

## CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO MUNDO, PROVINCIA DE ALBACETE

*Yolanda Álvarez Rogel* \*

Universidad de Murcia

### RESUMEN

Localizada en el extremo noroccidental de la cuenca del Segura, el área drenada por el río Mundo, desde su nacimiento hasta el embalse de Talave, pertenece íntegramente a la provincia de Albacete, siendo uno de los espacios más húmedos de la cuenca Surestina.

La temperatura media es de 13,7° C y la precipitación media anual próxima a los 600 mm. Debido a su extensión y a la disposición y envergadura de sus relieves, la cuenca se subdivide en tres sectores con rasgos climáticos propios, cada uno de ellos correspondiente a un tercio de su superficie. El análisis de precipitaciones, temperaturas, índices termopluviométricos, período de heladas y amplitudes térmicas, así como la aplicación de índices de continentalidad, termicidad y humedad, y la elaboración de sus balances hídricos ponen de manifiesto como los dos extremos, W y E, presentan características contrastadas, mientras que la parte central queda como un espacio intermedio, donde las peculiaridades de la zona de cabecera van dejando paso a los rasgos dominantes en las inmediaciones de la desembocadura.

**Palabras clave:** Cuenca alta del río Mundo, temperaturas, precipitaciones, balance hídrico, índices de continentalidad.

### Climatological description of the higher Mundo River, Albacete province

### SUMMARY

The area, which is drained by the river Mundo, lies on the north-western extreme of the Segura basin, from its source to the Talave reservoir, all its belongs to Albacete province and is one of the wettest places in the south-east basin.

The mean temperature is 13,7° C and the annual mean precipitation is nearly 600 mm. Due to its extension and the disposition and importance of its relieves, the basin is subdivided into three sectors with their own climatic features, each one being approximately a third part of its surface. The analysis of precipitations, temperatures, thermo-pluviometric rates, periods of freeze, temperature rates, the application of indexes on continentallity, humidity and the result of the hydric balances show how both extremes, W and E, are in

Fecha de Recepción: 1 de diciembre de 1995.

\* Dpto. de Geografía Física, Humana y Análisis Geográfico Regional. Facultad de Letras. Universidad de Murcia. Aptdo. 4021 - 30080 Murcia (España).

contrast, whereas the middle course remains as an intermediate sector where the features of the source's area are going to change gradually into the features of the immediate areas of the river's mouth.

**Key words:** Higher Mundo River, temperatures, precipitation, hydric balance, indexes on continentality.

## DATOS BÁSICOS Y METODOLOGÍA

La cuenca alta del río Mundo, con una superficie de 755,13 km<sup>2</sup>, está ubicada en su totalidad en la provincia de Albacete.

La arteria principal, que le da nombre, circula desde su nacimiento en la formación kárstica del Calar del Mundo (1500 m), al Oeste, hasta el embalse de Talave, al Este. Forma parte de la cuenca del Segura (figura 1), siendo uno de sus pocos afluentes por cuyo cauce circula agua durante todo el año.



FIGURA 1. Localización cuenca alta río Mundo.

En el noroeste de la cuenca del Segura, existen un total de treinta y cinco observatorios, aunque sólo trece están dentro del área de estudio. A su vez, el período de análisis no es homogéneo, pues algunos han entrado en funcionamiento tardíamente. Pese a ello, se ha tenido en cuenta la información suministrada por la totalidad de los puntos de control, deduciendo previamente los valores de las series incompletas, según la influencia de factores geográficos como la latitud, altitud y occidentalidad.

Debido a su escaso número y a la dispersión espacial que presentan, se ha estimado la precipitación en un total de ciento cinco puntos, ochenta y cinco dentro de la cuenca. Para conocer la precipitación en estos puntos se utiliza el método de **interpolación** propuesto por el U.S. Weather Bureau (1972), y se aplica el de las isoyetas para el área, más adecuado que el aritmético o el de **Thyessen**, en una zona como ésta de accidentada orografía.

Ante la ausencia de registros térmicos en todas las estaciones **pluviométricas**, se utiliza el modelo propuesto por Díaz Álvarez (1981) para deducir, partiendo de los datos de otros observatorios (en este caso los tres más próximos), los valores de las series térmicas en aquéllos que carecen de estos registros. Se trabaja con dos tipos de series: por un lado las resultantes de la observación directa, estaciones termopluiométricas de Fábricas de Riópar C.H.S., Paterna del Madera C.H.S., Paterna del Madera Forestal, Tobarra Campo de Tiro, Hijar, Liétor y Embalse de Talave; y por otro, los datos de temperatura deducidos para las

exclusivamente pluviométricas: Fábricas de Riopar Forestal, Cañada del Provencio, Bogarra «Las Yeguarizas», Bogarra, Cañada de Haches de Abajo y Ayna «El Griego».

Pese a las limitaciones que conlleva todo método de interpolación y la incertidumbre, en ocasiones, de la fiabilidad de los datos a utilizar, ello no debe ser obstáculo para ofrecer unos resultados que, si bien no son exactos, si constituyen, en cambio, una aproximación a la realidad, muy útil para la gestión de los recursos hídricos de un área concreta (Custodio, 1989).

### 1. RASGOS TERMOPLUVIOMÉTRICOS

La cuenca alta del río Mundo tiene una precipitación anual de 577,1 mm y una temperatura media anual de 13,7° C. Estos valores medios enmascaran diferencias entre sectores más favorecidos (Fábricas de Riopar Forestal, Fabricas de Riopar C.H.S., Paterna del Madera C.H.S., Cañada del Provencio) con lluvias próximas e incluso superiores a los 900 mm y temperaturas de 12° a 13°C, y aquéllos en los que apenas se alcanzan los 330 mm, con registros térmicos entre 14 y 16°C (Tobarra C. de Tiro, Embalse de Talave). Esta distribución espacial se encuentra ligada al relieve (figuras 2 y 3), de forma que, según se produce el descenso orográfico, SO-NE, disminuye la pluviometría y aumenta la temperatura.

El coeficiente de correlación de Pearson (Cuadras, 1990) entre los promedios anuales de lluvia y la altitud de las estaciones es de 0,77. La pendiente de la recta que ajusta la nube de puntos es 0,66 (Tg que corresponde a un ángulo de 36" 36'), la ordenada en el origen -13,44 y su expresión y = 0,66x - 13,44. Esta correlación es mayor para las temperaturas (r = -0,92), con una recta de ajuste de pendiente -0,006 (Tg de 0° 21'), y ordenada en el origen de 13,9, siendo su ecuación y = -0,006X + 13,9.

