

# Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

---

TZOLKIN: MONITOR MESOAMERICANO DE SEQUÍA  
28 DE SEPTIEMBRE DE 2020



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

**MEDIO AMBIENTE**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



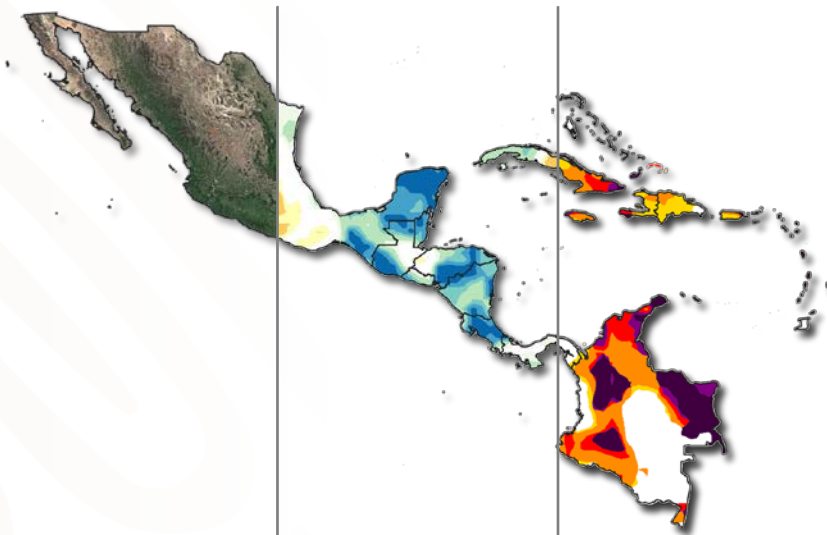
# Contenido

1. Introducción
2. Fuente de información
3. Índices estandarizados no paramétricos de sequía
4. Generación de mapas y series de tiempo
5. Descripción de la plataforma en línea

## 1. Introducción



**Tzolkin** es un monitor de sequías basado en fuentes de información de **acceso libre** y paqueterías de **código abierto**, operado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua desde Abril de 2020.



Mesoamérica  
y el Caribe

Intensidad  
de sequía

Magnitud  
de sequía

Página web:  
[galileo.imta.mx/Sequias](http://galileo.imta.mx/Sequias)

## 1. Introducción



Monitoreo de variables ambientales.

Interpretación simple.

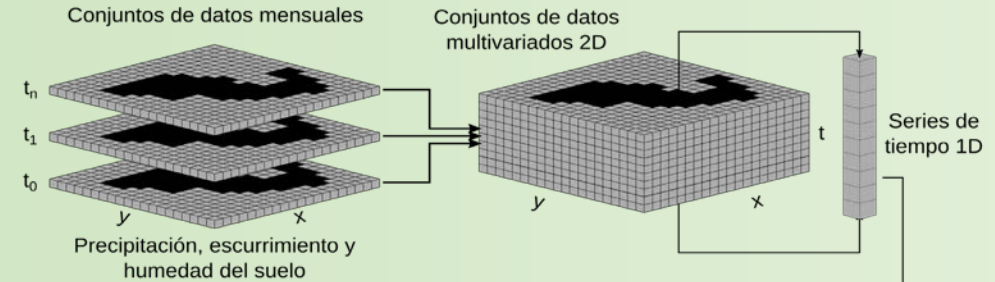
Múltiples configuraciones preestablecidas.

Adaptable a objetivos específicos.

## 1. Introducción

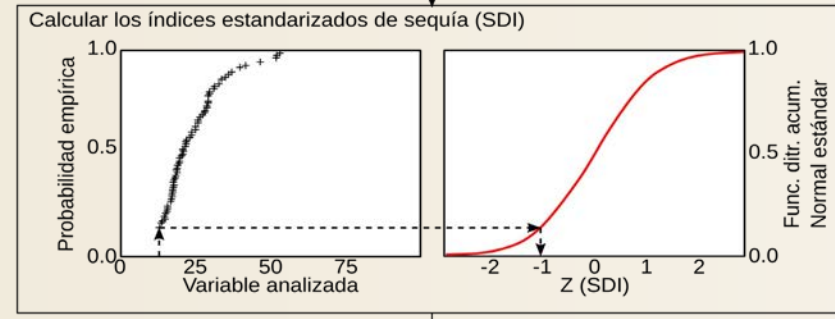
### Preprocesamiento

- Descarga de datos de la fuente de información.
- Manejo de los conjuntos de datos.



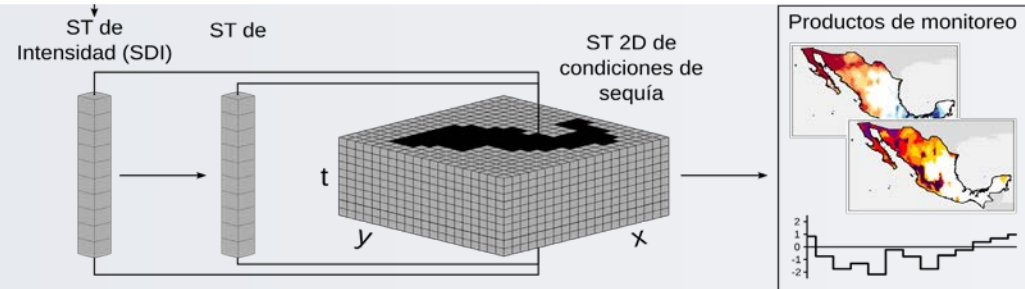
### Cálculo de los índices de sequía

- Índices estandarizados de sequía no paramétricos.
- Intensidad y magnitud (intensidad acumulada).
- Distintas escalas temporales.

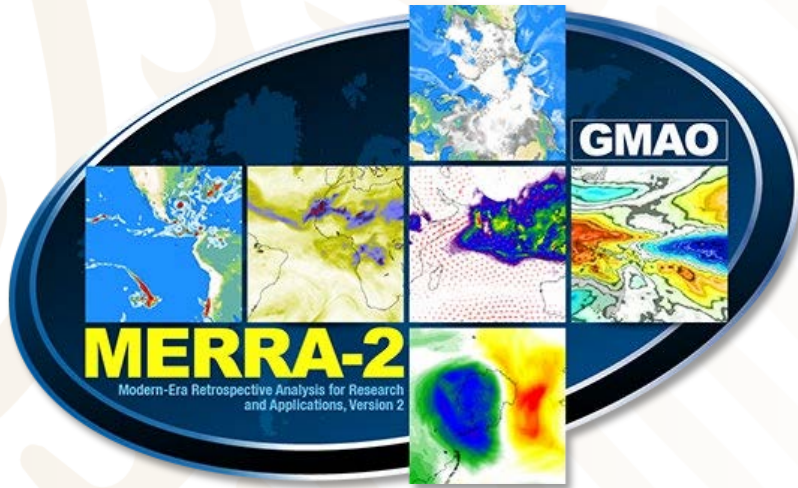


### Elaboración de productos finales

- Mapas.
- Series de tiempo.
- Agregación espacial (ej., división política, hidrografía, etc.).



