

EL CLIMA Y LA HUMEDAD DEL SUELO

Balances hídricos normales

El principal objeto del cálculo de balances hídricos diarios, en tiempo real, es conocer la reserva de humedad en el suelo y, en su caso, la cantidad de agua disponible para escorrentía, cuando aquélla alcanza el valor de saturación para cada terreno. Sin embargo, es fundamental exponer estos datos en términos relativos, mediante su comparación con los valores medios para un período representativo, por ejemplo, treinta años, lo que nos permitirá determinar en cada momento cómo se va comportando el año hidrometeorológico respecto a uno normal o mejor medio.

A tal fin, y con datos normalizados al período de referencia común 1941-1970, se han confeccionado fichas hídricas normalizadas para distintas reservas máximas de saturación para un conjunto de 739 estaciones termopluviométricas de nuestro país. Al disponer tan sólo de datos de precipitación y temperatura además de los específicamente geográficos de cada estación se optó por elegir la técnica de THORNTHWAITE, para el cálculo, con la reserva de que los resultados obtenidos pudieran ser de aplicación discutida en las regiones de clima mediterráneo típico donde la variabilidad de la precipitación es grande, las temperaturas medias alcanzan valores relativamente altos y la influencia de la irradiación solar juega un papel relevante.

En base a los valores medios mensuales de precipitación y temperatura se obtienen los correspondientes valores medios de evapotranspiración potencial, reserva, evaporación real, déficit, excedente y escorrentía, y los valores medios diarios de precipitación y evapotranspiración potencial se calculan mediante análisis de Fourier, de modo que el valor normal diario viene dado por la expresión:

$$y(t) = A_0 + \sum_{n=1}^6 \left(A_n \cos \frac{2\pi nt}{365} + B_n \sin \frac{2\pi nt}{365} \right)$$

$t = 1, 2, \dots, 365$

es decir, como suma del valor medio diario A_0 y los seis primeros armónicos de Fourier. Los doce coeficientes (A_n , B_n) se obtienen mediante el correspondiente ajuste de los 12 valores diarios de los días centrales de cada mes.

En la figura 1 se tiene la ficha hídrica correspondiente a la estación de BADAJOZ-BASE AEREA DE TALAVERA LA REAL. Se han supuesto reservas máximas de saturación de 75 mm, 100 mm y 150 mm, de manera que según un análisis previo del tipo de terreno se utilizará aquella más acorde con la determinación experimental de la reserva máxima obtenida.

Seguidamente se ha trazado un gráfico con la marcha diaria de la precipitación y de la evapotranspiración potencial donde se señalan las fechas significativas de inicio de cada período hidrometeorológico, así como el valor de la escorrentía mensual.

Análogo tratamiento se ha dado a los datos normales del resto de las estaciones termopluviométricas seleccionadas de nuestro país y con los resultados obtenidos se ha realizado un análisis global con el fin de describir cómo se comporta la humedad del suelo, entre qué límites oscila y cómo es su evolución en el transcurso de un año medio.

Así, de esta manera, la evolución media espacio temporal de la humedad del suelo se puede ver en los cuatro mapas siguientes, en los que se ha realizado, me-

diante el trazado de isocronas, un análisis de las fechas relativas al inicio de cada período del año hidrometeorológico que comienza el 1 de septiembre para finalizar el 31 de agosto, y que muy brevemente se comentan a continuación:

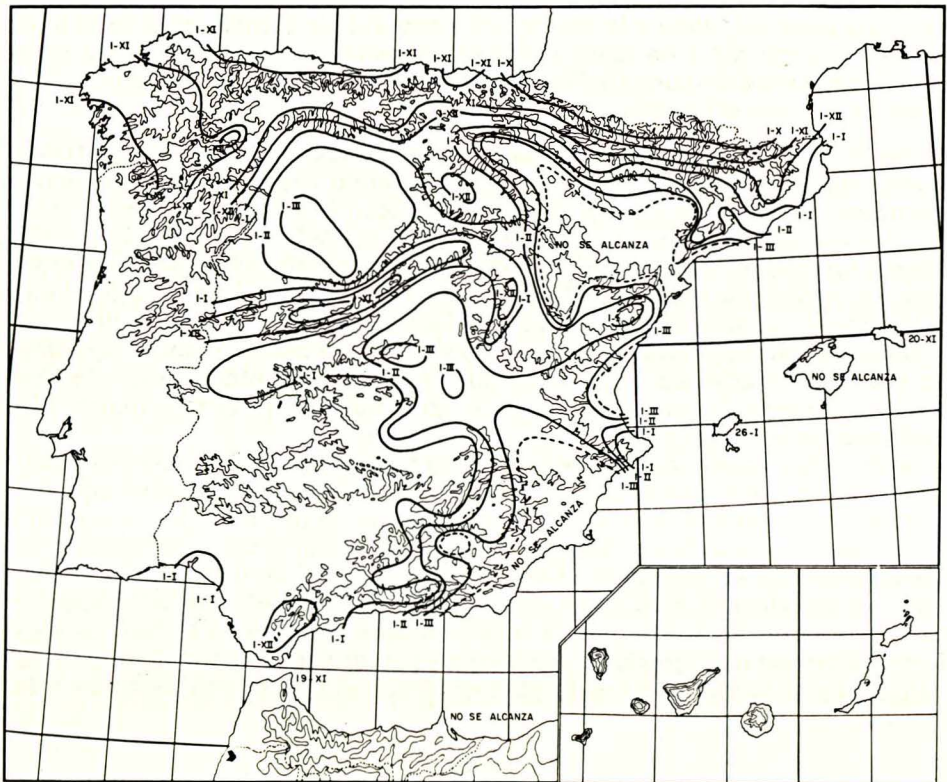
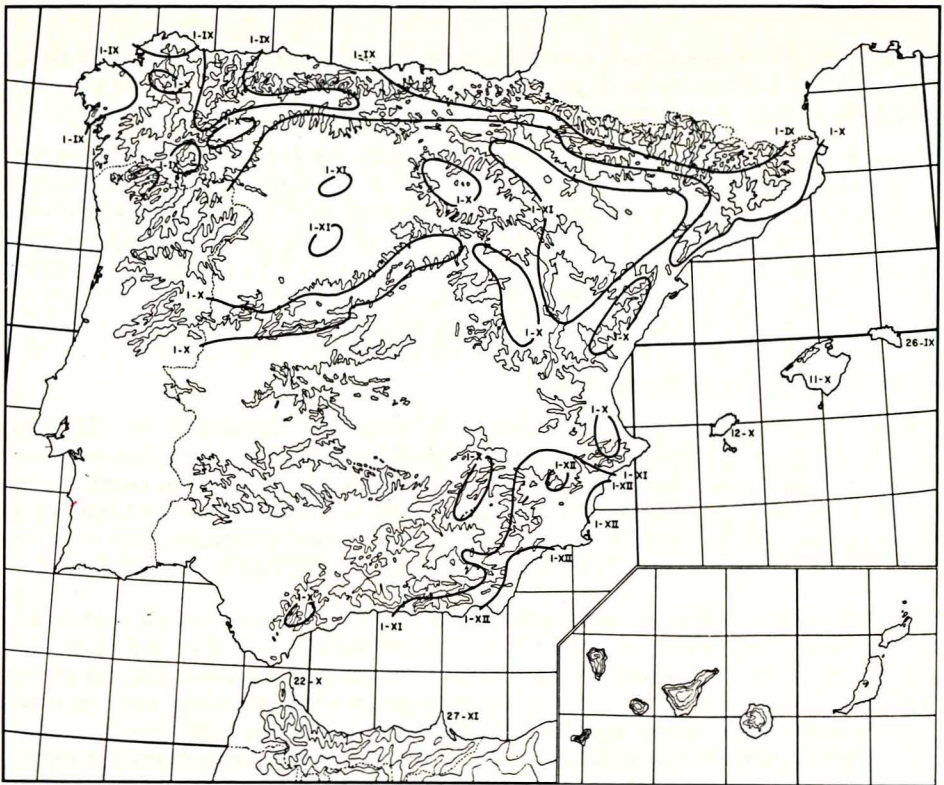
Mapa 1: *Fecha media en que comienza a constituirse la reserva de humedad en el suelo.* La evapotranspiración potencial empieza a ser inferior a la precipitación y, en consecuencia, el exceso de agua pasa al terreno, se inicia el otoño hidrometeorológico, tiene lugar desde 1 de septiembre en el norte de Galicia, Cantábrico y Pirineos, y hasta el 1 de diciembre las lluvias no llegan a tener alguna efectividad en el Sureste peninsular, en general las fechas van siendo más tardías de Norte a Sur. La isocrona del 1 de noviembre delimita las zonas en que la efectividad de las lluvias de otoño es relativamente tardía. En esta zona está una buena parte del Valle del Ebro y el Sureste peninsular.

