

Actividad 5

José Daniel Gaytán Villarreal
Grupo 3

1 de marzo de 2019

Resumen

Se tomó una lista de datos meteorológicos de la población de Cajeme y se les aplicó 16 de los 27 índices de cambio climático. De los resultados de cada índice se realizó su respectiva gráfica para su análisis visual. Se llegó a conclusiones contundentes sobre el cambio climático en la región y sus posibles repercusiones.

1. Introduction 5 lines to max 1/2 page

En un esfuerzo por cuantificar qué tanto ha afectado el cambio climático a una región, se propusieron 27 índices que permiten darse una idea sobre las varias repercusiones que este fenómeno conlleva [1]. Éstos fueron propuestos por el *Equipo de Expertos en Detección de Cambio Climático e Índices* [2] como una manera de ayudar a las poblaciones en necesidad de confrontar su situación climatológica de manera directa y planificada.

En este caso, de la base de datos del Servicio Meteorológico Nacional [3] se eligió la población de Cajeme debido a la cabalidad de sus datos, contando con casi 32 años de datos ininterrumpidos, para aplicar 16 de esos índices y analizar qué es lo que se puede interpretar de ellos. Dicho análisis se llevó a cabo a través del lenguaje de programación *Python* debido a sus múltiples funciones para trabajar con datos y realizar representaciones gráficas.

En la sección 2, se aborda inicialmente, de manera concisa, la metodología utilizada para aplicar los índices a nuestra lista de datos; es decir, se mostrará qué herramientas de Python se utilizaron para realizar el análisis. Subsecuentemente, se muestran los resultados de dicha programación, acompañados de una pequeña interpretación referente a los mismos. Por último, en la sección 3, se emite una conclusión general del trabajo, abarcando los resultados desde una perspectiva global sobre la región como un todo. Se analizará, pues, el efecto del cambio climático sobre Cajeme.

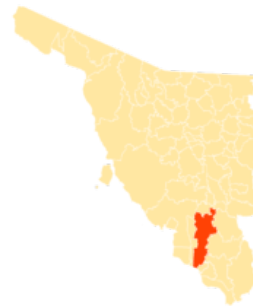


Figura 1: Municipio de Cajeme, Sonora

2. Desarrollo

2.1. Metodología

Para poder realizar el análisis de datos, se importaron las siguientes librerías de Python:

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
```

Las bibliotecas *pandas* [4] y *numpy* [5] brindan funciones útiles al momento de trabajar con conjuntos de datos, mientras que *matplotlib* [6] es una herramienta para graficar excepcional.

A continuación, se introdujo un archivo de texto que contenía una serie de datos sobre el clima de Cajeme desde 1980 hasta el año 2011. Es preciso mencionar que dicha serie contiene *irregularidades*, ya que para algunos años, más precisamente de 1983 a 1989, hay datos faltantes, por lo que pueden parecer menores en comparación con otros años; sin embargo, esto no invalida las inferencias que se pueden obtener del análisis, ya que los demás años cuentan, en su mayoría, con los 365 días del año. Para introducir dicha serie, se utilizó el siguiente código:

```
sentinels = {'PRECIP': ['Nulo'], 'EVAP': ['Nulo'], 'TMAX': ['Nulo'], 'TMIN': ['Nulo']}
datos_df = pd.read_csv("cajeme.txt", skiprows=0, sep='\s+', na_values=sentinels)
df = pd.DataFrame(datos_df)
```

El código anterior muestra cómo es que se introdujeron los datos en un *DataFrame*, es decir, un conjunto de datos para la biblioteca *pandas*, lo que permitió aplicar distintas funciones de la biblioteca sobre los mismos y así trabajar con ellos. Por ejemplo, para introducir variables de Meses y Años, se aplicaron los siguientes comandos:

```
df['FECHAN'] = pd.to_datetime(df.apply(lambda x: x['FECHA'], 1), dayfirst=True)
df = df.drop(['FECHA'], 1)
df['MES'] = df['FECHAN'].dt.month
df['AÑO'] = df['FECHAN'].dt.year
df.head()
```

Lo anterior introdujo nuevas variables temporales que permitieron manejar a los datos como intervalos de tiempo, un punto clave para realizar un análisis evolutivo de los fenómenos climáticos de la región.

	PRECIP	EVAP	TMAX	TMIN	FECHAN	MES	AÑO
0	0.0	1.2	25.0	7.0	1980-01-01	1	1980
1	0.0	1.7	22.0	8.0	1980-01-02	1	1980
2	0.0	1.9	25.0	9.0	1980-01-03	1	1980
3	0.0	1.8	26.0	6.0	1980-01-04	1	1980
4	0.0	2.0	26.0	4.0	1980-01-05	1	1980

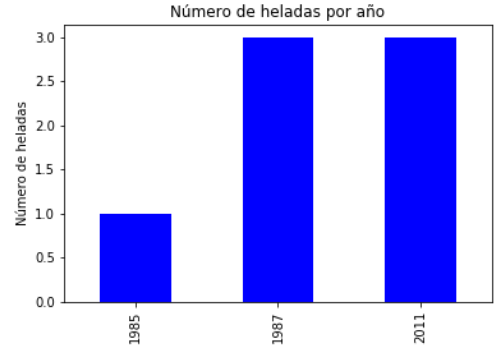
Figura 2: DataFrame.

Posteriormente se aplicaron 16 índices de los 27 propuestos, cada uno de estos a través de distintas funciones intrínsecas de Pandas. En la sección 2.2, se muestran los resultados de dichas funciones.

2.2. Resultados

A continuación se muestran 16 gráficas, cada una representando gráficamente uno de los índices anteriormente mencionados.

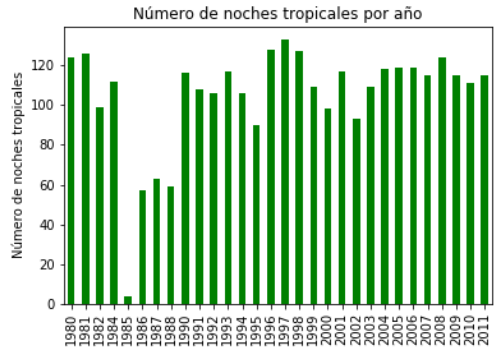
El primer índice aplicado fue el de contabilizar el número de heladas anuales; esto es, el número de días donde la temperatura mínima es menor a $0^{\circ}C$. De la gráfica podemos apreciar que, siendo Sonora un estado desértico, esta condición raramente se cumple.



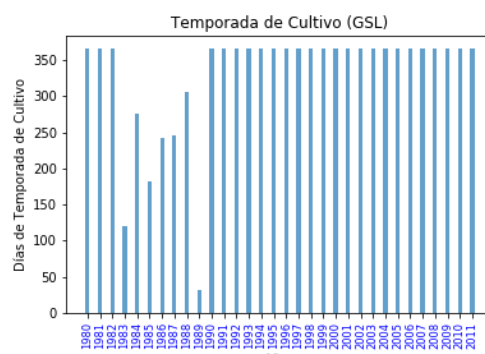
El segundo índice aplicado fue el de contabilizar el número de días con temperaturas de verano anuales; esto es, el número de días donde la temperatura máxima es mayor a $25^{\circ}C$. Los resultados de la gráfica simplemente demuestran la naturaleza desértica de Sonora, alcanzando algunos años a tener "días de verano" prácticamente todos los días del año.



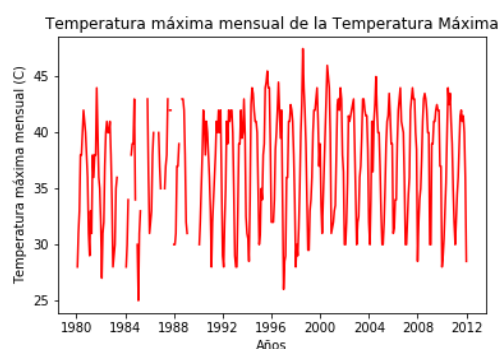
El tercer índice aplicado fue el de contabilizar el número de noches tropicales anuales; esto es, el número de días donde la temperatura mínima es mayores a $20^{\circ}C$. Nuevamente la tendencia desértica de Sonora se manifestó en un alto número de "noches tropicales", abarcando casi un tercio del año.



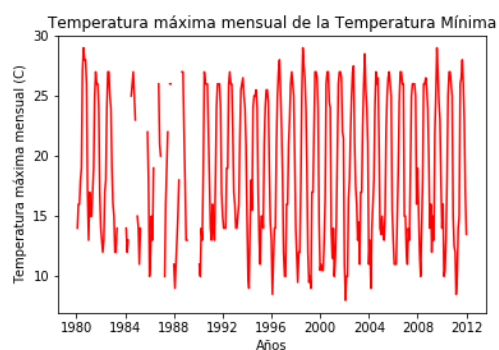
