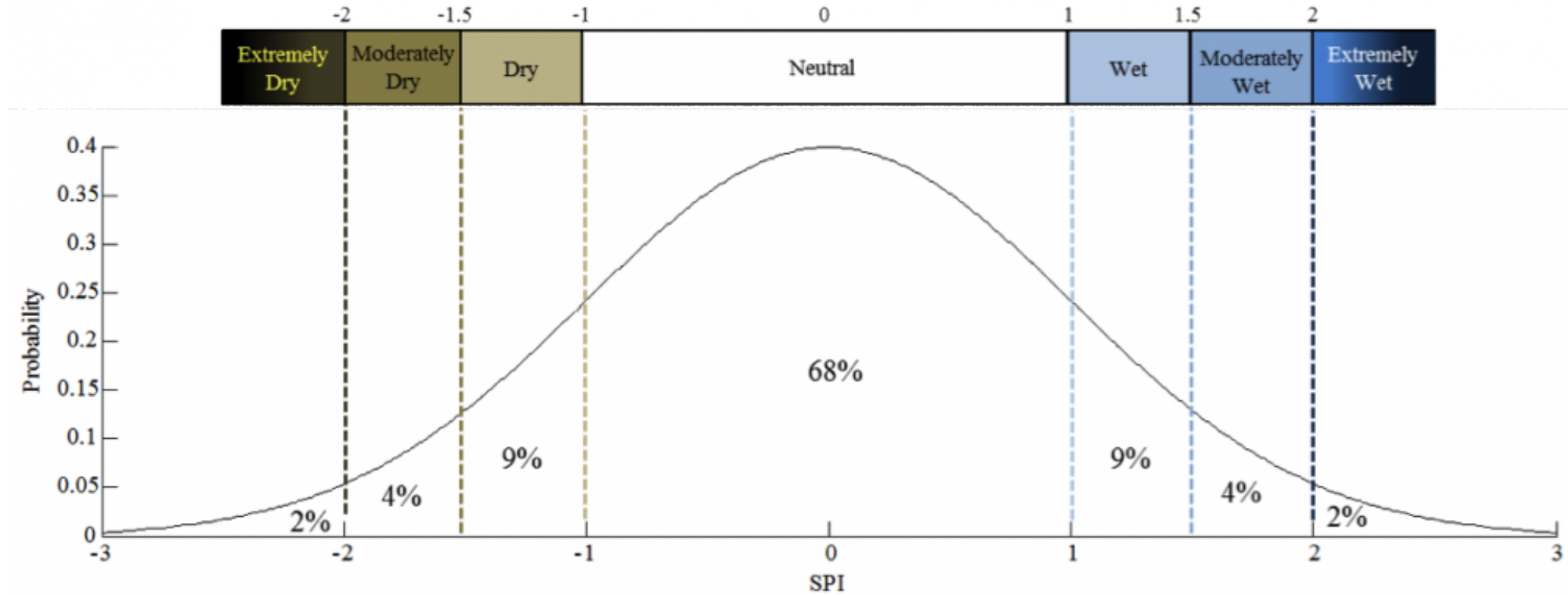
Interpretación del SPI

<https://drought.unl.edu/droughtmonitoring/SPI.aspx>

- **9-month (9 meses):** Da una indicación de patrones de precipitación a lo largo de una escala temporal mediana. Valores SPI por debajo de -1.5 para estas escalas temporales por lo general son una buena indicación de que están ocurriendo impactos significantes en la agricultura y posiblemente en otros sectores.
- **12-month (12 meses):** Refleja patrones de precipitación a largo plazo. Los SPIs más largos tienden hacia cero a menos que una tendencia específica esté ocurriendo. SPIs de estas escalas temporales probablemente están vinculados con flujo torrencial, niveles de reservorios y hasta niveles de aguas subterráneas en escalas temporales mayores. En algunos lugares del país, el SPI de 12 meses está más estrechamente relacionado con el Índice Palmer y los dos índices deberían reflejar condiciones similares.



Interpretación del SPI



. Etiquetas del SPI y su relación con la curva normal. La intensidad implicada por cada designación corresponde con el grado de distancia de las condiciones medias (es decir, $SPI=0$). Los porcentajes impresos dentro de las regiones delimitadas por las líneas discontinuas indican la probabilidad de que los valores SPI caigan dentro de esa región exclusivamente
Contribución de J. Keyantash.



Referencias

[Guttman, N. B., 1999: Accepting the Standardized Precipitation Index: A calculation algorithm. J. Amer. Water Resour. Assoc., 35\(2\), 311-322](#)

[Keyantash, John & National Center for Atmospheric Research Staff \(Eds\). "The Climate Data Guide: Standardized Precipitation Index \(SPI\)." Retrieved from https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/standardized-precipitation-index-spi](#)