## 2. Fuente de información



*Modern-Era Retrospective Analysis  
for Research and Applications,  
versión 2 (MERRA-2)*

de la Oficina de Modelación y Asimilación Global (GMAO)  
de la NASA

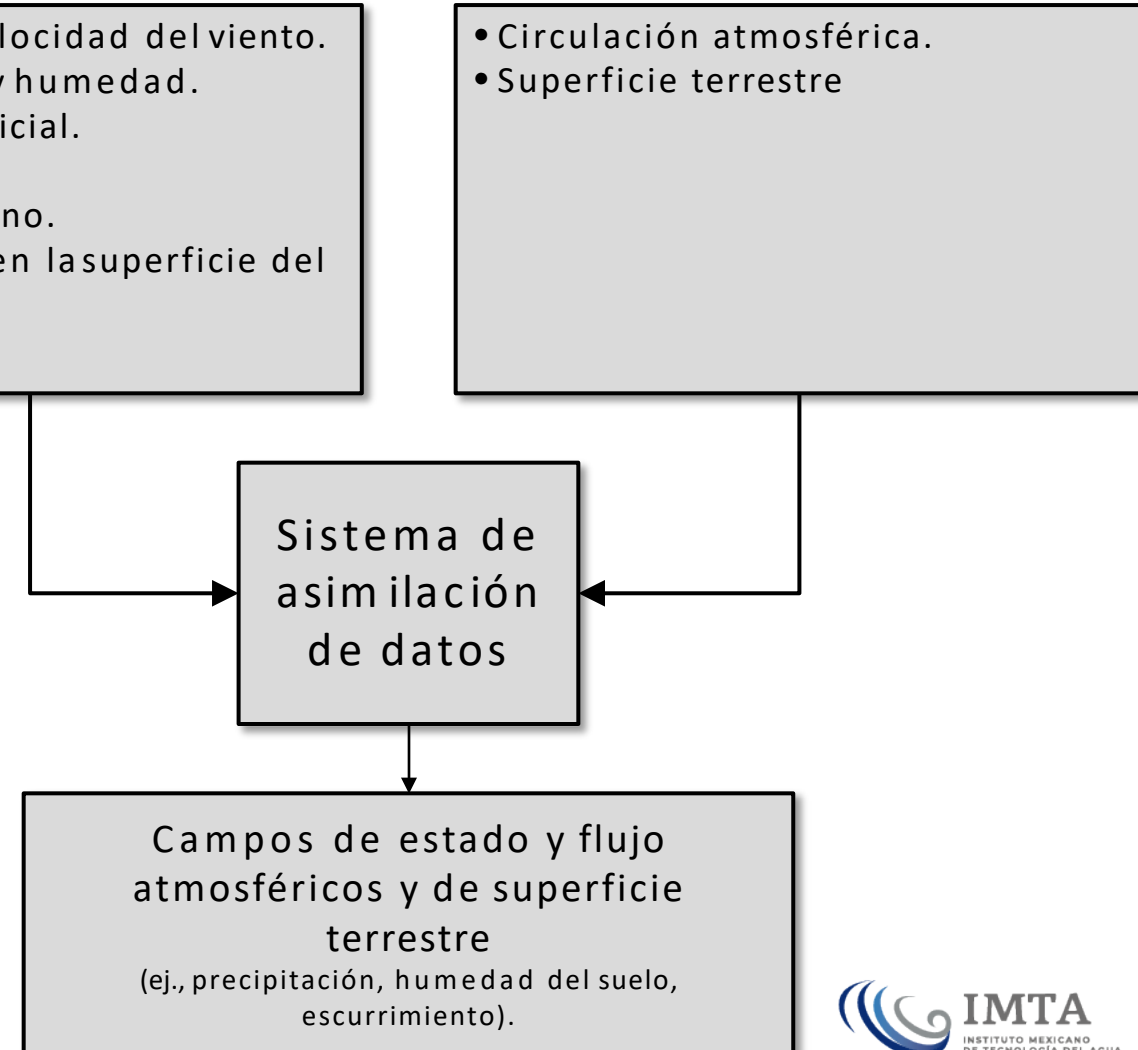
(<https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>)

### 38 fuentes de observación directa y percepción remota

- Dirección y velocidad del viento.
- Temperatura y humedad.
- Presión superficial.
- Precipitación.
- Perfiles de ozono.
- Temperatura en la superficie del mar.
- ...

### Modelos basados en la Física

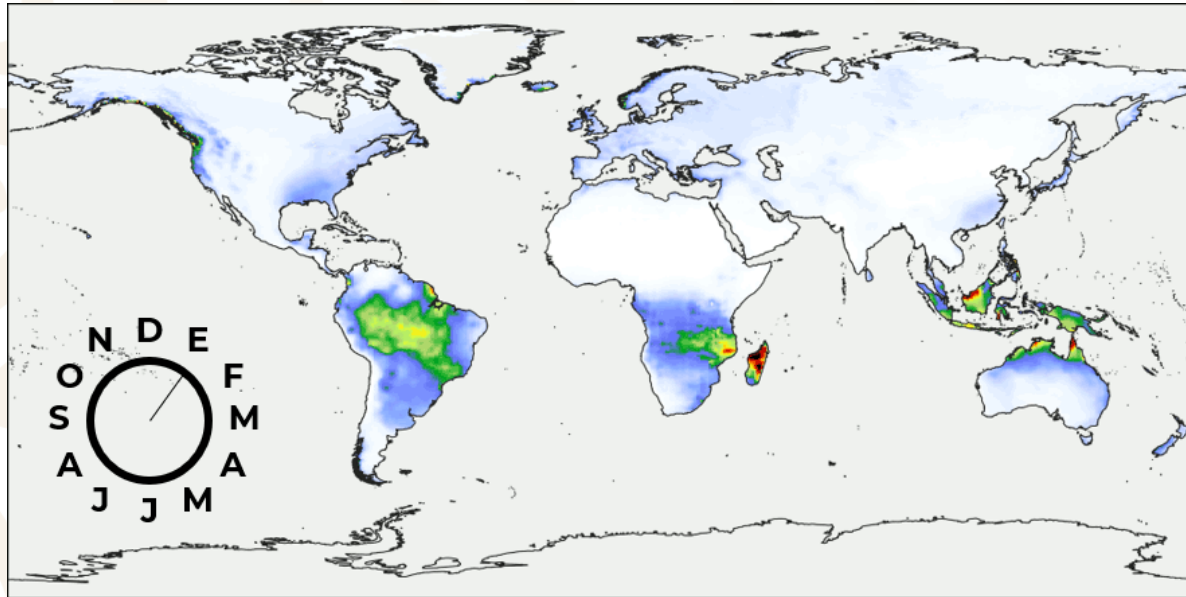
- Circulación atmosférica.
- Superficie terrestre