El cuarto índice aplicado fue el de medir la longitud del intervalo de la "Temporada de Cultivo"; esto es, cuántos días hay entre los primeros seis días consecutivos en que la temperatura promedio es mayor a $5^{\circ}C$ y los últimos seis días consecutivos en que ésta es menor a $5^{\circ}C$. Esta última condición nunca se cumplió, puesto que es raro para la región registrar temperaturas tan bajas, por lo que técnicamente todo el año puede considerarse como "Temporada de Cultivo" bajo estos estándares.



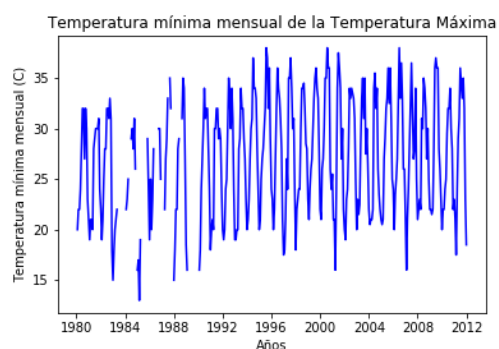
El quinto índice aplicado fue el de encontrar la temperatura máxima mensual de la Temperatura Máxima (TXx); esto es, la máxima de las máximas para cada mes de cada año. Como era de esperarse para una zona desértica, dichas temperaturas fueron altas, aunque se puede apreciar una ligera tendencia de aumento a partir de los años 90, causado probablemente por el uso cada vez más elevado de combustibles fósiles.



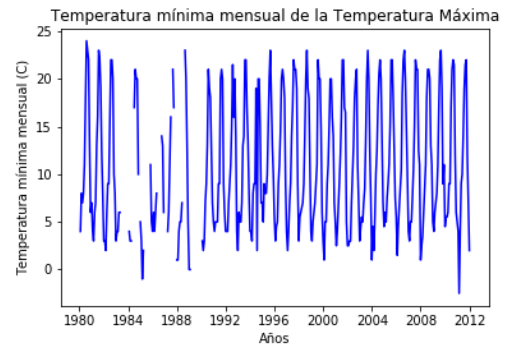
El sexto índice aplicado fue el de encontrar la temperatura máxima mensual de la Temperatura Mínima (TNx); esto es, la máxima de las mínimas para cada mes de cada año. Nuevamente las temperaturas fueron altas, aunque la tendencia fue, en este caso, de máximas cada vez más pequeñas, lo que implica inviernos cada vez más fríos.



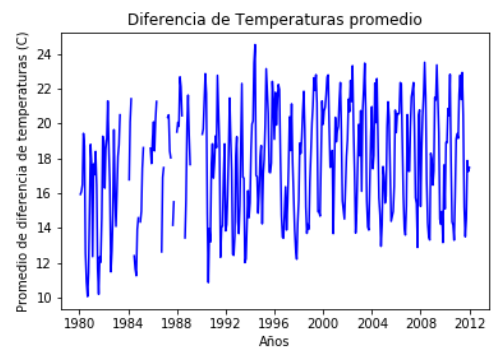
El séptimo índice aplicado fue el de encontrar la temperatura mínima mensual de la Temperatura Máxima (TNx); esto es, la mínima de las máximas para cada mes de cada año. Al igual que en el parámetro TXx, se puede percibir un ligero aumento de Temperaturas Máximas, siendo los valores mínimos posibles cada vez más altos, lo que implica la aparición más frecuente de temperaturas extremas



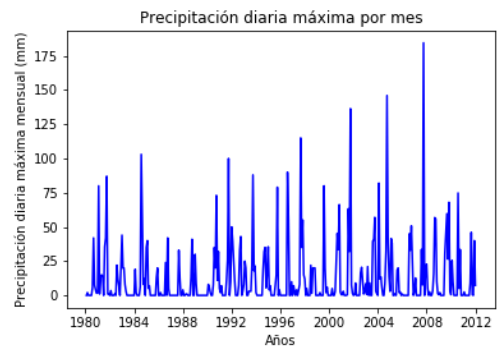
El octavo índice aplicado fue el de encontrar la temperatura mínima mensual de la Temperatura Mínima (TNn); esto es, la mínima de las mínimas para cada mes de cada año. Tal y como ocurrió en el parámetro TXn, las temperaturas mínimas van en un aparente decaimiento, trayendo consijo inviernos cada vez más gélidos.



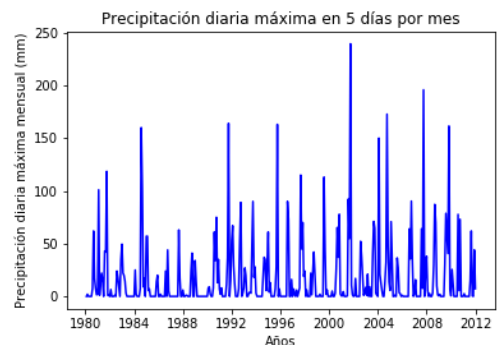