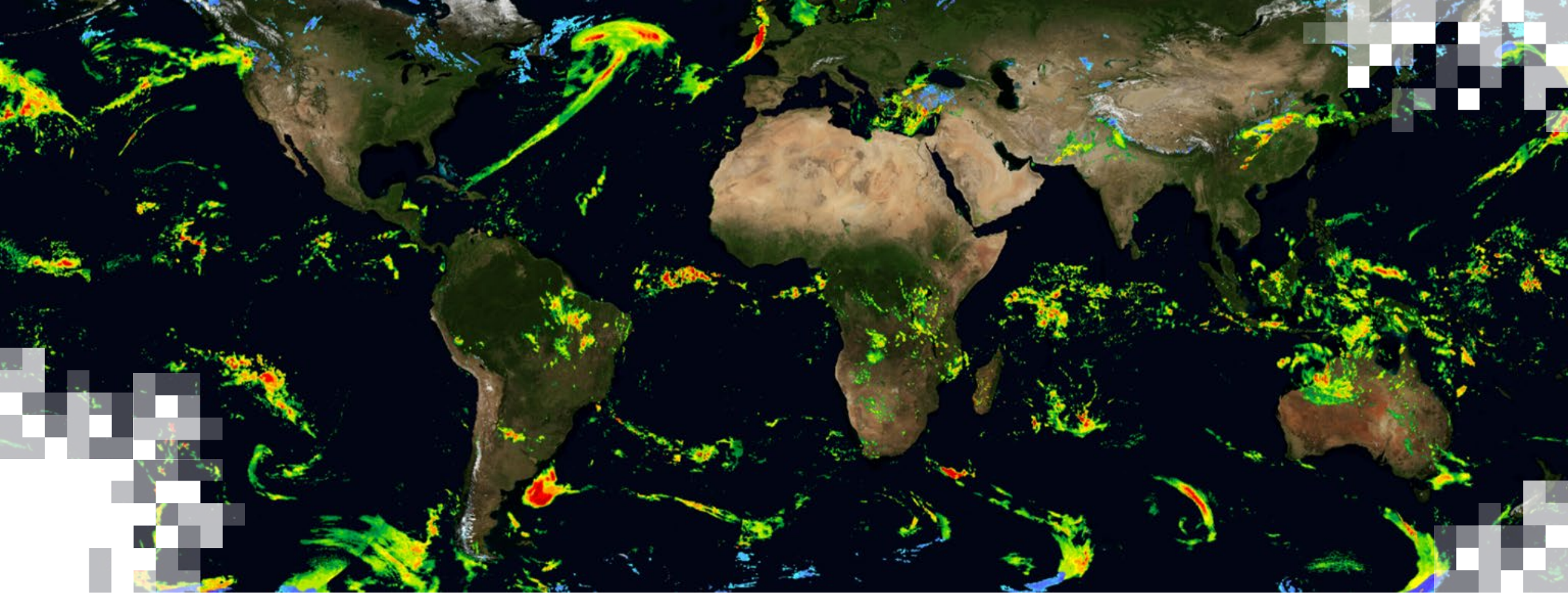
[Lloyd-Hughes, B., and M. A. Saunders, 2002: A drought climatology for Europe. Int. J. Climatol., DOI:10.1002/joc.846](#)

[McKee, T.B., N. J. Doesken, and J. Kliest, 1993: The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference of Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA. American Meteorological Society, Boston, MA. 179-18](#)

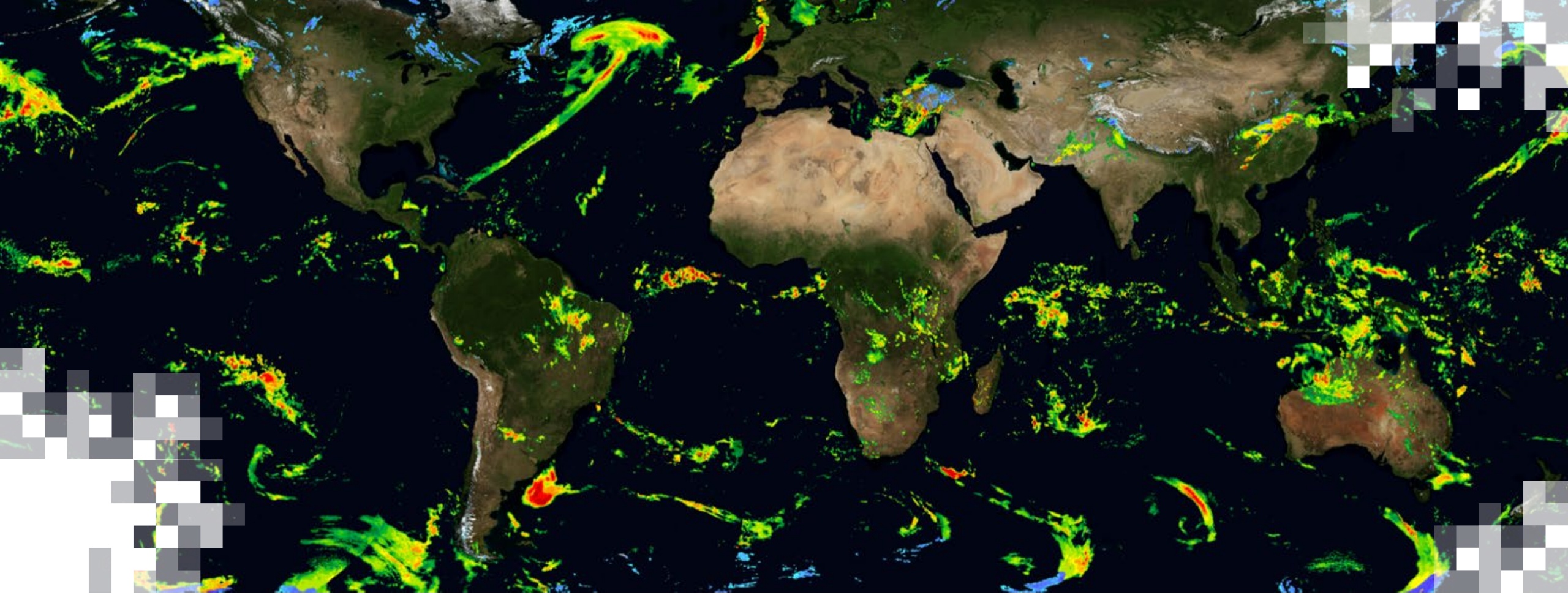
[National Drought Mitigation Center \(NDMC\) at the University of Nebraska-Lincoln](#)

[World Meteorological Organization \(WMO\), 2012: Standardized Precipitation Index User Guide](#)





Demostración: **Calcular el SPI**
Caso de Estudio: Texas



Ejercicio: **Calcular el SPI**
Caso de Estudio: Mozambique

Instalación del Software

En caso de tener alguna dificultad, por favor busque una solución en línea o con su departamento de informática. Nuestros recursos son limitados y por lo tanto ARSET no podrá brindarle más ayuda durante el proceso de instalación.