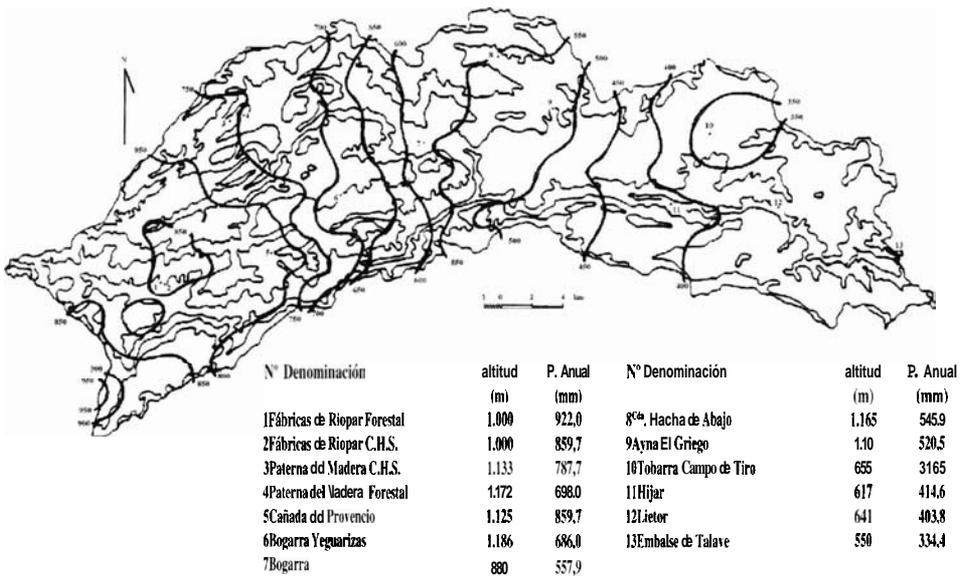
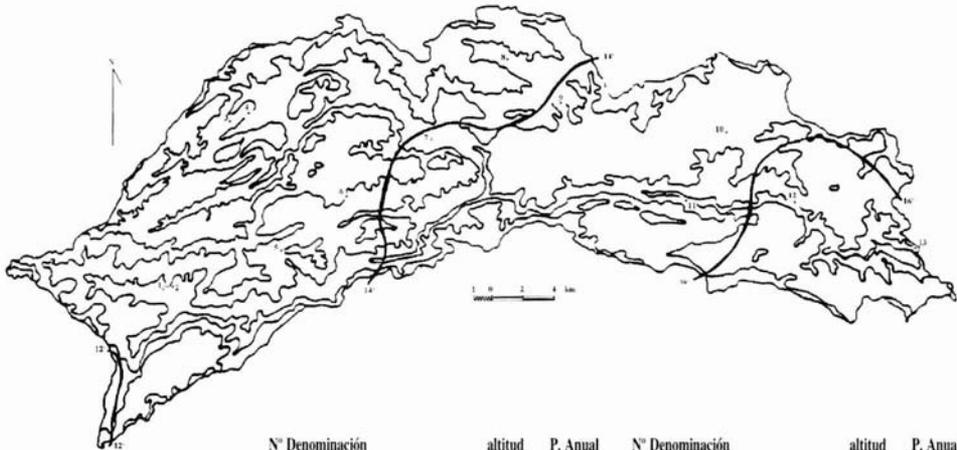


FIGURA 2. Isoyetas anuales; cuenca alta del río Mundo.



Nº Denominación	altitud (m)	P. Anual (mm)	Nº Denominación	altitud (m)	P. Anual (mm)
1ª Fábricas de Riopar Forestal	1.000	922,0	8ª Cº Hacha de Abajo	1.165	545,9
2ª Fábricas de Riopar C.H.S.	1.000	859,7	9ª Ayna El Griego	1.10	520,5
3ª Paterna del Madera C.H.S.	1.133	787,7	10ª Tobarra Campo de Tiro	655	316,5
4ª Paterna del Madera Forestal	1.172	698,0	11ª Hajar	617	414,6
5ª Cañada del Provençio	1.121	859,7	12ª Liétor	MI	103,8
6ª Bogarra Yeguarizas	1.186	686,0	13ª Embalse de Talave	550	334,4
7ª Bogarra	880	557,9			

\* Estaciona con series deducidas

FIGURA 3. Isothermas anuales: cuenca alta del río Mundo.

La occidentalidad presenta una correlación superior para las precipitaciones ( $r=0,95$ ) ya que las mayores altitudes aparecen al Oeste. La influencia de los vientos atlánticos, especialmente significativa en los sectores de cabecera, va disminuyendo a medida que se avanza en sentido de la corriente, de acuerdo con la ecuación de regresión  $y=1042,76x-1681,05$ . Para los registros térmicos, el signo negativo del coeficiente ( $-0,75$ ) indica el descenso de la temperatura en dirección al Oeste. La recta  $y=-6,43X+5,07$ , presenta una pendiente de  $-6,43$  ( $T_g$  de  $81^{\circ}09'$ ) siendo  $5,07$  la ordenada en el origen.

De la distribución estacional (cuadro 1) se infiere que las lluvias más abundantes tienen lugar en invierno y primavera coincidiendo con el período de mayor rigurosidad térmica. Invierno es la estación más fría, debido a la frecuencia con que se presentan, durante el mismo, las situaciones atmosféricas del Noreste, máximas responsables de las heladas que afectan a buena parte de la Meseta (Capel Molina, 1991).

Las precipitaciones más exiguas son estivales, coincidiendo con el período de máximas temperaturas. La única excepción es Ayna «El Griego», con un mínimo pluviométrico invernal, ya que, por su situación en la cuenca, se ve afectada en mayor medida por las situaciones del Noreste que provocan un flujo muy seco y frío sobre buena parte de la provincia de Albacete. La mayor incidencia de los vientos de esta componente sobre la zona oriental, condiciona la aparición en Liétor y Embalse de Talave de un mínimo secundario en invierno.

CUADRO 1  
Distribución estacional de precipitaciones y temperaturas medias

Estaciones	PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			INVIERNO		
	P. total	%	T <sup>m</sup>	P. total	%	T <sup>m</sup>	P. total	%	T <sup>m</sup>	P. total	%	T <sup>m</sup>
*Fábricas Riopar. Forestal	290,0	31,4	11,9	86,3	9,4	22,3	201,2	21,8	14,2	344,5	37,4	6,2
Fábricas Riopar CHS	230,9	29,3	11,4	65,2	8,3	21,5	208,5	26,5	13,7	282,1	35,9	5,9
Paterna Madera CHS	223,1	28,3	10,0	68,5	8,7	21,4	208,5	26,5	12,2	287,5	36,5	3,9
Paterna Madera. Forestal	243,8	34,9	10,1	69,2	9,9	20,4	167,7	24,0	12,9	217,3	31,1	5,2
*C <sup>de</sup> del Provençio	251,5	29,3	11,2	70,1	8,1	21,8	224,2	26,1	13,7	313,9	36,5	5,6
*Bogarr «Yeguarizas»	196,5	28,6	10,7	79,9	11,6	20,8	197,9	28,9	13,1	211,6	30,8	5,2
*Bogarra	175,4	31,4	13,1	79,2	14,2	23,2	150,6	26,9	11,9	152,7	27,4	7,0
*C <sup>de</sup> de Haches de Abajo.	170,2	31,2	11,1	78,6	14,4	21,1	139,1	25,5	13,2	127,9	23,4	4,3
*Ayna «El Griego»	182,9	35,1	10,9	99,1	19,0	21,2	160,6	30,8	13,3	77,8	14,9	4,3
Tobarra Campo de Tiro	87,3	27,6	12,4	39,0	12,3	23,4	102,6	32,4	15,2	111,2	35,1	6,5
Hijar	127,3	30,7	13,8	68,4	16,5	23,4	124,5	30,0	15,9	94,4	22,8	6,7
Liétor CHS	126,3	31,3	15,0	75,9	18,8	25,4	124,6	30,8	17,0	76,9	19,1	8,6
Embalse de Talave	110,3	32,9	14,7	56,2	16,8	25,3	104,5	31,2	17,3	63,4	18,9	8,5

\* Estaciones con series térmicas deducidas.

Por su ubicación en el extremo meridional de la Meseta, el área de estudio presenta matices propios de continentalidad. No obstante, la proximidad del dominio mediterráneo se manifiesta en la distribución estacional de las temperaturas (cuadro 1), siendo la media de otoño superior a la de primavera. Contrasta así con zonas de clima continental, donde la radiación de primavera ocasiona un rápido calentamiento, mientras que en otoño, el descenso de la iluminación hace bajar de forma súbita las temperaturas (Muñoz Muñoz, 1985).

En otoño, al desplazarse al Sur el Anticiclón de las Azores, se produce un rápido descenso de las temperaturas motivado por los tipos de tiempo que afectan a toda la Meseta. El alto río Mundo, por la disposición y envergadura de los relieves que jalonan su flanco occidental, queda entonces a resguardo de los vientos del Oeste y bajo la influencia mediterránea que se adentra por el Sureste, donde la orografía es más modesta, consolidando al otoño como estación de transición con lluvias que experimentan un ascenso importante y temperaturas que mantienen la inercia del verano, con valores superiores a los de primavera.

