



**METODOLOGÍA PARA ESTIMAR LA HUMEDAD DEL SUELO MEDIANTE UN  
BALANCE HÍDRICO EXPONENCIAL DIARIO**

( Balance Hídrico 2 )

Área de Climatología y Aplicaciones Operativas

*Roser Botey Fullat*  
*Jose Vicente Moreno García*

Enero 2015



**ÍNDICE:**

1. ANTECEDENTES
2. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA
3. FORMULACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO EXPONENCIAL DIARIO
4. HERRAMIENTAS Y DATOS DE ENTRADA
5. PRODUCTOS Y APLICACIONES
6. REFERENCIAS

## 1. ANTECEDENTES

El contenido de humedad del suelo es un parámetro difícil pero importante de determinar, ya que está relacionado con el comportamiento de la atmósfera cerca de la superficie (modelos de predicción meteorológica), con la dinámica de las aguas superficiales (modelos hidrológicos distribuidos), con la regulación de los ecosistemas y con todo lo referente a la actividad agrícola y forestal.

Adaptándose a los recursos disponibles a lo largo del tiempo, tanto el Instituto Nacional de Meteorología como la actual Agencia Estatal de Meteorología, han querido proporcionar valores de humedad de suelo estimados a partir de las variables climatológicas medidas diariamente.

En los años 80 la reserva de humedad del suelo se estimaba de forma puntual para cada una de las estaciones sinópticas, utilizando el cálculo de la evapotranspiración potencial por el método de Thornthwaite y el cálculo del agotamiento de la reserva mediante el método directo. Se consideraba como reserva máxima un valor fijo de 100 mm.

En el año 1996 la posibilidad de utilizar campos en rejilla en tiempo cuasi-real de las diferentes variables meteorológicas (mapas de análisis del modelo HIRLAM) e información fisiográfica también en rejilla, llevó a la implementación de un Balance Hídrico diario con un tamaño de celdilla de 17 km x 22 km. El cálculo de la Evapotranspiración de Referencia se realizaba según la Ecuación modificada de Penman-Monteith propuesta por FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). El modelo de Balance Hídrico estimaba previamente la precipitación efectiva según Témez y posteriormente se calculaba la reserva de agua en el suelo, según la reserva del día anterior y una función específica para el cálculo del agotamiento de la reserva (Navarro, J.A.; Picatoste, J.R. ,1996).

El gran desarrollo de los modelos numéricos en los últimos años, así como la posibilidad de utilizar datos de satélite de interés hidrológico, han aumentado la disponibilidad de modelos numéricos orientados a obtener mejores resultados tanto en el campo de la predicción meteorológica como en lo referente a temas hidrológicos como son la gestión de avenidas, gestión de sequías, o de recursos hídricos, que son fundamentales para poder paliar el impacto de los desastres naturales sobre la población. La utilización de los nuevos modelos en muchas ocasiones está limitada, ya que requieren conocer para su correcto funcionamiento un gran número de variables que en muchas ocasiones no están disponibles y es necesario estimar.

En la actualidad en el Area de Climatología y Aplicaciones Operativas, se han realizado varias modificaciones al Balance Hídrico implementado en 1996, buscando disponer de un Balance Hídrico que estime lo mejor posible la humedad del suelo, pero que a su vez sea de utilidad para realizar estudios climatológicos medioambientales en los que

se requiera disponer con periodicidad diaria de información del contenido de agua en el suelo a diferentes profundidades y durante un periodo de tiempo suficientemente largo.

Las modificaciones , implementadas en septiembre de 2012, han supuesto las siguientes mejoras:

- Conseguir una mayor resolución. De una rejilla de 17kmx22km, se cambia a 5km x 5 km en Península y Baleares y 2km x 2 km en Canarias..
- Disminuir el error en la estimación de la precipitación. Se utiliza la información de precipitación de más de 800 estaciones automáticas cuyos datos se encuentran en tiempo cuasi-real en la Base de Datos de 10 minutos del Banco Nacional de Datos Climatológicos.
- Cambiar la formulación del Balance Hídrico. La formulación que se utiliza es la del método exponencial de Thornthwaite y Mather adaptada al cálculo diario y expuesta en Botey et al. (2009). Plantea la ventaja de requerir pocos parámetros de entrada y da buenos resultados teniendo en cuenta las hipótesis de partida.
- Obtener una nueva estimación de la Reserva Máxima del suelo como reserva de Agua Disponible Total para las plantas, utilizando información fisiográfica con mayor resolución.
- Cubrir las nuevas necesidades de información tanto para secciones internas de AEMET como para usuarios externos, con la generación de nuevos productos.

## 2. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA

Se expone a continuación el cálculo que se realiza para estimar la evapotranspiración del cultivo de referencia ( $ET_0$ ) por el método FAO de Penman-Monteith (F.A.O. 1998) a partir de diferentes variables climáticas.

La  $ET_0$  es la evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua, es pues una evapotranspiración potencial.. En el documento FAO56 (Evapotranspiración del cultivo), se expone que “la superficie de referencia es un cultivo hipotético de pasto, con una altura asumida de 0,12 m, con una resistencia superficial fija de 70 s/m y un albedo de 0,23. La superficie de referencia es muy similar a una superficie extensa de pasto verde, bien regada, de altura uniforme, creciendo activamente y dando sombra totalmente al suelo. La resistencia superficial fija de 70 s/m implica un suelo moderadamente seco que recibe riego con una frecuencia semanal aproximadamente”.

Los datos meteorológicos diarios de partida para el cálculo son:

Temperatura máxima y mínima o Temperatura media

Humedad relativa del aire máxima y mínima o Humedad relativa media

Velocidad media diaria del viento a 10 m de altura (o recorrido 0-24)

Nº de horas de sol (insolación diaria)

Presión media al nivel de Referencia de la estación

La ecuación general es:

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (\text{Ec.1})$$

donde:

$ET_o$	<i>evapotranspiración de referencia (mm día<sup>-1</sup>)</i>
$R_n$	<i>radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>)</i>
$G$	<i>flujo de calor del suelo (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>)</i>
$T$	<i>temperatura del aire a 2 m de altura (°C)</i>
$u_2$	<i>velocidad del viento a 2 m de altura (m s<sup>-1</sup>)</i>
$e_s$	<i>presión de vapor de saturación (kPa)</i>
$e_a$	<i>presión real de vapor (kPa)</i>
$e_s - e_a$	<i>déficit de presión de vapor (kPa)</i>
$\Delta$	<i>pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C<sup>-1</sup>)</i>
$\gamma$	<i>constante psicrométrica (kPa °C<sup>-1</sup>)</i>

### 3. FORMULACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO EXPONENCIAL DIARIO

El balance implementado parte de la ecuación general de balance de agua en el suelo, teniendo en cuenta unas hipótesis de partida que hacen posible la utilización de la información obtenida para posteriores estudios climatológicos (Botey et al. 2009).

La ecuación general del balance de agua es:

$$R_i = R_{i-1} + (P_i - E_{s_i}) + I_i - ET_{c_i} - D_i \quad (\text{Ec. 2})$$

donde para una profundidad determinada de enraizamiento:

*R<sub>i</sub>* : Reserva de agua disponible en el suelo en el día actual (hoy)

*R<sub>i-1</sub>* : Reserva de agua disponible en el suelo en el día anterior (ayer)

*P<sub>i</sub>* : Precipitación

*I<sub>i</sub>* : Cantidad de agua aportada por el riego

*E<sub>s<sub>i</sub></sub>* : Escorrentía superficial

*ET<sub>c<sub>i</sub></sub>* : Evapotranspiración del cultivo

*D<sub>i</sub>* : Drenaje fuera de la zona radicular (signo opuesto si es ascenso capilar).

