

EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN RÉGIMEN NATURAL EN ESPAÑA (1940/41 – 2017/18)

Madrid, enero de 2020



CEDEX

EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN RÉGIMEN NATURAL EN ESPAÑA (1940/41 – 2017/18)

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	METODOLOGÍA	3
2.1	FUNDAMENTOS DEL MODELO HIDROLÓGICO	4
2.2	TRATAMIENTO DE LA FASE ATMOSFÉRICA	9
2.2.1	<i>Series meteorológicas</i>	10
2.2.2	<i>Procedimiento de revisión y completado de las series meteorológicas</i>	11
2.2.3	<i>Procedimiento de interpolación de los mapas mensuales de precipitación y temperatura</i>	12
2.2.4	<i>Estimación de la evapotranspiración potencial</i>	16
2.2.5	<i>Cálculo de la acumulación y fusión de nieve</i>	20
2.3	PARÁMETRIZACIÓN DEL MODELO	22
3	CONTRASTE DE LA SIMULACIÓN	33
3.1	ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTRASTE	33
3.2	CRITERIOS DE CONTRASTE DE RESULTADOS	38
3.3	RESULTADOS DEL CONTRASTE	38
3.3.1	<i>Visión general</i>	39
3.3.2	<i>Demarcaciones Hidrográficas Intercomunitarias</i>	43
3.3.3	<i>Demarcaciones Hidrográficas Intracomunitarias</i>	99
4	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	115
4.1	CARACTERIZACIÓN DE LA PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS	115
4.1.1	<i>Precipitación</i>	116
4.1.2	<i>Temperatura</i>	117
4.1.3	<i>Evapotranspiración potencial</i>	120
4.1.4	<i>Evapotranspiración real</i>	121
4.1.5	<i>Humedad del suelo</i>	122
4.1.6	<i>Infiltración</i>	123
4.1.7	<i>Escorrentía subterránea</i>	125
4.1.8	<i>Escorrentía superficial</i>	126
4.1.9	<i>Escorrentía total</i>	127
4.1.10	<i>Aportación total</i>	129
4.2	RESUMEN FINAL POR DH	129
5	CONCLUSIONES	139
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
7	ANEJO	142
7.1	RESUMEN DEL CONTRASTE POR DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS INTERCOMUNITARIAS	142
7.1.1	<i>Miño-Sil</i>	142
7.1.2	<i>Cantábrico Occidental</i>	143
7.1.3	<i>Cantábrico Oriental</i>	143
7.1.4	<i>Duero</i>	144
7.1.5	<i>Tajo</i>	145
7.1.6	<i>Guadiana</i>	147
7.1.7	<i>Guadalquivir</i>	147
7.1.8	<i>Segura</i>	148
7.1.9	<i>Júcar</i>	149
7.1.10	<i>Ebro</i>	149
7.2	RESUMEN DEL CONTRASTE POR DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS INTRACOMUNITARIAS	151
7.2.1	<i>Galicia Costa</i>	151
7.2.2	<i>Tinto, Odiel y Piedras</i>	152
7.2.3	<i>Guadalete y Barbate</i>	152
7.2.4	<i>Cuencas Mediterráneas Andaluzas</i>	152
7.2.5	<i>Distrito Cuenca Fluvial de Cataluña</i>	153
7.2.6	<i>Islas Baleares</i>	153



CEDEX

1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este documento es presentar los trabajos desarrollados para llevar a cabo una evaluación actualizada de los recursos hídricos de España en régimen natural.

La normativa española indica que los planes hidrológicos de cuenca deben de actualizarse cada 6 años y han de incluir un inventario de los recursos hídricos naturales de la cuenca objeto del plan. En concreto, la instrucción de planificación hidrológica - IPH (MARM, 2008) indica que el inventario incluirá series hidrológicas de, al menos, las siguientes variables: precipitación (PRE), evapotranspiración potencial (ETP), evapotranspiración real (ETR), recarga a los acuíferos (REC), escorrentía superficial (ASP), escorrentía subterránea (ASB) y escorrentía (AES) o aportación total (APN). En aquellas zonas en que la nieve sea un fenómeno característico se añadirá información sobre esta variable. Además, se indica que las variables hidrológicas han de ser al menos mensuales y coherentes entre sí y han de obtenerse mediante procesos de simulación hidrológica. La simulación debe abarcar el mayor periodo temporal que permitan los datos disponibles, que comprenderá en cualquier caso los años hidrológicos 1940/41 a 2005/06, ambos inclusive, ampliándose ese periodo en las sucesivas revisiones de los planes de cuenca.

Los próxima revisión de dichos planes para el periodo 2021-27 exige una actualización del inventario de los recursos hídricos naturales para un periodo temporal que comprenda los años hidrológicos 1940/41 a 2017/18, ambos inclusive.

En este contexto, la Dirección General del Agua, del Ministerio para la Transición Ecológica, encargó al Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX una evaluación actualizada de los recursos hídricos de España en régimen natural.

El CEDEX ha evaluado los recursos hídricos de España en régimen natural en colaboración con las Oficinas de Planificación Hidrológica de los Organismos de Cuenca. Atendiendo a la IPH, el periodo de simulación abarca cada uno de los meses comprendidos entre los años hidrológicos 1940/41 y 2017/18 que constituye un periodo de 78 años. Para ello se ha utilizado el modelo hidrológico de SIMulación Precipitación-Aportación SIMPA desarrollado por el CEDEX (Estrela y Quintas, 1996; Estrela et al.; 1999; Álvarez et al., 2005). Se trata de un modelo conceptual y cuasi-distribuido que simula el proceso de transformación de precipitación en escorrentía en régimen natural, a escala mensual y en cada una de las celdas en las que se reticula el territorio. Para esta nueva actualización, se ha simulado el ciclo hidrológico en cada una de las aproximadamente 2.000.000 de celdas cuadradas de 500 m de lado en las que se ha reticulado la superficie de España.

La tarea de simulación hidrológica distingue dos apartados: la fase atmosférica y la terrestre. El tratamiento de la fase atmosférica consiste en el cálculo mensual de precipitación, temperaturas, máximas, mínimas y medias, y evapotranspiración potencial (ETP) en cada una de las celdas en las que se reticula el territorio. El tratamiento de la fase terrestre consiste en aplicar las leyes del modelo de Témez a las variables climáticas para obtener series de mapas mensuales de las principales variables hidrológicas: evapotranspiración real, humedad en el suelo, recarga de los acuíferos, aportación total, superficial y subterránea. Estos mapas se expresan en términos específicos; es decir, volúmenes de agua respecto al área de cada celda en las que se subdivide el territorio nacional. La disponibilidad de los modelos de direcciones de drenaje permite estimar de las anteriores los flujos de agua acumulados en la red hidrográfica. SIMPA necesita la calibración de tan sólo 4 parámetros y aporta unos resultados homogéneos y contrastados para el conjunto de España, por lo que es un modelo apropiado para estudios de ámbito nacional. La escala temporal mensual es suficiente para tratar la



secuencia intranual de estaciones húmedas y secas y maximiza el número de años de simulación para recoger las secuencias plurianuales de ciclos húmedos y secos.

Esta nueva evaluación de recursos es continuación de otros trabajos similares ya realizados dentro del proceso de planificación hidrológica, como las realizadas para el Libro Blanco del Agua en España (LBAE) y el Plan Hidrológico Nacional (PHN2000) (Cabezas et al., 1999; MAGRAMA, 2000a y 2000b), y las posteriores evaluaciones que han estado a disposición de los planes hidrológicos anteriores, denominada ER08 en este documento (CEDEX, 2013a).

Esta nueva evaluación se adapta a un marco de planificación hidrológica en el que hay nueva información disponible, de carácter físico y administrativo, y a la mejora en los medios útiles para el cálculo. Cabe citar entre los cambios más destacados la revisión de la información climática, la mejora en el completado de dichas series, la mejora en los procedimientos de interpolación de variables climáticas como la precipitación y la temperatura, la mejora en el procedimiento combinado de Hargreaves y Penman-Monteith para el cálculo de la evapotranspiración potencial con la incorporación de información complementaria correspondiente a otras redes de observación, la mejora del tratamiento de acumulación y fusión de nieve, el análisis de la calidad de las series de datos de los puntos de contraste y selección para la calibración del modelo, la incorporación de nuevas masas de agua subterránea, la actualización de la información sobre modelos digitales de elevaciones, usos de suelo y la consideración de información de texturas, pendientes y usos de suelo en la parametrización.

El ámbito del trabajo es el territorio de España. No obstante, el ámbito se ha ampliado a zonas limítrofes de Portugal y Francia con objeto de simular en aquellas zonas que vierten agua al territorio español y que por lo tanto le aportan recursos hídricos.

Los resultados se presentan también agregados para el conjunto de España y para cada Demarcación Hidrográfica (DH), habida cuenta de que la cuenca hidrográfica es la unidad física integral del ciclo hidrológico donde, salvo excepciones, se encuadran los procesos de transferencia de agua en la fase terrestre. (Figura 1).



Figura 1. Demarcaciones Hidrográficas de España

El capítulo 2 describe la metodología del trabajo. En el capítulo 3 se muestra el contraste de la simulación. En el capítulo 4 se analizan y resumen los resultados. El capítulo 5 contiene las conclusiones del trabajo. Posteriormente, se añaden las referencias bibliográficas y un capítulo de anejos que contiene las tablas resumen del contraste por DH.

2 METODOLOGÍA

Los recursos hídricos se han calculado mediante el modelo hidrológico integrado en SIMPA. Es un modelo hidrológico conceptual, de simulación continua de cuenca, cuasi distribuido, diseñado para evaluar los recursos hídricos y basado conceptualmente en el modelo agregado de Témez (Témez, J.R., 1977).

El modelo funciona realizando balances hídricos con paso mensual en cada celda en la que se divide el territorio. Para este trabajo, el territorio de España se ha reticulado en celdas de 500 m x 500 m, con lo que se han realizado balances hídricos en cada una de las aproximadamente 2.000.000 celdas resultantes.

Los datos de entrada al modelo son la precipitación (PRE) y evapotranspiración potencial (ETP) de los meses para los que se va a realizar la simulación (Figura 2).

Los datos de salida son las siguientes variables hidrológicas: humedad del suelo (HMS), evapotranspiración real (ETR), recarga a los acuíferos (REC), escorrentía superficial (ASP), escorrentía subterránea (ASB), escorrentía (AES) y aportación total (APN).

Posteriormente, se realiza un contraste para comparar los valores simulados con los datos observados en una serie de puntos de control, con objeto de ajustar la simulación mediante la calibración de los parámetros del modelo hidrológico.

En consecuencia, se han desarrollado 3 etapas metodológicas secuenciales: tratamiento de las variables atmosféricas para obtener los mapas mensuales de PRE y ETP, simulación hidrológica y contraste para la calibración.

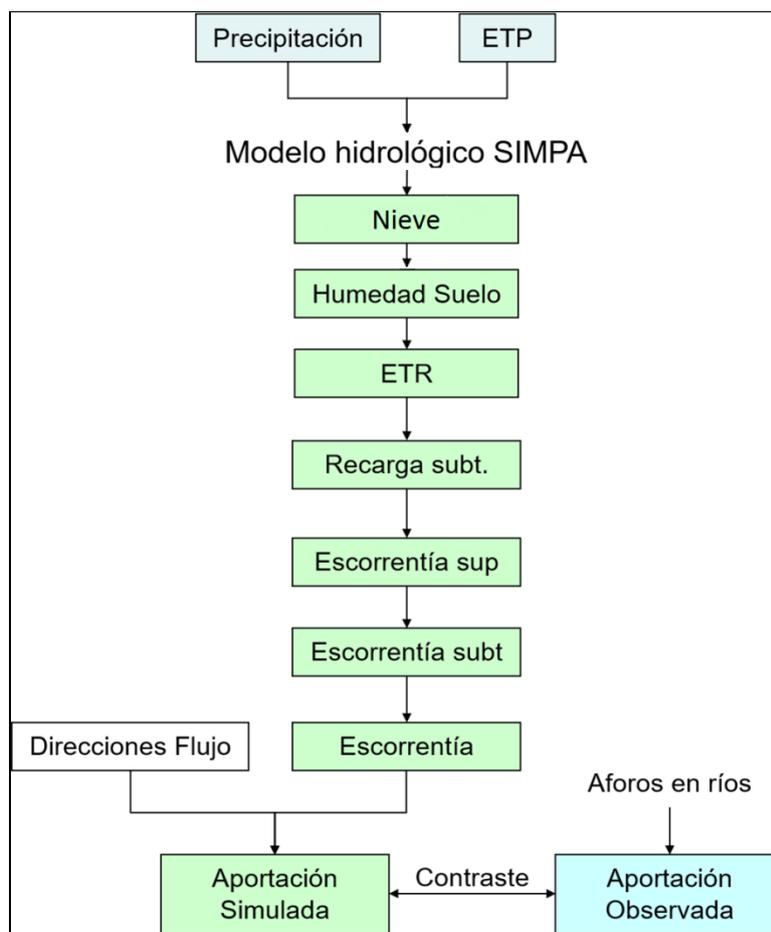


Figura 2. Esquema conceptual del módulo de evaluación de recursos hídricos de SIMPA

2.1 FUNDAMENTOS DEL MODELO HIDROLÓGICO

El modelo hidrológico SIMPA es una versión cuasi distribuida del modelo agregado de Témez. Reproduce las distintas fases del ciclo hidrológico mediante un balance hídrico en cada una de las celdas en que se reticula el territorio siguiendo un planteamiento conceptual basado en el principio de continuidad de masas con dos almacenamientos, suelo y acuífero (Figura 3). Entre ellos se establecen leyes de reparto y transferencia de agua. El modelo hidrológico considera dos zonas en sentido vertical:

- La superior no saturada o de humedad del suelo desde la cual se produce la evapotranspiración.
- La inferior o acuífero saturada de agua que funciona como un embalse subterráneo con desagüe a la red superficial de drenaje

En el modelo se añade un elemento más que se refiere al almacenamiento de nieve desde el cual se produce la fusión de nieve contribuyendo a incrementar la precipitación en forma líquida.

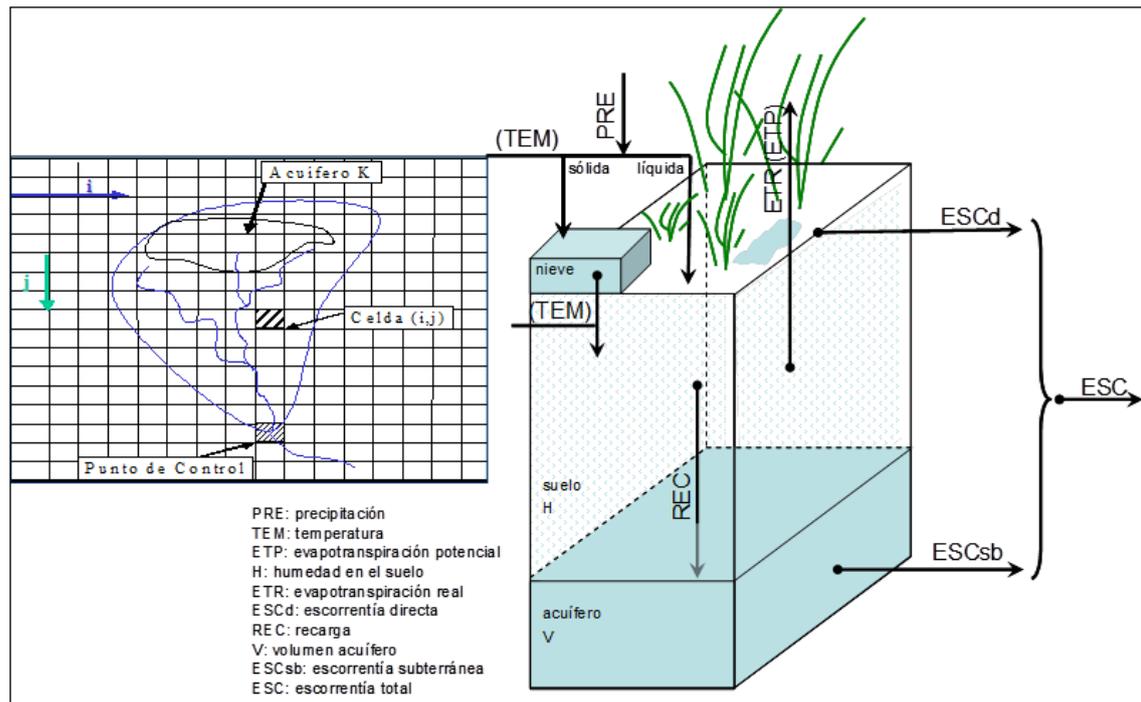


Figura 3. Balance de procesos hidrológicos en cada celda del modelo

a) Cálculo de la fusión de nieve:

Para el cálculo de la fusión de nieve se emplea un modelo lineal que considera la fusión dependiente de la temperatura (tem) a través de un factor de fusión (Ff), que expresa la cantidad de nieve que se funde por cada incremento de temperatura, y según un valor de temperatura, denominada temperatura base (Tb) a partir del cual se produce la fusión. Este modelo es una simplificación a escala mensual del modelo ASTER utilizado en el programa ERHIN (Estimación de los Recursos Hídricos Invernales) de la Dirección General del Agua (DGA).

Ec. 2-1. Expresiones del modelo de fusión de nieve

$$\text{si } tem_i \leq Tb \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow fusion_i = 0 \\ \rightarrow apnieve_i = 0 \\ \rightarrow volsol_i = pre_i + volsol_{i-1} \\ \rightarrow PREL_i = 0 \end{array} \right.$$

$$\text{si } tem_i > Tb \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow fusion_i = Ff \cdot (tem_i - Tb) \\ \text{si } volsol_{i-1} < fusion_i \rightarrow apnieve_i = volsol_{i-1} \\ \hspace{10em} \rightarrow volsol_i = 0 \\ \text{si } volsol_{i-1} \geq fusion_i \rightarrow apnieve_i = fusion_i \\ \hspace{10em} \rightarrow volsol_i = volsol_{i-1} - fusion_i \\ \rightarrow PREL_i = pre_i + apnieve_i \end{array} \right.$$

fusion = *fusion de nieve*
apnieve = *aportación de nieve*
volsol = *volumen almacenado en forma de nieve*
pre = *precipitación*
PREL = *precipitación líquida*
tem = *temperatura*
i = *mes*

b) Cálculo del excedente:

El excedente mensual, T_i , es la parte de precipitación líquida, $PREL_i$, que no queda almacenada en el suelo. Se descompone en una parte que discurre directamente en superficie, $ESCd_i$, y otra que infiltra hasta el acuífero, REC_i . La primera llega al cauce durante el mismo mes de cálculo i , mientras que el agua infiltrada se incorpora al acuífero, que drena durante el mismo mes y durante fechas posteriores en función de sus propiedades hidrodinámicas. Considerando la ley de conservación de masa y definiendo los términos mensuales de umbral de escorrentía, P_{oi} , retención adicional en el suelo, D_i , y el excedente, T_i , la $PREL_i$ se descompone en:

Ec. 2-2. Descomposición de la lluvia mensual

$$PREL_i = P_{oi} + D_i + T_i$$

Por otro lado, asumiendo aplicable la ley experimental del Soil Conservation Service, SCS, referente a la constancia entre términos potenciales y reales de excedentes y detracciones (Chow et al., 1994), se obtiene la expresión final del término de excedente:

Ec. 2-3. Uso de la ley experimental del SCS para la determinación del excedente

$$\frac{T_i}{PREL_i - P_{oi}} = \frac{D_i}{H_{max} - H_{i-1} + ETP_i - P_{oi}}$$

Ec. 2-4. Término de excedente en el modelo de Témez

$$\forall PREL_i > P_{oi} \Rightarrow \begin{cases} D_i = PREL_i - P_{oi} - T_i \\ T_i = \frac{(PREL_i - P_{oi})^2}{PREL_i + H_{max} - H_{i-1} + ETP_i - 2 \cdot P_{oi}} = \frac{(PREL_i - P_{oi})^2}{PREL_i + \delta_i - 2 \cdot P_{oi}} \end{cases}$$

$$\forall PREL_i \leq P_{oi} \Rightarrow T_i = 0$$

Se puede destacar que a diferencia de las expresiones del SCS para la estimación de los volúmenes de escorrentía, en la ecuación anterior aparece explícitamente el déficit de almacenamiento mensual de agua en el suelo y la ETP_i y se descuenta el umbral de escorrentía de la detracción total que queda por tanto aquí definida como la detracción adicional máxima. Las expresiones anteriores son dependientes del umbral de escorrentía, P_{oi} , y del parámetro δ según las expresiones siguientes:

Ec. 2-5. Umbral de escorrentía

$$P_{oi} = C \cdot (H_{max} - H_{i-1})$$

Ec. 2-6. Término δ

$$\delta = H_{max} - H_{i-1} + ETP_i$$

donde $H_{m\acute{a}x}$ es la capacidad máxima de humedad en el suelo (mm) y C es un parámetro de proporcionalidad entre el déficit de almacenamiento en el suelo y el umbral de escorrentía.

La ley de generación de excedente (Figura 4) es asintótica a la que propuso Thornthwaite para valores altos de la precipitación y más realista en la parte baja de la misma. La expresión del balance en el suelo de Thornthwaite depende de un único parámetro, el umbral de escorrentía, denominado δ en la Figura 4, o capacidad de almacenamiento del suelo, superado el cual, hay excedente. Para valores de lluvia inferiores al mismo, no hay excedente. En el modelo de Témez, hay dependencia del umbral de escorrentía, pero el dominio de lluvias bajas queda representado por una ley no lineal dependiente del parámetro $H_{m\acute{a}x}$ y del esquema de generación de escorrentía del SCS.

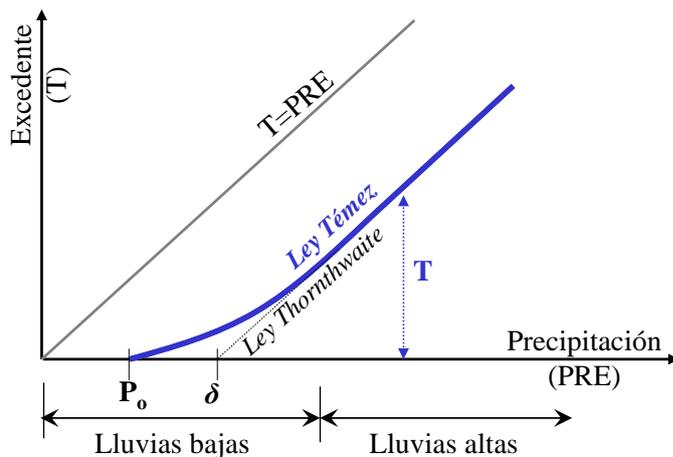


Figura 4. Ley de excedente

Ec. 2-7. Expresión del balance hidrológico de Thornthwaite

$$\forall PRE_i > \delta \Rightarrow T_i = PRE_i - \delta$$

$$\forall PRE_i \leq \delta \Rightarrow T_i = 0$$

c) Agua en el suelo y evapotranspiración real:

El total de agua disponible en el suelo después de la lluvia es la humedad de partida del suelo en cada mes de cálculo, H_{i-1} , más la cantidad que no ha generado excedente.

Ec. 2-8. Balance de agua disponible después de la lluvia

$$H_{i-1} + PREL_i - T_i$$

Al comparar el agua disponible con la evapotranspiración potencial, ETP_i , se obtiene la evapotranspiración real, ETR_i . La expresión siguiente indica que se evapotranspira todo el agua disponible con el límite superior de la evapotranspiración potencial.

Ec. 2-9. Evapotranspiración real

$$ETR_i = \min(ETP_i, H_{i-1} + PREL_i - T_i)$$

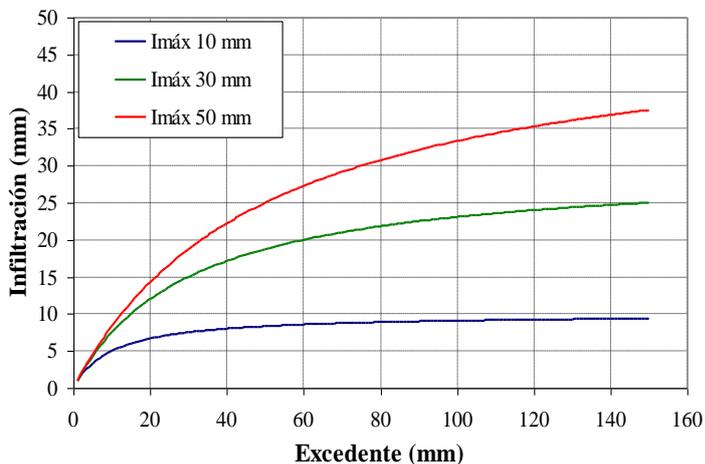
Al final del mes queda una cantidad de humedad, H_i , estimada según la siguiente regla

Ec. 2-10. Balance de agua en el suelo después de la evapotranspiración

$$H_i = \max(0, H_{i-1} + PREL_i - T_i - ETP_i)$$

d) Infiltración:

La infiltración mensual al acuífero, I_i (mm), es función del excedente T_i (mm) y del parámetro de infiltración máxima $I_{m\acute{a}x}$ que representa una conductividad hidráulica vertical en mm/mes. La Ley de infiltración se representa en la Figura 5 y su expresión matemática hace que aumente con el excedente con tendencia asintótica para valores altos del mismo al valor límite $I_{m\acute{a}x}$.



Ec. 2-11. Ley de infiltración en el modelo de Témez

$$I_i = I_{m\acute{a}x} \cdot \frac{T_i}{T_i + I_{m\acute{a}x}}$$

Figura 5. Ley de infiltración en el modelo de Témez

e) Escorrentía directa:

La infiltración, I_i , es la recarga al acuífero, REC_i , en tanto que el resto del excedente constituye la escorrentía directa, $ESCD_i$. Se ha supuesto que el tiempo de paso por la zona no saturada es inferior al intervalo de tiempo de simulación.

Ec. 2-12. Ley de escorrentía directa

$$ESCD_i = T_i - I_i$$

f) Descarga subterránea:

El funcionamiento del acuífero se simula utilizando el modelo de tanque unicelular que asume proporcionalidad entre el caudal Q_i drenado en el instante i y el volumen de agua almacenada en el acuífero, V_i . El parámetro de proporcionalidad α (días⁻¹) es el coeficiente de la rama de descarga del acuífero y representa las propiedades hidrodinámicas del acuífero.

Ec. 2-13. Modelo de tanque unicelular

$$Q_i = \alpha \cdot V_i$$

Si se supone que la recarga mensual está distribuida uniformemente, la ley de conservación de masa permite plantear la ecuación diferencial que resuelve el estado final del acuífero o el flujo instantáneo en cada instante.

Ec. 2-14. Ley de conservación de masas en el acuífero

$$\frac{dV_i}{dt_i} = \dot{V}_i = I_i - Q_i$$

Ec. 2-15. Ley de descarga del modelo de tanque unicelular

$$\dot{V}_i + \alpha \cdot V_i - REC_i = 0 \Rightarrow V_i = V_{i-1} \cdot e^{-\alpha t} + \frac{REC_i}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t}) \Rightarrow Q_i = Q_{i-1} e^{-\alpha t} + REC_i (1 - e^{-\alpha t})$$

Siendo REC_i la recarga uniforme al acuífero durante i , coincidente con la infiltración I_i y t el paso temporal de cálculo, 30 días.

La aportación subterránea a lo largo del período, $ESCsb_i$, es balance entre el estado final del acuífero, el inicial y la recarga.

Ec. 2-16. Escorrentía subterránea

$$ESCsb_i = V_{i-1} - V_i + REC_i \cdot t$$

g) Escorrentía total:

La escorrentía total, $ESCt_i$, es suma de la escorrentía superficial y la escorrentía subterránea, $ESCsb_i$.

Ec. 2-17. Escorrentía total

$$ESCt_i = ESCd_i + ESCsb_i$$

En resumen, el modelo hidrológico depende de 4 parámetros: $H_{m\acute{a}x}$ la capacidad máxima de humedad del suelo, C el parámetro de excedente, $I_{m\acute{a}x}$ la capacidad máxima de infiltración y α el coeficiente de la rama de descarga.

En su versión distribuida estas ecuaciones representan los sucesivos balances en cada celda en las que se discretiza el territorio. Variables y parámetros son distribuidos hasta el modelo tanque del acuífero. El parámetro α simula el conjunto de propiedades hidrodinámicas de un acuífero y su esencia es agregada. El drenaje de cada acuífero, se supone distribuido, aunque constante en todas las celdas de cada uno de ellos.

2.2 TRATAMIENTO DE LA FASE ATMOSFÉRICA

La información de partida son los datos climáticos observados en estaciones meteorológicas (Figura 6). El proceso seguido ha consistido en la revisión de la información, el completado y la interpolación de los datos. El proceso de interpolación de los datos es muy importante habida cuenta de la escasez de información en zonas de montaña, donde la incertidumbre en el cálculo, especialmente de la precipitación, es muy alta.

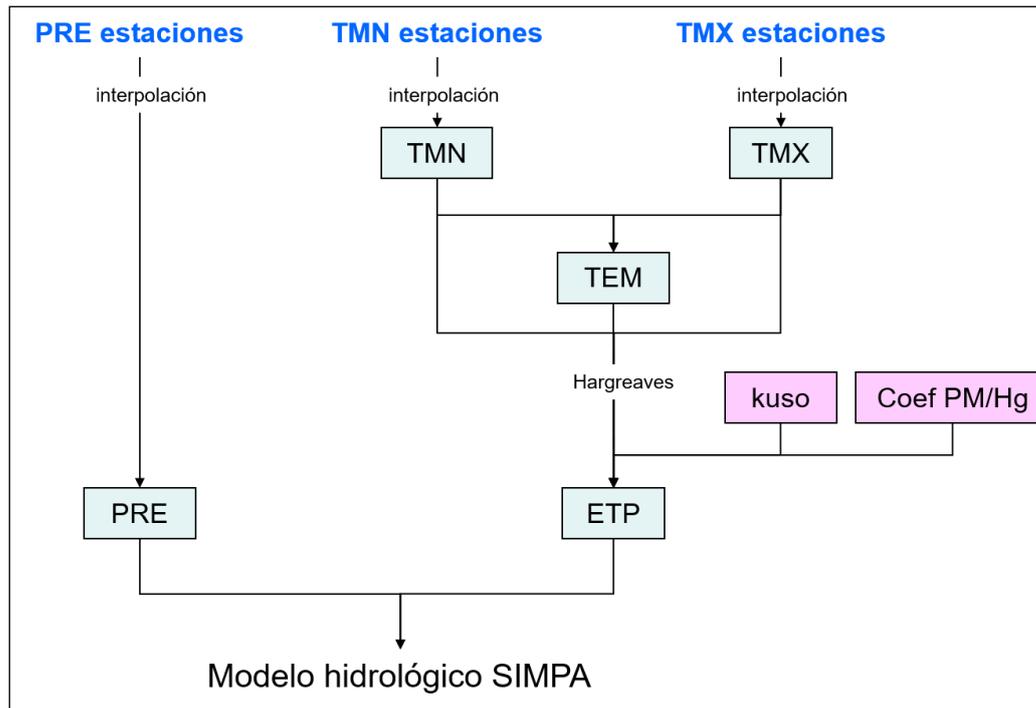


Figura 6. Esquema conceptual del cálculo de los mapas climáticos que alimentan el modelo hidrológico de SIMPA

2.2.1 Series meteorológicas

Los datos meteorológicos proceden mayoritariamente de las series de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Con fecha anterior al año 1970, existen en la base de datos HIDRO del CEH (Quintas, L., 1996) series de precipitación registradas por los servicios de hidrometría de las Confederaciones Hidrográficas que se han incluido para la completar las series de AEMET. También se han incorporado series de diversas variables meteorológicas, como velocidad del viento, humedad relativa y número de horas de sol, procedentes de la Red de estaciones agrometeorológicas de SiAR, para asesoramiento del regante, del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, de las estaciones evaporimétricas de los anuarios de afloros y del servicio meteorológico de Cataluña. En el caso del archipiélago de Canarias, esta información se ha completado con los datos meteorológicos disponibles de los Consejos Insulares de Isla y, para las cuencas portuguesas y francesas que vierten agua al territorio español, se ha recurrido a las series meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional de Francia (Météo-France) y del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos de Portugal (SNIRH). En el caso de Portugal, esta información se ha completado con datos meteorológicos recopilados por Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA).

La Figura 7 muestra la distribución de las series pluviométricas y termométricas. Para todo el periodo de estudio, 1940/41-2017/18, se cuentan con cerca de 9.900 estaciones pluviométricas y 1.740 estaciones termométricas procedentes de AEMET, aunque en los últimos años el número máximo de estaciones con registro anual completo se aproxima a los 3.900 para las pluviométricas y 1.500 para las termométricas. Respecto a Météo-France se han utilizado 14 estaciones pluviométricas y termométricas, del SNIRH 500 estaciones pluviométricas y 83 termométricas en total, aunque este número se reduce en los últimos años a unos 350 en el caso de las pluviométricas y 20 en las termométricas. La información adicional pluviométrica de

los Consejos Insulares de Isla corresponde a un total de 56 estaciones, unas 20 en los años más recientes.

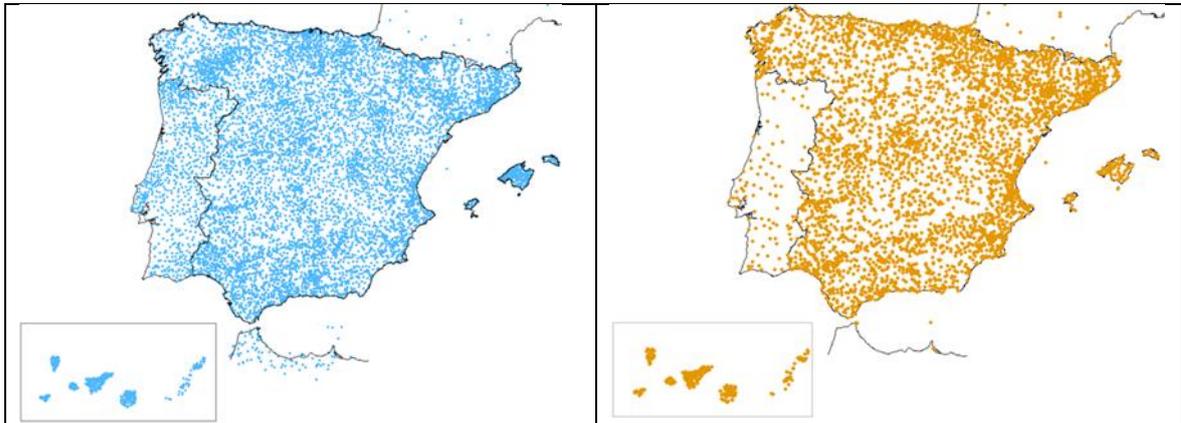


Figura 7. Red de estaciones meteorológicas: pluviométricas izquierda, termométricas derecha

2.2.2 Procedimiento de revisión y completado de las series meteorológicas

En primer lugar, se ha realizado un análisis de los datos de las series meteorológicas para detectar y eliminar valores anómalos, como es el caso de varios registros con valor cero de forma continuada hasta el momento en que se interrumpe la medida o valores anormalmente altos, para ello se ha comparado la información de la estación estudiada con las estaciones más próximas con altitud y orientación similares. También, se ha aplicado a las series de datos el método de dobles masas o dobles acumulaciones para detectar inconsistencias en las estaciones. Esta metodología se basa en la comparación de los datos de una estación con las de su entorno o con una estación de referencia. La teoría de este método se basa en el hecho de que si se representan en unos ejes de coordenadas las acumulaciones sucesivas de dos series de valores en el mismo periodo con igual régimen meteorológico y, si la relación entre las dos series se ha mantenido estable, es decir, a los incrementos de una corresponden los proporcionales en la de referencia, la representación mostrará una tendencia lineal. En caso contrario, la presencia de quiebros y saltos indica cambios en la relación entre las series de datos.

Una vez revisada la información, se ha procedido al completado de las series de precipitación acumulada mensual y de temperatura media mensual de las máximas y mínimas diarias. Para ello, se ha seguido un procedimiento de regresión bivariada sin persistencia con estacionarización previa. Esta técnica consiste en establecer una relación lineal entre la estación incompleta y las dos estaciones con las que guarda mayor correlación. Se utilizan dos estaciones para tener en cuenta el hecho físico de la bidireccionalidad de las lluvias. La estacionarización permite filtrar las componentes cíclicas que son características de cada estación y, por lo tanto, utiliza series de residuos en la ecuación de regresión que son estacionarias en media y varianza. El criterio seguido para elegir la pareja de estaciones que proporciona el completado más satisfactorio se basa en la formación de una matriz de priorización para cada estación a completar. Esta matriz es función de los coeficientes de correlación múltiple entre las series de residuos y del número de datos comunes entre las tres estaciones. Previamente a la definición de la matriz, se ha revisado la correlación entre cada par de estaciones para asegurar un mínimo valor de correlación entre ellas.



2.2.3 Procedimiento de interpolación de los mapas mensuales de precipitación y temperatura

El método de interpolación de las variables climáticas se ha resuelto mediante el uso combinado de patrones mensuales de precipitación y temperatura, máxima y mínima, y de mapas de anomalías o residuos. Los patrones son estimaciones de las medias mensuales de precipitación y temperatura, y de su desviación típica mensual. En ellos se refleja la influencia de factores locales como la orografía, la orientación o la influencia costera para tenerlos en cuenta en el procedimiento de interpolación. Normalmente se considera un periodo mínimo de 30 años para la obtención de estos patrones siguiendo las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) por considerar que ese periodo tiene suficiente representatividad estadística.

Los patrones de medias de precipitación y temperaturas, máxima y mínima, utilizados proceden de los Atlas Climáticos realizados de forma conjunta por AEMET y el Instituto de Meteorología de Portugal para la Península y Baleares y el archipiélago de Canarias (AEMET-IM, 2011 y AEMET-IM, 2012). La información básica utilizada en la elaboración de estos mapas ha sido la de las normales climatológicas (valores medios) correspondientes al período 1971-2000, tomando como base los datos de observación de estaciones meteorológicas de las redes nacionales. En el caso de la interpolación de los valores medios de temperatura mínima y máxima, se ha utilizado una regresión multivariada con altitud, distancia al litoral, latitud y longitud, a la que se ha añadido un componente residual obtenido por interpolación por el inverso de la distancia al cuadrado. Para los mapas de precipitación mensual se ha aplicado una metodología similar de interpolación aunque en este caso el componente residual se ha obtenido por Kriging simple.

La decisión de tomar los mapas de patrones de medias procedentes de los Atlas Climáticos y no los estimados para la ER08, vino motivada por los resultados obtenidos del contraste entre valores de escorrentía observados en las estaciones de medida y los valores de precipitación según ambas fuentes. Se comprobó que algunos de los problemas detectados de falta de precipitación en algunas zonas altas, como la cabera del Tormes, la margen derecha del Tiétar, la cordillera Cantábrica y algunas zonas de los Pirineos, se corregían cuando se consideraban estos nuevos mapas de patrones de medias.

El método de interpolación propuesto para este trabajo, también requiere estimar los mapas de desviación típica de la precipitación mensual. Para ello se ha aplicado una metodología similar a la empleada en los mapas de medias de los Atlas Climáticos (Álvarez-Rodríguez, 2011). Se seleccionan las series mensuales de AEMET, del SNIRH de Portugal y de Météo-France registradas y completadas, y se calculan los valores de desviación típica mensual para los 30 años correspondientes al mismo periodo 1971-2000. Los patrones de desviaciones típicas se interpolan mediante un esquema de ventana móvil que formula una ecuación de regresión en función de la altitud y orientación, en cada celda, mes y estadístico. Esta misma metodología se ha aplicado para completar los mapas de patrones de medias para la parte francesa.

Conocida la media y desviación típica mensual en cada punto del territorio, se estacionarizan las series y se obtienen los residuos o anomalías de cada dato registrado, en cada mes y año. Después de analizar la continuidad espacial y ponderar criterios prácticos como la velocidad de proceso, los residuos se han interpolado siguiendo un procedimiento de inverso de distancia al cuadrado. Una vez obtenido el mapa de residuos correspondiente a la fecha de interpolación, se compone el mapa de temperatura o lluvia mediante una ecuación de desestacionarización. En el caso de la temperatura, al tratarse de una variable que presenta menor variabilidad que la precipitación, únicamente ha requerido la utilización de los patrones de medias para la

obtención de los residuos. Una vez obtenidos los mapas mensuales de temperaturas máximas y mínimas se calculan los mapas mensuales de temperaturas medias como promedio de los dos.

Las leyes utilizadas presentan mejoras respecto a otros mecanismos de interpolación ya que no extrapolan linealmente la lluvia en función de la altitud, sino que las ecuaciones de regresión incorporan modelos que reducen el gradiente conforme aumenta la altitud, tal como cabe esperar de un agotamiento de la humedad del aire en altura siendo, por tanto, las extrapolaciones, más conservadoras. Estas leyes tampoco se construyen dando el mismo peso al conjunto de registros disponible, sino que teniendo en cuenta la variabilidad de las relaciones entre lluvia y altitud, se da más peso a los registros más cercanos a cada celda de cálculo.

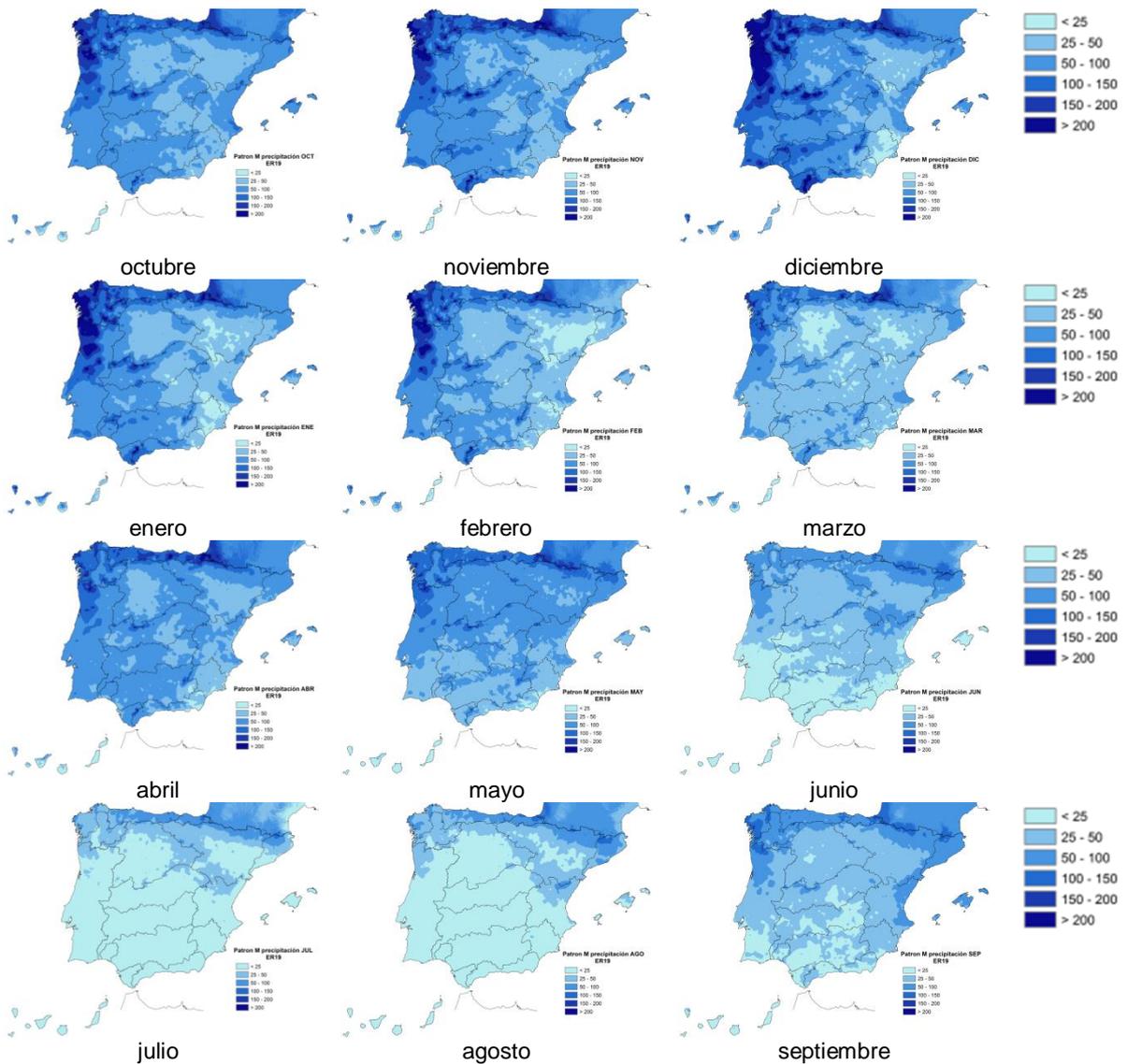


Figura 8. Patrones de medias de la precipitación mensual (mm)



CEDEX

EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN RÉGIMEN NATURAL EN ESPAÑA (1940/41 – 2017/18)

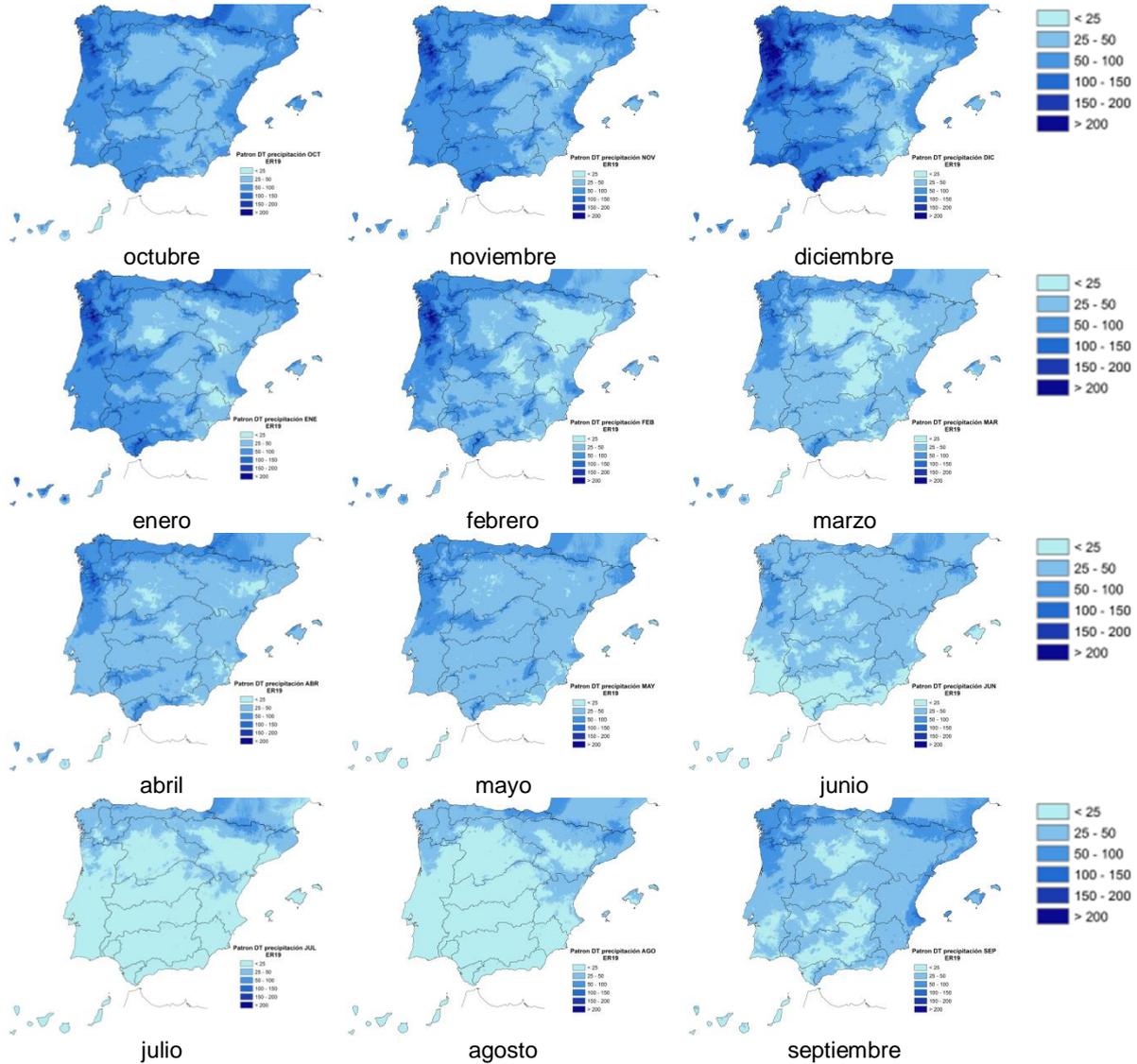
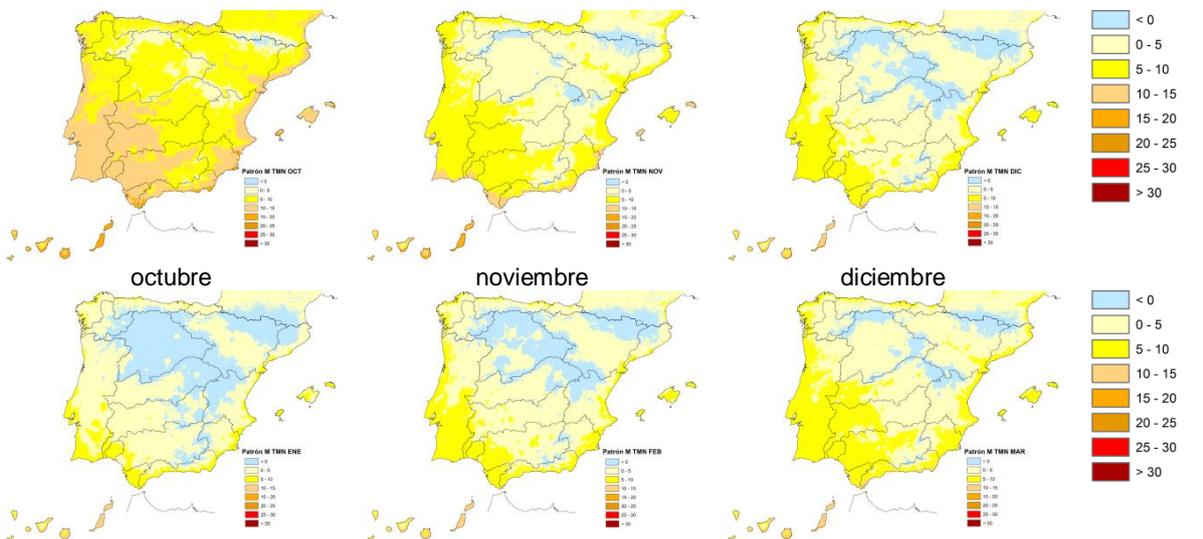


Figura 9. Patrones de desviación típica de la precipitación mensual



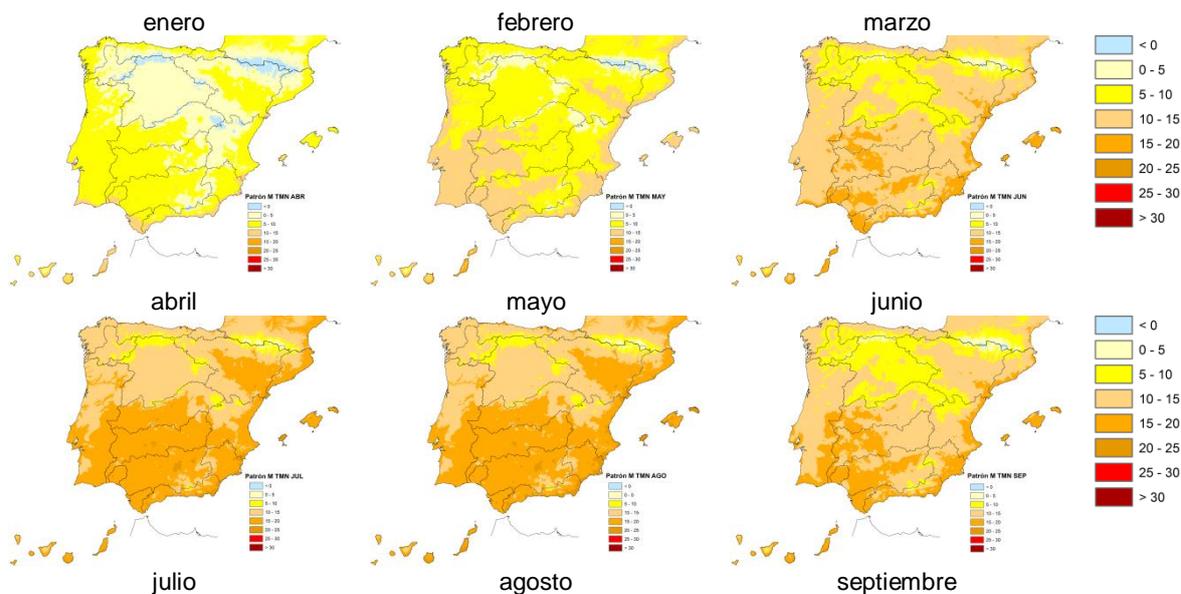
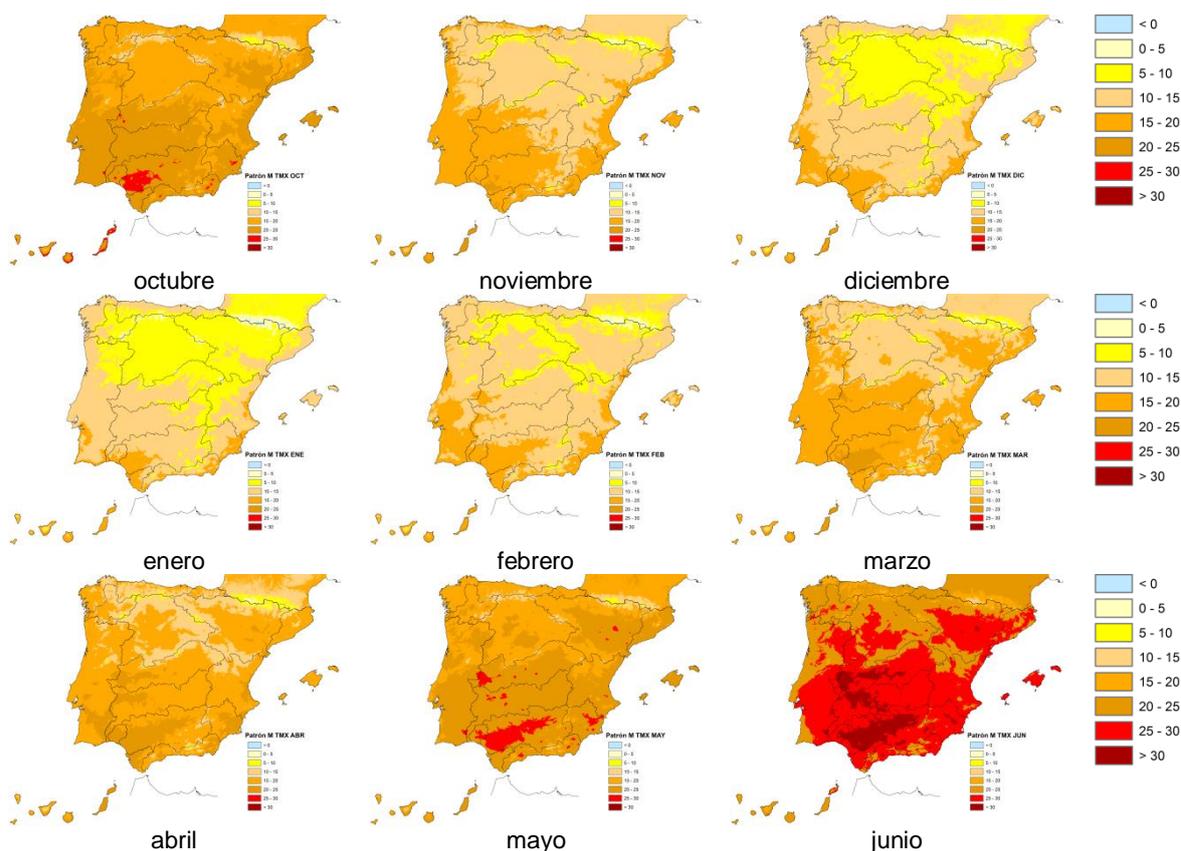


Figura 10. Patrones de medias de la temperatura mínima (°C)



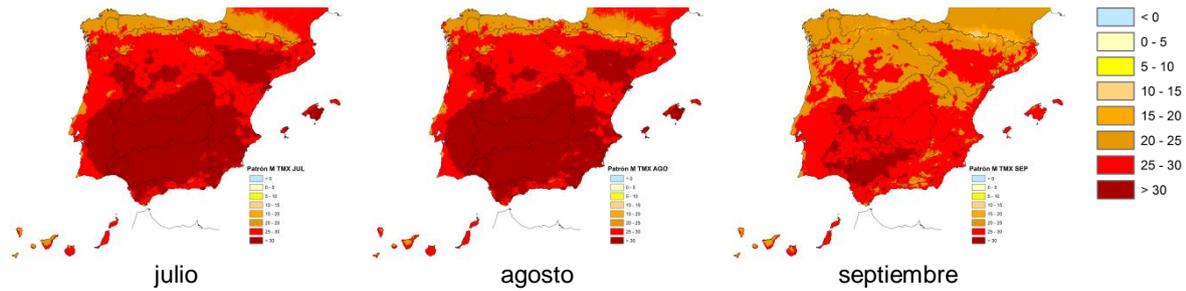


Figura 11. Patrones de medias de la temperatura máxima (°C)

2.2.4 Estimación de la evapotranspiración potencial

Los mapas mensuales de evapotranspiración potencial (ETP) se calculan mediante combinación de los métodos de Hargreaves y Penman-Monteith, siguiendo las recomendaciones de la FAO (FAO, 2006), y al resultado final se le aplica un coeficiente de uso de suelo que tiene en cuenta el efecto de la vegetación. El procedimiento seguido ha consistido, en primer lugar, en el cálculo de la ETP mediante el método de Hargreaves que permite calcular la ETP a partir de temperaturas medias mensuales, de las mínimas diarias y de las máximas diarias. Al ser este método un procedimiento experimental, conviene afectarlo por unos coeficientes correctores en forma de mapas mensuales, además tal como se indica en la IPH, se han de obtener los coeficientes correctores de las ETP estimadas por métodos de temperatura y las obtenidas con métodos que ponderan términos balance aerodinámico y energético. De esta manera, estos mapas correctores se obtienen interpolando los coeficientes que resultan de la relación característica para cada mes entre el método de Hargreaves y la referencia dada por el método de Penman-Monteith en las estaciones climatológicas principales de AEMET que disponen de suficiente información (Figura 12) y para cada uno de los 12 meses del año medio.

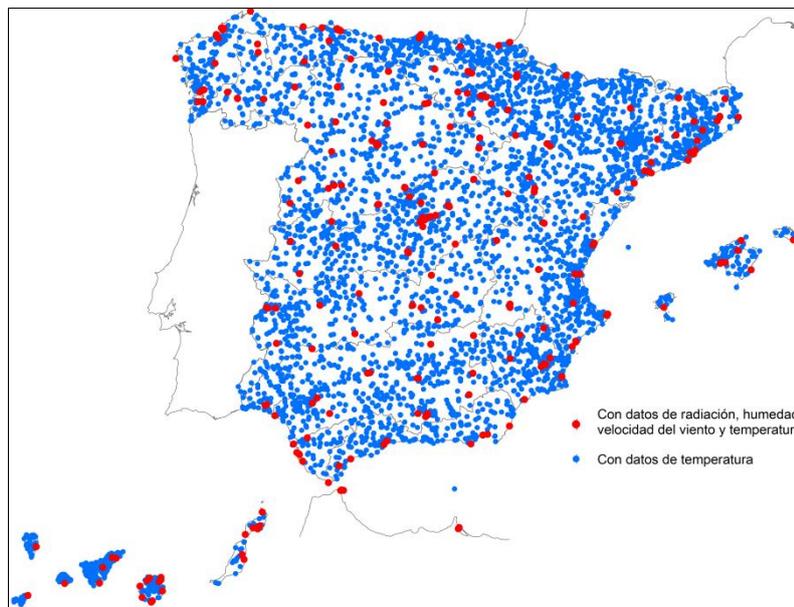


Figura 12. Red de estaciones meteorológicas AEMET de temperatura y resto de variables meteorológicas

Para aumentar la densidad de estaciones y mejorar la interpolación de los mapas de coeficientes correctores, se ha recurrido a completar la información de AEMET con datos de otras fuentes de información como la red agrometeorológica SiAR, las estaciones evaporimétricas de los anuarios de aforos y estaciones del servicio meteorológico de Cataluña. Para la parte de Francia se considera la información de la red meteorológica Météo-France y en el caso de Portugal se utiliza la red SNIRH que a su vez se completa con información de la base de datos de la NOAA. Por otra parte, debido a que los datos de la variable número de horas de sol era mucho más escasa que los de las otras variables necesarias para estimar la ETP según el método de Penman-Monteith (velocidad de viento, humedad relativa), se ha aumentado la información de esta variable en las estaciones sin dato mediante un procedimiento de interpolación que tiene en cuenta los datos de las estaciones cercanas y asigna un mayor peso a las más próximas. En la Figura 13 se observa el conjunto final de estaciones empleadas para la interpolación del coeficiente corrector que incluye 630 estaciones para España, y 70 estaciones en Portugal y la parte de Francia considerada.

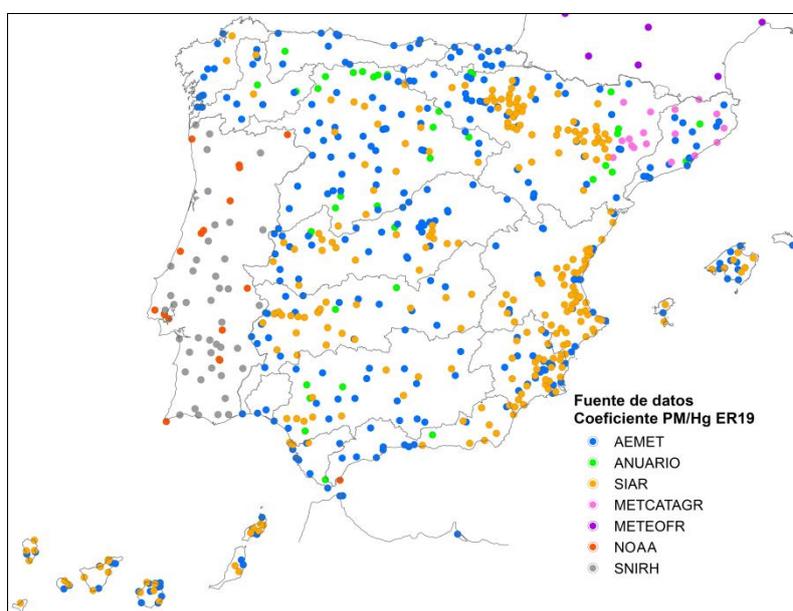


Figura 13. Estaciones meteorológicas utilizadas en la interpolación de los coeficientes correctores mensuales

La corrección del modelo de Hargreaves con técnicas de regresión a partir del modelo Penman-Monteith se topa con varios problemas, uno de ellos es el escaso número de registros que influye en la robustez de las regresiones mensuales, aspecto que se ha intentado resolver con el aumento en el número de estaciones procedentes de otras redes de información. En segundo lugar, se comprueba que la relación entre las ETP de Hargreaves y de Penman-Monteith no es lineal durante algunos meses del año. Esto ha motivado finalmente que la ETP de Hargreaves se haya corregido con un coeficiente de proporcionalidad, equivalente a una recta de regresión con término independiente nulo, lo que supone emplear un coeficiente de medias.

Las siguientes gráficas (Figura 14) muestran las dispersiones entre los resultados de ambos métodos de cálculo de la ETP en una estación de la cuenca del Júcar. A las nubes de puntos se les ha superpuesto la recta de regresión en rojo, con y sin filtrado de extremos ya que los valores altos pueden tener un gran efecto en la estimación de los coeficientes de regresión. Los extremos se han definido por tener un grado de apalancamiento superior a 0,5, el grado de apalancamiento es una medida de hasta qué punto una variable independiente se desvía de su

media. En verde se superpone la recta que representa el cociente entre medias de ambas estimaciones de la ETP.

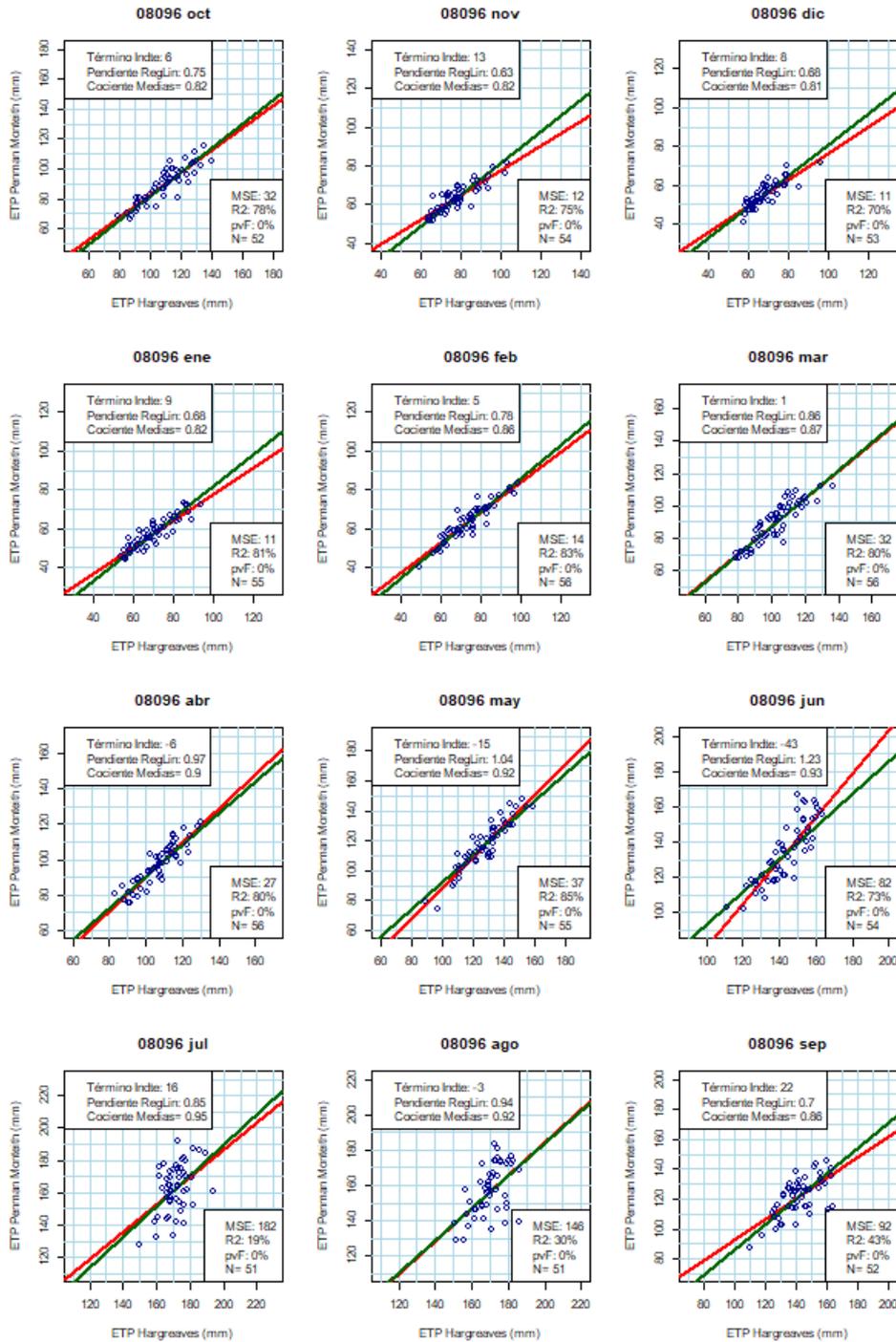


Figura 14. Diagramas de dispersión del ajuste entre la ETP media mensual estimada según Penman-Monteith y Hargreaves en una estación de la cuenca del Júcar. Línea roja: Recta de regresión / Línea verde: Recta de proporcionalidad

El proceso posterior de interpolación de los mapas correctores se ha realizado teniendo en cuenta las estaciones más cercanas y la correlación existente en el valor del coeficiente

corrector y la altitud. Los 12 mapas mensuales de coeficientes correctores se muestran en la Figura 15.