A escala mensual (cuadro 2), se aprecia un comportamiento diferenciado a ambos lados de la isoyeta 550 mm de precipitación anual. Esta isólna próxima al observatorio de Bogarra, divide a la cuenca en dos partes con similar extensión superficial. En la mitad occidental el mes más frío es enero y los más lluviosos febrero y diciembre, fruto de la influencia atlántica sobre los relieves de mayor energía. En la zona oriental, pese a que el primer mes del año sigue registrando la temperatura más baja, ésta es tres o cuatro grados superior a aquélla. Aquí el ritmo de las precipitaciones es más propio del ámbito mediterráneo, con un máximo equinoccial centrado en octubre.

CUADRO 2  
Distribución mensual de precipitaciones y temperaturas medias

Estaciones	E		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D	
	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T
*F.Riop. F	112,7	5,4	121,4	6,3	109,9	8	92,8	11,1	87,4	14,9	41,6	18,8	16,5	23,2	28,2	22,6	18,4	18,7	88,5	13,3	74,3	9,1	110,5	5,9
F.Riop.C.H.S	89	5,7	98,1	6,7	82,8	9,1	64,5	11,3	63,6	15,5	34,2	19,8	11,7	136	19,1	23,4	41,6	19,6	73,8	19	93,2	9,1	101,1	6,2
P.Mad.C.H.S	82,7	3,3	97,3	4,3	90,9	6,8	73,9	9,3	88,3	13,9	38,7	17,9	11,3	23,8	18,5	22,5	38,9	17,5	71,7	11,1	91,8	9,1	107,6	6,3
P.M.Forestal	71,1	5,2	75,7	5,2	97,7	6,5	73,6	10,0	72,6	13,7	43,2	16,9	3,1	22,3	22,9	21,9	30,7	17,9	64,3	12,3	72,6	8,4	70,5	5,3
*C.Provencio	899	4,9	117,9	1,9	82,0	8,3	89,7	10,6	79,8	11,8	33,1	19,0	14,7	23,5	22,8	22,9	38,4	18,8	77,8	13,3	107,9	9,0	106,1	6,1
*Yeguarizas	58,5	4,8	8	5,6	56,2	7,7	73,3	10,3	66,9	14,1	40,1	17,9	19,9	22,5	19,9	21,9	19,9	18,1	68,7	12,8	89,3	8,4	68,6	5,1
*Bogarra	46,6	6,5	55,2	7,4	56,2	9,9	59,5	12,8	59,7	16,6	36,2	20,5	19,8	24,8	23,1	24,3	30,5	20,5	54,9	15,0	65,2	10,5	50,8	7,1
*C.Haches	37,7	3,5	47,9	4,8	51,2	7,6	57,9	10,8	60,9	14,9	38,8	18,7	17,4	22,3	22,3	22,2	32,7	18,8	62,2	12,8	74,2	8,0	42,3	4,5
*El Griego	24,2	3,3	32,5	5,2	38,9	7,4	58,1	10,8	65,8	14,7	46,8	19,1	16,5	22,3	35,7	22,3	30,7	19,0	74,9	12,8	54,9	8,1	21,1	4,5
Tobarra C.T	34,8	5,4	45,3	8,2	12,8	9,0	47,5	12,6	27,0	15,5	10,0	21,6	21,6	24,5	1	24,2	26,3	20,7	35,6	14,4	40,6	10,5	31,1	5,8
Hijar	31,7	5,9	29,7	7,1	40,3	9,8	42,9	13,4	44,0	18,1	31,2	21,0	12,2	24,6	149	24,7	25,5	21,8	51,6	15,5	44	10,6	11,9	7,2
Lietor C.H.S	24,6	8,0	29,9	9,1	35,4	11,9	46,3	14,5	44,6	18,7	33,7	22,8	18,1	27,0	24,2	26,5	30,7	22,8	48,5	16,8	45,3	11,5	22,4	8,6
E.Talave	19,3	7,9	20,9	8,9	28,0	11,5	44,0	14,1	37,2	18,4	29,7	22,7	11,3	26,7	15,2	26,5	27,0	23,0	45,2	17,2	34,2	11,8	23,2	8,7

\* Estaciones con series térmicas deducidas

Otro rasgo que diferencia a ambos sectores es la presencia de la nieve. El análisis de su distribución espacial y temporal, requiere trabajar con valores porcentuales y valores medios obtenidos de forma independiente para cada estación, ya que tienen períodos de funcionamiento diferentes. No se dispone de registros para todas, pero la localización de las más completas permite una primera caracterización de la cuenca.

Pese a que la orografía condiciona su aparición, la correlación entre la altitud y el número medio de días de nieve no es muy elevada ( $r=0,63$ ). A mayores altitudes cabría esperar un incremento de las nevadas respecto a las registradas a cotas más bajas (cuadro 3). Las diferencias entre registros de estaciones con altitudes semejantes y muy próximas entre sí, podrían estar motivadas por su diferente exposición, de la que depende, en gran medida, el aumento o disminución del número de días de nieve.

**CUADRO 3**  
Número medio, anual y mensual de días de nieve

ESTACIONES (altitud m)	NÚMERO MEDIO DE DÍAS DE NIEVE												
	año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
B. Las Yeguarizas (1186)	8.5	1.7	1.9	2.0	1.1	0.5	—	—	—	—	0.1	0.3	0.9
P. Madera Forestal (1172)	11.4	1.8	1.5	3.4	1.3	1.0	—	—	—	—	0.1	0.6	1.8
P. Madera C.H.S. (1133)	11.3	2.1	2.5	2.5	1.1	0.1	—	—	—	—	0.1	0.9	2.0
Cañada Provencio (1125)	13.7	2.8	3.2	3.1	1.3	0.5	—	—	—	—	0.2	0.6	1.5
F. Riopar Forestal (1000)	15.4	2.7	3.2	4.2	1.2	1.5	—	—	—	—	0.1	0.9	2.5
F. Riopar C.H.S. (1000)	9.6	1.9	1.9	2.2	0.9	0.1	—	—	—	—	0.1	0.8	1.7
Bogarra (800)	3.3	0.9	0.7	0.8	0.2	—	—	—	—	—	—	0.1	0.5
Embalse de Talave (550)	0.9	0.3	0.2	0.2	0.0	—	—	—	—	—	—	—	0.2

Las estaciones de la mitad occidental presentan un promedio de ocho a dieciséis días de nieve al año (F. de Riopar Forestal, 15.4 días/año), siendo marzo el mes con mayor número de días de nieve, por encima de dos. Al Este de la isoyeta 550 mm el descenso es brusco, con una media de tres días al año en la estación más próxima (Bogarra), mientras que en el embalse de Talave apenas se alcanza el valor medio de un día de nieve al año. En ambos casos es enero el mes con mayor número de nevadas, sin llegar a un día como promedio. En este sector destaca el incremento del número de meses en que no está presente este meteoro. Desde los cuatro meses sin nieve (junio, julio, agosto y septiembre) al Oeste, ya en Bogarra este período se inicia en mayo para prolongarse a octubre, y en el embalse de Talave hasta noviembre.

## 2. ÍNDICES TERMOPLUVIOMÉTRICOS

Partiendo del supuesto de que con la temperatura aumenta correlativamente la evaporación, estos índices se basan en las relaciones entre precipitaciones y temperaturas y permiten definir la aridez de un territorio en función de la superación de determinados umbrales. Aunque ya clásicos, han sido aplicados en muchos observatorios peninsulares y ello proporciona diversos elementos de comparación (cuadro 4). Entre los más utilizados figuran a escala anual, los de Lang (1920), Emberger (1932), el índice de Dantín y Revenga (1941), y Gausson-Bagnouls (1952). A nivel mensual han tenido una mayor aceptación los modelos de De Martonne (1926) y Giacobbe (1958). Todos hacen intervenir la precipitación anual y temperatura media anual, excepto el coeficiente de Emberger, que utiliza la temperatura máxima y mínima media de los meses más caluroso y frío respectivamente.

