

HIDROLOGÍA APLICADA

TEMA 3. EJERCICIOS



Estilita Ruiz Romera
Miren Martínez Santos

Ejercicios Tema 3**Problema 3.1.**

Para una estación meteorológica, los datos de que se disponen para un período de 25 años son: precipitación media mensual, temperatura media mensual, máxima reserva útil de agua en el suelo y las coordenadas de la estación. Calcular por el método de Thornthwaite la evapotranspiración potencial, la evapotranspiración real, el déficit, el superávit o lluvia útil y la clasificación climática. Datos:

Mes	T media (°C)	Precipitación (mm)
Octubre	14.5	44
Noviembre	8.5	27
Diciembre	4.9	32
Enero	5.2	24
Febrero	6.6	25
Marzo	8.8	31
Abril	11.4	34
Mayo	16.3	45
Junio	19.9	23
Julio	24.7	7
Agosto	23.9	14
Septiembre	20.2	37

Reserva útil = 50 mm,

Coordenadas: longitud: 1°80'E (de Madrid); latitud: 39°00'N; altitud: 680 m

Problema 3.2.

Calcular la evapotranspiración, mediante **el Método de Penman**, que se produce en un humedal situado en una latitud 45°N y que está expuesto a las siguientes condiciones meteorológicas para el mes de Junio:

- Temperatura máxima del aire: 22.9 °C
- Temperatura mínima del aire: 7.6 °C
- Temperatura media del aire: 15.3°C
- Humedad relativa: 80%
- Horas de sol: 60%
- Velocidad del viento: 0.43 m/s

RESOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS

Problema 3.1.

- 1) Utilizando la ecuación de Thornthwaite (ver el tema 3 de la parte teórica) se calcula la ETP, para ello se utiliza la temperatura y las coordenadas aportadas.
- 2) Mes a mes se compara la precipitación (P) con la ETP y se calcula la ETR, de manera que si:

$$P < ETP \rightarrow P = ETR \rightarrow \text{déficit de lluvia} = ETP - ETR$$

$$P > ETP \rightarrow ETP = ETR \rightarrow \text{excedente de lluvia} = P - ETR$$

- 3) Se calcula, en función de la reserva útil (50 mm), la variación de la reserva (ΔRU), los déficits y excedentes.
- 4) Una vez obtenido los excedentes, déficits y ETP anual, se calcula el índice de aridez e índice de humedad (utilizar las fórmulas vista en la parte teórica, tema 3). A partir de ellos se calcula el índice global (I): $I = I_h - 0,6 I_a$

BALANCE DE AGUA									
						ETP-ETR	P-ETR- ΔRU		
MES	Precipitación	ETP	ETR	RU	ΔRU	DEFICIT	EXCEDENTES	i ARIDEZ	i HÚMEDAD
Octubre	44	53	44			9		1,2	
Noviembre	27	21	21		6				
Diciembre	32	7	7	6	25				
Enero	24	10	10	30	14				
Febrero	25	15	15	44	10		4,0		0,53
Marzo	31	28	28	50	0		3,2		0,43
Abril	34	43	43	50	-9				
Mayo	45	77	77	41	-32				
Junio	23	112	32	9	-9	80		10,6	
Julio	7	151	7	0	0	144		19,2	
Agosto	14	138	14		0	124		16,5	
Septiembre	37	93,6	37,0		0	57		7,5	
SUMA		750	336			414	7,2	55	0,96

- 5) Utilizando ambos índices (aridez y humedad) y la ETP, hago la clasificación climática según se recoge en el tema 3.
- 6) A partir de estos índices se puede obtener (ver páginas 14 y 15 del tema 3):

- El índice global (I) da el tipo hidrométrico.
- La ETP proporciona la eficacia térmica.
- El índice de aridez o humedad y la época en que se produce el mínimo o máximo de lluvia proporcionan la variación estacional de la humedad.
- La ETP total de los tres meses más cálidos, en relación con la ETP anual, expresa la concentración estival de la eficacia térmica.

Valores de ETP e índices de humedad, aridez y global	
ETP SUMA	750,00
I aridez	55
I humedad	0,96
I global	-32,14

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA				
Tipo Hidrométrico	Iglobal	-32,141	Semiárido (CASI ÁRIDO)	D
Eficacia Térmica	ETP	750,0	Mesotérmico	b'2
Variación Estacional de la Humedad	Ia, Ih	55,17	Precipitación: Exceso pequeño o nulo	s2
Concentración Estival de la Eficacia Térmica (%)	ETP cálidos	53,45		b'3

Problema 3.2.

- Se calcula la evapotranspiración mediante el método de Penman:

$$ET = f d E$$

Donde, ET = evapotranspiración potencial.

f = coeficiente reductor correspondiente al mes.

d = número de días al mes.

E = evaporación en la superficie de agua libre (mm/día), la cual se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$E = (\Delta/\mu) R_n + E_a / (\Delta/\mu) + 1$$

Donde, Δ / μ viene dado para cada temperatura y es un número adimensional tabulado.

$R_n = RN/C1$; R_n = evaporación (mm/día); RN = radiación neta (cal/cm².día); $C1$ = calor de evaporación (tabulado).

$Ea = 0,35 \cdot (0,5 + 0,54 \cdot V_2) (e_a - e_d)$, poder de evaporación del aire (mm/día); V_2 = velocidad del viento a 2 mm de altura sobre la superficie evaporada (m/s); e^a = tensión de vapor saturada a la temperatura del aire (mm de Hg); e^d = tensión de vapor en el aire (mm de Hg), $e^d = e^a \cdot Hr/100$ (Hr , humedad relativa).

Resultados: ver la teoría del tema 3

latitud =	45° N
mes =	Junio
Tº máx aire (ºC) =	22,9
Tº mín aire (ºC) =	7,6
Tº media aire (ºC) =	15,3
Hr (%) =	80
Horas de sol (%) =	60
velocidad viento (m/s) =	0,43
horas de sol (n) =	9,3744
σ (cal/cm ² min ⁴) =	8,26E-11
temperatura (K) =	288,3
d (días al mes) =	30

Rn =	RN/C1
RN =	Rs (1- α) - Rb
Rs =	RA (a + b*n/N)
RA (cal/cm ² .día)=	984
a =	0,18
b =	0,55
N (horas/día)=	15,6
α =	0,04
Rb (cal/cm ² .día) =	138,4130701
ea (mm Hg) =	13,04
ed (mm Hg) =	10,43
m =	3,99
Rs (cal/cm ² .día) =	502,340
RN (cal/cm ² .día) =	343,833

E_a (mm/día) =	0,668
C_1 (cal/mm.cm ²) =	58,77
R_n (mm/día) =	5,850
Δ/μ =	1,664
f =	0,8
E (mm/día) =	9,99
ET (mm) =	239.7

ET (mm) = $f \cdot E$ (mm/día) * número de días del mes

f es un factor de corrección tabulado; de manera que para el mes de junio tendría un valor de $f=0,8$.

Hay que tener en cuenta la localización de la estación (coordenadas), ya que dependiendo de la latitud y las horas de sol se seleccionarán entre las distintas tablas (ver tema 3) para obtener los diferentes parámetros, como son R_A , Δ/μ , e_a , e_d , C_1 , f , etc.