*(P<sub>i</sub> - E<sub>s<sub>i</sub></sub>*) : precipitación efectiva o fracción de la precipitación total que es aprovechada por las plantas.

Las hipótesis que se consideran son:

- No existen aportes de riego ( $I_i = 0$ )
- La cantidad de precipitación que se pierde por escorrentía superficial ( $E_{s_i}$ ) y que no llega a penetrar en el suelo se considera nula. Para estimar diariamente la  $E_{s_i}$  sería necesario conocer para cada ubicación la velocidad de infiltración del suelo, la humedad del suelo, el estado de la vegetación y la intensidad de la lluvia. En general,  $E_{s_i}$  es cero en suelos bien drenados, sin pendiente y con pastos. Para balances diarios resulta difícil conocer el valor exacto de  $E_{s_i}$ , ya que las pérdidas por escorrentía en un lugar pueden suponer un aporte de agua en terrenos circundantes ubicados en depresiones.
- La evapotranspiración que puede llegar a tener el cultivo (evapotranspiración potencial), es la evapotranspiración del cultivo de referencia ( $ET_o$ ) de Penman-Monteith.
- No hay aportes por ascenso capilar, lo que supone una capa freática a suficiente profundidad.
- La diferencia entre el flujo subsuperficial entrante y saliente en el balance diario, se considera nulo.

El modelo utilizado en el balance hídrico para el cálculo del agotamiento de la reserva de humedad del suelo diariamente es el método exponencial de Thornthwaite y Mather, método recomendado en la “Guía para la elaboración de estudios del medio físico” editada en 2006 por el Ministerio de Medio Ambiente. Las partículas de agua en el suelo son retenidas con más fuerza a medida que éste pierde humedad. Se considera la reserva de agua como reserva de agua disponible (AD) para las plantas ( $R_i = AD$ ), en el perfil del suelo y hasta la profundidad donde se encuentran las raíces. Se considera  $R_{m\acute{a}x}$ , la cantidad de Agua Disponible Total para las plantas (ADT) que un suelo puede retener en un volumen que alcanza la profundidad de las raíces. El AD siempre es función de la cantidad de agua retenida por el suelo entre la Capacidad de campo y el Punto de marchitez. Una discusión sobre los valores de ADT y su estimación según el tipo de suelo viene reflejada en el artículo presentado por Botey et al. en las “X jornadas de investigación en la Zona No Saturada del suelo 2011”.

$$\frac{dR}{dt} = \frac{-(ET_i - P_i)}{R_{m\acute{a}x}} \cdot R \quad (\text{Ec.3})$$

De lo que se obtiene:

- En el caso de días húmedos la reserva varía como en un método directo:

$$\text{Si } P_i \geq ET_i \rightarrow R_i = \text{mín} \{ R_{i-1} + (P_i - ET_i); R_{m\acute{a}x} \} \quad \text{Día húmedo}$$

- En el caso de días secos la reserva varía según el método exponencial:

$$\text{Si } P_i < ET_i \rightarrow R_i = R_{i-1} \cdot \exp(- (ET_i - P_i) / R_{m\acute{a}x}) \quad \text{Día seco}$$

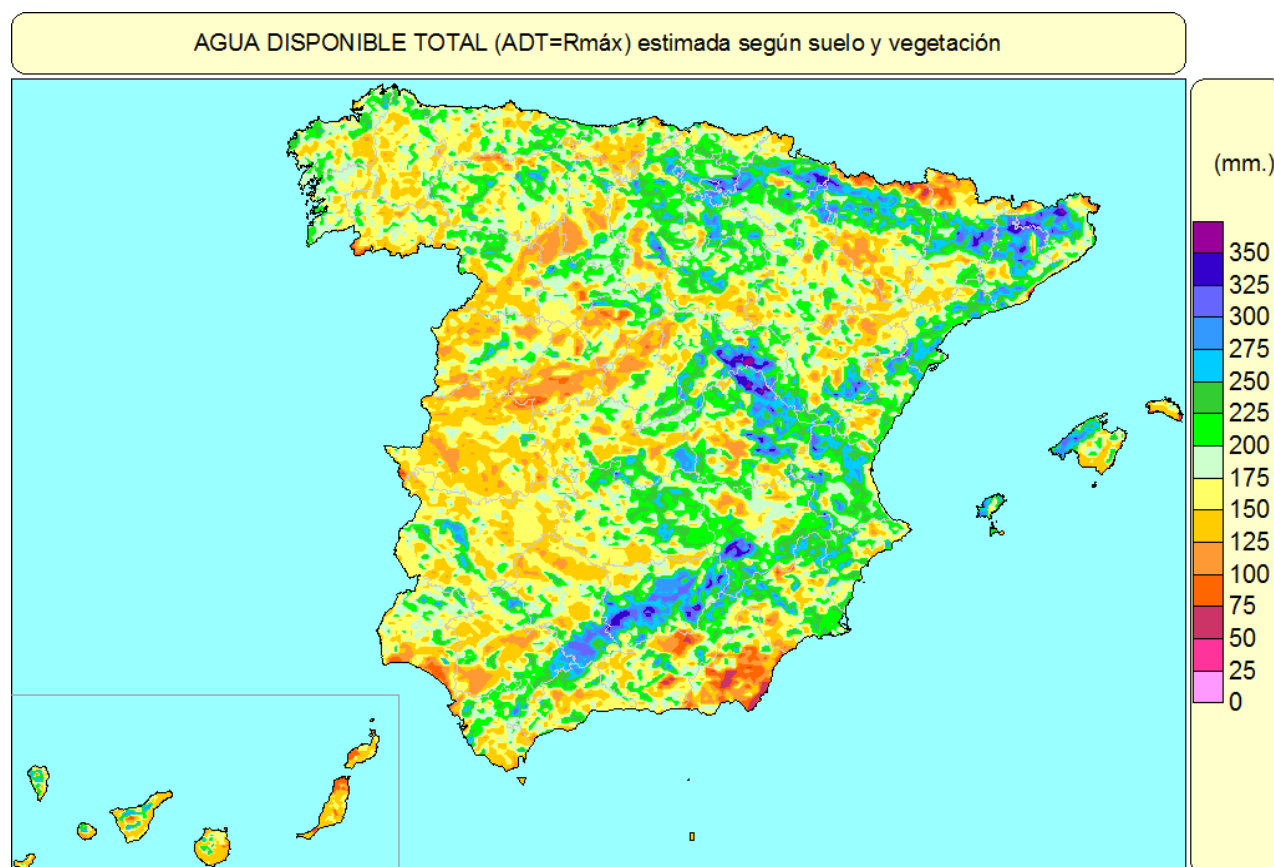
Además de calcular el valor en mm de la reserva de humedad del suelo también se calculan diariamente la evapotranspiración real, el déficit y el exceso, calculados a partir de las hipótesis de partida.

Puesto que en un determinado suelo podemos encontrarnos con distintos tipos de vegetación que a su vez dispone de diferente profundidad de sus raíces, y para facilitar una herramienta a los estudios climatológicos medioambientales posteriores, se calcula la humedad del suelo para una capa correspondiente al ADT estimada según la profundidad de las raíces de la vegetación tipo en la zona y también para una capa con

ADT de 25 mm, que se correspondería con una profundidad de suelo en cada caso diferente según las propiedades físicas de ese suelo. (Para un suelo medio de textura franca, 25 mm de ADT se corresponderían con los 20 a 25 primeros cm de suelo.)