El noveno índice aplicado fue el de encontrar el promedio mensual de la diferencia de temperaturas (DTR). En las gráficas anteriores se percibió que los extremos de la mínima eran cada vez más bajos y los de la máxima cada vez más altos, hecho que podemos confirmar en esta gráfica, donde se aprecia cómo es que la diferencia entre la Temperatura Máxima y la Temperatura Mínima oscila en valores cada vez más grandes, lo que implica cambios más bruscos en el clima de la región.



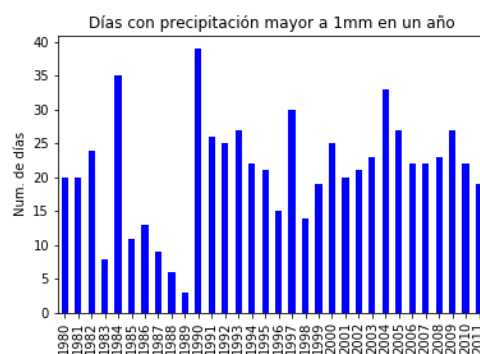
El décimo índice aplicado fue el de encontrar la precipitación diaria máxima por mes; esto es, la cantidad máxima de precipitación en cada mes de cada año. Así como los cambios de temperatura se han acrecentado con el paso del tiempo, vemos cómo es que la cantidad de precipitación máxima ha ido en aumento, lo que no es necesariamente algo bueno, ya que la presencia de chubascos en lugares comúnmente secos puede ser perjudicial para la flora y fauna local, acostumbrados a climas más áridos.



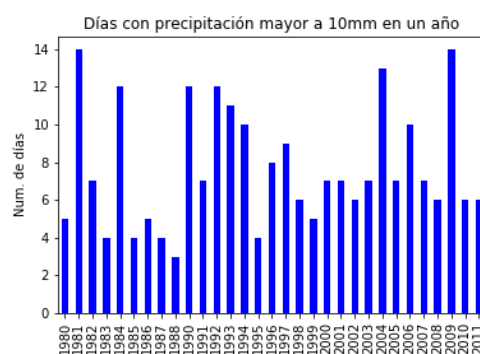
El onceavo índice aplicado fue el de encontrar la precipitación diaria máxima por mes en 5 días consecutivos; esto es, la cantidad máxima de precipitación acumulada en 5 días de cada mes de cada año. En esta gráfica se aprecia mejor el fenómeno mencionado en la gráfica anterior, ya que se puede ver cómo es que se acumula cada vez más mm de precipitación, lo que podría causar inundaciones y daños a la población cajemense.



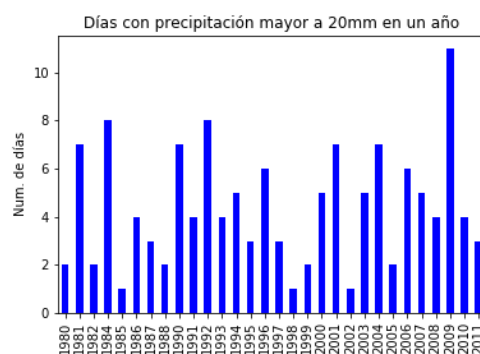
El doceavo índice aplicado fue el de encontrar el número de días donde la precipitación fue mayor a 1mm para cada año. Esta gráfica confirma nuestra teoría anterior: cada año llueve, en promedio, más que el anterior.



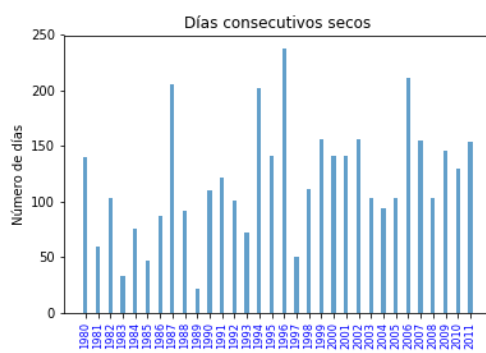
El treceavo índice aplicado fue el de encontrar el número de días donde la precipitación fue mayor a 10mm para cada año. Nuevamente, el patrón se repite.



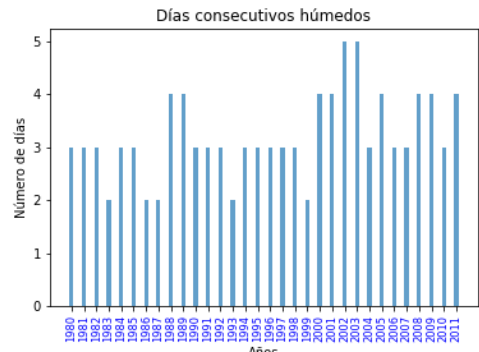
El catorceavo índice aplicado fue el de encontrar el número de días donde la precipitación fue mayor a 20mm para cada año. Nuevamente, el patrón se repite.