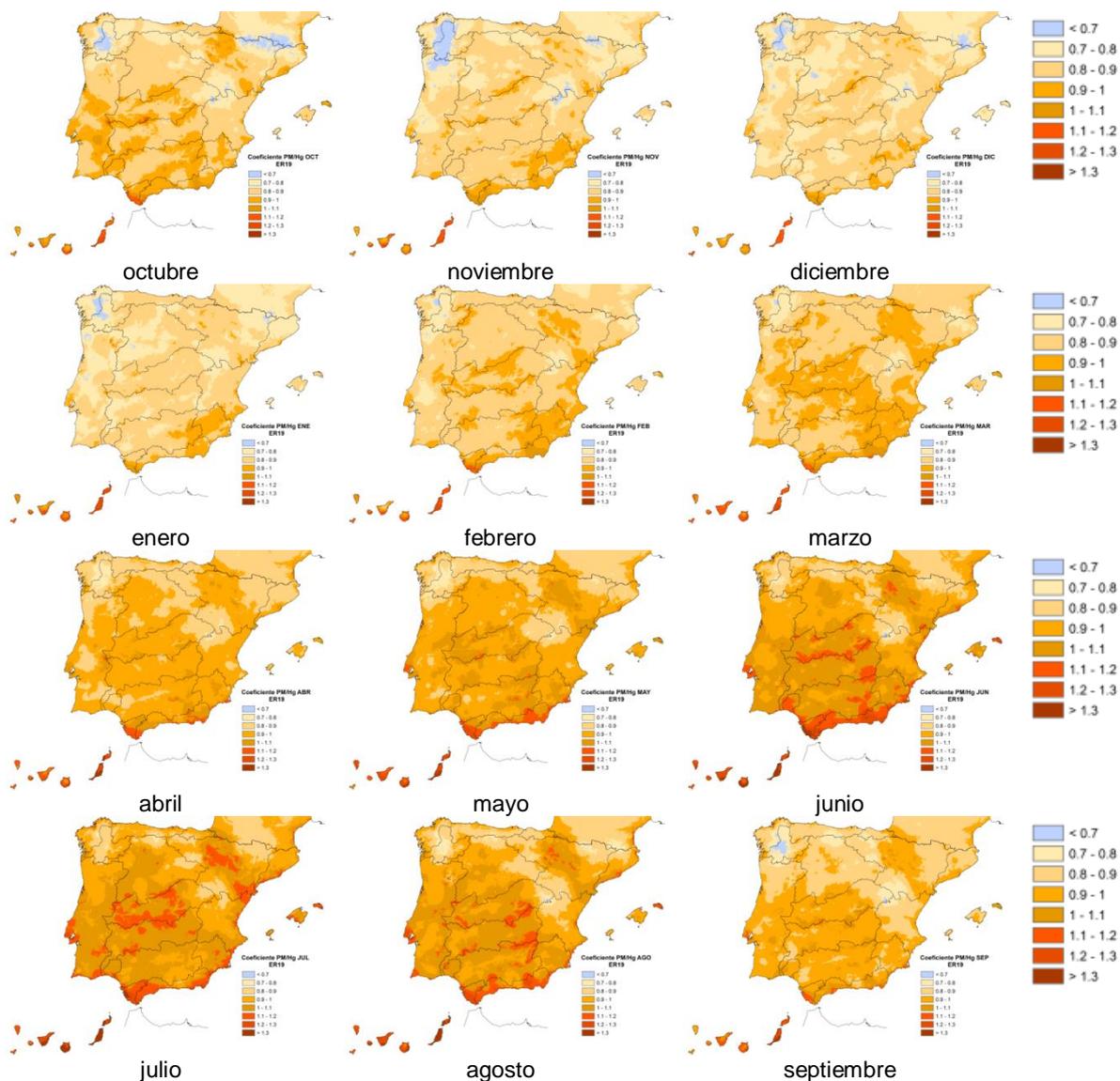


Figura 15. Coeficientes correctores Hargreaves-Penman Monteith

La ETP de Hargreaves corregida por Penman-Monteith corresponde a un cultivo de referencia, muy similar a una superficie extensa de pasto verde, bien regada, de altura uniforme, creciendo activamente y dando sombra totalmente al suelo (FAO, 2006). Otros usos del suelo se introducen por medio de coeficientes función de la vegetación, cobertura y grado de madurez, todos ellos variables en el tiempo. En hidrología y sobre cuencas naturales no se dispone de esta información y se ha simplificado la estimación de este coeficiente en uno medio anual de un único uso de suelo. De esta manera, para tener en cuenta el efecto de la vegetación real existente, a la serie completa de ETP se le ha aplicado un coeficiente corrector de cultivo función del uso del suelo. El uso de suelo considerado procede de una reclasificación del de usos de suelo CORINE LAND COVER 2000 (IGN, 2004)

Los coeficientes de uso de suelo para cada clase de uso de suelo se han obtenido mediante calibración del modelo de simulación de recursos hídricos en régimen natural. Previamente, se

tantearon los coeficientes asociados a cada uso de suelo utilizando la ecuación de Schreiber-Budyko con los datos de aportación, precipitación y ETP anuales en las cuencas en régimen natural seleccionadas. Debe destacarse que entre los inconvenientes encontrados en la aplicación de este modelo están el predominio de determinadas clases de usos de suelo como los boscosos en las cuencas en régimen natural, dejando sin prácticamente representación otros usos de suelo. Un segundo inconveniente es la dificultad de discernir en la respuesta agregada de una cuenca la contribución de cada uso de suelo (CEDEX, 2013a). El valor de coeficiente de cultivo finalmente asignado a cada uso de suelo varía desde 0,8 para suelos sin vegetación hasta 1 en el caso de pastizales (Figura 16).

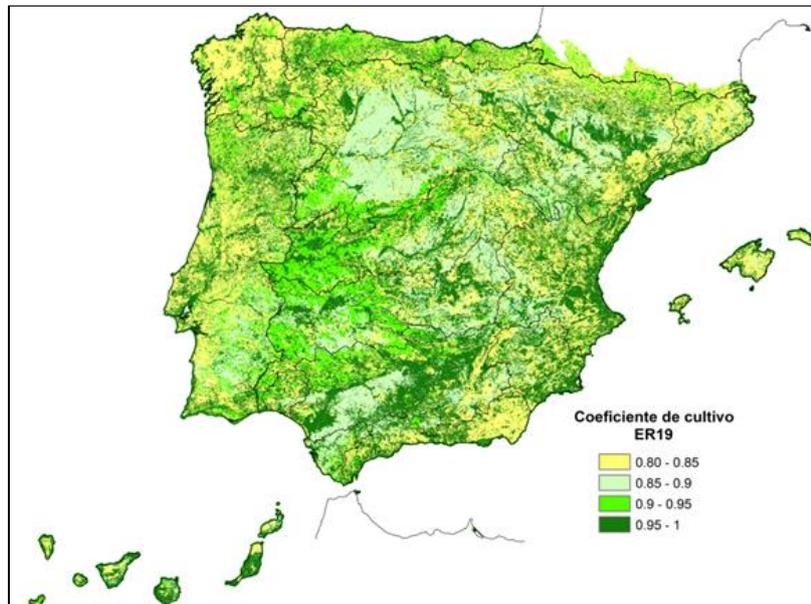


Figura 16. Coeficiente de cultivo

2.2.5 Cálculo de la acumulación y fusión de nieve

La fusión de nieve es una variable fundamental en la evaluación de recursos de zonas de alta montaña donde predomina el régimen nival. Habitualmente para su estudio, se recurre a modelos sencillos que evalúan el balance energético de la nieve en la forma de modelos de grado-día como es el caso del modelo hidrológico ASTER, utilizado en el marco del programa ERHIN de la DGA sobre la evaluación de los recursos hídricos procedentes de la innivación.

El modelo aquí empleado se basa en dicha metodología pero asumiendo una serie de simplificaciones derivadas de la distinta escala temporal utilizada, mensual frente a la diaria. Se utiliza un modelo lineal que considera la fusión dependiente de la temperatura a través de un factor de fusión grado-mes, que expresa la cantidad de nieve que se funde por cada incremento de temperatura. También se define una temperatura base a partir de la cual se produce la fusión. En este caso, debido a las simplificaciones derivadas del paso mensual, se iguala la temperatura base a la temperatura crítica que separa la lluvia en forma de nieve de la lluvia en forma líquida.

Estos dos parámetros del modelo, factor de fusión y temperatura base, se han obtenido por calibración para intentar reproducir los datos procedentes del programa ERHIN sobre superficie de nieve y volumen de agua en forma de nieve (VAFN) para el periodo 2010 a 2014 en unas 75

cuencas nivales de las 90 cuencas nivales definidas en el programa. En la Figura 17 se muestran los mapas de parámetros finalmente empleados.

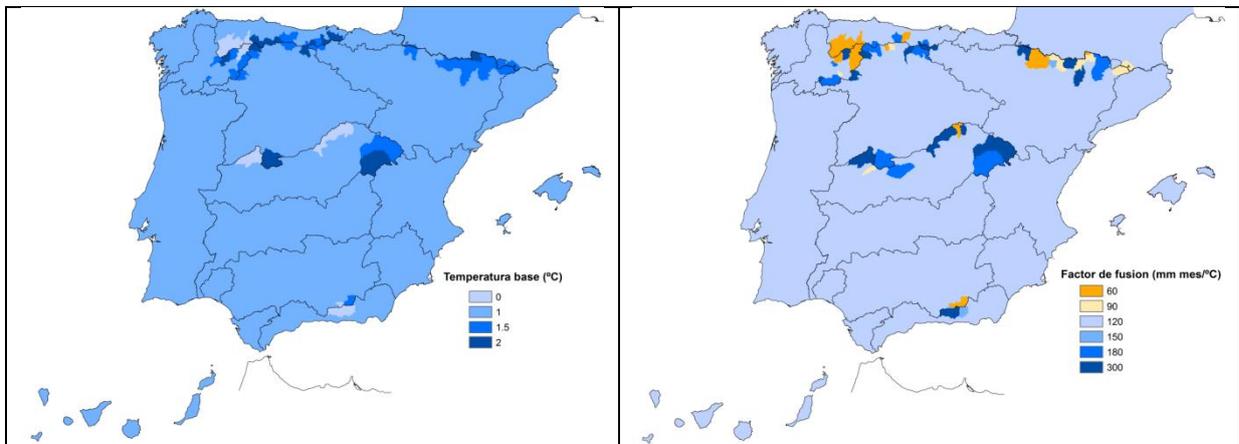


Figura 17. Mapas de parámetros para el tratamiento de la nieve: izquierda temperatura base (°C) y derecha factor de fusión (mm/°C)

En la Figura 18 se muestran dos ejemplos de calibración en la cuenca nival del río Ara en Boltaña en los Pirineos, para una temperatura base de 1.5 °C, izquierda, y 2 °C, derecha, y diferentes factores de fusión (desde 60 hasta 180 mm/°C). En ellas se aprecia el grado de ajuste a los datos ERHIN, puntos negros, de las variables simuladas superficie de nieve, volumen de agua en forma de nieve y aportación acumulada en el punto de cierre de la cuenca.

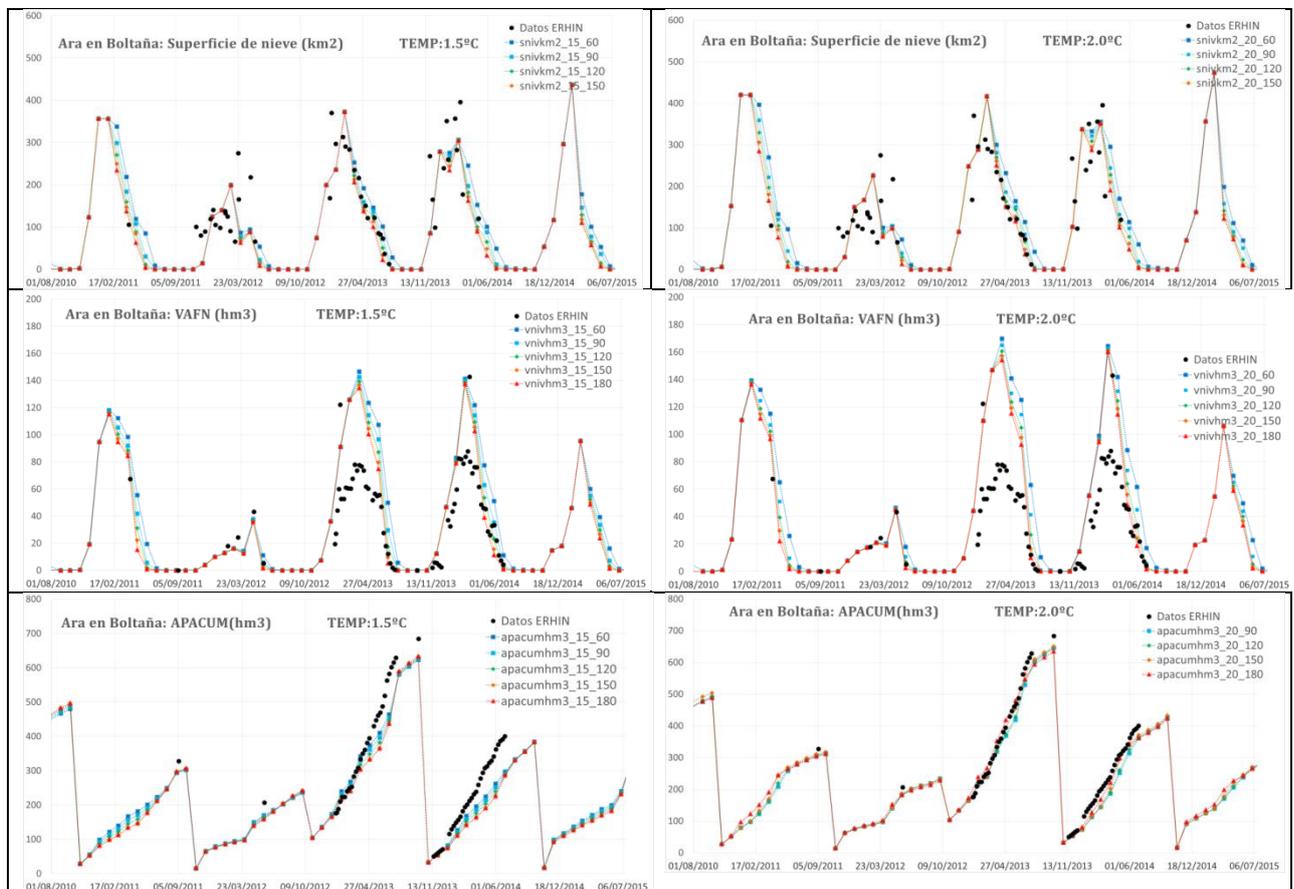


Figura 18. Ejemplos de calibración del modelo de nieve en la cuenca del río Ara en Boltaña.

En la Figura 19 se observa la comparativa del ajuste a los datos observados de la evolución de los promedios mensuales de aportaciones, entre el modelo de fusión lineal y el modelo de fusión exponencial empleado en la anterior evaluación de recursos (ER08), en una serie de cuencas nivales del Pirineo oriental. El modelo lineal consigue ajustarse mejor al pico de aportación del mes de mayo, en comparación con el modelo exponencial que tiene una respuesta más lenta. El modelo de fusión de nieve empleado en ER08 seguía una ley exponencial decreciente que dependía del volumen de nieve acumulado en el mes anterior.

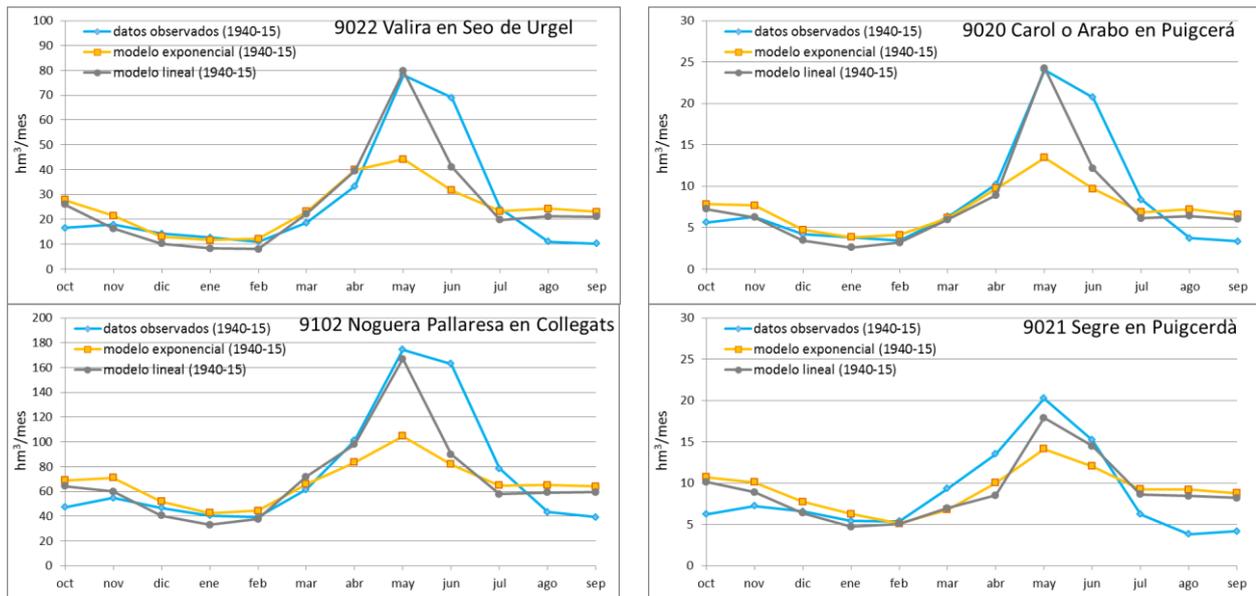


Figura 19. Ejemplos de ajuste de la evolución estacional de aportaciones en cuencas del Pirineo oriental. Comparación entre el modelo de fusión de nieve lineal (ER19) y exponencial (ER08)

2.3 PARÁMETRIZACIÓN DEL MODELO

Como se ha visto en el apartado anterior, los procesos del ciclo hidrológico simulados por el modelo SIMPA dependen de 4 parámetros. Primeramente se les da un valor en función de las características fisiográficas del medio que los condicionan. Posteriormente, se ajustan mediante la calibración al ajustar los caudales simulados a los observados.

Los cuatro parámetros del modelo de SIMPA tienen variabilidad espacial por lo que están representados por los cuatro mapas correspondientes. Los parámetros capacidad de almacenamiento en el suelo (H_{max}) y coeficiente de excedente (C) están relacionados con las características superficiales y del suelo, mientras que los parámetros capacidad de infiltración (I_{max}) y coeficiente de agotamiento de los acuíferos (α) están relacionados con los parámetros hidrogeológicos. Se ha supuesto que los parámetros son estacionarios y no cambian en el tiempo que dura la simulación, los 78 años que van desde 1940 a 2017. Se ha adoptado esa suposición aun sabiendo que las características físicas del territorio que determinan los parámetros sufren permanentes cambios. No obstante, se han considerado estacionarios puesto que el objetivo de este estudio es la evaluación de los recursos hídricos y no de otros posibles cambios, como por ejemplo los de usos del suelo.

2.3.1.1 Capacidad máxima de almacenamiento de agua en el suelo, H_{máx}

El parámetro capacidad máxima de almacenamiento de agua en el suelo, H_{máx}, es el agua que como máximo puede contener un suelo y cuyo destino final será la evaporación, directa o a través de las plantas, parte en el mes de cálculo y el resto de manera diferida en los siguientes meses. Define la máxima humedad evapotranspirable en la zona no saturada. La textura del suelo es un concepto muy utilizado en agronomía para caracterizar las posibilidades del suelo para poderse cultivar. La humedad máxima del suelo se podría definir como la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez multiplicado por el espesor del suelo (no contempla el agua gravífica y sí el agua capilar).

Se ha obtenido de la combinación de la información de los mapas de usos de suelo, de texturas y pendientes, modificados además por características climáticas. Los usos de suelo proceden del CORINE LAND COVER 2000 (IGN, 2004) reclasificado en 8 grupos (Tabla 1, Figura 20).

Tabla 1. Grupos de uso de suelo reclasificados del CORINE LAND COVER 2000

Clase CORINE	Descripción de los usos de suelo CORINE Land Cover	Reclasificación a los Grupos de usos de suelo
21100	Tierras de labor de secano	1 Cultivos de secano
24110	Asociación de cultivos permanentes en secano	
24210	Mosaico de cultivos en secano	
24212	Mosaico de cultivos permanentes en secano	
24230	Mosaico de cultivos mixtos en secano	
24310	Mosaico de cultivos agrícolas en secano	
24213	Mosaico de cultivos anuales	2 Mosaico de cultivos permanentes
21200	Terrenos regados permanentemente	3 Pastizales, regadíos y viñedos
22100	Viñedos	
23100	Prados y praderas	
24120	Asociación de cultivos permanentes en regadío	
24211	Mosaico de cultivos anuales con praderas	
24220	Mosaico de cultivos en regadío	
24221	Mosaico de cultivos anuales con praderas	
24222	Mosaico de cultivos permanentes en regadío	
24223	Mosaico de cultivos anuales	
24320	Mosaico de cultivos agrícolas en regadío	
24330	Mosaico de prados o praderas	
32100	Pastizales naturales	4 Matorrales, bosques y frutales
22200	Frutales	
22300	Olivares	
24400	Sistemas agroforestales	
31160	Laurisilva macaronesia	
31200	Bosques de coníferas	
32	Matorrales y/o asociaciones de vegetación herbácea	5 Bosques maduros
31100	Bosques de frondosas	
31300	Bosque Mixto	6 Zonas urbanas e impermeable
11	Tejido Urbano	
12	Zonas industriales, comerciales y de transporte	
13	Zonas de extracción minera, vertidos y de construcción	
14	Zonas verdes artificiales, no agrícolas	7 Suelos sin vegetación
33	Espacios abiertos con escasa o sin vegetación	
21300	Arrozales	8 Humedales y superficies de agua libre
41	Zonas húmedas continentales	
42	Zonas húmedas litorales	
51	Aguas continentales	
52	Aguas marinas	

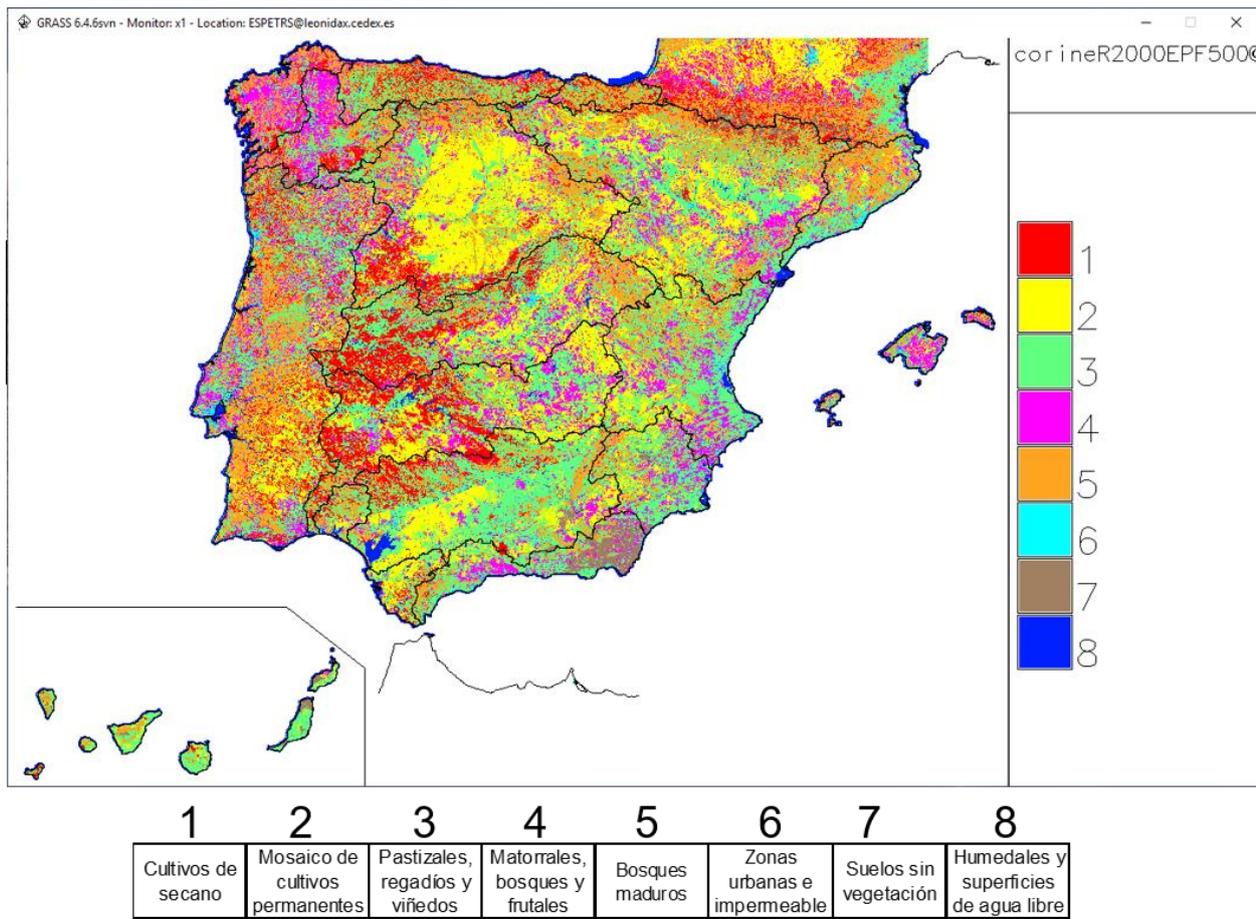


Figura 20. Clasificación de los usos del suelo según CORINE

Las texturas de suelos se han obtenido de la información geológica de la Base de Datos “Propiedades Edafológicas de los Suelos Españoles” (CIEMAT, 2000) en la que se asigna un porcentaje de arenas, limos y arcillas a una serie de perfiles de muestreo en la península ibérica. Esa información se interpola con base a la información litológica del mapa hidrogeológico a escala 1:2.000.000 del año 2006 (IGME, 2006), se completa para zonas exteriores con el mapa de suelo de la Comisión Europea a escala 1:1.000.000, referida aquí como Slecgeo (CE, 1985) y finalmente se reclasifica en los 5 grupos de Thornthwaite y Mather (1957) (Tabla 2 y Figura 21).

Tabla 2. Relación entre grupos texturales USDA y Thornthwaite-Mather

Thorn-Matter (1957)	Textura (USDA)
Arenosa fina	Arenosa
Franco-arenosa fina	Franco arcillo arenosa Arenoso franca Franco arenosa
Franco-limosa	Limosa Franco limosa Slecgeo (clase 123-12)
Franco-arcillosa	Franco arcillo limosa Franco arcillosa

Thorn-Matter (1957)	Textura (USDA)
	Franca
Arcillosa	Arcillo limosa Arcillo arenosa Arcillo limosa

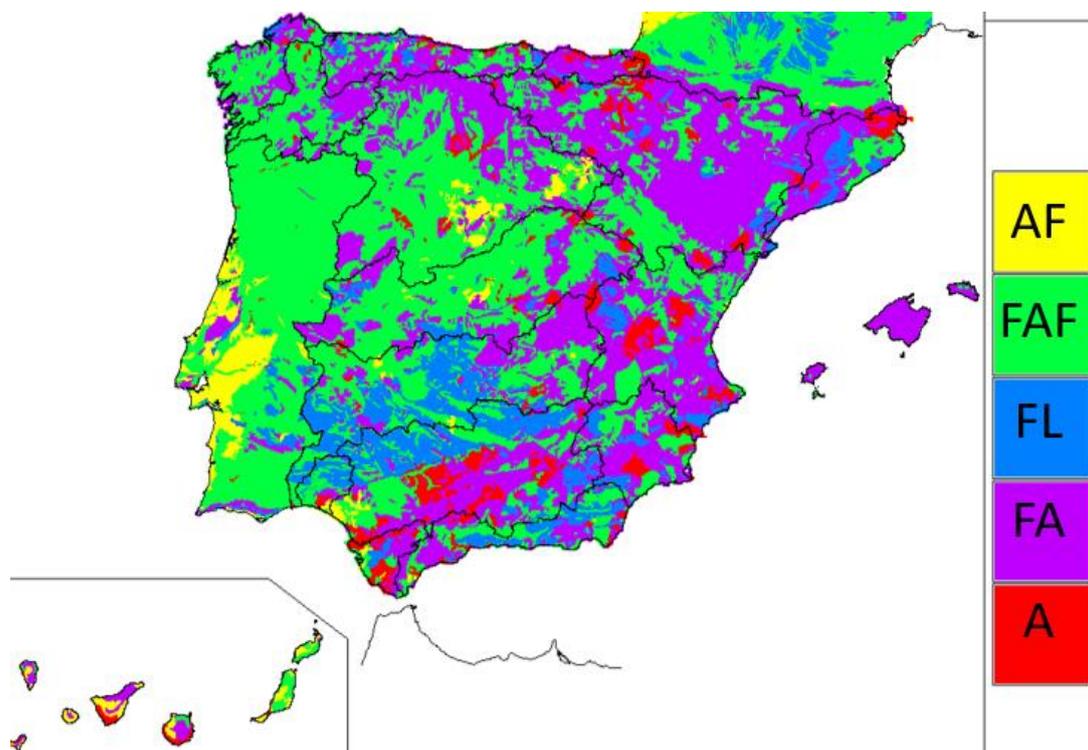


Figura 21. Clasificación de texturas del suelo.

El mapa de pendientes está derivado del MDE a resolución 500 m, obtenido a partir del mapa del IGN a escala 1:25.000 (IGN, 2014). En esta nueva evaluación de recursos se ha aumentado la resolución, pasando de celdas de 1000 a 500 m. Este cambio ha supuesto que la topografía esté menos suavizada, con lo que las pendientes son mayores. Habida cuenta de la relevancia de este factor, se han considerado 8 clases de pendientes (Tabla 3 y Figura 22).

Tabla 3. Clases de pendientes del terreno

Pendiente (°)	Clase
< 0,5	1
0,5 a 1	2
1 a 2	3
2 a 4	4
4 a 7	5
7 a 10	6

Pendiente (º)	Clase
10 a 14	7
≥ 14	8

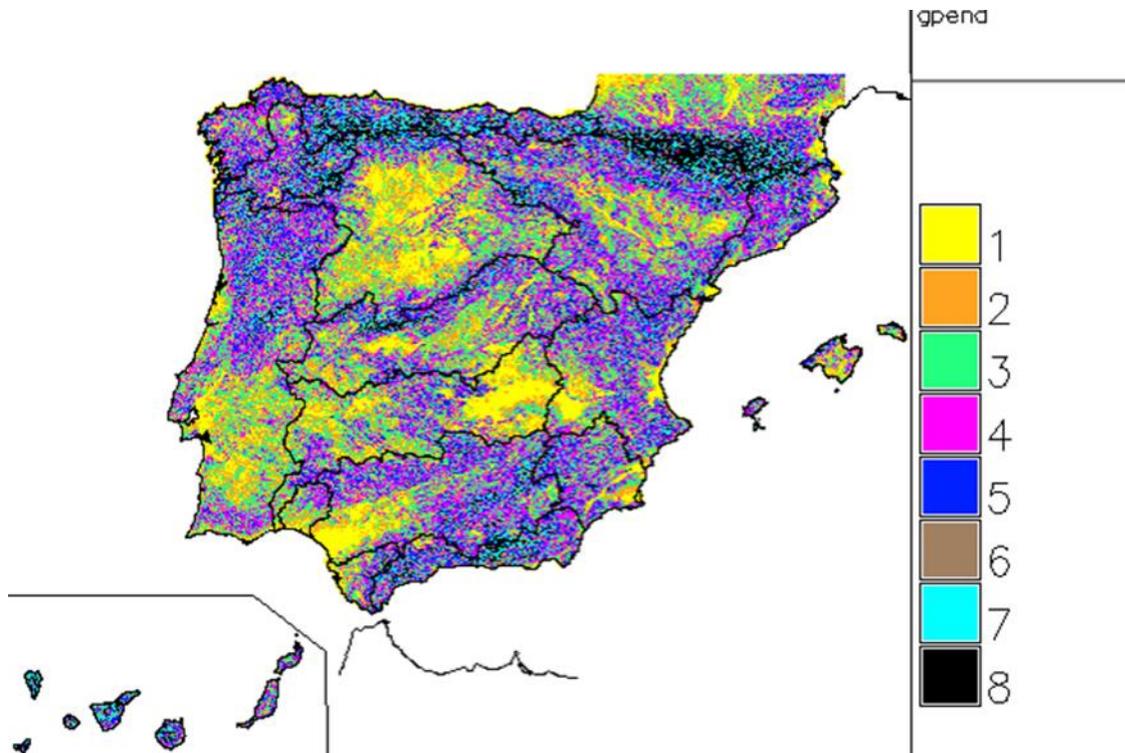


Figura 22. Clasificación de pendientes del terreno.

La Tabla 4 detalla los valores de $H_{m\acute{a}x}$ asignados en función de las pendientes, texturas y los usos de suelo. El valor medio para todo el territorio es de 190 mm.

Tabla 4. Reclasificación del parámetro H_{máx} (mm)

Textura	Pendiente	Usos del suelo							
		Cultivos de secano	Mosaico de cultivos permanentes	Pastizales, regadíos y viñedos	Matorrales, bosques y frutales	Bosques maduros	Zonas urbanas e impermeable	Suelos sin vegetación	Humedales y superficies de agua libre
Arenosa Fina	1	145	150	170	210	250	100	140	1000
	2	140	145	160	200	220	100	120	1000
	3	135	140	150	190	210	100	100	1000
	4	130	135	140	180	200	100	80	1000
	5	90	95	100	150	160	50	60	1000
	6	50	55	70	130	140	50	40	1000
	7	10	35	50	60	70	25	20	1000
	8	5	5	5	7	10	5	5	1000
Franco-Arenosa fina	1	220	220	230	240	260	110	220	1000
	2	200	200	220	220	230	110	210	1000
	3	170	170	220	220	230	110	200	1000
	4	160	160	200	200	200	110	180	1000
	5	100	120	190	190	200	50	140	1000
	6	30	80	100	110	130	50	120	1000
	7	15	30	60	75	75	25	75	1000
	8	5	5	5	10	10	5	5	1000
Franco-Limosa	1	240	250	300	310	400	120	240	1000
	2	230	230	260	270	350	120	225	1000
	3	215	215	240	240	310	120	210	1000
	4	200	200	210	210	240	120	190	1000
	5	170	170	180	190	230	50	150	1000
	6	60	100	130	130	130	50	130	1000
	7	30	50	75	80	80	25	80	1000
	8	5	5	5	10	30	5	5	1000
Franco-Arcillosa	1	230	250	260	265	320	110	220	1000
	2	190	240	245	255	300	110	210	1000
	3	155	210	240	245	250	110	200	1000
	4	145	180	230	235	240	110	180	1000
	5	120	140	180	190	230	50	140	1000
	6	60	80	90	125	140	50	120	1000
	7	25	35	35	60	70	25	75	1000
	8	5	5	5	10	20	5	5	1000
Arcillosa	1	160	220	250	260	270	100	180	1000
	2	150	210	230	240	250	100	170	1000
	3	140	190	210	220	230	100	160	1000
	4	120	150	190	200	220	100	150	1000
	5	90	130	140	180	190	50	75	1000
	6	40	100	110	140	150	50	50	1000
	7	20	35	50	60	70	25	25	1000
	8	5	5	5	7	10	5	5	1000

Estos valores se modificaron localmente para tener en cuenta peculiaridades climáticas como el índice de aridez para obtener finalmente el mapa de H_{máx} de la Figura 23. La incertidumbre en el cálculo de la precipitación en altura, donde hay poca información, se ha manifestado en las diferencias entre mapas elaborados por diferentes organismos según diferentes métodos. Esa incertidumbre se ha intentado atender modificando el parámetro H_{máx} en la DH de Guadalete Barbate y en zonas de cotas altas del norte de España y Sierra del Segura.

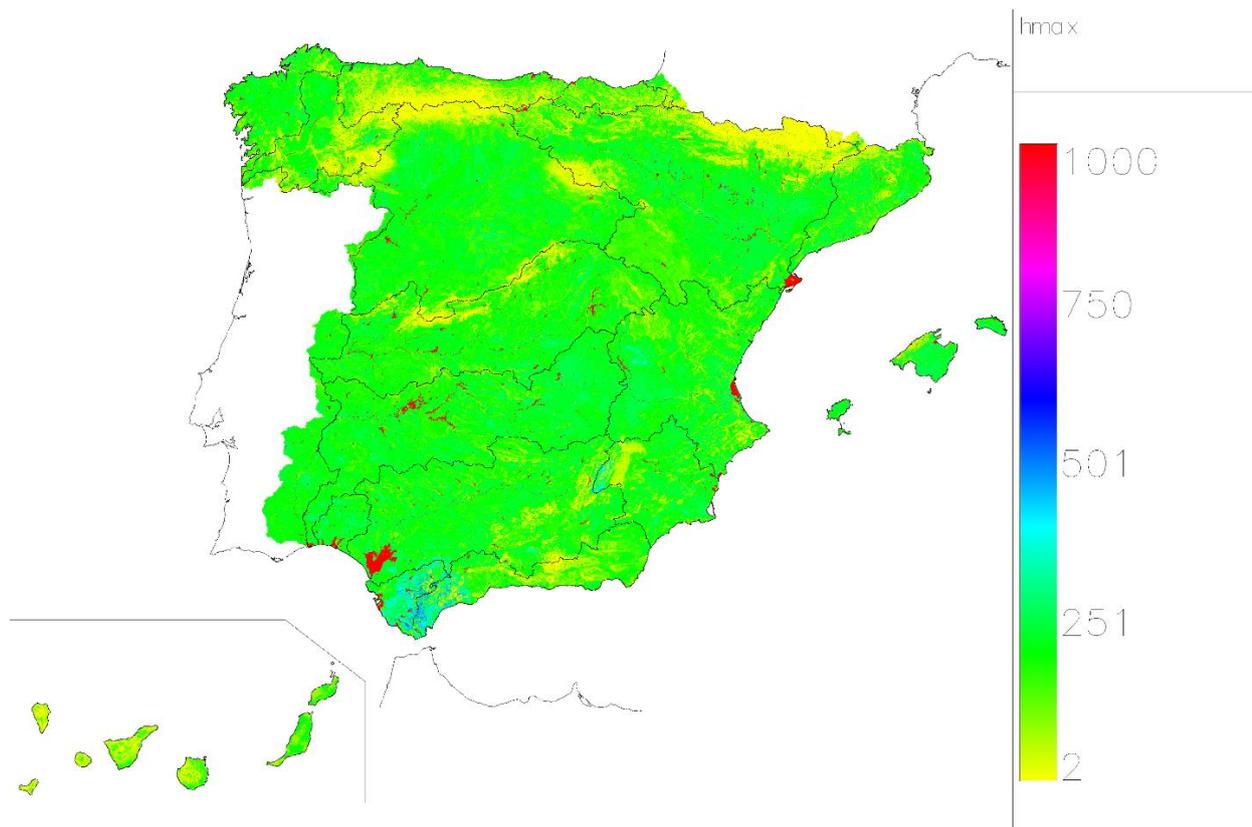


Figura 23. Capacidad máxima de almacenamiento de agua en el suelo, $H_{m\acute{a}x}$ (mm)

2.3.1.2 Coeficiente de excedente, C

El coeficiente de excedente es un parámetro constante en el tiempo de proporcionalidad entre el déficit de almacenamiento en el suelo y el umbral de escorrentía, este último variable mensualmente. Un valor reducido de C implica menor umbral de escorrentía y mayor generación de excedente con una respuesta más rápida de la cuenca. Al contrario, mayores valores de C dan mayor umbral de escorrentía y menor generación de excedente.

El valor de C se ha adoptado reclasificando el número de curva obtenido según la metodología del SCS, en función de los usos del suelo, la pendiente del terreno y la textura del suelo. El parámetro C tiene valores entre 0,10 y 0,62, siendo 0,34 el valor medio para todo el territorio (Figura 24).

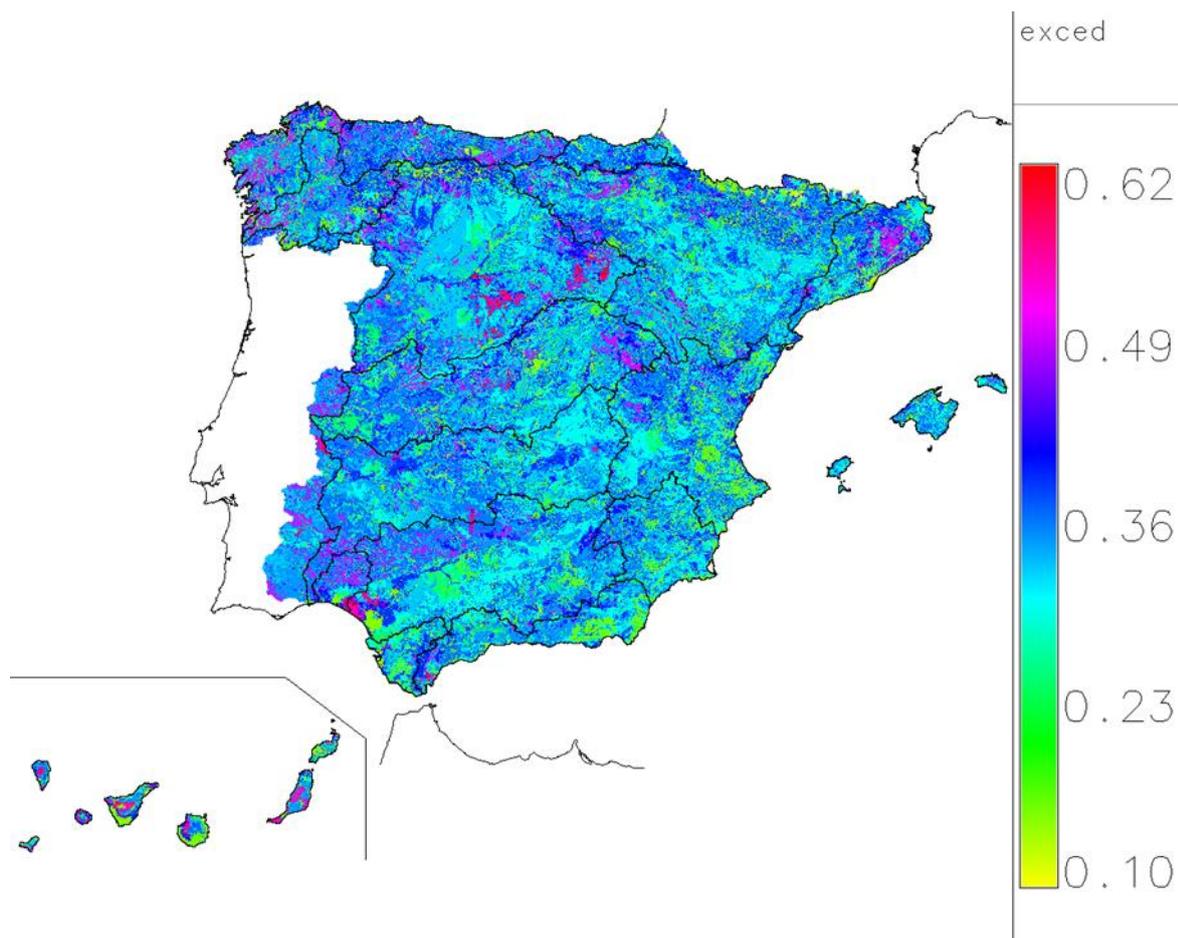


Figura 24. Coeficiente de excedente

2.3.1.3 Capacidad de infiltración máxima, I_{max}

Los parámetros I_{max} y alfa determinan la recarga y descarga de las masas de agua subterráneas. Por lo tanto, ambos parámetros solo afectan a aquellas partes del territorio en los que están definidas dichas masas. En la evaluación anterior, ER08, se identificaron 653 masas en España. En esta evaluación, ER19, se han identificado 760 masas en España y 22 en Francia y Portugal (Figura 25). Ha habido pues algunos cambios, básicamente incorporación de nuevas masas y división de otras preexistentes.



Figura 25. Masas de agua subterránea

El parámetro I_{max} ha cambiado respecto a ER08 ya que en la evaluación actual se ha determinado a partir de un mapa más reciente y de mayor detalle; en concreto, del mapa litoestratigráfico, de permeabilidades e hidrogeológico de España del IGME a escala 1:200.000. Ese mapa caracteriza las formaciones hidrogeológicas en 30 clases según dos campos de interés: litología y permeabilidad (Figura 26). Los valores de I_{max} correspondientes a cada clase se han obtenido reclasificando (Tabla 5), primero a partir de las equivalencias con las clases de ER08 considerando el orden de permeabilidad intrínseco de cada clase y, segundo, a partir de la calibración. La calibración tuvo en cuenta la visualización de los hidrogramas en los puntos de control de las estaciones más fiables y representativas y su índice de error. En la Tabla 5 se muestran los valores de reclasificación y en la Figura 27 el mapa final de I_{max} .

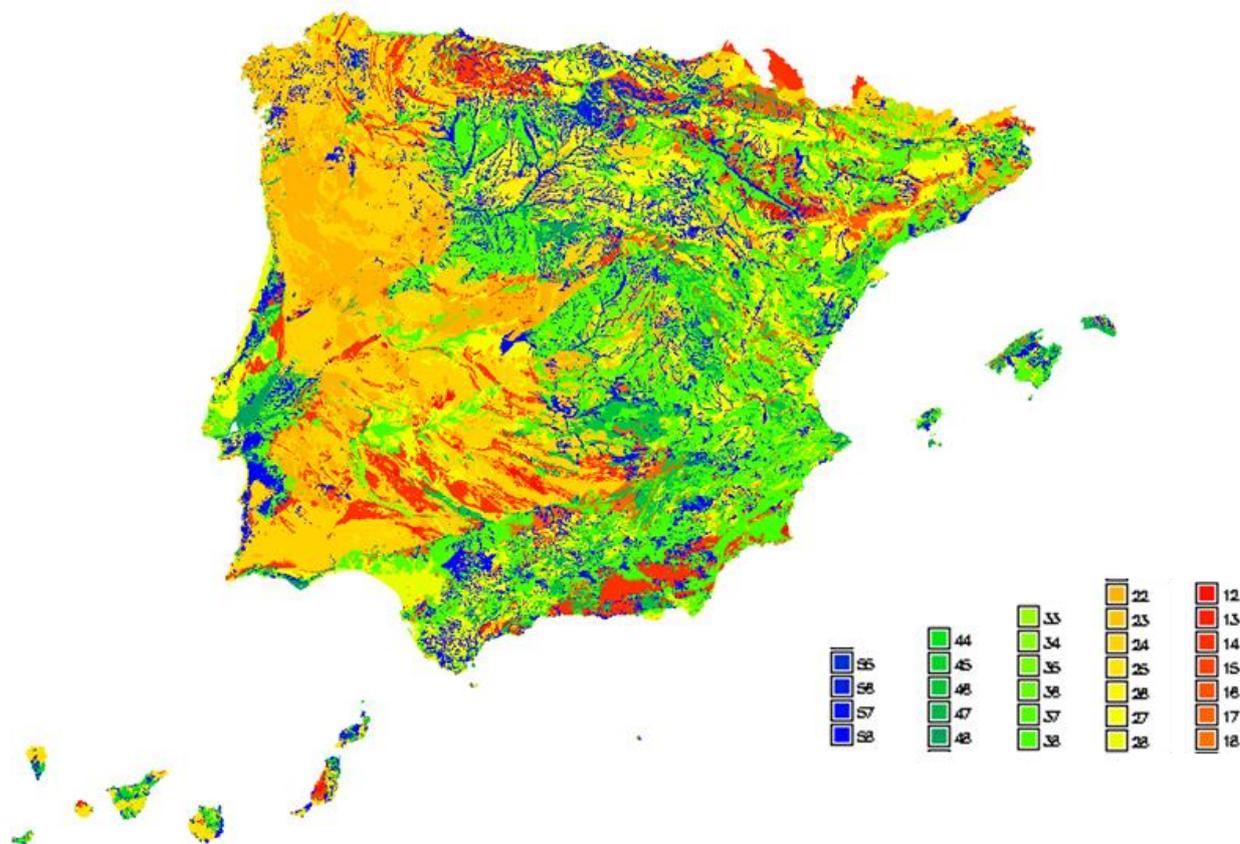


Figura 26. Clases del parámetro I_{max} . Ver leyenda en Tabla 5

Tabla 5. Reclasificación del parámetro I_{max} (mm/mes)

Litología	Permeabilidad	Clase	I_{max} ER19
Carbonatos	Muy baja	16	60
Carbonatos	Baja	26	100
Carbonatos	Media	36	300
Carbonatos	Alta	46	500
Carbonatos	Muy alta	56	1000
Cuaternarios	Muy baja	18	100
Cuaternarios	Baja	28	220
Cuaternarios	Media	38	280
Cuaternarios	Alta	48	400
Cuaternarios	Muy alta	58	500
Detríticos	Muy baja	17	60
Detríticos	Baja	27	220
Detríticos	Media	37	300
Detríticos	Alta	47	450
Detríticos	Muy alta	57	700
Evaporitas	Muy baja	13	20
Evaporitas	Baja	23	50

Litología	Permeabilidad	Clase	I _{max} ER19
Evaporitas	Media	33	200
Igneas	Muy baja	12	50
Igneas	Baja	22	80
Metadetríticos	Muy baja	14	45
Metadetríticos	Baja	24	70
Metadetríticos	Media	34	100
Metadetríticos	Alta	44	150
Volcánicos	Muy baja	15	40
Volcánicos	Baja	25	100
Volcánicos	Media	35	150
Volcánicos	Alta	45	300
Volcánicos	Muy alta	55	500

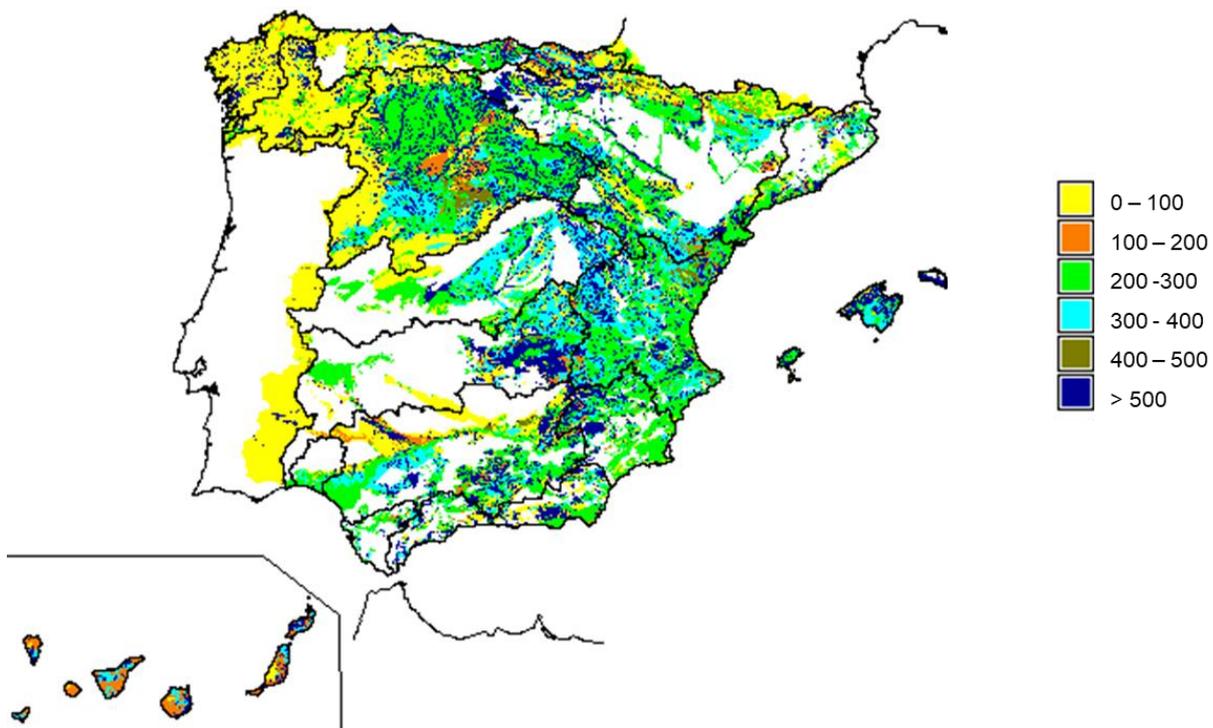


Figura 27. Mapa del parámetro I_{max} (mm/mes)

2.3.1.4 Coeficiente de agotamiento del acuífero, alfa

El intercambio entre río y acuífero se simula mediante el modelo unicelular, cuyo parámetro α o coeficiente de agotamiento, se obtiene de la caracterización de la descarga del flujo base registrado en los puntos de control y de su relación con las propiedades hidrodinámicas de los acuíferos. Sin embargo, no se dispone de suficientes series de aportaciones para caracterizar el número total de unidades acuíferas, integradas principalmente por las masas de agua subterránea.

La asignación inicial de alfa se hizo a partir del valor en anteriores evaluaciones y según la relación de cambio de la superficie dada por la siguiente ecuación que lo relaciona con las características hidrogeológicas:

Ec. 2-18. Ecuación del coeficiente de agotamiento en función de las características hidrogeológicas

$$\alpha = \frac{\pi^2 T}{4SL^2}$$

Siendo,

- α el coeficiente de agotamiento (días⁻¹)
- T la transmisividad del acuífero (m²/s)
- S el coeficiente de almacenamiento (%)
- L distancia media desde cualquier punto del acuífero al lugar de descarga al río (m)

Los valores previos se ajustaron en el proceso de calibración, comparando las ramas de recesión de las series simuladas con las series registradas en estaciones de aforo en aquellas cuencas en las que se ha dispuesto de suficiente información hidrométrica. En la Figura 28 se muestra el mapa con los valores alfa adoptados. Los valores de alfa varían entre 0,00068 d⁻¹ y 0,08 d⁻¹ (0,0287 d⁻¹ de media), lo que corresponde a unos tiempos de semivaciado de 9 días a 3 años (1 mes de media).

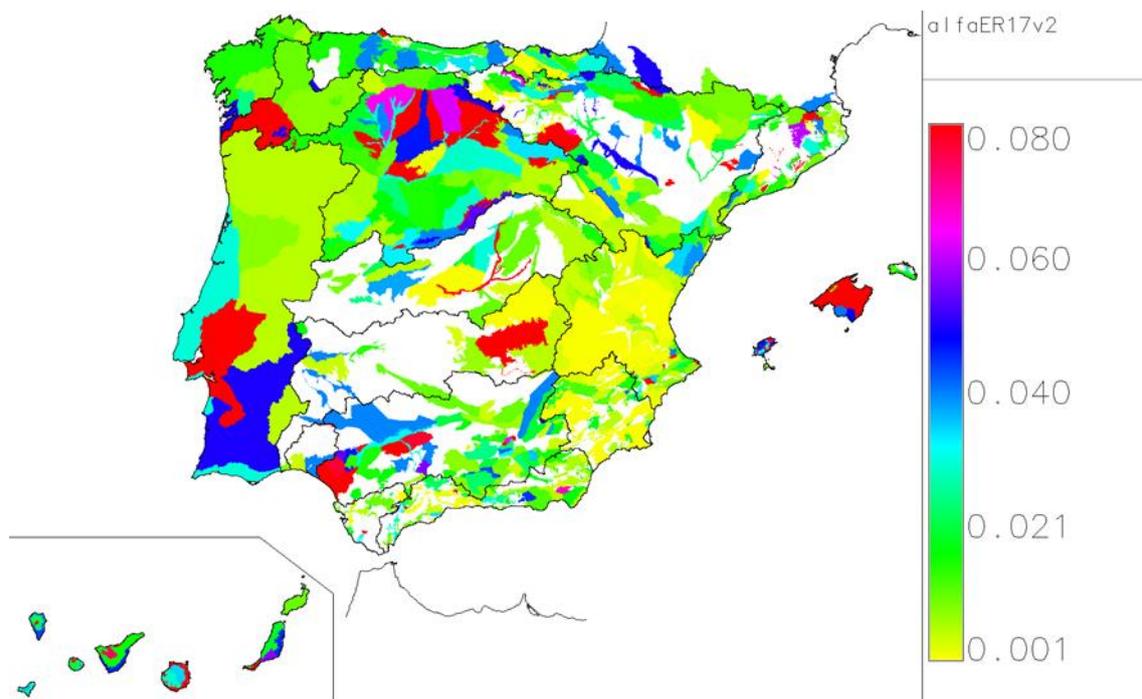


Figura 28. Coeficiente de agotamiento (días-1)

3 CONTRASTE DE LA SIMULACIÓN

3.1 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTRASTE

Normalmente, la estrategia de ajuste de los parámetros en los modelos hidrológicos se realiza mediante la comparación de las series de caudales simulados con los registrados. Por esta razón la selección de un conjunto de puntos de contraste lo más fiable y representativo es un paso clave en la simulación hidrológica así se asegura que el modelo reproduzca la realidad lo

mejor posible. Como la simulación se realiza en régimen natural, el que corresponde a un ciclo hidrológico no alterado por la actividad humana, son necesarios puntos de medida que se encuentren lo menos alterados posible y alejados de las fuentes de actividad humana y de los usos de agua. Esto ocurre en pequeñas cuencas, normalmente de montaña. Para completar estos puntos y poder ajustar cuencas más grandes se recurre a estrategias de restitución a régimen natural de las series alteradas de los puntos de medida.

En este trabajo se parte un conjunto de puntos con series en régimen natural y series restituidas a régimen natural seleccionados y proporcionados por las DH, que comprenden tanto estaciones de aforo en río como embalses. En algún caso, las series restituidas se han tomado de las series ya validadas de anteriores planes hidrológicos de cuenca. Por otra parte, en algunas DH se ha realizado una revisión de los puntos de contraste al no encontrarse en régimen natural, para ello se han seleccionado aquellos puntos que no tuvieran en su cuenca vertiente embalses, derivaciones o grandes extensiones de regadío. En Portugal, para comprobar el ajuste del modelo en cuencas que vierten a España, se ha utilizado la información de SNIRH.

En la Figura 29 se muestran los puntos iniciales de contraste recibidos por las DH y los puntos no seleccionados por no encontrarse en régimen natural. La Tabla 6 detalla el número de puntos por DH, distinguiendo entre estaciones de aforo en río y embalses, y entre series en régimen natural y alterado.

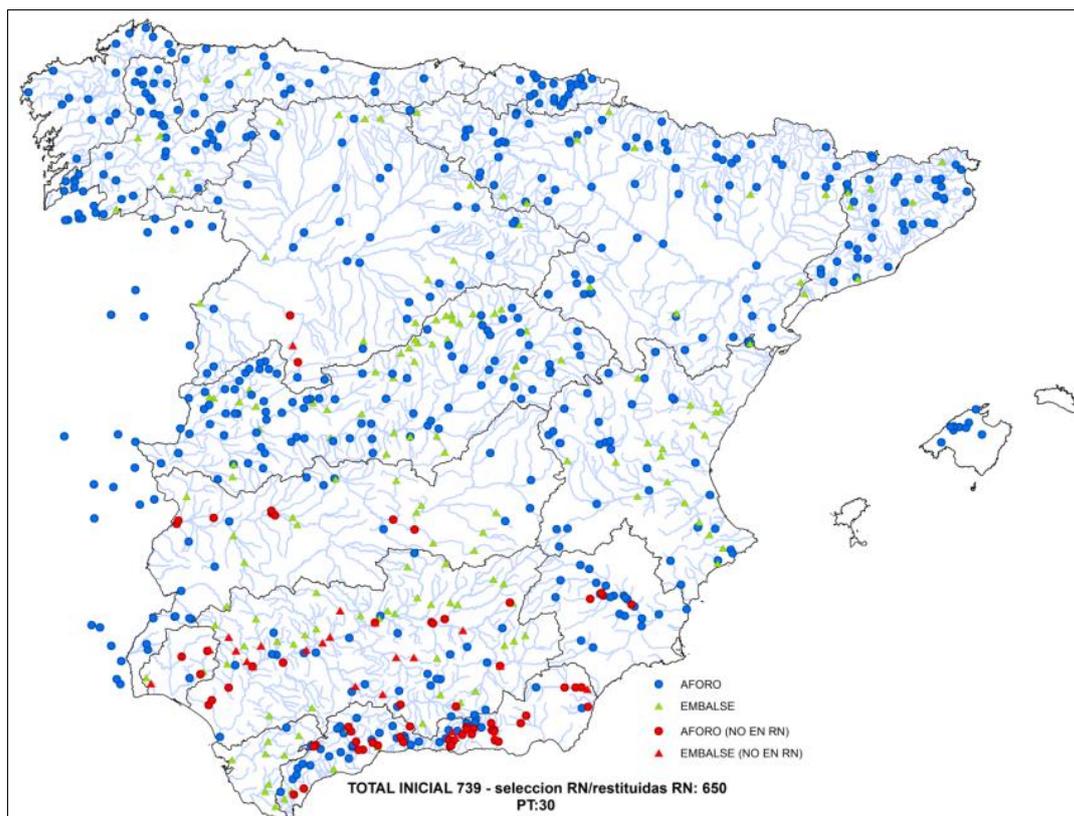


Figura 29. Puntos de contraste iniciales correspondientes a estaciones de aforo y embalses

Tabla 6. Número de puntos de contraste iniciales por DH

DH INTERCOMUNITARIAS	Nº PC (enviados por DH)	No en régimen natural	Selección (RN o restituidos a RN)	Nº PC RN	Nº PC RESTITUIDOS A RN	Nº EST. AFORO	Nº EMBALSES
MIÑ	47		47	47		41	6
COC			20*	19	1	18	2
COR	17		22**	22		22	
DUE	49	3	46	42	4	34	12
TAJ	129		129	9	120	90	39
GDN	41	8	33	19	14	19	14
GDQ	87	29	58	54	4	25	33
SEG	26	4	22	1	21	22	
JUC	55		55	34	21	35	20
EBR	87		87	82	5	75	12
TOTAL INTERCOMUNITARIAS	538	44	519	329	190	381	138
DH INTRACOMUNITARIAS							
GAL	17		17	17		17	
CMA	90	40	50	47	3	41	9
TOP	8	5	3	3		1	2
GYB	9		9	1	8	1	8
CAT	43		43	38	5	36	7
BAL			9*	9		9	
TOTAL INTRACOMUNITARIAS	167	45	122	115	16	105	26
TOTAL	705	89	650	444	206	486	164

* SELECCIÓN CEDEX, ** SELECCIÓN CEDEX + ENVÍO CIPV

Las series de referencia no se pueden considerar libres de error y resulta conveniente revisar la calidad de los registros para asegurar la fiabilidad de los datos en la medida de lo posible. Por ello, se ha revisado la información aplicando una metodología consistente en el análisis de la evolución temporal de los datos anuales, mensuales y estacionales, curvas de relación nivel-caudal, curvas de duración de caudal, y análisis de cadenas entre estaciones situadas en el mismo río o en cuencas próximas con similares características hidrológicas. Este análisis se complementa con una serie de tests estadísticos que permiten valorar si los cambios de tendencia o saltos bruscos detectados en los datos son significativos (CEDEX, 2013b).

En las siguientes figuras se muestran ejemplos de los análisis realizados para una estación en régimen natural (Figura 30), un embalse en régimen natural (Figura 31) y un análisis de cadenas entre estaciones (Figura 32).

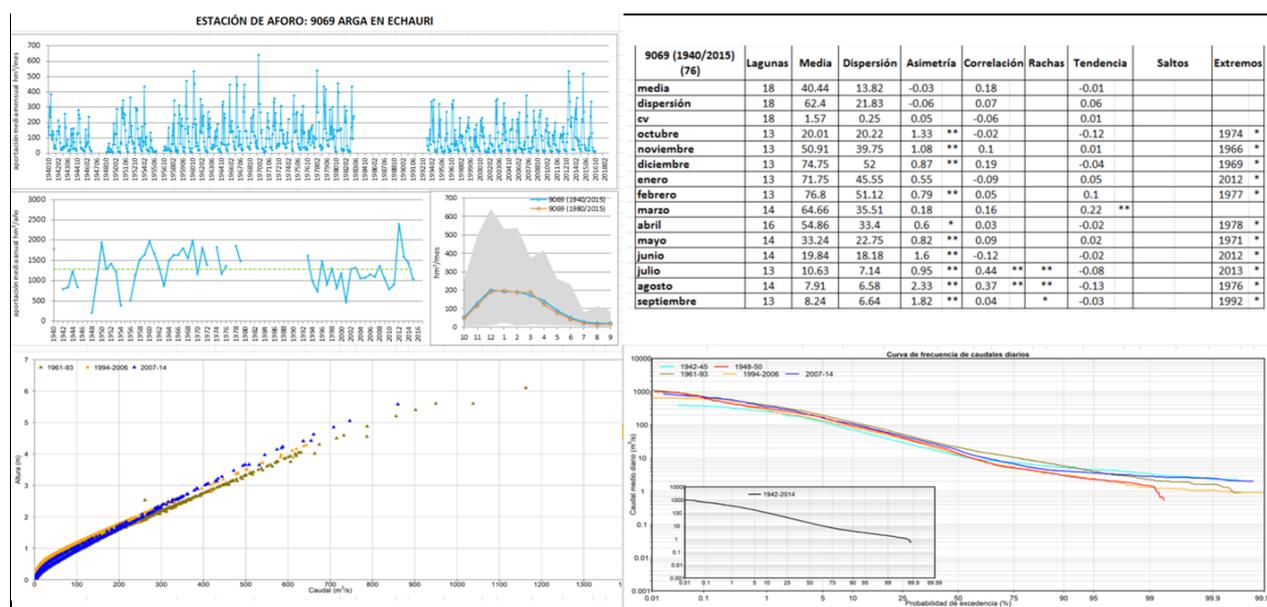


Figura 30. Ejemplo de análisis de los datos de una estación aforo en régimen natural, río Argá en Echauri, DH del Ebro



CEDEX

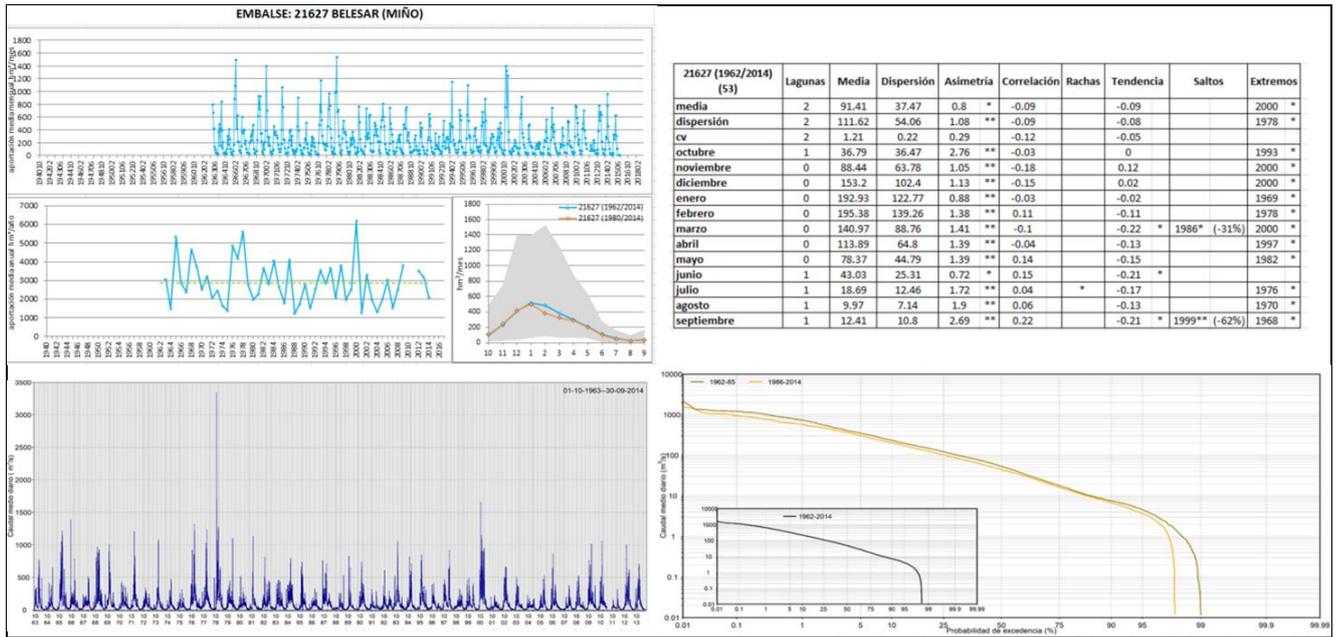
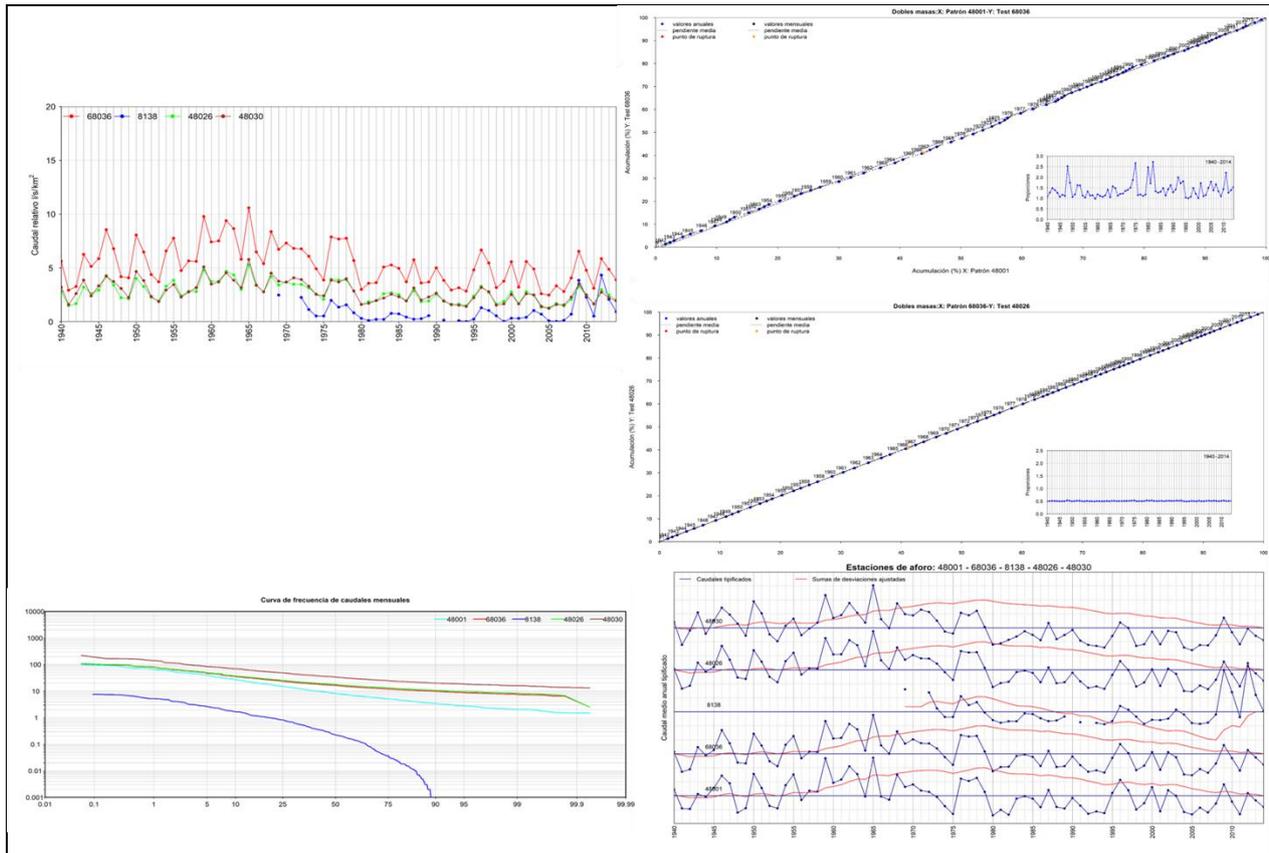


Figura 31. Ejemplo de análisis de los datos de embalse en régimen natural, embalse de Belesar en el Miño



Una vez analizada la información de los 650 puntos de contraste de partida, se seleccionaron un total de 409 puntos de contraste fiables, a las que se añadieron 11 estaciones de Portugal. Para facilitar la calibración con una densidad de puntos razonable y centrar el ajuste del modelo en los puntos verdaderamente representativos, se ha seleccionado del conjunto de puntos fiables, un total de 310 puntos (Figura 33 y Tabla 7). Estos puntos corresponden a aquellos con las series más largas, con pocas lagunas y con mayores cuencas vertientes, en los casos en que existían puntos próximos entre sí. Ha quedado pendiente una puesta en común con los organismos de cuenca para consensuar la selección y poder disponer de un conjunto de puntos de contraste lo más adecuado y representativo que será de gran utilidad para futuras evaluaciones de recursos.