Los valores de la Reserva Máxima en mm para cada punto, estimados como Agua Disponible Total (R máx como ADT máx) para las plantas se presentan en el mapa (fig 1.) y se han obtenido a partir de información fisiográfica disponible de texturas de suelo, de tipo de suelo según la clasificación de la clave Soil Taxonomy (2003), de usos del suelo CORINE 2006 y de los valores de la pendiente del terreno.

Fig 1.- Agua Disponible Total estimada a partir de información fisiográfica.



#### 4. DATOS DE ENTRADA Y HERRAMIENTAS

##### 4.1. Datos de entrada

Los datos diarios de entrada para el cálculo del Balance Hídrico diario se presentan a partir de diferentes fuentes y en diferentes formatos y requieren de un decodificado y posterior procesado. Son fundamentalmente:

- campos del HIRLAM. De los análisis del modelo HIRLAM de las pasadas 06, 12, 18 y 00 del día siguiente, se obtienen las variables en superficie de Presión, Temperatura, Humedad relativa y velocidad del viento (a 10 metros).



- b) Datos Sinópticos de precipitación e insolación de 06z a 06z procedentes de la BDM.. Se capturan cinco archivos correspondientes a las 06, 12, 18 del día, 00 y 06 del día siguiente.
- c) Datos de precipitación ( diario de 06 a 06 Z) de las estaciones climatológicas automáticas.

#### 4.2. Análisis y Depuración de los datos

En el cálculo del Balance Hídrico es muy importante conocer en todo el territorio la precipitación diaria con la mayor fiabilidad posible. Las estaciones que proporcionan el dato de precipitación en tiempo cuasi-real son en su mayoría estaciones automáticas cuyos datos deben ser depurados. En total son aproximadamente 800 estaciones a cuyos datos se les aplican controles de calidad automáticos en Banco Nacional de Datos Climatológicos (BNDC) y semiautomáticos verificados por el personal del Servicio de Aplicaciones Agrícolas e Hidrológicas. También se verifican los datos de insolación .

Una vez verificados los datos, se confecciona el mapa de precipitación diaria utilizando como método de interpolación un “krigeado”.

Como la reserva de humedad del suelo depende en gran medida de la precipitación acumulada durante todo el año, el programa del Balance Hídrico permite introducir nuevos mapas de precipitación diaria a posteriori, cuando ya se dispone de datos de precipitación de unas 3.000 estaciones meteorológicas, y mejorar así los productos de valores acumulados en el año.

#### 4.3. Sistema de Referencia Geodésico

Toda la información que se elabora como mapa, se genera en el Sistema de Referencia Geodésico ETRS89 (elipsoide GRS80) con proyección cartográfica UTM. Para la Península y Baleares se generan las coordenadas X e Y en el huso 30 y para Canarias en el huso 28. El tamaño de rejilla es de 5km x 5km para la Península y Baleares, y de 2kmx2km para Canarias, y está disponible en diferentes formatos.

En el anterior Balance Hídrico se utilizaba el Sistema de Referencia ED50 con proyección Lambert y rejilla de 17km x 22km.

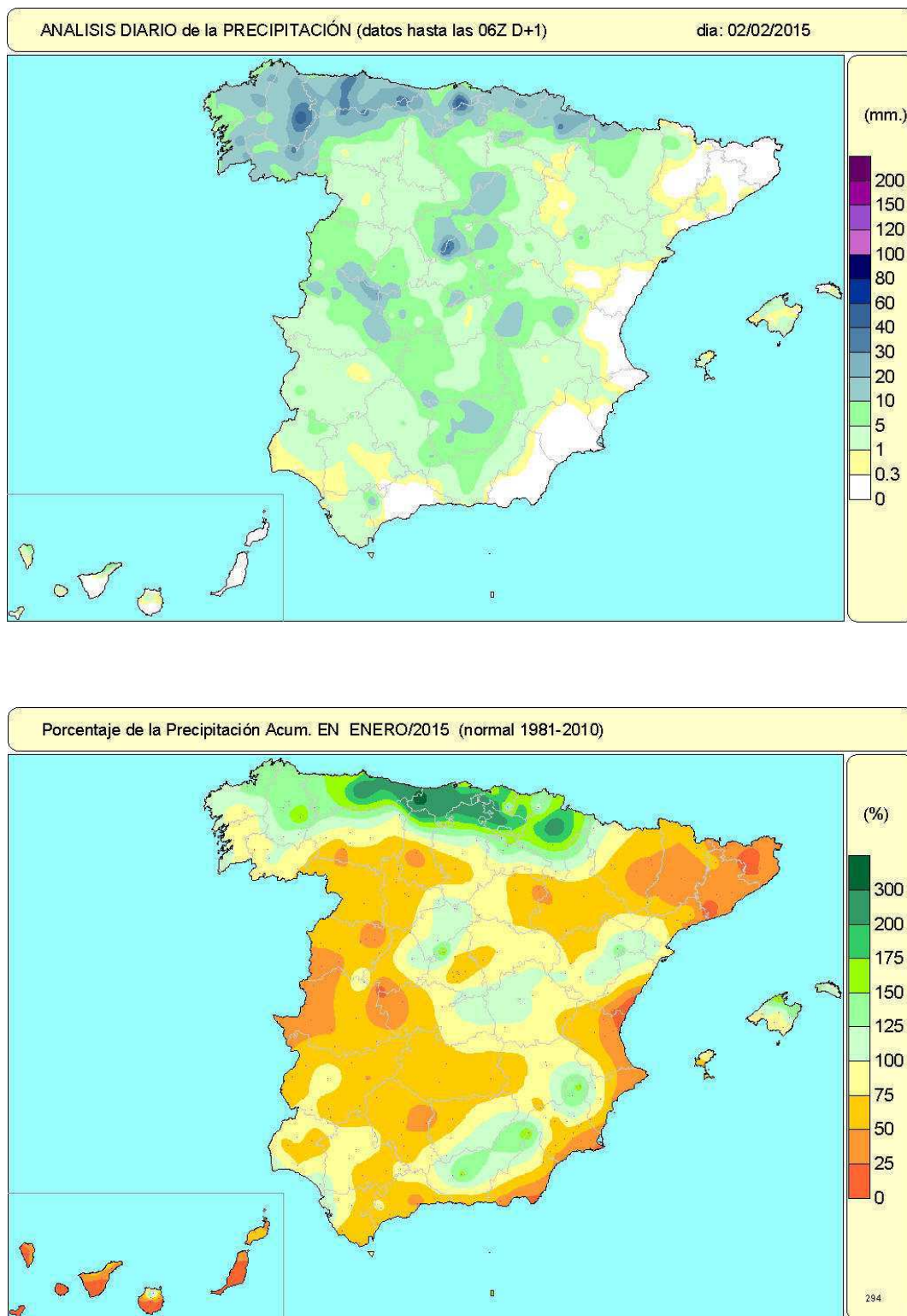
### 5. PRODUCTOS Y APLICACIONES

#### 5.1.- Precipitación

El programa del Balance Hídrico tiene incorporado el tratamiento de la precipitación diariamente para obtener un análisis de precipitación acumulada en un día, o en una semana, o decenal, quincenal o mensual. Bajo petición, también puede proporcionar la precipitación acumulada en un periodo de tiempo a elegir. Puesto que se realiza una supervisión detallada de los datos, los productos del Balance Hídrico en general, estarán disponibles para el usuario a partir del día siguiente o dos días más tarde, si es

después de un día festivo. Dada la importancia de las cantidades de precipitación acumuladas en un año también se dispone de los mapas de precipitación acumulada desde el inicio del año agrícola (1 de septiembre) hasta la fecha actual y desde el inicio del año hidrológico (1 de octubre).