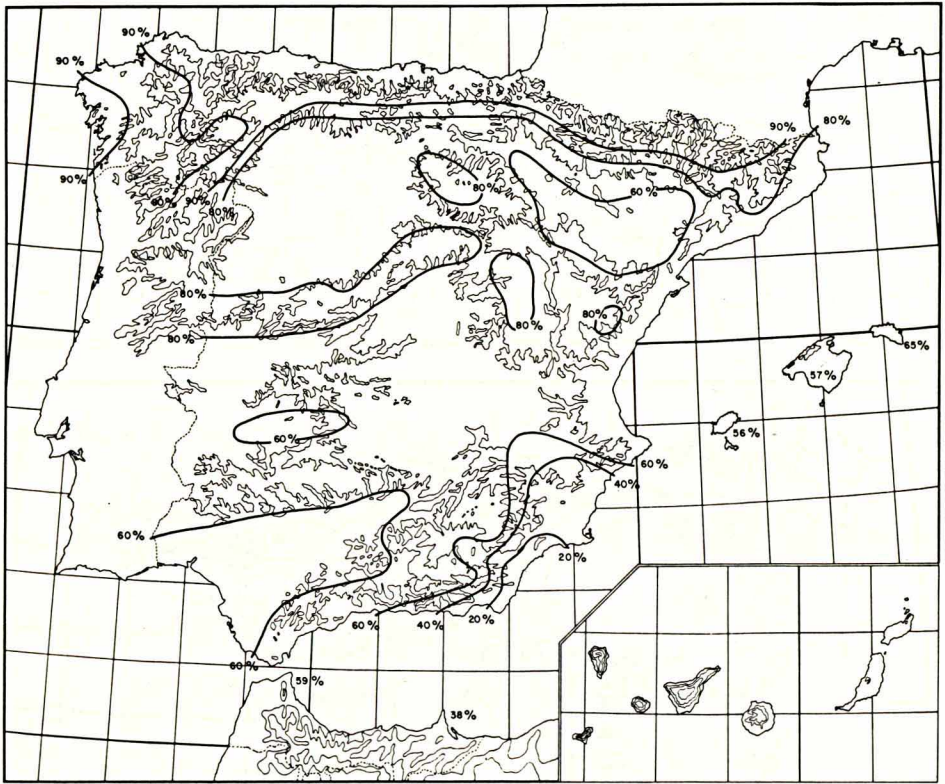
Mapa 2: *Fecha media en que se alcanza la reserva de saturación de 100 mm.* El exceso de agua se va almacenando en el suelo hasta alcanzar un valor máximo de 100 mm a medida que transcurre la estación húmeda. Los suelos están ya saturados de agua el 1 de octubre en las zonas más húmedas del País Vasco y Pirineos; en cambio, en las zonas localizadas en la vertiente mediterránea y delimitadas con una línea de trazos no se llega a alcanzar la reserva de saturación.

Mapa 3: *Fecha media en que comienza a disminuir la reserva de humedad del suelo.* Una vez transcurrido el invierno, la temperatura comienza a adquirir valores más altos, la evapotranspiración comienza a superar a la precipitación y si hay agua almacenada en el terreno parte de ésta pasa a la atmósfera para que, junto con la procedente de lluvia, iguale a la evapotranspiración potencial a expensas de una disminución de la reserva de humedad del suelo. Esto ocurre a partir de mediados de abril en las dos mesetas y los valles del Guadalquivir y Ebro, así como en la mayor parte de la vertiente mediterránea. En Galicia, Cantábrico y Pirineos el agua que pasa del suelo a la atmósfera a costa de la disminución de la reserva tiene lugar a partir del 1 de junio e incluso en las zonas más altas de los montes de León, Cordillera Cantábrica y Pirineos entre finales de junio y principios de julio, es decir, ya entrado el verano.