CUADRO 4  
Índices termopluviométricos en la cuenca alta del río Mundo

ESTACIÓN	LANG	DE MARTONNE	THORNTHWAITE	EMBERGER	D-REVENGA
E. Talave (550)	20,3 A	12,6 SA	20,6 SA	90,4 MS	4,9 A
Hijar (617)	27,8 A	16,6 SA	28,5 SA	111,8 CH	3,6 A
Liétor CHS (641)	24,5 A	15,2 SA	25,2 SA	115,4 CH	4,1 A
Tobarra»C.T (655)	22,0 A	12,9 SA	22,5 SA	78,4 T.M	4,5 A
*Bogarra (880)	38,2 A	22,7 H	41,2 SH	126,6 C.H	2,6 SH
Riopar CHS (1000)	57,8 H	33,3 H	67,4 H	239,3 C.H	1,7 H
*Riopar Fores (1000)	70,4 H	39,9 H	82,1 H	268,3 CH	1,4 H
*A. El Griego (1010)	41,6 H	23,1 H	39,8 SH	217,1 C.H	2,4 SH
*C Provencio (1125)	65,6 H	37,2 H	65,3 H	234,5 CH	1,5 H
Pater M CHS (1133)	66,2 H	36,0 H	73,7 H	217,7 CH	1,5 H
*C. Haches Ab (1165)	44,0 H	24,4 H	44,6 SH	186,6 CH	2,3 SH
Pat M Forest (1172)	57,7 H	31,6 H	62,4 SH	269,8 CH	1,7 H
*B Yeguarizas (1186)	55,3 H	30,6 H	58,9 SH	214,6 CH	1,8 H

índice	Denominación	% E.	Índice	Denominación	% E.
Lang	Húmedo (H)	61,5	Emberger	Continental húmedo (C.H)	84,6
	Árido (A)	38,5		Templado mediterráneo(T.M)	7,7
De Martonne	Húmedo (H)	69,2	D-Revenga	Mediterráneo semihúmedo (M.SH)	7,7
	Semiárido (SA)	30,8		Húmedo (H)	46,1
Thornthwaite	Húmedo (H)	30,8	Semihúmedo (SH)	23,1	
	Semihúmedo (SH)	38,4	Árido (A)	30,8	
	Semiirido (SA)	30,8			

\* Estaciones con series térmicas deducidas.

El índice de Lang (Regenfaktor o factor pluviométrico), establece el límite 40 como umbral entre las zonas húmedas y áridas. Con valores muy similares a los señalados por Capel Molina (1982) para la comisa cantábrica (Gijón, 74,3; La Coruña, 69,2) aparecen ocho de las estaciones (Fábricas de Riopar Forestal, Fábricas de Riopar CHS, Ayna El Griego, Cañada del Provencio, Paterna del Madera CHS, Cañada de Haches de abajo, Paterna del Madera Forestal y Bogarra Las Yeguarizas). El mismo paralelismo presentan zonas áridas españolas (Zaragoza, 22,6; Lérida, 24,8 o Guadix, 20,7) y los sectores más orientales de la cuenca: Tobarra Campo de Tiro; Liétor y embalse de Talave.

La formulación de Dantín-Revenga matiza el carácter semihúmedo de Bogarra, Ayna El Griego y Cañada de Haches de Abajo, mientras que los resultados de De Martonne son bastante homogéneos con los anteriores. Diferencia tres tipos de regiones de los que sólo

dos aparecen representadas: una zona semiárida, observatorios situados por debajo de los 825 metros, y otra zona húmeda que deja en su interior los enclaves situados a mayor altitud. Por su parte, el coeficiente de Emberger manifiesta la influencia del dominio mediterráneo en el embalse de Talave y Tobarra Campo de Tiro, mientras que el resto del territorio queda bajo el calificativo de zona continental húmeda.

Esta dicotomía es resultado de la consideración de datos globales, que enmascaran diferencias estacionales, sólo apreciables a nivel mensual. Por ello se aplican los índices mensuales de De Martonne (1926) y Giacobbe (1958) presentando los observatorios ordenados en función de la longitud geográfica y según la dirección en que se produce la progresión altitudinal (figura 4), condicionante básico de la variación termopluviométrica.

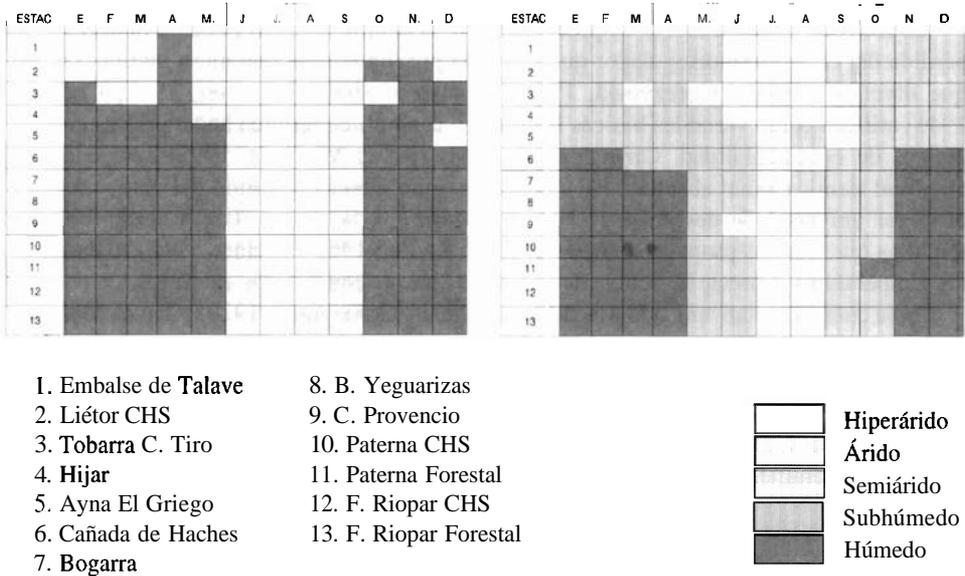


FIGURA 4. índices mensuales de De Martonne y Giacobbe.

En ambos casos se observa como a medida que se avanza hacia el Oeste los meses áridos y semiáridos van disminuyendo en favor de los húmedos. En ninguna estación aguas abajo de Tobarra Campo de Tiro se superan los cuatro meses húmedos, mientras que en Hijar hay siete con esta calificación. La mayor sensibilidad del índice de Giacobbe establece tipos intermedios de aridez, diferenciando enclaves como Hijar y Fábricas de Riopar CHS. no apreciables con el índice anterior.

### 3. AMPLITUDES TÉRMICAS E ÍNDICES DE CONTINENTALIDAD

Los contrastes mensuales de temperatura originan una amplitud térmica anual importante, entre 17 y 20,5° C, condicionada, en gran medida, por el relativo distanciamiento de este área respecto del mar. En la Península Ibérica la continentalidad aumenta hacia el Sureste, por su ubicación entre el Océano Atlántico y el cálido Mar Mediterráneo, oscilan-

do entre 20-22° C para las tierras interiores y 10-15° C en zonas bajo el influjo oceánico (Muñoz Muñoz, 1985). Según este criterio, los observatorios del área estudiada, se aproximan en gran medida a los de las tierras del interior peninsular.

Las variaciones de la amplitud térmica (cuadro 5), reflejan un claro condicionamiento orográfico. La vertiente occidental, con alineaciones montañosas importantes y donde la influencia de los vientos húmedos del Oeste es manifiesta, registra las amplitudes térmicas más moderadas, entre 17" y 18° C. Como excepción destaca Paterna del Madera C.H.S., 20,5° C, cuyo máximo se debe a factores locales (ubicación del observatorio, aislamiento montañoso), que le restan representatividad dentro del conjunto. Hacia el Este, experimenta un aumento generalizado hasta situarse, en las inmediaciones del embalse de Talave, dos grados por encima.

En estrecha relación con la amplitud térmica, la continentalidad pone de manifiesto la pérdida del efecto termorregulador que ejerce la proximidad de una masa marina. De ahí que diversos autores (Gorezynski, 1920; Johansson, 1931; Schrepfer, 1932; Conrard, 1946) utilicen como variables básicas la latitud y la amplitud térmica anual para establecer índices de continentalidad. Otras formulaciones (Rivas Martínez, 1993) consideran la amplitud térmica anual absoluta, haciendo intervenir además la altitud del observatorio y el factor universal de descenso de la temperatura con la altitud (0,6° C cada 100 m), mientras que algunas propuestas (Maisel, 1931; Kerner, 1962 o Steiner, 1965) se basan en las temperaturas y precipitaciones medias de los meses con valores extremos.