Fig. 2. Ejemplos de productos de precipitación.



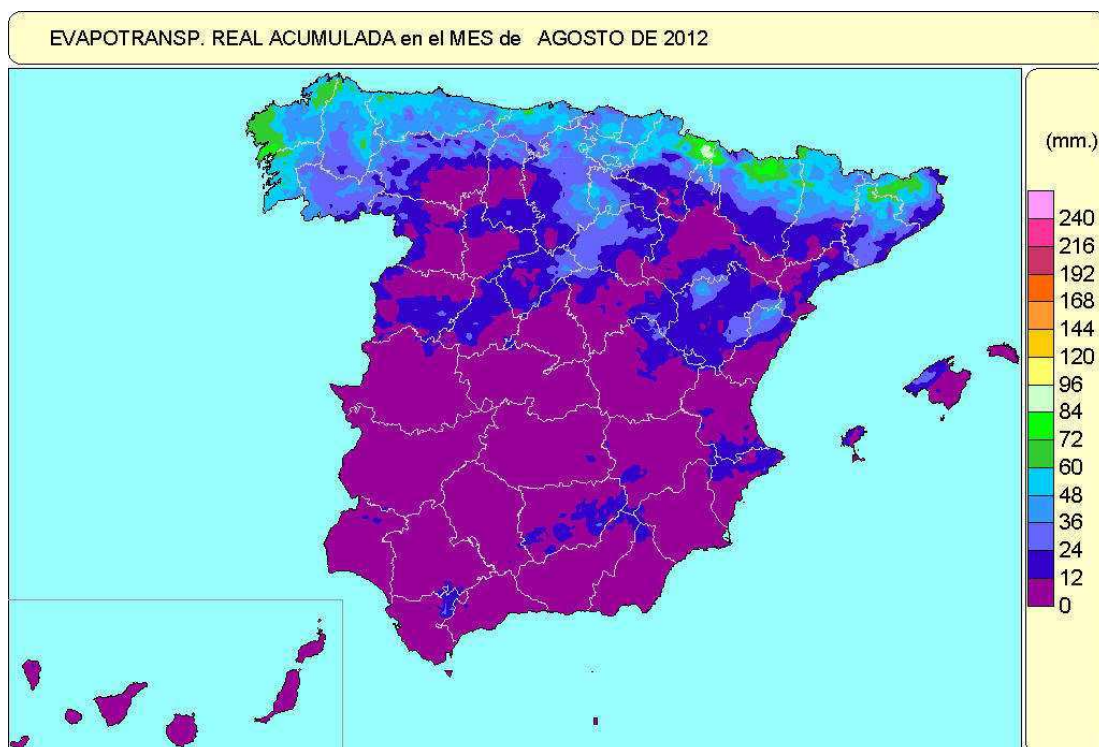
Otros productos que se obtienen son relativos al comportamiento de la precipitación respecto a los valores normales. En enero de 2015, se han introducido los datos de los valores normales de precipitación mensual acumulada para cada estación del periodo 1981 al 2010, y han sustituido al los del anterior periodo de referencia 1971-2000. Se obtiene para cada periodo elegido, el mapa del Porcentaje de precipitación sobre el valor normal. El cálculo se realiza con los datos de cada estación, y posteriormente con los datos de las anomalías puntuales se confecciona el mapa mediante interpolación por "krigeado". Para deducir de los valores normales de precipitación mensual la precipitación normal correspondiente a un periodo elegido se efectúa un análisis de Fourier de igual forma que se hacía puntualmente en los anteriores Balances Hídricos (Miró 1976).

## 5.2.- Evapotranspiración.

Utilizando las ecuaciones expuestas en el apartado 2, se obtienen mapas diarios, semanales, decenales o mensuales, de la Evapotranspiración de Referencia (ET<sub>o</sub>) de Penman-Monteith (FAO 1998) o Evapotranspiración potencial para el cultivo de referencia. Anteriormente se han elaborado tanto los análisis de precipitación diaria como los de insolación.

Fig. 3.- Ejemplos de productos de Evapotranspiración





Después de realizar el Balance Hídrico con las hipótesis establecidas en el apartado 3 se obtienen también mapas del valor teórico de Evapotranspiración real diarios, semanales, decenales o mensuales. Cuando no existe reserva de humedad suficiente en el suelo, la evapotranspiración real es inferior a la  $ET_o$  y puede llegar a valores muy inferiores en periodos muy secos.

### 5.3.- Humedad del suelo.

Con la metodología establecida en el Balance Hídrico que aquí se ha expuesto se obtienen diariamente los mapas de humedad como reserva de Agua Disponible para las plantas en un determinado espesor de suelo correspondiente con la profundidad de las raíces.

Cuando se considera en cada punto la Reserva máxima según el tipo de vegetación y características del suelo, se obtiene diariamente el mapa de humedad (Agua Disponible) en el suelo en mm respecto de la Reserva máxima calculada ( $ADT = R_{m\acute{a}x}$ ). Cuando se considera una reserva máxima fija en cada punto como puede ser una reserva de 25mm de Agua Disponible Total, se obtiene diariamente un mapa de humedad del suelo (mm) correspondiente a la capa superficial del suelo con un espesor que varía en función del tipo de suelo.

Teniendo en cuenta la humedad del suelo en el momento actual y la capacidad de retención del suelo en cada uno de los casos anteriores se obtienen también los mapas de : "Porcentaje de humedad del suelo sobre una capacidad de 25 mm ( $ADT = 25$  mm)" y "Porcentaje de humedad del suelo sobre la capacidad máxima ( $ADT = R_{m\acute{a}x}$ )". Así mismo también se confecciona el mapa de "Variación decenal del porcentaje de humedad del suelo respecto de la capacidad máxima".

Fig. 4.- Ejemplos de productos de humedad del suelo





#### 5.4.- Boletín del Balance Hídrico Nacional

Como resumen de la información decenal del Balance se elabora el Boletín denominado “Balance Hídrico Nacional”. Cada mes se confeccionan tres Boletines correspondiente a la primera y segunda decena y el tercero en el último día del mes con el resto de la información mensual, contienen diferentes tipos de mapas y una tabla con información correspondiente a las Estaciones Principales. En el ANEXO 1 se presenta copia de las cuatro páginas de un ejemplar, que normalmente se facilitará al usuario en formato “.pdf”.

#### 5.5.- Tablas Resumen de productos disponibles

Dada la diversidad de productos derivados del Balance Hídrico que se generan para diferentes usuarios se parte de los datos, en rejilla del Surfer (formato ASCII), de todas las variables tanto de entrada como de salida con acumulación diaria y también mensual, de aquellas que son acumulativas, y tanto para Península y Baleares como para Canarias. Existen también otros productos sin periodicidad de elaboración definida o de periodo de acumulación variable, se generan (semi-automáticamente o a petición) a partir de los datos antes mencionados.