## 2. Fuente de información

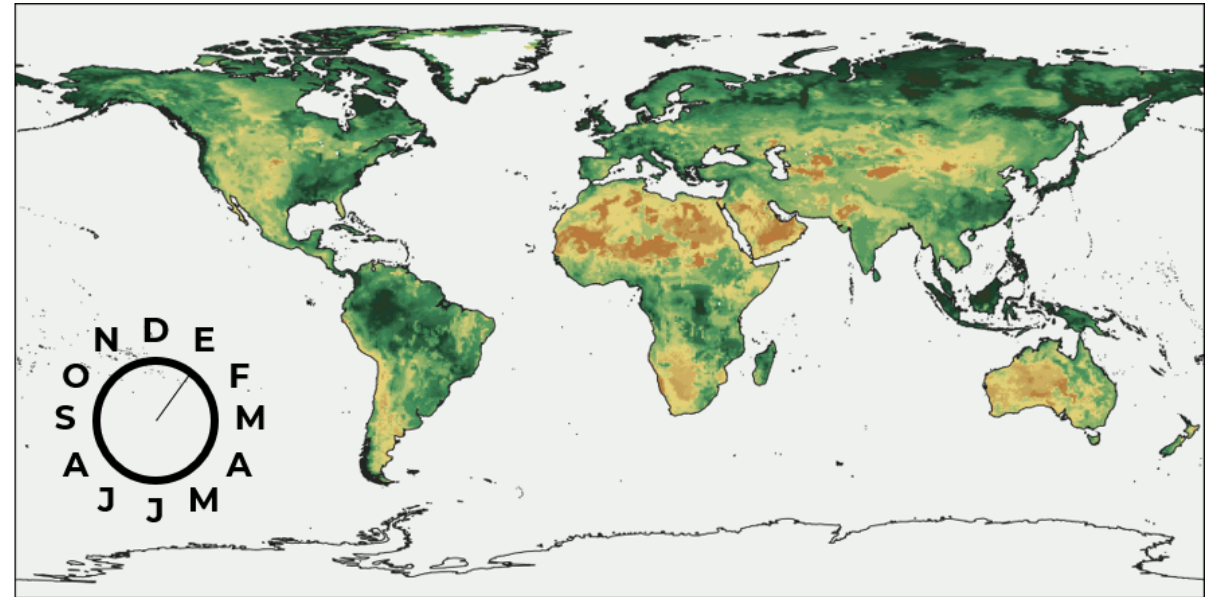
### Precipitación mensual media



Milímetros por metro cuadrado ( $\text{mm m}^{-2}$ )



### Contenido de humedad del suelo mensual medio

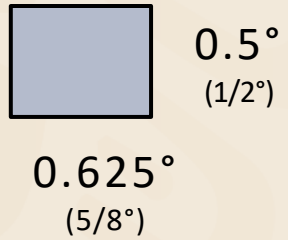


Contenido de agua en la zona de raíces ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )



## 2. Fuente de información

### Malla de $0.625^\circ \times 0.5^\circ$



- 1496 celdas en la región de cobertura de Tzolkin

## MERRA-2: Resolución espacial



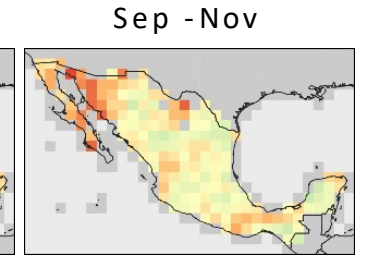
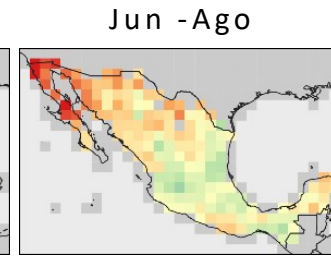
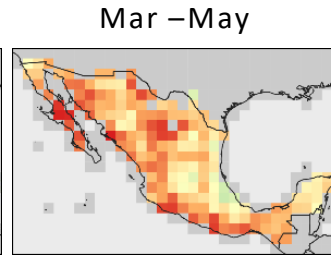
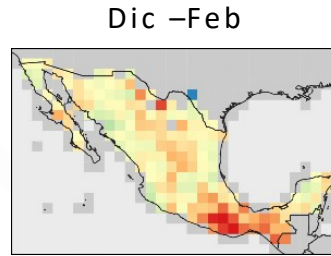


## 2. Fuente de información

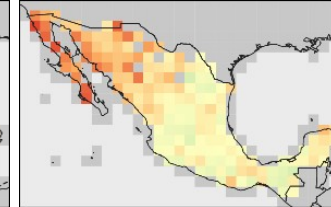
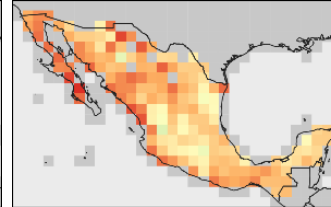
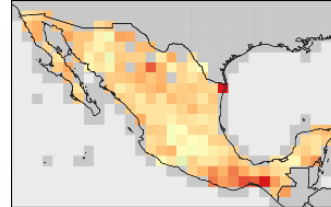
Correlación  $r$



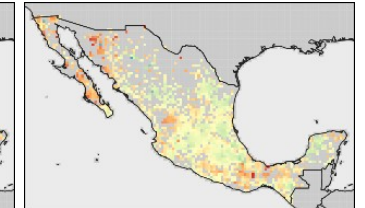
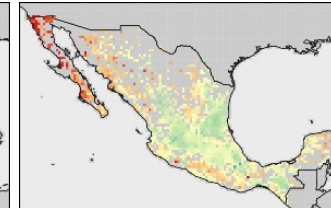
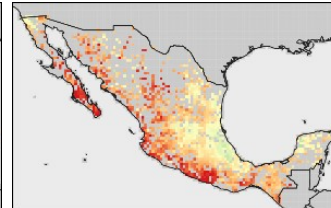
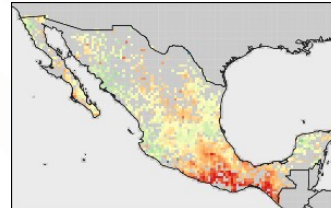
GLDAS-2.0  
LSM NOAH  
Res. Espacial.  $1^\circ \times 1^\circ$   
Res. temporal 3 horas



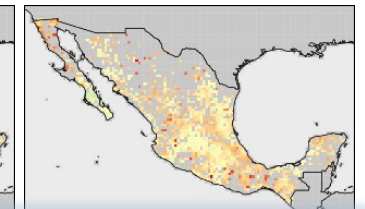
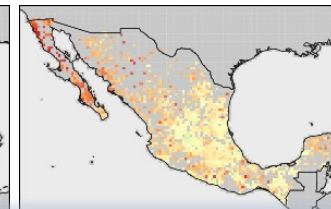
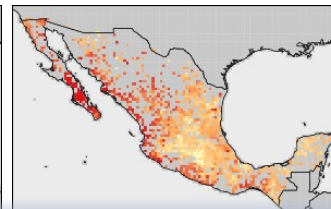
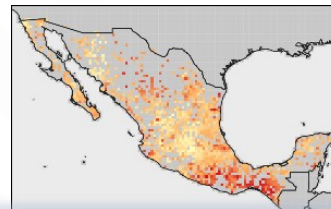
GLDAS-2.1  
Res. Espacial.  $1^\circ \times 1^\circ$   
Res. temporal. 3 horas



