

# Evaluación 2

Marco Antonio Cabello López

Grupo 1

Domingo 5 de Mayo del 2019

## 1 Introducción

Primeramente y como introducción, en esta actividad analizamos la Evapotranspiración de referencia, que es uno de los parámetros mas importantes en los estudios hidrológicos, ambientales y agrícolas y juega un papel muy importante en los proyectos de manejo de irrigación y uso de agua en la agricultura. La Evapotranspiración  $ET_0$  es estimada por diversos métodos: utilizando lisímetros, sistemas de covariancias turbulentas o utilizando métodos indirectos utilizando variables climáticas. Finalmente a través de un Balance de Energía determinaremos la fracción de Evapotranspiración.

## 2 Desarrollo de la actividad

### 2.1 Parte 1

Primeramente es necesario descargar librerías para la visualización y el análisis de datos :

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import math
import datetime
```

Posteriormente el primer archivo a leer meteo-vid-2018.csv contiene los datos de una estación de meteorología ubicada en un viñedo (se encuentra ubicado en el kilómetro 41 de la carretera de Hermosillo a Bahía Kino (Latitud  $28^{\circ} 55.117'$  N, Longitud  $111^{\circ} 18.638'$  W, altitud 101m).

También creamos un dataframe y una variable de fecha a partir de dos columnas que contienen información sobre el día y la hora. Además construimos una tabla de promedios mensuales similar a la Tabla 1 de Djaman:

- Latitud ( $^{\circ}$  N)
- Longitud ( $^{\circ}$  O)
- Elevación (m)
- Velocidad del Viento (m/s)
- Temperatura máxima ( $^{\circ}C$ )
- Temperatura mínima ( $^{\circ}C$ )
- Humedad relativa máxima (%)
- Humedad relativa mínima (%)
- Humedad relativa promedio (%)
- Radiación neta ( $MJ/m^2/da$ )

Calculamos los parámetros mediante la reducción del dataframe a las columnas que contienen esta información. Posteriormente, mediante las funciones groupby y transform calculamos los valores máximos y mínimos solicitados para cada día de temperatura y humedad relativa. Después agregamos las columnas con esta información al dataframe, empleamos las funciones antes mencionadas para calcular un promedio mensual de todos los datos, con lo que generamos la tabla de promedios mensuales:

	Vel_viento	Temperatura_mean	Temperatura_max	Temperatura_min	Humedad_Rel_max	Humedad_Rel_min	Humedad_Rel_mean	Rad_Solar	Albedo
MES									
<b>Enero</b>	1.94	16.96	27.34	7.50	66.38	14.06	38.47	34.73	-0.42
<b>Febrero</b>	1.96	17.23	25.32	9.43	72.54	25.73	48.17	56.25	-0.48
<b>Marzo</b>	1.93	19.28	29.52	8.88	68.36	15.20	36.97	92.89	-0.41
<b>Abril</b>	2.10	21.88	32.67	10.78	76.59	15.71	40.79	134.01	-0.39
<b>Mayo</b>	2.11	23.65	34.13	12.78	79.97	17.23	44.23	162.41	-0.37
<b>Junio</b>	2.15	28.42	36.97	19.55	81.38	25.80	50.81	163.93	-0.38
<b>Julio</b>	2.02	31.07	38.42	24.49	85.18	32.81	57.64	157.53	-0.19
<b>Agosto</b>	1.91	30.12	36.99	24.70	92.54	42.21	68.87	151.27	-0.38