Los mapas que se generan en tiempo cuasi-real y especialmente el de precipitación diaria son provisionales ya que con posterioridad (después de finalizar el año agrícola en curso) se recalcula el Balance Hídrico con el “grid” de precipitación diaria obtenido con el máximo número de estaciones posibles de la red de AEMET (aproximadamente 3000 estaciones).

Tabla 1 .- Relación de productos del Balance Hídrico y características.

VARIABLE	Elaboración	Periodo acumulado
PRECIPITACIÓN	diaria	1 día
	semanal	Última semana
	decenal	10 días
	mensual	1 mes
	diaria	Acumulado desde el 1 septiembre  (año agrícola)
	diaria	Acumulado desde el 1 octubre  (año hidrológico)
PORCENTAJE DE LA PRECIPITACIÓN SOBRE EL VALOR NORMAL	mensual	1 mes
	semanal	Última semana
	diaria	Porcentaje del Acumulado desde el 1 septiembre
	diaria	Porcentaje del Acumulado desde el 1 octubre
EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA	diaria	1 día
	semanal	Ultima semana
	decenal	10 días
	mensual	1 mes
	diaria	Acumulado desde el 1 septiembre

EVAPOTRANSPIRACION REAL  (según hipótesis inicio)	diaria	1 día
	semanal	Ultima semana
	mensual	1 mes
	diaria	Acumulado desde el 1 septiembre
HUMEDAD DEL SUELO-  Capa Total con ADT máxima.	diaria	Valor medio en ese día.  Variable que depende del valor del día anterior.
HUMEDAD DEL SUELO-  Capa superficial con ADT = 25mm	diaria	Valor medio en ese día.  Variable que depende del valor del día anterior
PORCENTAJE DE LA HUMEDAD DEL SUELO  Capa Total con ADT máxima	diaria	Valor medio en ese día
PORCENTAJE DE LA HUMEDAD DEL SUELO  Capa superficial con ADT=25 mm	diaria	Valor medio en ese día

Además de los productos relacionados la aplicación también está preparada para proporcionar reserva de humedad del suelo suponiendo otros niveles de Agua Disponible Total, como son valores de ADT de 50mm, 75 mm, 100mm, 150mm y 200mm.



## 6.- REFERENCIAS

Botey, R; J.V. Moreno y J. Pérez. 2009. Monitorización de la humedad del suelo en tres observatorios meteorológicos (campaña 2007-2008) 102 pág. AEMET, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Botey, R; J. Pérez y J.V. Moreno. 2011. Estimación del contenido de agua del suelo mediante el balance hídrico exponencial diario y comparación con medidas in situ en un Typic haploxeralf en la zona centro (Madrid-España). Estudios en la Zona no Saturada del Suelo. Vol X . Salamanca.

F.A.O. 1998. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Roma. págs 298

Ministerio de Medio Ambiente. 2006. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Publ. MMA. Madrid. págs 917.

Miró G. y Miniosguren 1976. Use of the WMO Basic System in the Computation of Operational Water Balance.” Workshop on the Water Balance of Europe. UNESCO-WMO, Bulgaria.

Navarro, J.A. y J.R. Picatoste. 1998. Metodología para estimar de forma operativa la humedad del suelo mediante un Balance Hídrico. Calendario Meteorológico 1998. INM.

RCS-USDA Soil Survey Staff (1975, 2003) 1999. Soil Taxonomy. Department Agriculture. Handbook nº 436 . págs 869.

**ANEXO 1.** – Ejemplo con las cuatro páginas del Boletín del “BALANCE HÍDRICO NACIONAL”

Número 3/2015

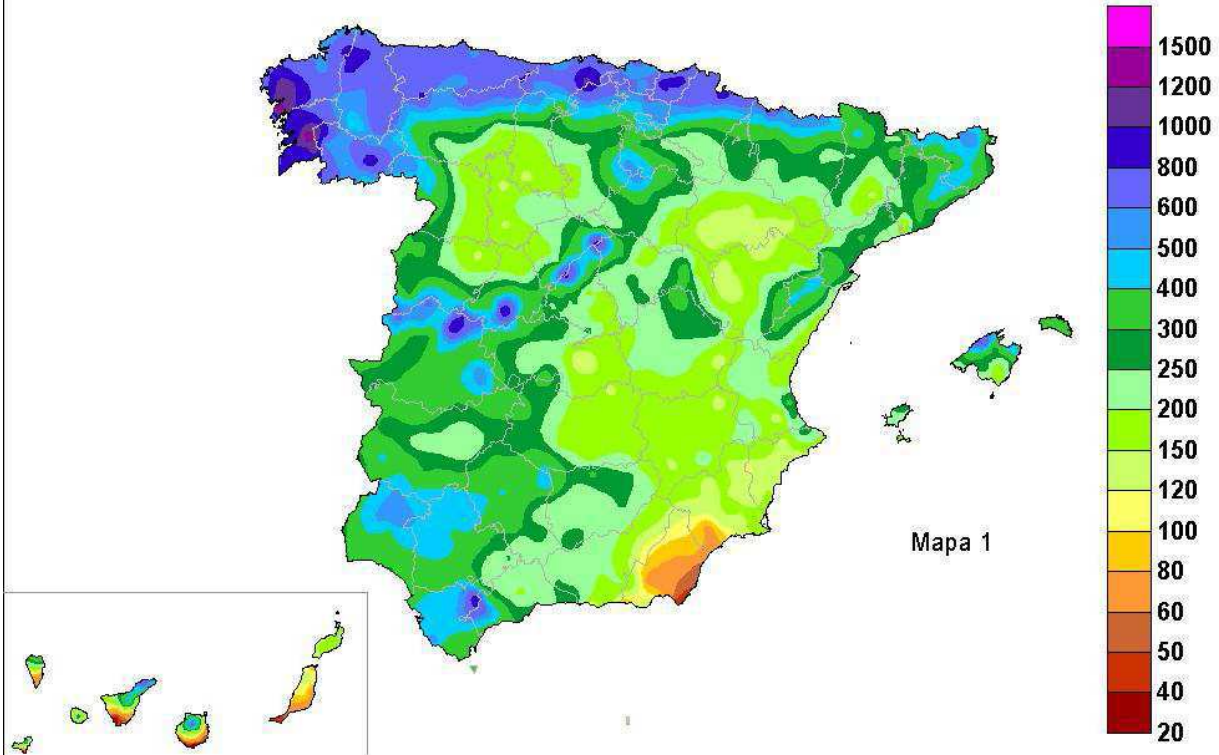
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