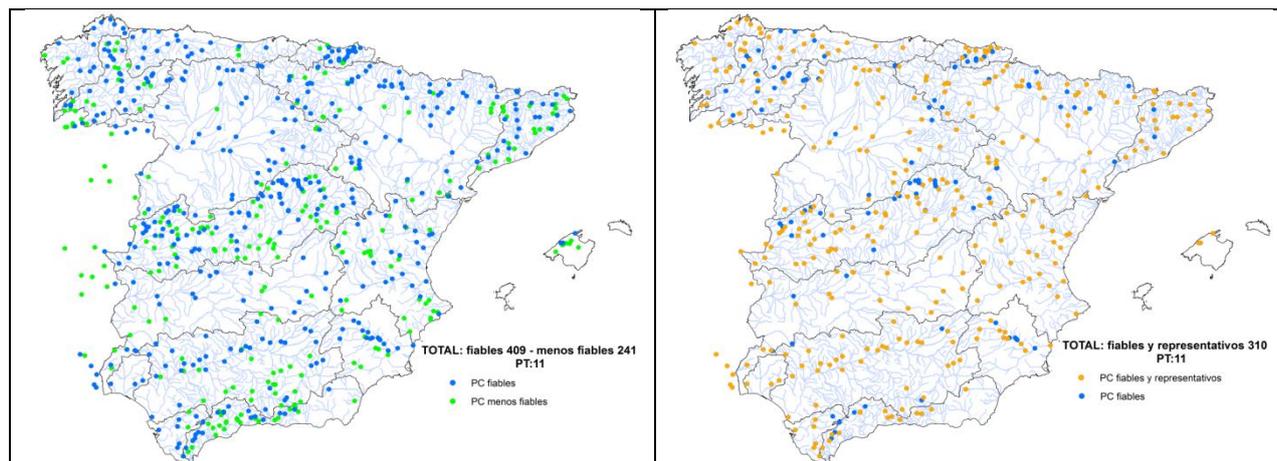


Figura 33. Selección final de puntos de contraste: fiables (izquierda) y, fiables y representativos (derecha)

Tabla 7. Número de puntos de contraste por DH fiables y, fiables y representativos

DH INTERCOMUNITARIAS	Selección (RN o restituidos a RN)	Nº FIABLES	Nº FIABLES Y REPRESENTATIVOS
MIÑ	47	31	14
COC	20	17	12
COR	22	17	10
DUE	46	38	32
TAJ	129	75	51
GDN	33	23	19
GDQ	58	33	31
SEG	22	16	10
JUC	55	27	27
EBR	87	65	47
TOTAL INTERCOMUNITARIAS	519	342	253
DH INTRACOMUNITARIAS			
GAL	17	14	13
CMA	50	19	14
TOP	3	3	3
GYB	9	7	6
CAT	43	21	18
BAL	9	3	3
TOTAL INTERCOMUNITARIAS	131	67	57
TOTAL	650	409	310



3.2 CRITERIOS DE CONTRASTE DE RESULTADOS

Según la IPH, los criterios utilizados para el contraste serán, al menos, el error medio absoluto (EMA), el error medio relativo (PBIAS) y el error cuadrático medio (ECM). En la calibración se ha utilizado además el índice de eficiencia o de Nash-Sutcliffe (CE). Estos índices se basan en comparar los caudales simulados (S) con los observados (O):

Ec. 3-1. Ecuaciones de los índices de error EMA, PBIAS, ECM y CE

$$EMA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |S_i - O_i|$$
$$PBIAS = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - O_i)}{\sum_{i=1}^n O_i} * 100$$
$$ECM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (S_i - O_i)^2$$
$$CE = \frac{\sum(O_i - \bar{O})^2 - \sum(O_i - S_i)^2}{\sum(O_i - \bar{O})^2}$$

De manera extensiva se han utilizado el PBIAS y el CE. El PBIAS es un indicador de ajuste del volumen total simulado respecto al observado, se trata de un indicador del sesgo, mientras que el CE mide si el modelo reproduce bien la variabilidad observada, por lo que se trata de un indicador de la varianza. En los detalles para cada DH también se muestran los otros dos índices de error. Cuando el PBIAS está entre -10% a +10%, el ajuste se considera muy bueno, si no pasa en valor absoluto de 25% se considera bueno y si pasa de 25% se considera no satisfactorio. Cuando el CE está entre 0,75 y 1, el ajuste se considera muy bueno, si está entre 0,65 y 0,75 se considera bueno, si está entre 0,5 y 0,65 se considera satisfactorio y si es inferior a 0,5 se considera no satisfactorio.

3.3 RESULTADOS DEL CONTRASTE

A continuación se presenta, en primer lugar, una visión general del contraste en las estaciones de control que permite dar una idea general del grado de ajuste del modelo a nivel nacional, posteriormente se muestra el contraste en las estaciones de control agrupadas por DH. En el caso del contraste por DH, se presenta primeramente un mapa con las estaciones de control donde se ha hecho el contraste, indicando con un número el código de la estación y con un color el grado de ajuste de los caudales simulados en el periodo completo 1940/41-2017/18. Posteriormente se muestra un gráfico las series de caudales anuales históricos y simulados para el periodo completo en una selección representativa de cada DH.

Como es lógico, las series simuladas ocupan todo el periodo, mientras que las históricas suelen mostrar lagunas en muchos casos. También se muestra otro gráfico con las medias de los valores mensuales de la precipitación y caudales simulados y de los caudales históricos para todo el periodo completo. Finalmente se reflejan de manera numérica cuatro valores de errores que se han utilizado para la calibración de todo el periodo: PBIAS, CE, EMA y ECM (ver la descripción de errores en el capítulo 3.2).

Respecto al número para referirse al punto de contraste, se ha añadido un primer dígito delante del código de referencia de la estación para indicar que se trata de una estación de aforo en río en régimen natural (0), embalse en régimen natural (2), embalse con datos restituidos (4) y estación de aforo en río con datos restituidos (6). En el caso del Distrito Cuenca Fluvial de Cataluña, los 10.000 se refieren a estaciones de aforo en río en régimen natural, 30.000 a embalses en régimen natural y 70.000 a estaciones de aforo en río con datos restituidos.

3.3.1 Visión general

En la Figura 34 se muestra el PBIAS de cada punto de control para la serie larga 1940/41-2017/18. De forma general el ajuste es bueno aunque con matices locales y por DH. Para la serie larga se alcanzan porcentajes del 81% en el rango del PBIAS de muy bueno, bueno y satisfactorio para los puntos de contraste fiables y representativos, y del 85 % para los fiables.

A grandes rasgos, el ajuste es bueno en Miño-Sil, en Galicia Costa, aunque se infravaloran las aportaciones en los ríos del norte de Lugo, en Cantábrico Occidental, donde se alcanzan ajustes muy buenos junto a satisfactorios con superávit en la parte más oriental y déficit en la más occidental, en Cantábrico Oriental, si bien tiende a sobreestimarse ligeramente la aportación, y en cuencas del Distrito Cuenca Fluvial de Cataluña.

En el Duero hay un buen ajuste de las aportaciones en los tramos medios y bajos de los ríos, pero el ajuste es peor en zonas de cabecera con fuertes pendientes. Existe una tendencia generalizada a simular menos aportación que la observada. En el Tajo, también hay un buen ajuste de las aportaciones en los tramos medios y bajos de los ríos, en la parte alta del Tajo incluyendo al Jarama, en el Alagón, pero el ajuste es peor en zonas de cabecera con fuertes pendientes, como es el caso de la cabecera del Tiétar y del Alberche. Además, ha habido muchas dificultades en la calibración del río Tajuña.

Hay una mayor variabilidad de los resultados del ajuste en el Guadiana, con una tendencia a la reducción del recurso en margen izquierda y, superávit en el eje y margen derecha, a excepción de la cabecera que presenta un déficit de recurso. En el Guadalquivir, el ajuste es bueno en los tramos medios y bajos de los ríos principales, aunque se presentan algunos desajustes por exceso de aportación simulada en las cabeceras de la margen derecha de ríos que vierten al tramo bajo del Guadalquivir.

En Tinto, Odiel y Piedras, se aprecian zonas de peor ajuste en la parte más occidental, con déficit de recursos, y mejor ajuste en la oriental pero con aportaciones por exceso. En Guadalete y Barbate, se dan peores ajustes por exceso de agua en el río Guadalete, mejorando el ajuste en el río Barbate. En la parte central de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, existen importantes diferencias en el ajuste, se mezclan ríos que presentan buen ajuste junto con ríos con ajuste no satisfactorio que dan un exceso de aportación, y en las partes más occidental y oriental de la DH, se dan ajustes satisfactorios con defecto de agua.

En el Segura, en general, hay un buen ajuste de las aportaciones, con la salvedad de los ríos de la margen derecha. En el Júcar, el ajuste es muy variable, hay buen ajuste en la cabecera del Júcar hasta el embalse de Alarcón y cabecera del Cabriel, ajuste satisfactorio con déficit de recurso en el eje central del Júcar y buen ajuste en desembocadura. En el Turia, se alcanzan ajustes entre bueno y satisfactorio por exceso de agua. Se han encontrado muchas dificultades para ajustar las aportaciones en las cuencas costeras del norte de la DH, donde se simula un exceso de agua, y en los ríos del sur de la DH, donde, por el contrario, se simula un defecto de agua.

En general, en el Ebro hay un buen ajuste de las aportaciones, especialmente en la margen izquierda. Las mayores dificultades para lograr un buen ajuste se han tenido en la margen derecha de la demarcación, desde el río Queiles hasta el Guadalope.

Por último, en las Islas Baleares hay una dificultad especial derivada del carácter efímero y torrencial de ríos y torrentes y de los terrenos cársticos sobre los que circulan. Las simulaciones dan más aportación que las observadas.

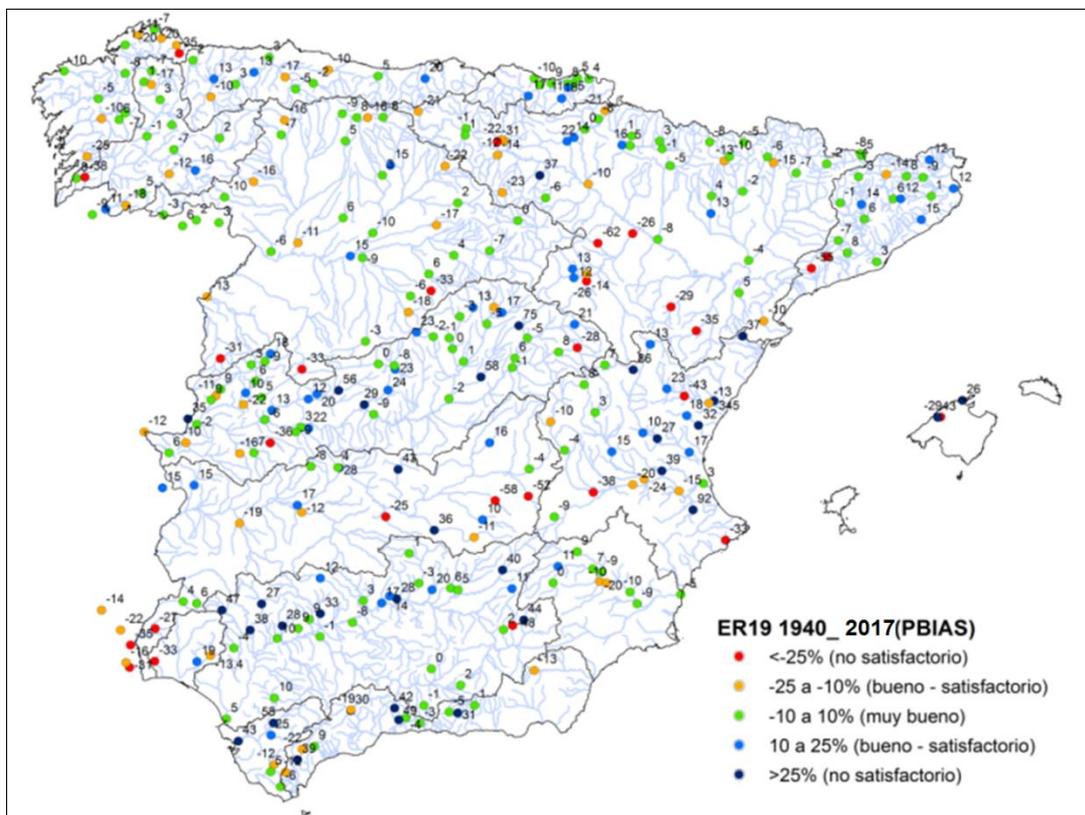


Figura 34. Ajuste del contraste según el PBIAS para el periodo 1940/41-2017/18

En la Figura 35 se muestra el PBIAS de cada punto de control para la serie corta 1980/81-2017/18. El ajuste del PBIAS para esta serie es bueno en general y muy similar al ajuste de la serie larga según cada DH. Para esta serie corta, el número de puntos de control se reduce al desaparecer las estaciones que ya no están en funcionamiento y que cuentan con series históricas y, también, por existir puntos de control relativamente recientes que no tienen series suficientemente largas para considerarse representativas. Para la serie corta se alcanzan porcentajes del 76% en el rango del PBIAS de muy bueno, bueno y satisfactorio para los puntos de contraste fiables y representativos, y del 79% para los fiables.

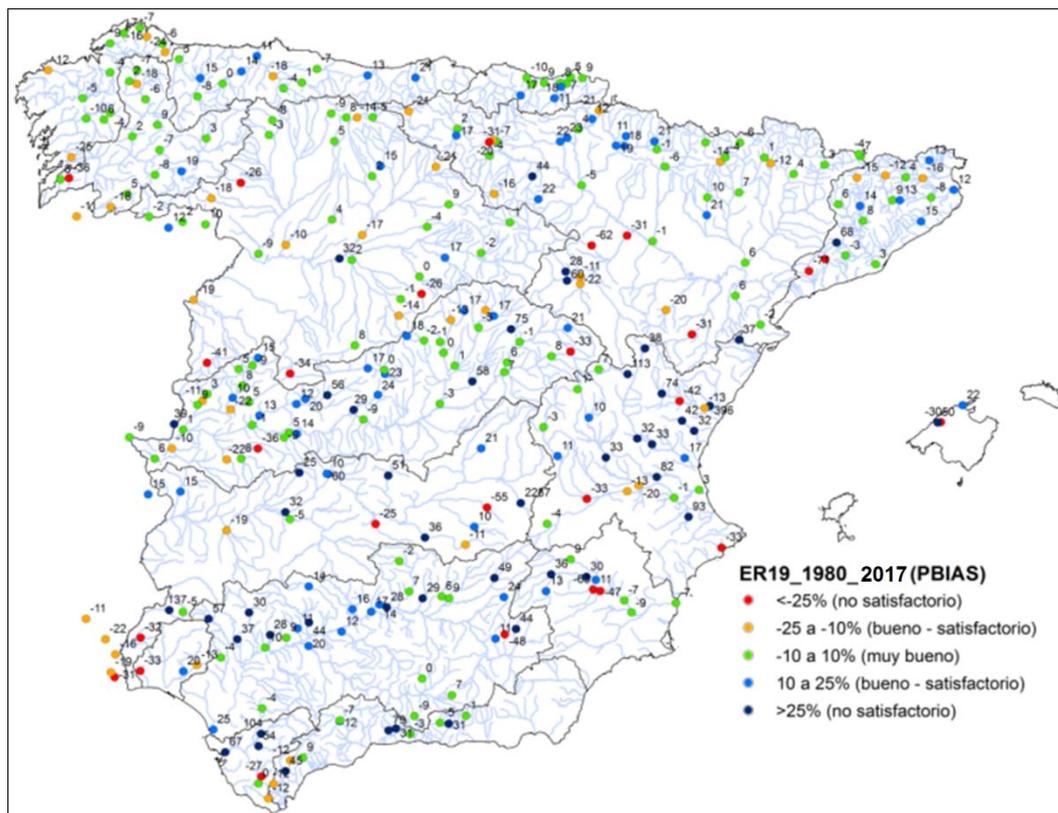


Figura 35. Ajuste del contraste según el PBIAS para el periodo 1980/81-2017/18

En la Figura 36 se muestra el CE de cada punto de control para la serie larga 1940/41-2017/18 y en Figura 37 se muestra el CE para la serie corta 1980/81-2017/18. El índice CE es en general más difícil de ajustar por ser mucho más exigente que el PBIAS. Los resultados respecto a este índice son peores que respecto al PBIAS, pero a pesar de ello, se alcanza un porcentaje elevado de ajuste muy bueno, bueno y satisfactorio. Para la serie larga, se obtiene un 66% en el rango del CE de muy bueno, bueno y satisfactorio para los puntos de contraste fiables y representativos, y del 65% para los fiables. En el caso de la serie corta se alcanzan porcentajes del 61% en el rango del CE de muy bueno, bueno y satisfactorio para los puntos de contraste fiables y representativos, y del 58% para los fiables. En general, tanto para la serie larga como corta, se observan peores ajustes en la costa mediterránea y mejores ajustes en la vertiente atlántica y norte.

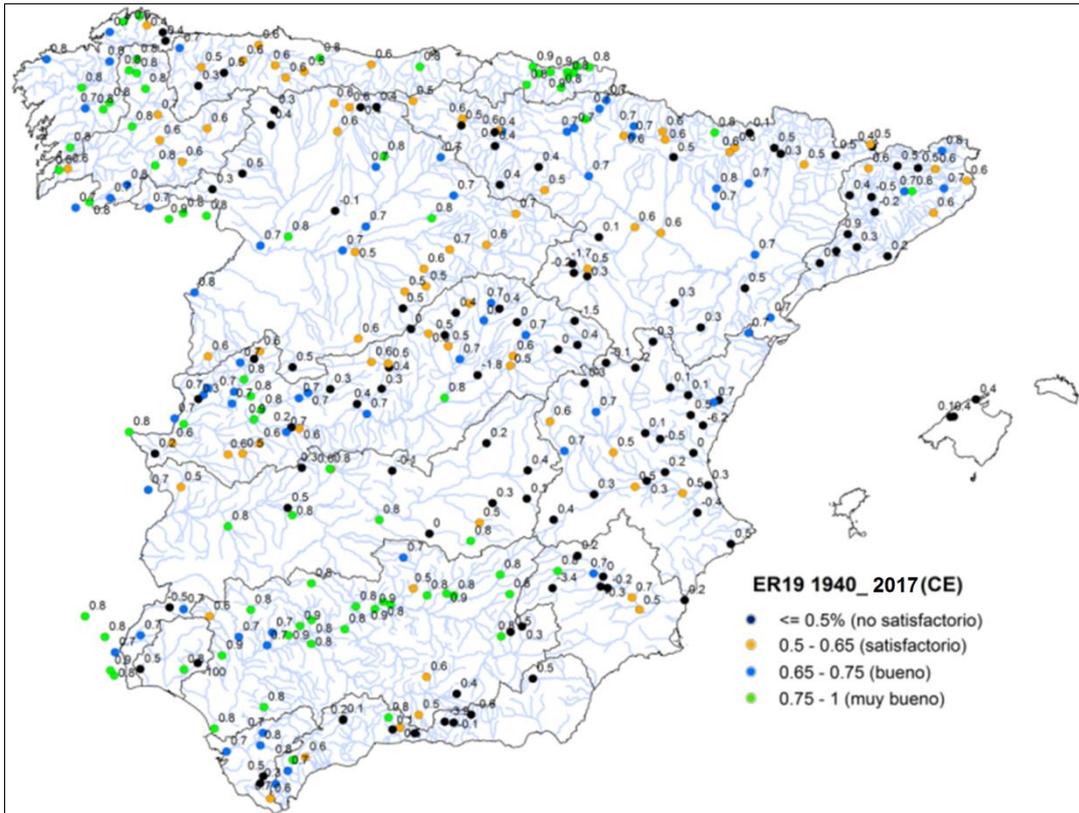


Figura 36. Ajuste del contraste según el CE para el periodo 1940/41-2017/18

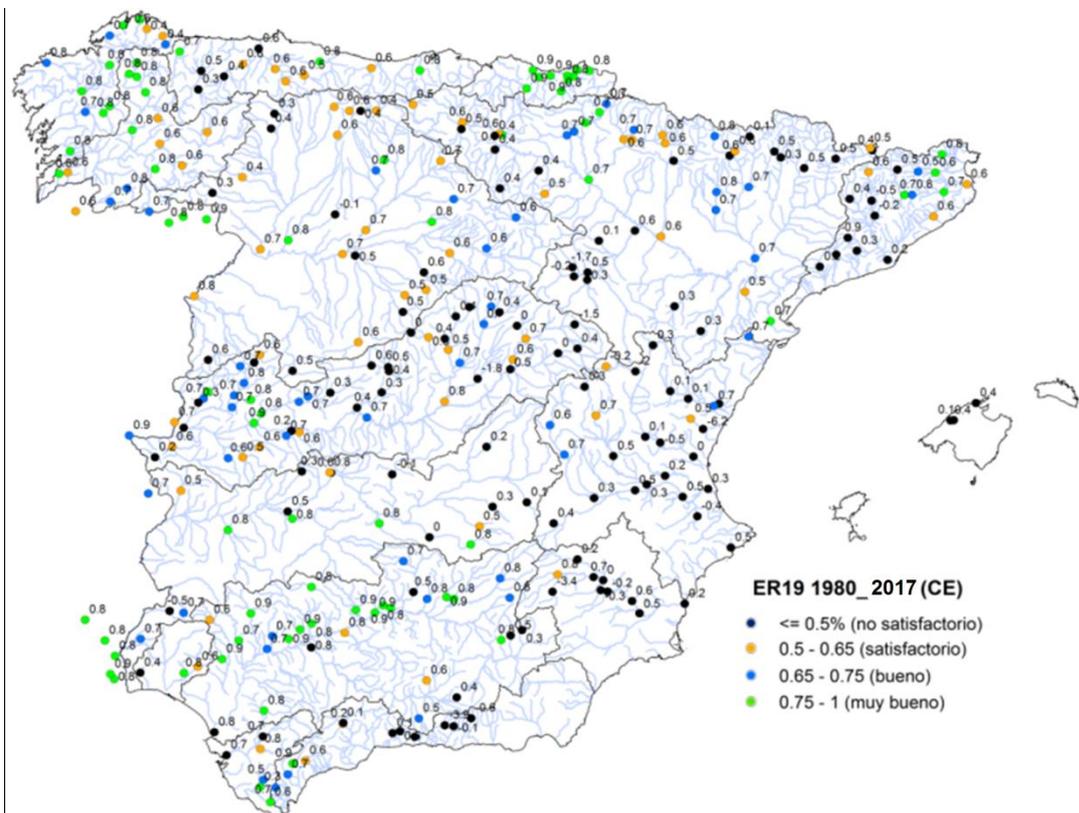


Figura 37. Ajuste del contraste según el CE para el periodo 1980/81-2017/18

3.3.2 Demarcaciones Hidrográficas Intercomunitarias

3.3.2.1 Miño-Sil

En la DH del Miño-Sil se ha efectuado el contraste en 47 puntos del control, 14 de los cuales son las más fiables y representativas (Figura 38).

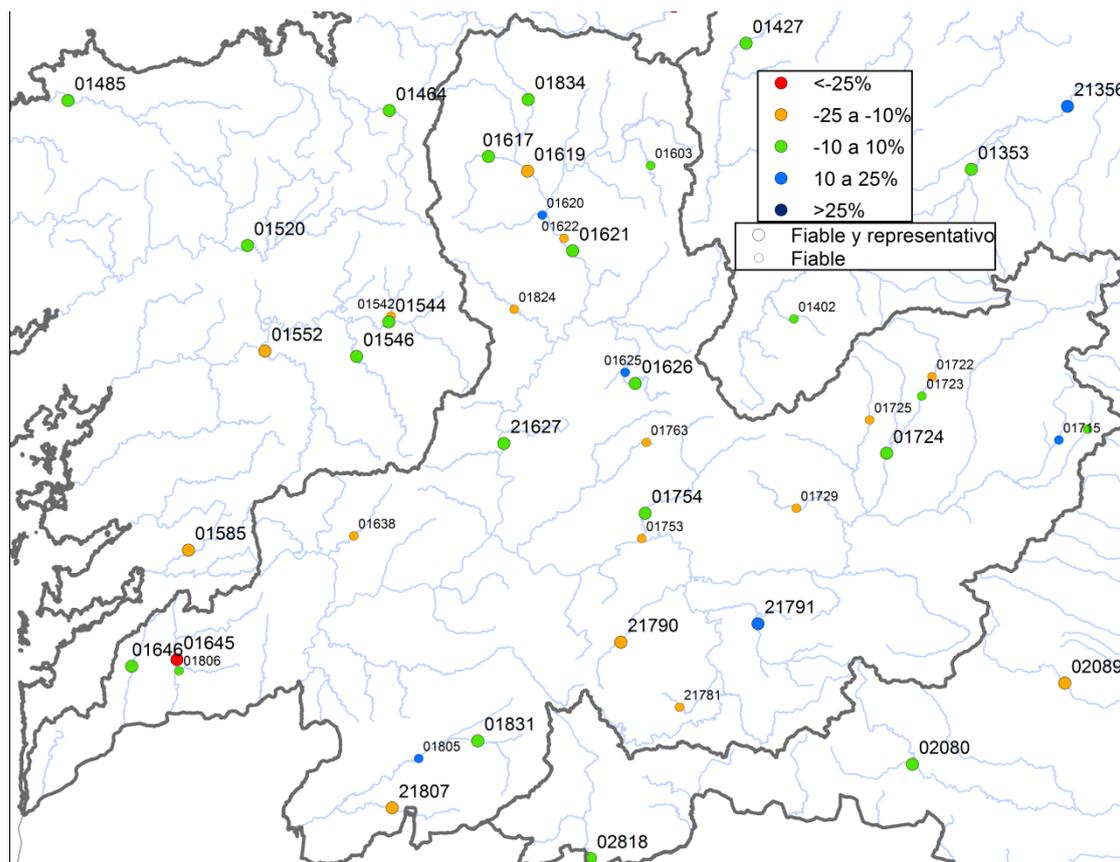


Figura 38. Contraste en la DH del Miño-Sil según el PBIAS

En general, hay un buen ajuste de los caudales observados. En las siguientes figuras se muestran cuatro puntos de control significativos, donde los errores son bajos. Se sobrevaloran los caudales bajos de verano, lo que puede ser debido en parte a la falta de precisión de los datos históricos con caudales bajos. Así por ejemplo, los caudales de entrada a embalses dan ocasionalmente valores irrealmente bajos. Por otro lado, una mejor definición y caracterización de las masas de agua subterránea ayudarán a ajustar la simulación.

La mayor cuenca receptora corresponde al embalse de Belesar en el río Miño, con 4.321 km² (Figura 39). Hay un buen ajuste ya que el PBIAS está próximo a cero y el CE es superior a 0,80.

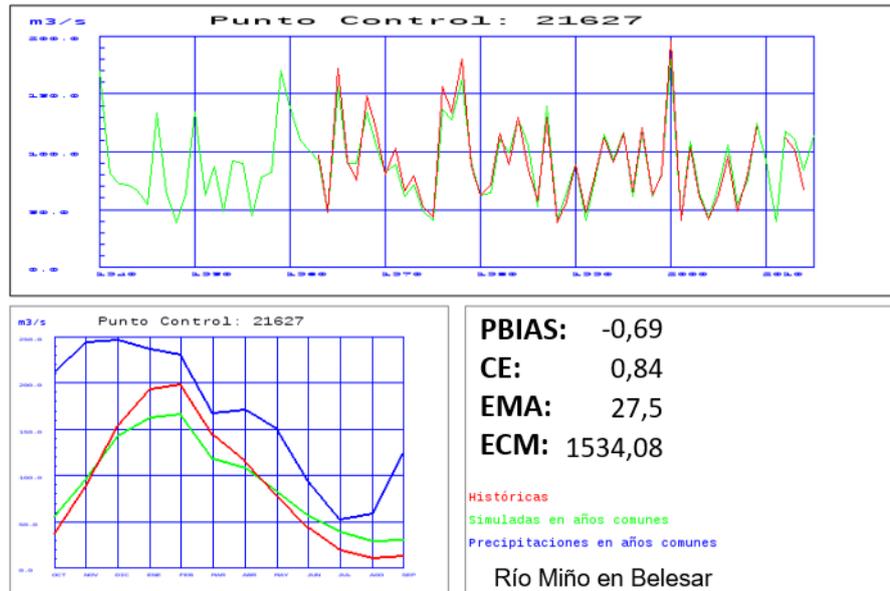


Figura 39. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales entrantes en el embalse de Belesar en el río Miño

Aguas arriba se sitúa el punto de control 01617 del río Parga en Guitiriz, con una cuenca de 309 km². Los datos históricos son menos numerosos pero también hay un buen ajuste de los valores simulados, con un PBIAS inferior al 1% (Figura 40).

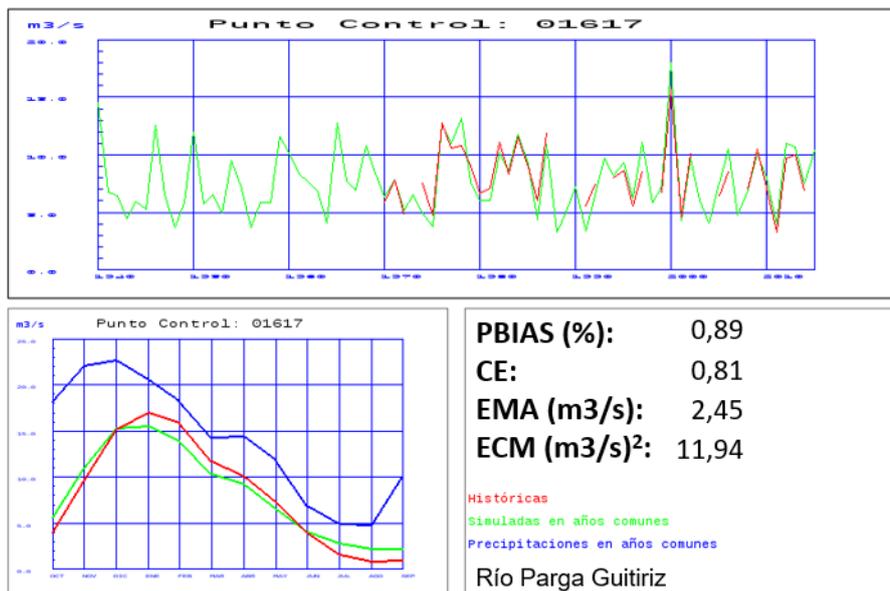


Figura 40. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Parga en Guitiriz

Algo más abajo y en el río Miño se sitúa el punto de control 01621 en Lugo, con una cuenca receptora de 2.285 km². Hay datos históricos en la mayor parte del periodo, salvo los últimos años. El ajuste es bueno, con un PBIAS algo superior a los anteriores pero muy por debajo todavía del 10% en valor absoluto y un CE superior al 0,80 (Figura 41).

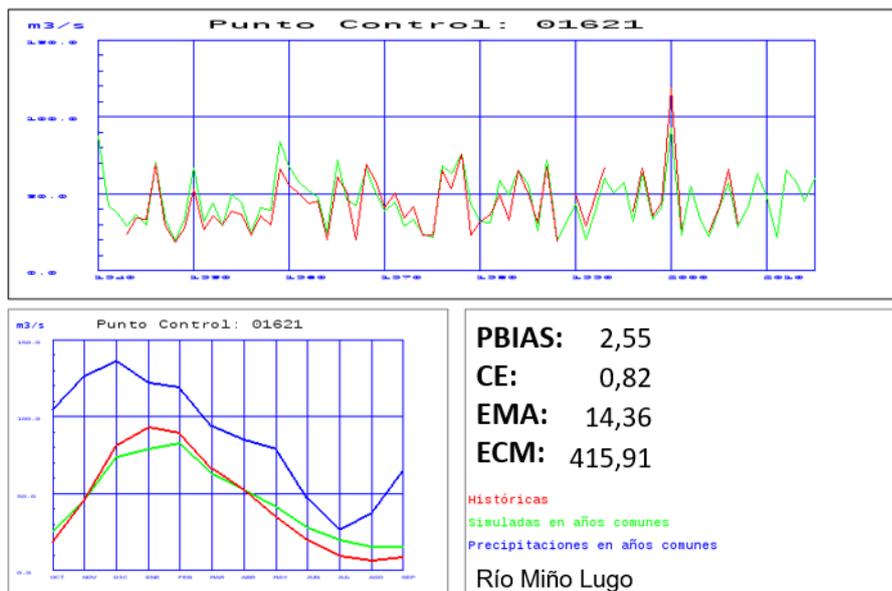


Figura 41. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Miño en Lugo

El ajuste es bueno, aunque ligeramente peor en la estación de Sarria en el río Sarria (Figura 42). Recoge el agua de una pequeña cuenca de 130 km². Hay datos observados desde 1970 a 2007 y el contraste en ese periodo revela que hay un desfase en la estacionalidad de las puntas máximas de caudales, lo que puede ser atribuido al comportamiento hidrogeológico, cuyo modelización habría que afinar cuando se disponga de mayor información de los acuíferos.

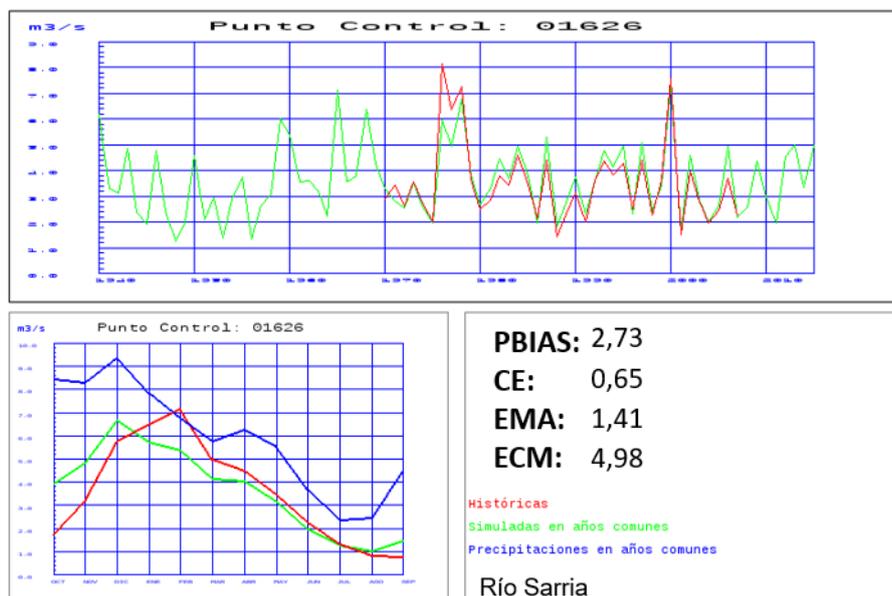


Figura 42. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Sarria en Sarria

3.3.2.2 Cantábrico Occidental

En la DH del Cantábrico Occidental se ha efectuado el contraste en 20 puntos del control, 12 de los cuales son las más fiables y representativas (Figura 43).

El ajuste es bueno en general y satisfactorio en casi todos los puntos de control con PBIAS inferiores al 25% en valor absoluto, con la excepción de alguna cuenca de cabecera.

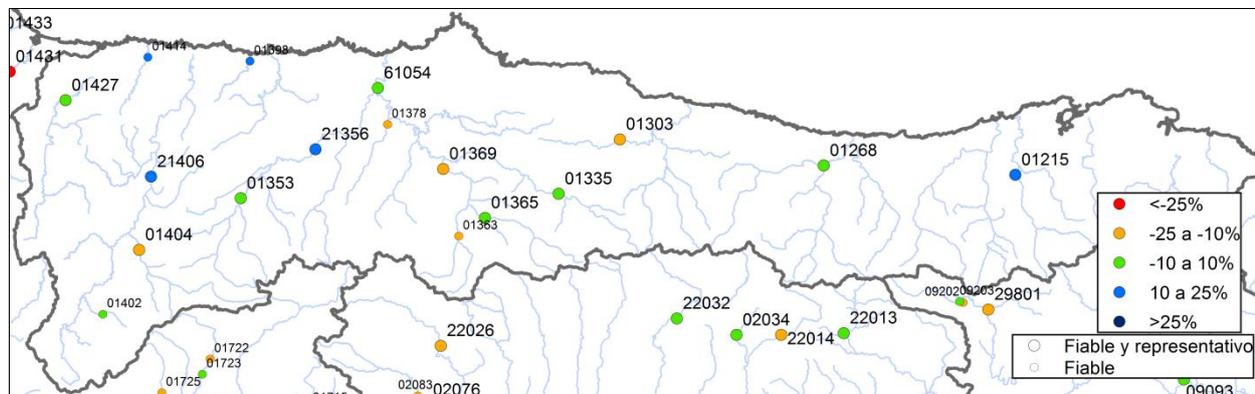


Figura 43. Contraste en la DH del Cantábrico Occidental según el PBIAS

En la cuenca del río Nalón, el ajuste es satisfactorio. En cabecera de la cuenca, en Moreda en el río Aller (01365) hay un PBIAS bajo pero un CE satisfactorio (Figura 44). La cuenca receptora es de 359 km² y presenta fuertes pendientes, donde se muestra además la influencia de la nieve.

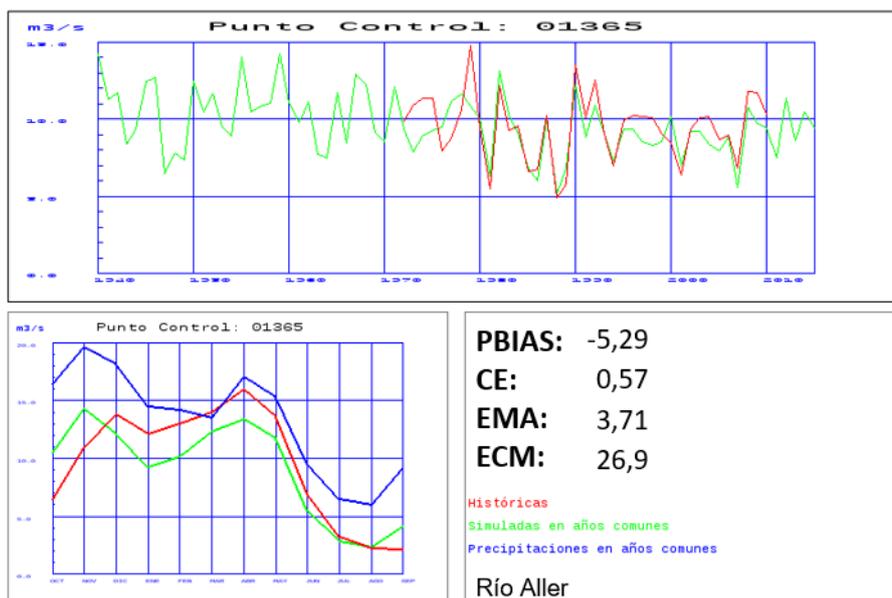


Figura 44. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Aller en Moreda

La cuenca del río Nalón en El Condado muestra un buen ajuste según el PBIAS pero el CE es inferior a 0,5 (Figura 45). Recoge aguas de una cuenca vertiente de 333 km², con fuertes pendientes e influencia de la nieve.

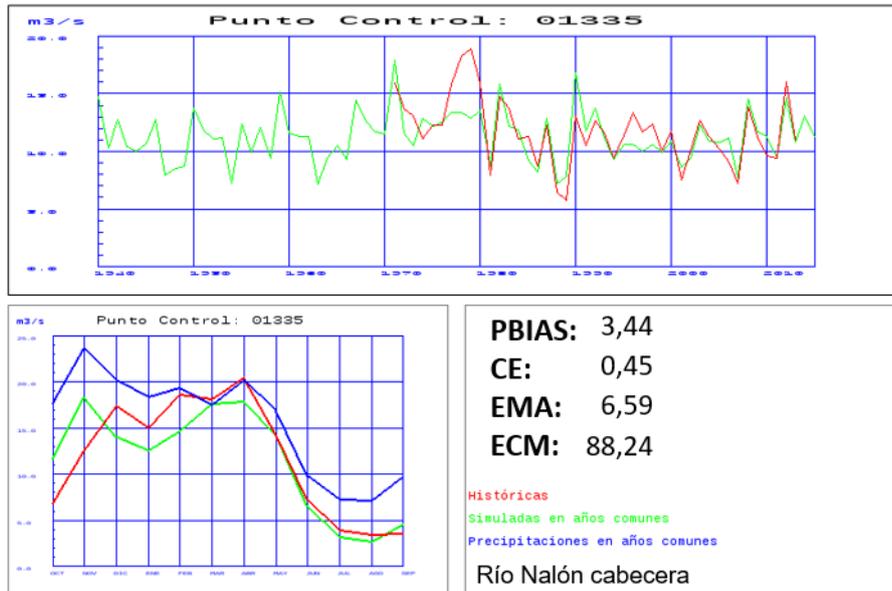


Figura 45. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Nalón en El Condado

El punto de control 21356 corresponde a las entradas del río Narcea en el embalse del Tineo. Tiene una cuenca receptora de 1.210 km². En ese punto se simula un 13% más de agua de la registrada históricamente (Figura 46), un buen ajuste en consonancia con el valor de CE. Este exceso de simulación se da básicamente en los meses de otoño.

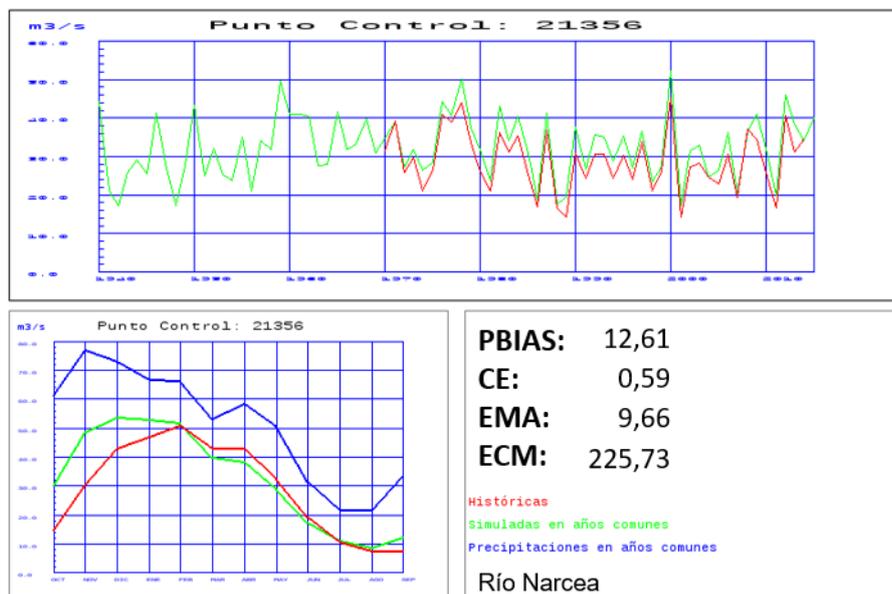


Figura 46. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Narcea

Hay un buen ajuste en el río Nalón en desembocadura (61054), con una cuenca vertiente de unos 4.703 km² (Figura 47). El contraste se ha hecho hasta el año 1995 que se acaban los datos históricos restituidos.

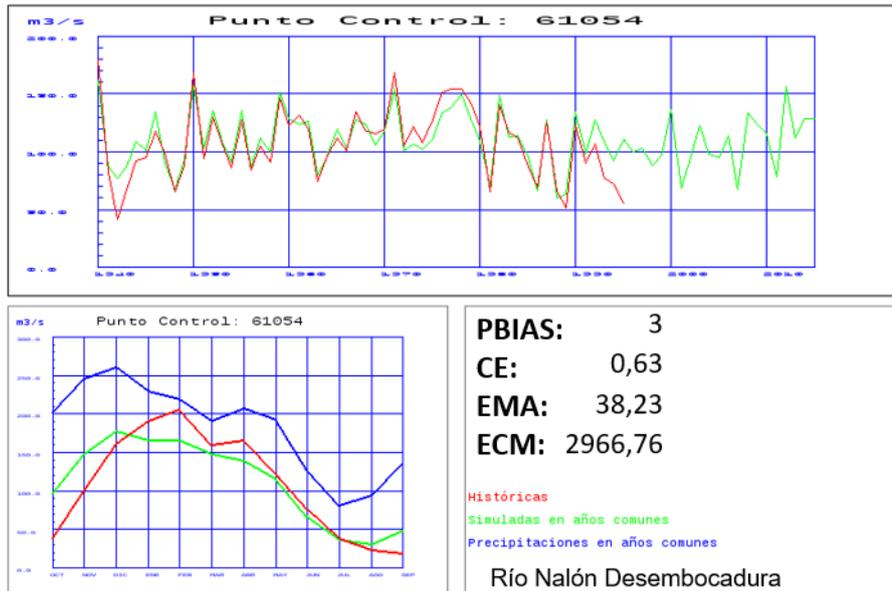


Figura 47. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Nalón en desembocadura

También hay buen ajuste en otras cuencas de la DH. En la estación 01427 del río Eo en San Tirso, con una cuenca vertiente de 719 km², hay datos históricos en casi todo el periodo con buenos ajustes, sobre todo hacia el final del periodo (Figura 48).

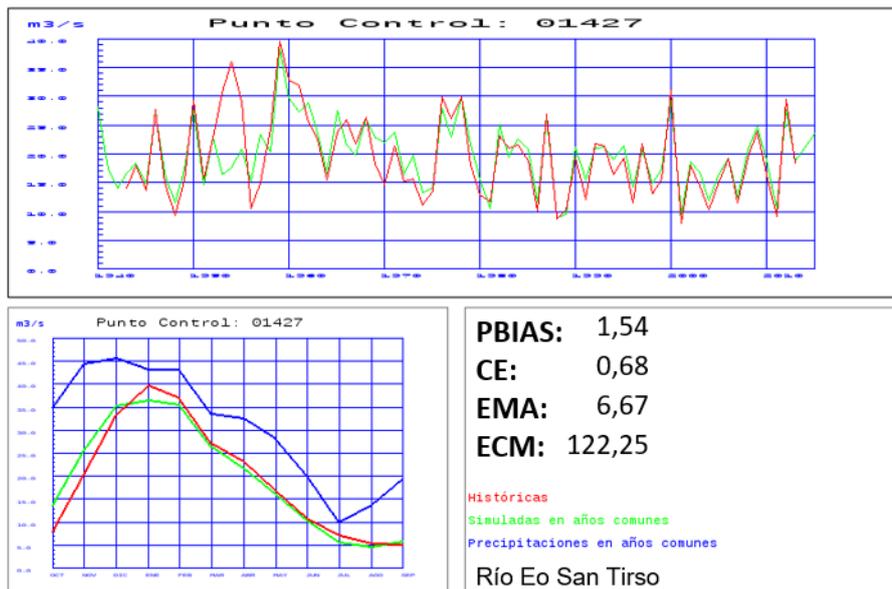


Figura 48. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Eo en San Tirso

La estación 01215 del río Pas en Puente Viesgo tiene una cuenca vertiente de 357 km². Muestra un buen CE, pero la simulación da un 20% más de aportación que la histórica, si bien se reproduce muy bien el patrón de las distribuciones anuales y mensuales (Figura 49).



Figura 49. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Pas en Puente Viego

Las entradas en el embalse de Grandas de Salime en el río Navia vienen de una cuenca vertiente de 1.768 km². Las entradas son reproducidas satisfactoriamente, existiendo datos históricos desde mitad de los años 50. La simulación sobreestima las aportaciones históricas en un 13% (Figura 50). Hay un desfase en el ciclo anual que se mejoraría con una mejor caracterización de las masas de agua subterráneas.

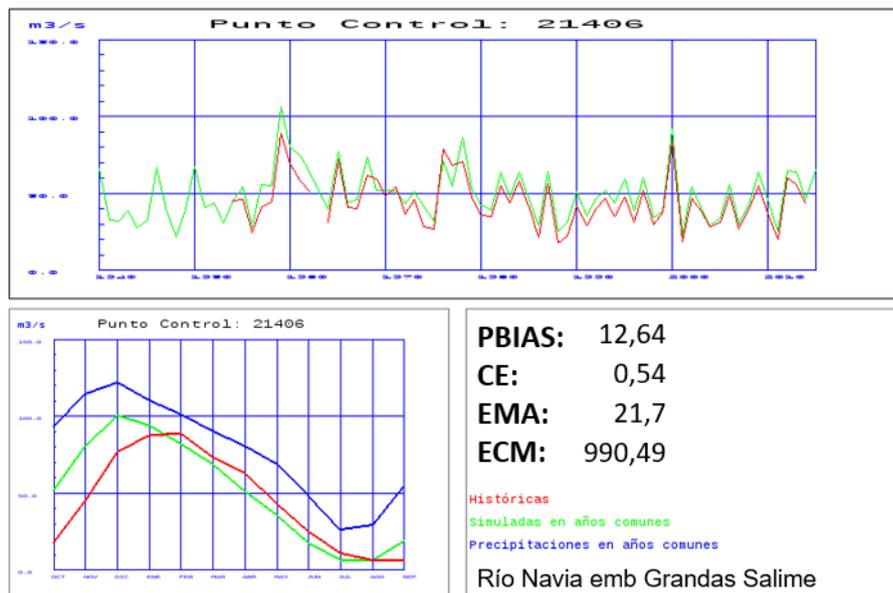


Figura 50. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales entrantes en el embalse de Grandas de Salime el río Navia

El contraste del río Deva en Panes indica un buen ajuste para la cuenca vertiente de 638 km² (Figura 51). Hay valores históricos desde 1970. Los primeros se infravaloran y posteriormente se simulan valores algo mayores.

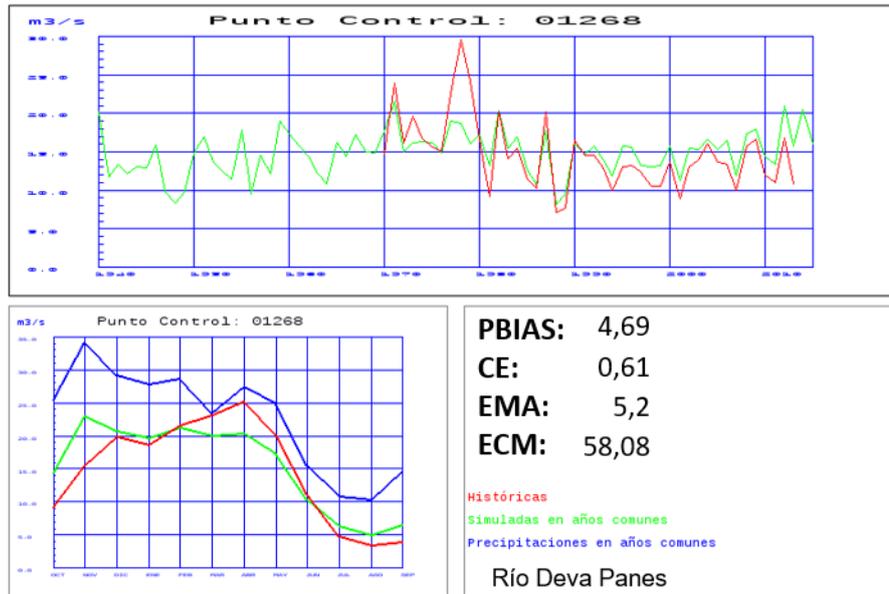


Figura 51. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Deva en Panes

3.3.2.3 Cantábrico Oriental

En la DH del Cantábrico Oriental se ha efectuado el contraste en 22 puntos del control, 10 de los cuales son las más fiables y representativas (Figura 52).

En general, hay un buen ajuste de los caudales observados, si bien tiende a sobreestimarse ligeramente la aportación.

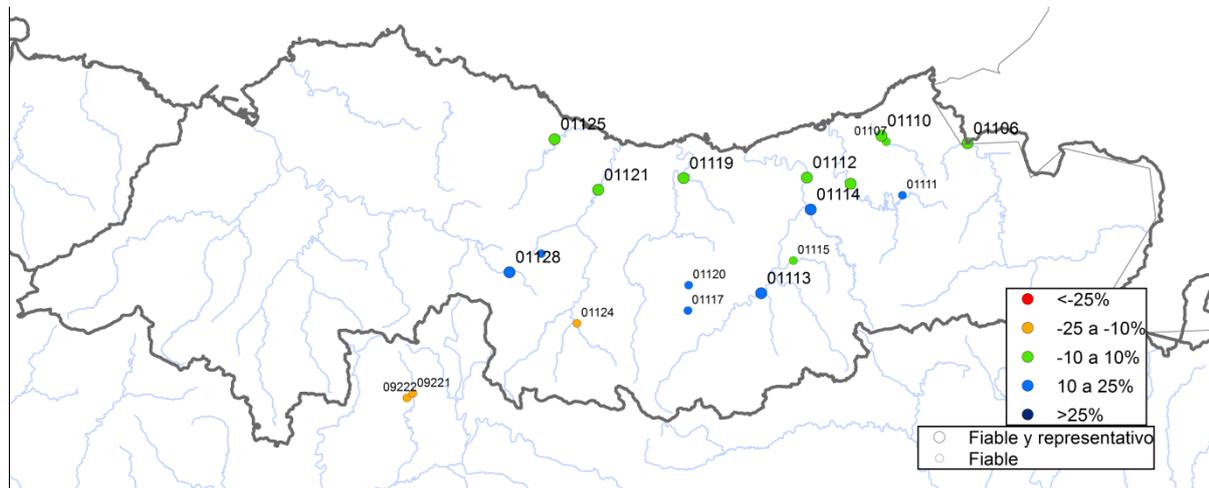


Figura 52. Contraste en la DH del Cantábrico Oriental según el PBIAS

La cuenca receptora del río Oria en Oria tiene 776 km². Tiene un buen ajuste, aunque sólo hay datos de aportaciones históricas en un periodo de 15 años desde el año 2000 (Figura 53).

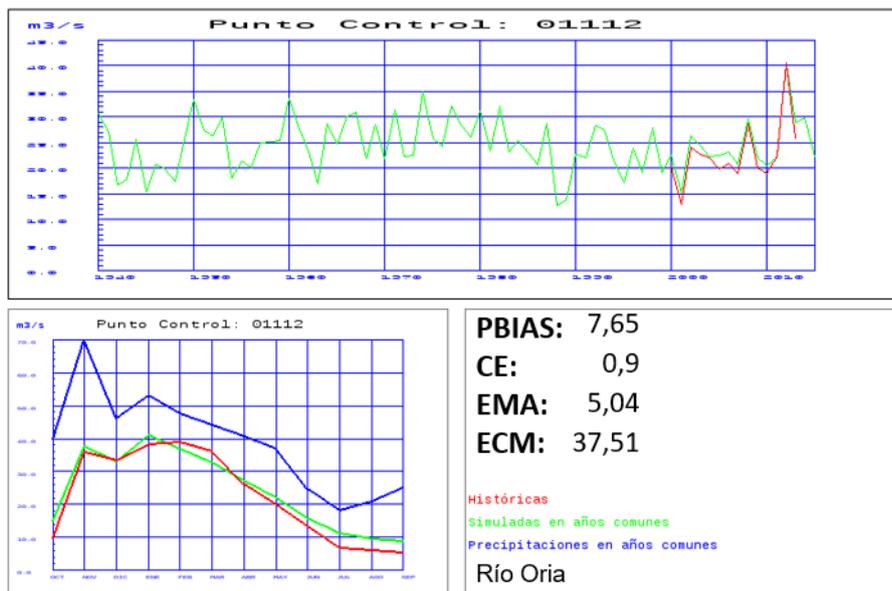


Figura 53. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Oria en Oria

La cuenca receptora del río Bidasoa en Endarlaza tiene 669 km². Tiene también un buen ajuste, tanto con los datos anuales como con los medios mensuales (Figura 54).

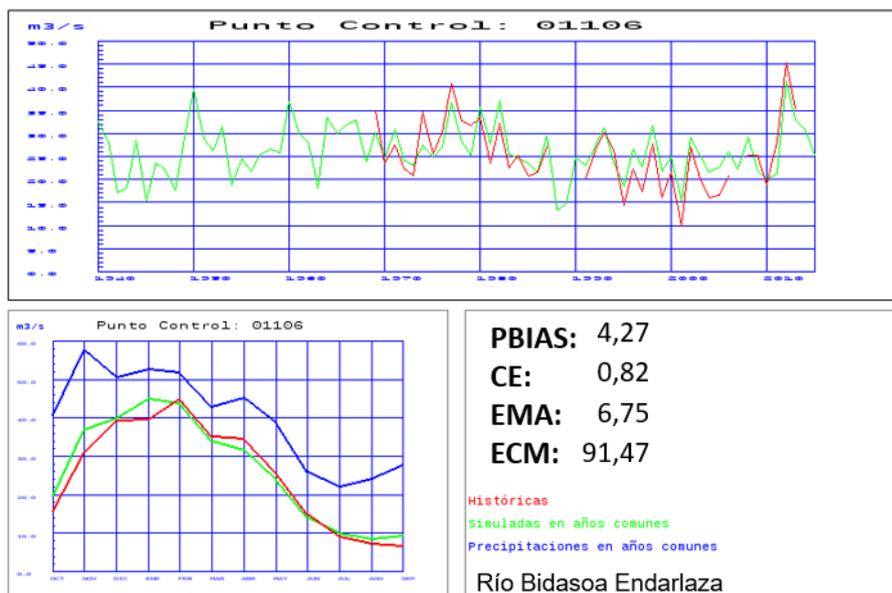


Figura 54. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Bidasoa en Endarlaza

La cuenca receptora del río Elorrio en Elorrio tiene tan solo 28 km². Tiene un buen ajuste, aunque sólo hay datos de aportaciones históricas en un periodo de 15 años desde el año 2000 (Figura 55).

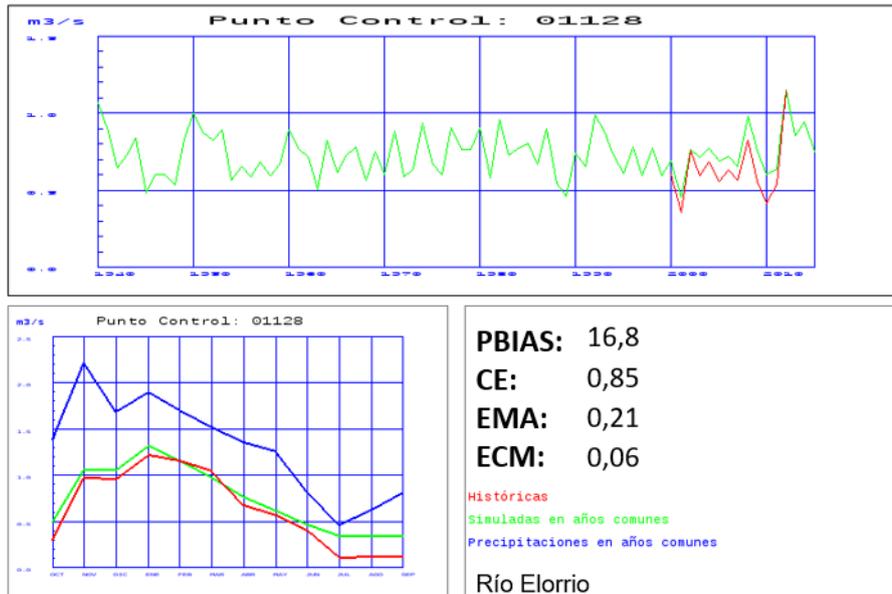


Figura 55. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Elorrio en Elorrio

La cuenca receptora del río Urumea en Ereñozu tiene 217 km². Tiene un buen ajuste y hay datos de aportaciones históricas desde el año 1970 (Figura 56).

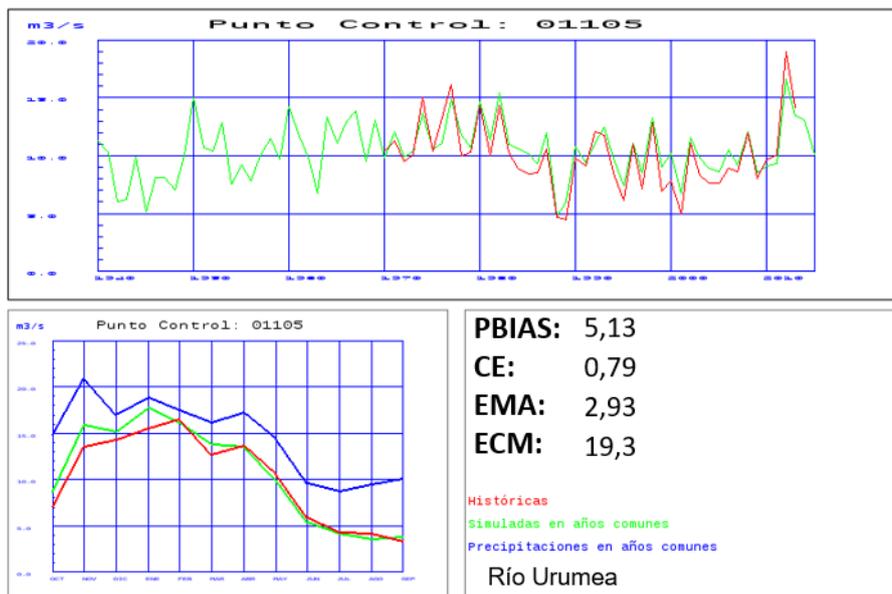


Figura 56. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Urumea en Ereñozu

3.3.2.4 Duero

En la DH del Duero se ha efectuado el contraste en 46 puntos del control, 32 de los cuales son las más fiables y representativas (Figura 57).

Hay un buen ajuste de los caudales observados en los tramos medios y bajos de los ríos, pero el ajuste es peor en zonas de cabecera con fuertes pendientes, como es el caso de la cabecera del Tormes.

Aguas abajo, en el tramo medio tras la confluencia con el Pisuerga se recoge el agua de una cuenca vertiente de 36.602 km². La simulación sobrevalora las aportaciones históricas en un 15%, pero el índice CE refleja un buen ajuste (Figura 59).

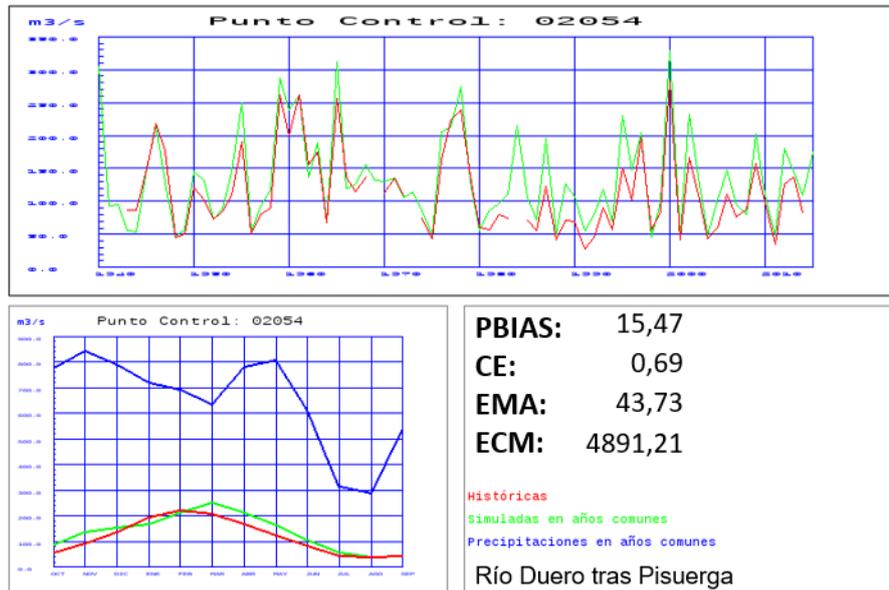


Figura 59. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Duero en Villamarciel

Ya en la frontera con Portugal, las entradas al embalse de Saucelle recogen una cuenca vertiente de 72.187 km². La simulación infravalora las aportaciones históricas restituidas en un 13%, pero el índice CE refleja un buen ajuste, tal como se ve en las medias mensuales. Destaca la carencia de datos históricos restituidos en los últimos 30 años (marcados con un círculo negro en la Figura 60).