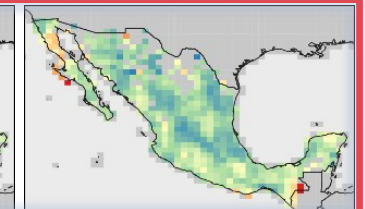
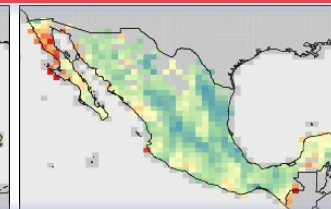
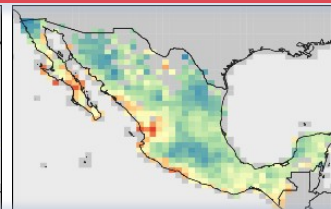
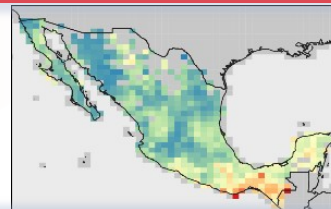
GLDAS-2.0  
Res. Espacial.  
 $0.25^\circ \times 0.25^\circ$   
Res. temporal. 3 horas



GLDAS-2.1  
Res. Espacial.  
 $0.25^\circ \times 0.25^\circ$   
Res. temporal. 3 horas

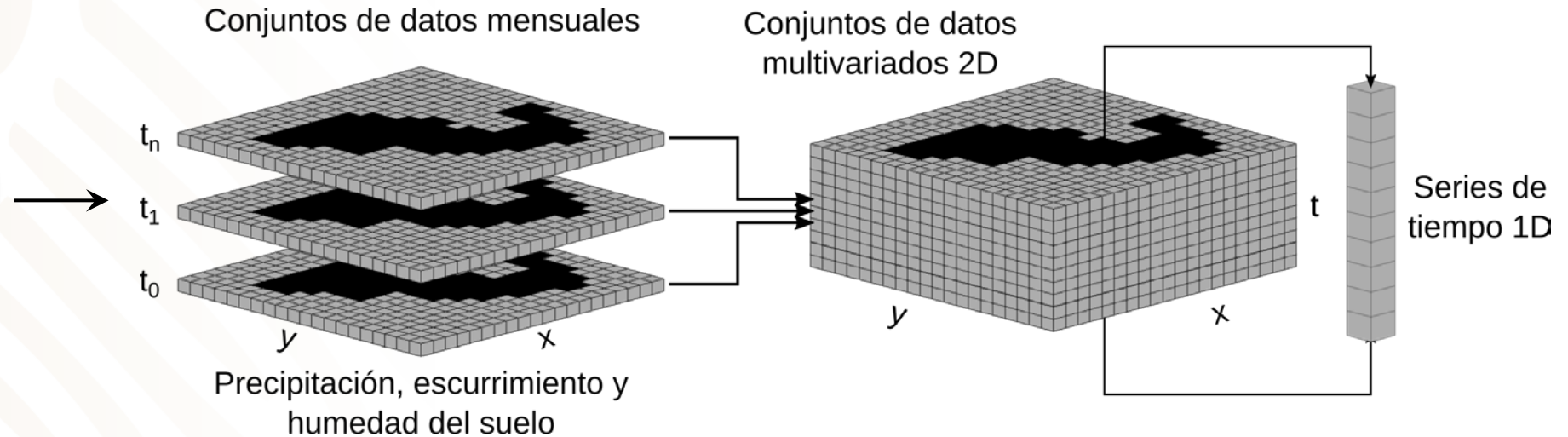
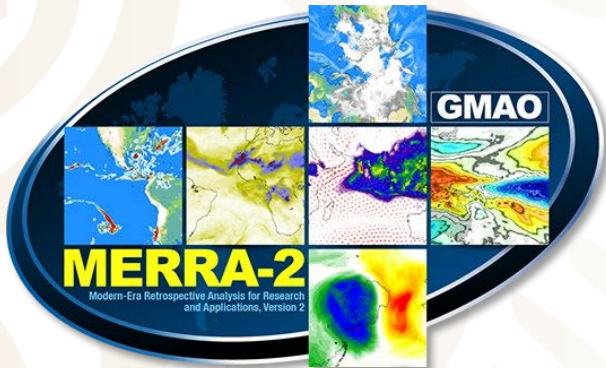


MERRA-2  
Res. Espacial  
 $0.625^\circ \times 0.5^\circ$   
Res. temporal 1 hora