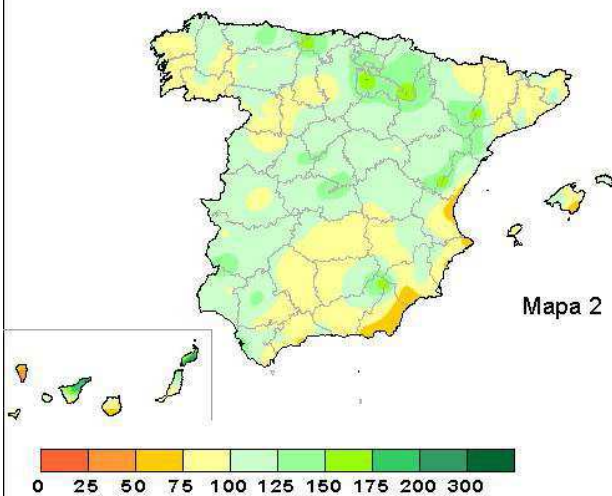
31 de enero de 2015

# BALANCE HÍDRICO NACIONAL

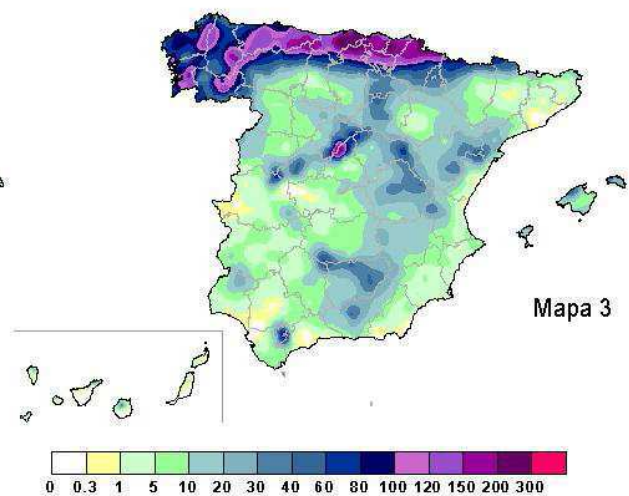
## PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm) DESDE EL 1 DE SEPTIEMBRE



### PORCENTAJE DE LA PRECIPITACIÓN ACUMULADA DESDE EL 1 DE SEPTIEMBRE SOBRE LA NORMAL



### PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm) EN LA DECENA

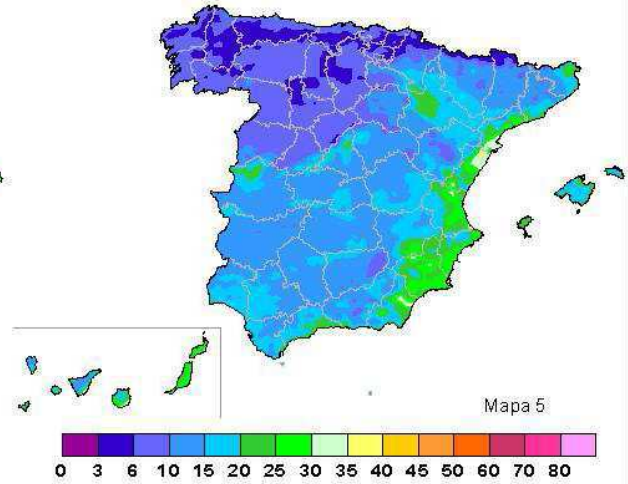
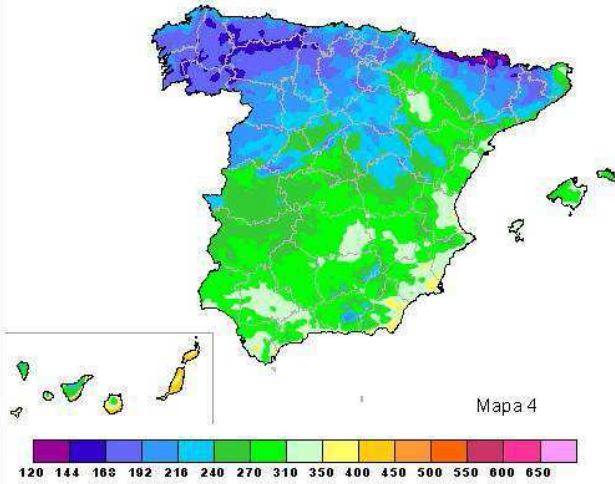


Número 3/2015

31 de enero de 2015

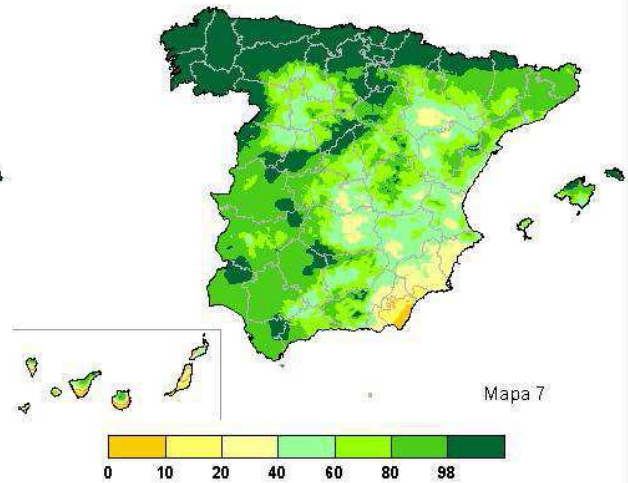
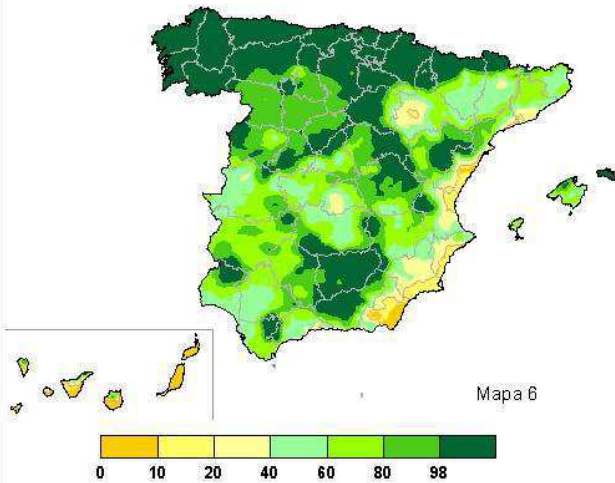
ET<sub>o</sub> ACUMULADA (mm) DESDE EL 1 DE SEPT.

ET<sub>o</sub> ACUMULADA (mm) EN LA DECENA



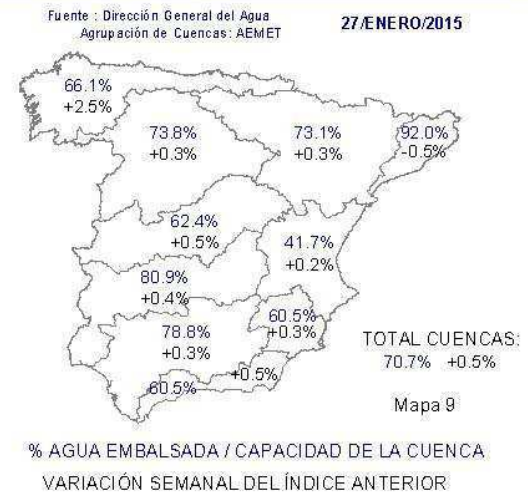
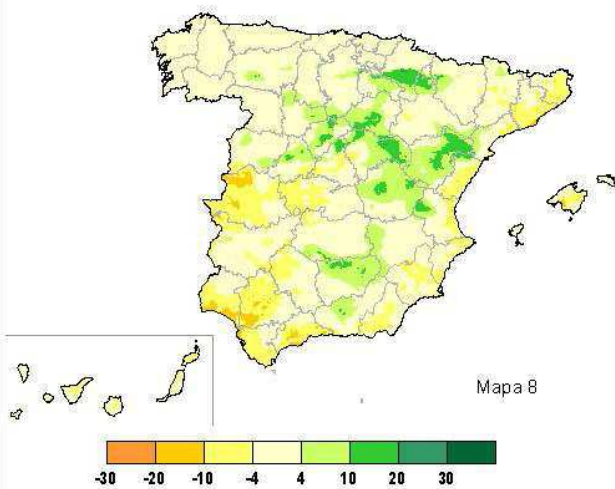
%HUMEDAD DEL SUELO SOBRE UNA CAPACIDAD:25m m

%HUMEDAD DEL SUELO SOBRE LA CAPACIDAD MÁXIMA



VARIACIÓN DECENAL %HUMEDAD DEL SUELO (CAPACIDAD MÁX.)