<b>Septiembre</b>	1.79	29.66	37.58	23.58	93.10	36.61	66.62	136.75	-0.49
<b>Octubre</b>	1.66	23.25	31.35	16.58	94.84	37.13	68.70	95.51	-0.61
<b>Noviembre</b>	1.50	16.97	28.00	8.25	90.25	22.50	58.09	60.38	-0.66
<b>Diciembre</b>	1.63	14.33	24.35	5.99	88.08	25.36	58.33	44.96	-0.52

Finalmente con los datos obtenidos, elaboramos 3 gráficas con las variación mensual de Temperaturas, Humedad Relativa y Radiación Solar durante todo el año:

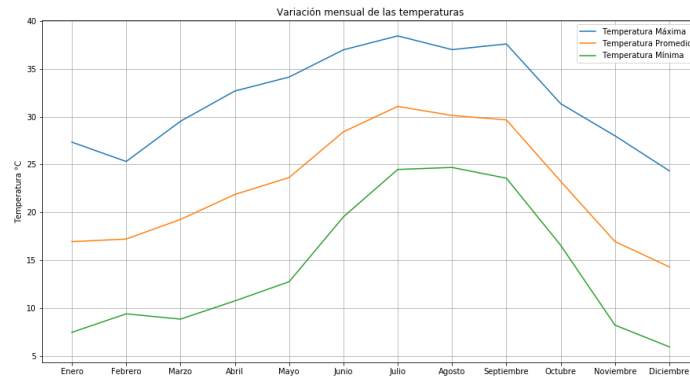


Figure 1: : Variación mensual de temperaturas en 2018.

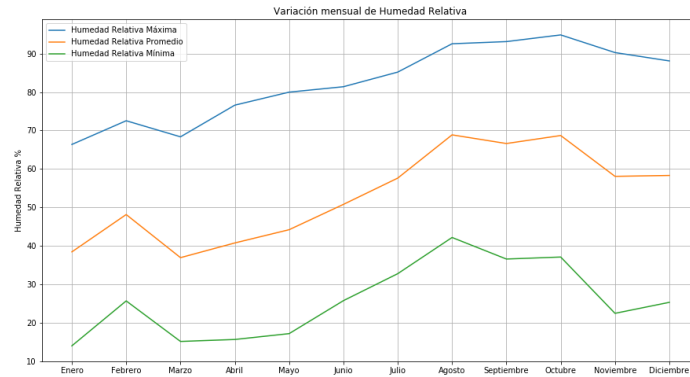


Figure 2: : Variación mensual de humedad relativa en 2018.

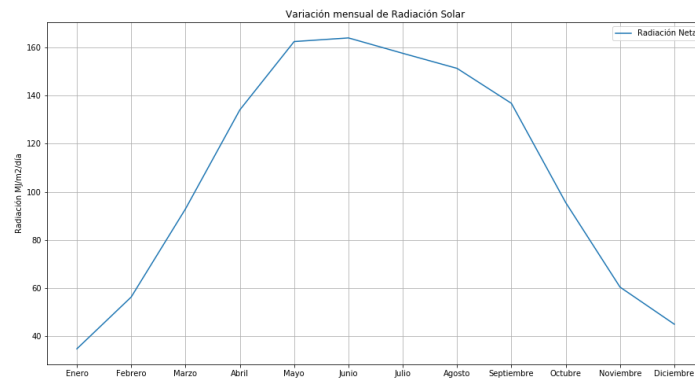


Figure 3: : Variación mensual de radiación solar en 2018.

## 2.2 Parte 2

Ahora con la tabla de valores procederemos a estimar la Evapotranspiración mensual promedio, utilizamos las ecuaciones de los siguientes 3 autores que aparecen en el artículo de K. Djaman:

- Ec 7, Jansen & Haise (1963):

$$ET_0 = (0.0252T_{mean} + 0.078)Rs$$

$T_{mean}$  es la temperatura promedio.

$Rs$  es la radiación solar.

- Ec. 31, Valiantzas 1 (2012):

$$ET_0 = 0.0393Rs(T_{mean} + 9.5)^{0.5} - 0.19(Rs^{0.6})(\varphi^{0.15}) + 0.0061(T_{mean} + 20)(1.11T_{mean} - T_{min} - 2)^{0.7}$$

$\varphi$  es la latitud en radianes.

$T_{min}$  es la temperatura mínima.

- Ec. 32, Valiantzas 4 (2013):

$$ET_0 = 0.051(1 - \alpha)Rs(T_{mean} + 9.5)^{0.5} - 2.4(Rs/Ra)^2 + 0.048(T_{mean} + 20)(1 - RH/100)(0.5 + 0.536u_2) + 0.00012z$$

$\alpha$  es el albedo.

$u_2$  es la velocidad del viento a 2 metros de altura.

$z$  es la altura sobre el nivel mar.

$Ra$  es la radiación solar en la parte alta de la atmósfera. Ésta se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Ra = 24(60)/\pi(G_{sc})(dr)(\omega \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \sin\omega)$$

$G_{sc}$  es la constante solar ( $G_{sc} = 0.0820 \text{ MJm}^{-2}\text{min}^{-1}$ )

$dr$  es la distancia relativa entre la Tierra y el Sol.

$\omega$  es el ángulo de la hora donde se oculta el sol.

$\varphi$  es la latitud en radianes.

$\delta$  es el declinación solar en radianes.

Los cálculos fueron realizados para cada mes, y fueron registrados en un dataframe para comparar los resultados de las tres ecuaciones empleadas.

Posteriormente obtuvimos una tabla de comparación para los valores de  $ET_0$  calculados mediante las Ec. 7, Ec. 31, Ec. 32:

	ET0_7	ET0_31	ET0_32
MES			
Enero	17.552264	6.669480	7.191386
Febrero	28.811025	10.466810	6.230459
Marzo	52.376584	18.243966	6.013087
Abril	84.342678	27.693491	12.869848
Mayo	109.461092	34.603153	22.118557
Junio	130.190583	37.524763	34.717773
Julio	135.627659	37.233995	29.401364
Agosto	126.616620	35.133306	36.641583
Septiembre	112.877826	31.608780	36.512239
Octubre	63.409089	19.913380	26.775938
Noviembre	30.530785	11.230194	15.755845
