

Reporte sobre la Evaluación 2

García Parra Pedro Antonio

Mayo 2019

Esta evaluación se basa en el concepto de la *Evapotranspiración*. En la planeación de irrigación de cultivos o estudios de uso de agua en la Agricultura, se requiere conocer la cantidad de vapor de agua en la atmósfera que proviene por un lado de la evaporación de la humedad de suelo, así como también de la transpiración de las plantas. A este proceso se le conoce como *Evapotranspiración*.

El método que utilizó la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura para modelar la *Evapotranspiración* fue la ecuación de Penman-Monteith. La *Evapotranspiración* de referencia ET_0 , 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.

El requerimiento de conocer un conjunto de valores de las variables climáticas ha sido una de las limitantes de la aplicación de la Ecuación de Penman-Monteith. Por ello se han desarrollado toda una serie de ecuaciones para el cálculo alternativo de la ET_0 bajo diversas condiciones climáticas.

Para realizar la evaluación utilizamos dos archivos de datos que contenían datos meteorológicos y de flujo, respectivamente. La evaluación se separó en tres partes. En la **primera parte** se nos pide crear una tabla similar a la *Tabla 1* del artículo de *Koffi Djaman*. Esta tabla debía contener los valores promedio mensuales de ciertas variables que posteriormente usaremos para encontrar el valor de ET_0 .

Contruí la tabla (*Cuadro 1*) separando el dataframe que contenía todos los datos del año en 12 dataframes que contenían cada uno los datos de un mes; sobre estos dataframes de mes realicé un loop que recorriera los datos y obtuviera los promedios de todas las variables necesarias. Con esta tabla realicé

tres gráficas que muestran la variación mensual de temperatura (*figura 1*), humedad realtiva (*figura 2*) y radiación solar (*figura 3*)
 Para la **segunda parte** se nos pide que evaluemos tres ecuaciones:

- Jansen y Haise:

$$ET_0 = (0,0252T + 0,078)Rs$$

donde T es la temperatura promedio.

- Valiantzas 1:

$$ET_0 = 0,0393Rs(Tmean + 9,5)^{0,5} - 0,19Rs^{0,6}\phi^{0,15} + 0,0061(Tmean + 20)(1,12 Tmean - Tmin - 2)^{0,7}$$

- Valiantzas 4:

$$ET_0 = 0,051(1 - \alpha)Rs(Tmean + 9,5)^{0,5} - 2,4(Rs/R_a)^2 + 0,048(Tmean + 20)(1 - RH/100)(0,5 + 0,536u_2) + 0,00012z$$

La ecuación *Valiantzas 4* requiere otras 4 ecuaciones extras:

$$R_a = \frac{24(60)}{\pi} G_{se} d_r [\omega_s \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \sin \omega_s]$$

$$\omega_s = \arccos[-\tan \phi \tan \delta]$$

$$\delta = 0,409 \sin \left(\frac{2\pi}{365} J - 1,39 \right)$$

$$d_r = 1 + 0,033 \cos \left(\frac{2\pi}{365} J \right)$$

Para realizar la tarea primero cree funciones para calcular cada uno de los datos anteriores:

```
def d(J):
    return 1+0.033*np.cos(2/365*np.pi*J)

def delta(J):
    return 0.409*np.sin(2*np.pi/365*J - 1.39)

def w(s):
```

```

lat = 0.504725
return np.arccos(-1*np.tan(lat)*np.tan(delta(s)))

def Ra(j):
    lat = 0.504725
    return 24*60/np.pi*(0.082)*d(j)*(w(j)*np.sin(lat) *
    np.sin(delta(j)) + np.cos(lat)*np.sin(w(j)))

def JH(t,rs):
    return (0.0252*t + 0.078) * rs

def val1(rs,tmean,phi,tmin):
    return ( 0.0393*rs*((tmean + 9.5)**(0.5)) -
            0.19*rs**(0.6) * phi**(0.15) + 0.0061 *
            (tmean + 20) * (1.12*tmean - tmin - 2)**(0.7) )

def val4(a,rs,tmean,dia,rh,u2,z):
    return (0.051*(1-a)*rs*(tmean + 9.5)**(0.5) -
            2.4*(rs/Ra(dia))**2 + 0.048*(tmean + 20)*(1 -
            rh/100)*(0.5 + 0.536*u2) + 0.00012*z)

```

Primero obtuve el promedio de los datos por día y los guarde en un dataframe que llamé df2Dia para sobre este dataframe utilizar las funciones y obtener los valores de ET_0 . Esto me consiguió el valor diario de ET_0 , ahora saqué el promedio mensual y lo guarde en otro dataframe (*Cuadro 2*).