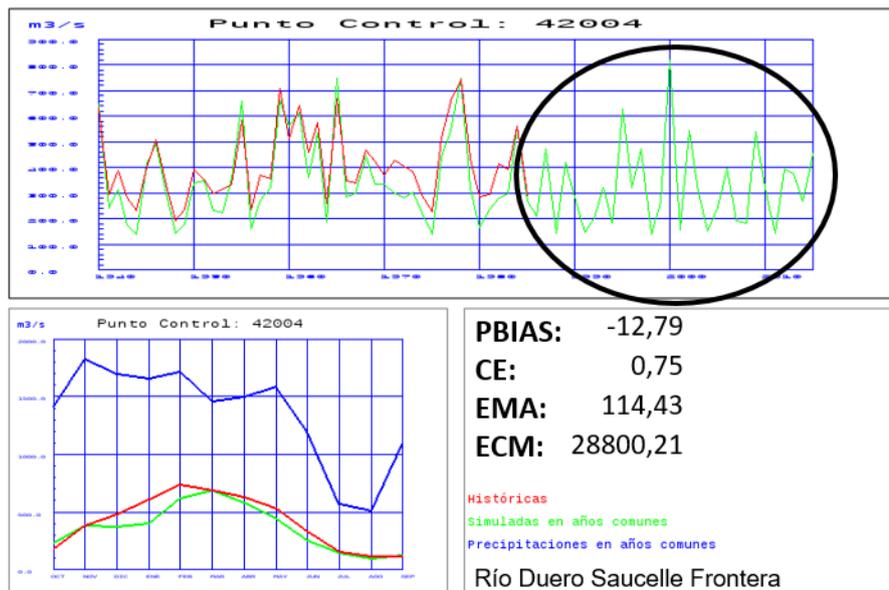


Figura 60. Contraste de las entradas al embalse de Saucelle en el río Duero

Hay un buen ajuste en los tramos medios de los ríos principales. El río Esla en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 16.037 km² y se reproduce bien el periodo común de datos

restituidos. Al igual que en el caso anterior. Destaca la carencia de datos históricos restituidos en los últimos 30 años (marcados con un círculo negro en la Figura 61).

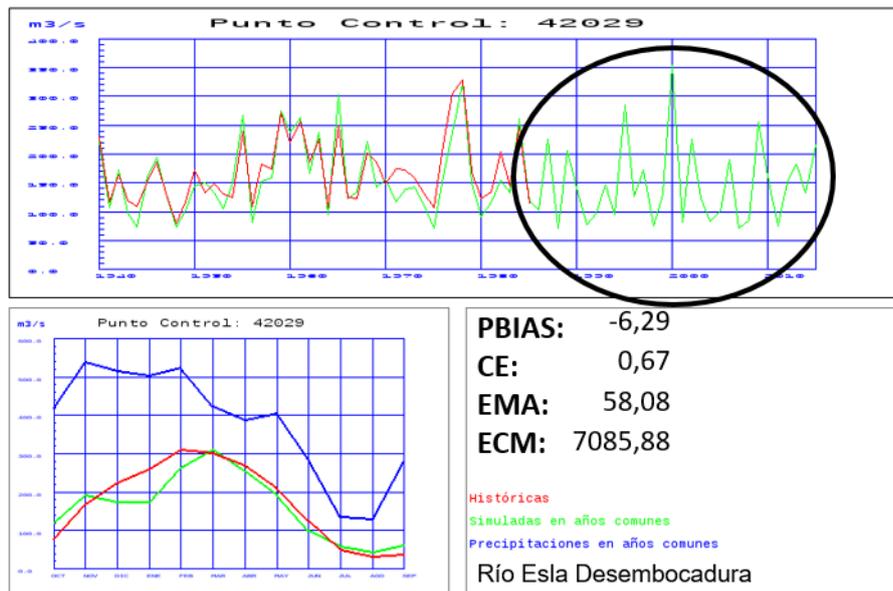


Figura 61. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Esla en desembocadura

Características similares presenta el ajuste en el río Pisuegra, con una cuenca vertiente de 14.291 km² (Figura 62).

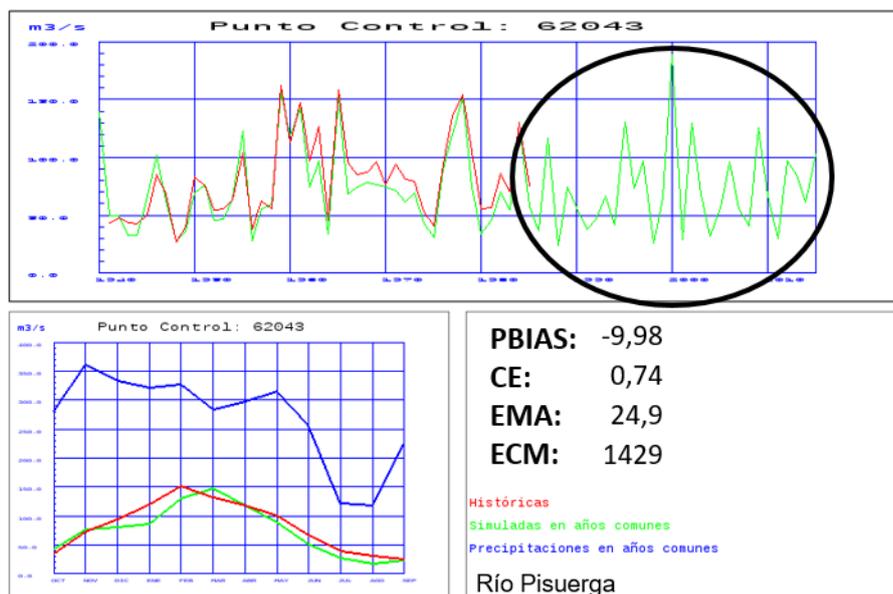


Figura 62. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Pisuegra.

El río Tormes presenta infravaloración de las aportaciones en cabecera, tal como se ve más adelante. Así, las aportaciones mensuales en Barco de Ávila, con una cuenca vertiente de 766 km², son un 33% inferiores a las históricas, y el índice de error CE se queda ligeramente por debajo de 0,5. Aunque también se observa que el periodo más reciente se ajusta mejor, aunque el número de datos es bastante escaso.

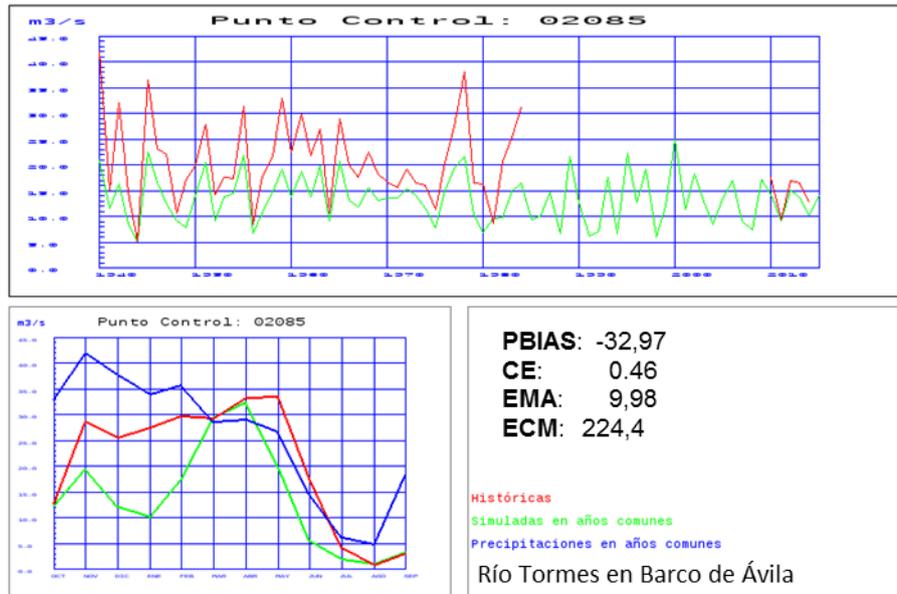


Figura 63. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en cabecera del río Tormes

El río Adaja en su desembocadura en el Duero tiene tan sólo una veintena de años con datos históricos restituídos y una cuenca vertiente de 5.212 km². El ajuste en esos años comunes es muy bueno en los valores globales, y satisfactorio según el índice CE (Figura 64).

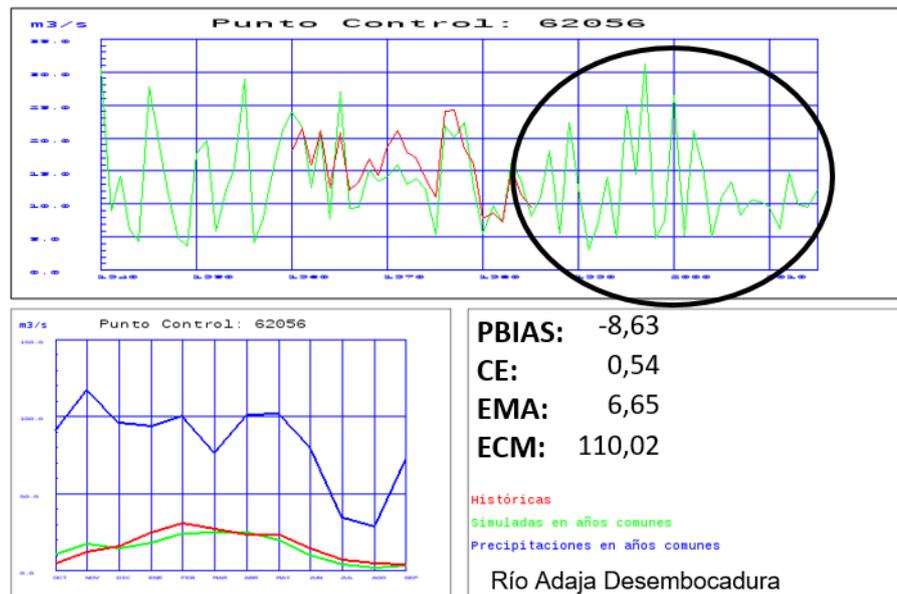


Figura 64. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Adaja en desembocadura

El ajuste presenta más dificultades en los ríos en cabecera, con pequeñas cuencas vertientes. En la cabecera de la cuenca del Esla, el río Eria en Morla tiene una cuenca vertiente de 286 km². Hay un buen valor del PBIAS, con un defecto del 16%, pero el valor de CE no llega a 0,5 (Figura 65).

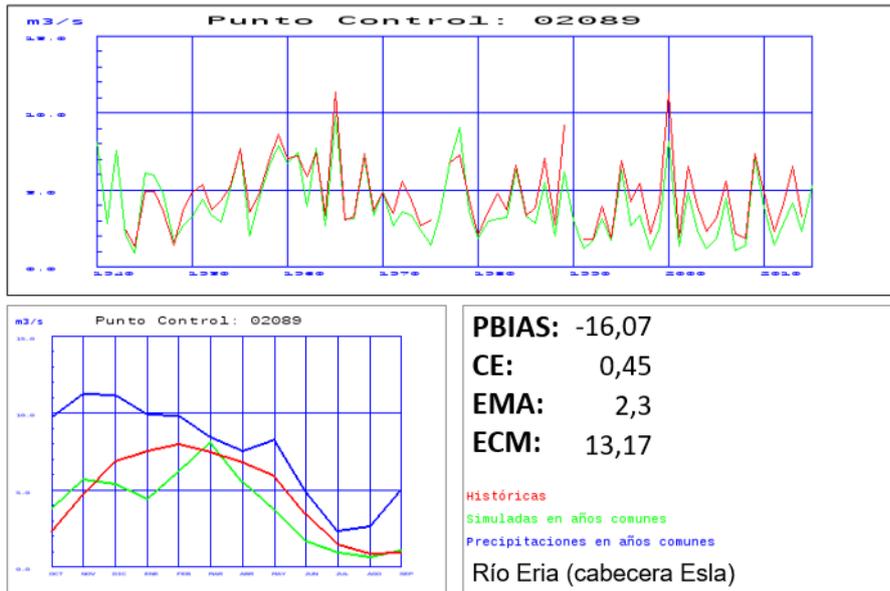


Figura 65. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Eria en Morla

El río Besandino está en la cabecera de la cuenca del Pisuega. El punto de control tiene una cuenca vertiente de 42 km² y datos en los últimos 20 años. El ajuste es bueno, si bien el patrón del ciclo anual simulado está más marcado por la influencia de la acumulación y fusión de la nieve, tal como indica el máximo en marzo que supera la precipitación en dicho mes (Figura 66).

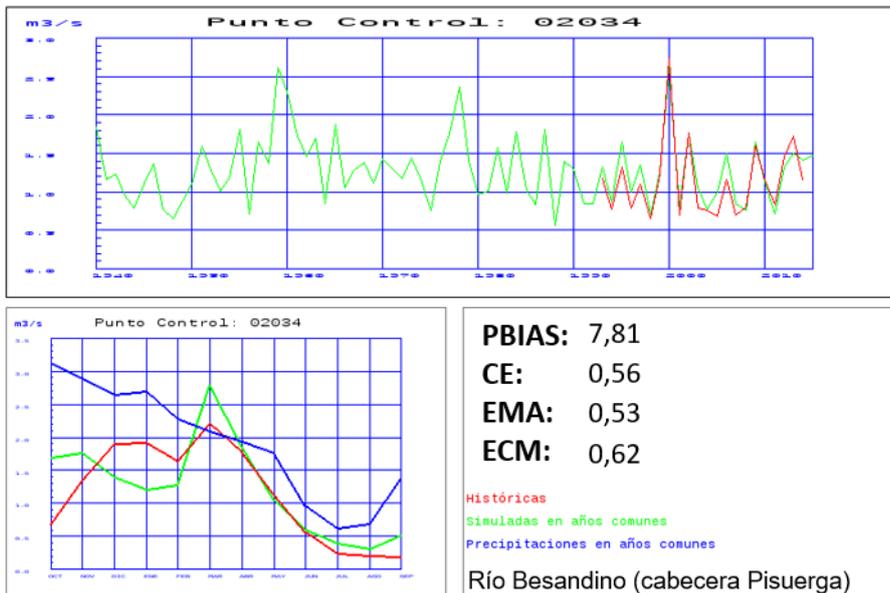


Figura 66. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Besandino en Besande

El río Arlanza, también en la cabecera de la cuenca del Pisuega, tiene un punto de control de una cuenca vertiente de 1.211 km² y datos en todo el periodo. El ajuste es muy bueno (Figura 67).

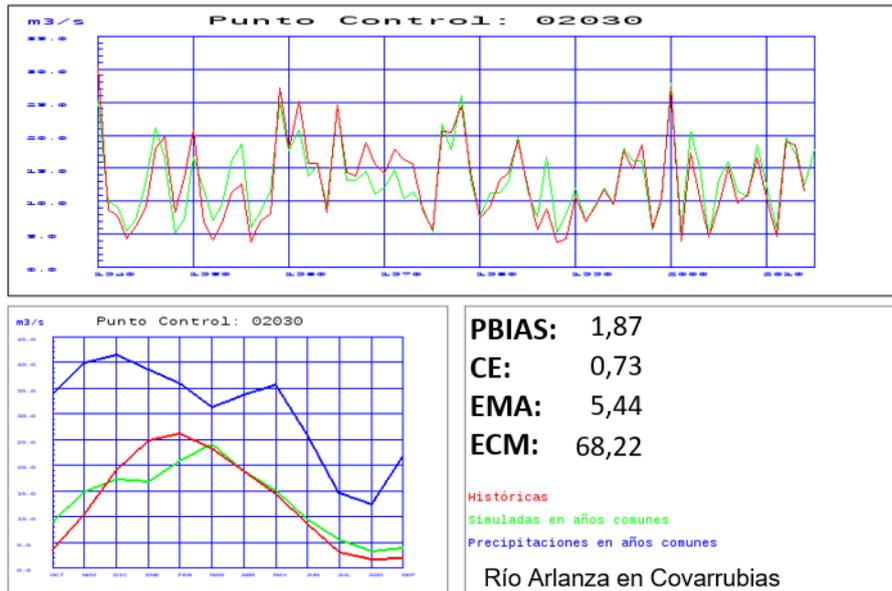


Figura 67. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Arlanza en Covarrubias

El río Adaja en Ávila tiene una cuenca vertiente de 762 km² y datos desde mitad de los años 50. El ajuste es muy bueno en valores medios y satisfactorios según el índice CE (Figura 68).

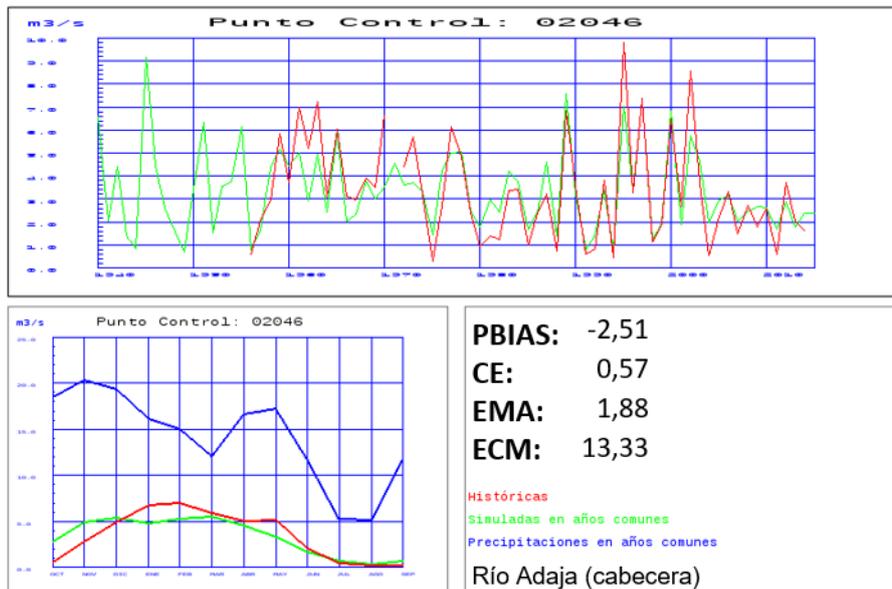


Figura 68. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Adaja en Ávila

3.3.2.5 Tajo

En la DH del Tajo se ha efectuado el contraste en 129 puntos del control, 51 de los cuales son las más fiables y representativas.

Hay un buen ajuste de los caudales observados en los tramos medios y bajos de los ríos, pero el ajuste es peor en zonas de cabecera con fuertes pendientes, como es el caso de la cabecera

del Tiétar y del Alberche (Figura 69). Además, ha habido muchas dificultades en la calibración del río Tajuña.

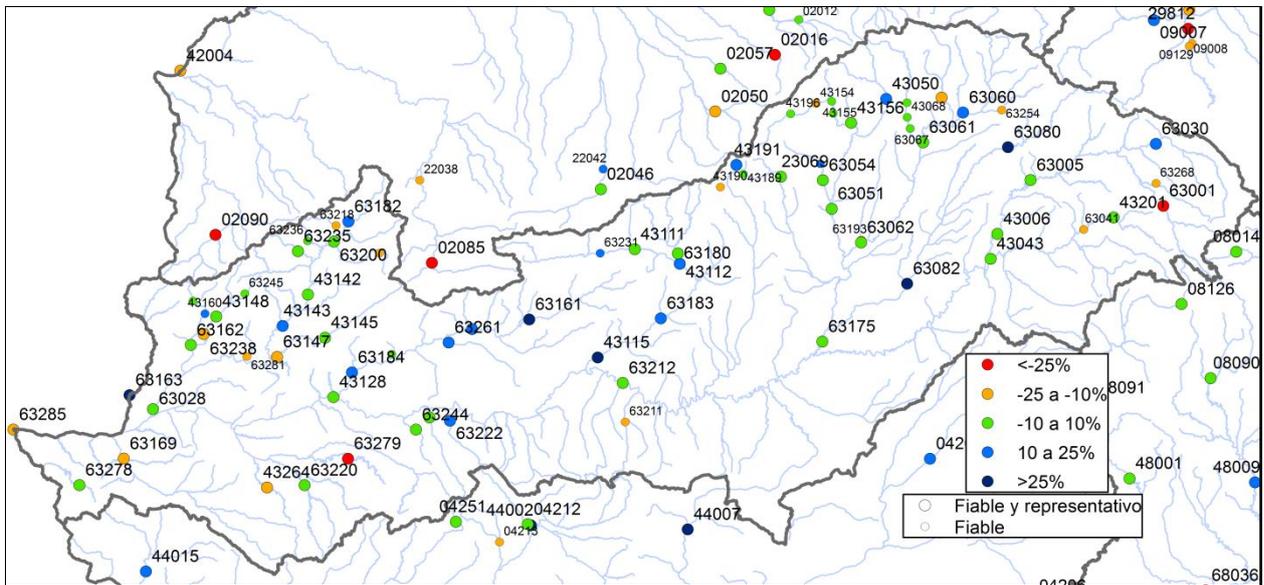


Figura 69. Contraste en la DH del Tajo según el PBIAS

El Tajo en la frontera tiene una cuenca vertiente de 58.799 km² y datos desde 1940 hasta 1992, por lo que no hay datos históricos restituidos para los últimos 25 años, tal como se muestra en el círculo negro de la Figura 70. El ajuste es bueno. La simulación da un 12% menos de agua para el periodo común de información y hay un muy buen ajuste según el índice CE.

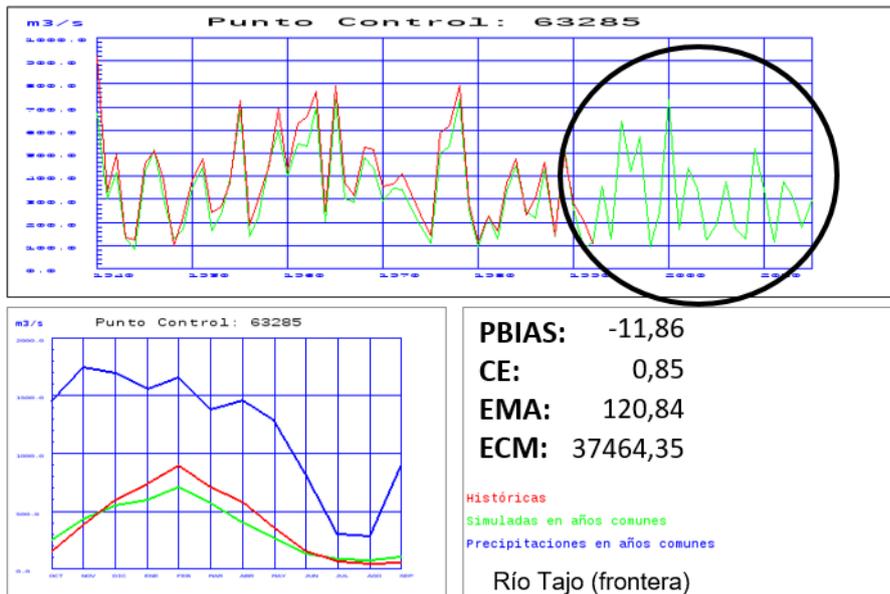


Figura 70. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Tajo en la frontera

En la cabecera del Tajo, en Trillo, tiene una cuenca vertiente de 3.216 km² y datos restituidos en casi todo el periodo. Hay un buen ajuste (Figura 71).

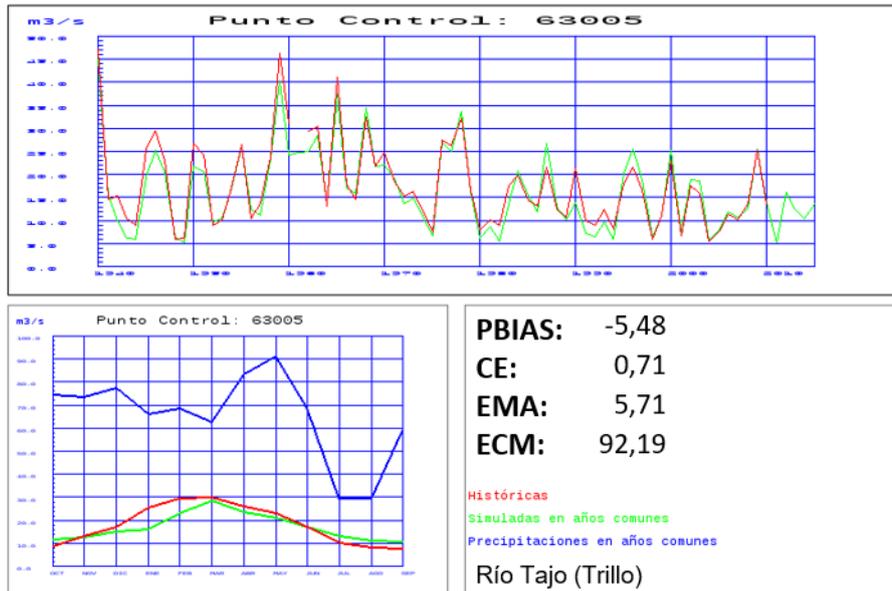


Figura 71. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Tajo en Trillo

Aguas abajo, pero también en cabecera del Tajo, la cuenca vertiente al embalse de Entrepeñas es de 3.790 km² y hay datos restituidos desde mitad de los años 50. El ajuste es bueno (Figura 72).

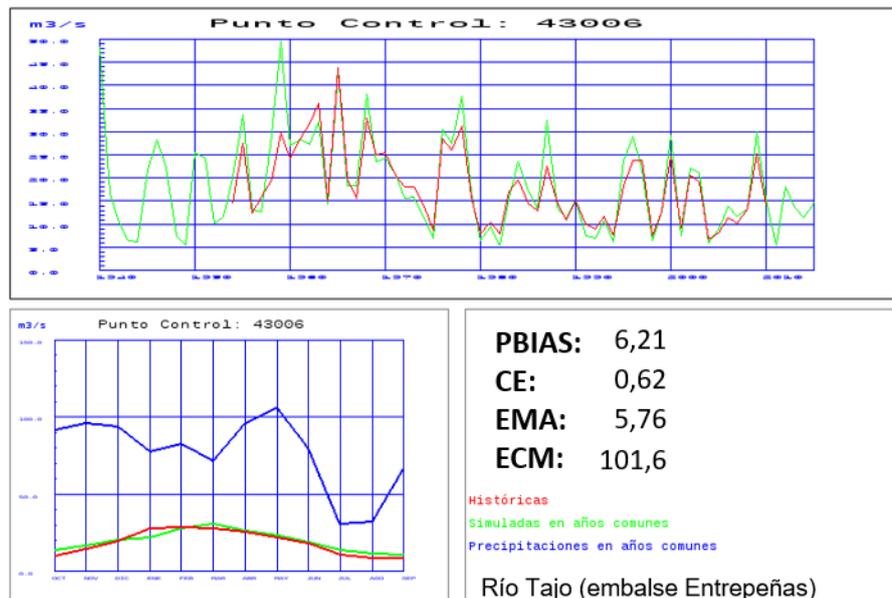


Figura 72. Contraste de las entradas al embalse de Entrepeñas en el río Tajo

También en cabecera del Tajo, la cuenca vertiente del río Cigüela al embalse de Buendía es de 3.313 km² y hay datos restituidos desde mitad de los años 50, interrumpidos en los años 90. El ajuste es bueno (Figura 73).

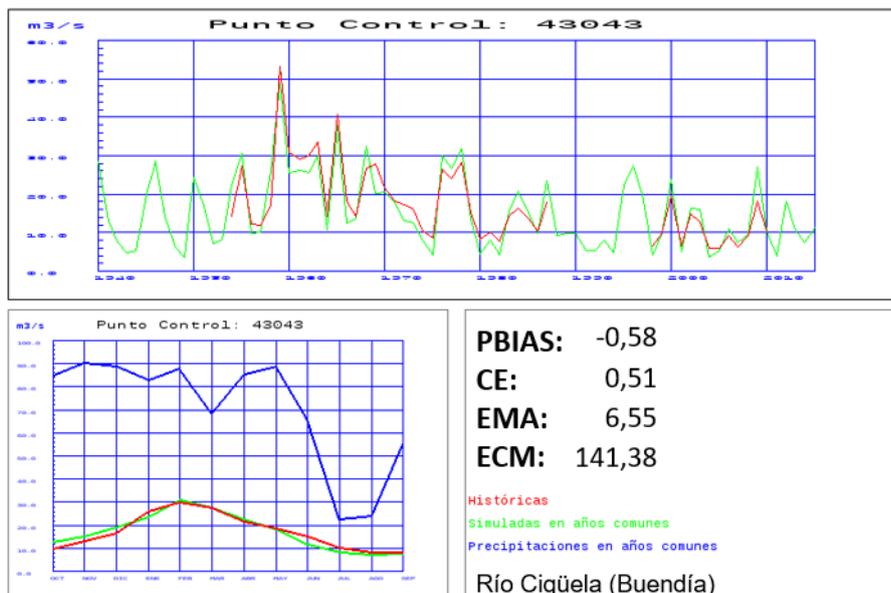


Figura 73. Contraste de las entradas al embalse de Buendía en el río Cigüela

El río Tiétar en su desembocadura tiene una cuenca vertiente de 4.464 km² y datos restituidos desde 1940 hasta el año 2010. El ajuste es muy bueno en valores medios y según el índice CE (Figura 74).

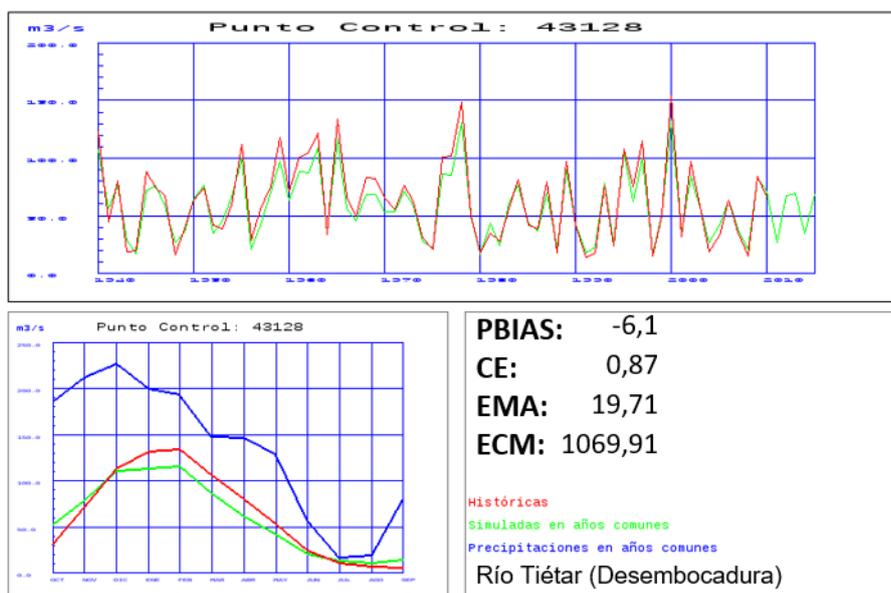


Figura 74. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Tiétar en desembocadura

El río Alberche en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 762 km² y datos restituidos desde 1980 hasta el año 2000. El ajuste es problemático ya que se simula un 29% más de agua y el índice CE es inferior a 0,5 (Figura 75). El círculo negro de dicha figura resalta el periodo sin datos históricos de caudales.

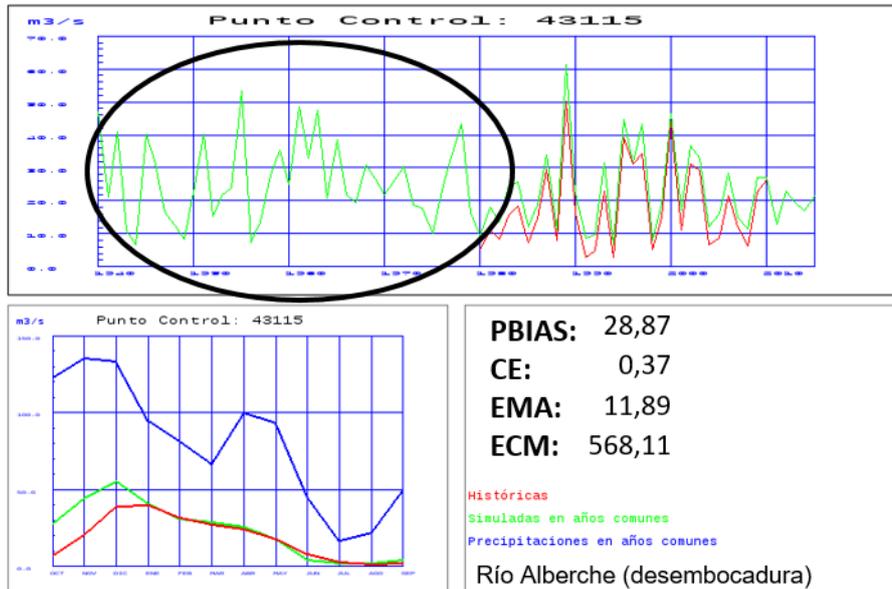


Figura 75. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Alberche en desembocadura

El río Alagón en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 5.406 km² y datos restituidos desde 1940 hasta el año 1992. El ajuste es muy bueno en valores medios y según el índice CE (Figura 76). El círculo negro de dicha figura resalta el periodo sin datos históricos restituidos de caudales.

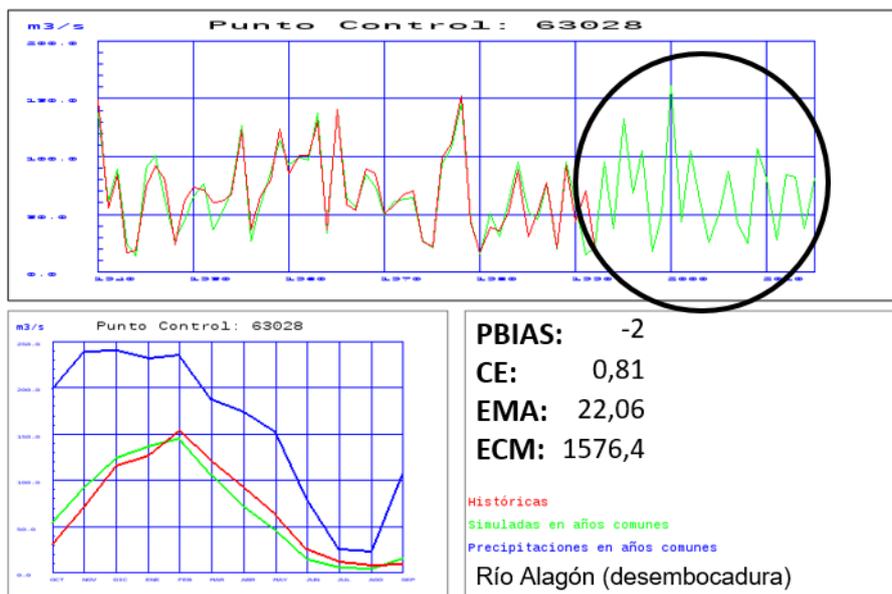


Figura 76. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Alagón en desembocadura

El río Jarama en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 11.528 km² y datos restituidos desde 1940 hasta el año 1992. El ajuste es muy bueno en valores medios y según el índice CE (Figura 77).

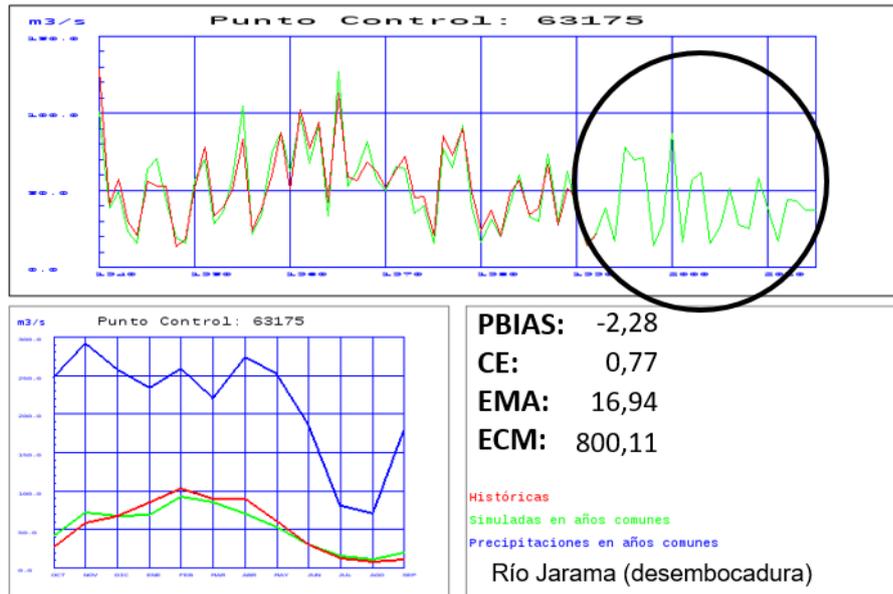


Figura 77. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Jarama en desembocadura

Como se comentó anteriormente, hay más dificultades para reproducir los caudales de los ríos en cabecera.

El punto de control del río Tiétar en la parte alta tiene una cuenca vertiente de 789 km² y datos restituidos desde 1985 de manera interrumpida. Se sobrevaloran los caudales medios un 56% y el ajuste está lejos de ser satisfactorio según el índice CE (Figura 78).

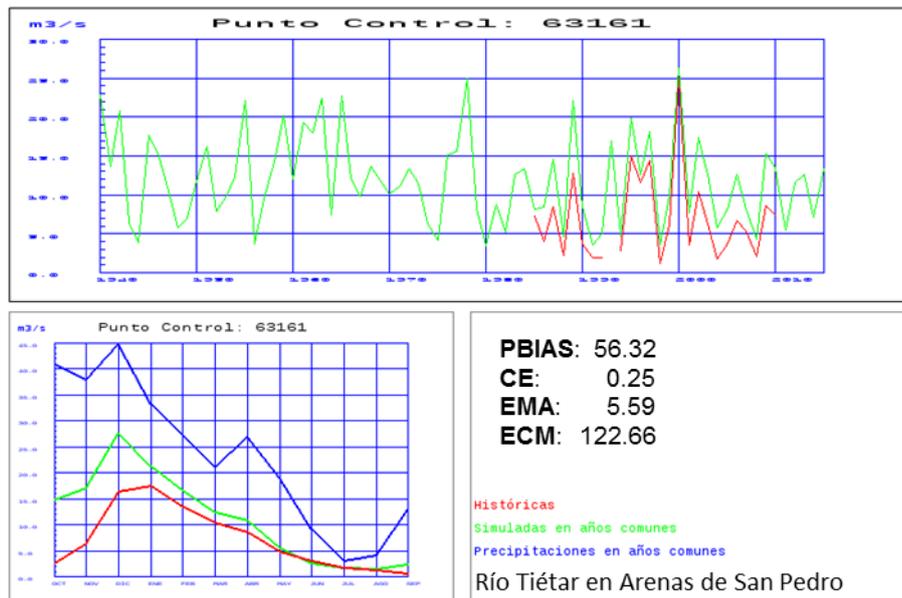


Figura 78. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Tiétar en Arenas de San Pedro

La estación de control en cabecera del río Alberche tiene una cuenca vertiente de 701 km² y datos restituidos desde 1987 a 2010. El ajuste es tan solo satisfactorio en valores medios ya que se infraestiman los caudales en un 22% y el índice CE está próximo a 0,5 (Figura 79).

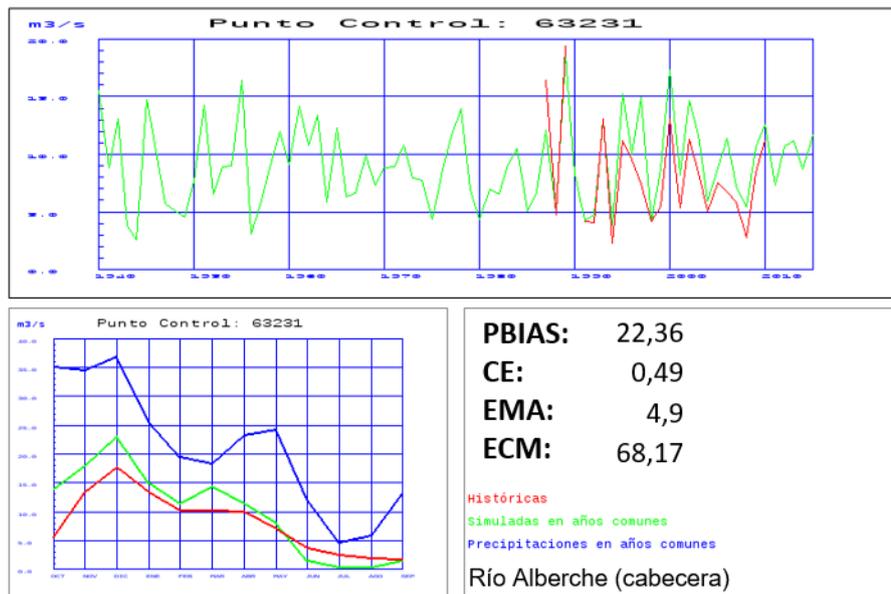


Figura 79. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Alberche en cabecera

La cabecera del río Tajuña muestra de manera muy acusada los problemas para calibrar esa cuenca. El punto de control de la Figura 80 tiene una cuenca vertiente de 662 km², con datos restituidos desde 1980 a 2010. El ajuste no es satisfactorio ya que se simula un 75% más de caudal y el índice CE tiene valor cero.

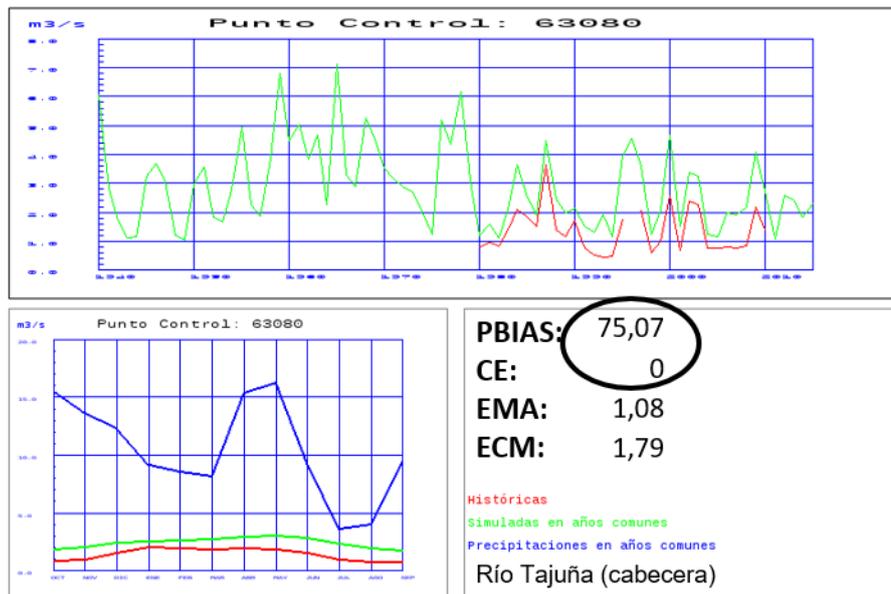


Figura 80. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Tajuña en cabecera

Finalmente, el embalse del Atazar recoge el agua de una cuenca vertiente de 927 km². Hay datos de entradas restituidas desde 1970 a 2000. El ajuste es muy bueno en valores medios y casi satisfactorios según el índice CE debido a un desfase en los valores mensuales (Figura 81).

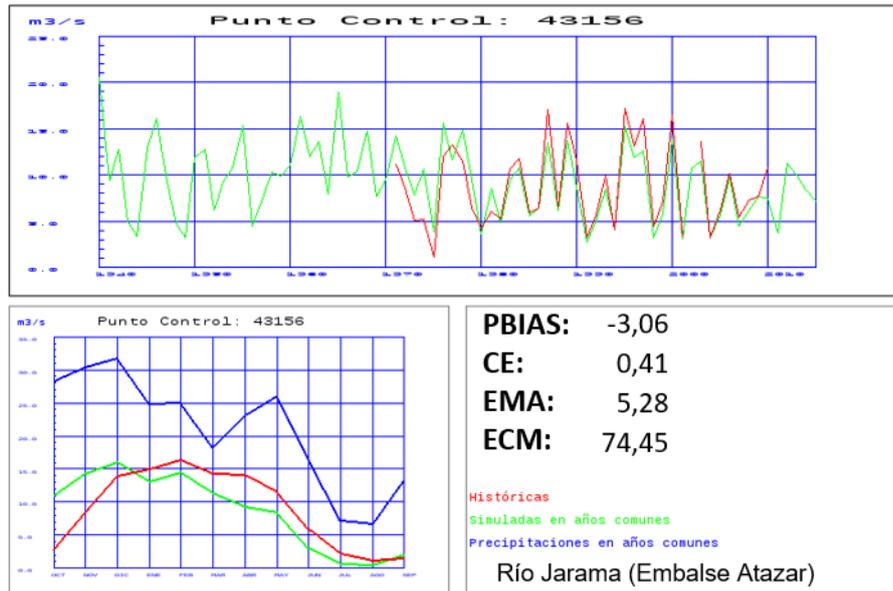


Figura 81. Contraste de las entradas al embalse del Atazar en el río Jarama

3.3.2.6 Guadiana

En la DH del Guadiana se ha efectuado el contraste en 29 puntos del control, 20 de los cuales son las más fiables y representativas (Figura 82).

El ajuste se ha tropezado con problemas debidos a los bajos caudales circulantes en gran parte de la cuenca, a la restitución de las series fuertemente alteradas y las transferencias horizontales de aguas subterráneas.

La simulación en la margen izquierda infravalora las aportaciones históricas y, de forma general, es inferior a la de anteriores evaluaciones de recursos (ER08). Esta reducción de recursos se ha analizado mediante el contraste entre los nuevos datos simulados y los datos históricos del periodo anterior a la construcción de los grandes embalses en la cuenca, para varias estaciones de aforo del tramo bajo del Guadiana antes de entrar en Portugal. En todos los casos se comprobó que la simulación presentaba un superávit, de manera que se reducía la mayor sobrevaloración ofrecida en la ER08.

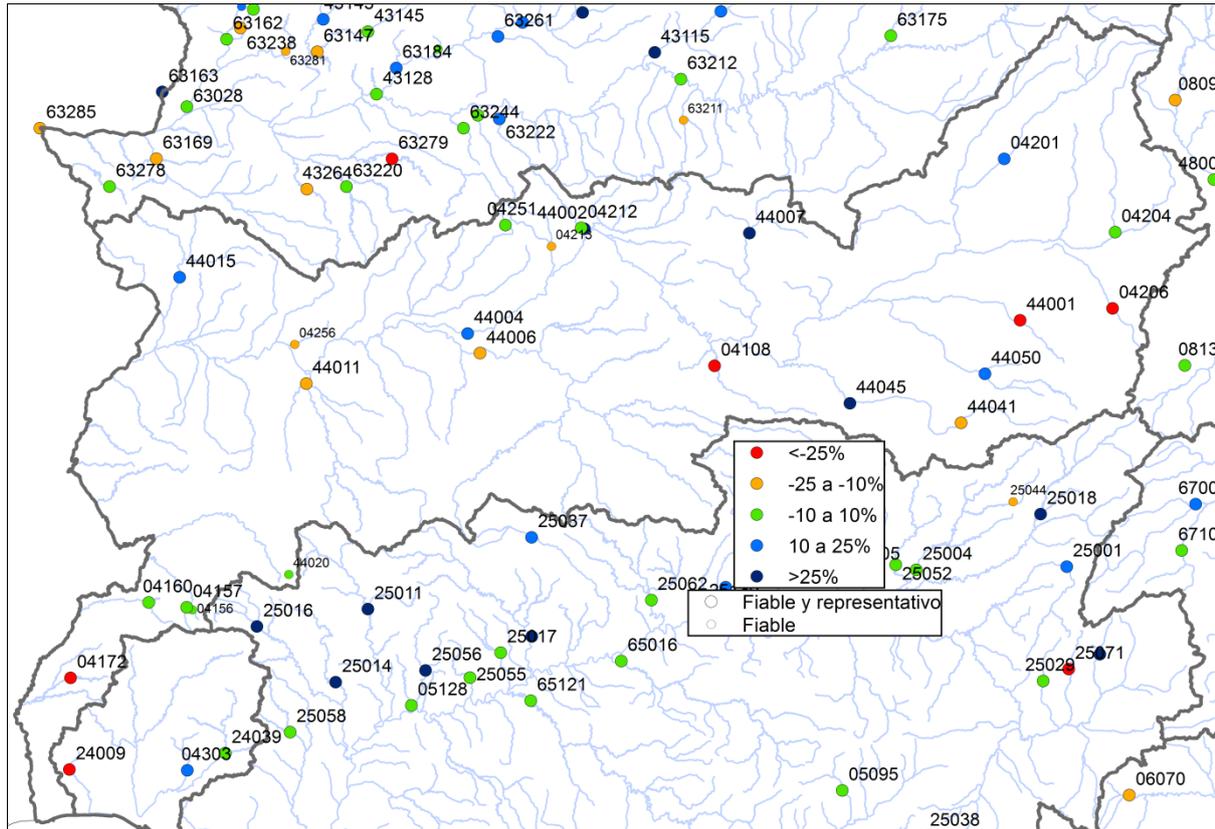


Figura 82. Contraste en la DH del Guadiana según el PBIAS

De manera persistente, las simulaciones del río Guadiana en cabecera infravaloran los datos históricos restituidos de aportaciones. En esa zona predominan los flujos de agua subterránea. La simulación en el embalse de Peñarroya, con una cuenca vertiente de 941 km², da un 58% menos de agua, con un CE muy bajo (Figura 83).

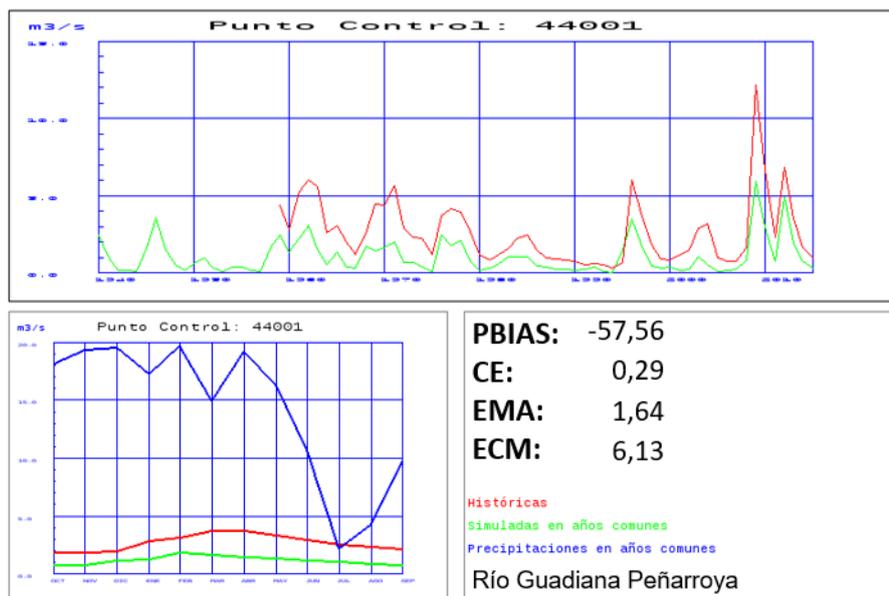


Figura 83. Contraste de las entradas al embalse de Peñarroya en el río Guadiana

El embalse de El Vicario en el río Guadiana tiene una cuenca vertiente de 14.617 km² y datos restituidos desde 1980. El ajuste no es satisfactorio ya que se simula mucha más agua, si bien resalta la bajísima relación que hay entre la precipitación y las aportaciones históricas (este punto de contraste tras el análisis se ha considerado menos fiable) (Figura 84).

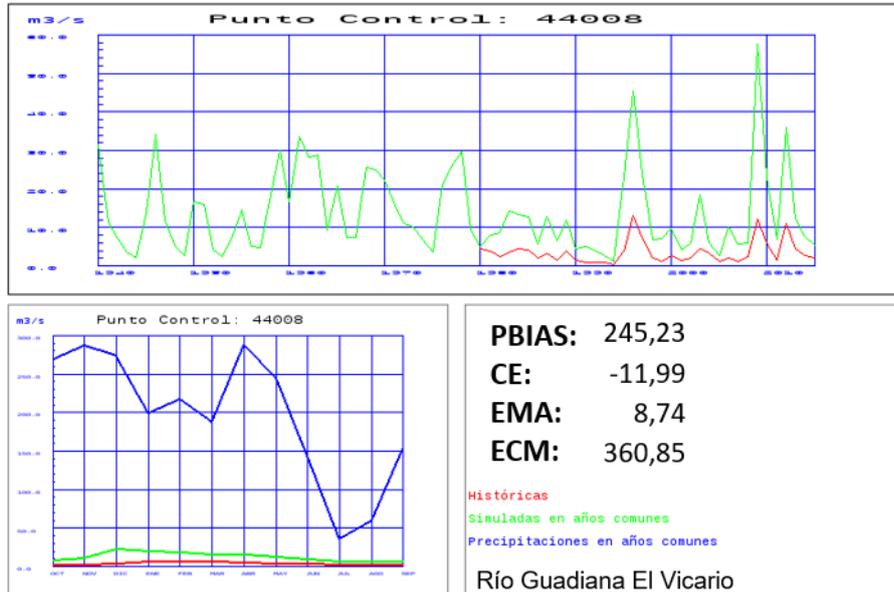


Figura 84. Contraste de las entradas al embalse de El Vicario en el río Guadiana

El embalse del Cijara en el río Guadiana tiene una cuenca vertiente de 22.900 km² y datos restituidos desde 1950. El ajuste es satisfactorio, si bien se simula un 28% más de aportación. Resaltan dos periodos; el primero desde 1950 a 1980 y el segundo desde 1980. En el primero la simulación es muy buena, mientras que en el segundo periodo se simula de más, por lo que sería conveniente analizar con detalle los valores históricos restituidos de esas entradas (Figura 85).

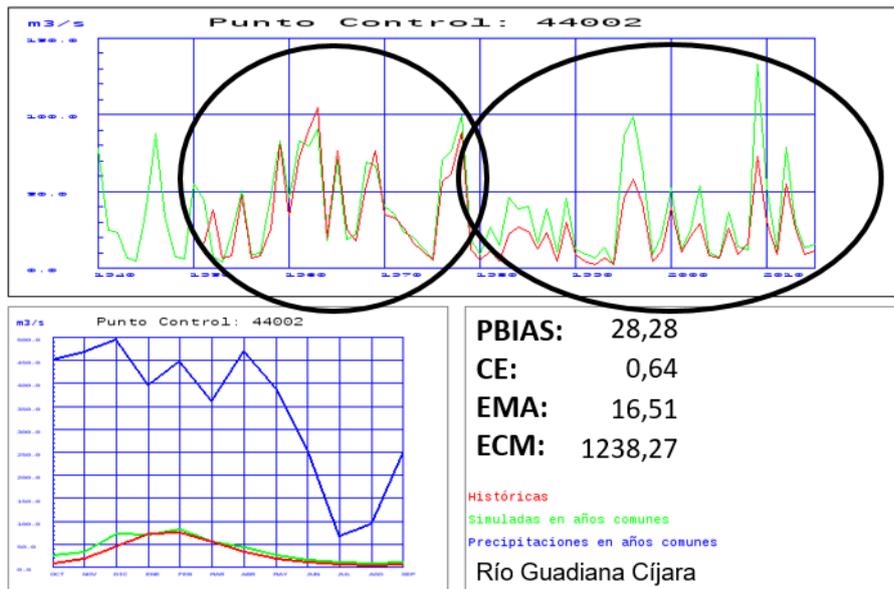


Figura 85. Contraste de las entradas al embalse del Cijara en el río Guadiana

El embalse de Orellana en el río Guadiana tiene una cuenca vertiente de 24.717 km² y datos restituidos desde 1965. El ajuste es satisfactorio ya que se simula un 17% más de agua y el índice CE está próximo a 0,5 (Figura 86).

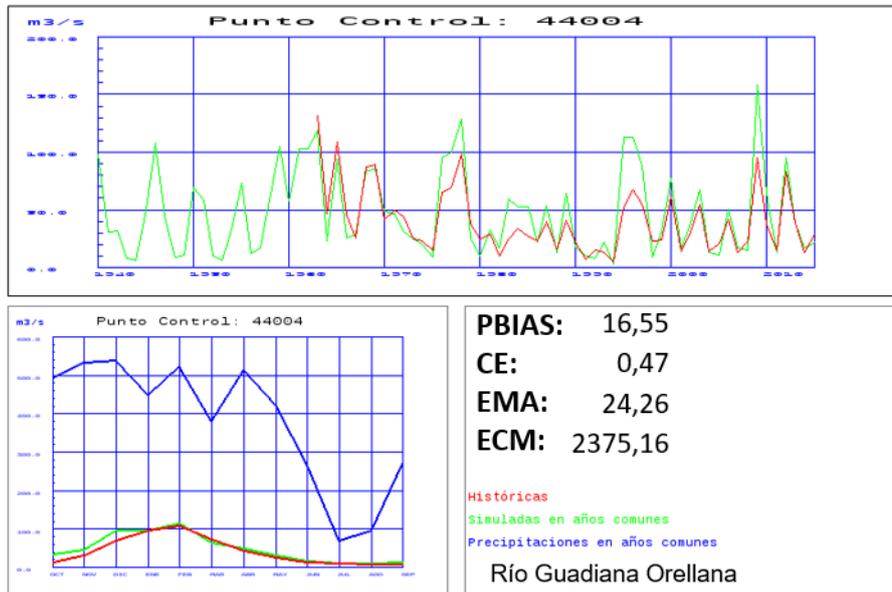


Figura 86. Contraste de las entradas al embalse de Orellana en el río Guadiana

Ya en la zona occidental de la cuenca, el embalse de Villar del Rey en el río Gévora tiene una cuenca vertiente de 1.031 km² y datos restituidos desde 1987. El ajuste es satisfactorio ya que se simula un 15% más de agua y el índice CE está próximo a 0,5 (Figura 87).

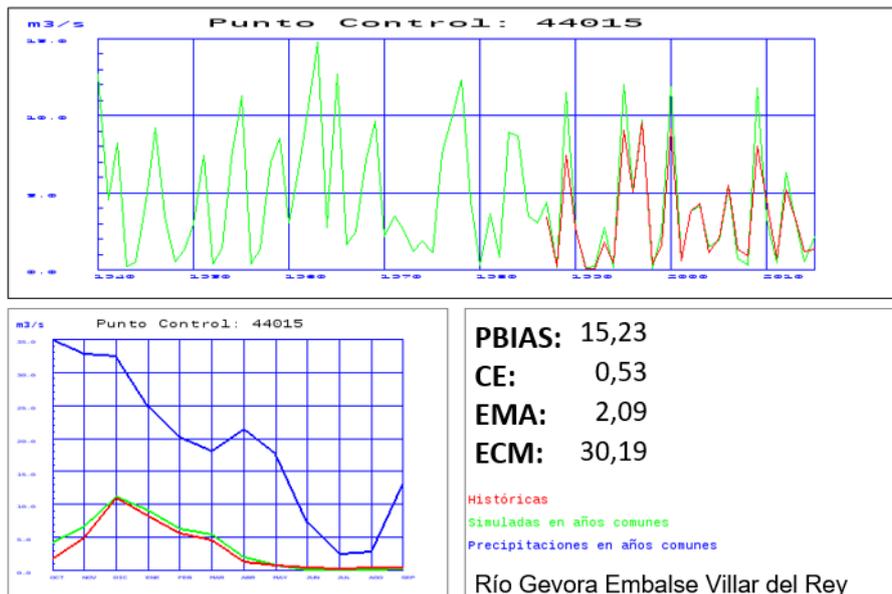


Figura 87. Contraste de las entradas al embalse de Villar del Rey en el río Guadiana

El embalse de Alange en el río Machel tiene una cuenca vertiente de 2.522 km² y datos restituidos desde 1990. El ajuste es bueno ya que se simula un 19% menos de agua y el índice CE es muy bueno (Figura 88).

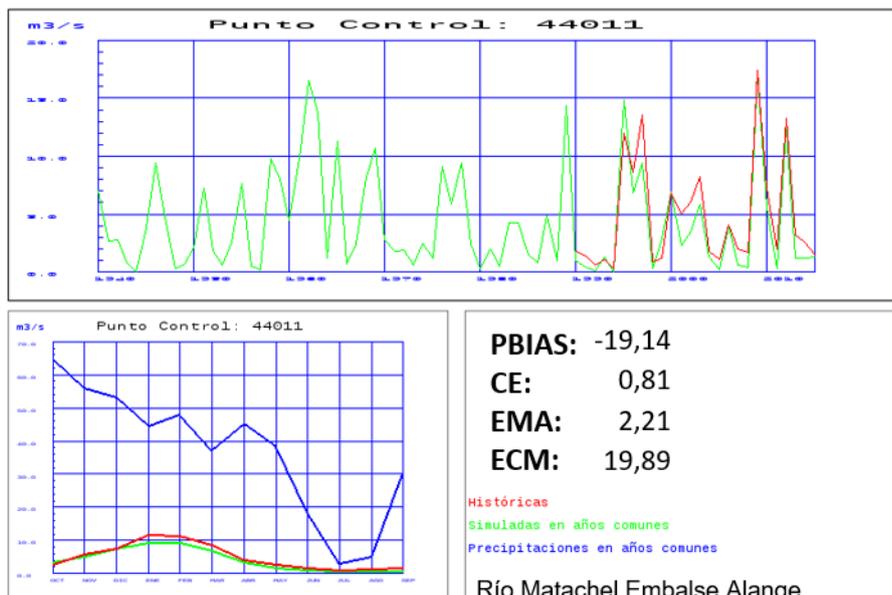


Figura 88. Contraste de las entradas al embalse de Alange en el río Matachel

El punto de control del río Malagón en Paymogo tiene una cuenca vertiente de 250 km² y datos de aforos en una veintena de años. El ajuste es satisfactorio ya que da un buen índice CE, aunque se simula un 27% menos de aportación (Figura 89).

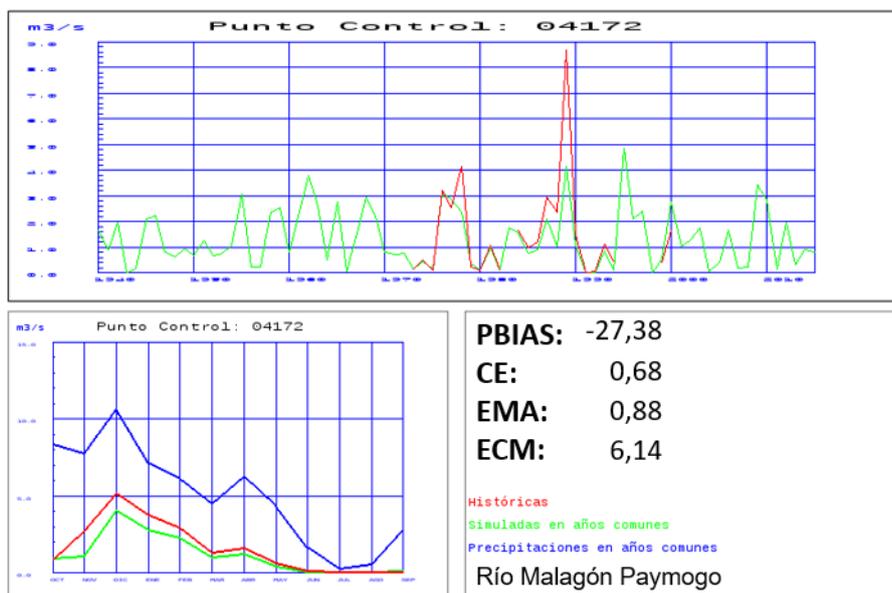


Figura 89. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Malagón en Paymogo

El punto de control del río Caliente en La Nava tiene una cuenca vertiente de 65 km² y datos de aforos en una veintena de años en la mitad del periodo total. El ajuste es muy bueno (Figura 90).

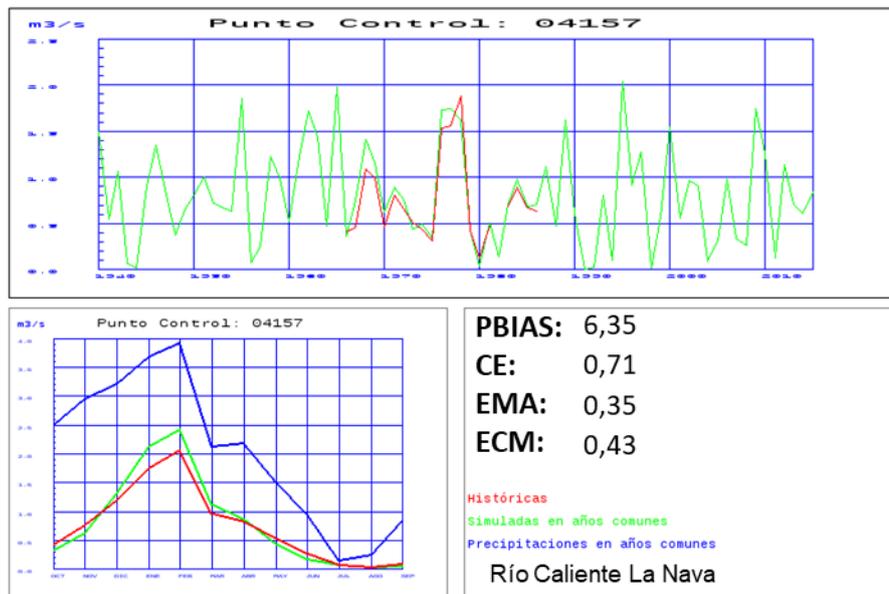


Figura 90. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Caliente en La Nava

El punto de control del río Guadarranque en Alía tiene una cuenca vertiente de 257 km² y datos de aforos en una veintena de años de manera interrumpida. El ajuste en esos años comunes es muy bueno (Figura 91).

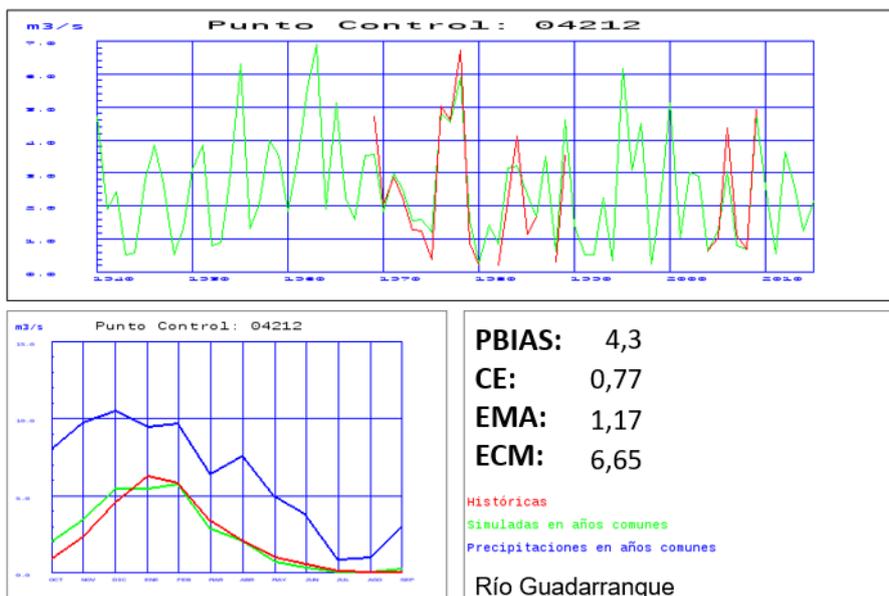


Figura 91. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Guadarranque en Alía

En la zona oriental de la cuenca, el embalse de Torre Abraham en el río Bullaque tiene una cuenca vertiente de 736 km² y datos restituidos desde 1975. El ajuste no es satisfactorio ya que se simula mucha más agua (Figura 92).

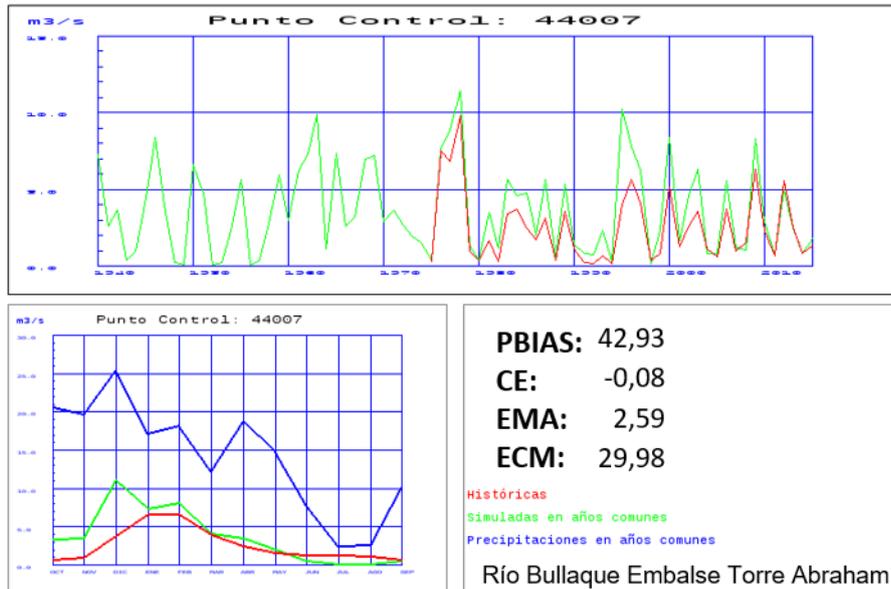


Figura 92. Contraste de las entradas al embalse de Torre Abraham en el río Bullaque

El embalse del Zújar en el río Zújar tiene una cuenca vertiente de 7.762 km² y datos restituidos desde 1965. El ajuste es bueno ya que se simula un 12% menos de aportación y hay un buen índice CE (Figura 93).