1. Descargue e instale Anaconda Python versión 3.7 en su máquina:
<https://www.anaconda.com/>
<https://docs.anaconda.com/anaconda/install/windows/>
2. Para usuarios de **Windows**, descargue e instale Git Bash for Windows:
<https://gitforwindows.org/>
 - a) Si ya tiene una “shell” Bash instalada en su sistema operativo de Windows (ej. Bash de Ubuntu) la puede usar para el ejercicio, pero **debe ser** una shell Bash
3. Si Ud. es nueva/nuevo usando Bash, refiérase a las siguientes lecciones con Software Carpentry: <http://swcarpentry.github.io/shell-novice/>



Instalación del Software

4. Usando la shell Bash instale la biblioteca NetCDF en su máquina utilizando el administrador de paquetes conda:

conda install -c anaconda netcdf4

5. (Bash) Instale el paquete NCO en su máquina utilizando el administrador de paquetes conda:

conda install -c conda-forge nco

6. (Bash) Confirme dónde se instalaron Anaconda y Python :

where conda

where python

7. (Bash) Confirme su versión de Python (debería ser la 3.7):

python --version



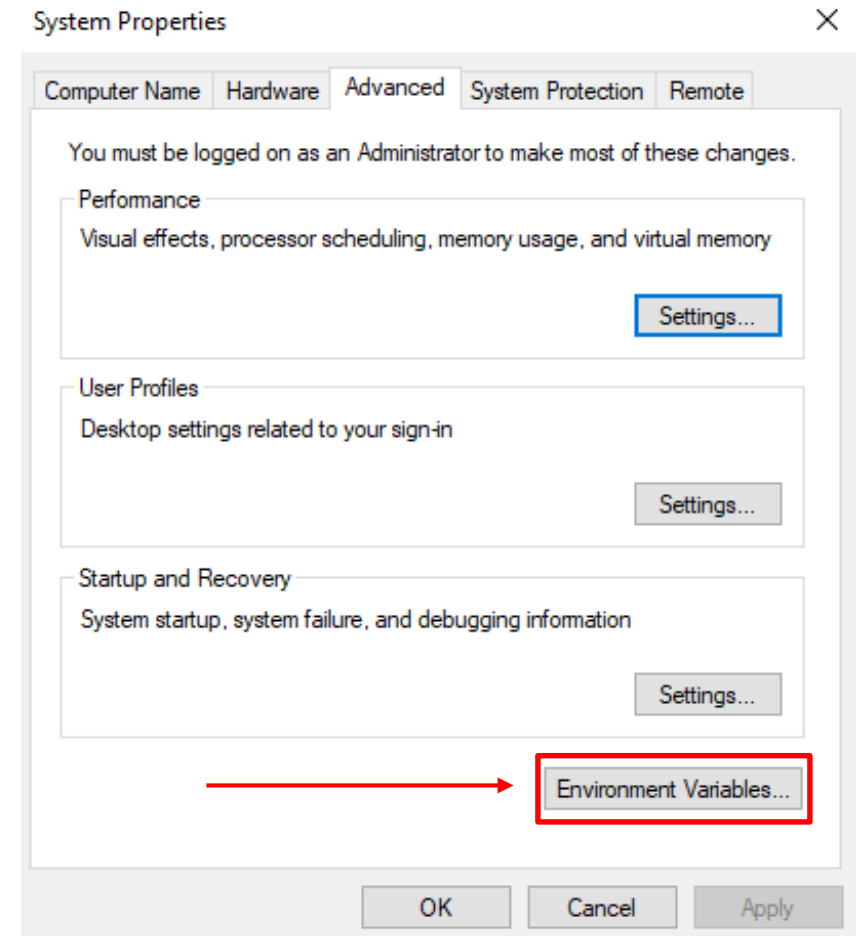
Instalación del Software

8. Este paso es **únicamente para usuarios de Windows**. **Si le salen mensajes de error cuando ejecuta los paquetes conda** en el ejercicio, use Environmental Variables para establecer una ruta a Anaconda

Tome en cuenta que este método podría causar que ciertas aplicaciones entren en conflicto con su instalación de Anaconda