Para la **parte tres** se utilizó el segundo archivo de datos y el objetivo era replicar la grafica que se aprecia en la *figura 4* donde se promedien los datos de un mes por horas. Primero, tras leer el archivo de datos y obtener un dataframe, obtuve la fecha completa ya que los datos estan tomados de manera que el día es un número entre el 1 y 365; y la agregué al dataframe:

```

DATA=(np.asarray(df1['Year']-1970, dtype='datetime64[Y]')) +
      (np.asarray(df1["DoY"], dtype='timedelta64[D]')-1)
df1["FECHA"] = DATA

```

Al tener la fecha en formato estandar, pude cortar el dataframe de manera que tuviera sólo un mes (utilicé el mes de abril) y posteriormente utilicé la funcion `groupby()` junto con `.transform("mean")` de pandas para obtener el promedio por hora de los datos de todo el mes.

El resultado puede verse en la *figura 5*.

	Elevación (m)	Latitud (rad)	Longitud (rad)	RHmax	RHmean	RHmin	Rs	Tmax	Tmean	Tmin	VelViento
Enero	101	0.504725	1.942737	91.60	38.450544	5.98	34.802554	33.35	16.971598	0.54	1.944333
Febrero	101	0.504725	1.942737	99.53	48.168006	6.76	56.250350	31.47	17.230275	0.07	1.964189
Marzo	101	0.504725	1.942737	89.73	36.968353	6.76	92.894913	35.22	19.282359	3.06	1.926196
Abril	101	0.504725	1.942737	93.40	40.785667	5.23	134.012965	36.30	21.880618	5.43	2.101812
Mayo	101	0.504725	1.942737	94.60	44.233468	8.19	162.405343	38.18	23.650034	7.13	2.113918
Junio	101	0.504725	1.942737	98.37	50.810507	5.34	163.926069	41.47	28.416187	13.12	2.154986
Julio	101	0.504725	1.942737	97.00	57.639805	13.10	157.534402	44.94	31.065726	18.71	2.022204
Agosto	101	0.504725	1.942737	98.60	68.868454	30.16	151.273589	40.24	30.120894	22.71	1.910853
Septiembre	101	0.504725	1.942737	98.03	66.619750	21.32	136.749910	41.39	29.661271	19.43	1.790326
Octubre	101	0.504725	1.942737	98.47	68.696082	17.32	95.513468	35.82	23.254207	10.23	1.664435
Noviembre	101	0.504725	1.942737	99.43	58.085458	8.75	60.384285	32.39	16.966396	2.47	1.498097
Diciembre	101	0.504725	1.942737	97.33	58.333938	8.04	44.962366	31.86	14.332823	-1.34	1.628730

Cuadro 1: Tabla de promedios mensuales de temperatura, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento.

	Jensen and Haise	Valiantzas 1	Valiantzas 4
Enero	16.649192	6.844436	8.381659
Febrero	27.831158	10.302332	11.581779
Marzo	52.703909	18.273990	16.720430
Abril	84.551798	27.715380	23.899589
Mayo	109.611487	34.607619	30.298015
Junio	130.542559	37.566474	37.198765
Julio	136.149008	37.291964	29.017621
Agosto	127.498420	35.266665	29.237869
Septiembre	113.434775	31.688309	24.737334
Octubre	64.226712	20.047382	16.862898
Noviembre	30.923798	11.296789	12.397176
Diciembre	20.156472	7.927049	7.298170