El quinceavo índice aplicado fue el de encontrar el número de días secos consecutivos; es decir, días sin precipitación o con precipitación menor a 1mm. Aquí vemos las implicaciones del patrón de lluvias: cada vez llueve menos, pero cada lluvia será cada vez más intensa.



El dieciseisavo índice aplicado fue el de encontrar el número de días húmedos consecutivos; es decir, con precipitación igual o mayor a 1mm. Aunque el número es verdaderamente bajo para ser de un año completo, vemos como es que el promedio sube de 1 a 2 días a partir del año 2000.



3. Conclusión

Existe, según nuestro análisis, una tendencia de cambio en el clima de Cajeme entre 1980 y 2011. A pesar de que los datos analizados cuentan con espacios sin datos, la muestra es lo suficientemente fiable como para reflejar la tendencia de aumento de las últimas décadas. Sin embargo, si quisieramos confirmar nuestra predicción, sería necesario el revisar los datos de estaciones meteorológicas aledañas, para revisar así si nuestras conclusiones, más que la manifestación del cambio climático, son simples inferencias erróneas a causa de la falta de datos.

Referencias

- [1] Expert Team on Climate Change Detection and Indices, *Climate Change Indices*. Recueperado el 26 de febrero de 2019 de: [http :
//etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml](http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml)
- [2] Expert Team on Climate Change Detection and Indices, *Overview*. Recueperado el 26 de febrero de 2019 de: [http :
//etccdi.pacificclimate.org/index.shtml](http://etccdi.pacificclimate.org/index.shtml)
- [3] Servicio Meteorológico Nacional, *Estado de Sonora*. Recueperado el 26 de febrero de 2019 de: smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=son
- [4] Python Data Analysis Library, *Panda*. Recueperado el 27 de febrero de 2019 de: [https :
//pandas.pydata.org/](https://pandas.pydata.org/)
- [5] Numpy, *Numpy*. Recueperado el 27 de febrero de 2019 de: [http :
//www.numpy.org/](http://www.numpy.org/)
- [6] Matplotlib, *About*. Recueperado el 27 de febrero de 2019 de: [https :
//matplotlib.org/](https://matplotlib.org/)