En la cuenca se han aplicado dos de estos índices: Gorezynski (1920) y Rivas Martínez (1990) (cuadro 5). El primero,  $k = [(1,7 \times A) / \text{sen } \varphi] - 20,4$ , donde A es la amplitud térmica y  $\varphi$  la latitud del observatorio, establece como límites valores k inferiores a 0, (clima oceánico extremado), entre 0 y 5 (oceánico), 5-10 (oceánico moderado), 10-15 (marítimo), 15-20 (marítimo débil), 20-30 (continental débil), 30-40 (continental moderado), 40-50 (continental), 50-80 (continental fuerte), 80-100 (continental extremado).

CUADRO 5  
Amplitud térmica anual e índice de continentalidad

ESTACIÓN	A. TERM			COREZYNSKI	RIVAS-MARTÍNEZ	
	Med	Abs.	K	Denominación	Ic	Denominación
*F. Riopar Forestal	17,8	—	29,03	Continental Débil	—	—
F. Riopar C.H.S.	17,9	37,0	28,75	Continental Débil	43,0	Semioceánico
P. Madera C.H.S.	20,5	43,1	36,21	Continental Moderado	49,9	Semicontinental
P. Madera Forestal	17,1	35,1	26,82	Continental Débil	42,1	Semicontinental
*C <sup>da</sup> Provencio	18,6	—	30,96	Continental Moderado	—	—
*B. «Yeguarizas»	17,7	—	28,47	Continental Débil	—	—
*Bogarra	18,3	—	30,13	Continental Moderado	—	—
*C <sup>da</sup> de Haches	18,8	—	30,51	Continental Moderado	—	—
*Ayna «El Griego»	19,0	—	30,06	Continental Moderado	—	—
Toharra C. Tiro	19,1	43,9	32,34	Continental Moderado	47,8	Semicontinental
Hijar	18,8	39,7	31,51	Continental Moderado	43,4	Semicontinental
Liétor C.H.S.	19,0	41,4	30,06	Continental Moderado	45,2	Semicontinental
Embalse de Talave	18,8	39,4	31,51	Continental Moderado	42,7	Semioceánico

\* Estaciones con series deducidas.

En los enclaves montañosos más occidentales la continentalidad esta atenuada, salvo Paterna del Madera CHS. En Fábricas de Riopar CHS, Fábricas de Riopar Forestal, Paterna del Madera Forestal y Bogarra «Las Yeguarizas» se alcanzan valores semejantes a los de León: 28,04, Gerona: 26,77 o Tortosa: 26,95, Muñoz Muñoz (1985), también bajo la denominación de (continental débil\*. El Centro y Este, se aproxima a observatorios más interiores (Ávila 31,52, Palencia 30,42 o Zamora 30,75), mientras que el máximo secundario de Tobarra Campo de Tiro es ligeramente superior al de Badajoz (32,20).

El índice de Rivas Martínez (1990) diferencia seis tipos de enclaves según los resultados de la expresión  $Ic = (\Delta T^{ca} abs + (0,6 \times alt/100))$ , donde  $\Delta T^{ca} abs$  es la amplitud térmica anual absoluta y  $alt$  la altitud de la estación.

Pese a la imposibilidad de aplicación en los observatorios que carecen de series térmicas directas, los resultados en los siete enclaves que sí cuentan con ellas son muy similares a los anteriores (cuadro 5). Como semioceánicos ( $Ic$  de 33 a 43) quedan aquéllos que antes se incluían en el grupo de continental débil, mientras que el tipo continental moderado pasa a sernicontinental ( $Ic$  de 43 a 52). Sólo, en el embalse de Talave ambas clasificaciones difieren, constituyendo una excepción respecto a la tendencia general, ya que a medida que se pierde altitud aumentan progresivamente tanto la amplitud térmica anual como la continentalidad.

#### 4. ÍNDICE DE TERMICIDAD Y PERÍODO DE HELADAS

Las características climáticas de un territorio determinan, en gran medida, las comunidades vegetales allí instaladas. Basándose en estas relaciones, Rivas Martínez (1987, 1993) propone el denominado índice de termicidad ( $It$ ). Parte de la influencia de las temperaturas medias anuales ( $T$ ) sobre la vegetación, corregidas por la inclusión de la media de las máximas ( $M$ ) y de las mínimas ( $m$ ) del mes más frío, en este caso enero. En función de los resultados de  $It = (T+M+m) \times 10$ , establece una serie de umbrales para los pisos bioclimáticos. En la Región Mediterránea diferencia un total de seis, de los cuales dos aparecen en la cuenca alta del río Mundo (cuadro 6).

El período de heladas probables y seguras es un buen indicativo del termoclima de un territorio, aunque la necesidad de conocer los valores extremos hace que no sea aplicable a estaciones con series térmicas deducidas. Se consideran meses de helada probable aquéllos cuya temperatura media de las mínimas es mayor de  $0^{\circ} C$ , siempre que las mínimas absolutas estén por debajo de este valor. Si la media de las mínimas es menor de  $0^{\circ} C$  se entiende que la helada es segura.

El piso Supramediterráneo ( $It$  61-210) en su horizonte inferior ( $It$  161-210) aparece allí donde las temperaturas medias mínimas de enero están por debajo de  $0^{\circ} C$ , indicando heladas seguras. Esta rigurosidad invernal ocasiona la aparición de especies vegetales de formas almohadilladas y matorrales degradados resistentes al frío, López Vélez (1994). La mayor parte del territorio se **enmarca** en el piso Mesomediterráneo ( $It$  211-350), siendo las temperaturas medias máximas del mes más frío las que condicionan la diferenciación de horizontes. Los observatorios que no alcanzan los  $10^{\circ} C$  de media máxima en enero quedan en el horizonte superior ( $It$  211-260). En ellos, no hay heladas seguras y la probabilidad de que se produzcan oscila entre tres y cuatro meses en la mitad occidental y cinco en extremo nororiental, Tobarra Campo de Tiro.

CUADRO 6  
Índice de termicidad y período de heladas

		PISO BIOCLIMÁTICO		MESES DE HELADA	
ESTACIÓN	It	PISO	HORIZONTE	PROBABLE	SEGURA
*F. Riopar Forestal	240	Mesomediterráneo	Superior	—	—
F. Riopar C.H.S.	244	Mesomediterráneo	Superior	Ene-Feb-Dic	—
P. Madera C.H.S.	184	Supramediterráneo	Inferior	Feb-Mar-Nov-Dic	Ene
P. Madera Forestal	223	Mesomediterráneo	Superior	Ene-Feb-Mar-Dic	
*C <sup>da</sup> Provencio	227	Mesomediterráneo	Superior	—	—
*B. «Yeguarizas»	217	Mesomediterráneo	Superior	—	—
*Bogarra	261	Mesomediterráneo	Medio	—	—
*C <sup>da</sup> de Haches	175	Supramediterráneo	Inferior	—	—
*Ayna «El Griego»	194	Mesomediterráneo	Inferior	—	—
Tobarra C. Tiro	252	Mesomediterráneo	Superior	Ene-Feb-Mar-Nov-Dic	
Hijar	272	Mesomediterráneo	Medio	Ene-Feb-Mar-Nov-Dic	
Liétor C.H.S.	326	Mesomediterráneo	Inferior	Ene-Feb	
Embalse de Talave	324	Mesomediterráneo	Inferior	Ene-Feb	

\* Estaciones con series deducidas.

Los horizontes medio (It 261-300) e inferior (It 301-350) corresponden a enclaves más cálidos situados en la mitad oriental, con carrascales, lentiscales, jarales y espartizales entre otras formaciones. Para este piso bioclimático, salvo Hijar, que por su situación tiene caracteres similares a Tobarra Campo de Tiro, sólo enero y febrero presentan heladas probables, prueba de su proximidad al ámbito mediterráneo.