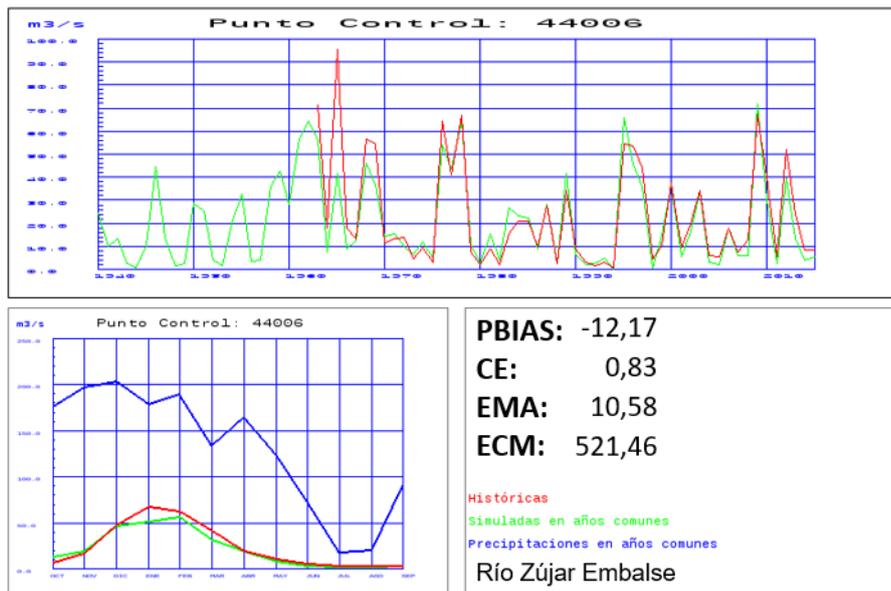


Figura 93. Contraste de las entradas al embalse del Zújar en el río Zújar

El embalse de Puerto Vallehermoso en el río Azuer tiene una cuenca vertiente de 542 km² y datos restituidos desde 1993. El ajuste no es satisfactorio (Figura 94).

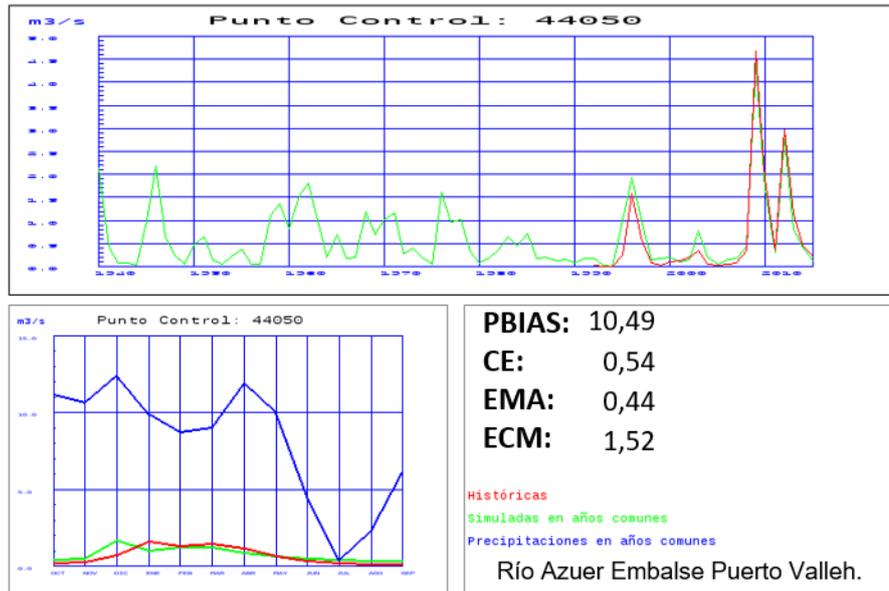


Figura 94. Contraste de las entradas al embalse de Puerto Vallehermoso en el río Azuer

3.3.2.7 Guadalquivir

En la DH del Guadalquivir se ha efectuado el contraste en 33 puntos del control, 31 de los cuales son las más fiables y representativas.

El ajuste es bueno en los tramos medios y bajos de los ríos principales (Figura 95). Se ha mejorado el ajuste a los datos históricos con relación a la simulación anterior ER08. No obstante, quedan desajustes por exceso de aportación simulada en las cabeceras de la margen derecha de ríos que vierten al tramo bajo del Guadalquivir.

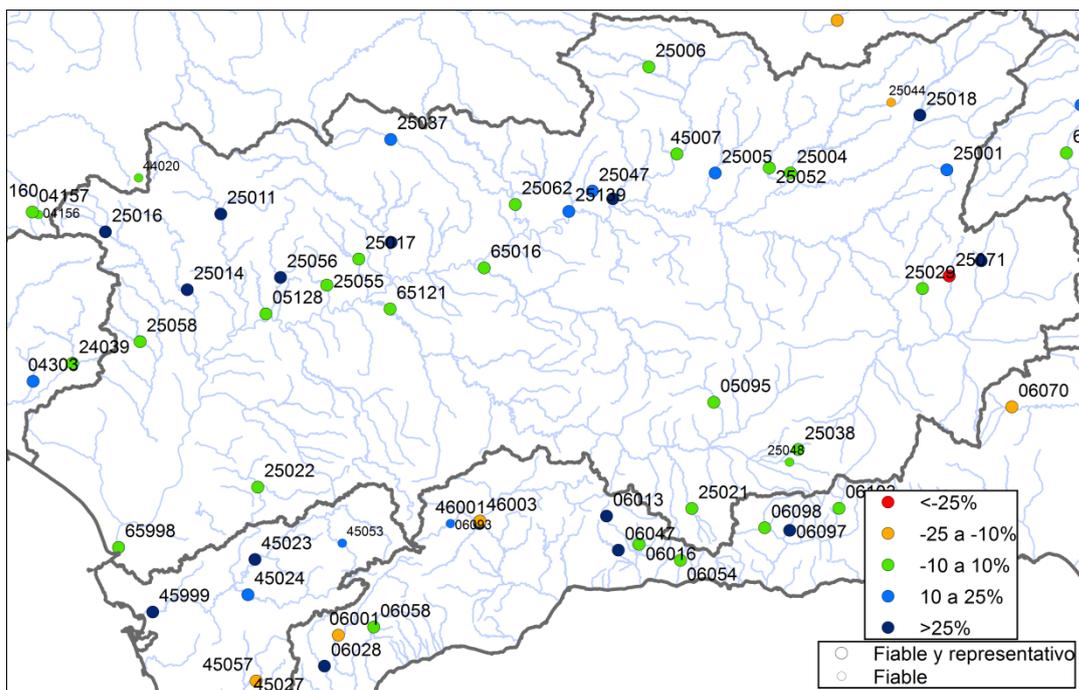


Figura 95. Contraste en la DH del Guadalquivir según el PBIAS

El río Guadalquivir en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 56.392 km² y no tiene datos restituidos desde 1987, periodo marcado con un círculo negro en la Figura 96. El ajuste es muy bueno en ese periodo común de años.

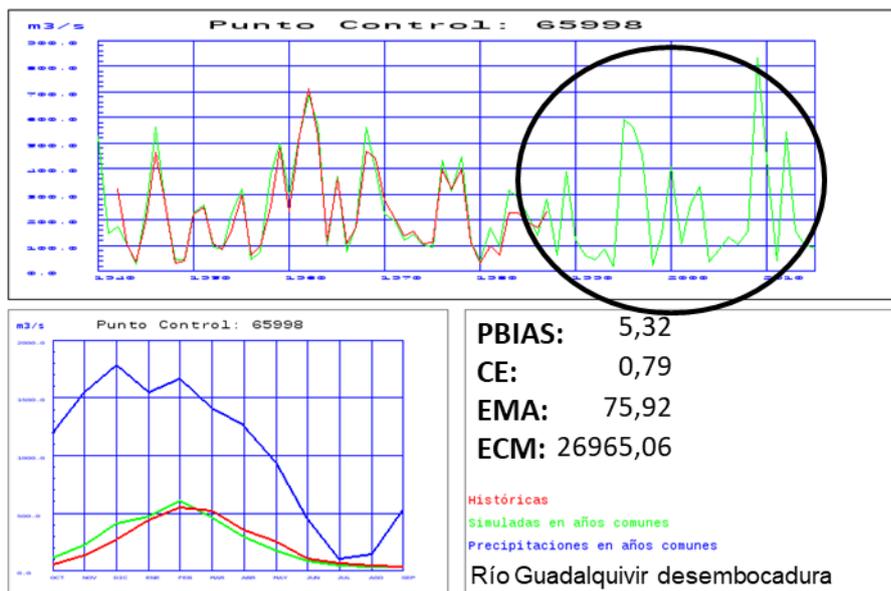


Figura 96. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Guadalquivir en desembocadura

El río Guadajoz en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 2.405 km² y tampoco tiene datos restituidos desde 1987, periodo marcado con un círculo negro en la Figura 97. El ajuste es muy bueno en ese periodo común de años.

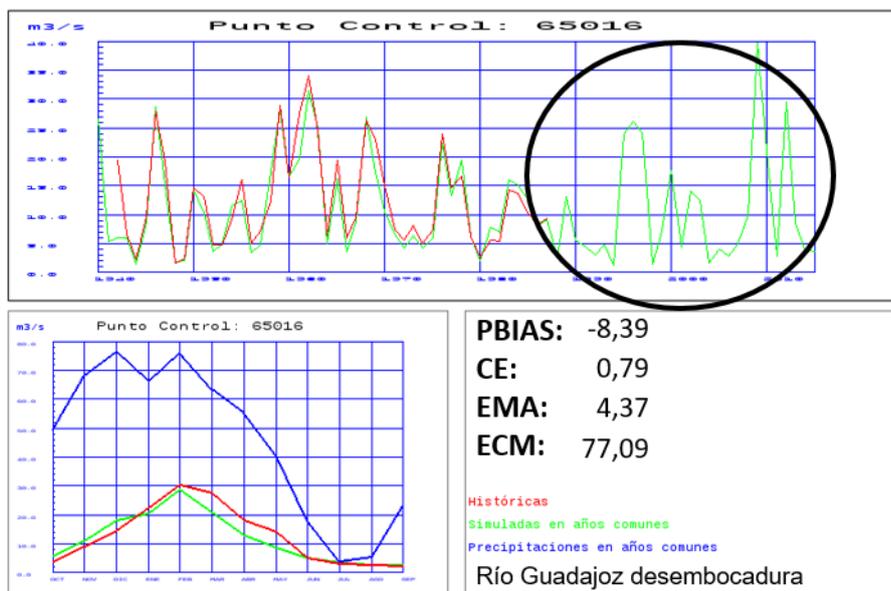


Figura 97. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Guadajoz en desembocadura

El embalse del Tranco de Beas en el río Guadalquivir tiene una cuenca vertiente de 561 km² y datos en casi todo el periodo. El ajuste es bueno con la particularidad de que se simulan mayores puntas de aportación en los últimos 50 años (Figura 98).

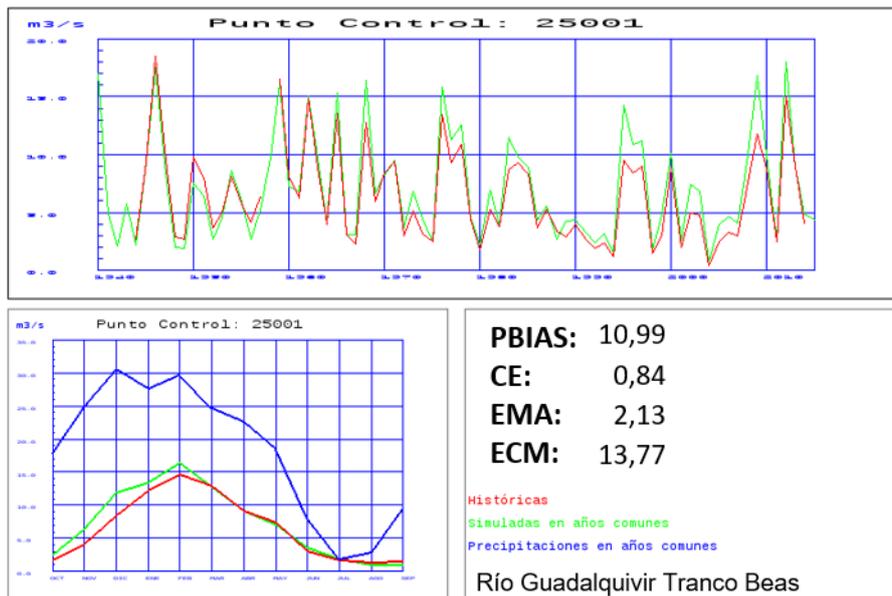


Figura 98. Contraste de las entradas al embalse del Tranco de Beas en el río Guadalquivir

El río Genil en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 8.138 km². No tiene datos restituidos desde 1987, periodo marcado con un círculo negro en la Figura 99. El ajuste es muy bueno en ese periodo común de años.

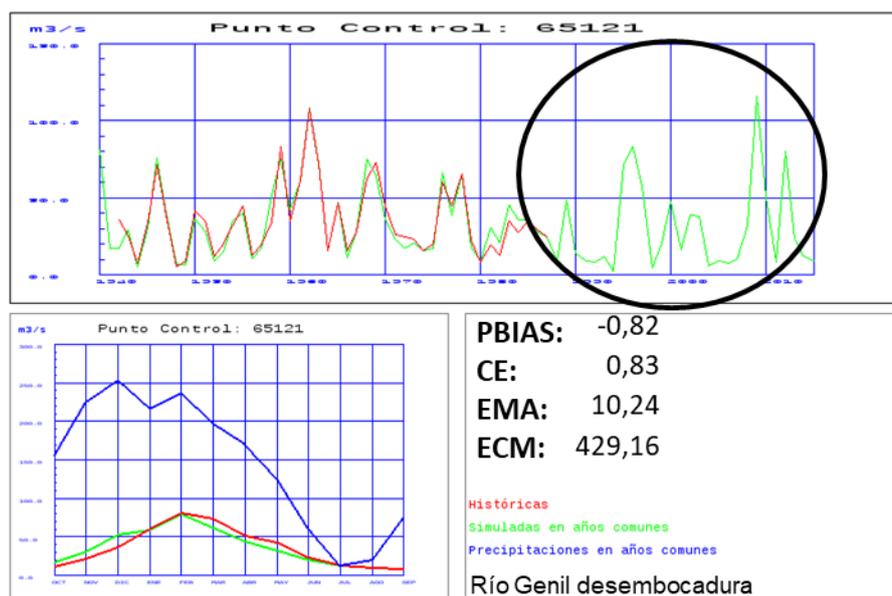


Figura 99. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Genil en desembocadura

El embalse del Pintado en el río Viar tiene una cuenca vertiente de 1.238 km² y datos en casi todo el periodo. La simulación acentúa las puntas de aportación, por lo que se sobrevalora un

27%, si bien se simula bien la distribución mensual, lo que se traduce en un buen CE (Figura 100).

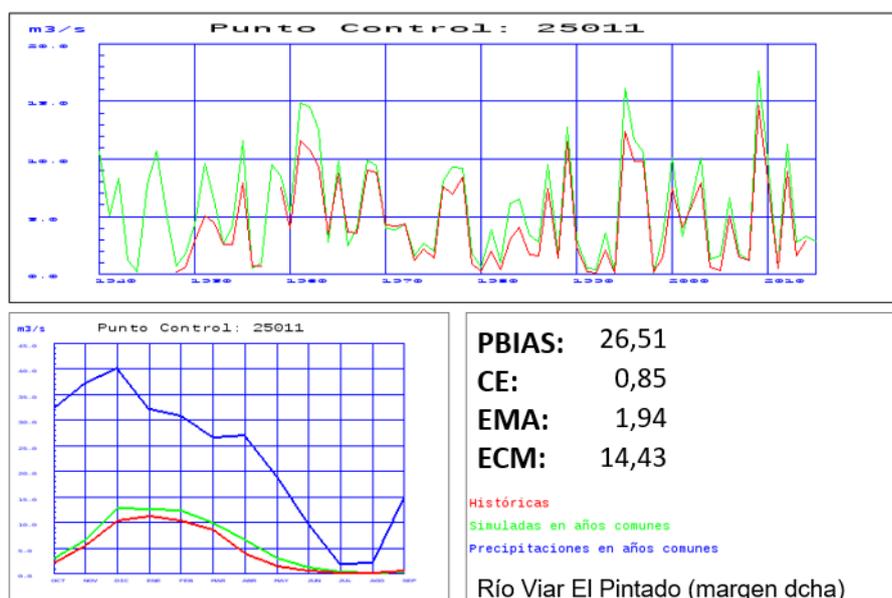


Figura 100. Contraste de las entradas al embalse del Pintado en el río Viar

El embalse de Sierra Boyera en el río Guadiato tiene una cuenca vertiente de 429 km² y datos desde 1977 de manera interrumpida. La simulación da un buen ajuste (Figura 101).

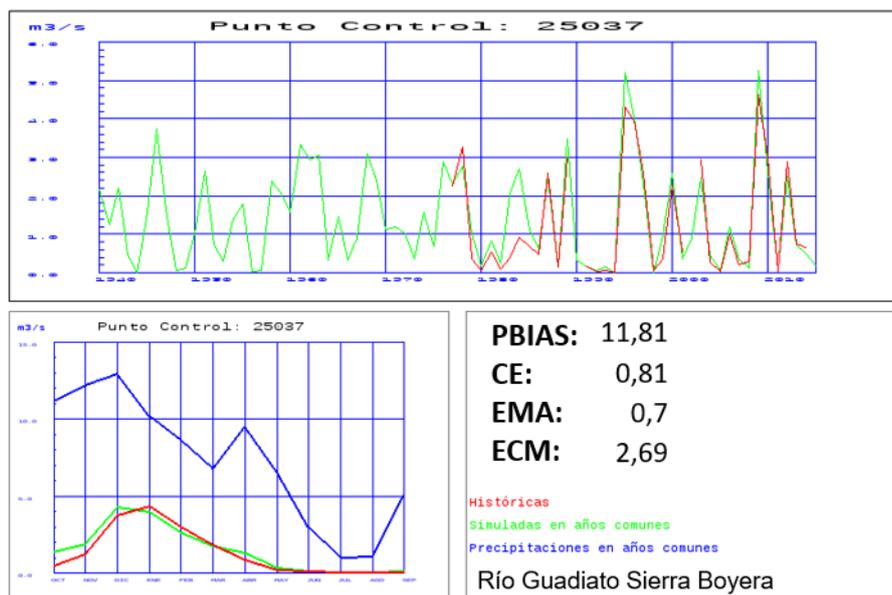


Figura 101. Contraste de las entradas al embalse de Sierra Boyera en el río Guadiato

El embalse de José Torán en el río Guadalbaccar tiene una cuenca vertiente de 235 km² y datos desde 1993. El ajuste es muy bueno (Figura 102).

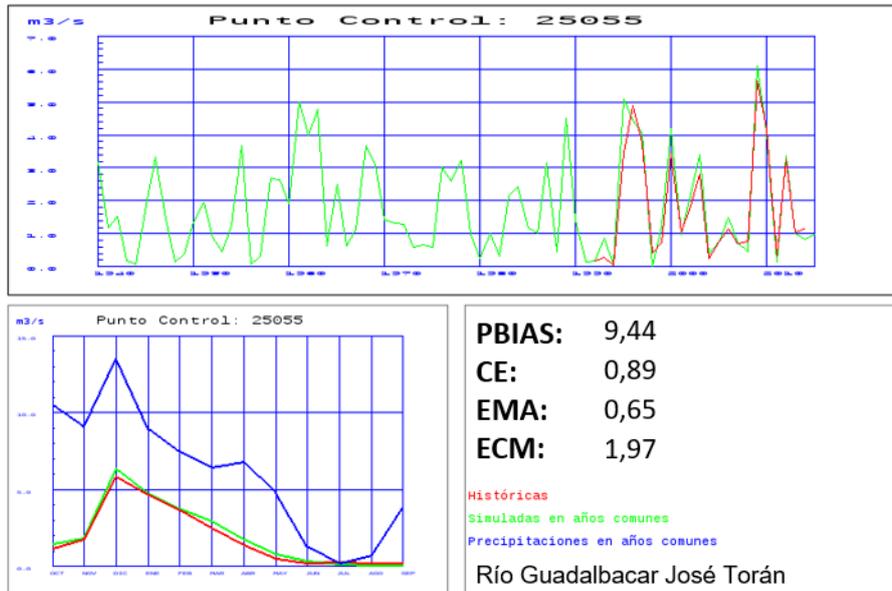


Figura 102. Contraste de las entradas al embalse de José Torán en el río Guadalquivir

El embalse de Guadalén en el río Guadalén tiene una cuenca vertiente de 1.366 km² y datos prácticamente continuos desde 1960. El ajuste es muy bueno (Figura 103).

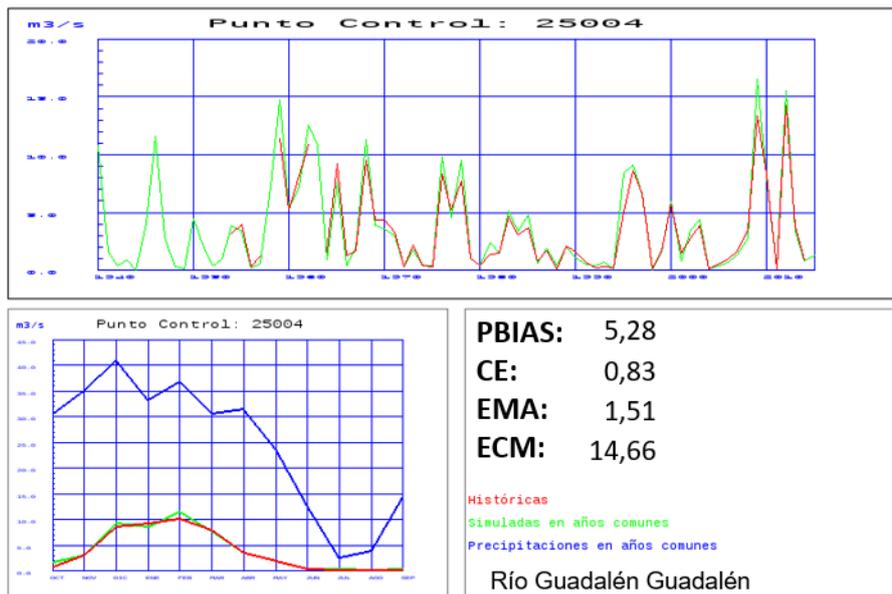


Figura 103. Contraste de las entradas al embalse de Guadalén en el río Guadalén

En la parte NE de la DH, el embalse de Guadalmena en el río Guadalmena tiene una cuenca vertiente de 1.224 km² y datos desde 1970. El ajuste de los caudales medios anuales no es satisfactorio ya que se sobreestiman en un 40%. No obstante, se recoge bien el patrón de la distribución mensual, lo que da un buen índice CE (Figura 104).

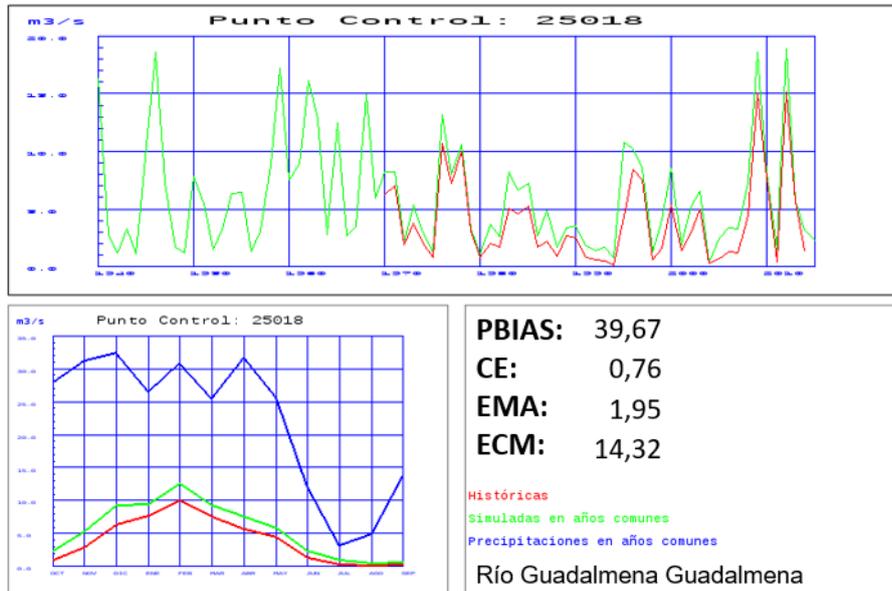


Figura 104. Contraste de las entradas al embalse de Guadalmena en el río Guadalmena

El embalse de Quéntar en el río Aguas Blancas tiene una cuenca vertiente de 101 km² y datos desde 1977. El ajuste es muy bueno respecto a las aportaciones medias anuales, pero no es satisfactorio respecto a los caudales mensuales, con un índice CE por debajo de 0,5 (Figura 105).

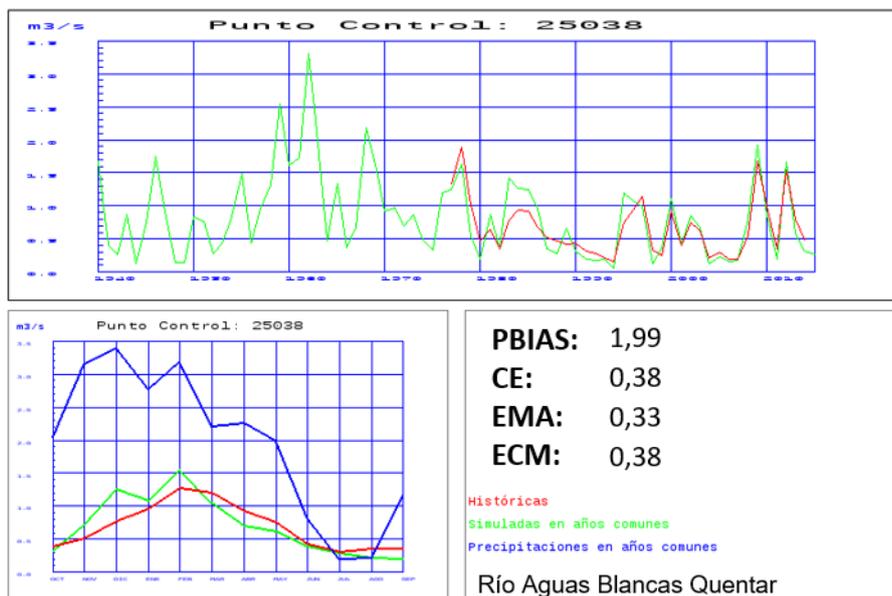


Figura 105. Contraste de las entradas al embalse de Quéntar en el río Aguas Blancas

En el SO de la DH, el embalse de la Torre del Águila en el río Salado de Morón tiene una cuenca vertiente de 443 km² y datos en gran parte del periodo. El ajuste es muy bueno (Figura 106).

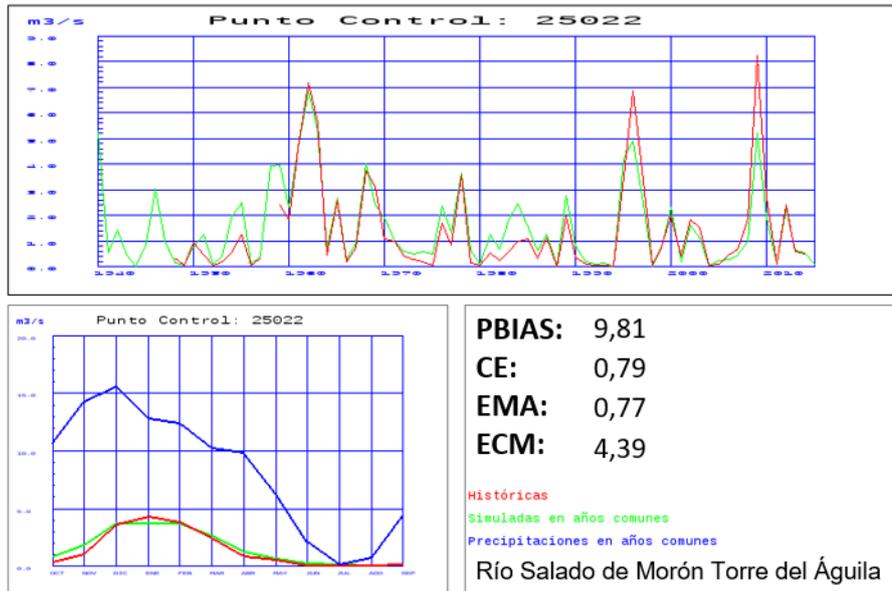


Figura 106. Contraste de las entradas al embalse de la Torre del Águila en el río Salado de Morón

En la cabecera de la cuenca del Genil, el embalse de Los Bermejales en el río Cacán tiene una cuenca vertiente de 280 km² y datos desde 1954. El ajuste de los caudales medios es muy bueno y satisfactorio el de su distribución mensual (Figura 107).

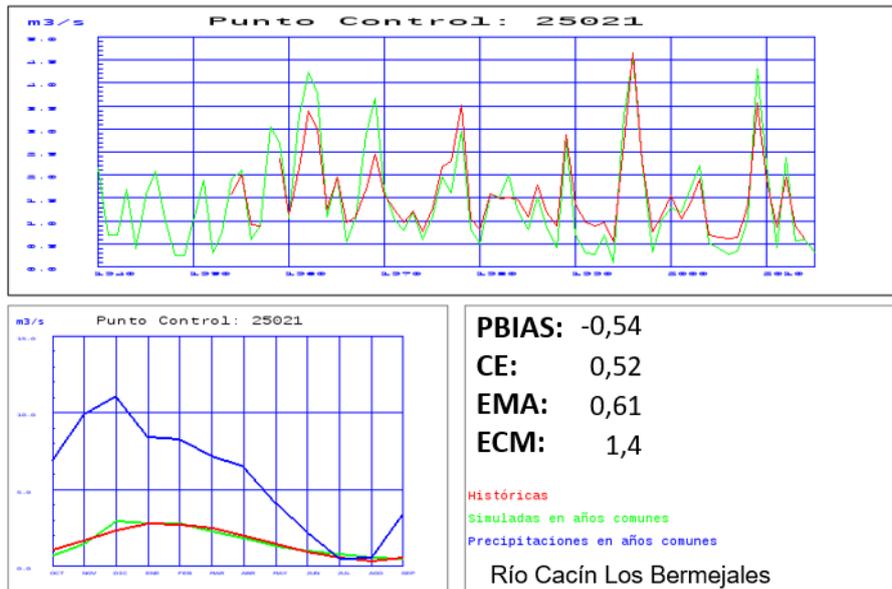


Figura 107. Contraste de las entradas al embalse de Los Bermejales en el río Cacán

3.3.2.8 Segura

En la DH del Segura se ha efectuado el contraste en 16 puntos del control, 10 de los cuales son las más fiables y representativas.

En general, hay un buen ajuste de los caudales observados (Figura 108), con la salvedad de los ríos de la margen derecha.

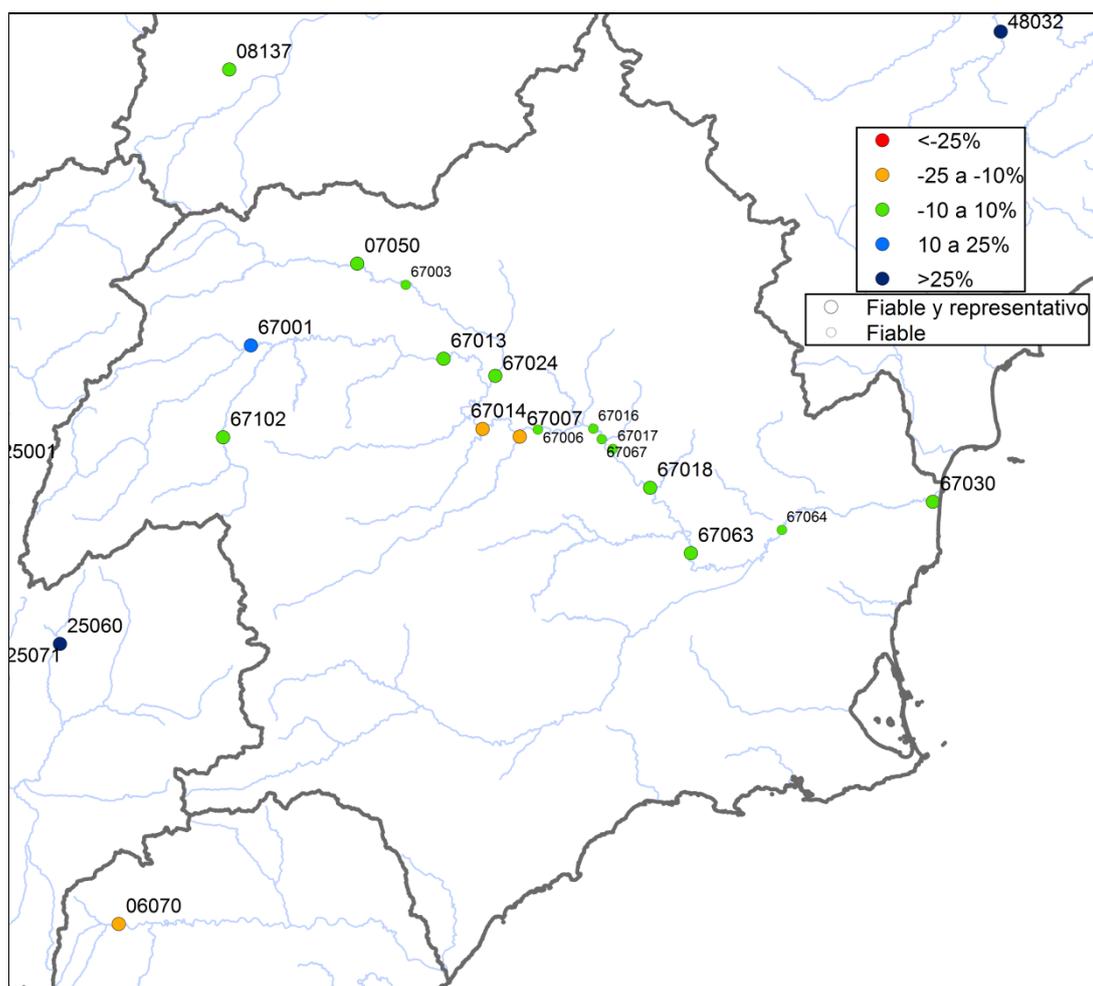


Figura 108. Contraste en la DH del Segura según el PBIAS

El río Segura en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 14.362 km² y datos restituidos hasta 2004. El ajuste de los caudales medios es muy bueno e insatisfactoria su distribución mensual (Figura 109). Se observan dos periodos diferentes en los datos históricos restituidos (marcados en círculos negros), con una notable bajada de caudales sobre 1980 acompañada de una mayor homogeneidad. Sería conveniente analizar ese descenso en la variabilidad de los caudales restituidos.

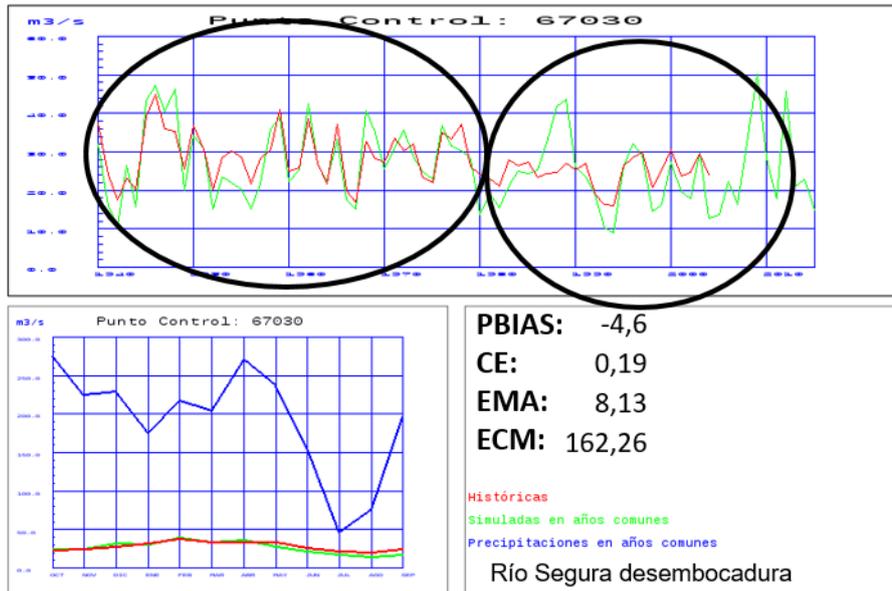


Figura 109. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Segura en desembocadura

En la cabecera del Segura, el embalse de Fuensanta tiene una cuenca vertiente de 1.209 km² y datos restituidos hasta 2004. Hay un buen ajuste de los caudales medios y de su distribución mensual (Figura 110).

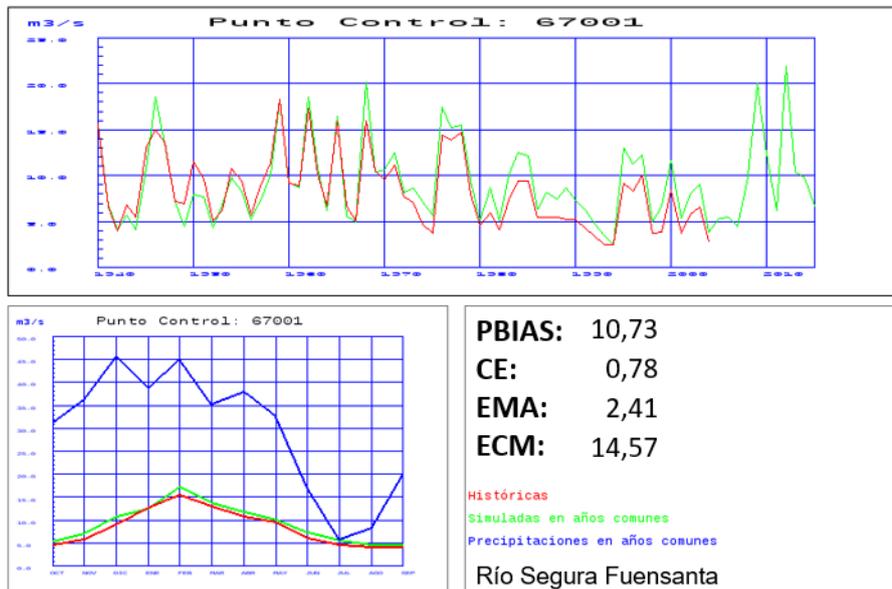


Figura 110. Contraste de las entradas al embalse de Fuensanta en el río Segura

El embalse de Liétor en el río Mundo tiene una cuenca vertiente de 776 km² y datos restituidos hasta 2004. El ajuste de los caudales medios es muy bueno y satisfactoria su distribución mensual (Figura 111).

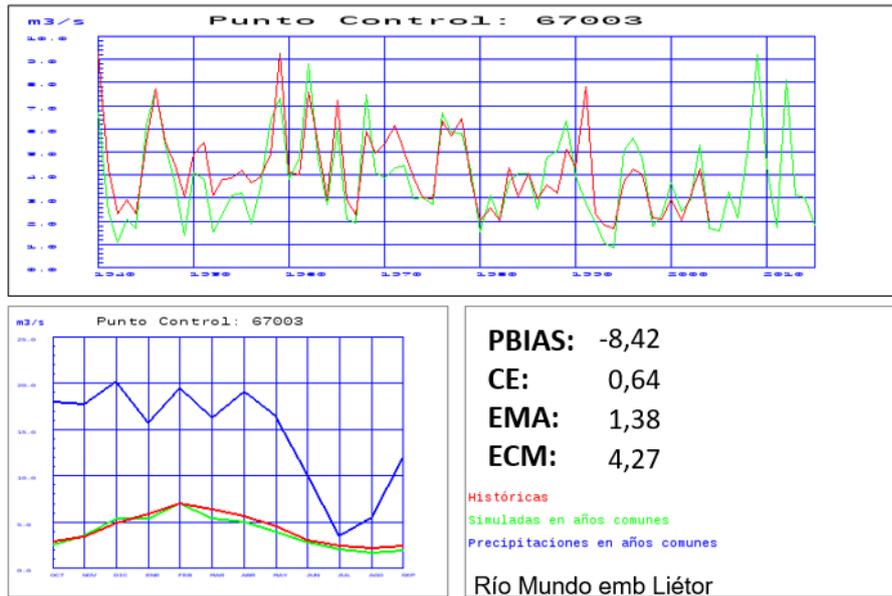


Figura 111. Contraste de las entradas al embalse de Liétor en el río Mundo

Siguiendo con la zona de cabecera del Segura, el embalse de Taibilla en el río Taibilla tiene una cuenca vertiente de 373 km² y datos restituidos hasta 2004. El ajuste de los caudales medios es muy bueno pero es muy malo el de su distribución mensual, debido especialmente a las dificultades en modelar las características cársticas del flujo subterráneo (Figura 112).

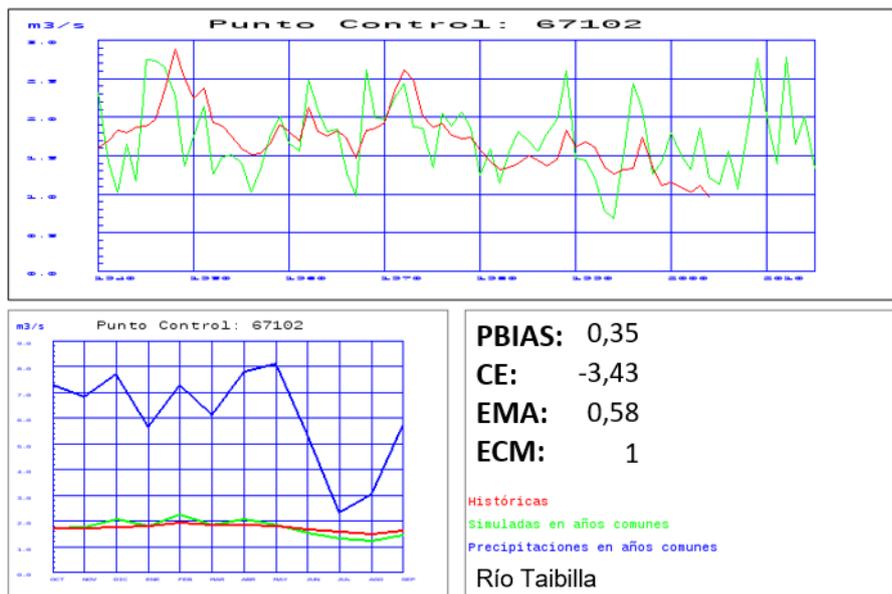


Figura 112. Contraste de las entradas al embalse de Taibilla en el río Taibilla

El embalse del Cenajo en el río Segura tiene una cuenca vertiente de 2.307 km² y datos restituidos hasta 2004. El ajuste de los caudales medios es muy bueno y satisfactorio su distribución mensual (Figura 113). Se observan dos diferentes periodos en los datos históricos restituidos (marcados en círculos negros), con una notable bajada de caudales sobre 1980.

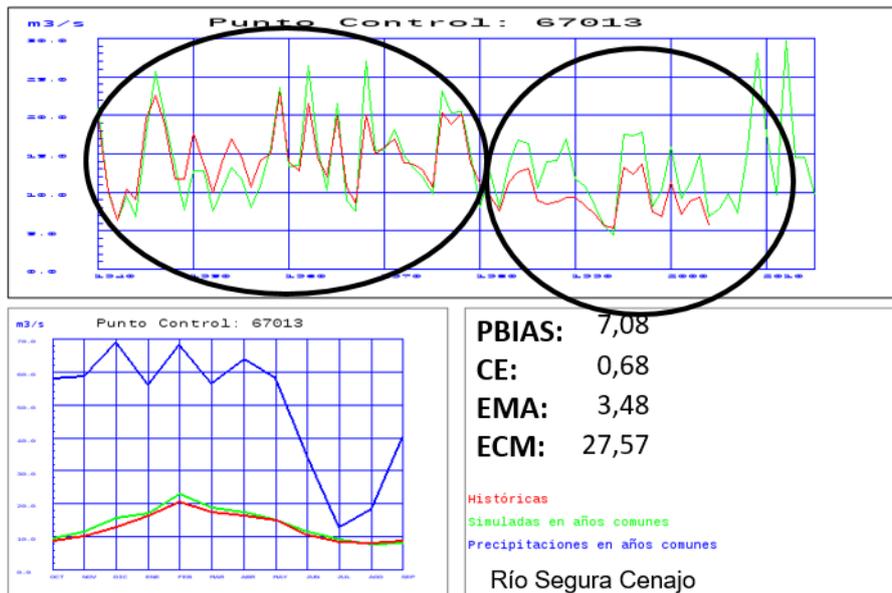


Figura 113. Contraste de las entradas al embalse del Cenajo en el río Segura

El embalse de Alfonso XIII en el río Quípar tiene una cuenca vertiente de 834 km² y datos restituidos hasta 2004. El ajuste de los caudales medios es muy bueno pero es muy malo el de su distribución mensual (Figura 114).

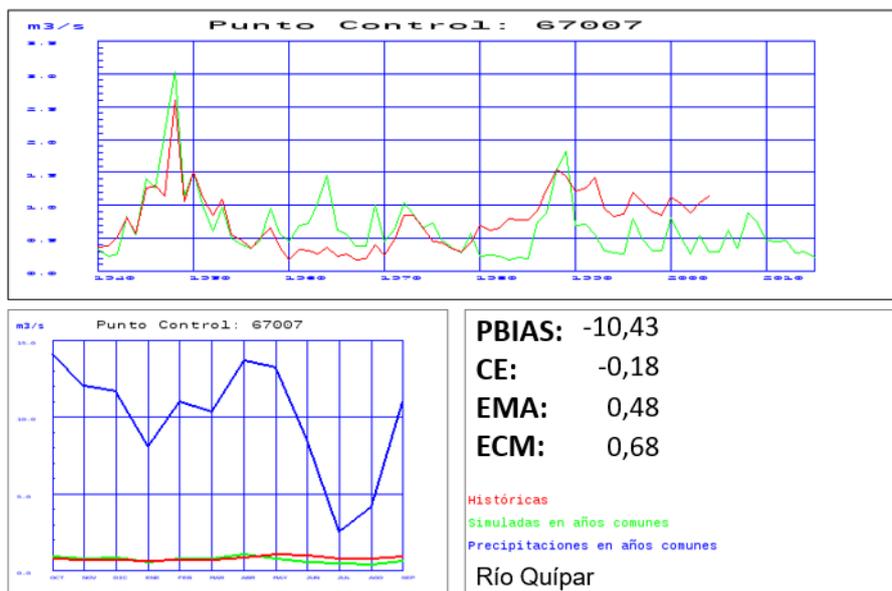


Figura 114. Contraste de las entradas al embalse de Alfonso XIII en el río Quípar

El río Segura en Archena tiene una cuenca vertiente de 8.578 km² y datos restituidos hasta 2004. El ajuste de los caudales medios es muy bueno y satisfactorio su distribución mensual (Figura 115). Se observan dos periodos diferentes en los datos históricos restituidos (marcados en círculos negros), con una notable bajada de caudales sobre 1980.

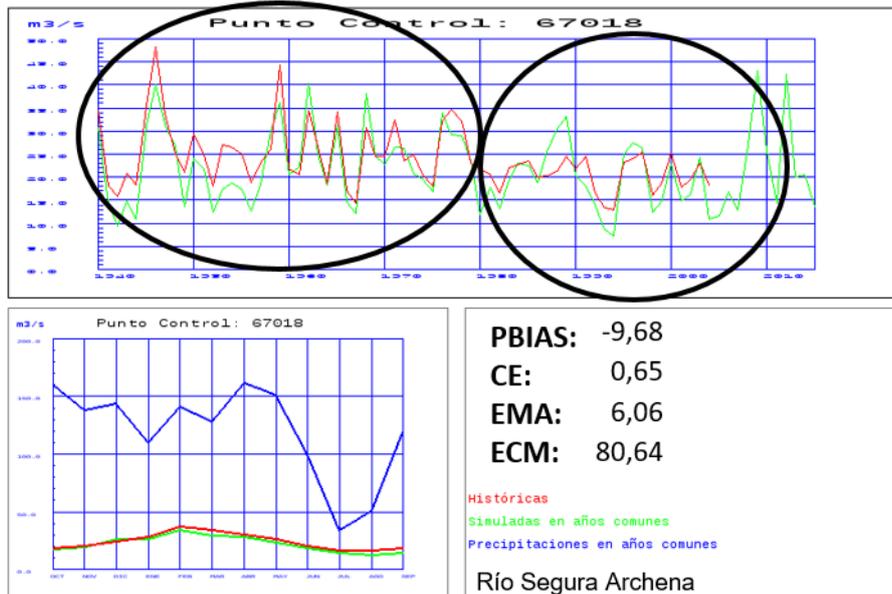


Figura 115. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Segura en Archena

El embalse de Lorca en el río Guadalentín tiene una cuenca vertiente de 1.435 km² y datos restituidos hasta 2004. Presenta una serie histórica con bajas aportaciones y muy alteradas por la acción humana (este punto de contraste tras el análisis se ha considerado menos fiable). No se ha conseguido ajustar satisfactoriamente el régimen de caudales (Figura 116).

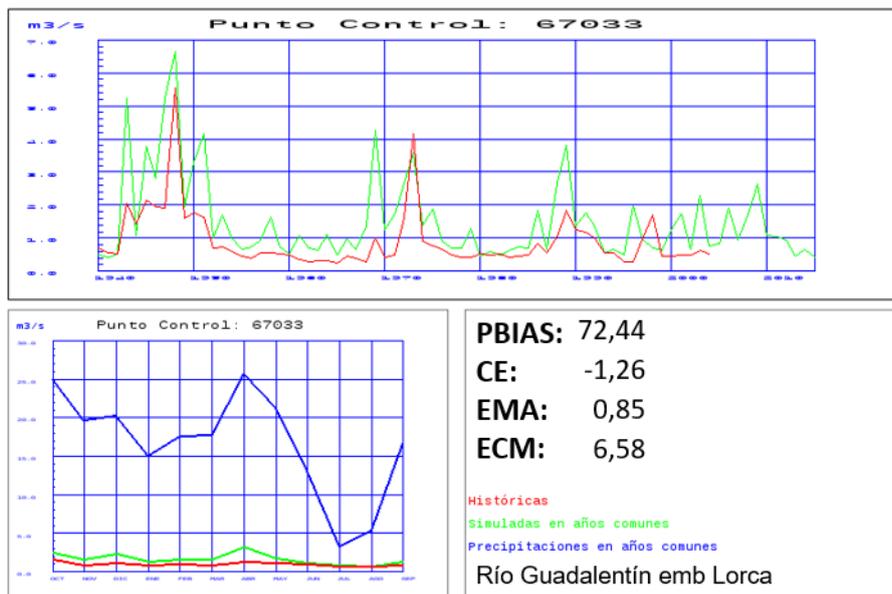


Figura 116. Contraste de las entradas al embalse de Lorca en el río Guadalentín

3.3.2.9 Júcar

En la DH del Júcar se ha efectuado el contraste en 27 puntos del control, siendo todos ellos fiables y representativos (Figura 117).

Las características de los ríos, con caudales muy alterados, escasos y variables en muchos casos y con una notable influencia del flujo subterráneo, dificultan el ajuste de los caudales simulados.

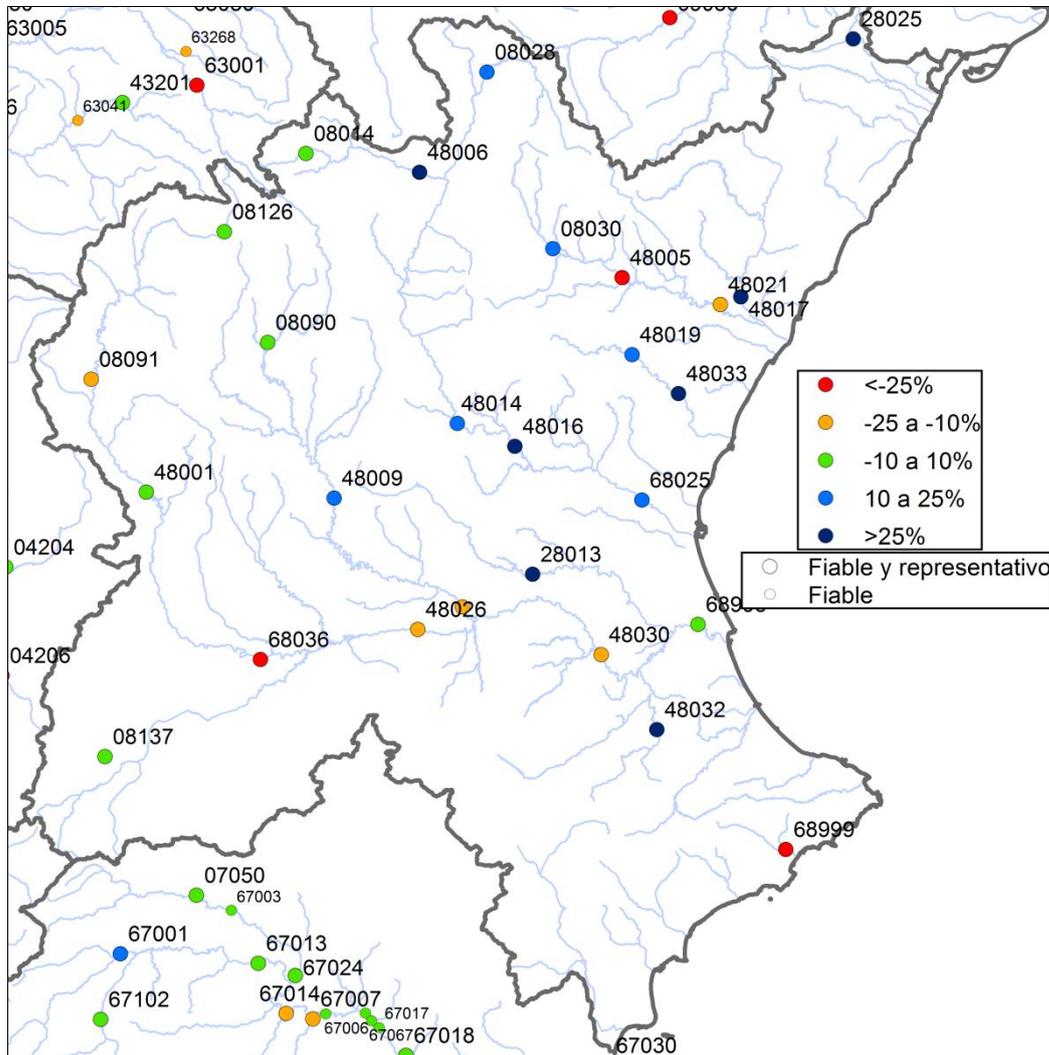


Figura 117. Contraste en la DH del Júcar según el PBIAS

La simulación da un ajuste satisfactorio en el río Turia en cabera. La estación de aforos del río Turia en Tramacastilla tiene una cuenca vertiente de 101 km² y datos muy interrumpidos a lo largo de todo el periodo. El ajuste de los caudales medios es muy bueno pero es malo el de su distribución mensual (Figura 118).

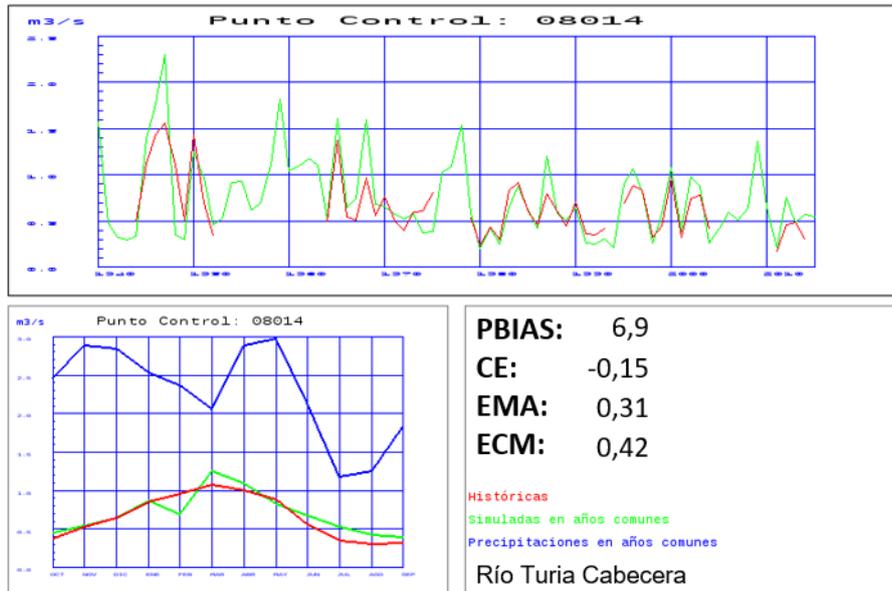


Figura 118. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Turia o Guadalaviar en Tramacastilla

La estación de aforos en el río Alfambra en Villalba Alta tiene una cuenca vertiente de 486 km² y datos también interrumpidos. El ajuste de los caudales medios es bueno pero no es satisfactorio el de su distribución mensual (Figura 119).

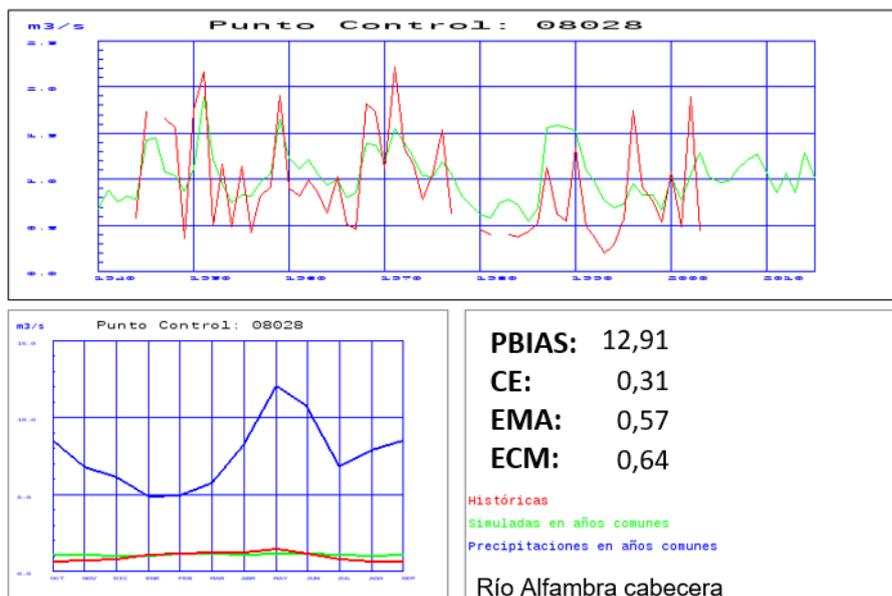


Figura 119. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Alfambra en Villalba Alta

Agua abajo, el punto de control en el río Turia en Benageber tiene una cuenca vertiente de 4.207 km² y datos restituidos hasta 1994. El ajuste de los caudales medios es bueno pero no es satisfactorio el de su distribución mensual (Figura 120).

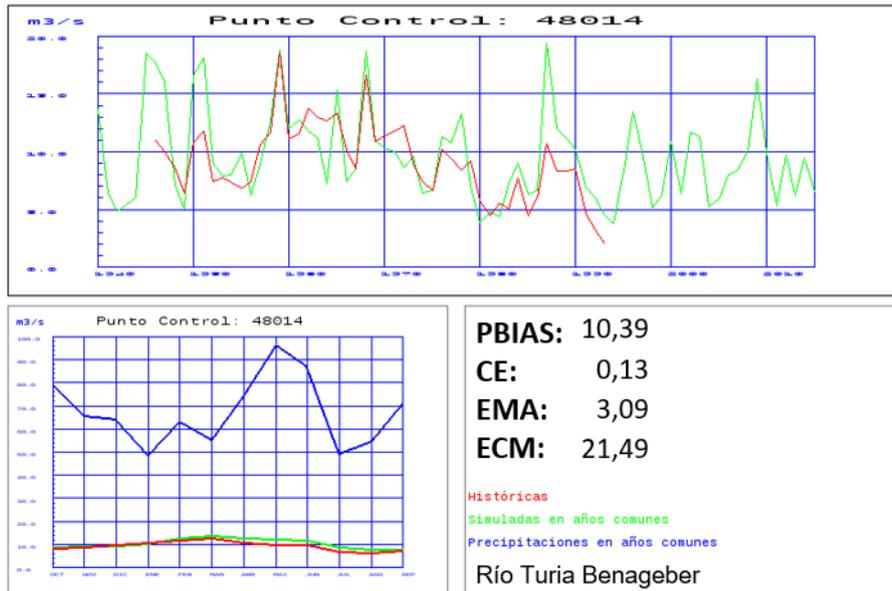


Figura 120. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Turia en Benageber

El río Turia en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 6.143 km² y datos restituidos sólo a partir de 1994. El ajuste de los caudales medios es bueno, con un exceso simulado del 17%, pero no es satisfactorio el de su distribución mensual (Figura 121).

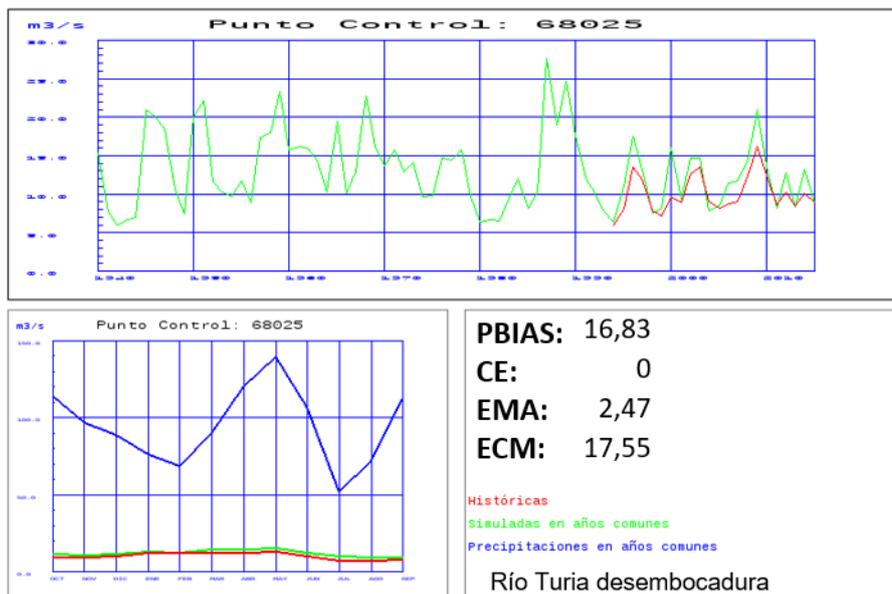


Figura 121. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Turia en desembocadura

Con relación a la cuenca del río Júcar, el embalse de Alarcón en el río Júcar tiene una cuenca vertiente de 2.955 km² y datos restituidos durante todo el periodo. Hay un buen ajuste de los caudales medios anuales y de su distribución mensual (Figura 122).

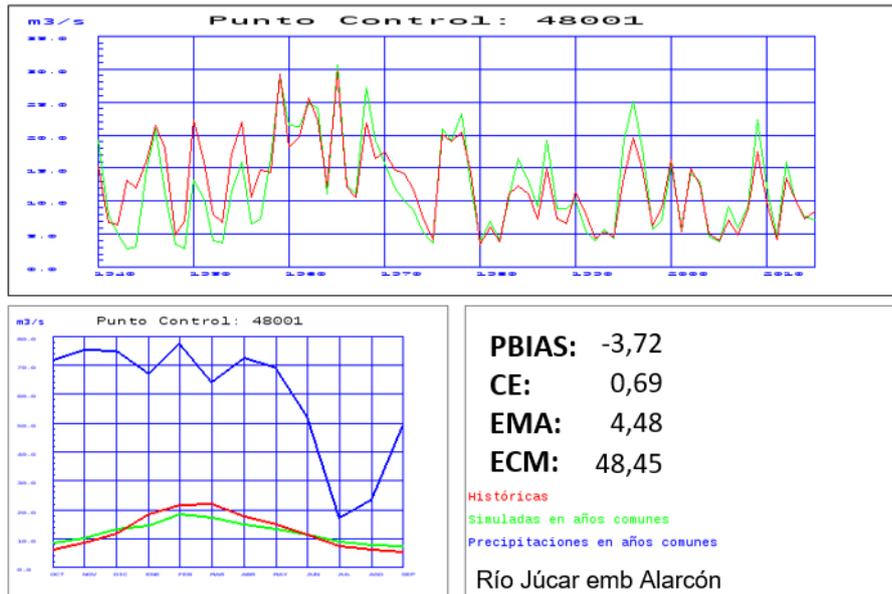


Figura 122. Contraste de las entradas al embalse de Alarcón en el río Júcar

El embalse de Contreras en el río Cabriel tiene una cuenca vertiente de 3.269 km² y datos restituidos durante todo el periodo. Hay un ajuste satisfactorio de los caudales medios anuales y de su distribución mensual, con aportaciones medias simuladas que superan un 15% a las históricas (Figura 123).

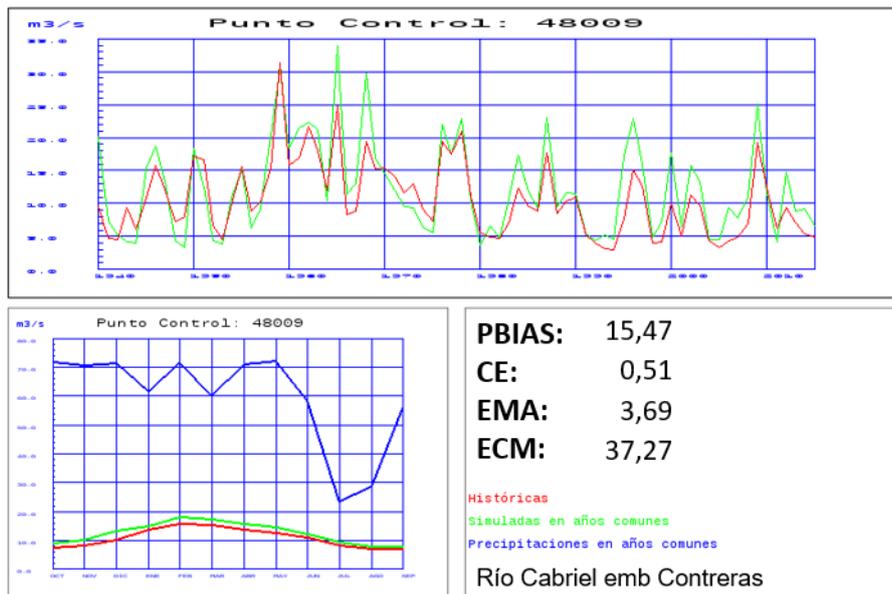


Figura 123. Contraste de las entradas al embalse de Contreras en el río Cabriel

El embalse de Tous en el río Júcar tiene una cuenca vertiente de 17.010 km² y datos restituidos en todo el periodo. El ajuste de los caudales medios es bueno (se simula un 15% de menos) pero es satisfactorio el de su distribución mensual (Figura 124). Se observan dos periodos diferentes en los datos históricos restituidos (marcados en círculos negros), con una notable bajada de caudales sobre 1980.

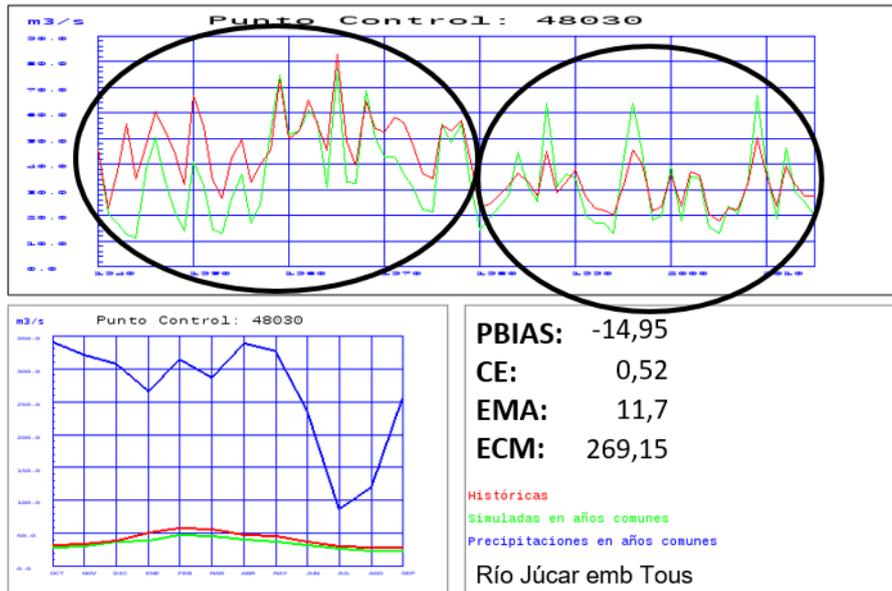


Figura 124. Contraste de las entradas al embalse de Tous en el río Júcar

La cuenca del río Júcar al completo tiene una cuenca vertiente de 20.843 km² y datos restituidos sólo a partir de 1987. El ajuste de los caudales medios es muy bueno pero es insatisfactorio el de su distribución mensual (Figura 125).