SITUACIÓN EMBALSES

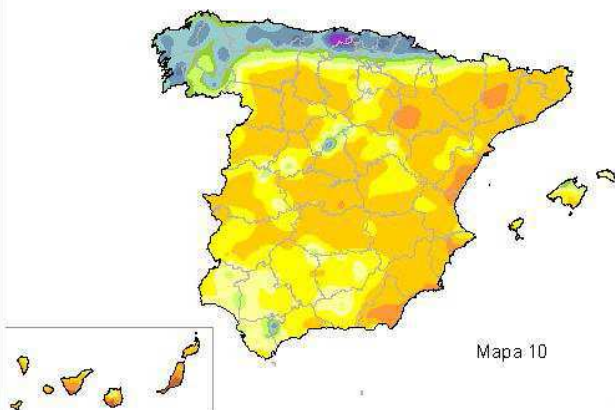


Número 3/2015

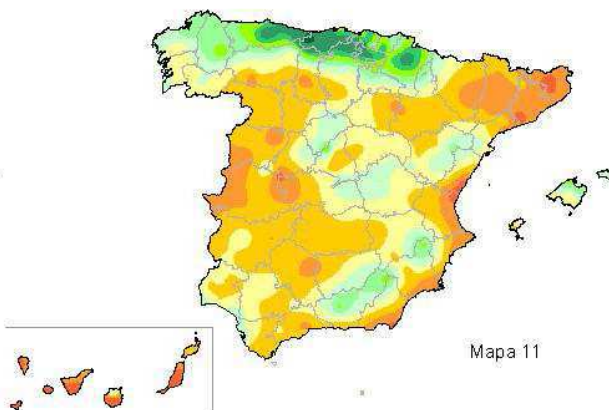
31 de enero de 2015

PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm) EN ENERO

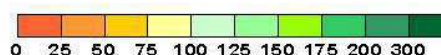
PORCENTAJE DE LA PREC./NORMAL EN ENERO



Mapa 10



Mapa 11



ESTACIÓN	P.D.	P.A.	% P.A.	%SAT.	ETo D.
1387 A CORUÑA	60.3	561.2	98.3	100	11.5
1387E A CORUÑA/ALVEDRO	75.1	621.8	101.6	100	7.9
1505 LUGO/ROZAS	63.2	598.2	103.1	100	5.4
1212E ASTURIAS/AVILÉS	85.6	627.9	115.1	100	11.9
1208H GIJÓN, MUSEL	89.8	601.9	126	100	12.9
1249I OVIEDO	104.7	655.1	142.4	100	8.5
1109 SANTANDER/PARAYAS	141	667.6	114.6	100	10.2
1111 SANTANDER I, CMT	90.1	569.5	97.8	100	15.3
1082 BILBAO/AEROPUERTO	175.3	567.9	99.5	100	8.3
1024E SAN SEBASTIÁN/GUELDO	130.6	778	106.7	100	12.6
1014 HONDARRIBIA-MALKARROA	142.5	851.7	104.6	100	10.8
1428 SANTIAGO DE COMPOSTEL.	60.8	802.5	79.3	100	7.1
1484C PONTEVEDRA	68.7	837.1	90.6	100	8.5
1495 VIGO/PEINADOR	126.2	996.2	95.3	100	7.5
1630A OURENSE	31.7	498.7	106.7	100	7.7
1549 PONFERRADA	35	369.6	101.1	100	7.9
2661 LEÓN/VIRGEN DEL CAMINO	27.6	337.3	124.1	100	7.2
2331 BURGOS/ILLAFRÍA	20.8	262.8	99.8	92.8	5.4
9091O FORONDA-TXOKIZA	138.2	510.6	142.9	100	6.9
9170 LOGROÑO/AGONCILLO	32.3	211.6	126.5	76.4	14
9263D PAMPLONA/NOAIN	111.1	463.5	146.2	100	10
9898 HUESCA/PIRNEOS	11.6	277.8	122.9	81.5	14
2614 ZAMORA	7.8	200.8	100.3	77	7.6
2539 VALLADOLID/MILLANUBLA	11.6	189.2	85.2	60.4	6.2
2422 VALLADOLID	10.4	240.7	105.6	80.4	6.5
2030 SORIA	20.2	257.6	115.4	96	11.7
9330 DAROCA I	8.3	156.4	101.2	47.1	12.4
9434 ZARA GOZA/AEROPUERTO	8.5	152.8	111.6	45.3	22.1
9771C LLEIDA	8.8	262.5	164.1	81.3	14.1
0016A REUS/AEROPUERTO	3.2	244.6	93	73.5	25.3
0076 BARCELONA/AEROPUERTO	0.1	282.1	92	69.3	24.2
0367 GIRONA/COSTA BRAVA	0.2	465.7	136.1	84.8	14.6
2867 SALAMANCA/MATACAN	3.1	144.9	77.4	47.4	8.6
2444 ÁVILA	22.8	263.2	130.4	86.3	8.9
2465 SEGOVIA	27.8	238.4	111.4	84.8	7.7
2462 NAVACERRADA PUERTO	190.2	921.9	136.9	100	6.5
3191E COLMENAR VIEJO/FAMET	23.9	334.7	110.6	93.8	19.8
3129 MADRID/BARAJAS	3.7	242.9	125.1	71.1	15.9
3195 MADRID/RETIRO	3.9	210.4	94.8	59.5	16.6
3196 MADRID/CUATRO VIENTOS	9.5	210.3	93.2	64.1	13.5
3200 MADRID/GETAFE	9.2	244	126.3	72	14.1
3168D GUADALAJARA	7.8	223.5	105.5	81.2	11.5
8096 CUENCA	30.4	273.2	111.6	91.1	13.1
3013 MOLINA DE ARAGÓN	25	200	99.3	76.9	12.3
8368U TERUEL	15.6	162	118.6	50.6	16.5