## 5. BALANCES HÍDRICOS

El volumen de agua que, una vez precipitado vuelve a la atmósfera, es el resultado de la acción conjunta de la transpiración de las plantas en su ciclo vegetativo y las pérdidas por evaporación, directamente del suelo y las superficies vegetales vivas o muertas (evapotranspiración y evaporación). La cuantificación de ambos parámetros requiere, bien disponer de medidas directas proporcionadas por lisímetros y evaporímetros, o bien obtenerlos mediante la aplicación de métodos empíricos.

La determinación de la evapotranspiración es compleja. Entre el gran número de fórmulas que existen, revisten especial interés los modelos de Thornthwaite (1952) y Jensen-Haise (1963). El primero, mediante una serie de relaciones entre las temperaturas y los índices de calor e iluminación, y de acuerdo con la latitud del lugar, establece el volumen de agua que se perdería si las reservas del suelo fueran suficientes para compensar las pérdidas máximas (ETP). Jensen-Haise, por su parte, hacen intervenir la temperatura media diaria del aire y la radiación solar diaria, junto a una serie de

constantes particulares para cada estación, según sus series históricas de temperaturas. La importancia cuantitativa de la evapotranspiración en el Sureste es tal que, como promedio global, el 57% de la precipitación es devuelta a la atmósfera por la acción conjunta de la evaporación y la transpiración (Sánchez Toribio, 1992). Este mismo autor (1989), pone de manifiesto la similitud entre los resultados de ETP obtenidos mediante los modelos de Jensen-Haise (con una desviación de -9%) y Radiación (+9%) respecto a la cubeta de Clase A-FAO. Los valores de ETP resultantes de la aplicación de modelos indirectos difieren entre sí dada la diversidad de elementos considerados. Montaner Salas (1991) constata como el modelo de Thornthwaite subestima en un 20% los resultados del de Jensen-Haise.

Partiendo del criterio de Thornthwaite (1952) para el cálculo de la evapotranspiración potencial, se han elaborado las fichas hídricas del área de estudio. Como premisa inicial se considera que, aquellos meses en los que las precipitaciones superan a la ETP el agua que realmente se pierde (ETR) será igual al máximo volumen que potencialmente se puede evapotranspirar, resultando el balance positivo. Por el contrario, aquéllos en los que es negativo, ( $P < ETP$ ) el volumen perdido estará en función de la reserva hídrica que tenga el suelo, resultado del almacenamiento en los meses precedentes.

Se admite por lo tanto la presencia de agua en el suelo, fruto de la acumulación en aquellos meses en los que el balance es positivo. El volumen máximo de agua que un suelo puede albergar, capacidad de almacenamiento, dependerá del tipo de suelo, profundidad, capacidad de retención y características de la vegetación que se encuentra instalada en él. La variabilidad espacial de estos elementos hace sumamente difícil su determinación exacta, por lo que se le asigna el valor 100 mm, umbral fijado por diversos investigadores (Ortiz Silla *et al*, 1990 entre otros) como valor medio máximo de la reserva para los suelos del sureste peninsular. Aquellos meses en los que las precipitaciones sean insuficientes para compensar las pérdidas máximas, la reserva hídrica disminuirá, apareciendo déficit si la persistencia de esta situación produce su agotamiento. Por otra parte, una vez alcanzada la capacidad máxima de almacenamiento (100 mm), si la precipitación supera a la ETR, la diferencia origina un excedente hídrico, superávit, que se pierde de unos meses a otros. Peña García (1994) ha desarrollado en este sentido, un programa informático que permite realizar automáticamente la clasificación climática de Thornthwaite mediante Windows.

De especial interés resulta el mes elegido para comenzar el balance, pues los resultados variarán sustancialmente por la acumulación progresiva de agua en el suelo. Se adopta el criterio de Thornthwaite comenzando, en cada caso, por el primer mes después del verano en el que las precipitaciones superan o al menos igualan a la ETP (ya que por su latitud todos presentan sequía estival). En función de los resultados de los balances hídricos se establecen tres grupos:

1. El primero, constituido por las estaciones de cabecera, que meridianamente se extiende hacia el Este hasta Cañada del Provencio, participa de caracteres semejantes por su ubicación entre montañas, altitud y predominio durante la mayor parte del año, salvo en verano, de vientos del Oeste cargados de humedad.

Octubre es el primer mes después del verano en el que el suelo comienza a almacenar agua. La reserva, elevada en diciembre en todos los enclaves, salvo en Cañada del

Provencio (noviembre), se mantiene así hasta mayo. A comienzos del verano, aumenta la cantidad de agua que vuelve a la atmósfera, y la reserva experimenta un rápido descenso, hasta agotarse totalmente en julio, mes de máxima temperatura media. Este volumen es insuficiente y aparece el déficit que se mantiene hasta septiembre. Sólo a partir de octubre cuando la temperatura media mensual se sitúa por debajo de los 13,5° C y las precipitaciones aumentan considerablemente, las condiciones vuelven a ser favorables para el almacenamiento.

2. El segundo grupo, correspondiente al sector central comprende los observatorios de Bogarra «Las Yeguarizas», Bogarra, Cañada de Haches de Abajo y Ayna «El Griego». Presenta elementos comunes con el anterior, inicio del almacenamiento en octubre y presencia de tres meses, julio, agosto y septiembre deficitarios, aunque se perfilan notables diferencias entre ellos. A medida que se avanza hacia el Este, el número de meses necesarios para alcanzar la capacidad máxima de almacenamiento es cada vez mayor, consecuencia del incremento de la evapotranspiración asociado al descenso pluviométrico y aumento térmico. En Bogarra «Las Yeguarizas» ya en diciembre hay superávit, mientras que en Ayna «El Griego» no aparece hasta febrero, siendo a su vez de menor cuantía. A su vez, la utilización de la reserva se adelanta a mayo fruto del aumento en casi 4° C de la media mensual respecto a abril, mientras que las precipitaciones se mantienen en la misma línea.

3. El tercio oriental de la cuenca, formado por las estaciones de Tobarra «Campo de Tiro», Hajar, Liétor y la situada en el propio embalse, constituyen el tercer grupo. Presenta como primer rasgo distintivo la necesidad de comenzar el balance en noviembre, pues hasta entonces el suelo no empieza a almacenar agua. La reserva aumenta desde este mes hasta marzo o abril, dependiendo del observatorio. En ningún momento se alcanza el umbral de los 100 mm, por encima del cual existe superávit. El déficit hídrico, que aparece en mayo, se mantiene a lo largo de seis meses.

En general, en dirección aguas abajo del río Mundo, se produce un aumento progresivo de la evapotranspiración y la dilatación en el tiempo del período deficitario, desde tres meses en los sectores más húmedos, cabecera, hasta llegar a seis en las inmediaciones del embalse de Talave, punto de desagüe de la cuenca. Por el contrario, el volumen de agua almacenada en el suelo, por acumulación en meses precedentes, muestra un comportamiento inverso. El período de colmatación de la reserva va siendo cada vez menor y de los cinco meses en cabecera se pasa a cuatro y tres en el centro de la cuenca (Bogarra y Ayna El Griego), para terminar desapareciendo en la mitad oriental.

## 6. ÍNDICE DE HUMEDAD

En función de la relación entre la evapotranspiración potencial (ETP) y real (ETR), y dependiendo de las precipitaciones, Thornthwaite propone el llamado índice relativo de humedad ( $I = [100 - (P-ETR) - (ETP-ETR)] / (ETP)$ ) (Hufty 1976), cuyos resultados sirven de base para establecer la tipología climática de un territorio. Su aplicación en la cuenca (cuadro 7) refleja la misma diferenciación zonal que la observada para los balances hídricos.