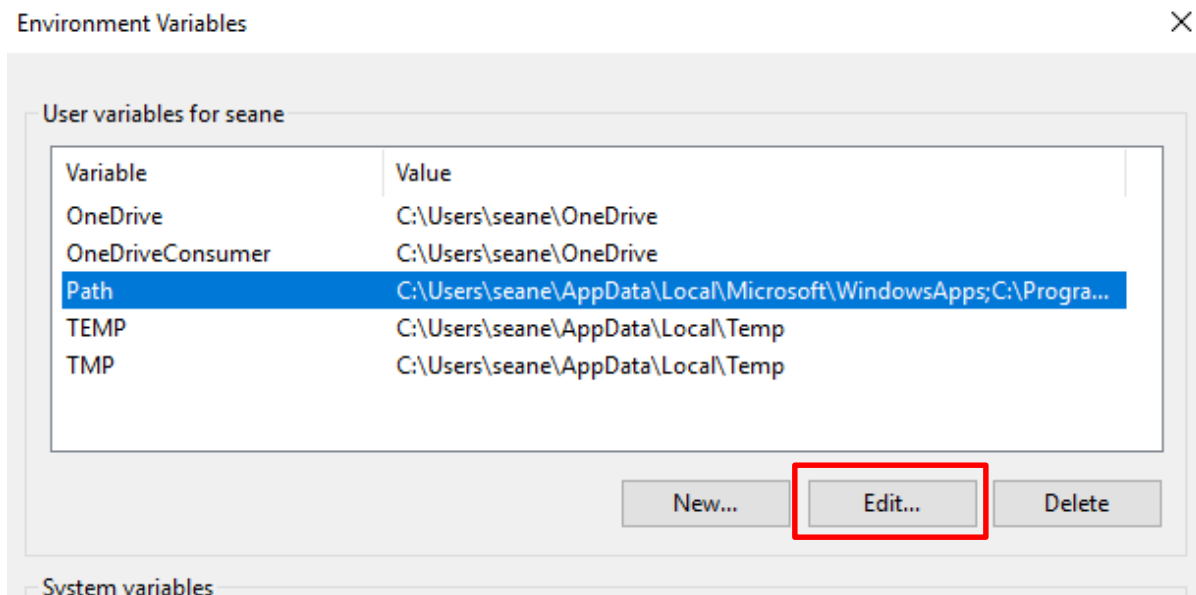
a) Haga clic en el botón de Start y teclee **environment variable** en el cuadro de búsqueda. Haga clic en **Edit the system environment variables**

b) Esto abrirá el diálogo **System Properties** a la pestaña **Advanced**. Haga clic en el botón **Environment Variables** al fondo



Instalación del Software

- c) Aparecerá una ventanilla con el diálogo Environment Variables como se muestra aquí en Windows 10. Se ve un poco diferente en Windows 7, pero funciona de la misma manera. El diálogo está dividido en dos: la parte superior para variables de usuario y la parte inferior para variables de sistema
- d) Bajo “User variables” haga clic con el botón izquierdo en Path y seleccione Edit...



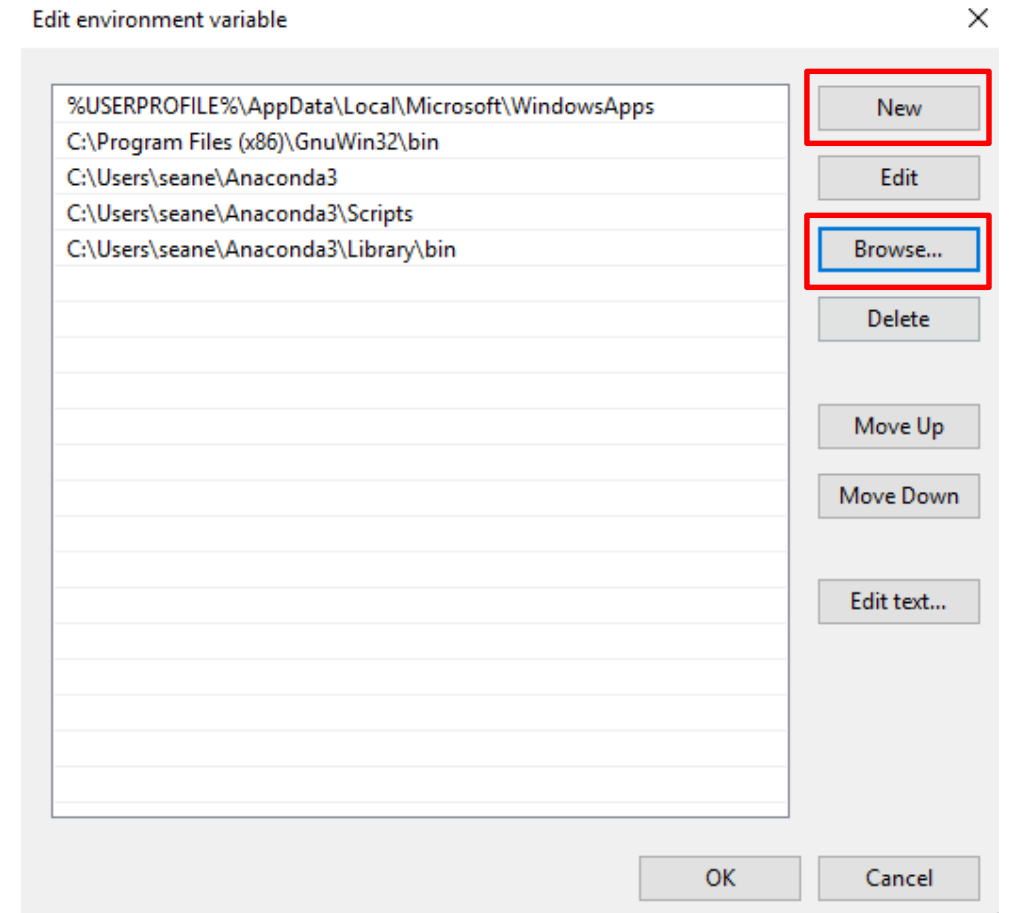
Instalación del Software

- e) Sabiendo dónde instaló Anaconda y Python en el Paso 6, agregue estas rutas como variables ambientales.