## 2. Fuente de información

### Construcción de un cubo de datos

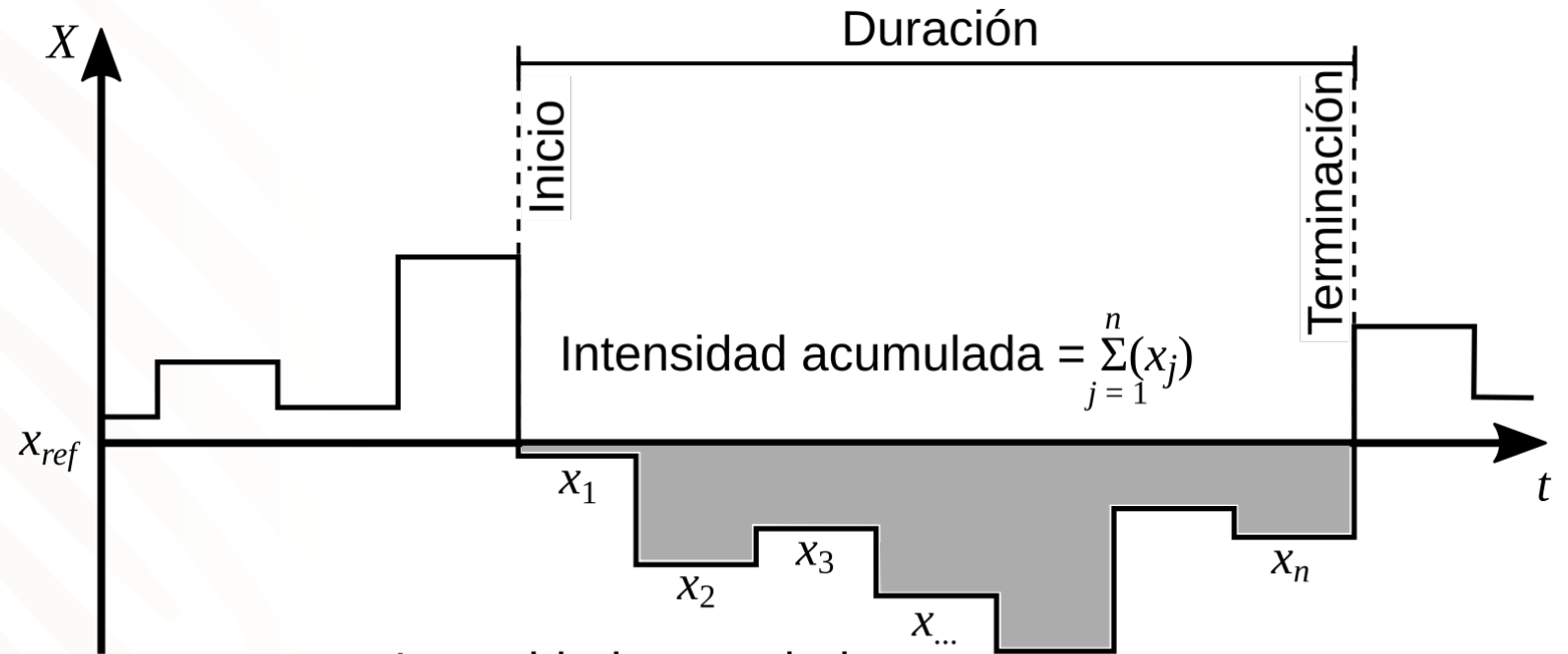


**Cubo de datos multivariado**  
(precipitación, humedad del suelo y escurrimiento)

## 3. Índices estandarizados no paramétricos de sequía

Serie de tiempo

t	X
0	$x_0$
1	$x_1$
2	$x_2$
3	$x_3$
...	...
n	$x_n$

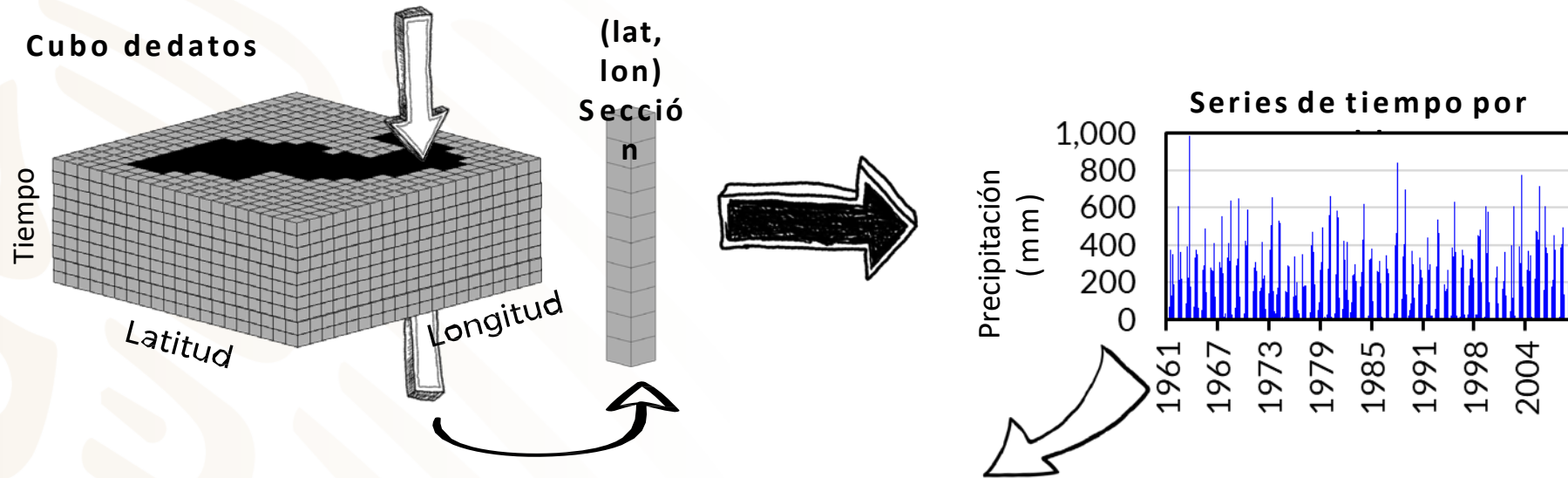


$$\text{Magnitud} = \frac{\text{Intensidad acumulada}}{\text{Umbral de intensidad}}$$

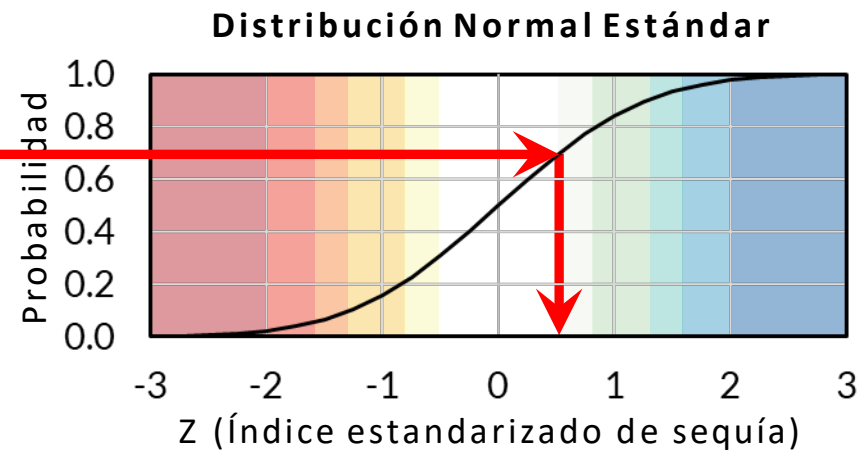
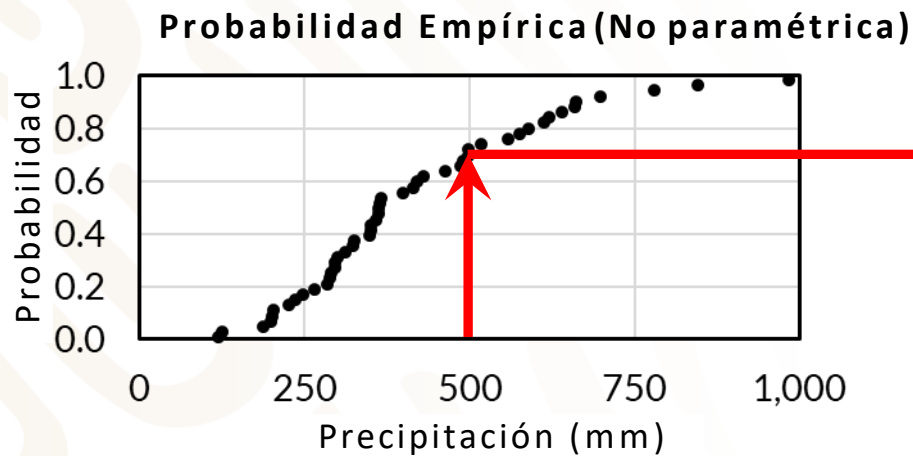
$x_j =$  Intensidad en el mes  $j$

