

## Evaluación 2: Cálculo de la Evapotranspiración de referencia

Ángela Morales Zamudio

Lun-Mié 10-11. Jue 4-6

Mayo, 2019

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.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), publicó su reporte número 56 (o en HTML), para calcular la Evapotranspiración y estimar el uso de agua en los cultivos.

El método que utilizó la FAO para modelar la Evapotranspiración fue la ecuación de Penman-Monteith. Esta ecuación requiere conocer la temperatura diaria promedio, la velocidad del viento, la humedad relativa y la radiación solar.

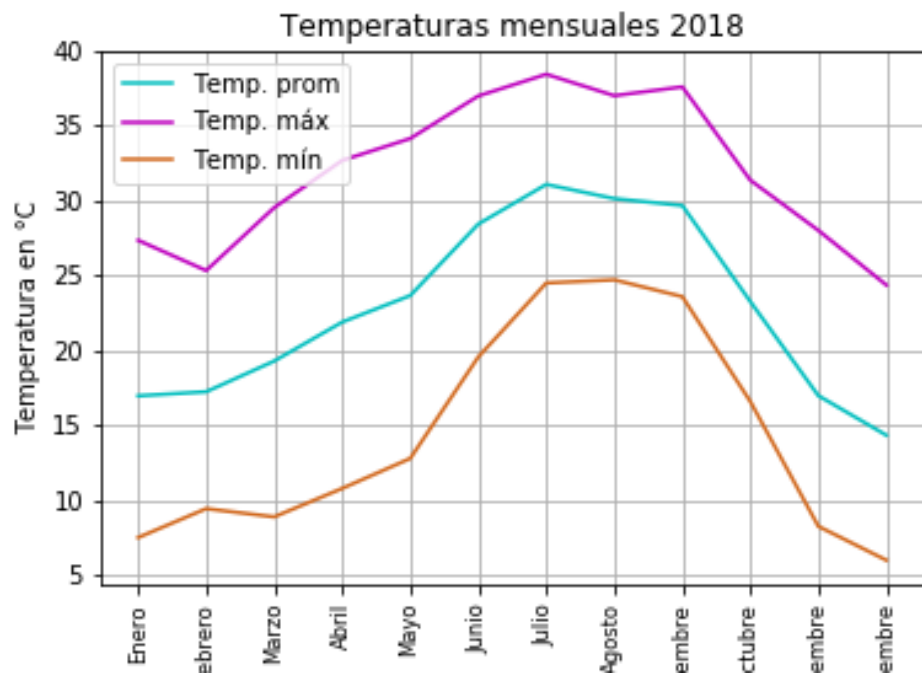
La Evapotranspiración de referencia  $ET_0$ , es uno de los parámetros mas importantes en los estudios hidrológicos, ambientales y agrícolas y juega un papel muy importante en los proyectos de manejo de irrigación y uso de agua en la agricultura. La  $ET_0$  es estimada por diversos métodos: utilizando lisímetros, sistemas de covariancias turbulentas o utilizando métodos indirectos utilizando variables climáticas.

En esta actividad se va a requerir una serie de ecuaciones para el cálculo alternativo de la Evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) bajo condiciones climáticas debido a que se desconocen un conjunto de valores de las variables climáticas que limitan el uso de la Ecuación de Penman-Monteith. Evaluaremos cuáles son las mejores alternativas de la ecuación para una región climática semiárida seca.