(Las rutas serán diferentes dependiendo de dónde instaló Anaconda en su máquina)

New → Browse... → Path to directory

- f) Puede borrar estas rutas en cualquier momento siguiendo los pasos indicados en esta diapositiva, seleccionando la ruta y haciendo clic en Delete



Adquisición de Datos

1. Descargue datos IMERG mensuales del GES DISC:
 - a) Utilizando un navegador vaya al NASA Goddard Earth Sciences (GES) Data and Information Services Center (DISC)*: <https://disc.gsfc.nasa.gov/>
 - b) Teclee “IMERG” en la barra de búsqueda y haga clic en el icono de búsqueda
 - c) Seleccione datos IMERG Versión 6 Nivel 3 con una resolución temporal mensual (“monthly”) y haga clic en el icono Subset / Get Data” icon



	GPM IMERG Final Precipitation L3 1 month 0.1 degree x 0.1 degree V06 (GPM_3IMERGM 06) 10.5067/GPM/IMERG/3B-MONTH/06	Models/Analyses	06	1 month	0.1 ° x 0.1 °	3	2000-06-01	2019-09-30
		IMERG						

Subset / Get Data

- d) Deje el rango de fechas con los valores preprogramados ya que queremos la serie temporal completa

*Centro de Datos y Servicios Informáticos de Ciencias Terrestres del Centro Aeronáutico Espacial NASA Goddard



Adquisición de Datos

- e) Bajo Spatial Subset ingrese 29, -28, 42, -9.5 (o sea, Mozambique)
- f) Bajo Variables seleccione solo “precipitation”
- g) Deje los parámetros por defecto bajo Grid
- h) Bajo File Format seleccione “netCDF”
- i) Haga clic en Get Data
- j) Siga las instrucciones para descargar datos – **para su de conveniencia, estos datos están disponibles en la página web de la capacitación:**

<https://arset.gsfc.nasa.gov/water/webinars/IMERG-2020>


- e) Una vez que la descargue, descomprima la carpeta y cámbiele el nombre a **IMERG**

► Refine Date Range: 2000-06-01 to 2019-09-30

Subset Options ⓘ

▼ Spatial Subset: ✓ 29, -28, 42, -9.5

29, -28, 42, -9.5



Available Range: -180, -90, 180, 90 Cursor Coordinates: -81.398, -24.609

▼ Variables: ✓ 1 variable(s) selected

NOTE: By default, ALL variables are sent in the subset request.

- gaugeRelativeWeighting = Weighting of gauge precipitation relative to the multi-satellite precipitation
- precipitation = Precipitation (combined microwave-IR) estimate with gauge calibration
- precipitationQualityIndex = Quality Index of precipitation
- probabilityLiquidPrecipitation
- randomError = Random error for precipitation

► Grid: None

Output format ⓘ

▼ File Format: ✓ netCDF

- ASCII
- HDF5 (Default) *
- netCDF



Preprocesar Datos Utilizando el NetCDF Operator (NCO)

1. Usando la shell Bash, cambie de directorio yendo a la carpeta IMERG y ejecute las siguientes líneas de código
 - a) Si es nueva/-o usando Bash, refiérase a las siguientes lecciones con Software Carpentry: <http://swcarpentry.github.io/shell-novice/>
 - b) En el siguiente enlace puede encontrar más información sobre el NCO: <http://nco.sourceforge.net/nco.html>
2. Para leer el contenido de la cabecera de un archivo netCDF: **ncdump -h "file name"**
3. Ncks: esta línea de código pasa por todos los archivos IMERG en la carpeta haciendo el tiempo ("time") la dimensión/variable registrada para concatenar archivos:

Mac: **for fl in *.nc4; do ncks -O --mk_rec_dmn time \$fl \$fl; done**

Windows: **for fl in *.nc4; do ncks --mk_rec_dmn time \$fl -o \$fl.TMP; mv \$fl.TMP \$fl; done**



Preprocesar Datos Utilizando el NetCDF Operator (NCO)

4. Nccrcat: esta línea de código concatena todos los archivos .nc4 en un solo archivo .nc4 llamado IMERG_concat.nc4:

Usuarios de Windows: puede que necesiten ejecutar el siguiente comando en Bash primero:
cp ~/Anaconda3/Library/bin/ncra.exe ~/Anaconda3/Library/bin/nccrcat.exe

Si el comando anterior no funciona, renombre **ncra.exe como **nccrcat.exe** en la carpeta /Anaconda3/Library/bin/*

nccrcat -h *.nc4 IMERG_concat.nc4

5. Ncpdq: esta línea de código cambia el orden de las variables para ejecutar el código para el SPI en Python

ncpdq -a lat,lon,time IMERG_concat.nc4 IMERG_concat_ncpdq.nc4

6. Ahora tiene un archivo netCDF preprocesado que se puede ejecutar usando el código para Python proporcionado por el National Integrated Drought Information System* (NIDIS)

**Sistema Nacional Integrado de Información de Sequías*



Ejecutando el Código para el SPI

1. Descargue índices climáticos ([indices_python-v1.2-beta-20180910.zip](https://www.drought.gov/drought/climate-and-drought-indices-python)) del sistema National Integrated Drought Information System (NIDIS) de la NOAA. <https://www.drought.gov/drought/climate-and-drought-indices-python>
2. Descomprima la carpeta descargada y cámbiele el nombre a **climate_indices** y muévala al escritorio
3. Mueva la carpeta IMERG con los datos IMERG descargados y preprocesados a la carpeta de los índices climáticos
4. Copie el archivo **IMERG_concaDt_ncpdq.nc4** de la carpeta IMERG y péguelo en la carpeta **example_inputs** (dentro del directorio climate_indices)