CUADRO 7  
Tipología climática de la cuenca alta del río Mundo

ESTACIÓN	nº	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
F Riopar Forestal	1	MH	MH	MH	MH	SH	SA	SBA	SBA	SBA	H	MH	MH
F Riopar CHS	2	MH	MH	MH	H	SBA	A	SBA	SBA	SBA	H	MH	MH
P Madera CHS	3	MH	MH	MH	MH	SBA	SA	SBA	SBA	SBA	H	MH	MH
P Madera Forestal	4	MH	MH	MH	H	SH	SA	SA	SBA	SBA	H	MH	MH
C <sup>da</sup> Provencio	5	MH	MH	MH	MH	SH	A	SBA	SBA	SBA	H	MH	MH
B. «Yeguarizas»	6	MH	MH	H	H	SBA	SA	SBA	SBA	SBA	H	MH	MH
Bogarra	7	MH	MH	H	H	SBA	SA	SBA	SBA	SBA	SH	MH	MH
C <sup>da</sup> . H. Abajo	8	MH	MH	H	H	SBA	SA	SBA	SBA	SBA	H	MH	MH
Ayna El Griego	9	MH	MH	MH	H	SBA	SA	SBA	SBA	SBA	H	MH	MH
T. Campo Tiro	10	MH	SH	SA	SBA	SA	SA	SBA	SBA	SBA	SBA	H	MH
Hijar	11	MH	MH	H	SBA	SA	SA	SBA	SBA	SBA	SBA	H	YH
Liétor CHS	12	H	H	SH	SBA	SA	SA	SBA	SBA	SBA	SBA	H	H
Embalse Talave	13	H	H	SBA	SBA	SBA	SA	SBA	SBA	SBA	SBA	H	H

MH: Muiy Húmedo; H: Húmedo; SH: Subhúmedo; SA: Semiárido; SBA: Subárido; A: Árido

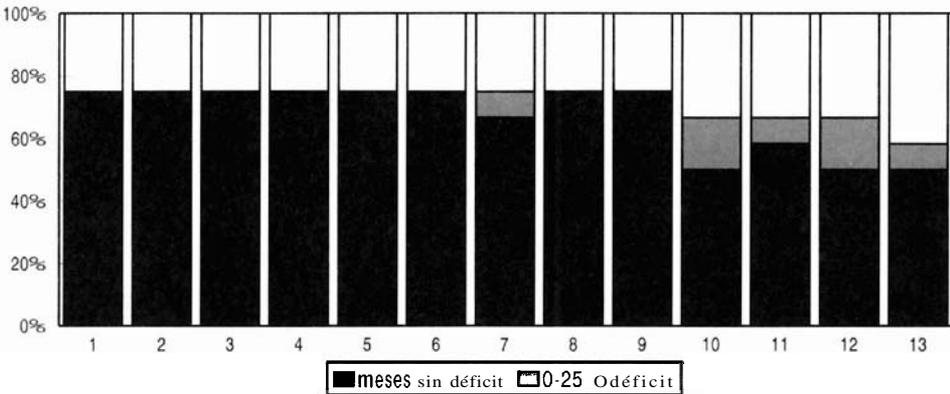
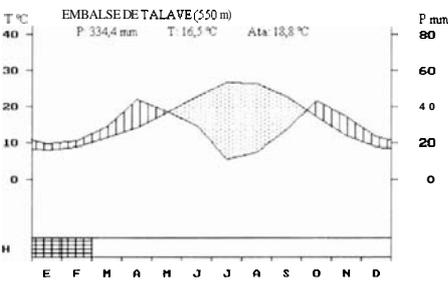
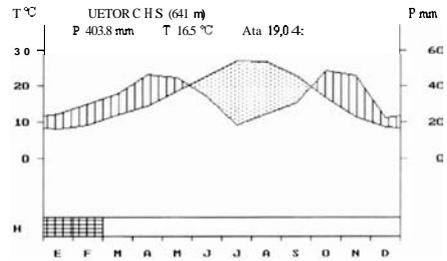
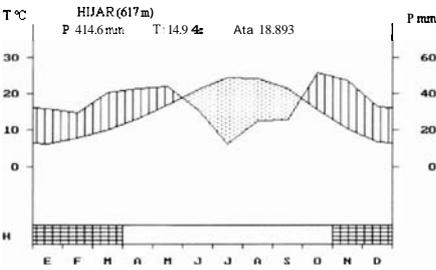
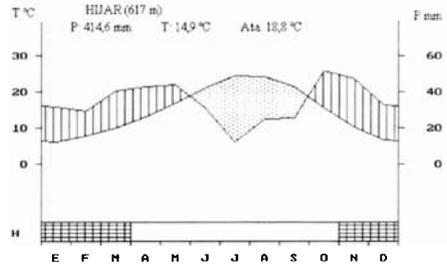
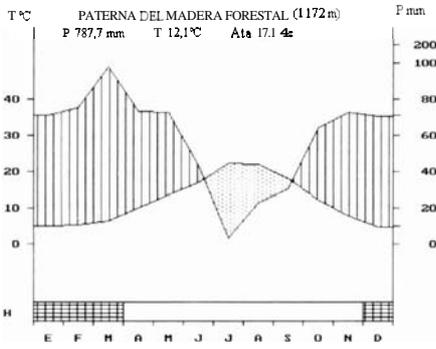
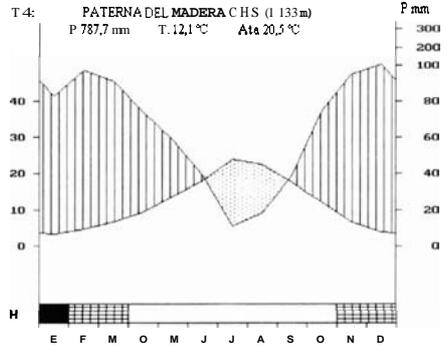
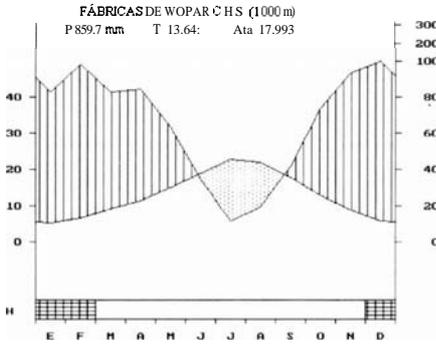


FIGURA 5. Disponibilidades hídricas mensuales.

Para determinar las disponibilidades hídricas mensuales (figura 5), se utiliza el criterio de Lautensach y Mayer (1964).

Partiendo de los valores de ETP y ETR resultantes del método de Thornthwaite, se consideran meses áridos aquéllos en los que el déficit de agua (ETP-ETR) supera los 25 mm. La mayor parte de la cuenca (69,2%), presenta valores inferiores a este umbral, tan sólo una cuarta parte del año, aumentando este porcentaje a medida que se descende hacia el embalse. Los sectores de cabecera muestran una marcada dicotomía entre los meses con



- Mes de helada segura
- Mes de helada probable
- Mes libre de helada
- Mes húmedo
- Mes seco

FIGURA 6. Diagramas bioclimáticos de diversas estaciones incluidas en la cuenca alta del río Mundo.

disponibilidades superiores e inferiores a 25 mm, que va quedando atenuada al aumentar el número de meses con una situación intermedia, entre 0 y 25 mm. Paralelamente se produce un incremento en el porcentaje anual de meses áridos, de tres en la vertiente occidental hasta cinco meses en el embalse de Talave.

## 7. DIAGRAMAS BIOCLIMÁTICOS

La representación gráfica del clima ofrece una visión de conjunto de sus características. La mayoría de estos gráficos representan valores de precipitación (P) y temperatura (T) trazando ambas curvas con escalas diferentes, de forma que la de las temperaturas es el doble de la de las precipitaciones ( $P=2T$ , a 1 mm le corresponden 2° C). Se consideran así meses húmedos aquéllos en los que la primera queda por encima de la segunda. Este modelo propuesto por Gaussen y Bagnouls (1953) modificado por Walther y Lieth (1967) y adaptado por Rivas Martínez (1984), ha sufrido aproximaciones posteriores.

