

Ciclos Seculares en Variables Hidroclimatológicas

Profesor Efraín Domínguez



Facultad de Estudios Ambientales y Rurales
Departamento de Ecología y Territorio
[e-mail:e.dominguez@javeriana.edu.co](mailto:e.dominguez@javeriana.edu.co)
www.mathmodelling.org

3 de octubre de 2015



Contenido

- 1 Definición
- 2 Curva de Diferencias Integrales
- 3 Algoritmo para Python
- 4 Código en Python

Ciclos Seculares en Variables Hidroclimatológicas

Ciclo Secular

Los ciclos seculares son oscilaciones de baja frecuencia presentes en las variaciones temporales de las variables hidroclimatológicas. El periodo de estos ciclos alcanza decenas de años y para revelarlos es necesario realizar una transformación de los datos. La estructura de estos ciclos es invariante a la escala temporal del análisis, la forma de las oscilaciones no cambia con respecto a la resolución temporal de los datos. Los ciclos seculares se pueden calcular sobre las series de tiempo anuales, mensuales y diarias, pero también podría ser útil aplicarlos sobre los grupos de datos anuales, mensuales, diarios.

Curva de Diferencias Integrales - CDI

Definición de CDI

La curva de diferencias integrales es una suma acumulada de las desviaciones estandarizadas de los datos a los que se les quiere determinar los ciclos de baja frecuencia.

Suponiendo que tenemos una series de tiempo $x(t)$, Desviación estándar σ_x y coeficiente de variación Cv_x y con $i = 1, 2, \dots, n$, siendo n el número de datos observados de la magnitud aleatoria X :

$$\xi_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{k_i - 1}{Cv_x} \right) \quad (1)$$

$$k_i = \frac{x_i}{\bar{x}} \quad (2)$$

$$Cv_x = \frac{\sigma_x}{\bar{x}} \quad (3)$$

Algoritmo para Python I

- 1 Comenzar desde un archivo de Excel con una variable hidrometeorológica complementada y en formato de serie de tiempo (todas las estaciones en una pestaña);
- 2 Crear el script `06_Ciclos_Seculares.py` en `Pycharm`;
- 3 Importar `numpy` como `np`;
- 4 Importar `matplotlib.pyplot` as `plt`;
- 5 Crear una variable con la ruta al archivo de Excel de lectura;
- 6 Crear una variable con la ruta de guardado de las series de Zita con nombre de archivo: `06_Ciclos_Seculares.xlsx`
- 7 crear un dataframe con la información de la pestaña '**Sheet1**'
- 8 Calcular los promedios de cada columna del dataframe;

Algoritmo para Python II

- 9 Calcular la Desviación estándar de cada columna;
- 10 Calcular Cv_x para cada columna;
- 11 Calcular $k_i = \frac{x_i}{\bar{x}}$ para cada columna;
- 12 Calcular $\xi_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{k_i - 1}{Cv_x} \right)$ para cada columna;
- 13 Revise el resultado con control de columnas comentado en clase y dibujando las CDI con DataFrame Plot.
- 14 Guardar el dataframe en la ruta predestinada para ello (ver punto 6).

Código en Python

El cálculo de los ciclos seculares requiere la lectura de archivos de Excel por lo que importamos el modulo `pandas`, para soporte de graficas importamos el modulo `pyplot` desde `matplotlib`. Siguiendo la convención usamos los seudonimos `pd` y `plt` para `pandas` y `pyplot`.

Requerimientos de Módulos

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import pandas as pd
```

Código en Python I

El archivo Excel de entrada contiene las series de tiempo de la variable hidro-meteorológica de interés. En cada pestaña se guarda la información de todas las series de tiempo, de la variable de interés, registradas en cada estación. Las coordenadas de la curva de diferencias integrales se guardan con esta misma estructura en el Excel de salida.

Rutas de carga y guardado de datos

```
1 excel_entrada = "Datos/05 VALORES MEDIOS MENSUALES DE  
    TEMPERATURA Series.xlsx "  
2 excel_salida = "Datos/06 VALORES MEDIOS MENSUALES DE  
    TEMPERATURA ciclos_seculares.xlsx "
```

Código en Python II

Los datos se leen desde Excel con el método `read_excel(...)` del módulo `pandas`. Como resultado de esta carga de datos se obtiene el dataframe `series`. Siguiendo las indicaciones del algoritmo indicadas en las viñetas de la 8 a la 12 se transforma x_j en ζ_j .

Transformación de x_j en ζ_j