Ejecutando del Código del SPI

5. Usando la shell Bash cambie de directorio a la carpeta raíz `climate_indices` (
6. Siga cuidadosamente las instrucciones en la página [Climate and Drought Indices in Python](#) para:
 - a. Configurar el ambiente de Python
 - b. Hacer pruebas
7. Usando la shell Bash cambie de directorio a la carpeta **scripts**
8. Usando la shell Bash ejecute el siguiente código:

```
python process_grid.py --index spi --periodicity monthly --netcdf_precip  
../example_inputs/IMERG_concat_ncpdq.nc4 --  
var_name_precip precipitation --output_file_base ../results/IMERG --scales 3 -  
-calibration_start_year 2000 --calibration_end_year 2019
```



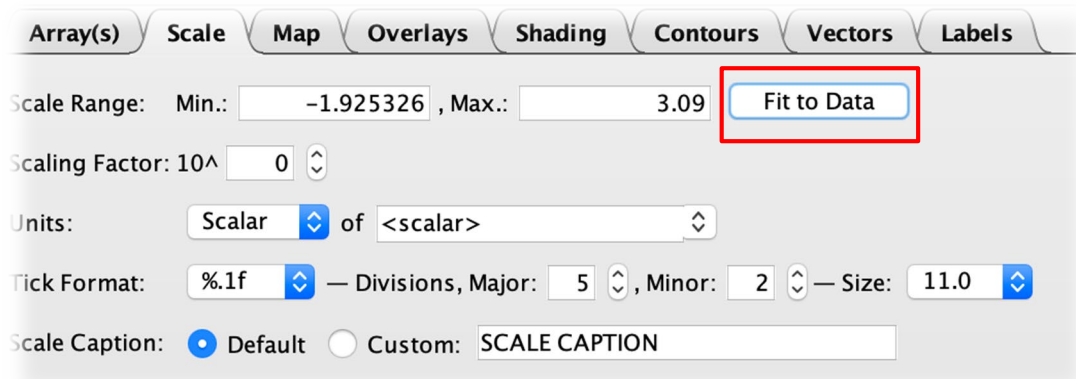
Ejecutando el Código del SPI

9. El código de Python calculará el SPI (distribuciones tanto gama como Pearson Tipo III) a partir de un conjunto de datos de precipitación de entrada (en este caso, el conjunto de datos ***IMERG_concat_ncpdq.nc4***). El conjunto de datos de entrada consiste en datos mensuales y el periodo de calibración será de junio del 2000 hasta agosto de 2019. Se calculará el SPI en intervalos de tres meses. Los archivos de salida están en el directorio de los resultados: ***/results/IMERG_spi_gamma_03.nc*** y ***/results/IMERG_spi_pearson_03.nc***.