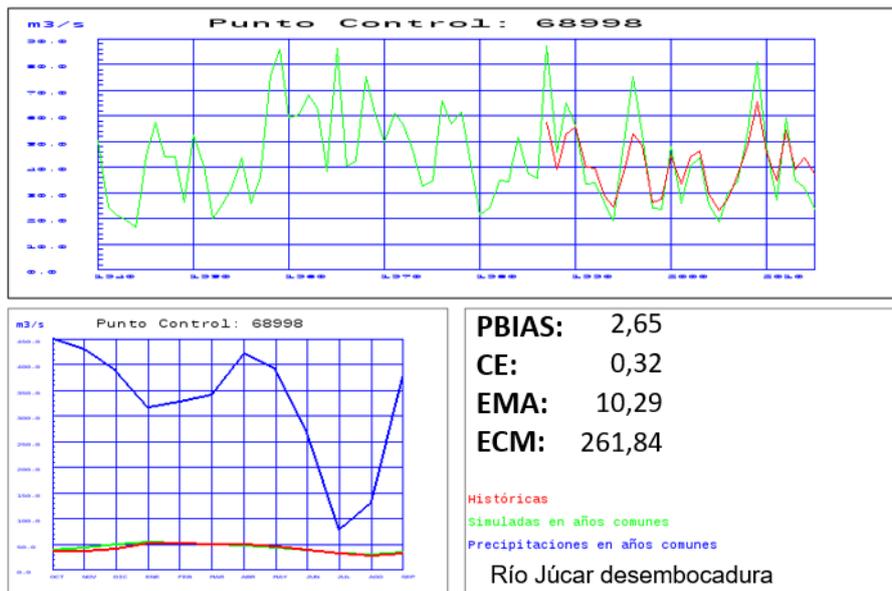


Figura 125. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Júcar en desembocadura

El embalse de Arenós en el río Mijares tiene una cuenca vertiente de 1.429 km² y datos restituidos a partir de 1978. No se ha conseguido un ajuste satisfactorio, simulándose bastante menos caudal (Figura 126).

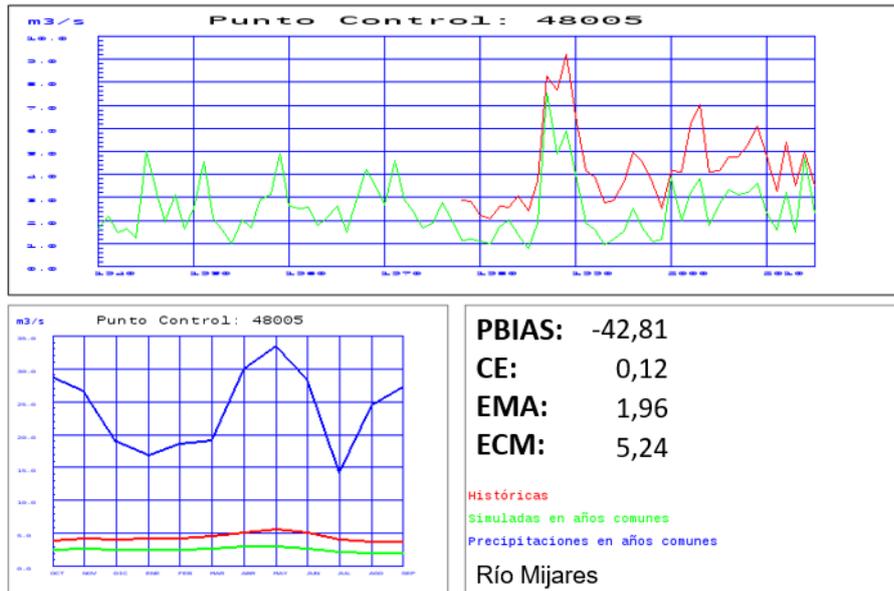


Figura 126. Contraste de las entradas al embalse de Arenós en el río Mijares

El embalse del Regajo en el río Palancia tiene una cuenca vertiente de 472 km² y datos restituidos desde 1958. El ajuste de los caudales medios es bueno, con un exceso simulado del 18%, y es satisfactorio el de su distribución mensual (Figura 127).

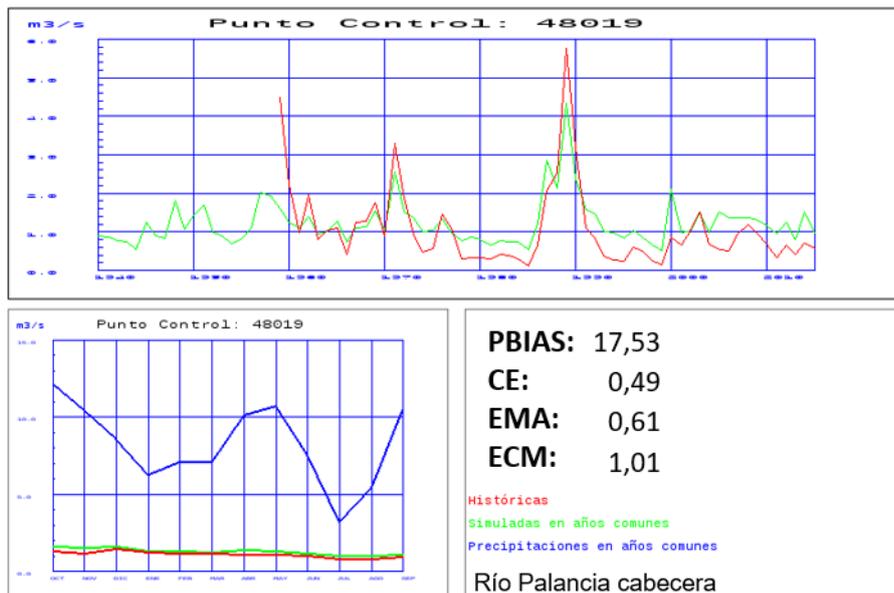


Figura 127. Contraste de las entradas al embalse del Regajo en el río Palancia

Se han encontrado muchas dificultades para ajustar los caudales simulados a los de las series históricas en los ríos del sur de la DH. Son puntos de control con pequeñas cuencas vertientes, fuertes pendientes, con características torrenciales y muy alterados. Es el caso del embalse de Bellús en el río Albaida (Figura 128), o del río Algar (Figura 129).



CEDEX

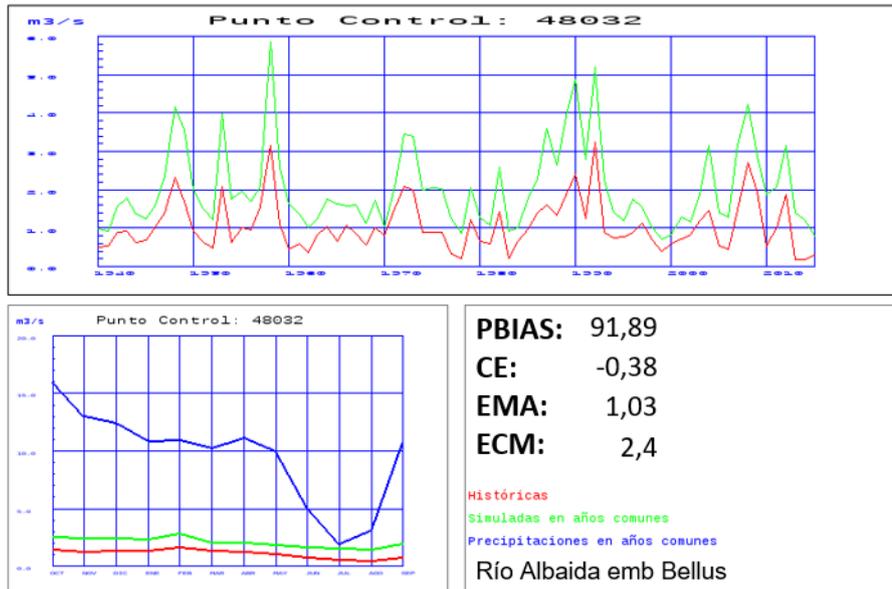


Figura 128. Contraste de las entradas al embalse de Bellus en el río Albalá

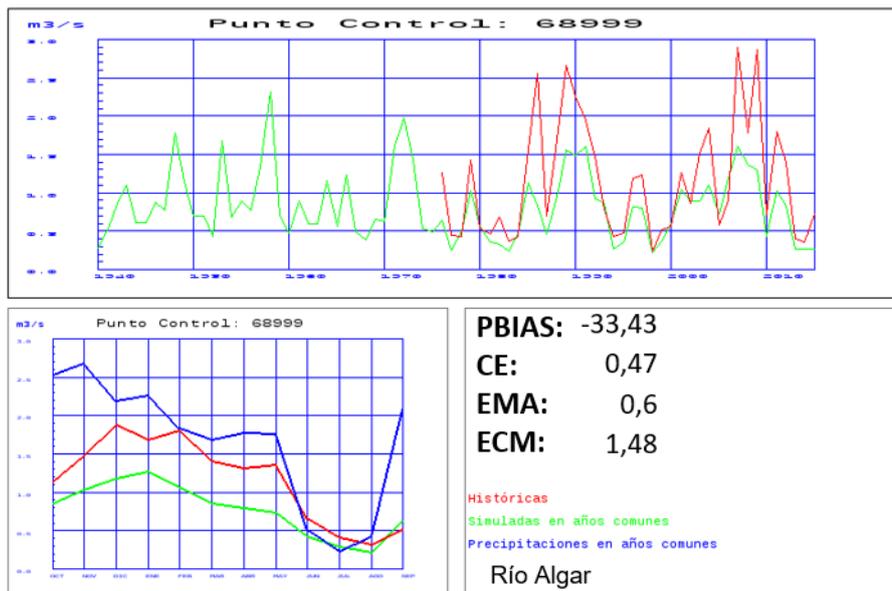


Figura 129. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Algar

3.3.2.10 Ebro

En la DH del Ebro se ha efectuado el contraste en 65 puntos del control, 47 de los cuales son las más fiables y representativas.

En general, hay un buen ajuste de los caudales observados (Figura 130). En las siguientes figuras se muestran diferentes puntos de control significativos. Las mayores dificultades para lograr simular las aportaciones se han tenido en la margen derecha de la demarcación, desde el río Queiles hasta el Guadalope. Las series de los principales ríos en desembocadura tienen datos restituidos desde 1940 hasta 1985. Sería conveniente restituir las aportaciones hasta el año actual para completar ese periodo sin datos.

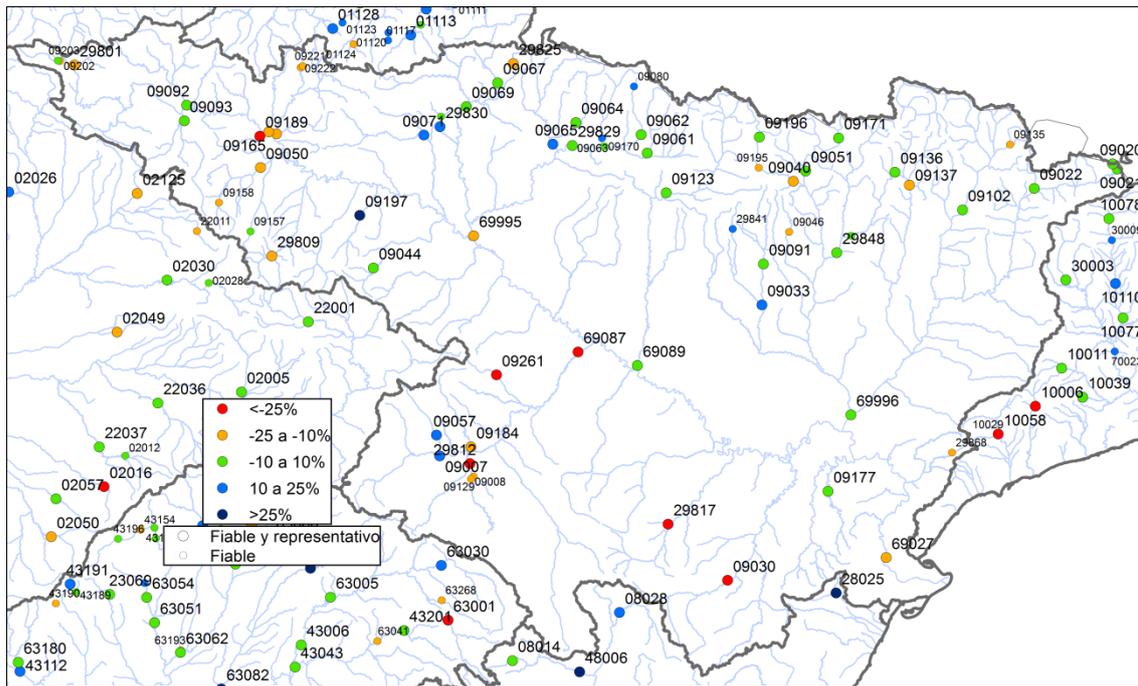


Figura 130. Contraste en la DH del Ebro según el PBIAS

El punto de control del río Ebro en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 84.314 km² y datos restituidos hasta 1985. El ajuste de los caudales medios es bueno (se simula un 10% de menos) y es bueno el de su distribución mensual (Figura 131). El periodo sin datos históricos está señalado con un círculo negro.

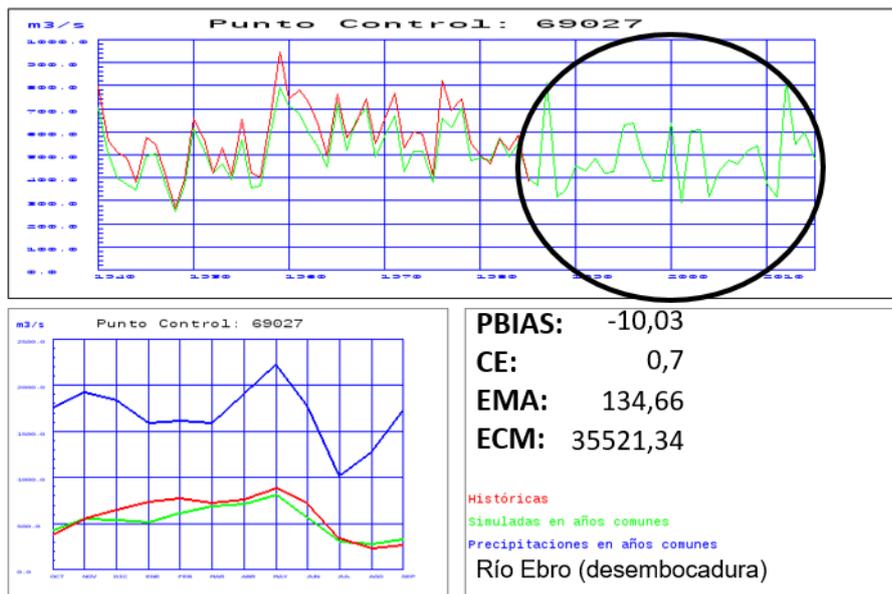


Figura 131. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Ebro en desembocadura

Con relación a las series de las grandes cuencas pirenaicas, el punto de control del río Aragón en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 8.518 km² y datos restituidos hasta 1985. El ajuste de los caudales medios es bueno (se simula un 10% de menos) y es bueno el de su

distribución mensual (Figura 132). El periodo sin datos históricos está señalado con un círculo negro.

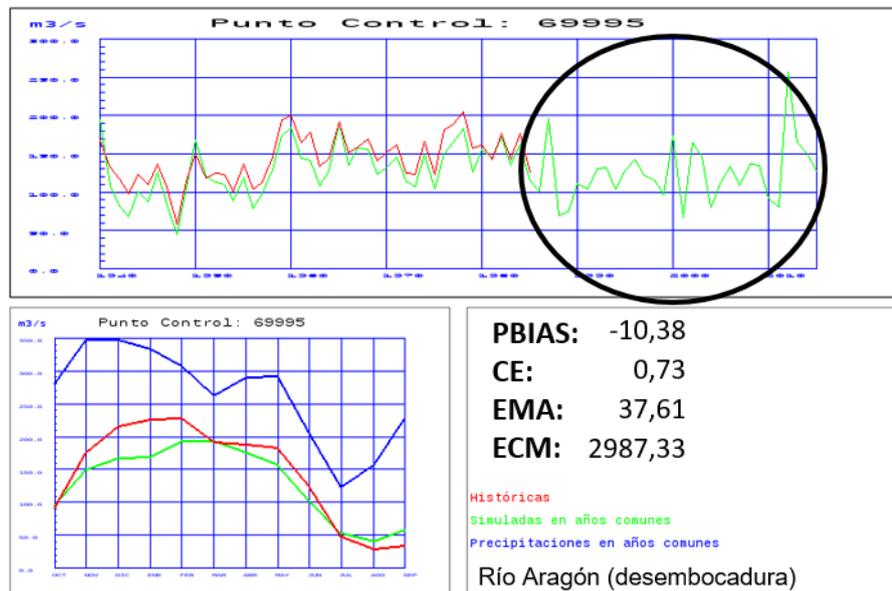


Figura 132. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Aragón en desembocadura

El punto de control del río Gállego en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 3.982 km² y datos restituidos hasta 1985. El ajuste de los caudales medios es muy bueno (se simula un 8% de menos) y es bueno el de su distribución mensual (Figura 133). El periodo sin datos históricos está señalado con un círculo negro.

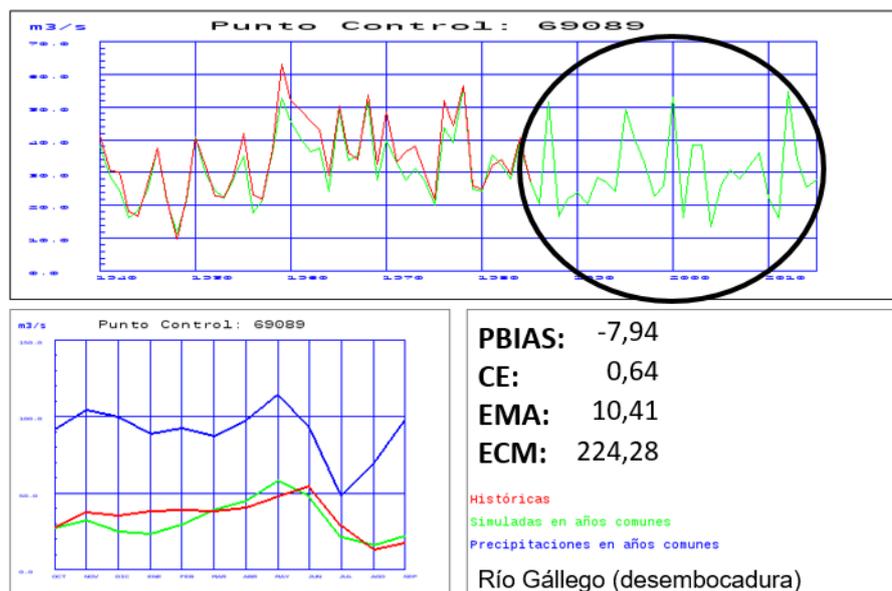


Figura 133. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Gállego en desembocadura

El punto de control del río Segre en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 22.741 km² y datos restituidos hasta 1985. El ajuste de los caudales medios es muy bueno (se simula un 4% de menos) y es bueno el de su distribución mensual (Figura 134). El periodo sin datos históricos está señalado con un círculo negro.

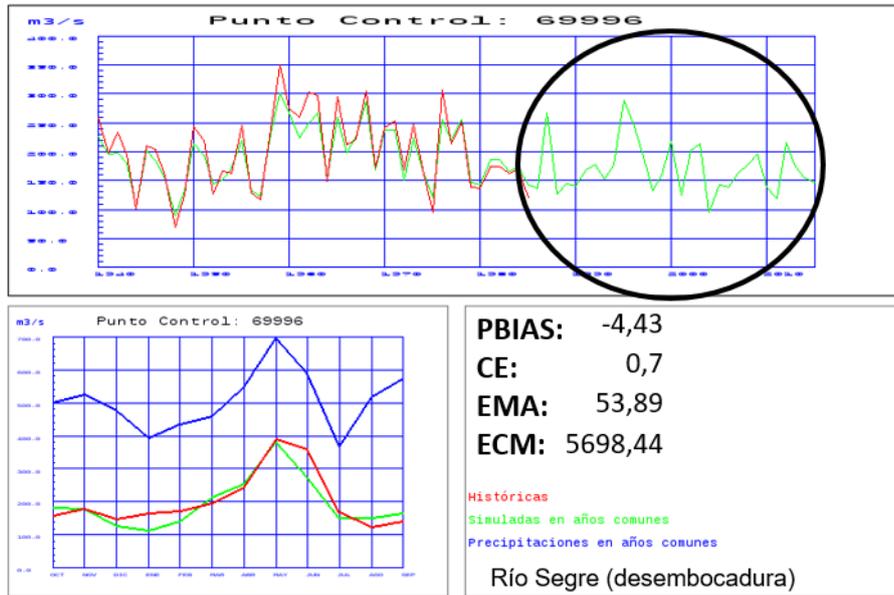


Figura 134. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Segre en desembocadura

Hay un buen ajuste en otros puntos de ríos de la margen izquierda con menor caudal. Así, el río Nela en Trespaderne tiene una cuenca vertiente de 1.073 km² y datos en dos periodos, en la mitad y hacia el final del periodo de simulación. El ajuste de los caudales medios es muy bueno y es bueno el de su distribución mensual (Figura 135).

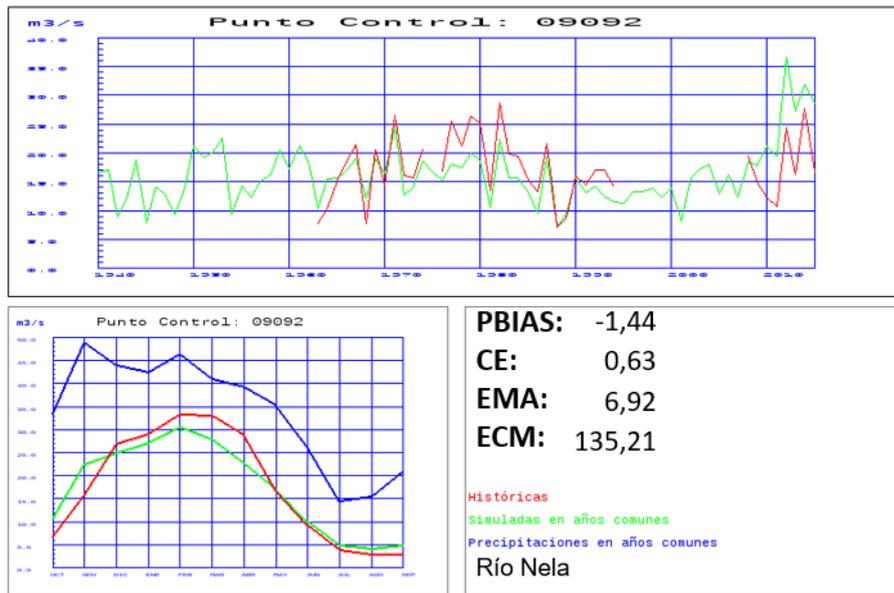


Figura 135. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Nela en Trespaderne

El río Gállego en Anzánigo tiene una cuenca vertiente de 1.401 km² y datos en gran parte del periodo de simulación. El ajuste de los caudales medios es muy bueno y prácticamente satisfactorio el de su distribución mensual (Figura 136).

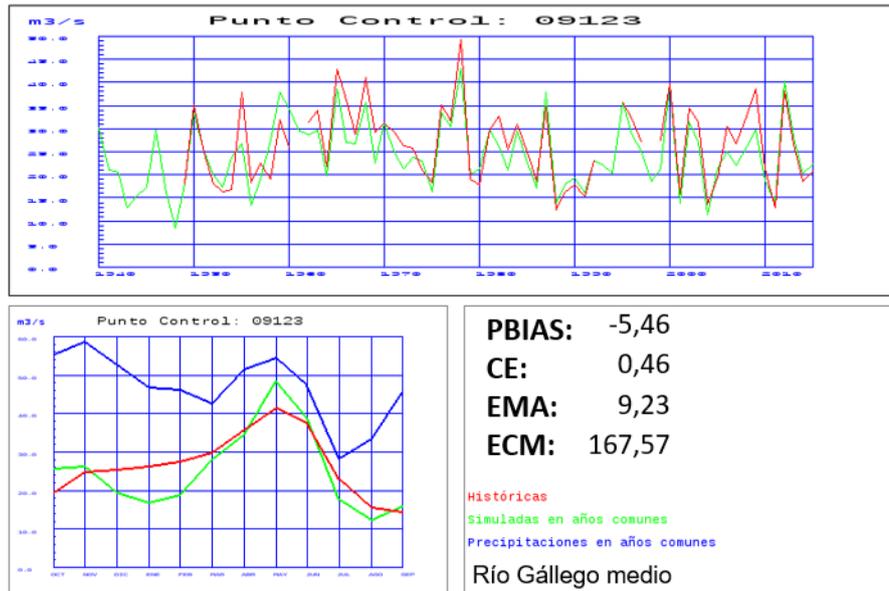


Figura 136. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Gállego en Anzánigo

El río Ega en Estella tiene una cuenca vertiente de 799 km² y datos desde 1975. El ajuste de los caudales medios es satisfactorio (se simula un 22% de más) y bueno el de su distribución mensual (Figura 137).

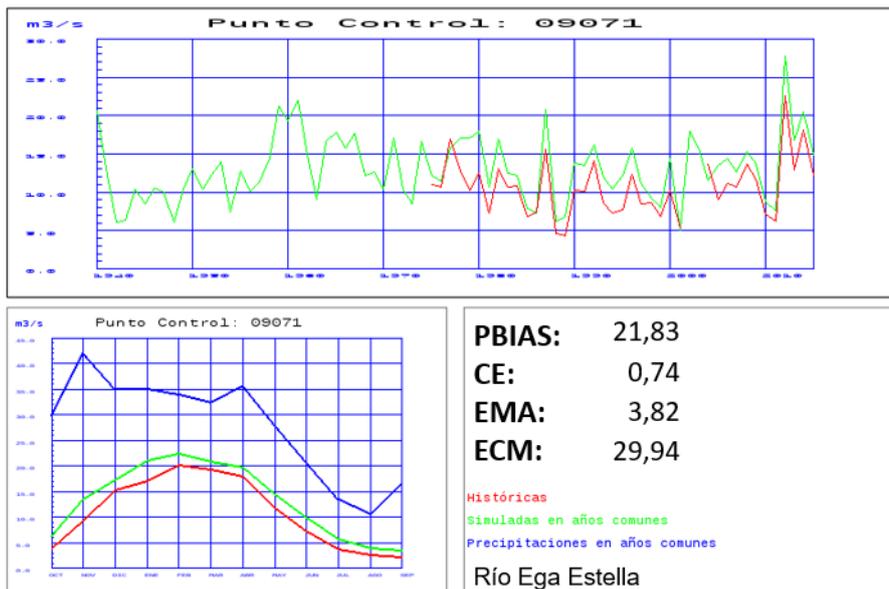


Figura 137. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Ega en Estella

El río Noguera Pallaresa en Collegats tiene una cuenca vertiente de 1.483 km² y datos hasta los años 80. El ajuste de los caudales medios es muy bueno y satisfactorio el de su distribución mensual (Figura 138). Se ve la influencia de la fusión de la nieve en los caudales de primavera, tanto históricos como observados, por las notables puntas que sobrepasan los valores de precipitación.

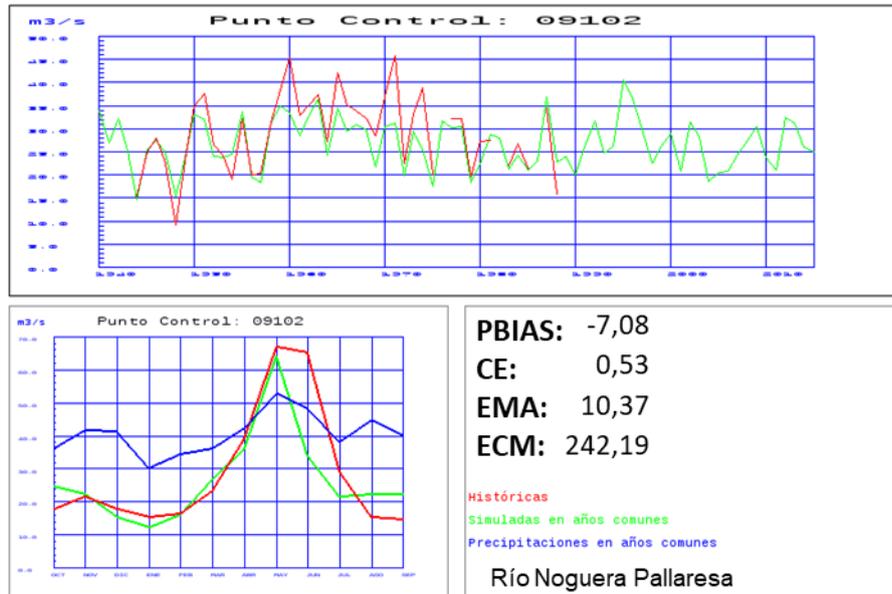


Figura 138. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Noguera Pallaresa en Collegats

En la margen derecha, el río Cidacos en Yanguas tiene una cuenca vertiente de 227 km² y datos en gran parte del periodo de simulación, con algunas lagunas. El ajuste de los caudales medios es muy bueno (se simula un 6% de menos) y satisfactorio el de su distribución mensual (Figura 139).

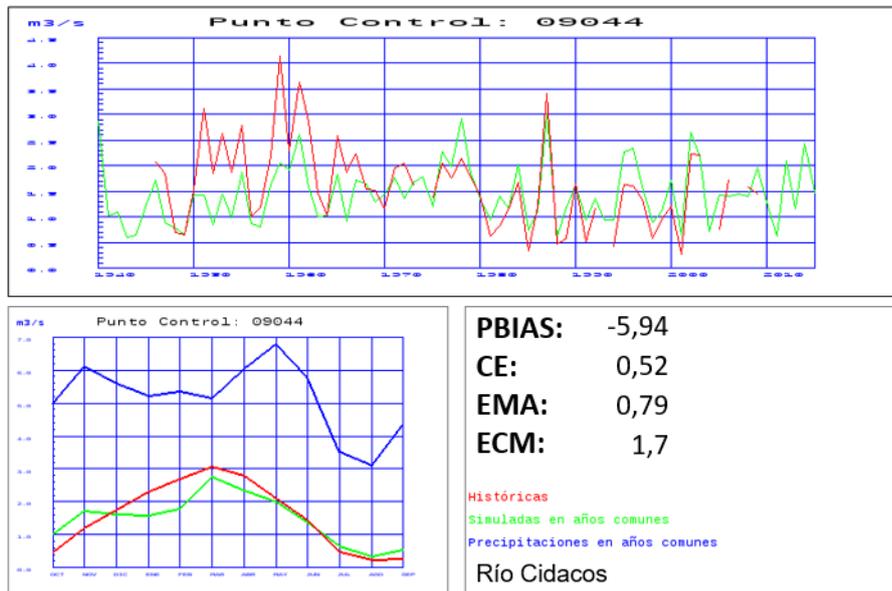


Figura 139. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Cidacos en Yanguas

En la cuenca del río Matarraña hay 3 puntos de control. El que tiene mayor representatividad es el del río Algas en Batea, con una cuenca vertiente de 327 km² y datos en dos periodos, en la mitad y hacia el final del periodo de simulación. El ajuste de los caudales medios es muy bueno (se simula un 5% de más) y prácticamente satisfactorio el de su distribución mensual (Figura 140).

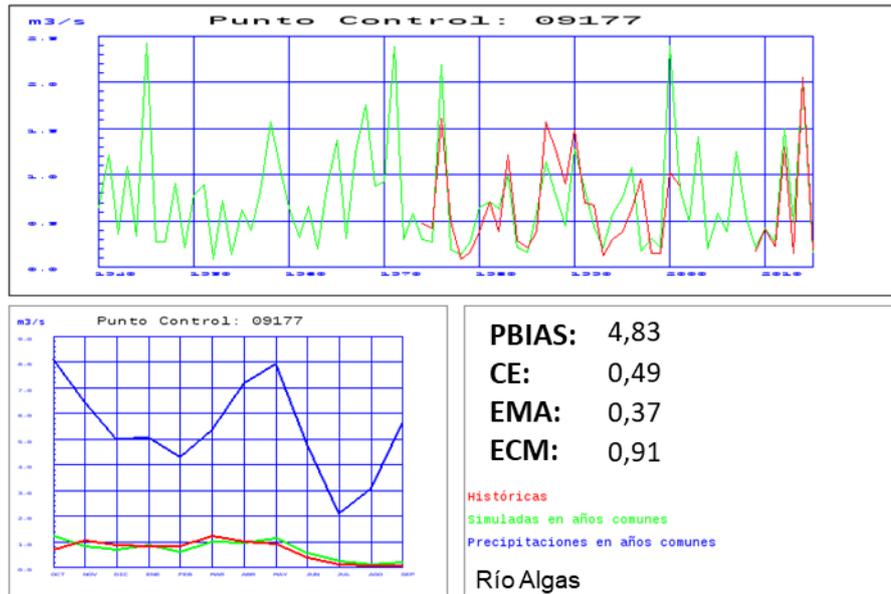


Figura 140. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Algas en Batea

El embalse de la Cueva Foradada en el río Martín tiene una cuenca vertiente de 327 km² y la mitad de datos inconexos del periodo completo de simulación. No se ha conseguido un buen ajuste, ya que se ha simulado un 29% de menos y el índice CE es bajo (Figura 141).

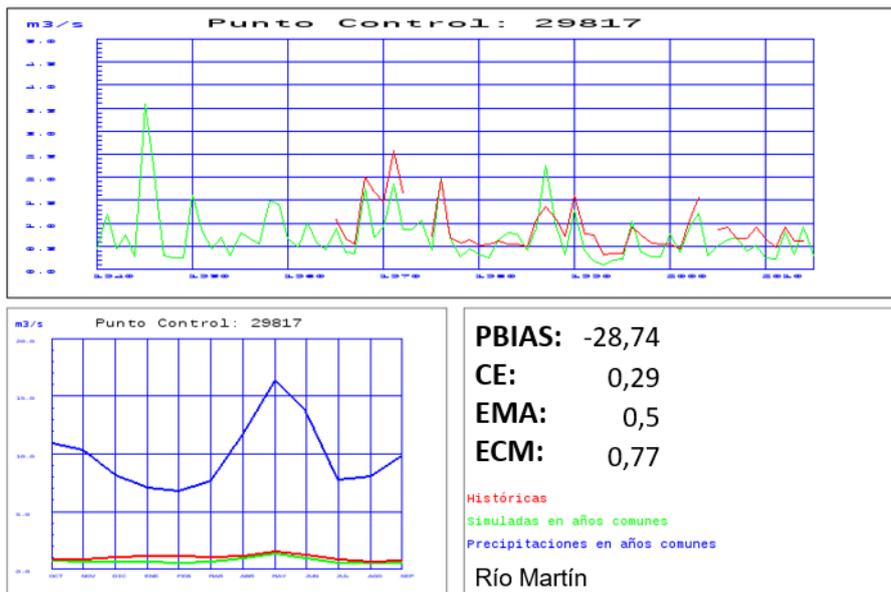


Figura 141. Contraste de las entradas al embalse de la Cueva Foradada en el río Martín

El río Guadalupe en Santolea tiene una cuenca vertiente de 999 km² y datos inconexos a lo largo del periodo de simulación. No se ha conseguido un buen ajuste, ya que se ha simulado un 35% de menos y el índice CE es bajo (Figura 142).

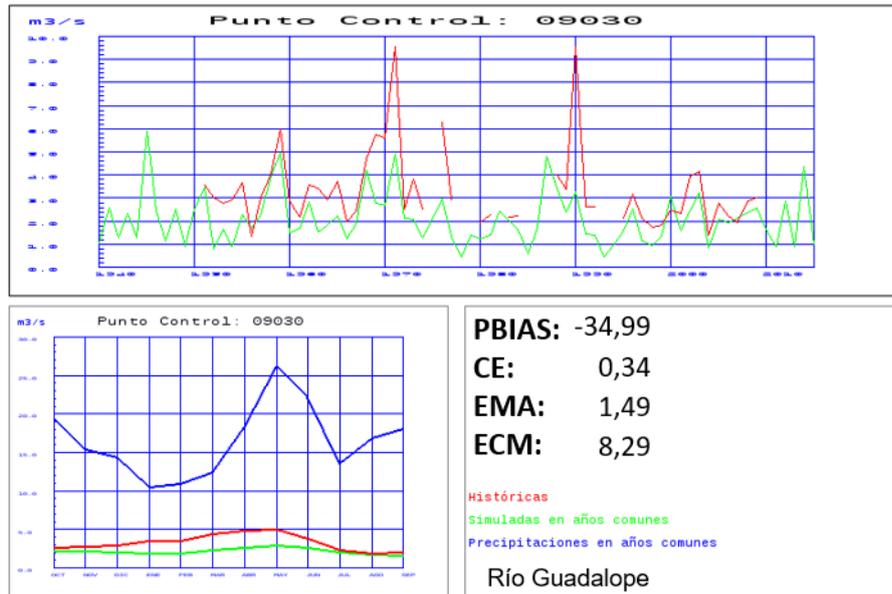


Figura 142. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Guadalope en Santolea

Las dificultades para ajustar los caudales simulados a los de las series históricas se han puesto también de manifiesto en la cuenca del río Jalón, donde las simulaciones dan un exceso de aportación. El río Jalón en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 10.071 km² y datos restituidos hasta 1985. Se ha conseguido un ajuste razonable, ya que se ha simulado un 26% de menos y el índice CE es satisfactorio (Figura 143). El periodo sin datos históricos restituidos está señalado con un círculo negro.

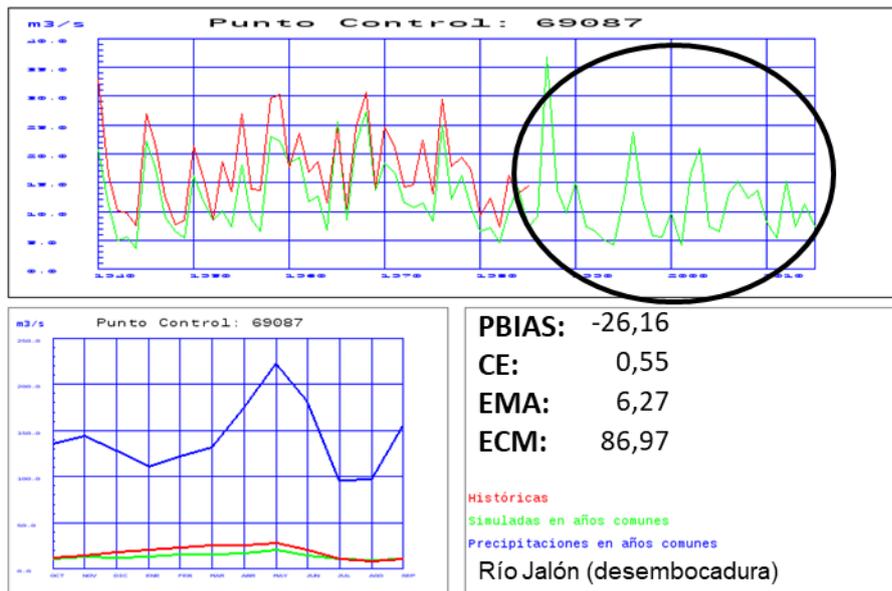


Figura 143. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Jalón en desembocadura

El río Jalón en Jubera (cabecera) tiene una cuenca vertiente de 208 km² y datos en gran parte del periodo de simulación. No se ha conseguido un buen ajuste, ya que se ha simulado un 42% de menos y el índice CE es muy bajo (Figura 144). Por otra parte, tras el análisis de los datos de este punto de control se ha considerado menos fiable, especialmente debido al periodo más antiguo, anterior a 1975.

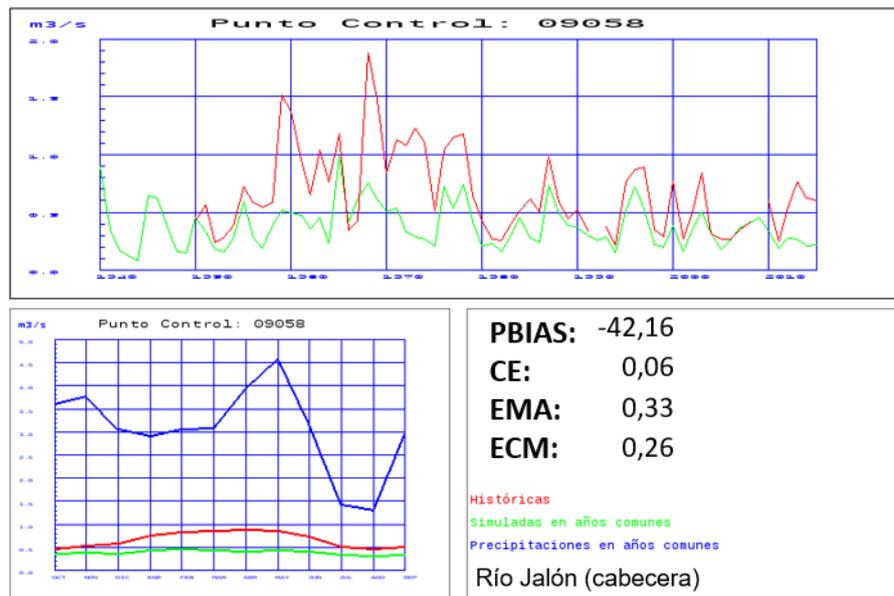


Figura 144. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Jalón en Jubera

El embalse de la Tranquera en el río Piedras tiene una cuenca vertiente de 1.472 km² y datos desde 1990. Al igual que en los casos anteriores no se ha conseguido un ajuste satisfactorio, ya que se ha simulado un 26% de menos y el índice CE es más alto (Figura 145).

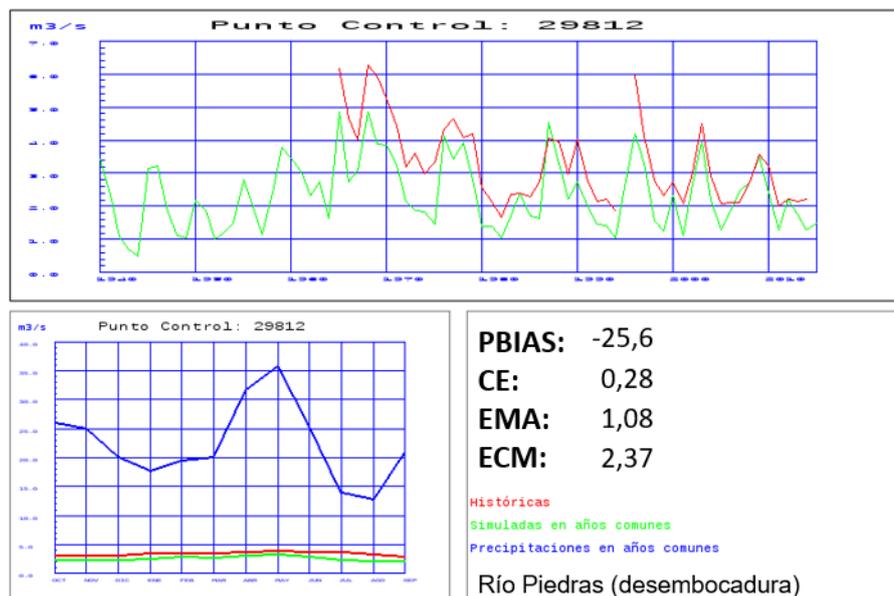


Figura 145. Contraste de las entradas al embalse de la Tranquera en el río Piedras

El río Isuela en Trasobares tiene una cuenca vertiente de 121 km² y datos desde 1990. Al igual que en los casos anteriores no se ha conseguido un ajuste satisfactorio, ya que se ha simulado un 62% de menos y el índice CE es muy bajo (Figura 146). Es de reseñar que los caudales simulados son muy homogéneos a lo largo del año y no reflejan el máximo de marzo de los caudales históricos. Ese máximo no aparece explicado por la precipitación, por lo que las dificultades de la simulación en la margen derecha del Ebro pueden deberse a las incertidumbres en el cálculo de los valores de las variables atmosféricas.

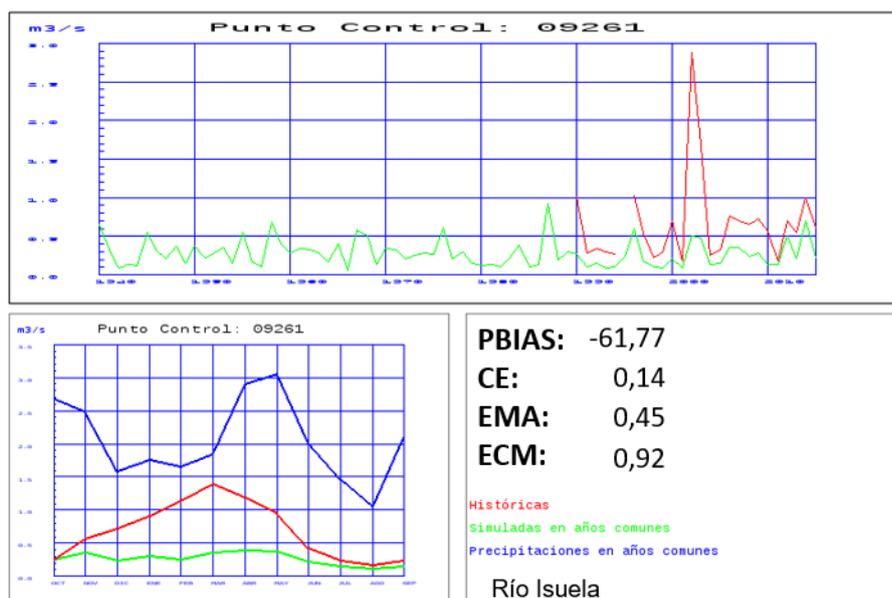


Figura 146. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Isuela en Trasobares

3.3.3 Demarcaciones Hidrográficas Intracomunitarias

3.3.3.1 Galicia Costa

En la DH de Galicia Costa se ha efectuado el contraste en 14 puntos del control, 13 de los cuales son las más fiables y representativas.

En general, hay un buen ajuste de los caudales observados (Figura 147). Se infravaloran los caudales históricos en los ríos del norte de Lugo.

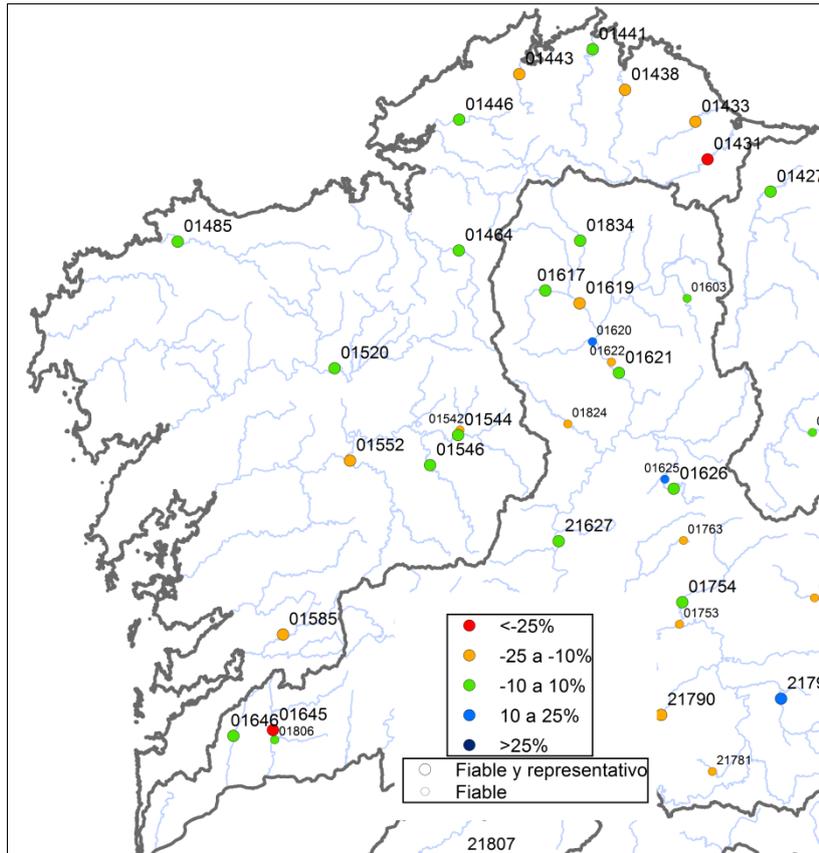


Figura 147. Contraste en la DH de Galicia Costa según el PBIAS

El río Grande de Jubia en San Sadurniño tiene una cuenca vertiente de 110 km² y datos con lagunas desde 1970. El ajuste es bueno tanto en caudales medios como en la distribución mensual (Figura 148).

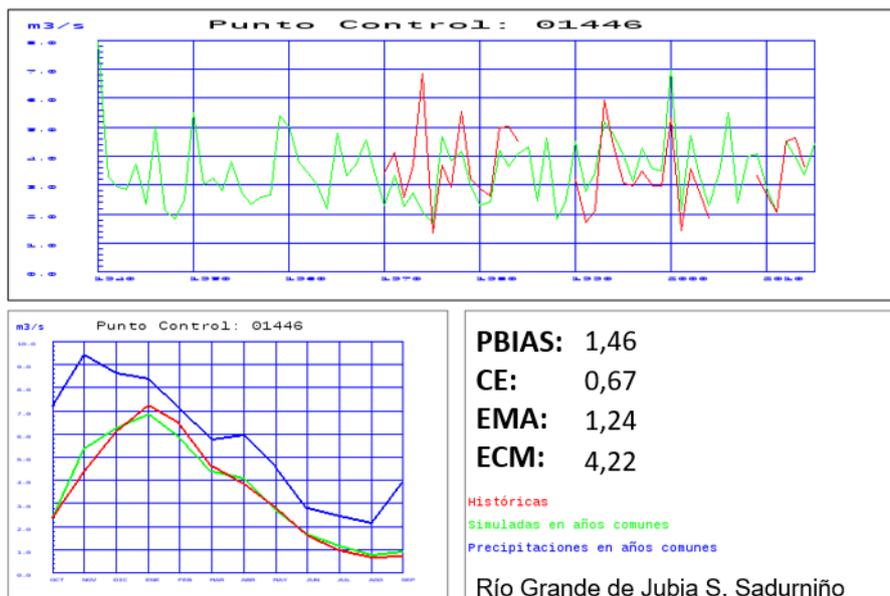


Figura 148. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Grande de Jubia en San Sadurniño

El río Oro en Acisclo tiene una cuenca vertiente de 171 km² y datos desde 1970. El ajuste es satisfactorio, pero se simula un 20% de menos en caudales medios, sobre todo debido al periodo de 1970 a 1987 con una serie histórica claramente más alta (Figura 149).

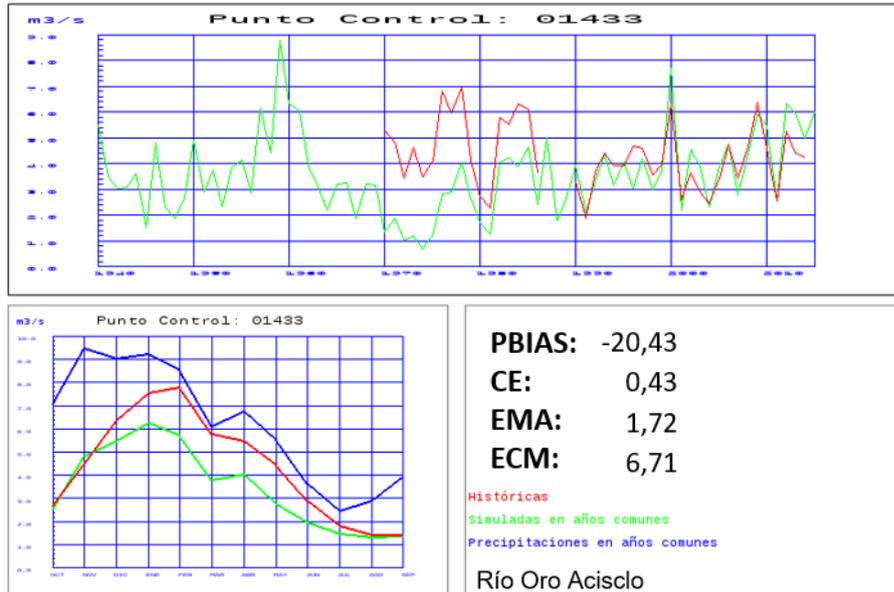


Figura 149. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Oro en Acisclo

El río Allones tiene una cuenca vertiente de 436 km² y datos desde 1970 con una laguna desde 1984 a 1990. El ajuste es muy bueno tanto en caudales medios como en la distribución mensual (Figura 150).

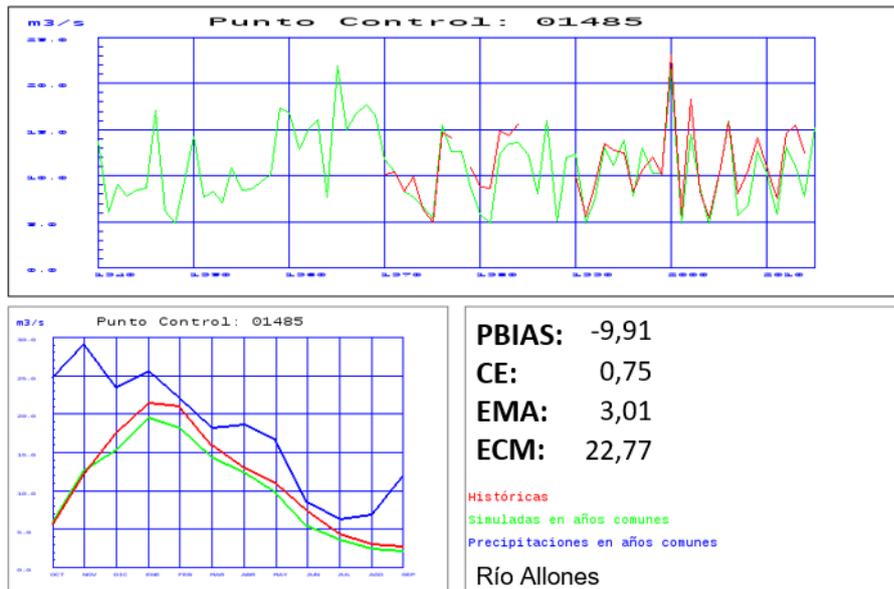


Figura 150. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Allones

El punto de control del río Ulla en cabecera tiene una cuenca vertiente de 519 km² y datos desde 1971, con una laguna desde 1985 a 1990. El ajuste es muy bueno tanto en caudales

medios como en la distribución mensual (Figura 151). Destaca cómo la aportación histórica en febrero iguala la precipitación media en la cuenca vertiente.

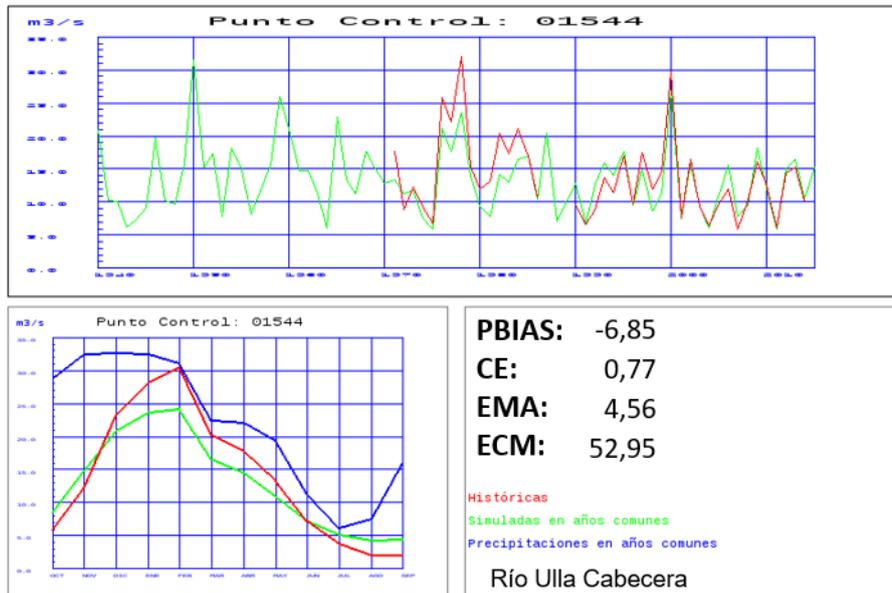


Figura 151. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Ulla en cabecera

3.3.3.2 Tinto, Odiel y Piedras

En la DH del Tinto, Odiel y Piedras se ha efectuado el contraste en 3 puntos del control (Figura 152). El punto de control 24039 cuenta solamente con datos anuales.

Hay dificultades para reproducir los caudales históricos, con series de pocos valores y propensos a ser medidos en unas condiciones de fuerte alteración antrópica.

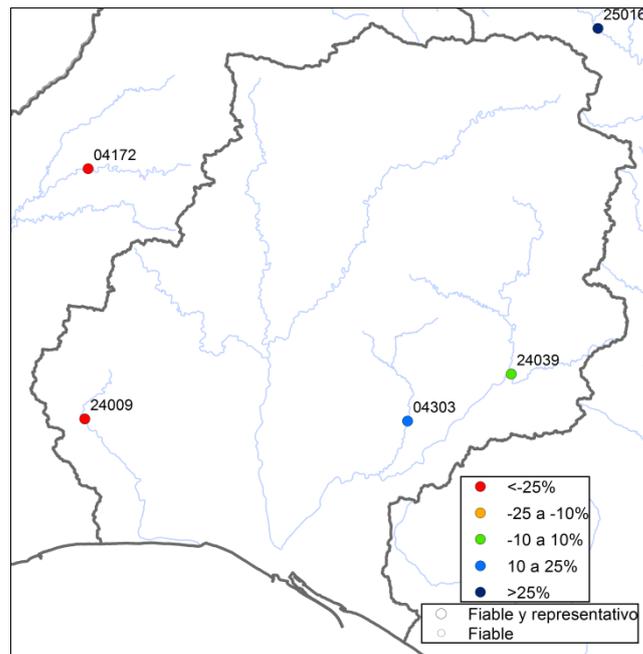


Figura 152. Contraste en la DH del Tinto, Odiel y Piedras según el PBIAS

El embalse de Piedras en el río Piedras en cabecera tiene una cuenca vertiente de 207 km² y datos desde 1990. Se simula un 33% menos de la aportación histórica media y el índice CE está cerca de un ajuste satisfactorio (Figura 153).

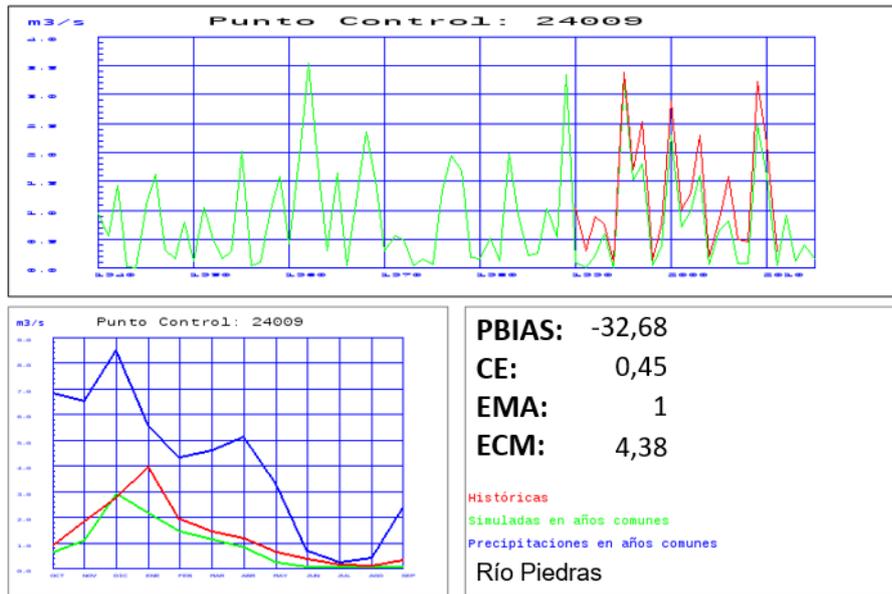


Figura 153. Contraste de las entradas al embalse de Piedras del río Piedras

El punto de control del río Candón, en la cuenca del río Tinto, tiene una cuenca vertiente de 128 km² y pocos datos e inconexos. Se simula un 19% más de la aportación histórica media y el índice CE indica un buen ajuste de los caudales mensuales (Figura 154).

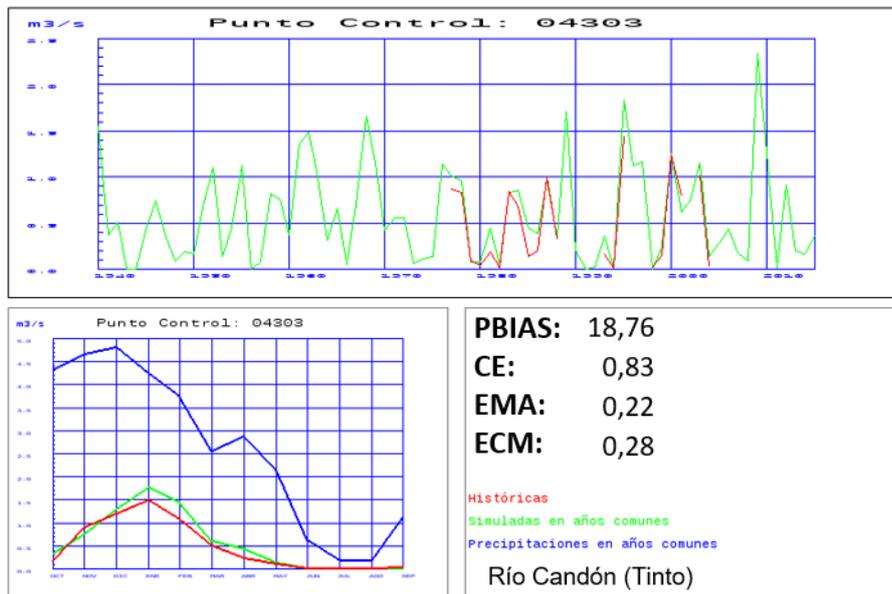


Figura 154. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Candón

3.3.3.3 Guadalete y Barbate

En la DH de Guadalete y Barbate se ha efectuado el contraste en 7 puntos del control, 6 de los cuales son las más fiables y representativas. En general, hay un buen ajuste de los caudales observados (Figura 155).

Es una zona donde ha habido problemas de calibración en anteriores simulaciones como la ER08. Esos problemas pueden estar relacionados por un exceso en los valores de precipitación. En esta simulación se ha recogido información de precipitación de diferentes fuentes y se ha incorporado la incertidumbre de la precipitación mediante la modificación del parámetro de capacidad máxima de almacenamiento en el suelo.

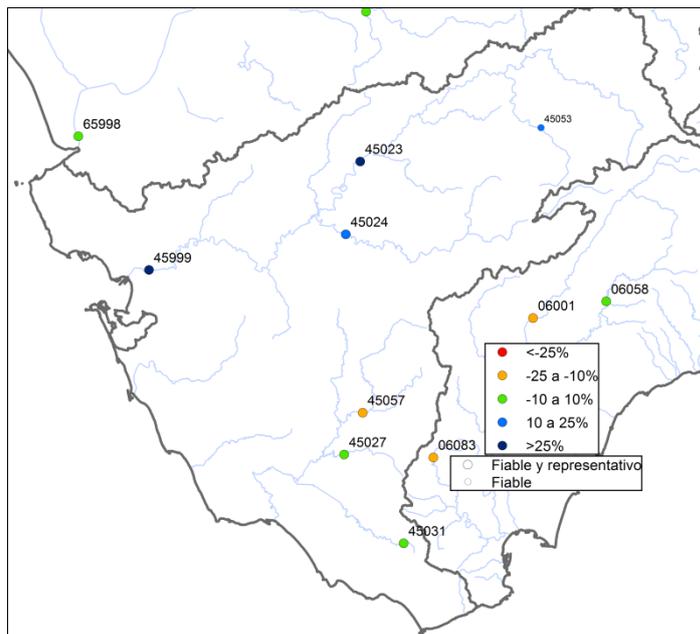


Figura 155. Contraste en la DH del Guadalete y Barbate según el PBIAS

El embalse de San José del Valle en el río Bosque tiene una cuenca vertiente de 666 km² y datos restituidos hasta 1990. Se simula un 24% más de la aportación histórica media y el índice CE indica un buen ajuste de los caudales mensuales (Figura 156).

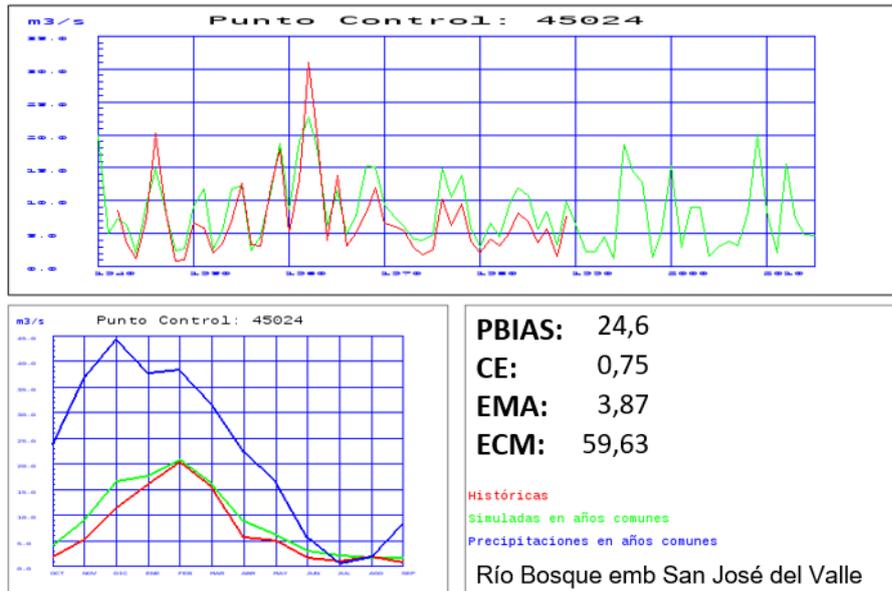


Figura 156. Contraste de las entradas al embalse de San José del Valle en el río Bosque

El embalse de Alcalá de los Gazules en el río Barbate tiene una cuenca vertiente de 348 km² y datos restituidos hasta 1990. Hay un buen ajuste de la aportación histórica media (se simula un 12% menos) y el índice CE indica un ajuste razonable de los caudales mensuales (Figura 157).

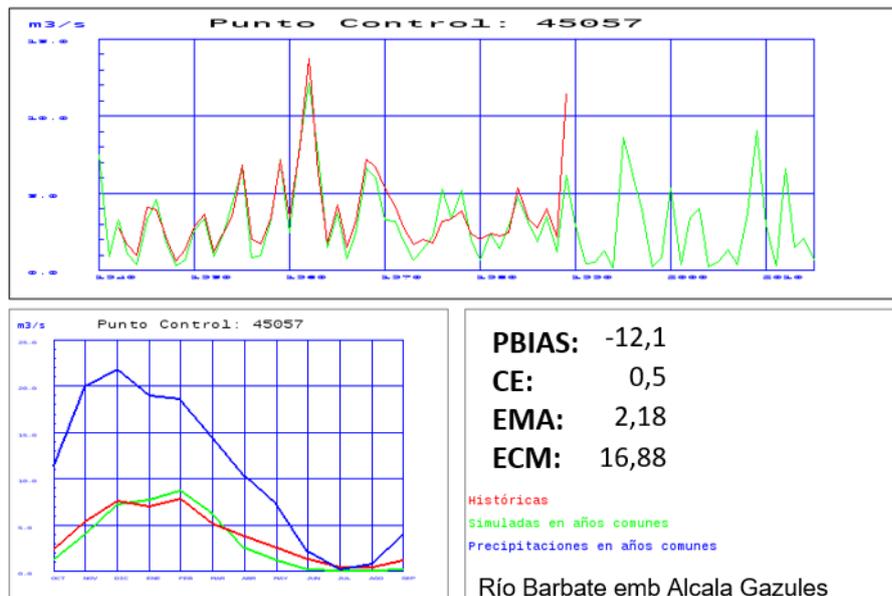


Figura 157. Contraste de las entradas al embalse de Alcalá de los Gazules en el río Barbate

El río Guadalete en desembocadura tiene una cuenca vertiente de 3.223 km² y datos restituidos hasta 1990. Hay un mal ajuste de la aportación histórica media (se simula un 43 más), pero el índice CE indica un buen ajuste de los caudales mensuales (Figura 158).