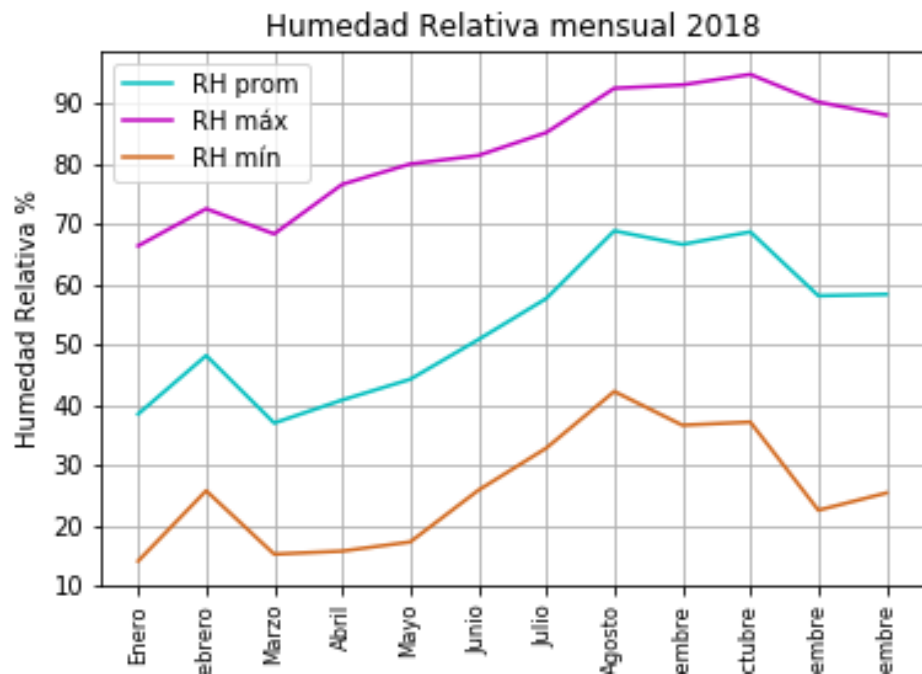
Primero se lee el archivo de datos y se filtran los datos a utilizar: Velocidad del viento, Fecha, Temperatura promedio del Aire, Humedad Relativa, Radiación neta promedio y albedo. Se hace conversión a variables de tipo *float64* y *datetime*. Usando la función *groupby*, calculamos la máxima y mínima por día de la Humedad Relativa y de la Temperatura del Aire.

Creamos un DataFrame con los promedios mensuales de cada variable, usando nuevamente el *groupby* y eliminamos los duplicados. Cambiamos los índices por los meses del año.

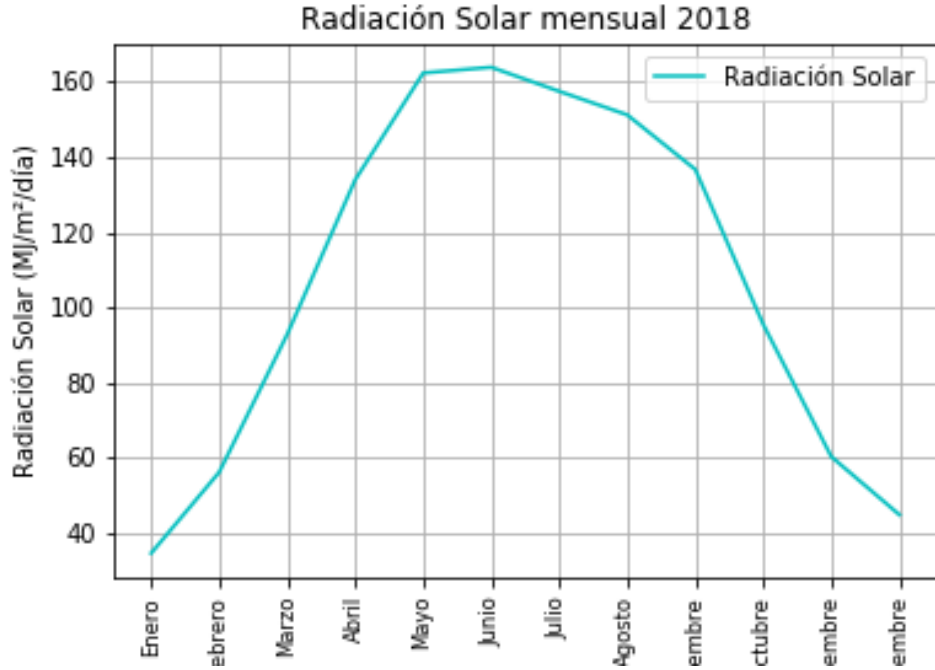
Proseguimos a graficar las temperaturas máxima, mínima y promedio juntas, obteniendo la siguiente gráfica:



Después graficamos las Humedades Reativas máxima, mínima y promedio juntas:



Graficamos la Radiación Solar mensual:



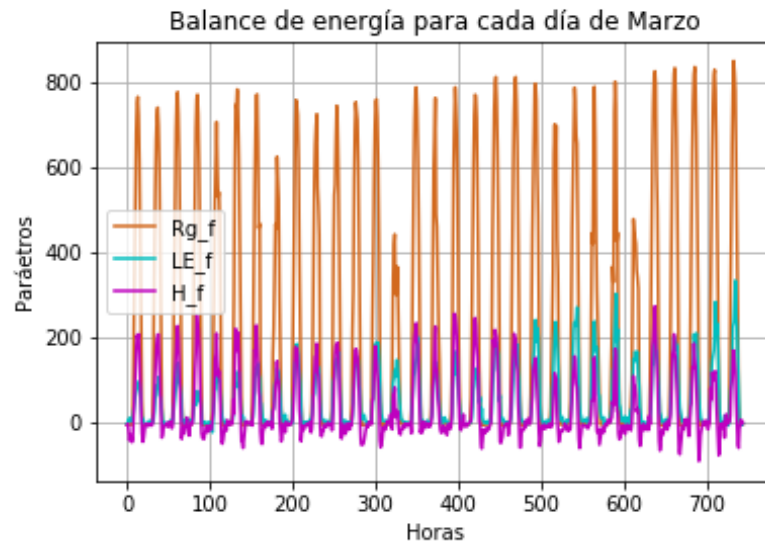
Para la parte 2 de la actividad, procedemos a estimar la Evapotranspiración  $ET_0$  mensual promedio, utilizando las ecuaciones de los siguientes 3 autores que aparecen en el artículo de K. Djaman:

- Ec 7, Jansen and Haise (1963)  $\rightarrow ET_0 = (0.0252T_{mean} + 0.078)Rs$
- Ec. 31, Valiantzas 1 (2012)  $\rightarrow ET_0 = 0.0393Rs(T_{mean} + 9.5)^{0.5} - 0.19(Rs^{0.6})(\varphi^{0.15}) + 0.0061(T_{mean} + 20)(1.11T_{mean} - T_{min} - 2)^{0.7}$  donde  $\varphi$  es la latitud en radianes.
- Ec. 34, Valiantzas 4 (2013)  $\rightarrow ET_0 = 0.051(1 - \alpha)Rs(T_{mean} + 9.5)^{0.5} - 2.4(Rs/Ra)^2 + 0.048(T_{mean} + 20)(1 - \frac{RH}{100})(0.5 + 0.536u_2) + 0.00012z$  donde  $\alpha$  es el albedo,  $Ra$  es la radiación solar en la parte alta de la atmósfera.
- $Ra = 24(60)/\pi(G_{sc})(dr)(\omega \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \sin \omega)$
- $G_{sc}$  es la constante solar ( $G_{sc} = 0.0820 MJm^{-2}min^{-1}$ )
- $dr$  = Distancia relativa entre la Tierra y el Sol.
- $\omega$  = Ángulo de la hora donde se oculta el Sol.
- $\varphi$  = Latitud (radianes).
- $\delta$  = Declinación Solar (radianes).
- $u_2$  es la velocidad del viento a 2 m de altura.
- $z$  es la altura sobre el nivel del mar.

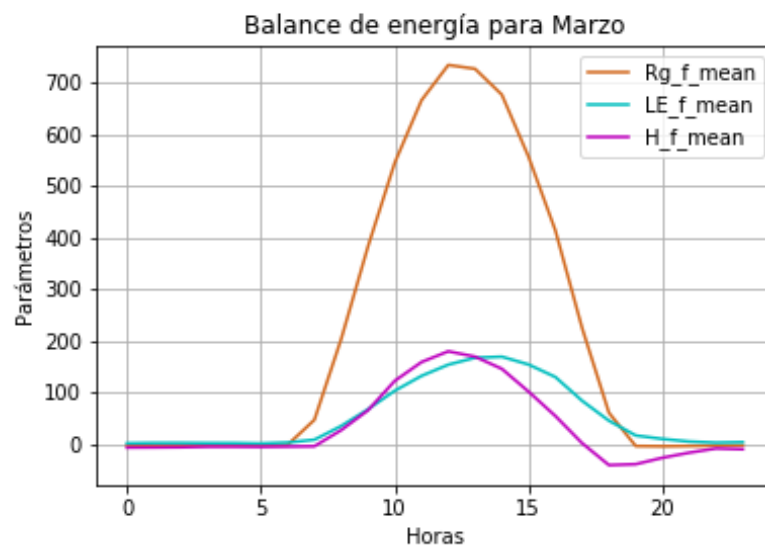
Mediante el uso de loops, calculamos cada ecuación y guardamos cada dato en un arreglo, teniendo al final tres arreglos: uno para cada ecuación. Creamos un nuevo DataFrame con los valores de las ecuaciones.

Para la tercera parte de la actividad, leemos el archivo de datos de flujo y filtramos las columnas de interés. Creamos la variable *datetime* de Fecha. Nos vamos a concentrar en el mes de Marzo, filtrando los datos en base a ese mes.

Realizamos la gráfica de balance de energía para cada día de Marzo, obteniendo:



Luego creamos la gráfica del balance energía promedio en un mes típico (promedio por hora en Marzo), utilizando la función *groupby*:



En conclusión, de manera numérica y con el análisis de datos puede ser posible interpretar medidas, en este caso, climatológicas, para poder evaluar ciertos criterios de utilidad y ser empleados en investigaciones.