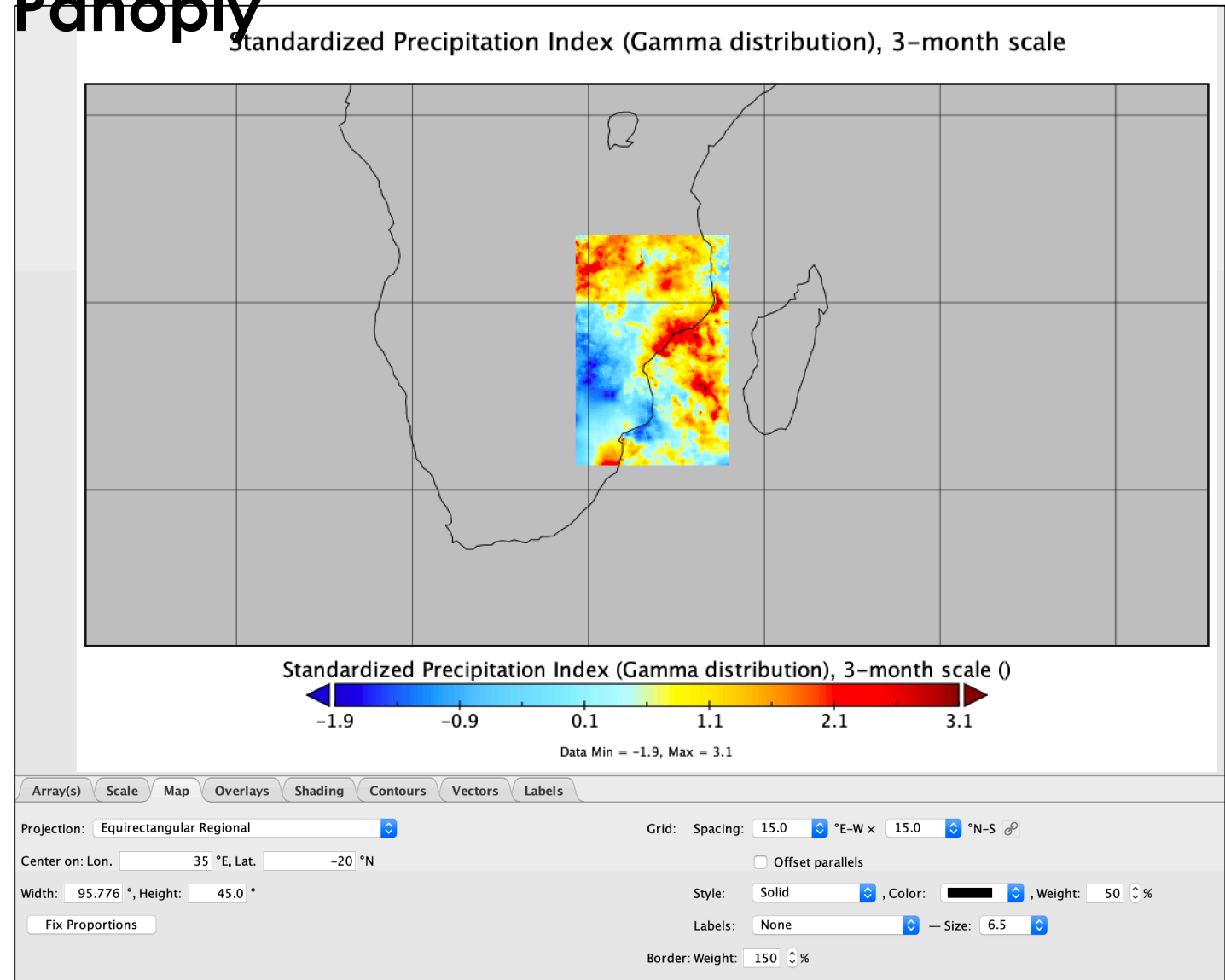
Visualizar los Resultados en Panoply

1. Abra la aplicación Panoply en su escritorio
2. Abra el archivo SPI IMERG_spi_gamma_03.nc en Panoply
3. En la pestaña Datasets seleccione spi_gamma_03 haga clic en Create Plot
4. En la ventana Create Plot seleccione 'Create a georeferenced <<Longitude-Latitude>> plot' y haga clic en Create
5. Cuando abra la ventana Plot, seleccione cualquier fecha a partir de 2001
6. Al fondo de la ventana, haga clic en la pestaña Scale → Fit to Data



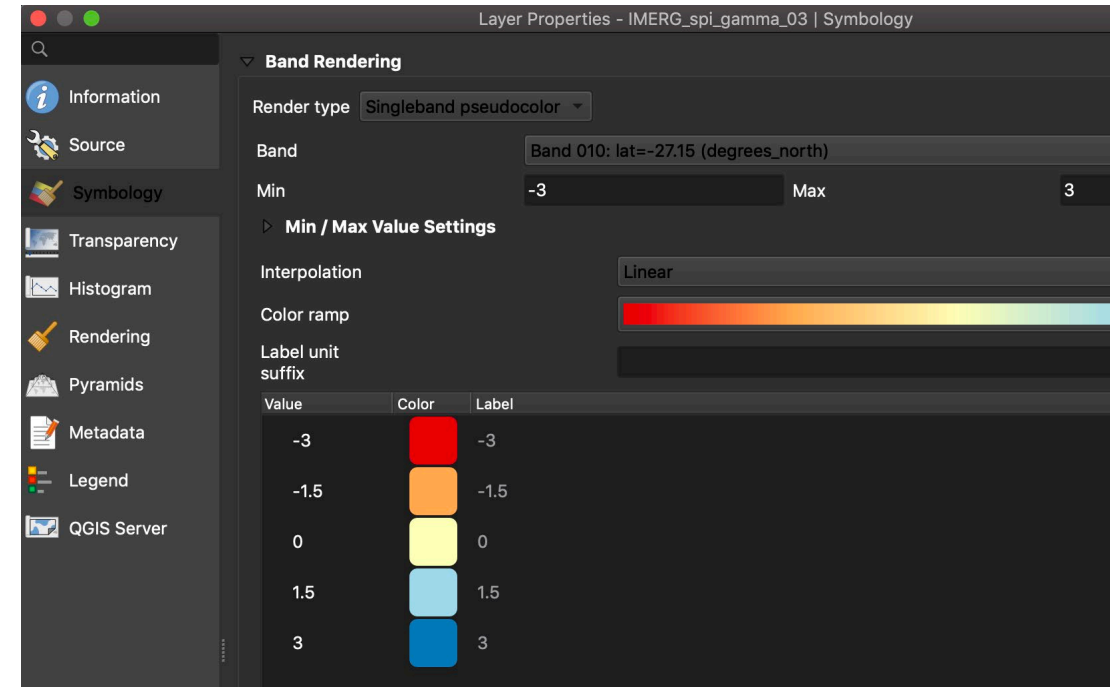
Visualizar los Resultados en Panoply

7. Pestaña Scale → Color Table: CB_RdYIBu.cpt
8. Pestaña Map → Projection: Equirectangular Regional
9. Pestaña Map → Center on Lon: 35 Lat: -20
10. Haga clic en Fix Proportions
11. Para explorar los valores, haga clic en la pestaña Array 1 en la parte superior de la ventana



Visualizar los Resultados en QGIS

1. Abra la aplicación de escritorio QGIS
2. Agregue el archivo de ráster **IMERG_spi_gamma_03.nc** en QGIS
3. Haga clic con el botón derecho en la capa y seleccione Properties
4. Haga clic en Symbology y cambie los parámetros a lo siguiente:
 - a) Render type: Singleband pseudocolor
 - b) Seleccionar una banda
 - c) Cambie el Min = -3 y Max = 3
 - d) Cambie la rampa de colores a “RdYIBu” (si es que aún no está seleccionada)
 - e) Haga clic en Apply y OK



Visualizar los Resultados en QGIS

5. Haga clic con el botón derecho en el nombre de la capa en el panel Layers y seleccione Zoom to Layer

6. Vemos que la imagen no se está visualizando bien. Esto se debe a que la longitud se está visualizando como tiempo/segundos ("seconds since 1970-01-01 00:00:00 UTC"). Confirme esto haciendo clic con el botón derecho en nuestra capa en el panel Layers → Properties → Information. ¡La extensión de las coordenadas longitudinales (Extent) es demasiado grande!