Mediante la aplicación informática Bioclima (Alcaraz, 1993) se elaboran los climogramas para la cuenca (figura 6), reflejando no sólo temperaturas y precipitaciones medias mensuales, sino también el período de heladas probables y seguras, prescindiendo por tanto, de las estaciones exclusivamente pluviométricas con series térmicas deducidas. Estos gráficos constituyen una visión de conjunto del clima del territorio, dada la posición en el contexto de la cuenca de las siete estaciones representadas.

## CONCLUSIONES

En la cuenca alta del río Mundo se establecen tres zonas con características climáticas diferenciadas:

1. La primera abarca los enclaves más occidentales dejando en su interior los observatorios de Paterna del Madera Forestal, Paterna del Madera C.H.S. al Norte, Fábricas de Riopar Forestal, Fábricas de Riopar C.H.S. al Sur y Cañada del Provencio al Este. Aquí se registran las precipitaciones más cuantiosas de toda la cuenca, oscilando entre algo más de 900 mm y 700 mm. El máximo pluviométrico es invernal, siendo febrero y diciembre los meses más lluviosos, por la influencia sobre este área de los vientos del Oeste. Los índices termopluviométricos y de humedad aplicados, muestran que se trata del sector más húmedo. La temperatura media anual ligeramente superior a 13° C en el extremo oriental de esta zona (Cañada del Provencio), se sitúa un grado por debajo en los demás enclaves. Pese a que en julio, mes más caluroso, se alcanzan los 23,5° C, ya en noviembre los termómetros se sitúan por debajo de los 10° C permaneciendo así hasta abril. Tanto la amplitud térmica como la continentalidad son moderadas. La rigurosidad térmica invernal hace que la mayoría de las estaciones queden dentro del piso Mesomediterráneo, no en vano este área registra el mayor número de nevadas, entre 9,5 a 15,4 días/año. Los balances hídricos y los diagramas bioclimáticos ponen de manifiesto que se trata del sector más favorecido.

2. El centro de la cuenca, observatorios de Bogarra Bogarra Las Yeguarizas, Cañada de Haches de Abajo y Ayna el Griego, se caracteriza por una pérdida de actividad de las borrascas atlánticas cuyo resultado inmediato es el incremento de la temperatura media anual, por encima de los 13° C, y el descenso significativo en el volumen precipitado (en

tomo a 550 mm anuales). En general se trata de un área de transición donde las condiciones predominantes en cabecera van atenuándose para dejar paso a las características propias del tercer grupo.

3. El tercer sector, que corresponde al extremo oriental, está representado por Tobarra Campo de Tiro, Hijar, Liétor C.H.S. y Embalse de de Talave. El descenso del influjo oceánico y la menor envergadura de los relieves, favorece el aumento térmico con valores superiores a los 16° C de media anual. Su posición de resguardo frente a la Meseta y la proximidad al dominio mediterráneo provocan la caída de las precipitaciones, (Hijar es la más lluviosa con 414 mm) cuyo máximo se desplaza definitivamente a otoño, rasgo característico del SE peninsular. La presencia de matices de aridez es resultado del descenso en las disponibilidades acompañado de un incremento en las pérdidas por evaporación y evapotranspiración. Se trata por tanto del sector más seco, en contraste manifiesto con los grupos anteriores, especialmente con el primero.

## REFERENCIAS

- ALCARAZ, F. (1993): *Bioclimate: un programa informático para la automatización de análisis bioclimáticos* (versión de desarrollo). Panel presentado ante las XIII Jornadas de Fitosociología, Lisboa.
- CAPEL MOLINA, J.J. (1982): *La aridez en la Península Ibérica. Algunos mapas bioclimáticos*. En Homenaje almeriense al botánico Rufino Sagredo. Instituto de Estudios Almerienses. Almería, pp. 7-35.
- (1991): «Los mecanismos pluviométricos en la submeseta meridional». *Papeles de Geografía*, 17. Universidad de Murcia, pp. 21-42.
- CUADRAS C.M. (1990): «Problemas de probabilidades y estadística». En *Col. Estadística y Análisis de datos*, vol. 1, PPV Barcelona, pp. 237-38.
- DANTÍN CERECEDA, J. y REVENGA CARBONELL, A. (1941): «Las líneas y las zonas isóxeras de España según los índices termopluviométricos. Avance del estudio de la aridez en España». *Estudios Geográficos II*, pp. 35-92.
- DE MARTONNE, E. (1926): «L'indice d'aridité». *Bull. Ass. Géogr. France*, 9, pp. 3-5.
- DÍAZ ÁLVAREZ, J.R. (1981): *Estudio del potencial de los suelos agrarios de la provincia de Almería*. Publicado por M° de Agricultura (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias) Madrid, pp. 183-184 y 151-236.
- EMBERGER, E. (1932): «Sur une formule climatique et ses applications en botanique», *La Météorologie*. Paris, pp. 423-432.
- GIACOBBE, A. (1958): «Ricerche ecologiche sull'aridità nei paesi del mediterraneo occidentale», *Webbia* 14 (1), pp. 1-79.
- GOREZYNSKI, W. (1920): «Sur le calcul de degré de continentalisme et son application dans la Climatologie», *Ann de Géographie*, pp. 52-68.
- HUFTY, A. (1976): *Le bilan de l'eau Introduction a la climatologie*, cap. IX. Publicado por P.U.F., 184 pp.
- JENSEN, H.E. & HAISE, H. R. (1963): «Estimating evapotranspiration from solar radiation». *Journal of the Irrigation and Drainage Division*. American Society of Civil Engineers. USA, pp. 15-41.

- LANG (1920): *Verwitterung und boden bildung als Einfuhrung in die Boedenkunde*. Stuttgart. Obra citada en DATÍN y REVENGA (1941).
- LÓPEZ VÉLEZ, G. (1994): *Flora y vegetación del macizo del Calar del Mundo y Sierras adyacentes del Sur de Albacete*. España. Tesis Doctoral Universidad de Murcia.
- MONTANER SALAS, M.E. (1991): «Recursos y demandas de agua en el territorio de Mazarrón-Águilas». *Cuadernos Técnicos*, 7. Consejería de Política Territorial Obras Públicas y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. 374 pp.
- MUÑOZ MUÑOZ, J.; GARCÍA ALVARADO, J.M. y ARCHILLA ALDEANUEVA, R. (1985): «Características de la continentalidad en el clima de la España Peninsular». *Geographica. Revista de Geografía Aplicada del CSIC*. Vol. XXVII, pp. 41-69.
- ORTIZ, R.; ALBADALEJO, J.; MARTÍNEZ-MENA, M<sup>a</sup>; GUILLÉN, F y ÁLVAREZ, J. (1990): *Estudio de la erosión hídrica en tierras agrícolas de la región de Murcia*. Universidad de Murcia, CEBAS-CSIC, Agencia para el Medio Ambiente y la Naturaleza. Región de Murcia.
- PEÑA GARCÍA, J.L. (1994): «Programas informáticos para las clasificaciones climáticas de Koppen y Thornthwaite», en *Perfiles actuales de la Geografía Cuantitativa en España*, Univ. de Málaga, Grupo de Métodos Cuantitativos de la A.G.E., Málaga, pp. 143-152.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. (1987): *Nuevo índice de termicidad para la Región Mediterránea*. VII Reunión de la Ponencia de Bioclimatología del CSIC. Zaragoza.
- (1990): *Bioclimatic belts of West Europe (Relations between bioclimate and plant ecosystems)*. Course on Climatic and Global Change (Commission of the European Communities).
- (1993): *Bases para una nueva clasificación bioclimática del mundo*. Ponencia presentada ante las XIII Jornadas de Fitosociología, Lisboa.
- SÁNCHEZ TORIBIO, M.J. (1992): «Métodos para el estudio de la evaporación y evapotranspiración». *Cuadernos Técnicos S.E.G.*, 3, Sociedad Española de Geomorfología, Geoforma Ediciones, 36 pp.
- SÁNCHEZ TORIBIO, M.J.; DEL AMOR GARCÍA, F.; TORRECILLAS MELENDRERAS, A. (1989): *Control de necesidades hídricas: evapotranspiración. Programa de Asesoramiento en riegos*. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.