### 3. Índices estandarizados no paramétricos de sequía

### Cálculo de Índices Estandarizados No Paramétricos

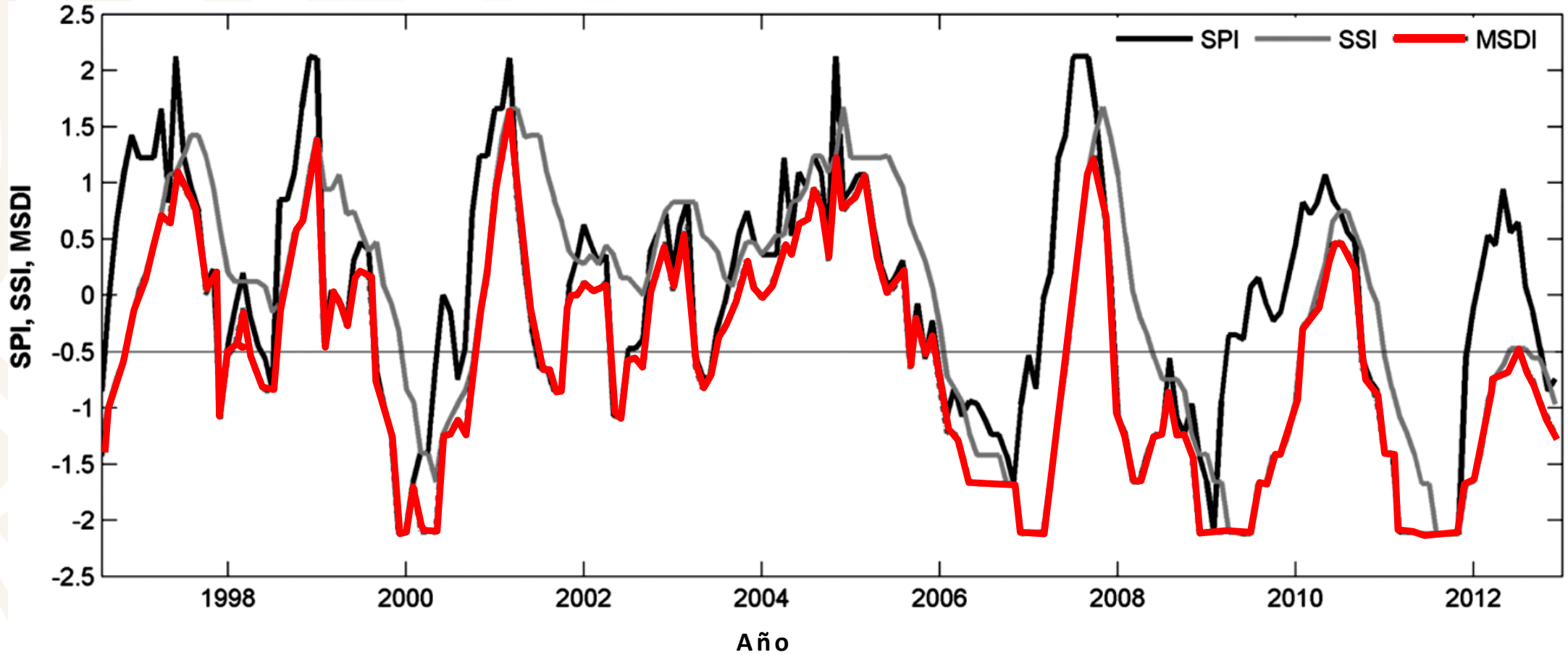


### Índices Estandarizados de Sequía



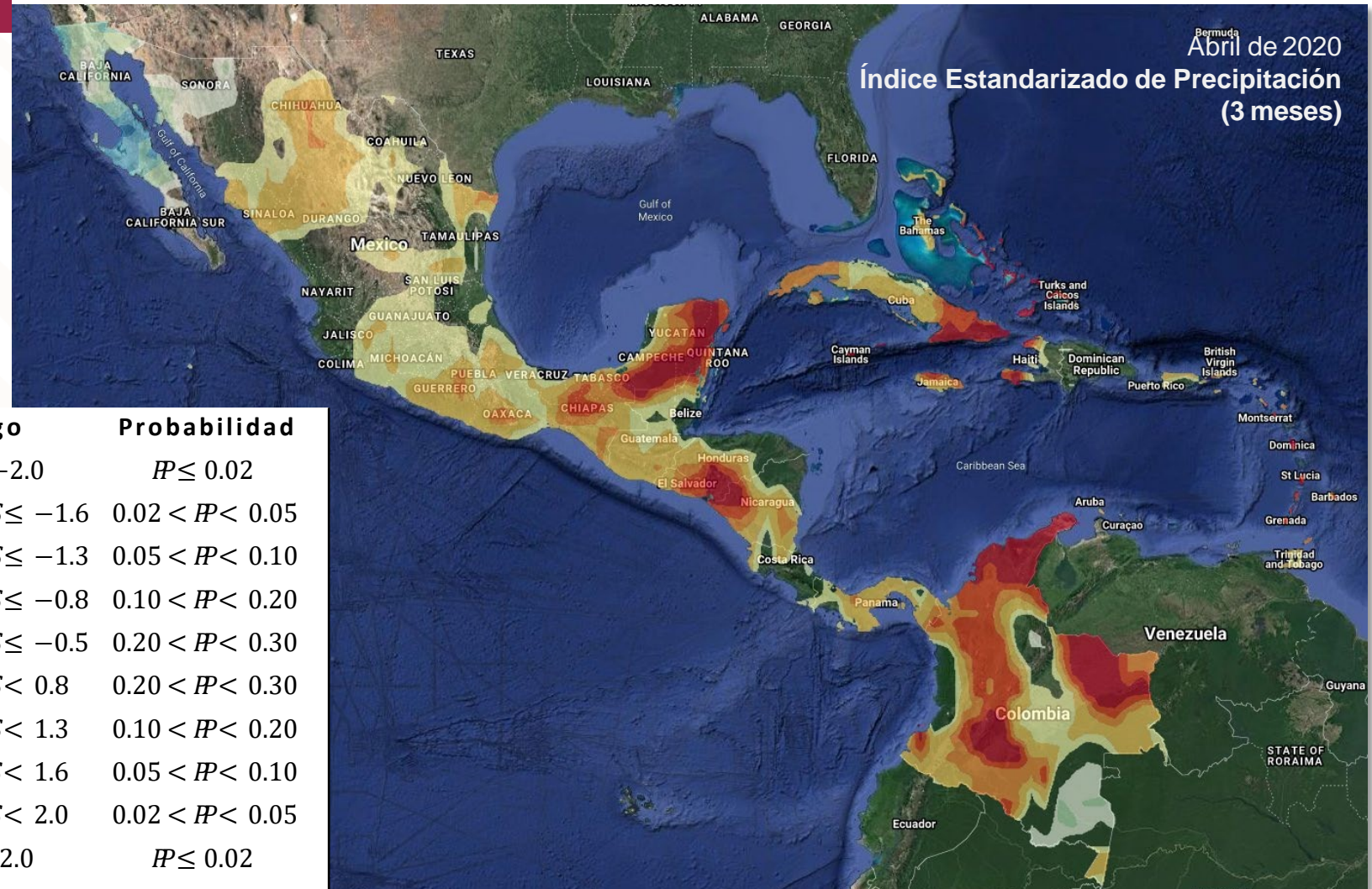


## 3. Cuantificación de la sequía





## 4. Generación de mapas y series de tiempo

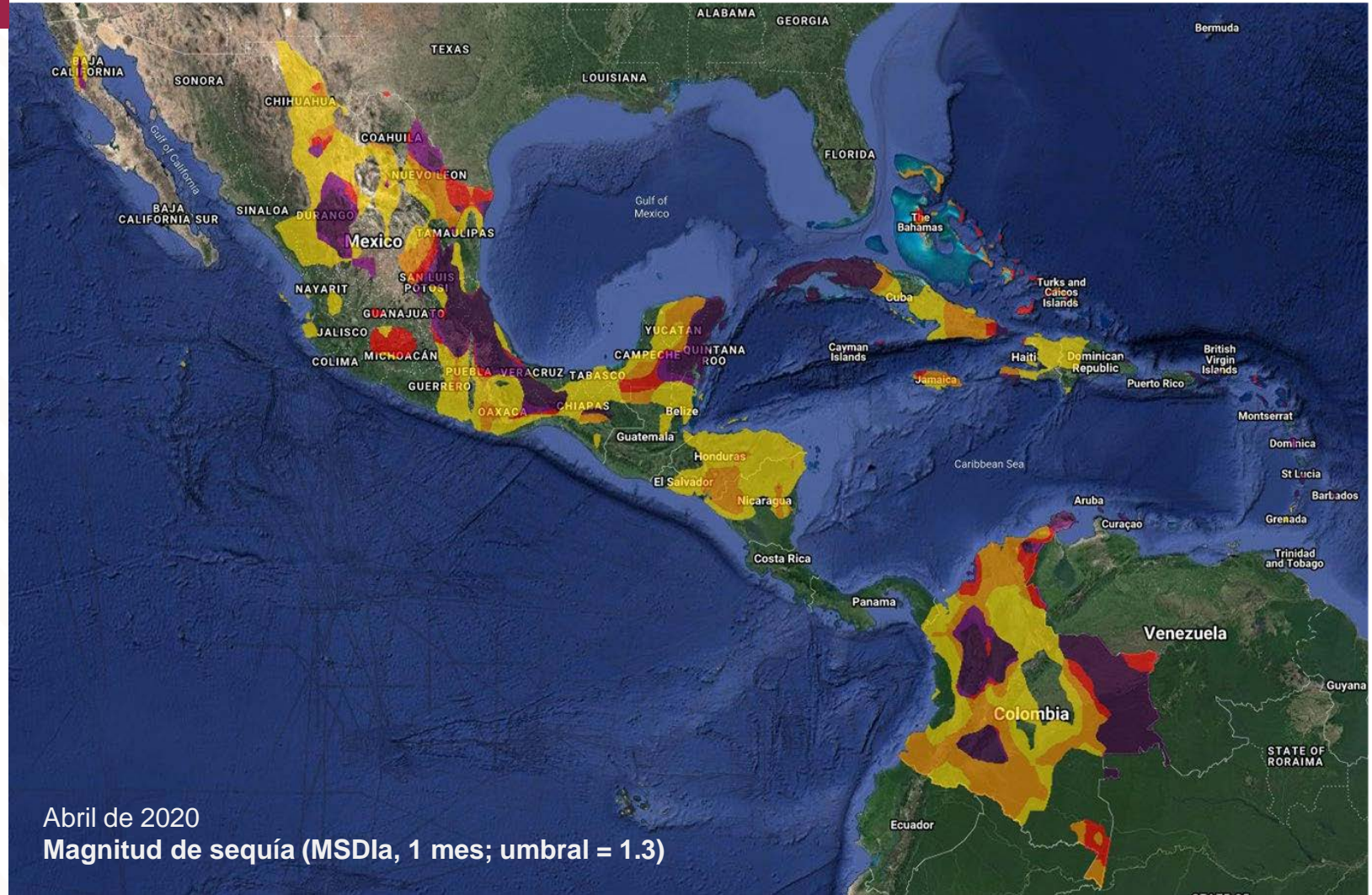


Color	Categoría	Rango	Probabilidad
	<b>D4</b> (Sequía excepcional)	$SSSSS \leq -2.0$	$P \leq 0.02$
	<b>D3</b> (Sequía extrema)	$-2.0 < SSSSS \leq -1.6$	$0.02 < P < 0.05$
	<b>D2</b> (Sequía severa)	$-1.6 < SSSSS \leq -1.3$	$0.05 < P < 0.10$
	<b>D1</b> (Sequía moderada)	$-1.3 < SSSSS \leq -0.8$	$0.10 < P < 0.20$