7. Para corregir esto para que podamos visualizar nuestros datos en QGIS, siga los siguientes pasos:
 - a) Usando la Shell Bash, cambie de directorio a la carpeta "results" y ejecute las siguientes líneas de código:

```
ncpdq -a time,lat,lon IMERG_spi_gamma_03.nc  
spi_gamma_03_mozambique.nc
```



Visualizar los Resultados en QGIS

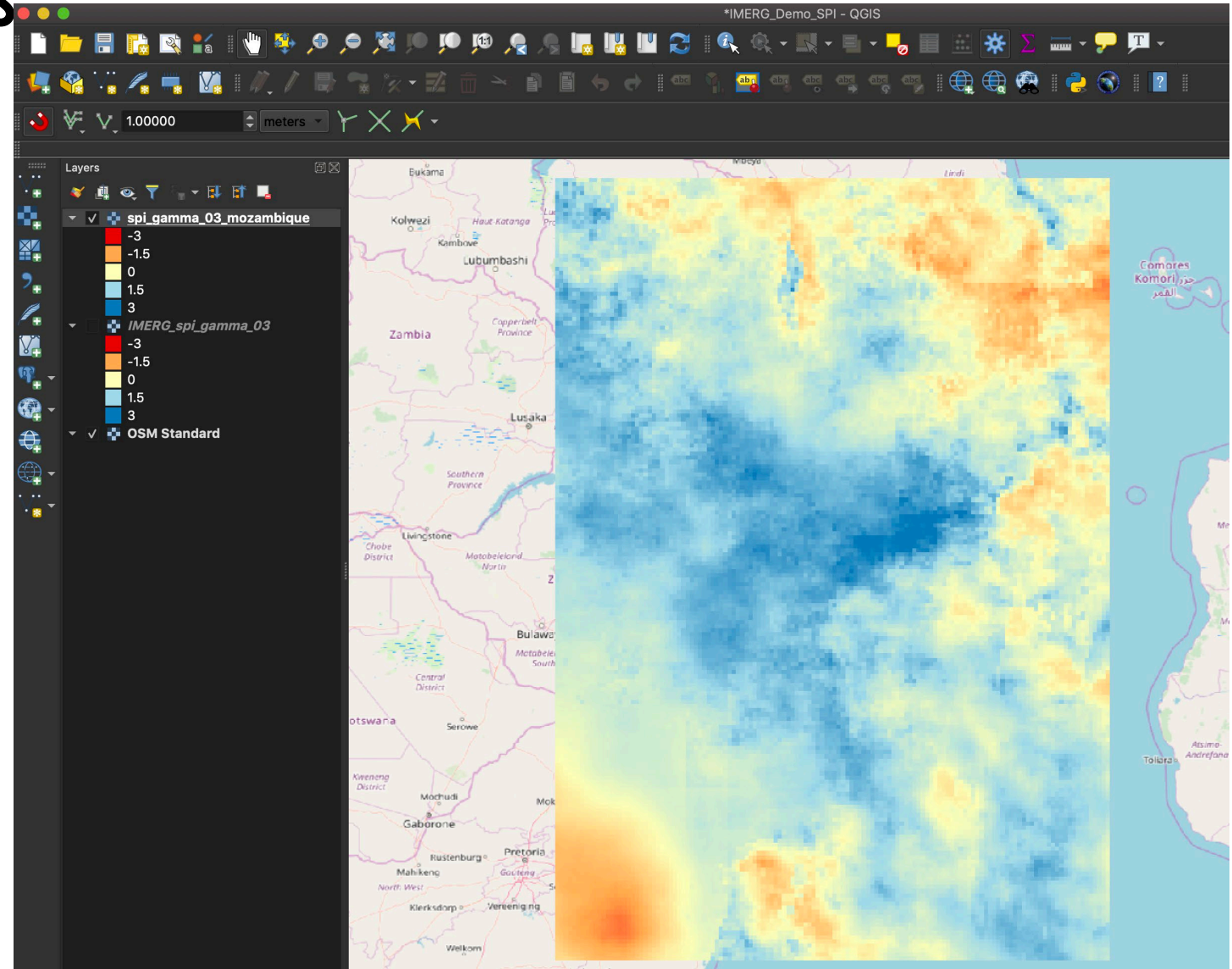
8. Agregue el archivo de ráster spi_gamma_03_mozambique.nc al panel Layers
9. Haga clic con el botón derecho en la capa spi_gamma_03_layer → Properties → Symbology:
 - a) Render type: Singleband pseudocolor
 - b) Seleccione cualquier banda **menos** los primeros 2 meses (el SPI necesita un mínimo de 3 meses para crear el índice)
 - c) Cambie el Min = -3 y el Max = 3
 - d) Para Color Ramp, seleccione “RdYIBu” (si es que no está seleccionado ya)
 - e) Haga clic en Apply y OK
 - f) Haga clic con el botón derecho en el nombre de la capa en el panel Layers y seleccione Zoom to Layer



Visualizar Resultados en QGIS

10. Para una mejor visualización, agregue un mapa de base (Basemap) en Map View

a) Menú de Barra → Web → QuickMapServices → OSM → OSM Standard



La Próxima Semana

- La Parte 3 de la capacitación de GPM IMERG será comprensiva. Las/los participantes practicarán todas las habilidades que aprendieron en las Partes 1 y 2 y las aplicarán a un área de estudio de su elección.
- Las tareas estarán disponibles después de las tres sesiones en la siguiente página: <https://arset.gsfc.nasa.gov/water/webinars/IMERG-2020>
- Debe enviar sus respuestas vía Google Form
- Plazo para las tareas: 11, 18 y 25 de febrero