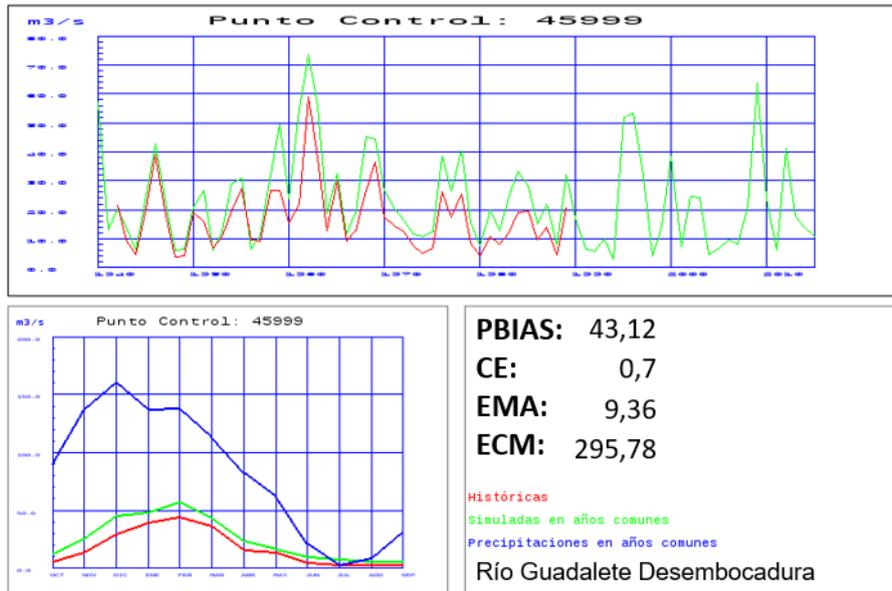


Figura 158. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Guadalete en desembocadura

El embalse de Almodóvar en el río Almodóvar en cabecera tiene una cuenca vertiente de 17 km² y datos restituidos hasta 1990. Hay un buen ajuste de la aportación histórica media (se simula un 6% menos) y el índice CE indica un ajuste razonable de los caudales mensuales (Figura 159).

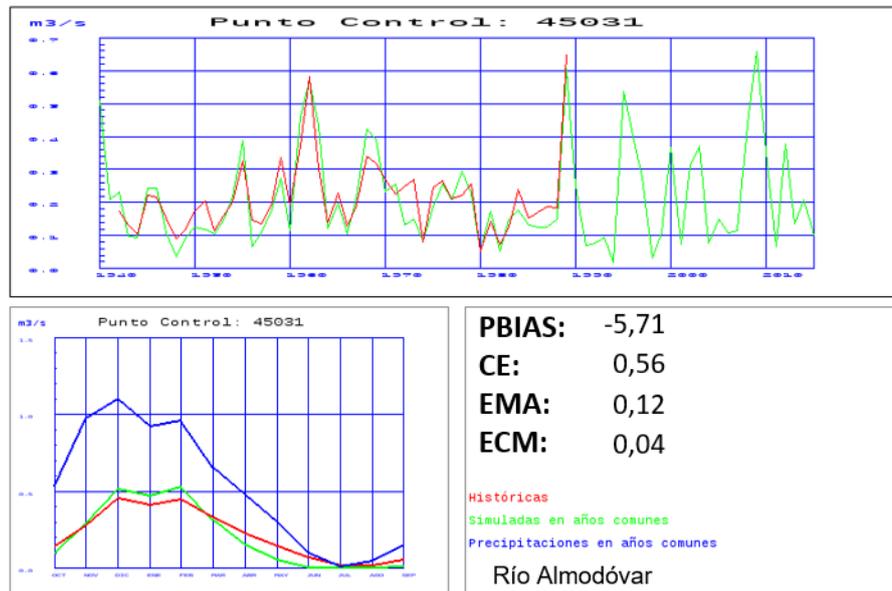


Figura 159. Contraste de las entradas al embalse de Almodóvar en el río Almodóvar

3.3.3.4 Cuenclas Mediterráneas Andaluzas

En la DH de las Cuenclas Mediterráneas Andaluzas se ha efectuado el contraste en 19 puntos del control, 14 de los cuales son las más fiables y representativas (Figura 160).

Hay dificultades para reproducir los caudales históricos debido a que son cuencas pequeñas, con fuertes pendientes y con un clima torrencial

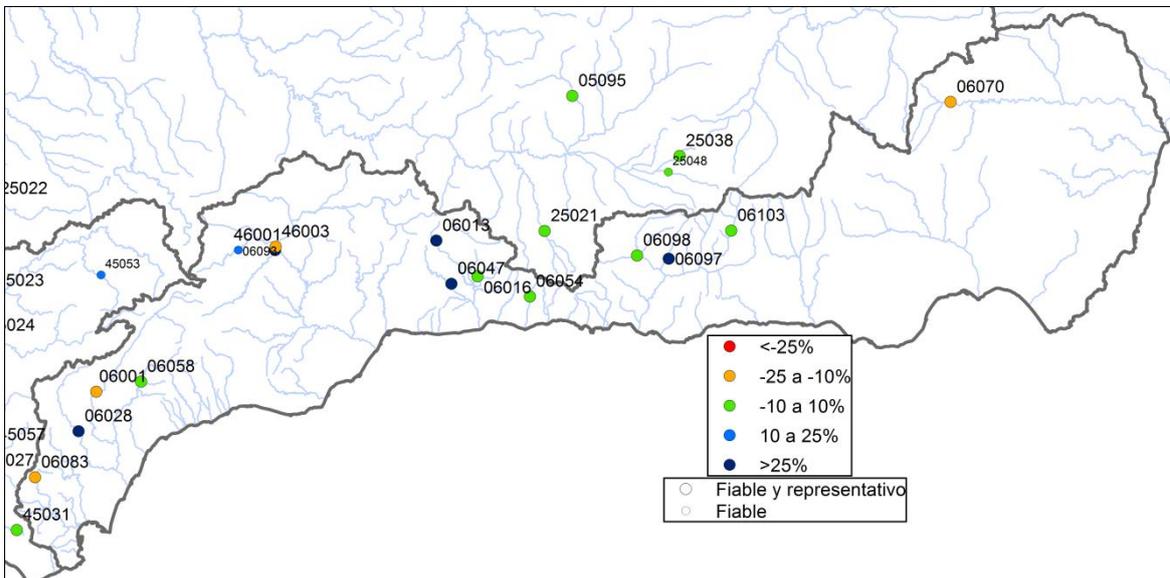


Figura 160. Contraste en la DH de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas según el PBIAS

En la zona occidental, el río Ardales en Conde de Guadahorce tiene una cuenca vertiente de 557 km² y datos hasta 1999. Hay un ajuste satisfactorio de la aportación histórica media (se simula un 22% menos) y el índice CE indica un muy buen ajuste de los caudales mensuales (Figura 161).

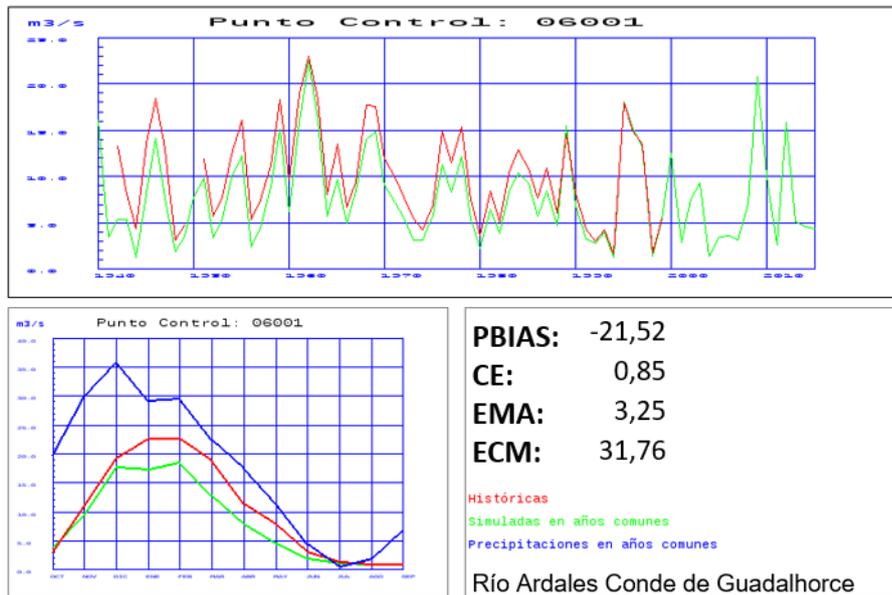


Figura 161. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Ardales en Conde de Guadahorce

El embalse de Campillos en el río Guadalteba tiene una cuenca vertiente de 471 km² y datos restituidos hasta 1988. Hay un ajuste satisfactorio de la aportación histórica media (se simula

un 19% menos), pero el índice CE indica un mal ajuste de los caudales mensuales (Figura 162).

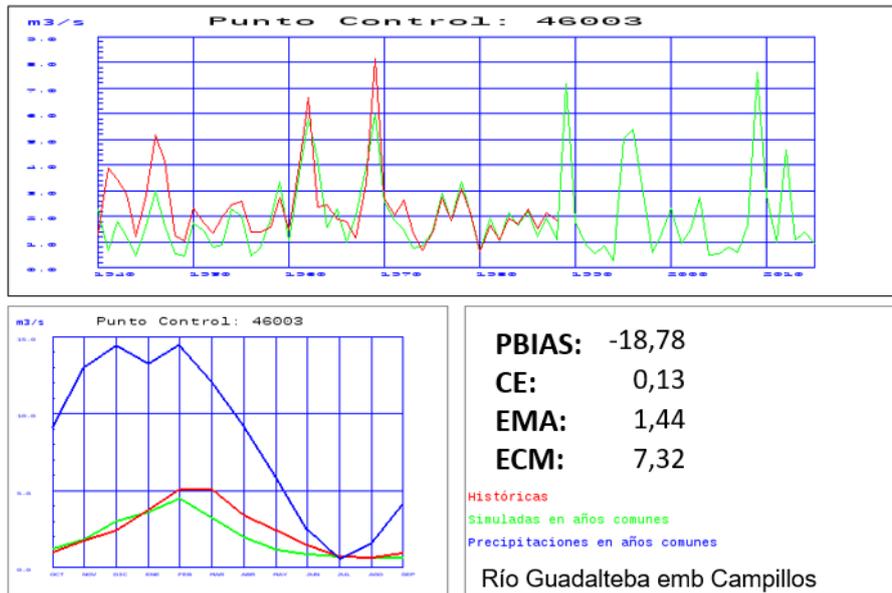


Figura 162. Contraste de las entradas al embalse de Campillos en el río Guadalteba

El punto de control del río Cañas tiene una cuenca vertiente de 31 km² y datos desde 1983. Hay un buen ajuste de la aportación histórica media (se simula un 12% menos) y de los caudales mensuales (Figura 163).

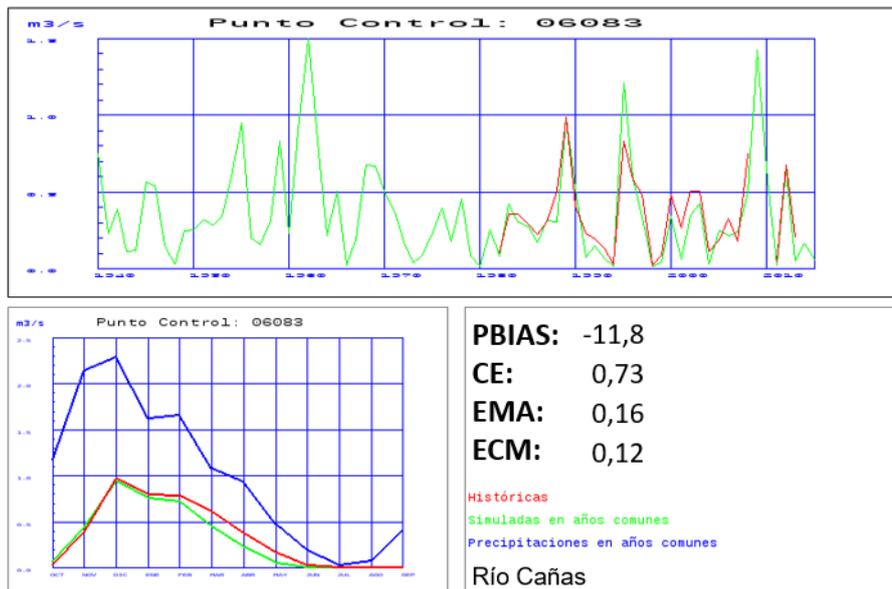


Figura 163. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Cañas

El río Genal en Puente Jubrique tiene una cuenca vertiente de 158 km² y datos desde 1983. Hay un buen ajuste de la aportación histórica media (se simula un 9% más) y el índice CE indica un ajuste satisfactorio de los caudales mensuales (Figura 164).

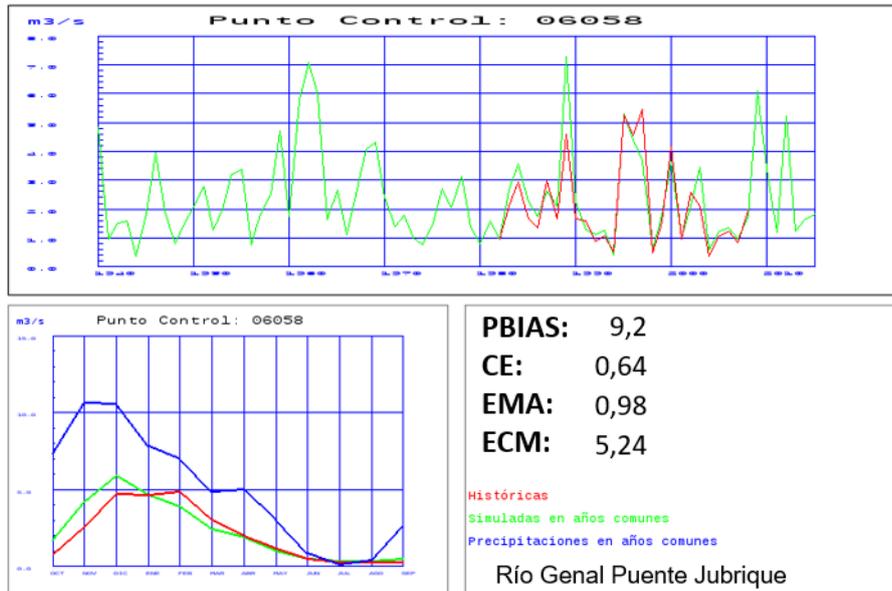


Figura 164. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Genal en Puente Jubrique

En la zona oriental, el punto de control en el río Bermuza tiene una cuenca vertiente de 14 km² y datos hasta 1990. Hay un buen ajuste de la aportación histórica media (se simula un 4% menos) y el índice CE indica un ajuste satisfactorio de los caudales mensuales (Figura 165).

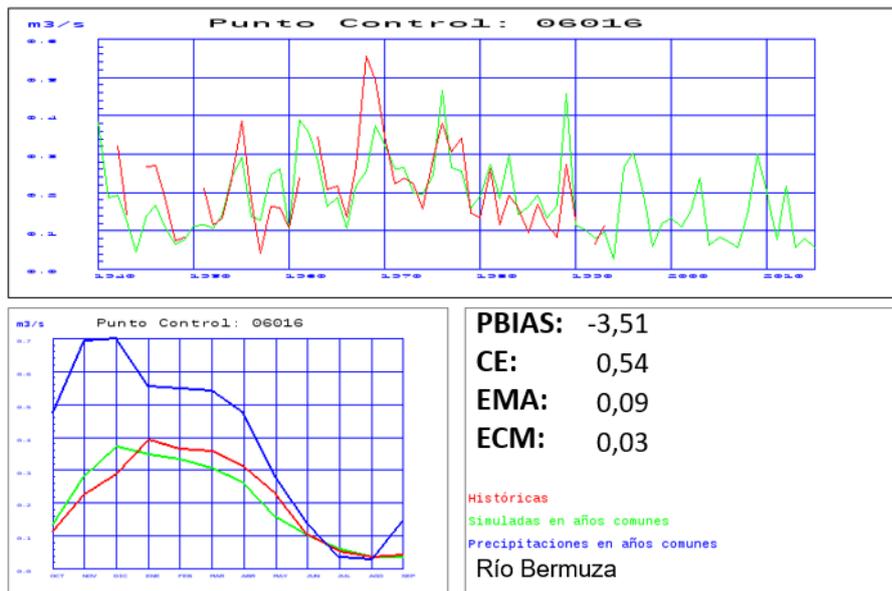


Figura 165. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Bermuza

El punto de control en el río Almanzora tiene una cuenca vertiente de 247 km² pero apenas tiene unos pocos datos para realizar el contraste (Figura 166).

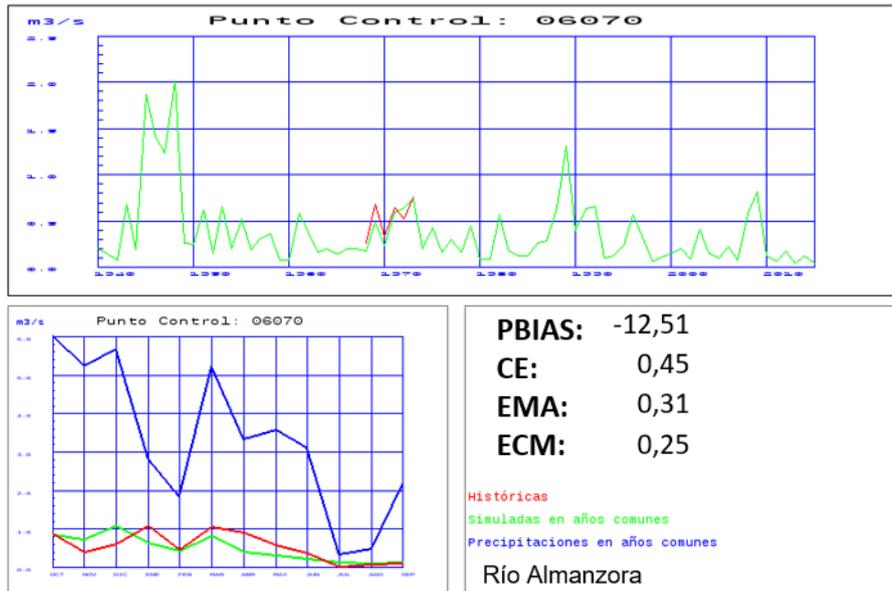


Figura 166. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Almanzora

El punto de control en el río Trévez tiene una cuenca vertiente de 76 km² y unos pocos datos. Hay muy buen ajuste de la aportación histórica media (cercano al 1%) pero el índice CE indica un mal ajuste de los caudales mensuales (Figura 167).

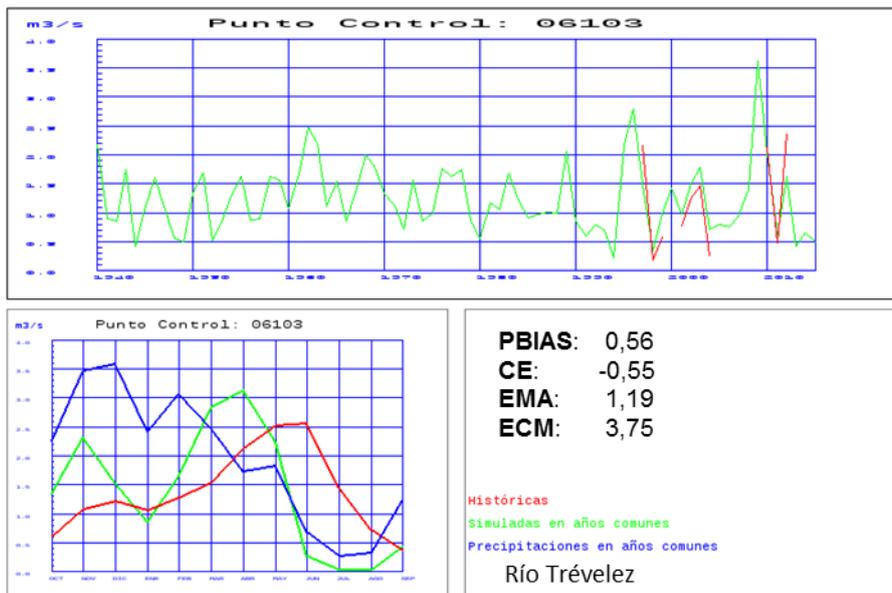


Figura 167. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Trévez

3.3.3.5 Distrito Cuenca Fluvial de Cataluña

En la DH de las cuencas del Distrito Cuenca Fluvial de Cataluña se ha efectuado el contraste en 21 puntos del control, 18 de los cuales son las más fiables y representativas.

En general, hay un buen ajuste de los caudales observados en los principales ríos (Figura 168).

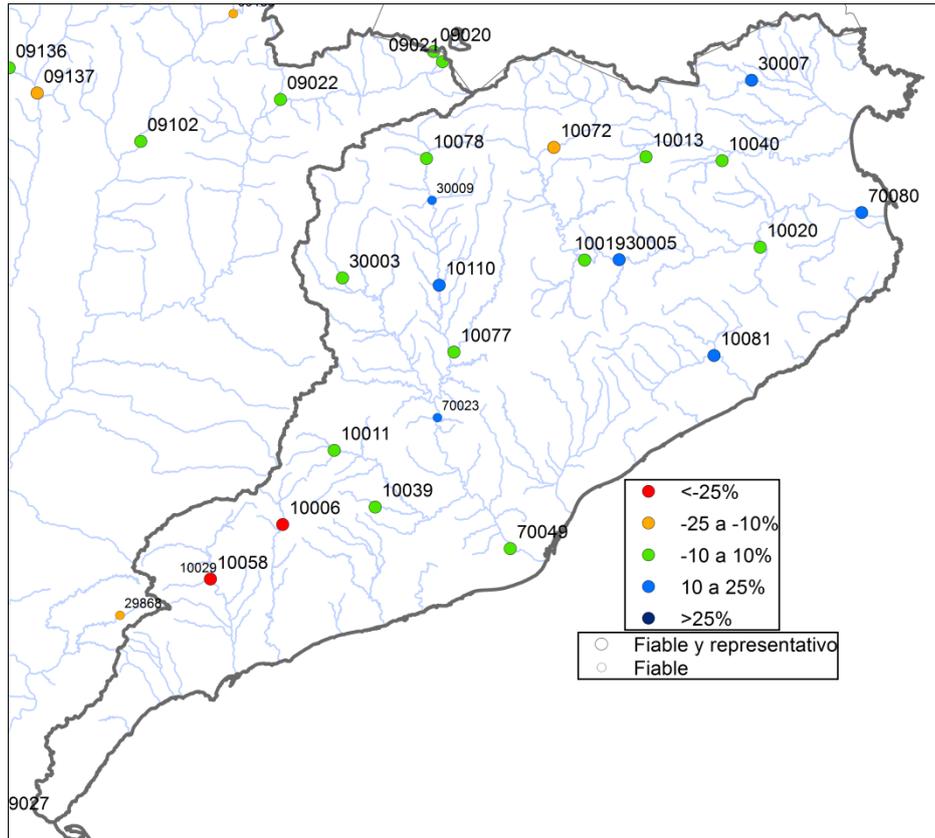


Figura 168. Contraste en la DH del Distrito Cuenca Fluvial de Cataluña según el PBIAS

Al SO de la DH, el punto de control en el río Gaya tiene una cuenca vertiente de 12 km² y unos datos desde 1947 hasta 1982. Hay un ajuste poco satisfactorio de la aportación histórica media (se simula un 29% menos) y de los caudales mensuales (Figura 169).

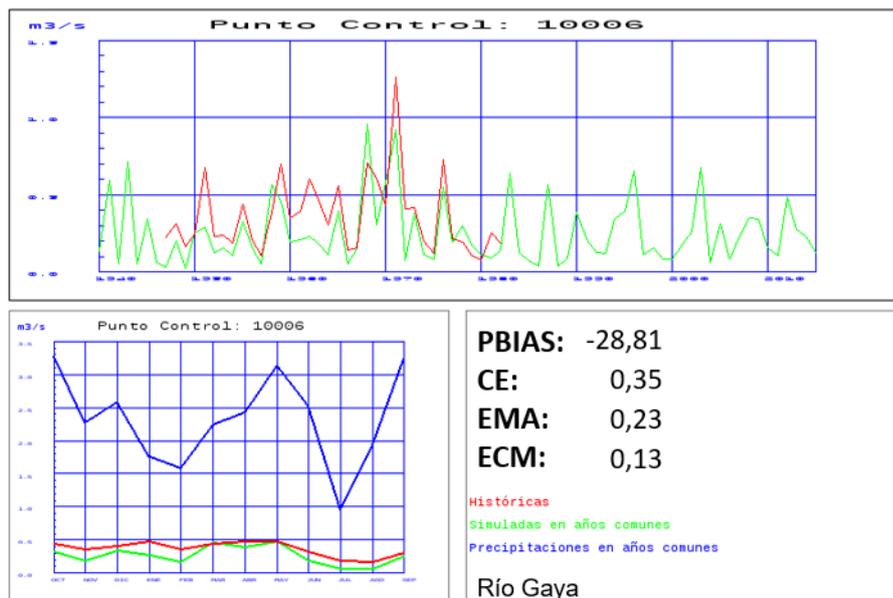


Figura 169. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río Gaya

El embalse de Sant Ponç en el río Cardoner tiene una cuenca vertiente de 309 km² y datos desde 1955 hasta 1996. Hay un muy buen ajuste de la aportación histórica media (se simula un 1% menos), pero el índice CE indica un peor ajuste de los caudales mensuales (Figura 170).

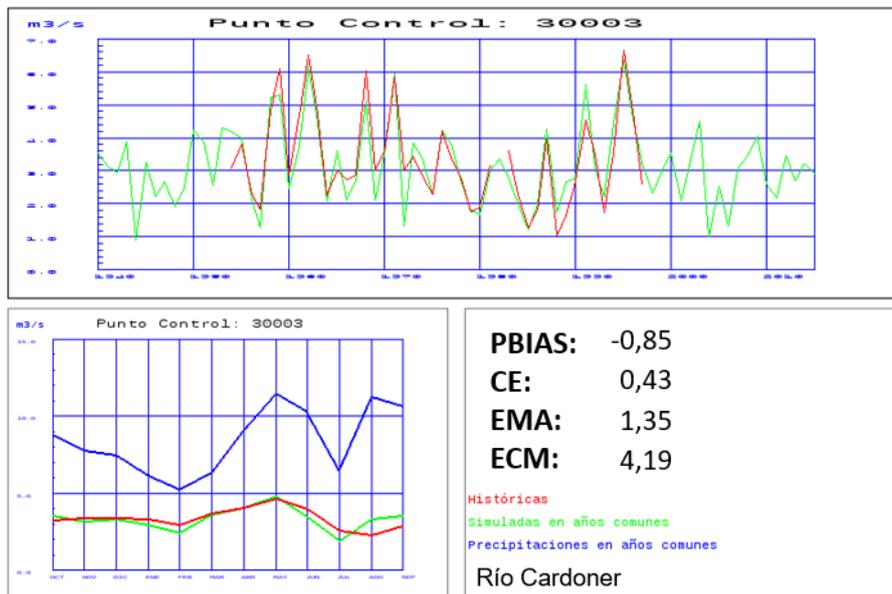


Figura 170. Contraste de las entradas al embalse de Sant Ponç en el río Cardoner

El embalse de Sau en el río Ter tiene una cuenca vertiente de 1.541 km² y datos desde 1963. Hay un buen ajuste de la aportación histórica media (se simula un 12% más) y de los caudales mensuales (Figura 171).

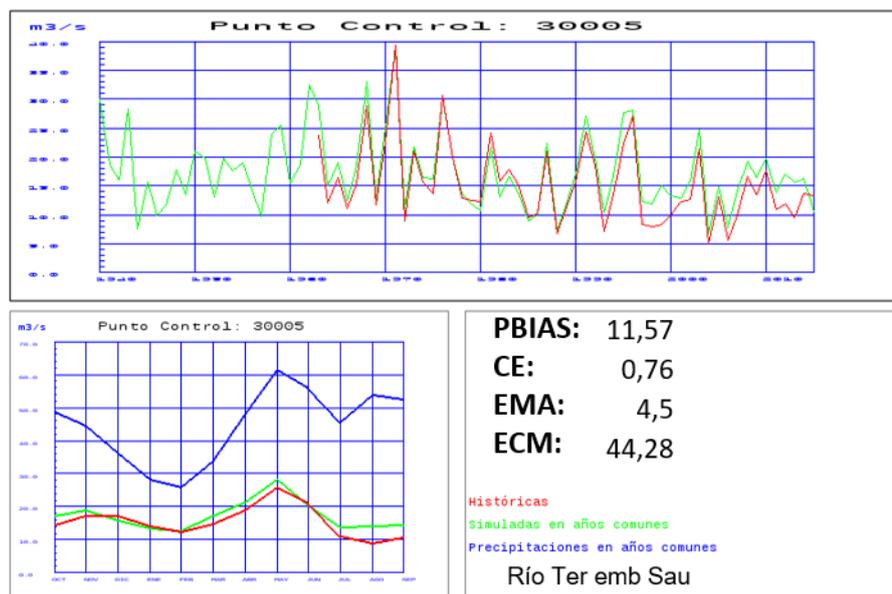


Figura 171. Contraste de las entradas al embalse de Sau en el río Ter

El embalse de Boadella en el río Muga tiene una cuenca vertiente de 185 km² y datos desde 1970. Hay un buen ajuste de la aportación histórica media (se simula un 12% más) y de los caudales mensuales (Figura 172).

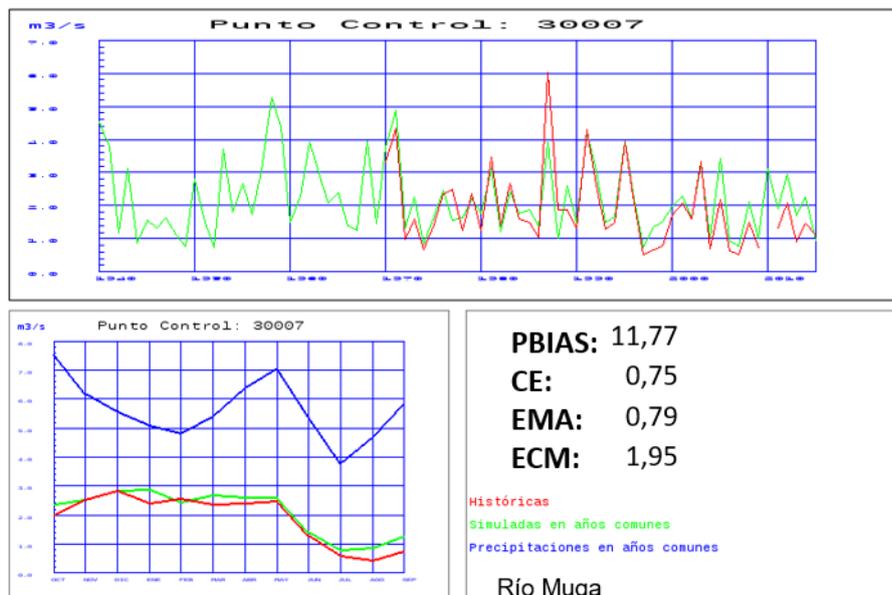


Figura 172. Contraste de las entradas al embalse de Boadella en el río Muga

3.3.3.6 Islas Baleares

En la DH de las Islas Baleares se ha efectuado el contraste en 3 puntos del control, todos ellos fiables y representativos.

En las islas hay una dificultad especial derivada del carácter efímero de ríos y torrentes, de su carácter torrencial y de los terrenos cársticos sobre los que circulan. Además, hay un alto grado de alteración que dificulta la selección de datos de aportaciones con las que se puede realizar el contraste. Las simulaciones dan más aportación que la que reflejan los datos históricos, de por sí escasos (Figura 173).

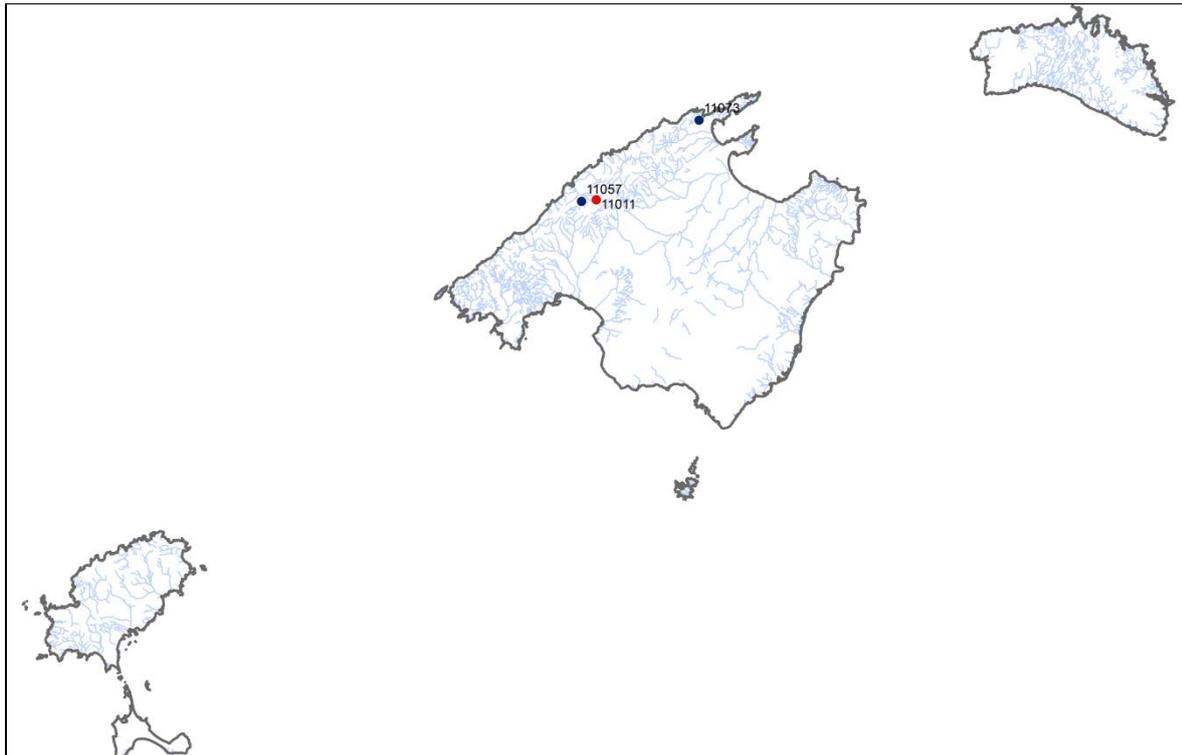


Figura 173. Contraste en la DH de las Islas Baleares según el PBIAS

El punto de control con datos más fiables corresponde a Soller, con una pequeña cuenca vertiente de 10 km² y con datos en una veintena de años. Hay un ajuste razonable habida cuenta de las dificultades ya comentadas (Figura 174).

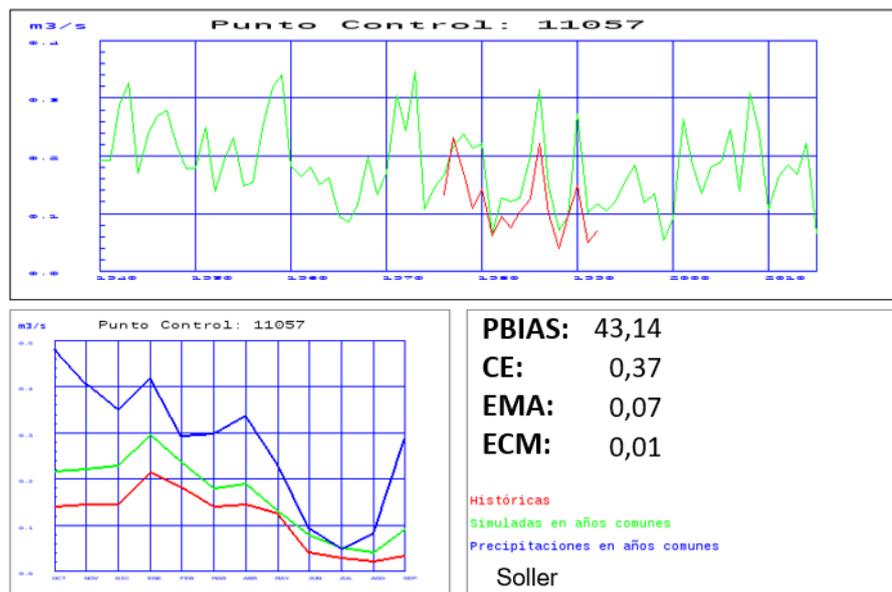


Figura 174. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en Soller

Similares características se observan en los contrastes en el río L'Ull de la Font en Pollensa (Figura 175) y en el río L'Ofre en Soller (Escorca) (Figura 176).

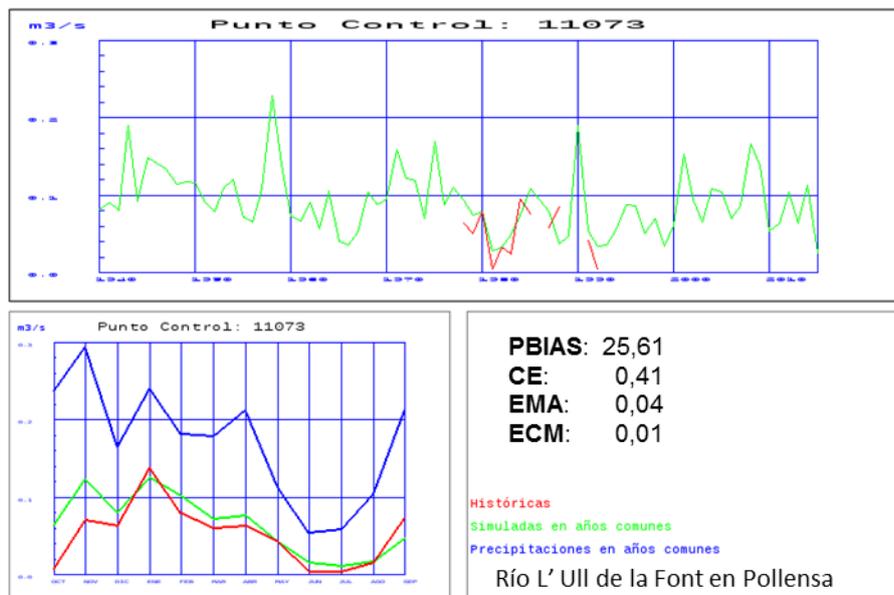


Figura 175. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río L'Ull de la Font en Pollensa

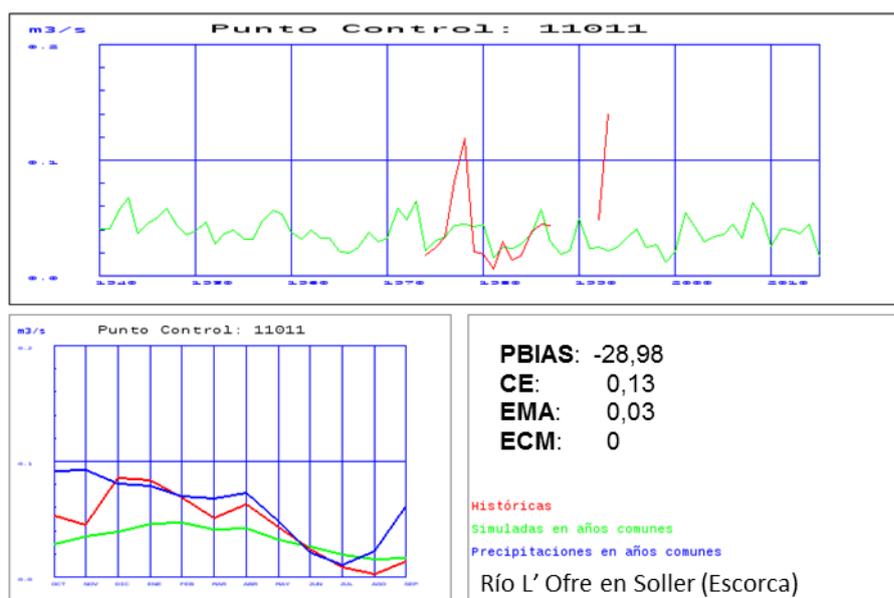


Figura 176. Contraste de los caudales anuales y medios mensuales en el río L' Ofre en Soller (Escorca)

4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS

A continuación se ofrece una caracterización de las principales variables hidrológicas: precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial, evapotranspiración real, humedad del suelo, infiltración, escorrentía subterránea, escorrentía superficial, escorrentía total y aportación total. En este análisis se distingue entre el periodo completo 1940/41-2017/18 y el periodo más reciente 1980/81-2017/18. Posteriormente se incluye un resumen final de los valores de las distintas variables por DH.

Los valores de las variables precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial incluyen toda España. Queda pendiente el resto de variables hidrológicas en Canarias.

4.1.1 Precipitación

En la Figura 177 se muestra la distribución espacial de la precipitación anual para el periodo de la serie larga, 1940/41-2017/18, y el periodo de la serie corta, 1980/81-2017/18.

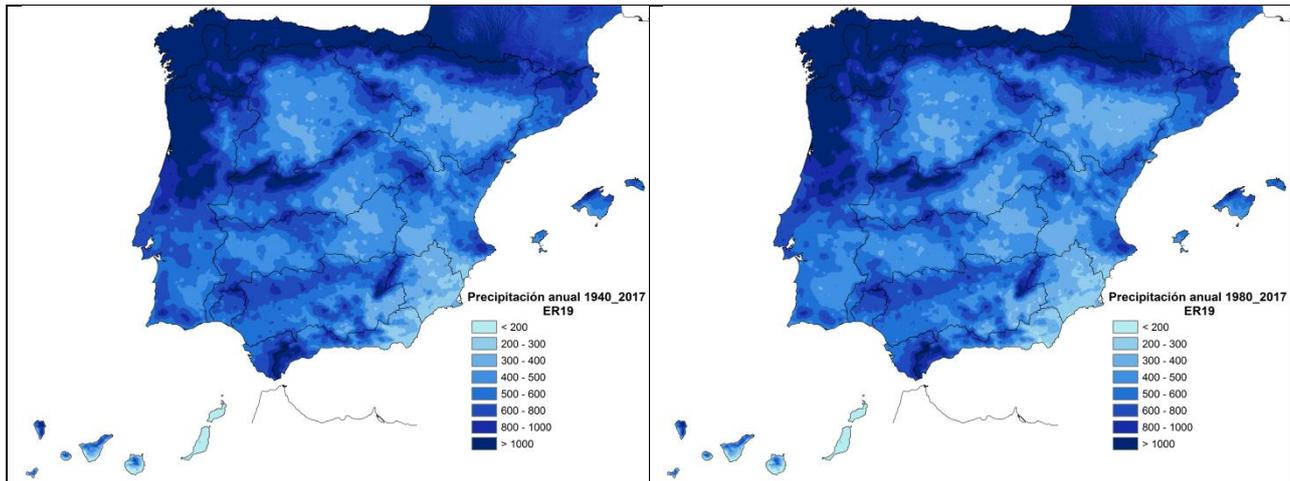


Figura 177. Distribución espacial de la precipitación total anual (mm): izquierda 1940/41-2017/18, derecha 1980/81-2017/18

En la Figura 178 se muestra la distribución espacial del porcentaje de reducción de precipitación anual de la serie corta respecto de la serie larga.

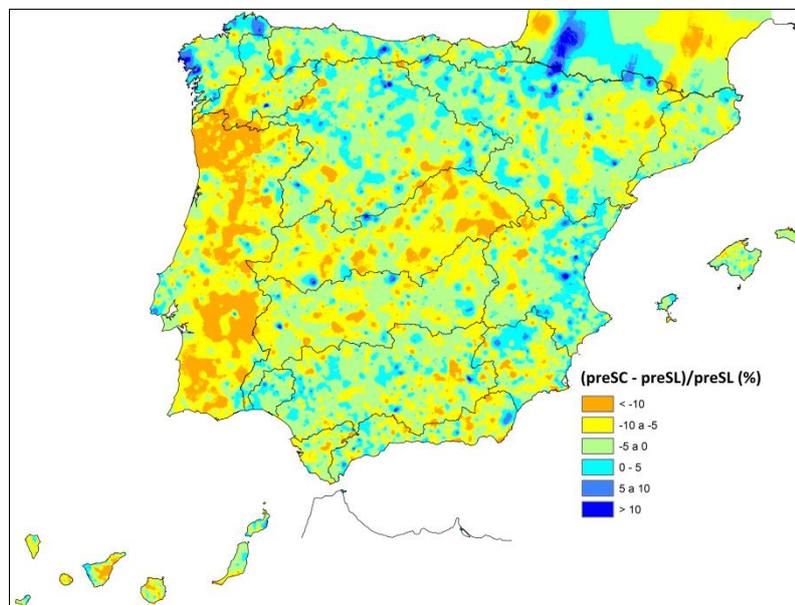


Figura 178. Porcentaje de cambio de la precipitación anual, comparativa serie corta respecto de la serie larga

En la Figura 179 se observa la serie de precipitaciones anuales en España, con un valor medio de 660 mm para toda la serie y ligeramente inferior, de 638 mm, para la serie corta. En la Figura 180, se muestra la distribución intraanual de las precipitaciones mensuales ofreciendo una comparativa entre la serie larga y la corta. Las precipitaciones de enero, febrero y marzo en la serie corta muestran ligeras reducciones respecto a la serie larga.

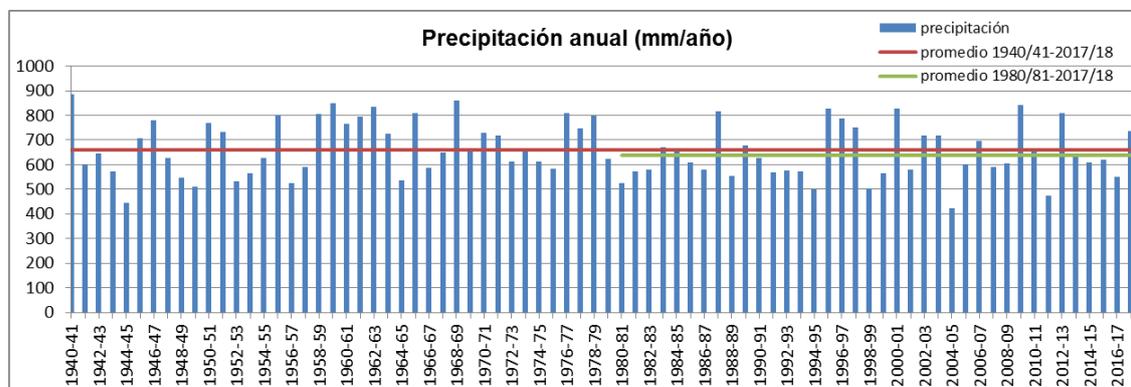


Figura 179. Serie de precipitación anual en España

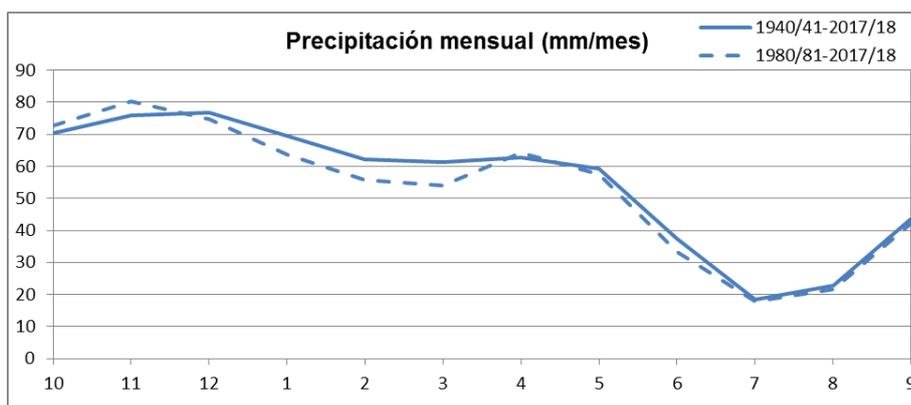


Figura 180. Serie de promedios mensuales de precipitación en España, 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18

4.1.2 Temperatura

En la Figura 181 se muestra la distribución espacial de la temperatura media anual para el periodo 1940/41-2017/18 y el periodo 1980/81-2017/18.

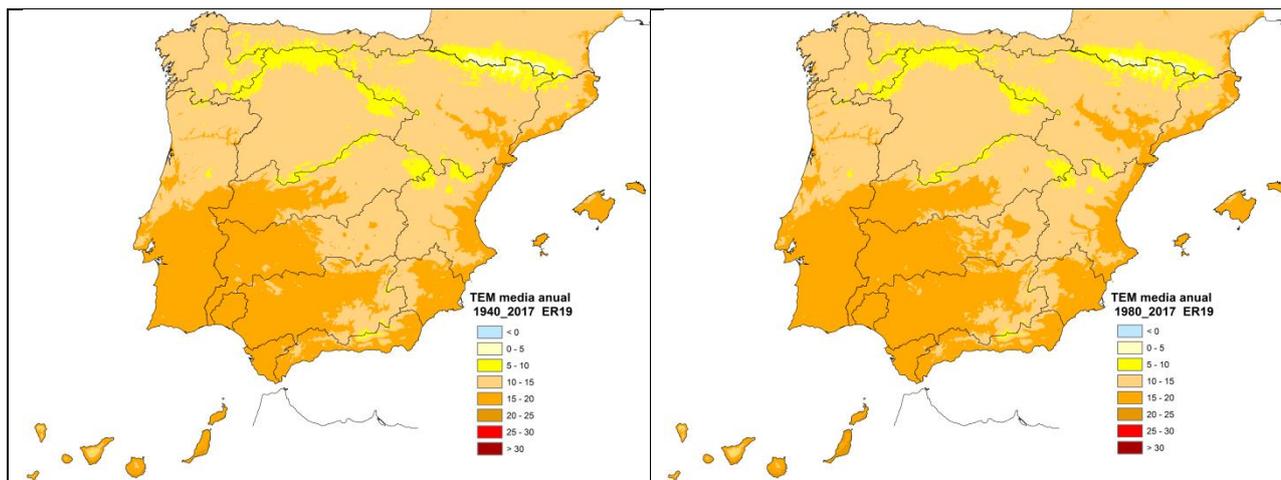


Figura 181. Distribución espacial de la temperatura media anual (°C): izquierda 1940/41-2017/18, derecha 1980/81-2017/18

En la Figura 182 se muestra la distribución espacial de la temperatura mínima media anual para el periodo 1940/41-2017/18 y el periodo 1980/81-2017/18.

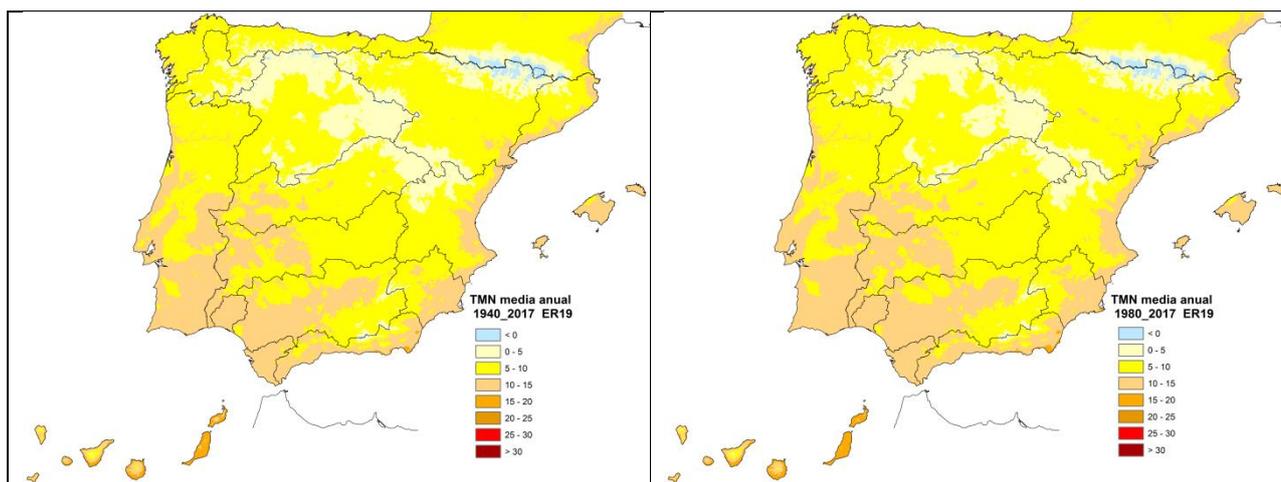


Figura 182. Distribución espacial de la temperatura mínima media anual: izquierda 1940/41-2017/18, derecha 1980/81-2017/18

En la Figura 183 se muestra la distribución espacial de la temperatura máxima media anual para el periodo 1940/41-2017/18 y el periodo 1980/81-2017/18.

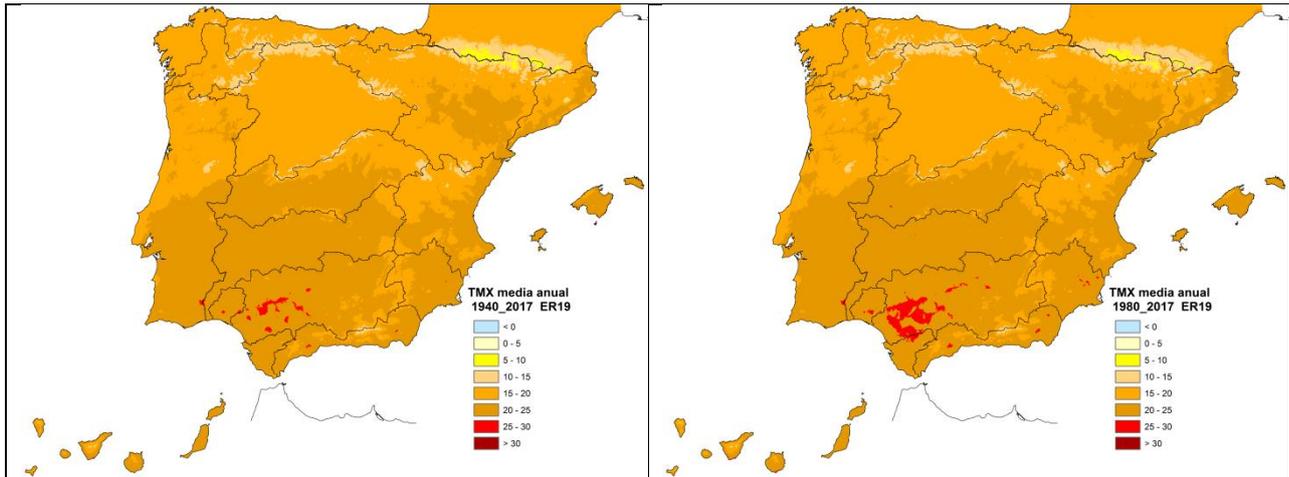


Figura 183. Distribución espacial de la temperatura máxima media anual: izquierda 1940/41-2017/18, derecha 1980/81-2017/18

En la Figura 184 se observa la serie de temperaturas medias anuales en España, que presenta un valor medio de 14°C, tanto para la serie larga como corta. En la Figura 185, se muestra la distribución intraanual de las temperaturas medias mensuales ofreciendo una comparativa entre la serie larga y la corta. No se observa entre ambas diferencias significativas.

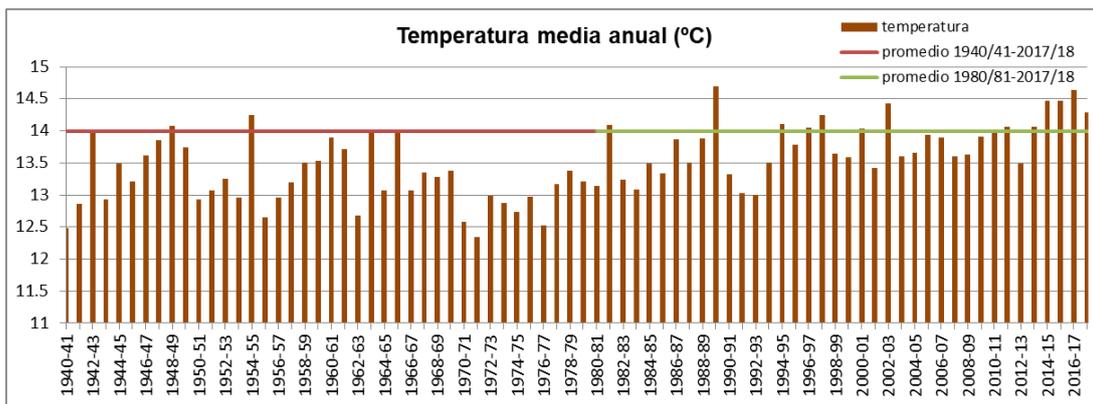


Figura 184. Serie de temperatura media anual en España

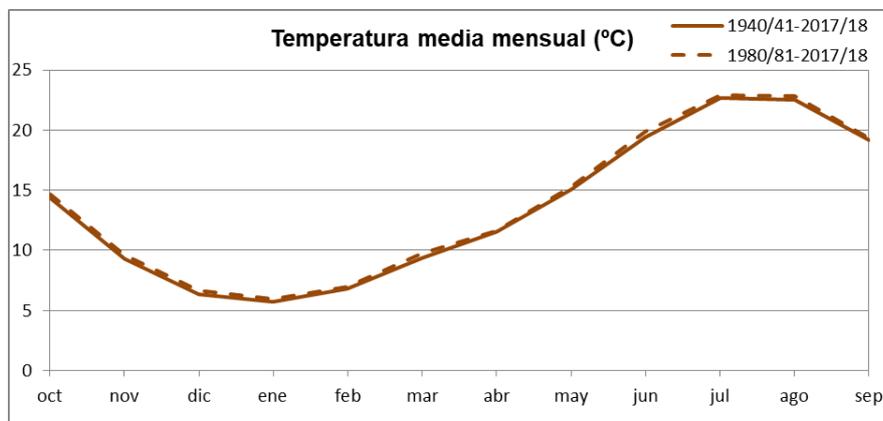


Figura 185. Serie de promedios mensuales de temperatura media en España, 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18

4.1.3 Evapotranspiración potencial

En la Figura 186 se muestra la distribución espacial de la evapotranspiración potencial anual para el periodo 1940/41-2017/18 y el periodo 1980/81-2017/18.

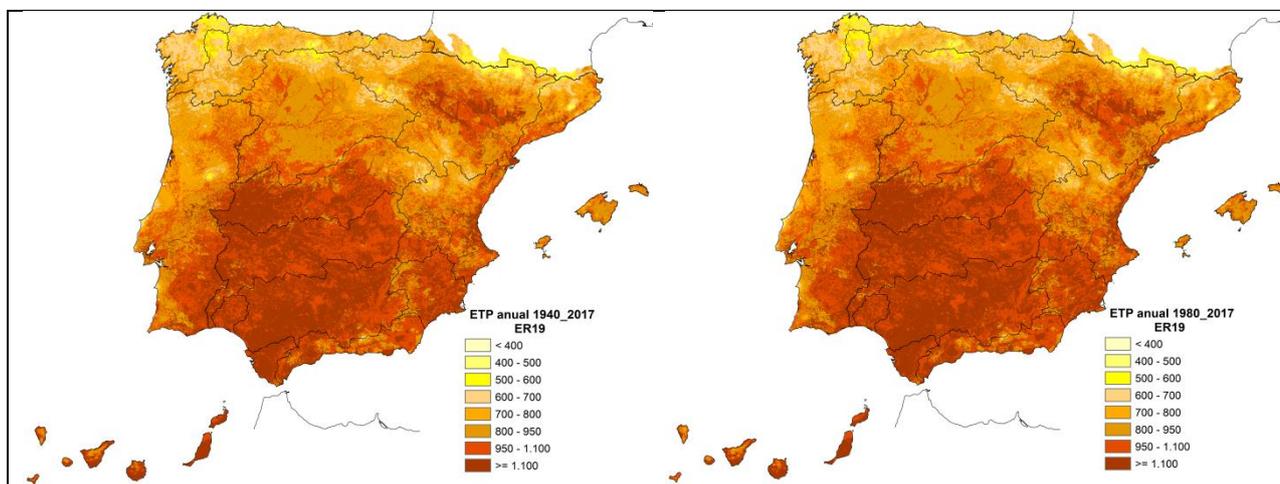


Figura 186. Distribución espacial de la evapotranspiración potencial anual (mm): izquierda 1940/41-2017/18, derecha 1980/81-2017/18

En la Figura 187 se observa la serie de evapotranspiración potencial anual en España, con un valor medio de 975 mm para toda la serie y ligeramente superior, de 983 mm, para la serie corta. En la Figura 188, se muestra la distribución intraanual de la evapotranspiración potencial mensual ofreciendo una comparativa entre la serie larga y la corta. No se observa entre ambas diferencias significativas.

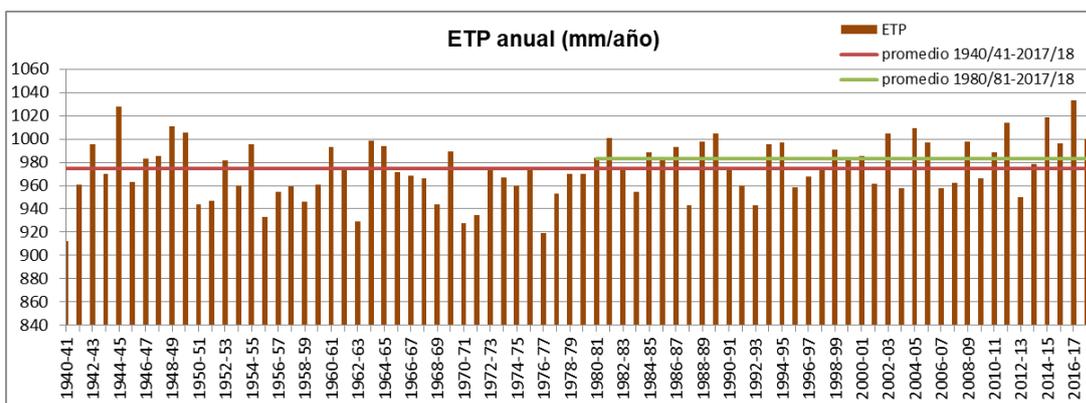


Figura 187. Serie de evapotranspiración potencial anual en España

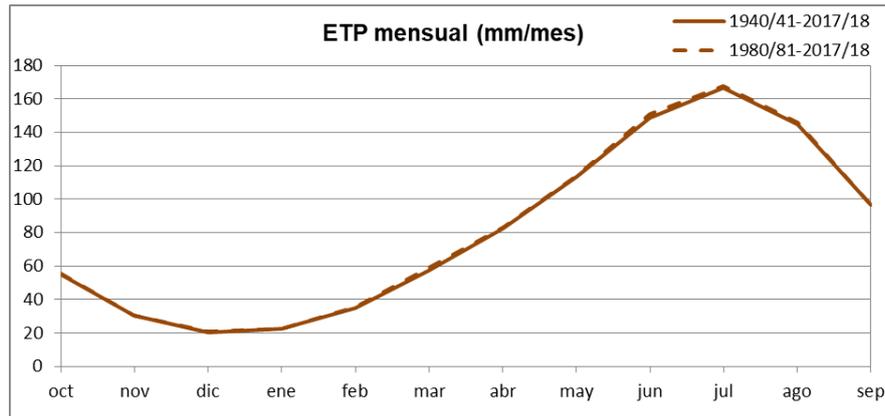


Figura 188. Serie de promedios mensuales de evapotranspiración potencial en España, 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18

4.1.4 Evapotranspiración real

En la Figura 189 se muestra la distribución espacial de la evapotranspiración real anual para el periodo 1940/41-2017/18 y el periodo 1980/81-2017/18.

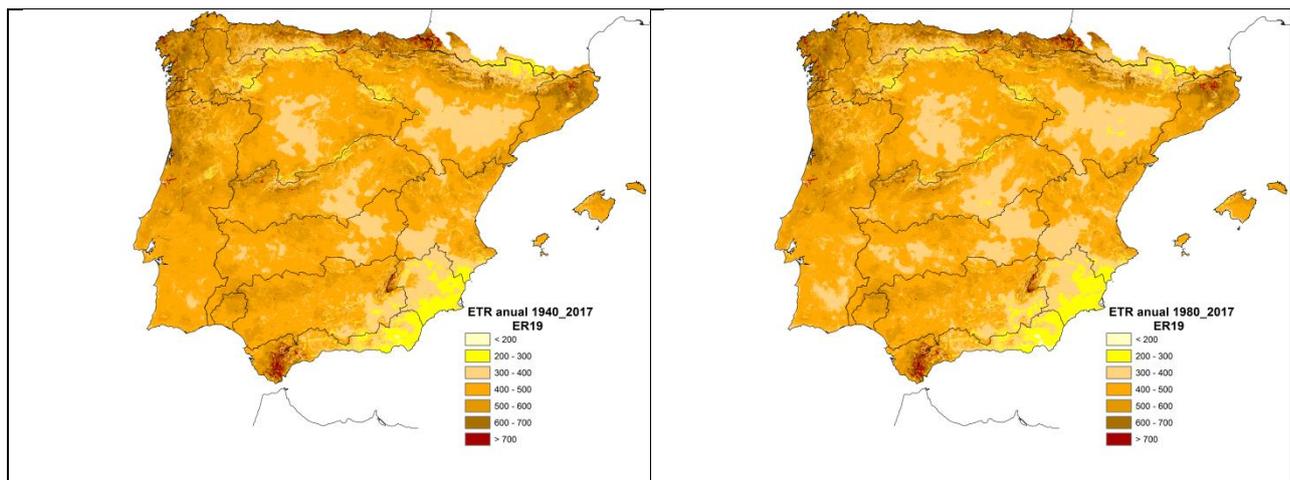


Figura 189. Distribución espacial de la evapotranspiración real anual (mm): izquierda 1940/41-2017/18, derecha 1980/81-2017/18

En la Figura 190 se observa la serie de evapotranspiración real anual en la Península y Baleares, con un valor medio de 451 mm para toda la serie y muy similar, de 441 mm, para la serie corta. En la Figura 191, se muestra la distribución intraanual de la evapotranspiración real mensual ofreciendo una comparativa entre la serie larga y la corta. Se observan unas ligeras reducciones en los meses de mayo y junio en la serie corta respecto de la serie larga.

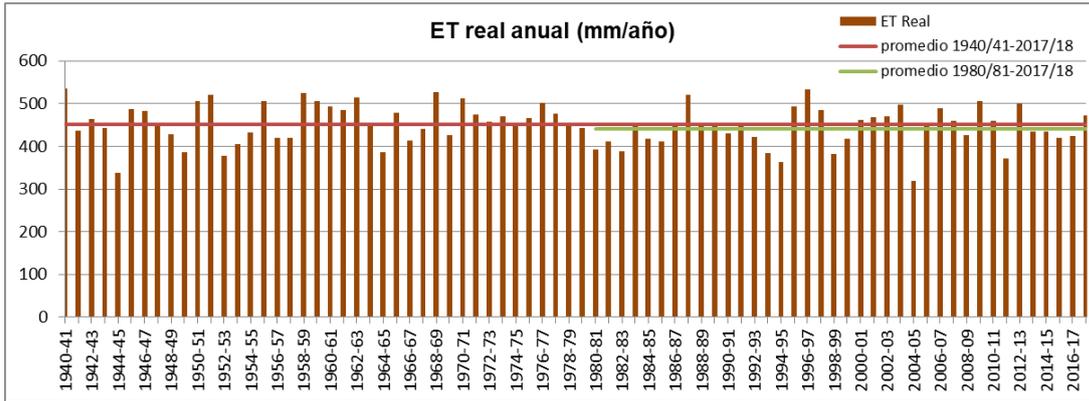


Figura 190. Serie de evapotranspiración real anual en la Península y Baleares

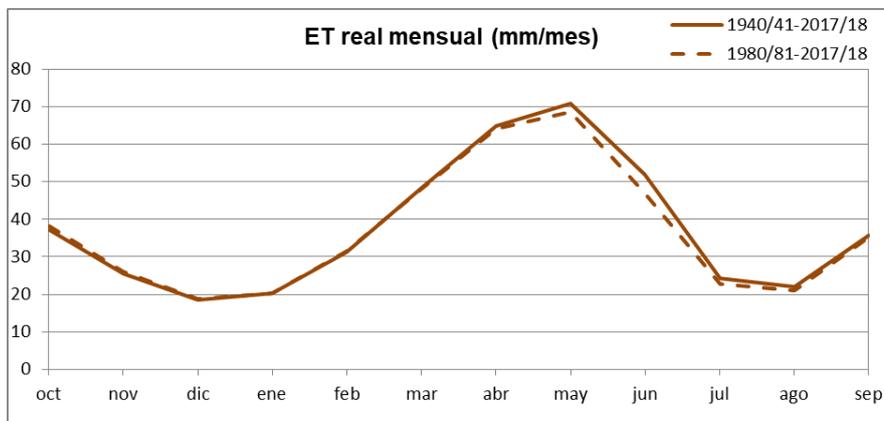


Figura 191. Serie de promedios mensuales de evapotranspiración real en la Península y Baleares, 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18

4.1.5 Humedad del suelo

En la Figura 192 se muestra la distribución espacial de la humedad del suelo anual para el periodo 1940/41-2017/18, y el periodo 1980/81-2017/18.