	<b>D0</b> (Anormalmente seco)	$-0.8 < SSSSS \leq -0.5$	$0.20 < P < 0.30$
	<b>W0</b> (Anormalmente húmedo)	$0.5 \leq SSSSS < 0.8$	$0.20 < P < 0.30$
	<b>W1</b> (Moderadamente húmedo)	$0.8 \leq SSSSS < 1.3$	$0.10 < P < 0.20$
	<b>W2</b> (Severamente húmedo)	$1.3 \leq SSSSS < 1.6$	$0.05 < P < 0.10$
	<b>W3</b> (Extremadamente húmedo)	$1.6 \leq SSSSS < 2.0$	$0.02 < P < 0.05$
	<b>W4</b> (Excepcionalmente húmedo)	$SSSSS \geq 2.0$	$P \leq 0.02$



## 4. Generación de mapas y series de tiempo

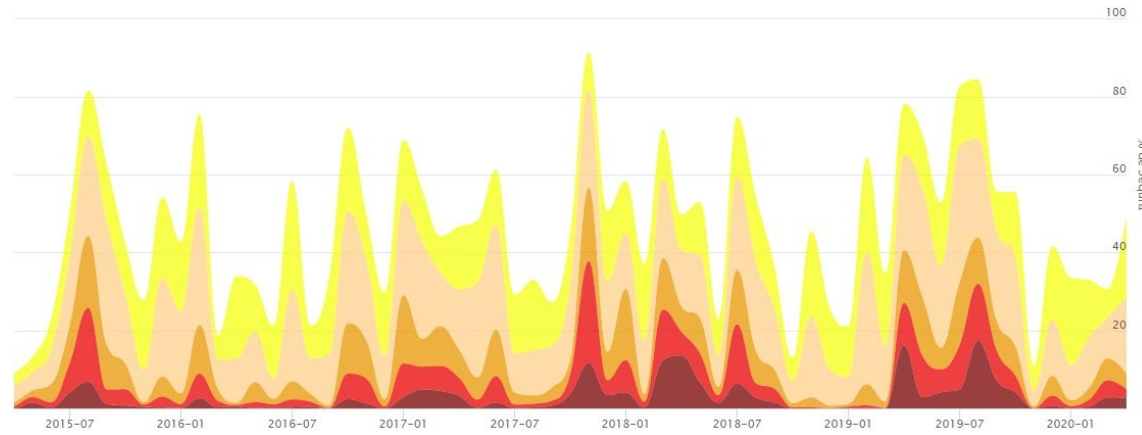
Color	Categoría
	M1 ( $1 \leq M < 3$ )
	M2 ( $3 \leq M < 6$ )
	M3 ( $6 \leq M < 9$ )
	M4 ( $9 \leq M < 12$ )
	M5 ( $M \geq 12$ )