Diciembre	19.742655	7.845300	8.164458

## 2.3 Parte 3

Ahora analizamos el archivo flujos-vid-2018.csv. En este archivo fue necesario modificar la fecha, ya que los días se encontraban escritos de acuerdo al calendario juliano.

Modificamos la fecha, para trabajar sobre los datos con nuestra convención, para visualizar una gráfica de Balance de energía, el cual corresponde a la siguiente ecuación:

$$Rn - G - \lambda ET - H = 0$$

$Rn - G$  es la radiación neta

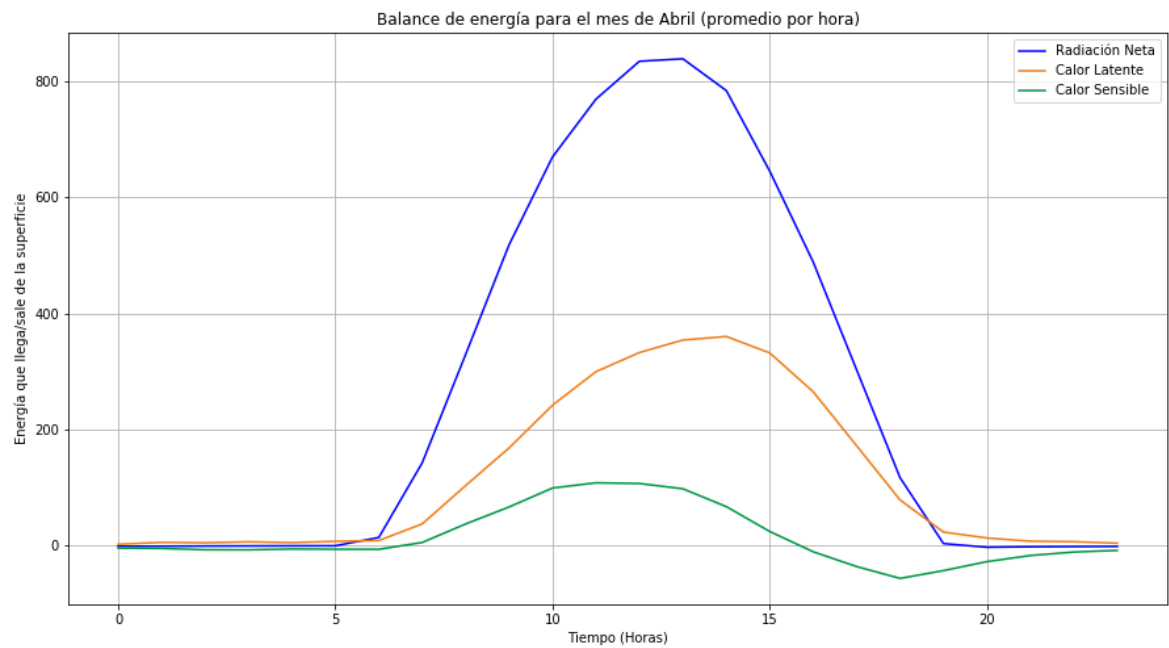
$\lambda ET$  es el calor latente

$H$  es el calor sensible.

Calculamos los parámetros mediante la agrupación de los datos por hora para el mes de Abril.

	HORA	FECHA	Rg_f_mean	LE_f_mean	H_f_mean
0	0	2018-04-01 00:00:00	-2.745333	0.739667	-5.917500
1	1	2018-04-01 01:00:00	-2.609833	3.958833	-6.534833
2	2	2018-04-01 02:00:00	-2.337333	3.297333	-8.768500
3	3	2018-04-01 03:00:00	-2.162667	4.925833	-8.920333
4	4	2018-04-01 04:00:00	-1.967333	3.597500	-7.497167

Finalmente elaboramos la gráfica que muestra el balance de energía promedio (energía que entra/sale de la superficie) para el mes de Abril (promedio por hora en un mes):



### 3 Conclusiones

Fue una actividad muy interesante, ya que trabajamos con información recolectada mediante sensores en el viñedo; esta información nos fue proporcionada en dos conjuntos de datos, además la analizamos mediante un método indirecto utilizando variables climáticas en conjunto con ecuaciones mencionadas en un artículo científico para calcular la evapotranspiración de referencia, que es la suma de la evaporación y la transpiración de las plantas de la tierra y la superficie de los océanos a la atmósfera. La evaporación explica el movimiento de agua hacia el aire desde fuentes como el suelo, la interceptación de la cubierta y los cuerpos de agua. La transpiración explica el movimiento de agua dentro de una planta y la subsiguiente pérdida de agua como vapor a través de las estomas en sus hojas.

### 4 Referencias

- Merge, join, and concatenate. Recuperado de:  
[https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user\\_guide/merging.html](https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user_guide/merging.html)
- Python Strings, Functions and Examples. Recuperado de:  
<https://www.techbeamers.com/python-strings-functions-and-examples/>
- Seaborn. Recuperado de:  
<https://seaborn.pydata.org/>
- Evaluation of the Penman-Monteith and other 34 reference evapotranspiration equations under limited data in a semiarid dry climate. Recuperado de:  
[http://fisicacomputacional.pbworks.com/w/file/fetch/133287294/EvaluationOfThePenmanMonteithEquations\\_KDjaman2018.pdf](http://fisicacomputacional.pbworks.com/w/file/fetch/133287294/EvaluationOfThePenmanMonteithEquations_KDjaman2018.pdf)
- Reporte 56 de la FAO. Recuperado de:  
<http://www.fao.org/3/X0490E/x0490e00.htm>