Cuadro 2: Tabla de los valores de ET_0 obtenidos con diferentes ecuaciones

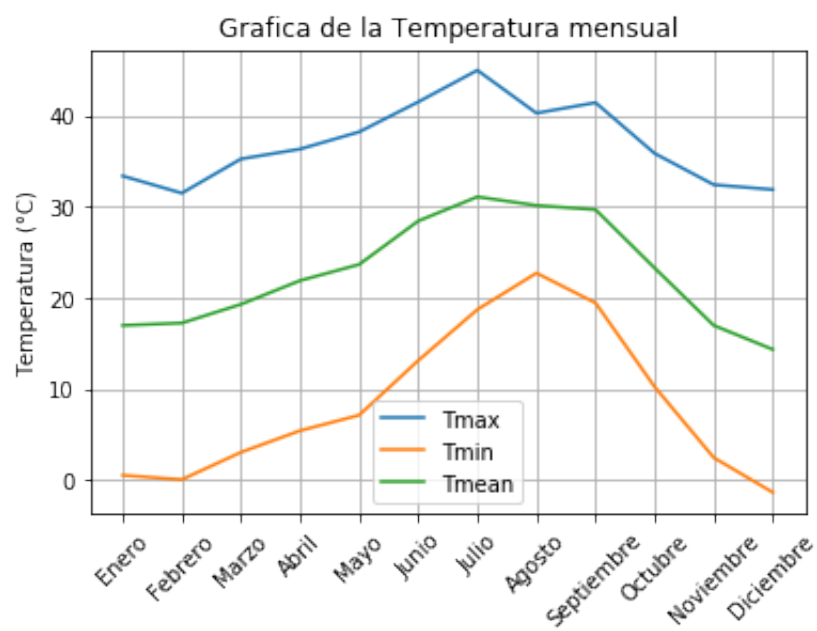


Figura 1: Grafica que muestra la variación promedio de la temperatura del año 2018

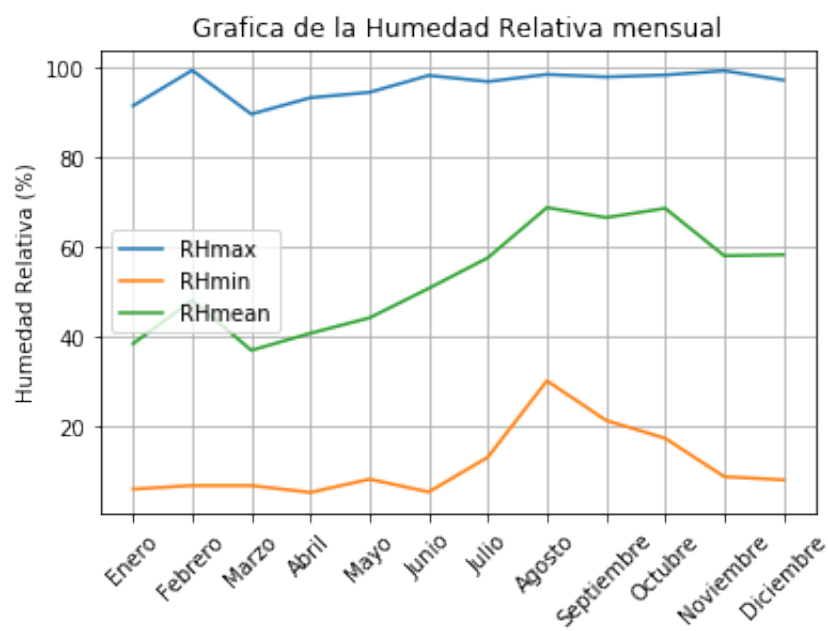


Figura 2: Grafica que muestra la variación promedio de la humedad relativa del año 2018

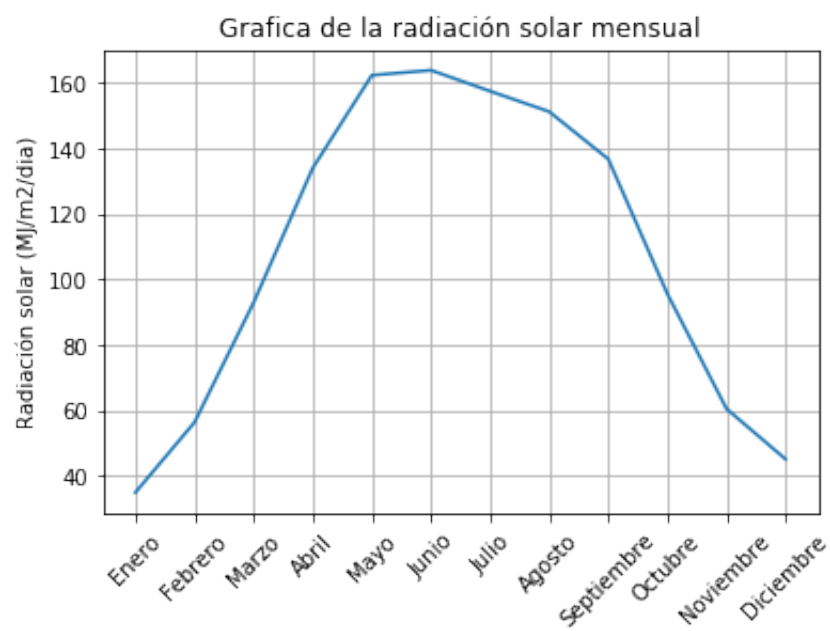


Figura 3: Grafica que muestra la variación promedio de la radiación solar del año 2018