ESTACIÓN	P.D.	P.A.	% P.A.	%SAT.	ETo D.
9981A TORTOSA	33.2	361.7	135.3	81.9	29.9
3469A CÁCERES	0.2	336.4	103	91	13.1
3260B TOLEDO	7.8	222	130.9	61.8	13.7
8178D ALBACETE, OBS.	10.6	167.1	101.4	54.3	17
8175 ALBACETE/LOS LLANOS	10	164	102.5	52.8	17
8414A VALENCIA/AEROPUERTO	2.6	161.4	60.6	38.1	25.3
8416Y VALENCIA II	1.8	186	71.3	42.4	25.5
8500A CASTELLÓN-ALMAZORA	2	162.6	61.7	39.9	24.7
B228 PALMA DE MALLORCA, CMT	11.6	276.5	103.2	60.3	21.5
B278 PALMA DE MALLORCA/SON.	8.2	272.9	109.5	68	19.7
B898 MENORCA/MAÓ	28	363	108.5	100	20.1
4452 BADAJOZ/TALAVERA LA R.	3.9	258.7	96.7	93.9	12
4121 CIUDAD REAL	9.8	184.6	85.5	50.5	13.9
8025 ALICANTE	2.4	135.4	73.8	28.9	25.9
8019 ALICANTE/EL ALTET	3.9	115.1	72.1	24	25.7
B954 IBIZA/ES CODOLA	11.8	205.2	81.2	48.6	23.2
4642E HUELVA, RONDA ESTE	0.4	353.2	106.6	91.1	15.6
5783 SEVILLA/SAN PABLO	0.7	458.9	132	88.3	15.8
5796 MORÓN DE LA FRONTERA	1.2	325.6	96.2	89.3	15.8
5402 CÓRDOBA/AEROPUERTO	8.9	368.8	100.2	95.7	13.8
5270B JAÉN	16.8	233.8	87.8	52.9	11.8
5530E GRANADA/AEROPUERTO	16.8	200.1	95	65.7	15.3
7228 MURCIA/ALCANTARILLA	2	150.3	102.6	38.1	25.3
7178I MURCIA	1.8	148.8	102.4	34.8	26
7031 MURCIA/SAN JAVIER	2	159.6	82.3	25.5	29.9
5960 JEREZ DE LA FRONTERA/	0.4	423.4	112.2	91.4	16.9
5973 CÁDIZ, OBS.	4.1	503.8	143.4	84.7	21.7
6155A MÁLAGA/AEROPUERTO	0.9	294.8	82.7	69.8	25.3
6325O ALMERÍA/AEROPUERTO	1	76	62.4	8.5	22.1
C929I HIERRO/AEROPUERTO	0.2	98.9	78.1	14.2	27.2
C139E LA PALMA/AEROPUERTO	2.8	54.7	21.9	13.2	20.4
C329B LA GOMERA/AEROPUERTO	0	153	104.8	37	29.3
C430E IZANA	0	436.6	198.6	82.8	11.3
C447A TENERIFE/LOS RODEOS	8	565.6	184.6	86	15.8
C449C STA. CRUZ DE TENERIFE	1	314.4	233.7	60.4	23.4
C429I TENERIFE/SUR	0	53.4	60.5	4.4	32.8
C649I GRAN CANARIA/AEROPUER.	0.7	77.7	75.7	10.2	30.4
C249I FUERTEVENTURA/AEROPUE.	0	67.2	106.2	13.1	29.1
C029O LANZAROTE/AEROPUERTO	0.1	185.5	255.7	40	29.5
5000C CEUTA	36.1	379	87.5	98.7	20.4
6000A MELILLA	4	207.2	94.2	63.9	22.4

**NOTAS** sobre el Balance Hídrico NacionalElaboración

Este Boletín, que aparece cada diez días o el último día del mes, contiene una serie de mapas en los que se muestra la distribución geográfica, en el ámbito de la España peninsular, Baleares y Canarias, de los distintos parámetros –precipitación, evapotranspiración y reserva de humedad del suelo- que configuran el Balance Hídrico cuya evaluación se efectúa diariamente en el Servicio de Aplicaciones Agrícolas e Hidrológicas de la AEMET. Con referencia a la metodología seguida para ello, cabe destacar las siguientes características:

Los datos de entrada del Balance son: los análisis en rejilla del modelo numérico de predicción meteorológica HIRLAM de AEMET con resolución 0,05°, los datos puntuales de la red sinóptica de España, Portugal, sur de Francia y norte de África, así como la información de las estaciones automáticas que en tiempo real envían sus datos a la Base de Datos de AEMET.

La evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) se estima mediante el método de Penman-Monteith, siguiendo las recomendaciones del documento F.A.O. 56 (1998).

El valor máximo de la reserva del suelo (R máx), como Agua Disponible Total máxima para las plantas (ADT → Capacidad de campo - Punto de marchitez), se ha estimado en cada lugar en función de la textura y tipo de suelo, pendiente del terreno, y profundidad de las raíces según usos del suelo CORINE 2006.

El proceso de transferencia de humedad del suelo a la atmósfera se parametriza suponiendo un proceso de extracción exponencial, calculando diariamente la reserva a partir de la reserva precedente, la ET<sub>o</sub> y la precipitación. Se calcula la reserva de humedad del suelo tanto para la R máx (ADT máx) correspondiente a la profundidad de las raíces estimada en cada lugar, como para una capa superficial correspondiente a un ADT de 25 mm, que para un suelo franco medio podría suponer los 20 a 25 primeros cm de suelo.

El Balance Hídrico está soportado por un Sistema de Información Geográfica (GIS), y tanto los productos que se muestran en este boletín, como productos con otro tipo de intervalo de tiempo, están disponibles en diferentes formatos. Los mapas se generan en el Sistema de Referencia Geodésico ETRS89 con proyección cartográfica UTM huso 30 (Canarias huso 28). Los datos empleados en la elaboración del Balance Hídrico son en su mayoría datos provisionales y están sujetos a una posterior validación.

Mapas

Los parámetros cuya distribución se muestra en los distintos mapas incluidos en este Boletín son los siguientes:

Mapa 1 : Precipitación acumulada desde el 1 de septiembre hasta la fecha.

Mapa 2 : Porcentaje que representa la precipitación acumulada desde el 1 de septiembre hasta la fecha sobre el valor normal correspondiente (calculado con referencia al periodo 1981 – 2010).

Mapa 3 : Precipitación acumulada durante la decena que finaliza en la fecha de referencia.

Mapa 4 : Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) acumulada desde el 1 de septiembre hasta la fecha.

Mapa 5 : Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) acumulada durante la decena que finaliza en la fecha de referencia.

Mapa 6 : Porcentaje de humedad del suelo (Agua Disponible) de la capa superficial, respecto a un ADT de 25 mm, en la fecha de referencia.

Mapa 7 : Porcentaje de humedad del suelo (Agua Disponible) de la capa total, respecto a un ADT máx (R máx), en la fecha de referencia.

Mapa 8 : Variación experimentada durante la última decena por el parámetro correspondiente al mapa anterior.

Mapa 9 : Porcentaje que representa el volumen de agua embalsada sobre la capacidad total y variación semanal experimentada por dicho índice, agrupado en grandes cuencas hidrográficas peninsulares así como en el conjunto de las mismas.

Mapas 10 y 11: El contenido de estos mapas es variable, representándose la temperatura y la humedad relativa media en las dos primeras decenas del mes, y en el boletín del último día del mes, la precipitación mensual y su porcentaje respecto de los valores normales (en el periodo 1981 a 2010) en el mes que acaba de finalizar.

Tabla de datos por estación meteorológica

En la columna 'Estación' figuran los indicativos climatológicos y los nombres de las estaciones respectivas.

En la columna 'P.D.' figuran las cantidades de precipitación (en mm) acumuladas durante la última decena en las respectivas estaciones meteorológicas.

En la columna '% P.A.' figuran los porcentajes que representan las cantidades de precipitación acumuladas desde el 1 de septiembre hasta la fecha sobre los valores normales respectivos (referidos al periodo 1981-2010).

En la columna '%SAT.' figuran los porcentajes que representan las cantidades de reserva de humedad del suelo como Agua Disponible en la fecha de referencia sobre el ADT máx (R máx) en el píxel donde se localiza cada estación.

En la columna 'ET<sub>o</sub>D.' figuran las cantidades de ET<sub>o</sub> (mm) acumuladas durante la última decena en el píxel donde se localiza cada estación.

© AEMET: Autorizado el uso de la información y su reproducción citando AEMET como autora de la misma

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente  
Agencia Estatal de Meteorología  
Área de Climatología y Aplicaciones Operativas

C/ Leonardo Prieto Castro, 8  
Ciudad Universitaria  
28040 Madrid  
<http://www.aemet.es>

Pág.4