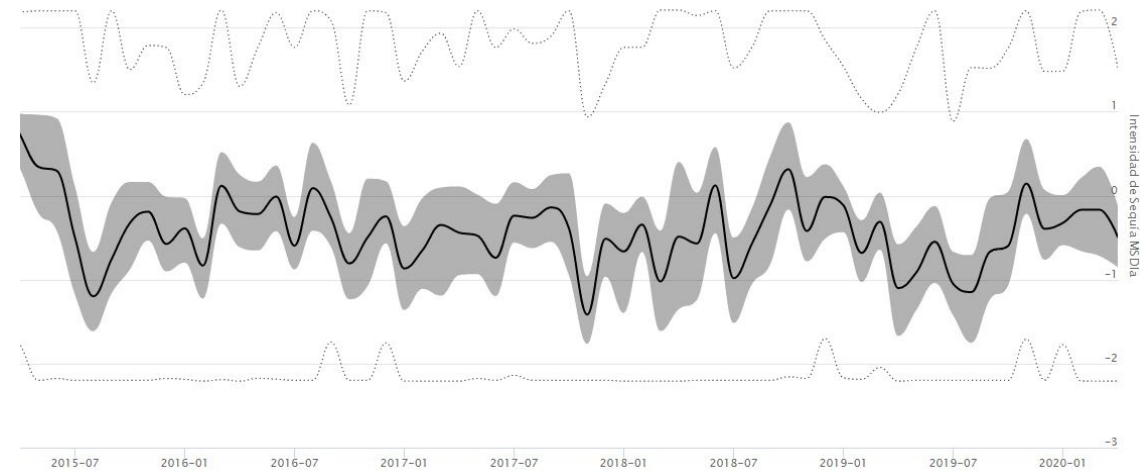
## Series de tiempo

### 4. Generación de mapas y series de tiempo

#### Área afectada por sequía



#### Intensidad de sequía





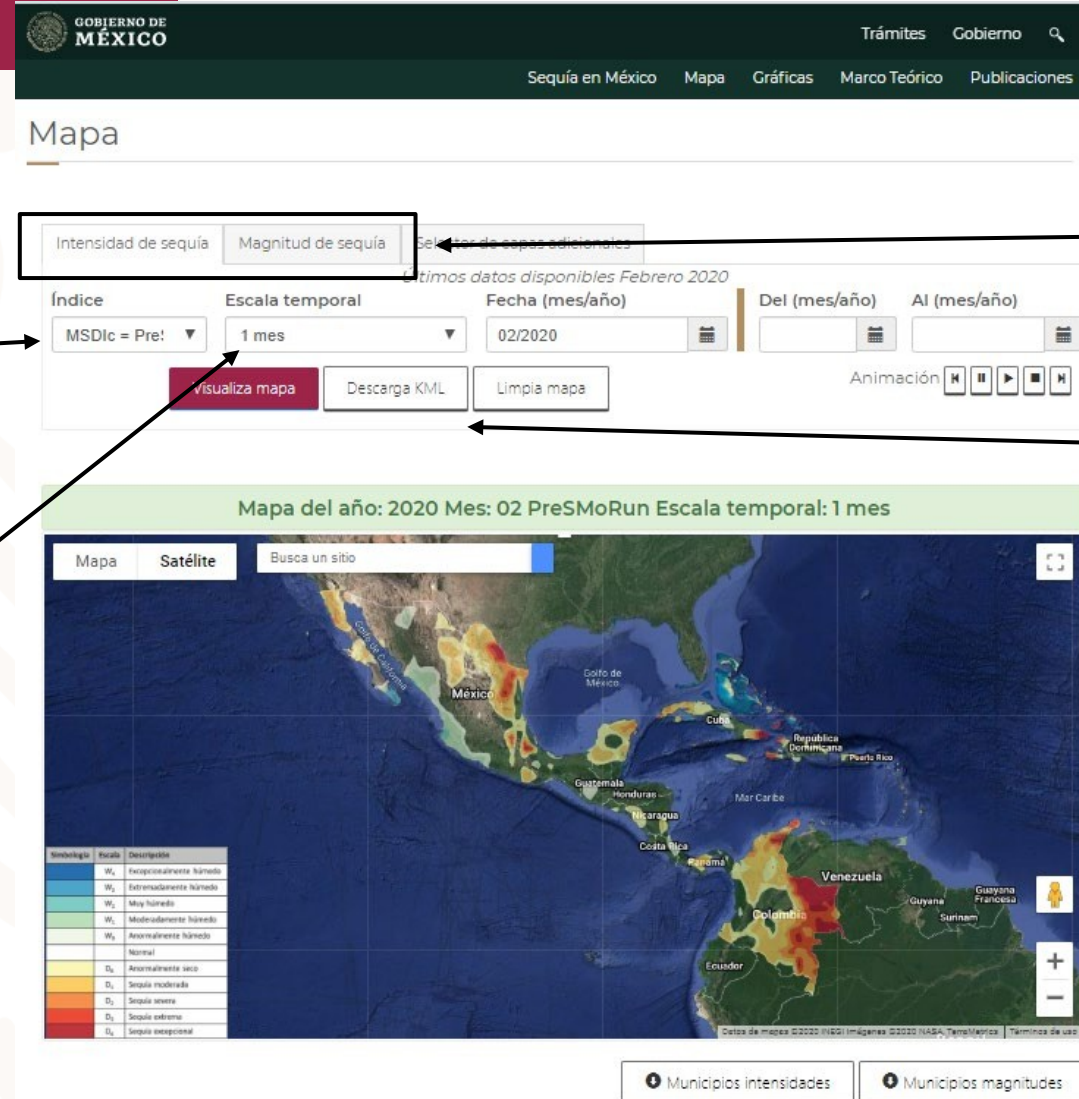
## 5. Descripción de la plataforma en línea

### 6 índices de sequía

- SPI
- SRI
- SSI
- MSDIa-PreSMo
- MSDIb-PreRun
- MSDIc-PreSMoRun

### 5 escalas temporales

- 1 mes
- 3 meses
- 6 meses
- 9 meses
- 12 meses



2 criterios de severidad

- Intensidad
- Magnitud (persistencia)

Opción de descarga de mapas en formato KML

Herramientas de visualización de la API de Google® Earth

- Zoom
- Paneo

### 3 indicadores en serie de tiempo

- Porcentaje de área afectada por sequía
- Magnitud de sequía
- Intensidad de sequía

## Gráfica



3 temas para regionalizar los resultados (México):

- División política
- Administración del agua
- Hidrografía

Opción de descarga de las series de tiempo en distintos formatos

- PNG
  - CSV
- Herramientas de visualización
- Zoom
  - Paneo



# GRACIAS

EL CONOCIMIENTO DEL AGUA AL SERVICIO DE MÉXICO

CONTACTO

M.C. MAURICIO OSORIO GONZÁLEZ

MAURICIO\_OSORIO@TLALOC.IMTA.MX