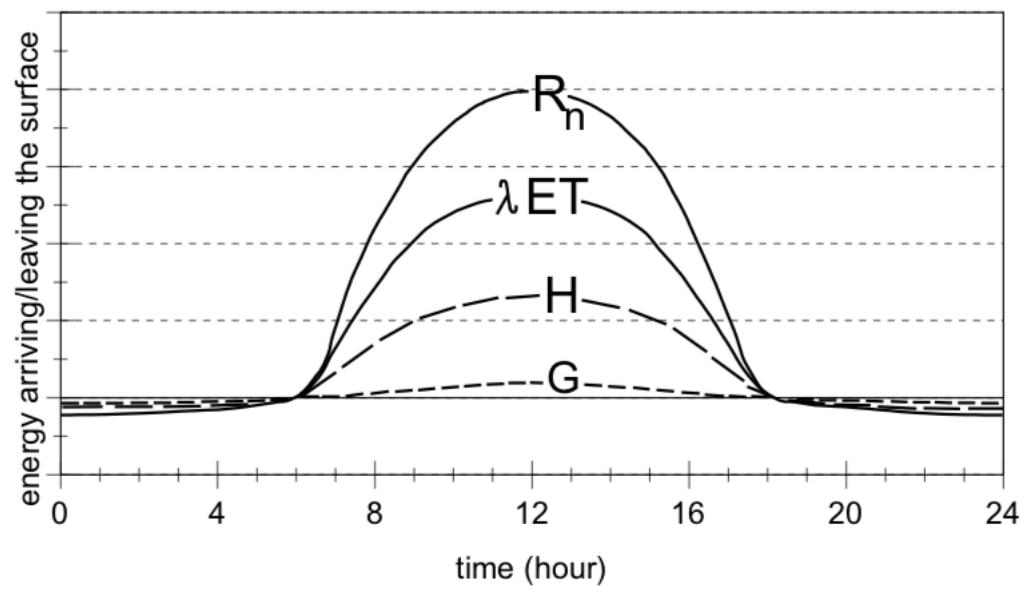


Figura 4: Grafica de ejemplo para la parte tres

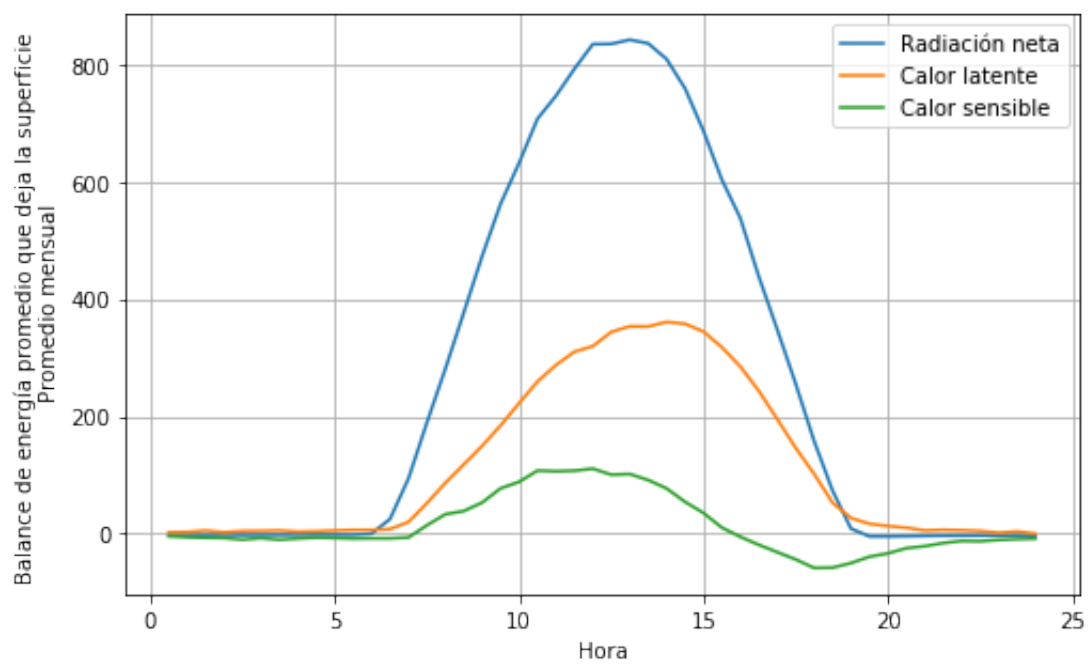


Figura 5: Grafica del flujo de calor de todo el mes de Abril 2018 promediada por horas.