Mapa 4: *Fecha media de agotamiento de la reserva de saturación de 100 mm.* A medida que las precipitaciones van disminuyendo hasta alcanzar los mínimos pluviométricos de verano y estas lluvias no superan el valor de la evapotranspiración, día a día va pasando agua del terreno a la atmósfera para igualar a aquélla, hasta que finalmente se agota. En la zona de nuestro país más húmeda, Cordillera Cantábrica y Pirineos, ésta no se llega a agotar en el transcurso del año hidrometeorológico; en cambio, en los valles del Tajo, Guadiana, Guadalquivir, medio y bajo Ebro y litoral mediterráneo, para el 15 de junio ya no hay reserva alguna en el suelo y éste permanecerá seco hasta que las lluvias de otoño sean efectivas y superen los valores de evapotranspiración. En el Sureste, ya el 1 de marzo, el suelo está seco; es la región más árida de la Península.

Finalmente, y en el mapa número 5, se ha representado el número de días con humedad en el suelo, expresado en tanto por ciento del total de días del año. Se ha obtenido por substracción gráfica entre el mapa de fecha media de agotamiento de la reserva, mapa 4 y el mapa 1, fecha en que comienza a constituirse la reserva. Representa, en definitiva, la distribución espacial de un índice hidroclimático con un significado muy claro como es el especificado, de aplicación, bien simple, que indudablemente puede tener ventajas frente a otros índices de este tipo que se vienen manejando en hidrología y climatología. Teóricamente varía entre 0 y 100 y en nuestro país es posible encontrar el máximo en las zonas más al-





tas del sistema Cantábrico, Pirineos y naturalmente en las escasas de nieves perpetuas.

En el caso de la estación Badajoz-Talavera la Real, cuyo datos han servido para ilustrar este trabajo, resultará que el 24 de octubre es el día en que comienza a constituirse la reserva, está ya el suelo con humedad y el día 10 de junio se ha agotado la reserva, suponiendo que la reserva máxima de saturación es de 100 mm; por tanto, como el 10 de junio es el día 283 del año hidrológico y el 24 de octubre el 54, el valor que toma el índice es:

$$N_h = \frac{F_A - F_C}{365} \cdot 100 = 62 \%$$

Sería conveniente el cálculo más exacto de F_A (fecha media de agotamiento de la reserva) determinando previamente la reserva máxima de saturación real media, de la zona representativa de los datos de la estación termopluviométrica y no los 100 mm que se han asignado a todos los lugares, con lo que obtendríamos un índice, sin duda, más ajustado y, por tanto, más representativo.

Los climatólogos buscan, en definitiva, un índice numérico mediante el cual puedan caracterizar los climas y así realizar una taxonomía de los mismos a la vez simple y precisa. Este objetivo es, sin duda, difícil de alcanzar y prueba de ello son las múltiples tentativas que se han hecho. Las clasificaciones de Köppen, Thornthwaite no son otra cosa, así como los índices de Martone, Lang, Penek, Emberger, etcétera, y el índice hídrico anual R/E como cociente entre la precipitación media anual y la evapotranspiración potencial anual, esta última calculada por las fórmulas de Penman o por el método de M. I. Budyko o el SIMPLIFICADO de Thornthwaite desarrollado por I. Font para nuestro país. El índice propuesto no pasa de ser una tentativa más con un específico significado climatológico, como es el número medio de días con humedad en el suelo.

Este índice climático contiene en su definición parámetros meteorológicos, temperatura, precipitación, astronómicos como la latitud y tiene de alguna manera en cuenta las características del suelo, dado que la reserva máxima de saturación se fija en función de estas condiciones.

Madrid, 6 de agosto de 1984.

CARLOS ALMARZA MATA
METEOROLOGO