```
1 series = pd.read_excel(excel_entrada, sheetname = "  
    Sheet1")  
2 promedios = series.mean()  
3 desviacion = series.std()  
4 cv = desviacion / promedios  
5 ki = series / promedios  
6 zi = (ki-1)/cv  
7 zi = zi.cumsum()
```

Código en Python III

Aplicando el método `plot`, inherente de cada `Dataframe`, se construye la Gráfica $\zeta_i = f(t)$. Se muestran dos tipos de gráficas para el análisis.

Construcción de la Figura $\zeta_i = f(t)$

```
1 zi.plot(legend=False)
2 plt.show()
3 zi.plot(legend=False, subplots=True, layout=(11, 3),
4         fontsize=6, sort_columns=True, sharey=False)
5 plt.show()
```

Código en Python IV

A continuación ejemplos de las salidas:

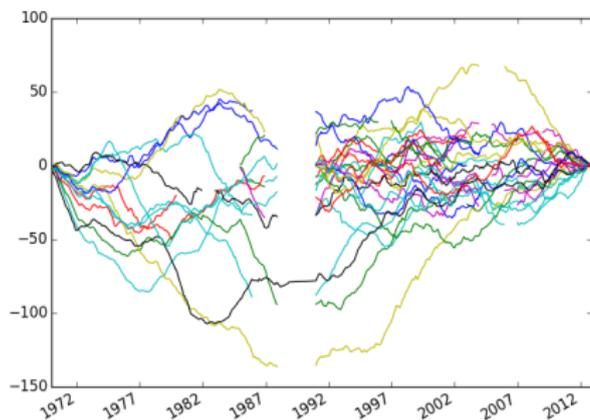


Figura 1 : Curvas de Diferencias Integrales - Temperatura del Aire

Código en Python V

A continuación ejemplos de las salidas:

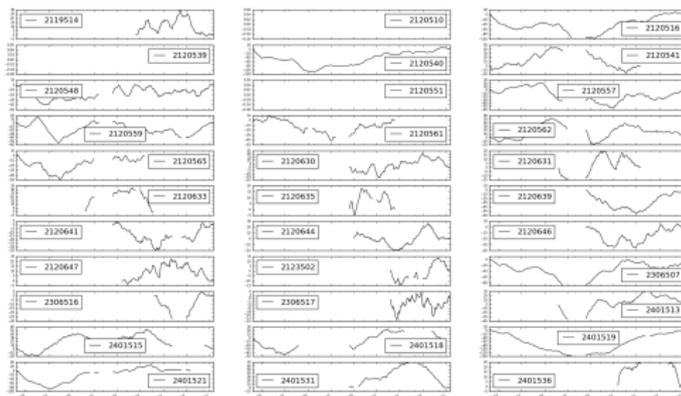


Figura 2 : Curvas de Diferencias Integrales - Temperatura del Aire

Conclusiones I

- 1 Las Curvas de diferencias Integrales revelan la estructura interna de las anomalías de las variables hidroclimatológicas;
- 2 No tenemos explicación de la génesis de esta estructura, sin embargo se ha notado que existen en todas las variables hidrológicas y meteorológicas;
- 3 Las fases de ascensos en estas curvas representan periodos en los que la variable analizada registra valores frecuentemente mayores al promedio de largo plazo;
- 4 Las fases de descensos en estas curvas representan periodos en los que la variable analizada registra valores frecuentemente menores al promedio de largo plazo;

Conclusiones II

- 5 Usualmente, las variables que están influidas por los mismos factores exhiben Curvas de Diferencias Integrales sincronizadas, por esto, se considera que las estaciones con el mismo patrón de Curvas de Diferencias Integrales se encuentran bajo la misma génesis y representan un mismo régimen hidrológico o climático;
- 6 Para la caracterización hidroclimatológica es necesario que la serie de tiempo presente un número par de fases ascendentes y descendentes;
- 7 Las series que sólo presentan una fase, de ascenso o descenso, pueden dar positivo en la prueba de tendencia sin que esto este relacionado con ningún proceso de cambio global.