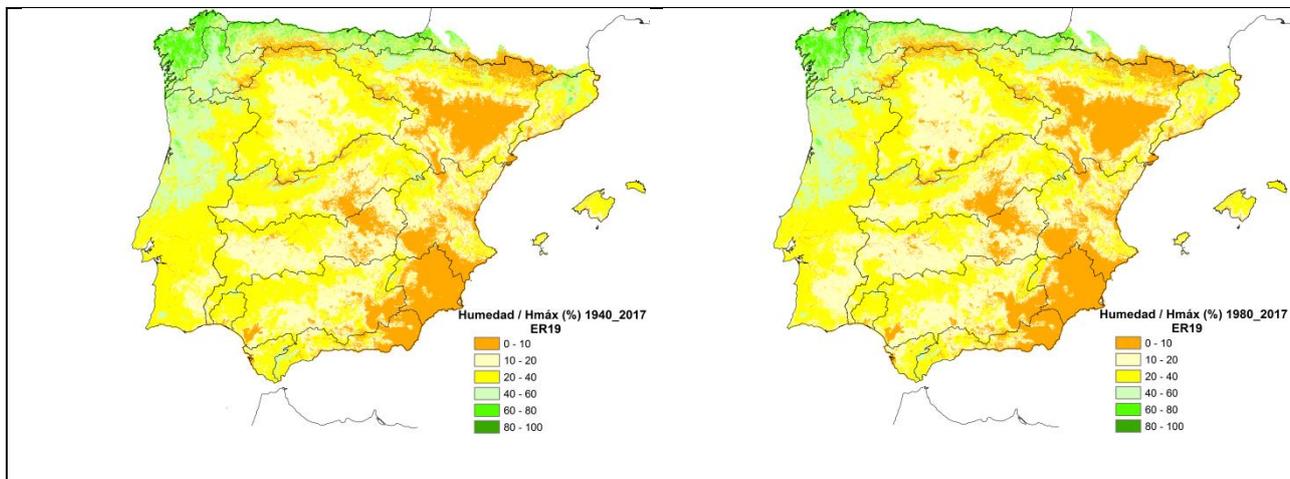


Figura 192. Distribución espacial del porcentaje de la humedad de suelo respecto a la humedad máxima en el año medio: izquierda 1940/41-2017/18, derecha 1980/81-2017/18

En la Figura 193 se observa la serie de humedad del suelo anual en la Península y Baleares, con un valor medio de 496 mm para toda la serie y ligeramente inferior, de 476 mm, para la serie corta. En la Figura 194, se muestra la distribución intraanual de la humedad del suelo mensual ofreciendo una comparativa entre la serie larga y la corta. Se observan unas ligeras reducciones en los meses de febrero, marzo y abril en la serie corta respecto de la serie larga.

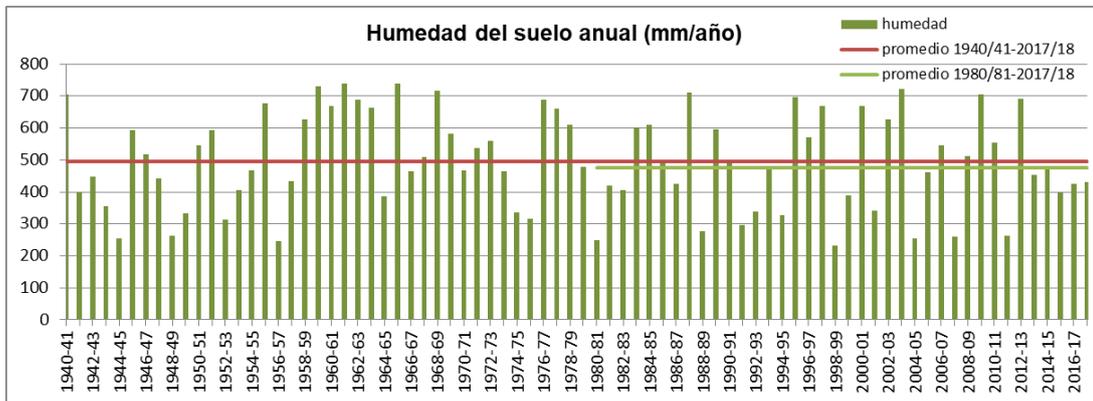


Figura 193. Serie de humedad del suelo anual en la Península y Baleares

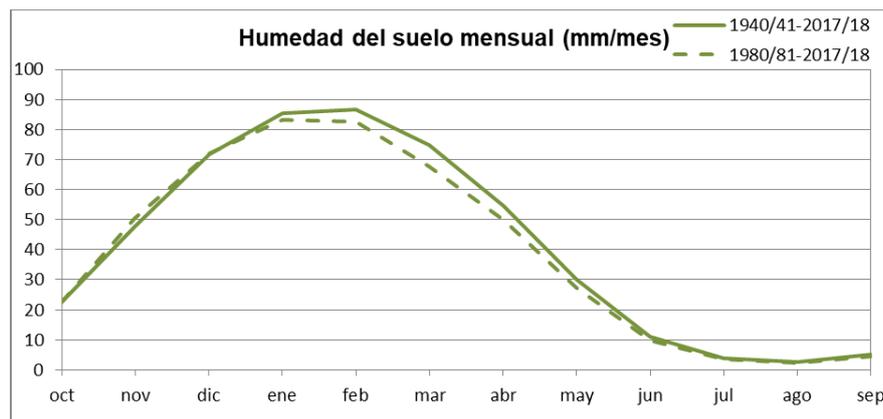


Figura 194. Serie de promedios mensuales de humedad de suelo en la Península y Baleares, 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18

4.1.6 Infiltración

En la Figura 195 se muestra la distribución espacial de la infiltración anual para el periodo, 1940/41-2017/18 y el periodo 1980/81-2017/18.

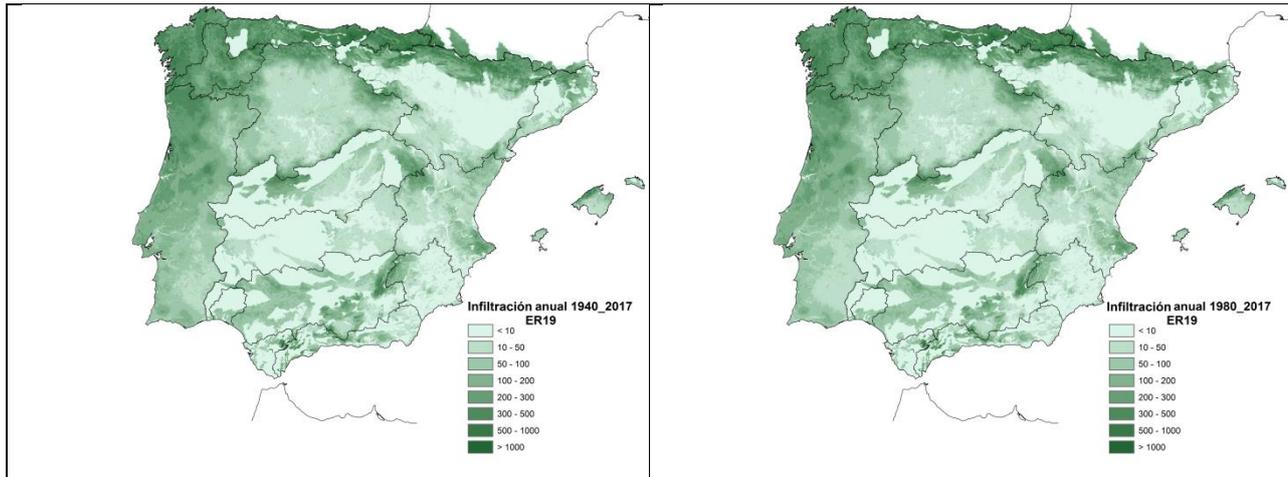


Figura 195. Distribución espacial de la infiltración anual (mm): izquierda 1940/41-2017/18, derecha 1980/81-2017/18

En la Figura 196 se observa la serie de infiltración anual en la Península y Baleares, con un valor medio de 91 mm para toda la serie y prácticamente igual, de 87 mm, para la serie corta. En la Figura 197, se muestra la distribución intraanual de la infiltración mensual ofreciendo una comparativa entre la serie larga y la corta. Se observa una ligera reducción en los meses de febrero y marzo en la serie corta respecto de la serie larga.

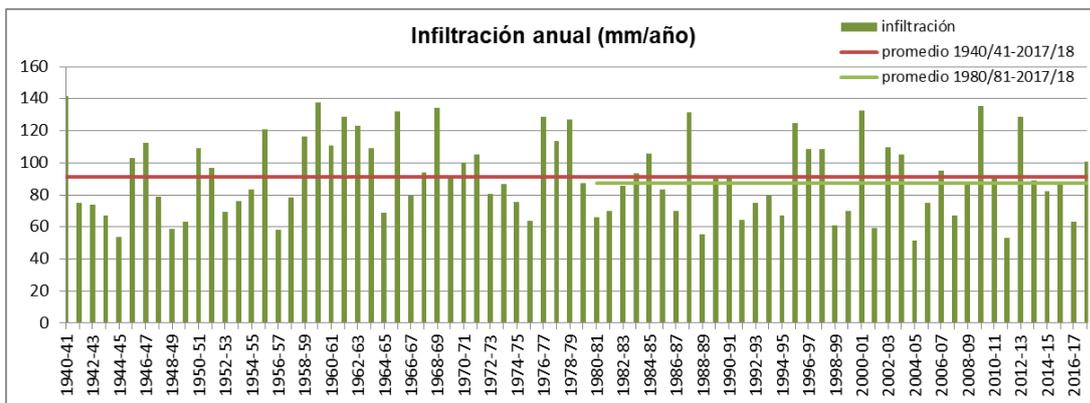


Figura 196. Serie de infiltración anual en la Península y Baleares

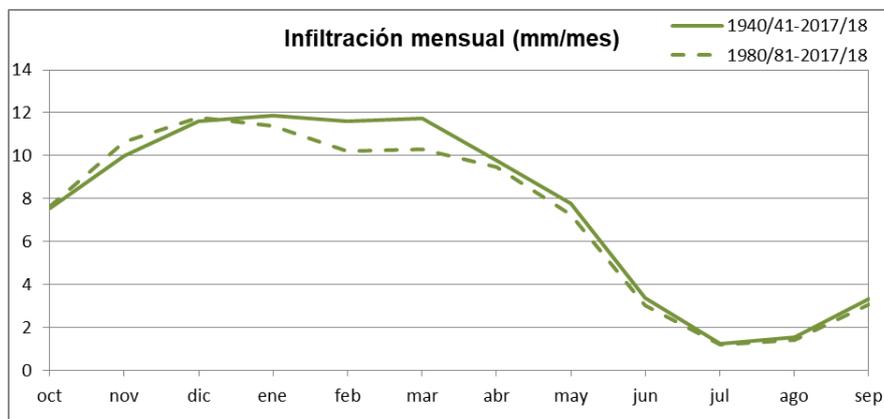


Figura 197. Serie de promedios mensuales de infiltración en la Península y Baleares, 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18

4.1.7 Escorrentía subterránea

En la Figura 198 se muestra la distribución espacial de la escorrentía subterránea anual para el periodo 1940/41-2017/18 y el periodo 1980/81-2017/18.

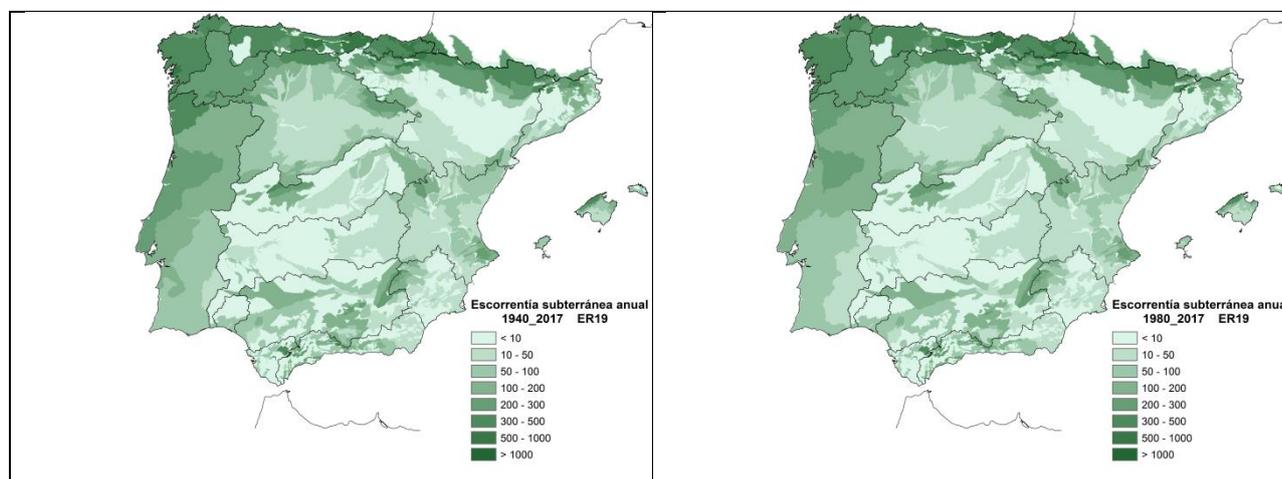


Figura 198. Distribución espacial de la escorrentía subterránea anual (mm): izquierda 1940/41-2017/18, derecha 1980/81-2017/18

En la Figura 199 se observa la serie de escorrentía subterránea anual en la Península y Baleares, que en promedio coincide con la infiltración. En la Figura 200 se muestra la distribución intraanual de la escorrentía subterránea ofreciendo una comparativa entre la serie larga y la corta. Se observa una ligera reducción en la serie corta respecto de la larga a partir de mes de febrero que se mantiene hasta el mes de septiembre.

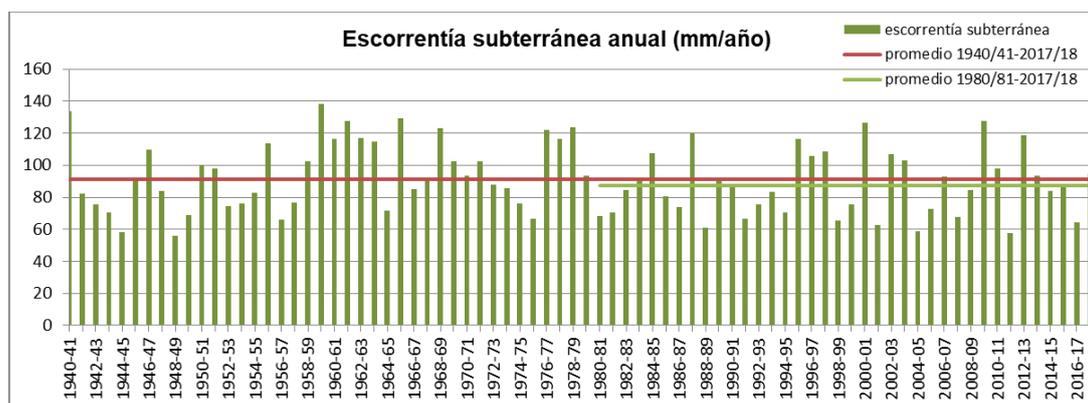


Figura 199. Serie de escorrentía subterránea anual en la Península y Baleares

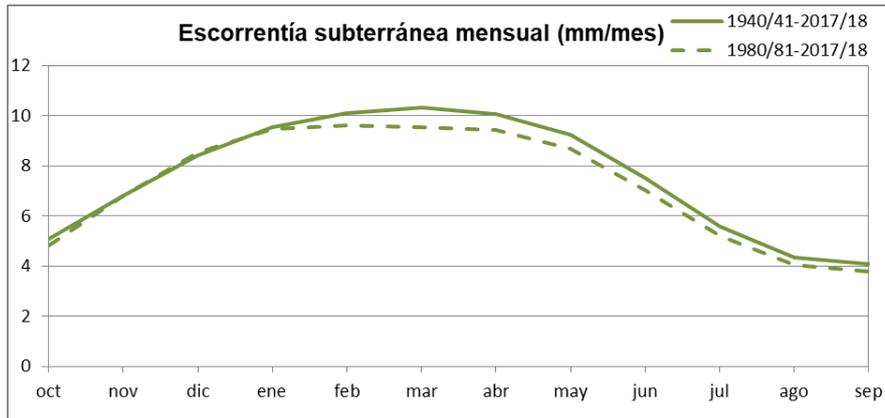


Figura 200. Serie de promedios mensuales de escorrentía subterránea en la Península y Baleares, 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18

4.1.8 Escorrentía superficial

En la Figura 201 se muestra la distribución espacial de la escorrentía superficial anual para el periodo 1940/41-2017/18 y el periodo 1980/81-2017/18.

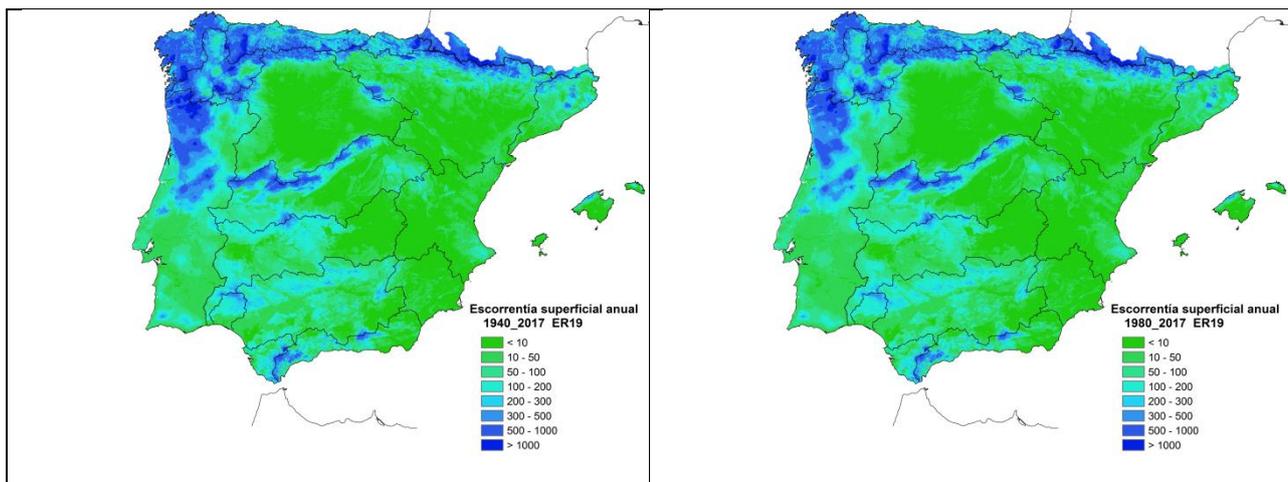


Figura 201. Distribución espacial de la escorrentía superficial anual (mm): izquierda 1940/41-2017/18, derecha 1980/81-2017/18

En la Figura 202 se observa la serie de escorrentía superficial anual en la Península y Baleares, con un valor medio de 123 mm para toda la serie y ligeramente inferior, de 114 mm, para la serie corta. En la Figura 203, se muestra la distribución intraanual de la escorrentía superficial mensual ofreciendo una comparativa entre la serie larga y la corta. Se observan reducciones mayores en la serie corta respecto de la larga desde enero a marzo, siendo más intensa en el mes de febrero.

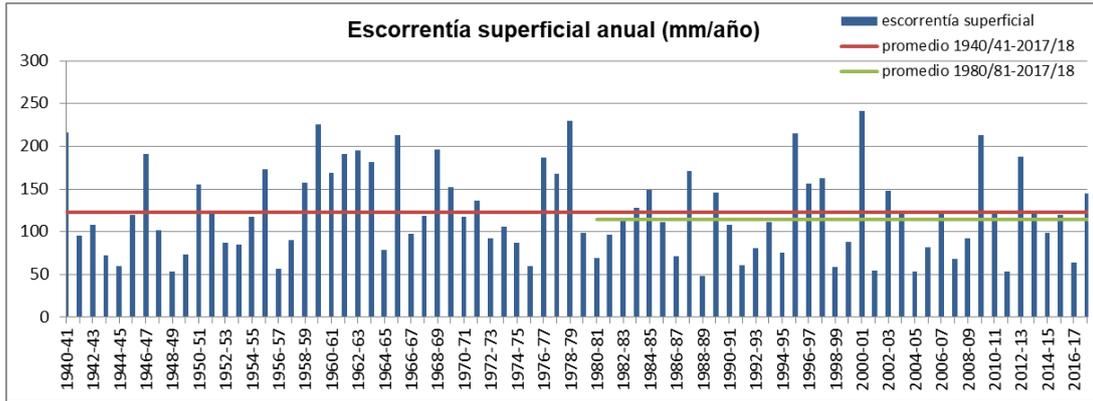


Figura 202. Serie de escorrentía superficial anual en la Península y Baleares

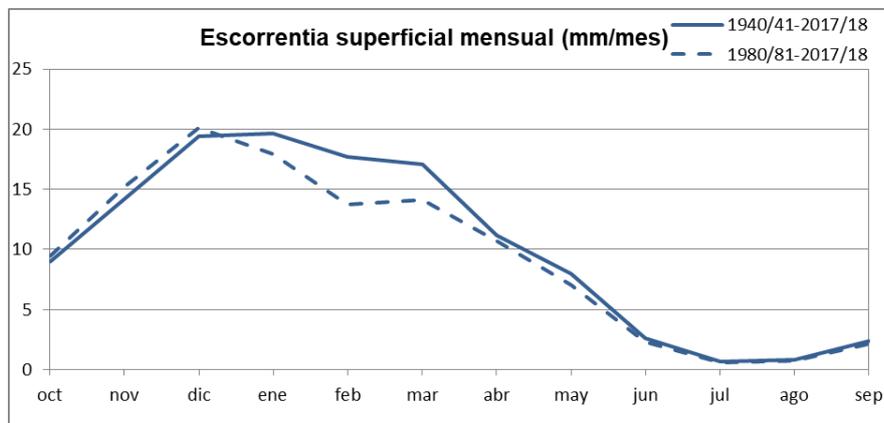


Figura 203. Serie de promedios mensuales de escorrentía superficial en la Península y Baleares, 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18

4.1.9 Escorrentía total

En la Figura 204 se muestra la distribución espacial de la escorrentía total anual para el periodo 1940/41-2017/18 y el periodo 1980/81-2017/18.

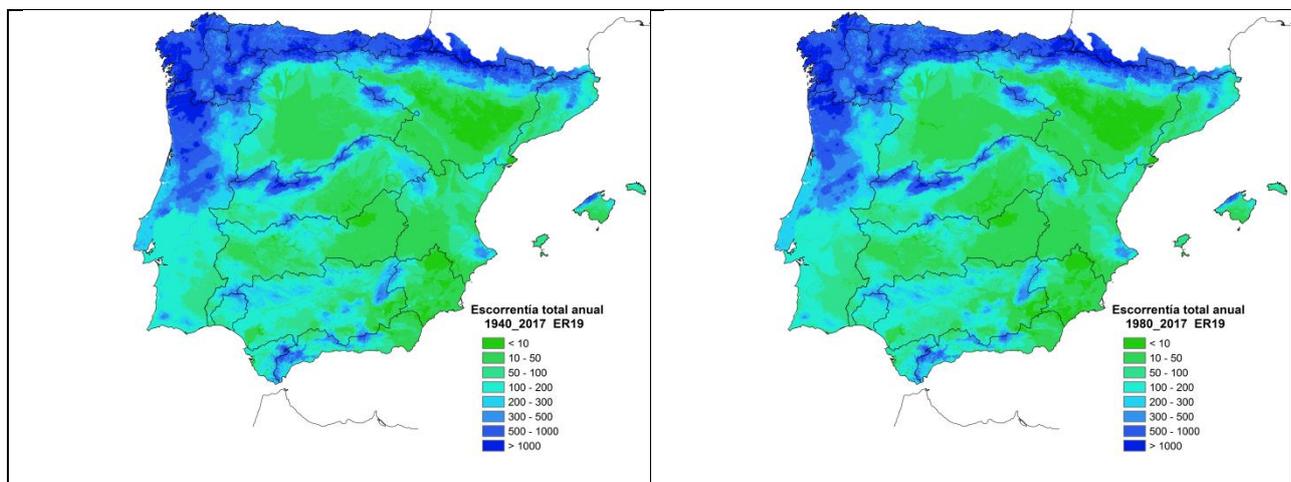


Figura 204. Distribución espacial de la escorrentía total anual (mm): izquierda 1940/41-2017/18, derecha 1980/81-2017/18

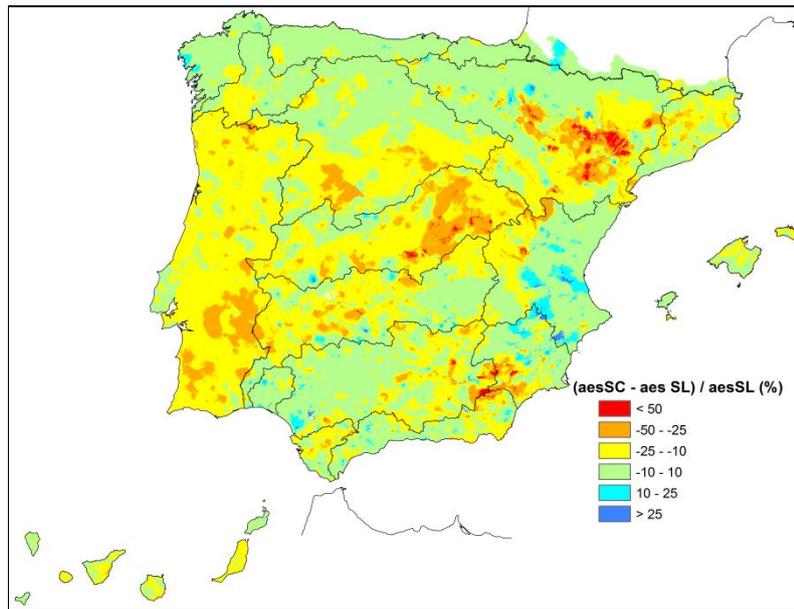


Figura 205. Porcentaje de cambio de la escorrentía anual, comparativa de la serie corta respecto de la serie larga

En la Figura 206 se observa la serie de escorrentía total anual en la Península y Baleares, con un valor medio de 214 mm para toda la serie y ligeramente inferior, de 201 mm, para la serie corta. En la Figura 207, se muestra la distribución intraanual de la escorrentía total mensual ofreciendo una comparativa entre la serie larga y la corta. Al igual que ocurría para la escorrentía superficial, se observan reducciones mayores en la serie corta respecto de la larga desde enero a marzo, con la mayor reducción en el mes de febrero, aunque estas reducciones son menos acusadas que las mostradas en la escorrentía superficial.

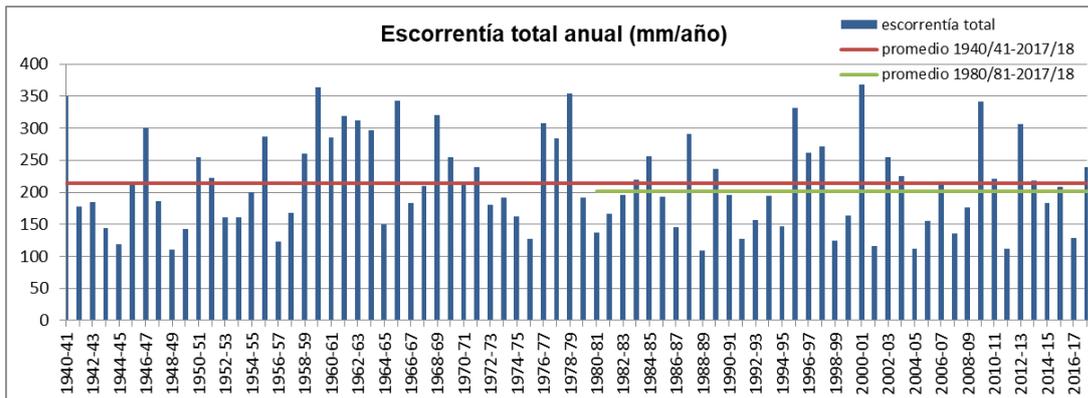


Figura 206. Serie de precipitación anual en la Península y Baleares

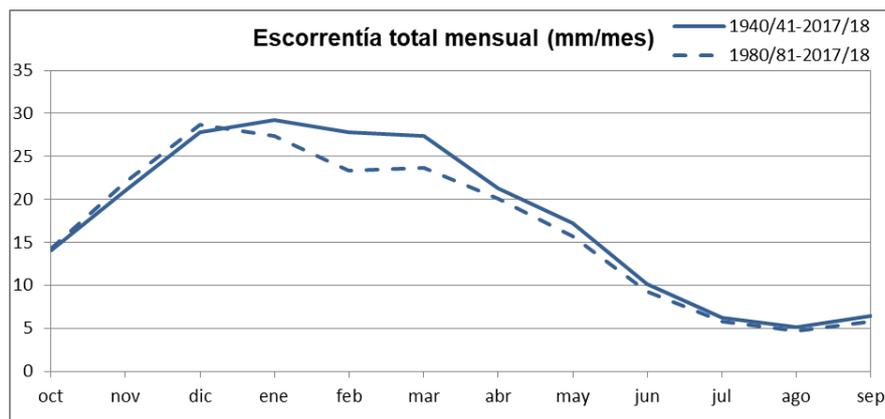


Figura 207. Serie de promedios mensuales de escorrentía total en la Península y Baleares, 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18

4.1.10 Aportación total

En la Figura 208 se muestra la distribución espacial de la aportación acumulada anual en la red de drenaje, para el periodo 1940/41-2017/18 y el periodo 1980/81-2017/18, habiéndose representado los tramos fluviales con una aportación superior a 25 hm³/año.

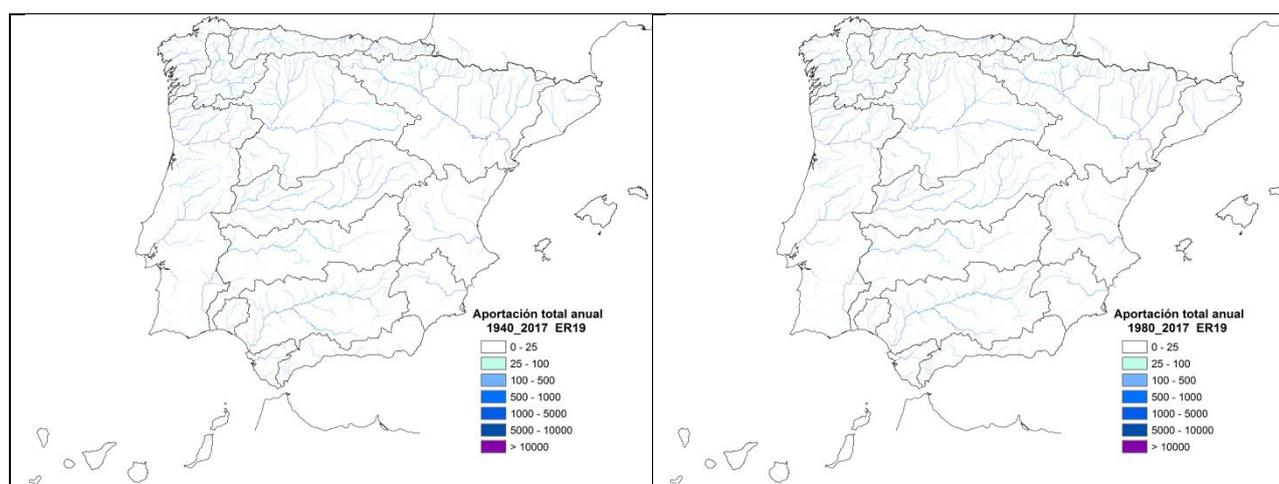


Figura 208. Distribución espacial de la aportación total anual (hm³/año): izquierda 1940/41-2017/18, derecha 1980/81-2017/18

4.2 RESUMEN FINAL POR DH

En la Tabla 8 se muestran los valores medios anuales y en las Tablas 9 a 24, los promedios mensuales de las principales variables hidrológicas, por DH y para las series larga y corta.



Tabla 8. Valores medios anuales de las principales variables hidrológicas por DH

DH	Área (km ²)	PRE (mm/año)	ETP (mm/año)	ETR (mm/año)	HUM (mm/año)	INF (mm/año)	ASB (mm/año)	ASP (mm/año)	AES (mm/año)	APN (hm ³ /año)									
		1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18		
Miño-Sil	17.567	1.222	1.163	727	731	494	489	890	877	288	277	288	277	439	396	727	673	12.771	11.823
Cantábrico Occidental	17.425	1.299	1.264	706	702	510	503	722	709	323	315	323	315	466	445	789	760	13.748	13.243
Cantábrico Oriental	5.812	1.494	1.461	733	733	599	591	958	932	476	461	477	461	419	408	896	870	5.208	5.056
Duero	78.886	595	576	873	885	437	430	484	470	87	82	87	81	70	64	158	145	12.464	11.438
Tajo	55.784	629	590	1.061	1.068	457	440	490	453	41	35	41	35	130	115	172	150	9.595	8.368
Guadiana	55.498	522	498	1.135	1.142	443	428	456	425	12	11	12	11	67	58	79	69	4.384	3.829
Guadalquivir	57.196	581	561	1.176	1.188	449	439	458	436	58	53	58	53	74	68	132	121	7.550	6.921
Segura	19.025	376	364	1.103	1.111	329	321	159	151	33	31	33	31	13	12	46	43	875	818
Júcar	42.756	509	497	967	974	434	425	347	335	58	55	57	55	18	17	75	72	3.207	3.078
Ebro	85.634	621	607	872	879	433	425	340	328	96	93	95	93	92	88	187	181	16.014	15.500
Galicia Costa	12.990	1.523	1.516	687	693	597	601	1.577	1.576	349	348	349	348	579	569	929	917	12.068	11.912
Tinto, Odiel y Piedras	4.769	679	669	1.169	1.159	507	504	724	710	25	24	25	24	146	141	171	165	815	787
Guadalete y Barbate	5.961	761	724	1.207	1.217	554	540	871	809	51	45	50	45	156	139	206	184	1.228	1.097
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	1.7918	547	528	1.067	1.082	381	370	405	383	51	48	51	48	115	109	166	157	2.974	2.813
Distrito Cuenca Fluvial de Cataluña	1.6441	717	693	843	860	541	534	585	544	74	68	73	67	102	91	176	158	2.894	2.598
Islas Baleares	4.990	584	565	921	942	459	452	633	589	90	82	90	82	36	31	130	117	649	584
Península y Baleares	49.8652	665	643	970	979	451	441	496	476	91	87	91	87	123	114	214	201	106.712	100.229
Gran Canaria*	1.558	288	270	1.259	1.268														
Fuerteventura*	1.653	128	123	1.358	1.339														
Lanzarote*	862	139	138	1.309	1.259														
Tenerife*	2.033	391	366	1.177	1.161														
La Palma*	707	681	650	1.099	1.049														
Gomera*	368	391	361	1.126	1.112														
Hierro*	268	382	379	1.183	1.105														
Ceuta	20	662	694	1.045	1.035														
Melilla	14	360	370	1.231	1.197														
España	506.135	660	638	975	983														

* Datos hasta 2015/16

Tabla 9. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Miño-Sil

	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)	
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18
Miño-Sil																		
oct	126,8	139,9	39,8	39,5	35	35	52,1	56,2	23,3	26,2	15,9	16,2	32	37	47,9	53,3	841	936
nov	146,2	142,6	20,5	20,3	20	19,7	91,6	93,6	33,1	32,7	21,3	21,5	53	52,3	74,3	73,8	1.305	1.296
dic	161,9	158	14,6	14,7	14	14,2	115,6	115,8	39,8	40,6	27,1	27,1	77,3	76,5	104,4	103,6	1.834	1.820
ene	156,2	138	16,1	16,2	15,3	15,5	125,8	123,9	42,1	39,1	31,6	30,9	80,3	68,5	111,9	99,5	1.966	1.748
feb	134,9	114,6	26,3	26,7	24,9	25,3	125,4	123,6	38,6	36	33,2	31,9	68,4	50,5	101,6	82,5	1.785	1.449
mar	120,2	101,1	44,3	45,4	41,5	42,1	117	113	35,9	30,9	33,1	30,7	59,7	46,1	92,9	76,9	1.632	1.351
abr	96,9	102,9	64,6	64,5	58,5	58,1	101,3	99,3	27,9	28,8	31,3	29,7	32,3	33,6	63,6	63,4	1.117	1.114
may	93,8	88,8	84	84,5	71,9	72	80,6	78	23,4	21,8	28,7	27,4	22,3	18,8	51	46,2	896	812
jun	55,5	49,6	112,2	112,7	78,4	76,5	43,5	39,4	9,6	7,9	23,1	21,7	5,4	4,2	28,6	25,9	502	455
jul	28,6	28,8	125,4	125,2	54,5	52	14,2	13,4	2,5	2,2	17	16	0,9	0,6	17,9	16,6	314	292
ago	33,5	31,5	107,5	108,5	36,8	35,5	7,4	6,3	2,6	2,3	13,1	12,4	0,9	0,8	13,9	13,2	244	232
sep	67,4	66,8	71,7	72,4	43,6	42,7	15,4	14,6	8,8	8,9	12,2	11,7	7	6,9	19,2	18,6	337	327

Tabla 10. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Cantábrico Occidental

	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)	
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18
Cantábrico Occidental																		
oct	122,7	121,4	41,7	41,5	36,8	36	46,4	44,2	25,9	24,8	17,1	15,7	36,1	36,3	53,3	52	929	906
nov	156,6	157,9	23,4	23,1	22,7	22,4	75,3	74,3	39,5	40,3	25,4	24,6	64,2	64,2	89,6	88,9	1.561	1.549
dic	151,5	140,4	16,8	16,9	16,1	16,2	90,1	88,4	41,5	39,5	32,4	31,6	73,1	66,4	105,6	98,1	1.840	1.709
ene	142,8	133,8	18,6	18,7	17,7	17,9	95,4	93,8	42,2	40,9	36,3	35,2	71,1	65,1	107,4	100,3	1.871	1.748
feb	124,4	129	28,4	28,4	26,4	26,7	93,3	92,9	37,3	39,3	37,1	36,9	59,2	59,4	96,3	96,3	1.678	1.678
mar	118,2	115,3	46,2	46,6	42,2	42,5	86,1	85,4	35,8	35,8	36,4	36,7	54,4	51	90,8	87,7	1.582	1.528
abr	119,4	122,7	64,6	64,7	56,8	56,6	75,8	75,3	33,8	33,6	35,4	35,4	43,6	46,1	79,1	81,5	1.378	1.420
may	106,9	101	83,3	82,8	68,7	68,1	60,4	59,3	26,2	24,3	32,5	31,8	30,8	27,1	63,3	58,9	1.103	1.026
jun	71	68,3	101,9	101	68,6	67,5	39	37,9	13,3	12,3	25,9	24,9	11,9	10,8	37,8	35,7	659	622
jul	48,3	48,4	112,1	110,1	56,3	56,2	21,2	20,9	6,2	6	18,2	17,4	3,9	3,3	22,1	20,7	385	361
ago	58,6	55,1	97,8	97,1	49,8	47,3	16,8	16,2	8	7,4	13,5	12,9	5,1	5	18,7	18	326	314
sep	78,5	71,2	71,2	70,8	47,6	46	22,3	20,3	13,1	11,2	12,9	11,9	12,2	9,8	25,1	21,7	437	378



Tabla 11. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Cantábrico Oriental

	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)		
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	
Cantábrico Oriental																			
oct	135	128,3	45,3	45,5	42,3	41,7	62,2	56,2	34,7	31,9	29,1	27	29,7	27,5	58,8	54,5	342	317	
nov	180,3	183,8	24,5	24,5	24,3	24,2	100,7	97,9	58,6	59,1	36,9	35,2	58,8	58,7	95,7	93,9	556	546	
dic	169,2	156,8	16,8	17,1	16,8	17	119	115,9	63,8	59,5	44,7	42,9	69,7	61,8	114,4	104,8	665	609	
ene	166,3	165,7	18,1	18,2	18	18,2	125,6	124	66,6	65,5	49,8	47,8	73,9	73,2	123,7	121,1	719	704	
feb	140,2	146,4	28,2	28,3	28	28,1	123,4	123,2	57,9	60	51,2	50,2	55,2	58,6	106,5	108,8	619	632	
mar	127,8	133,7	47,4	47,4	46,2	46,3	113,9	113,9	51,2	52,6	50	49,6	42,5	45,5	92,6	95,2	538	553	
abr	138,9	137,9	66,8	67,5	63,8	64,5	100,6	100	48,9	48,1	48,4	48,1	39,6	39,3	88,1	87,4	512	508	
may	117,5	109,7	91,2	91,2	82,6	82,3	77,5	75,4	35,3	32,2	45,1	44	22,5	19,6	67,6	63,7	393	370	
jun	80	76,5	106,9	106,8	83,2	82,1	49,4	47,1	17,5	16	38,3	36,9	7,4	6,7	45,7	43,7	266	254	
jul	62,8	63,2	115,7	114,6	71,4	70,4	27,9	27	9,1	9,2	30,9	29,8	3,7	3,6	34,6	33,5	201	195	
ago	79,7	72,7	99,8	99,6	64	59,6	24,2	22,5	12,8	11,2	26,6	25,4	6,5	6,3	33,1	31,8	192	185	
sep	96,7	86,3	72,3	72,2	58,4	56,7	33,5	29	19,1	15,5	25,9	24,2	9,8	7,5	35,7	31,7	207	184	

Tabla 12. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Duero

	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)		
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	
Duero																			
oct	62,5	68,2	47,3	47,7	33,9	35,8	17,6	19,8	6,8	7,4	4,2	4,1	5,6	6,3	9,8	10,4	773	820	
nov	66,2	66,3	24,3	24,3	22,1	22,4	43,6	45,8	9	9,2	6,1	6,2	8,1	8,1	14,2	14,4	1.120	1.136	
dic	64,8	65,2	15,6	16,1	14,7	15	68,3	70,9	10	11,1	7,8	8,2	8,5	9,5	16,4	17,7	1.294	1.396	
ene	62,8	57,3	16,8	17,2	15,8	16,2	86,1	86,6	11,2	10,7	9,1	9,3	8,5	7,8	17,6	17,1	1.388	1.349	
feb	53,7	46,4	28,6	29,3	27	27,4	90,8	87,7	12,3	9,6	10,2	9,3	9,6	6,4	19,8	15,7	1.562	1.239	
mar	51,6	43	49,8	51,5	45,3	45,5	79	70,8	13,3	10,8	11	9,4	13,4	11,2	24,4	20,6	1.925	1.625	
abr	56	58,7	72,7	73,2	63,2	62,9	58,4	53,2	10,2	9,8	10,8	9,6	8,7	7,7	19,5	17,4	1.538	1.373	
may	60,3	60,8	103	104	76,7	76,1	31	27,6	8,1	7,6	9,6	8,8	5,6	4,5	15,2	13,3	1.199	1.049	
jun	40,2	35,6	136	139	61	54,7	6,8	5,5	2,7	2,4	7,3	6,7	1,1	0,9	8,4	7,5	663	592	
jul	20,6	19,7	157	158	25,8	23,9	0,7	0,5	0,7	0,7	4,8	4,3	0,2	0,1	5	4,5	394	355	
ago	18,6	18,7	135	137	18,3	18,3	0,1	0,1	0,6	0,6	3,3	3	0,1	0,2	3,4	3,1	268	245	
sep	37,6	35,8	87,1	88	32,8	31,6	1,5	1,2	2,3	2,1	2,9	2,6	1,1	1	4	3,6	316	284	

Tabla 13. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Tajo

	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)	
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18
Tajo																		
oct	71,7	75,9	57,7	58,1	39,9	42,1	19,6	20,2	3,1	3,2	2,2	1,9	10,4	10,9	12,7	12,9	708	720
nov	75,8	77,8	30,4	30,4	27	27,3	48,4	50	4,2	4,2	2,8	2,6	15,6	16,4	18,4	19	1.026	1.060
dic	75,2	74	20	20,4	19,1	19,3	75,2	74,9	5,4	5,6	3,4	3,3	21,1	22,6	24,5	25,9	1.367	1.445
ene	67,9	59,2	21,9	22,5	20,7	20,9	90,8	86,6	5,9	4,9	4	3,7	22	19,2	26,1	23	1.456	1.283
feb	62,5	50,6	35,6	36,4	33,5	33,6	93,3	85,3	6,3	4,3	4,5	3,8	20,7	13,8	25,2	17,6	1.406	982
mar	59,7	47,9	60,2	62	52,8	51,7	78,9	66,3	6,5	4,6	4,7	3,8	19,3	13,8	24	17,5	1.339	976
abr	62,3	62,4	87,8	87,5	73,5	70,9	53,2	45,1	4,7	3,9	4,6	3,7	11,1	9,5	15,7	13,1	876	731
may	58,4	57,6	121	121	77,7	73,7	24,1	20,2	3,2	2,9	4,2	3,4	6,8	6	11	9,4	614	524
jun	32,6	27,4	165	167	49,8	42,2	4,8	3,6	0,9	0,7	3,5	3	1,3	1,1	4,8	4,1	268	229
jul	12,5	11,3	191	191	16,6	14,5	0,3	0,2	0,1	0,1	2,8	2,4	0,2	0,1	3	2,5	167	139
ago	12,7	11,9	164	164	12,7	11,8	0,1	0	0,1	0,1	2,3	1,9	0,1	0,1	2,4	2	134	112
sep	37,8	34	107	107	33,9	31,4	1,3	0,6	0,8	0,6	2	1,7	1,8	1,3	3,8	3	212	167

Tabla 14. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Guadiana

	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)	
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18
Guadiana																		
oct	58,8	62,4	64,2	64,2	41,4	43,9	13,6	14,3	0,6	0,6	0,6	0,5	3,6	3,7	4,1	4,2	228	233
nov	62	66,3	34,1	34	29,1	29,3	39,7	43,2	0,9	1,1	0,7	0,7	5,7	7	6,5	7,7	361	427
dic	66,9	66,6	22,3	22,5	21,4	21,5	71	72,3	1,9	2,3	1	1,1	12,2	13,7	13,2	14,8	733	821
ene	58	51	24,2	24,6	23,2	23,2	90,2	86,8	2	1,8	1,2	1,3	13,3	11,4	14,6	12,7	810	705
feb	56	45,9	38,6	39,1	36,2	35,9	94,2	86,7	2,3	1,5	1,4	1,3	13,7	8,6	15,1	9,9	838	549
mar	52,7	43,2	64,2	66,4	55,9	55,1	78,4	65,5	2	1,6	1,5	1,3	10,7	7,6	12,2	8,8	677	488
abr	55,3	56,1	92,8	93,1	76,3	74,4	50,4	41,8	1,5	1,1	1,4	1,2	5,4	4,3	6,9	5,5	383	305
may	44,5	43,6	129	130	75,4	69,7	16,9	13,5	0,7	0,6	1,2	1	1,9	1,6	3,2	2,7	178	150
jun	24,5	20,6	176	179	39,9	32,9	1,2	0,9	0,1	0,1	0,9	0,8	0,2	0,2	1,2	1	67	55
jul	6,2	5,4	198	199	7,3	6,2	0	0	0	0	0,7	0,6	0	0	0,7	0,6	39	33
ago	8,1	7,7	175	175	8,1	7,7	0	0	0	0	0,6	0,5	0	0	0,6	0,5	33	28
sep	29,1	28,9	115	115	28,4	28,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,5	0,5	0,3	0,3	0,9	0,7	50	39



Tabla 15. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Guadalquivir

	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)	
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18
Guadalquivir																		
oct	62,7	64,2	69,1	69,6	42,1	44,1	13,6	13,6	3,6	3,4	1,9	1,8	3,6	3,2	5,5	5	315	286
nov	73,3	82,3	39	39	33	33,9	41,1	46	6,1	7,4	3,6	3,9	6,7	8,6	10,3	12,5	589	715
dic	82,5	83	26	26,5	24,5	24,7	73,1	74,8	10,1	10,9	6	6,7	15,4	18,3	21,4	25	1.224	1.430
ene	70,6	63,2	28,4	29,1	27	27,1	91,7	88,8	10,1	9,1	7,8	7,9	14,2	12,6	22	20,5	1.258	1.173
feb	66,3	56,3	43	43,7	40,1	39,8	93,6	88	10,3	7,9	8,6	7,7	14,2	9,3	22,8	17	1.304	972
mar	64,9	55,2	67,6	69,9	59,4	58,4	78,6	68,4	8,9	7,1	8,7	7,3	11,9	9,7	20,7	17	1.184	972
abr	59,2	59	97,1	97,7	78,3	77	49,2	42,2	5,3	4,4	7,5	6,3	5,2	3,9	12,7	10,2	726	583
may	44,1	42,6	134	135	73,2	68	15,5	12,8	2,5	2,3	5,5	4,7	2,2	1,9	7,7	6,5	440	372
jun	18,6	15,6	180	183	32,4	27	1,3	1	0,3	0,3	3,5	3	0,2	0,2	3,7	3,2	212	183
jul	3,9	3,4	195	197	5,1	4,3	0,1	0	0	0	2	1,8	0	0	2,1	1,8	120	103
ago	6,8	7,4	178	179	6,8	7,4	0	0	0	0,1	1,3	1,1	0	0	1,3	1,1	74	63
sep	28	28,7	118	118	26,9	27,7	0,2	0,2	0,6	0,5	1,1	0,9	0,3	0,3	1,4	1,2	80	69

Tabla 16. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Segura

	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)	
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18
Segura																		
oct	45	38,4	64,1	64,9	32,4	29,2	8,9	7	3,3	2,7	2,1	2	1,5	1,1	3,6	3,1	68	59
nov	38,5	43,4	39,1	39,1	25,6	27,1	17,4	18	3,2	3,8	2,4	2,3	1,2	1,4	3,6	3,7	68	70
dic	38,3	36,1	27,1	27,6	20	20,5	28,3	26,5	4,7	4,7	2,7	2,7	2,3	2,3	5	5	95	95
ene	31	30	30,6	31,5	22,4	21,6	31,1	29,6	3,8	3,6	3	2,9	1,5	1,3	4,5	4,2	86	80
feb	31,1	31,8	44,5	44,9	29,4	29,6	26,7	26,2	4,4	3,9	3,2	3	1,9	1,5	5,1	4,5	97	86
mar	35,9	37,5	67,8	69,1	36,1	36,8	20,9	21	4,5	4,6	3,3	3,2	1,8	2	5,2	5,1	99	97
abr	42,1	34,8	95,7	96,8	43,1	40,1	14,4	12,3	4	2,7	3,3	3,1	1,6	0,7	5	3,8	95	72
may	37	35,3	128	129	40,3	38,5	7,7	6,3	2,6	2,2	3,2	2,9	0,8	0,5	4	3,4	76	65
jun	23	20,8	165	167	27,3	24,3	2,4	1,9	0,7	0,8	2,8	2,6	0,2	0,2	3	2,8	57	53
jul	6,7	5,7	180	181	8,6	7,2	0,4	0,3	0,1	0,1	2,4	2,2	0	0	2,4	2,2	46	42
ago	13,2	13,9	157	157	13,4	13,9	0	0	0,2	0,2	2,1	1,9	0	0	2,1	2	40	38
sep	33,9	36,6	105	104	30,7	32,3	1,1	1,6	1,5	1,8	2	1,9	0,6	0,8	2,6	2,7	49	51

Tabla 17. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Júcar

	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)		
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	
Júcar																			
oct	61,3	57,5	54,7	55,3	35,9	34,7	18,7	17,1	7,3	6,5	4,2	4	2,8	2,6	7,1	6,6	304	282	
nov	50,7	57,7	31,9	31,8	25,1	26,1	36,1	39,1	6,1	7,2	4,7	4,6	2	2,4	6,7	7	286	299	
dic	49,4	45,3	22	22,4	19,6	20,3	54,5	54,1	7,4	6,9	5	4,9	2,9	2,8	7,9	7,7	338	329	
ene	39,7	39,2	24,2	24,8	21,6	21,8	62,6	61,2	6,5	7	5,2	5,1	2,1	2,3	7,3	7,4	312	316	
feb	39,8	37	37,1	37,3	32,4	32	61,7	59,5	6,3	5,1	5,2	5,1	2	1,4	7,2	6,5	308	278	
mar	42,9	41,6	58,8	59,9	46,8	47	50,9	47,5	7	6,3	5,3	5,1	2,1	1,7	7,4	6,8	316	291	
abr	50	50,5	83,3	83,8	58,6	58,6	35,1	32,4	6	5,7	5,4	5,2	1,4	1,2	6,9	6,5	295	278	
may	51,7	49,8	114	114	62,5	60,6	18,1	16,1	5	4,6	5,4	5,1	1,1	1	6,4	6,1	274	261	
jun	36,3	33	146	148	47,6	42,7	4,8	4,2	1,8	1,8	4,9	4,7	0,3	0,4	5,2	5	222	214	
jul	16	13,9	164	165	20	17,6	0,4	0,3	0,3	0,2	4,2	4	0	0	4,3	4	184	171	
ago	24,3	23,3	139	139	23,8	22,7	0,2	0,2	0,6	0,6	3,7	3,5	0,1	0,1	3,8	3,6	162	154	
sep	47,4	48,4	93,6	93,3	39,8	40,4	3,6	3,5	3,3	3,5	3,7	3,5	0,9	1,2	4,6	4,7	197	201	

Tabla 18. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Ebro

	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)		
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	
Ebro																			
oct	59,6	61,6	47,7	48,1	32,1	32,1	16,3	15,7	8,3	8,6	6,5	6,2	7,2	7,7	13,8	13,8	1.182	1.182	
nov	60,7	65,8	24,9	24,8	21,1	21,1	34,6	37,2	9,4	10,4	7,8	7,8	8,9	9,7	16,7	17,5	1.430	1.499	
dic	54,3	50,2	16,3	16,5	14,6	14,6	50,2	49,9	8,3	8,2	8,3	8,4	7,8	7,8	16,2	16,3	1.387	1.396	
ene	49,8	47,4	17,9	18,1	15,9	15,9	59,2	57,4	8,2	8,5	8,4	8,5	8,2	8,6	16,6	17,1	1.422	1.464	
feb	43,9	42,2	29,9	30,1	25,4	25,4	58,2	55,8	8,7	8	8,4	8,4	8,1	7,1	16,4	15,5	1.404	1.327	
mar	49	46,4	51,9	52,7	40,6	40,6	48,7	45,3	11,3	10,6	8,9	8,7	11,9	11	20,8	19,8	1.781	1.696	
abr	61,8	65,3	75	75,5	55,9	55,9	36,3	34,5	11,5	11,9	9,6	9,5	11,8	12	21,5	21,5	1.841	1.841	
may	68,7	66,5	105	106	65,3	65,3	21,8	20	11,4	10,6	9,9	9,6	13,6	12,3	23,5	22	2.012	1.884	
jun	52,7	48,6	135	137	53,8	53,8	7,9	6,7	6,5	5,8	9	8,5	6,8	5,7	15,8	14,2	1.353	1.216	
jul	31,9	31,5	154	155	32,7	32,7	1,9	1,6	2,9	2,8	7,1	6,7	1,8	1,6	9	8,3	771	711	
ago	37,3	34,3	129	130	29,9	29,9	1,2	1,1	3,7	3,3	5,8	5,5	1,8	1,6	7,7	7,1	659	608	
sep	51,3	47,1	85,6	85,9	37,7	37,7	4	2,7	5,5	4,8	5,7	5,3	3,5	3	9,2	8,2	788	702	



Tabla 19. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Galicia Costa

	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)	
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18
Galicia Costa																		
oct	161,1	183,9	41,3	41,3	39,3	39,8	106	111,5	27,4	31,7	16,2	16,7	37,8	47	54,1	63,7	703	827
nov	191,2	196,5	22,5	22,5	22,4	22,4	158,4	161,9	41,4	42,8	23,1	24,3	75,3	81	98,4	105,4	1.278	1.369
dic	197,5	200,5	16,1	16,3	16	16,3	185,2	186,2	49,4	50,6	30,9	32	105,5	109,5	136,4	141,6	1.772	1.839
ene	197,8	186,6	16,9	17,2	16,8	17,1	196,3	195,6	53,2	51	37,6	38,1	116,9	109,3	154,6	147,4	2.008	1.915
feb	159,6	144,4	26,5	27,1	26,4	27	195,2	194,6	46,1	44,6	41,1	40,7	88,3	73,9	129,5	114,7	1.682	1.490
mar	148,1	132,2	43,9	44,9	43,6	44,6	185,9	183,8	41,7	37,9	41,4	40,3	72,1	60,5	113,6	100,8	1.476	1.309
abr	122,3	135,4	62,7	63,4	61,9	62,6	170,6	170,8	34,4	36,9	39,8	38,9	41,4	49	81,2	88	1.055	1.143
may	110,2	108,4	81,2	82	79,1	79,9	147,1	146,4	28,1	27,5	36,5	36,3	26,5	25,4	63,1	61,8	820	803
jun	62,7	59,9	101,7	101,9	92,8	93,2	99,4	97,5	11,5	10,3	30,4	29,9	6,1	5,2	36,5	35,2	474	457
jul	37,4	40,3	109,6	109,5	83	83	49,6	50,5	3,1	3,3	22,3	21,9	1,1	1	23,5	23	305	299
ago	49,9	46,4	96,2	97,1	60,7	61,2	33,9	32	3,5	2,7	16,2	15,8	1,4	0,9	17,6	16,8	229	218
sep	85,7	81,7	68,5	69,7	54,5	53,4	49,1	45,6	9,3	8,8	13,5	13	6,7	6	20,2	19,1	262	248

Tabla 20. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Tinto, Odiel y Piedras

	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)	
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18
Tinto, Odiel y Piedras																		
oct	82,6	88,5	71,9	71,3	49,8	53,9	24,5	26,5	1,6	1,5	1	1	7,4	7,1	8,4	8,1	40	39
nov	91	101	39,9	39,5	35,3	35,2	64,6	71,7	2,8	3,6	1,8	1,9	12,7	16,5	14,5	18,5	69	88
dic	107	114	26,7	26,5	26,1	26,3	109	115	5,3	6,2	3	3,3	30,5	37,6	33,5	40,9	160	195
ene	91,9	80,9	29,3	29,6	28,9	29,1	136	134	4,9	4,6	3,8	3,9	31,4	28,5	35,2	32,4	168	155
feb	76,2	64,6	43,8	43,9	42,6	42,3	139	133	4,3	3,2	3,8	3,5	26,3	20,3	30,2	23,7	144	113
mar	74,3	61,3	66,5	68,1	63,2	63,3	124	111	3,9	2,9	3,6	3	22,2	16,6	25,8	19,6	123	93
abr	63,3	66,9	94	92,5	85,1	82,4	88,8	83,5	1,9	1,8	3	2,5	11,3	10,4	14,4	12,9	69	62
may	42,3	42,5	133	131	93,5	90,1	33,6	32	0,5	0,5	2	1,8	3,5	3,4	5,5	5,2	26	25
jun	15,4	12,6	179	178	45,6	41,9	3,2	2,7	0	0	1,2	1,1	0,1	0,1	1,3	1,2	6	6
jul	2,4	2,9	193	191	5,6	5,5	0,1	0,1	0	0	0,8	0,8	0	0	0,8	0,8	4	4
ago	5,2	6,3	175	172	5,3	6,4	0	0	0	0	0,7	0,6	0	0	0,7	0,6	3	3
sep	27,4	28,8	117	115	26,1	27,9	0,7	0,5	0,1	0,1	0,6	0,6	0,4	0,3	1	0,9	5	4

Tabla 21. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Guadalete y Barbate

	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)	
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18
Guadalete y Barbate																		
oct	82	83,4	74,7	75,1	48,6	51,8	23,5	22,6	3,2	2,9	2,3	2	7,3	6,3	9,6	8,2	57	49
nov	110	120	45,6	45,9	40,3	41,1	70,6	75,5	5,7	6,6	3	2,8	16,4	18,9	19,3	21,7	115	129
dic	127	125	31,6	32	30,7	31,2	124	122	9,3	9,4	4,1	4,1	34	37,4	38,1	41,5	227	247
ene	108	96,9	33,2	34,1	32,7	33,2	157	149	9,4	8,5	5,3	5,2	32,7	28,8	38	34	227	203
feb	93,8	80,9	49	49,7	47,6	47,5	165	154	8,9	6,9	6	5,6	29,6	21,3	35,6	26,9	212	160
mar	86	70,4	71,6	73,7	67,7	67,5	152	134	7,7	5,5	6,4	5,5	23,6	17,4	30	22,9	179	137
abr	63	63,5	105	105	93	91,2	110	96,5	3,8	3,3	6	5,1	8,3	6,4	14,3	11,4	85	68
may	43,2	38,7	136	137	93,2	86,6	54,4	45,1	1,8	1,4	5,1	4,3	3,3	2	8,4	6,4	50	38
jun	13,1	9,5	177	180	54,3	45,1	12,9	9,4	0,2	0,1	4,2	3,5	0,1	0,1	4,3	3,6	26	21
jul	1,4	1,1	195	195	12,5	9,3	1,8	1,2	0	0	3,3	2,8	0	0	3,3	2,8	20	17
ago	4,9	5,1	172	172	6,5	6,1	0,2	0,1	0	0	2,6	2,2	0	0	2,7	2,3	16	14
sep	28,2	29,7	117	117	26,9	28,9	0,7	0,2	0,4	0,3	2,2	1,9	0,4	0,3	2,6	2,1	15	13

Tabla 22. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Cuencas Mediterráneas Andaluzas

	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)	
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18
Cuencas Mediterráneas Andaluzas																		
oct	58,1	56,5	64,9	65,7	35,4	35,8	12,7	12	4	3,7	2,5	2,4	6,8	6	9,3	8,4	167	151
nov	76,2	85,9	40,1	40,3	30,8	31,8	36,6	39,8	6,9	8,1	3,6	3,7	14,4	17,9	18	21,6	323	387
dic	84,2	81,9	28	28,5	23,8	23,8	61,9	61,1	9,7	9,7	5	5,2	24,5	26,5	29,5	31,7	529	568
ene	69	62,6	30,4	31,3	26,4	26,4	74,6	70,7	8,5	7,6	6	5,9	20,5	18,2	26,5	24,2	475	434
feb	63,9	58,5	44	44,7	36,8	36,5	74,4	70,2	8	6,8	6,4	6	19	15,3	25,3	21,3	453	382
mar	61,5	55,1	65	66,8	48,5	47,4	65,1	59,1	7	5,9	6,4	5,8	16,1	13,6	22,5	19,4	403	348
abr	50,8	45,6	91,1	92,3	57,8	54,4	46,2	41,1	4,3	3,4	5,8	5,2	8,3	6,4	14,2	11,6	254	208
may	33,8	31,3	122	123	51,8	48	23,8	20,7	1,7	1,4	4,8	4,2	3,4	2,6	8,2	6,9	147	124
jun	12,7	10,7	160	164	28,7	25	7,3	5,9	0,2	0,2	3,6	3,2	0,3	0,3	4	3,6	72	65
jul	2,9	2,2	165	167	8,8	7,2	1,4	1	0	0	2,8	2,5	0	0	2,8	2,5	50	45
ago	6,3	6,6	153	154	7,3	7,2	0,2	0,1	0,1	0,1	2,2	2	0,1	0,1	2,4	2,2	43	39
sep	27,5	30,7	103	104	24,6	26,9	0,8	1	1	1,3	2	1,9	1,3	1,6	3,3	3,5	59	63



Tabla 23. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Distrito Cuenca Fluvial de Cataluña

Distrito Cuenca Fluvial de Cataluña	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)	
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18
oct	83,4	81,2	47,8	48,6	39,7	40,4	38,8	34	8,1	7,5	5,8	5,1	11,9	10,4	17,8	15,5	293	255
nov	61,3	71,9	26,8	26,9	23,7	24	60,2	61,9	6,4	7,7	6,3	6,1	9,3	11,7	15,6	17,9	256	294
dic	54,8	47	18,7	19,1	17,7	18,1	78,4	75,5	6,7	5,5	6,4	6,2	9,9	8	16,3	14,2	268	233
ene	44,9	46,2	20	20,4	18,8	19,1	87,9	85	5,6	6,1	6,2	6,1	8,5	9,5	14,7	15,5	242	255
feb	42,8	40,3	31,3	31,6	29,3	29,7	87,1	83,7	5,6	4,7	6	5,7	8,2	6,4	14,2	12,1	233	199
mar	55,3	51,7	51,5	52,7	46,3	46,9	78,3	73,1	8,1	7,2	6,5	5,9	11,9	10,2	18,4	16,1	303	265
abr	65	64,3	74,6	75,8	63,1	64,5	62,1	57,3	8	7,3	7	6,4	11,5	9,5	18,5	15,9	304	261
may	74,6	71,6	101	103	75,3	75,1	42,9	37,5	8,2	7,4	7,4	6,7	12	10,4	19,4	17,2	319	283
jun	58,6	53,1	128	131	70	65,7	20,7	16	5,1	4,2	6,8	6,1	6	5	12,8	11,1	210	182
jul	39,1	36,7	142	145	47,7	44,3	7,2	4,6	2,5	2,1	5,3	4,7	2,4	1,7	7,7	6,4	127	105
ago	60,1	55,6	120	123	53	50	6,5	4	3,7	3	4,6	4	4,1	3,2	8,8	7,2	145	118
sep	77,5	73,4	81,9	83,2	56,5	56,3	15,2	11,3	5,6	4,7	4,9	4,2	6,6	5,1	11,5	9,3	189	153

Tabla 24. Valores promedios mensuales de las principales variables hidrológicas en la DH Islas Baleares

Baleares	PRE (mm/año)		ETP (mm/año)		ETR (mm/año)		HUM (mm/año)		INF (mm/año)		ASB (mm/año)		ASP (mm/año)		AES (mm/año)		APN (hm ³ /año)	
	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18	1940/41-2017/18	1980/81-2017/18
oct	88,4	73,1	54,6	55,9	44,2	42,6	34,2	26,3	12,2	8,6	8,7	6,8	5,4	3,3	14,6	10,5	73	52
nov	85,1	89,9	31,4	31,9	29	29,4	68,6	66,2	14,4	14,1	12,3	11	7,1	6,2	20,1	17,9	100	89
dic	71,3	68,6	21,8	22,4	20,9	21,3	98,4	94,7	14,2	13	13,4	12,6	6,4	5,9	20,6	19,2	103	96
ene	59,2	56	24,3	24,9	23,4	23,8	115	109	13,7	12,9	13,5	12,6	5,6	5,1	19,8	18,4	99	92
feb	48,8	49,6	34,7	35,2	33,3	33,5	115	110	11,2	11,1	12,1	11,5	4	4,1	16,7	16,3	83	81
mar	43,8	39,4	54,8	56,1	50,7	51,1	97,8	90,1	7,9	6,1	9,5	8,3	2,7	1,8	12,7	10,5	63	52
abr	45	44	80,1	82,2	67,3	67,3	66,9	59	6,7	6,2	7,6	6,7	2	1,9	10,1	8,9	50	44
may	33,9	35,8	110	112	70,4	67,2	26,8	23,6	3,1	3,4	5,1	4,9	0,8	0,8	6,1	6	30	30
jun	17,4	15,2	139	143	40,6	36	3,1	2,5	0,6	0,4	2,3	2,2	0,1	0,1	2,5	2,4	12	12
jul	6,8	6,4	154	157	9,5	8,6	0,3	0,3	0,1	0,2	0,9	0,8	0	0	1	0,9	5	4
ago	22,9	21,6	129	132	22,1	20,8	0,3	0,3	0,8	0,8	0,9	0,8	0,1	0,1	1,1	1	5	5
sep	60,9	65	87,6	88,3	47,4	50,5	7,4	7,9	5,1	5,6	3,3	3,6	1,4	1,5	5	5,3	25	26

5 CONCLUSIONES

El presente documento describe los trabajos realizados por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX para la Dirección General del Agua, del Ministerio para la Transición Ecológica, para el “Programa por el que se definen las líneas de trabajo que ha de desarrollar el CEDEX para la Dirección General del Agua en relación con la investigación y el desarrollo en recursos hídricos e infraestructuras hidráulicas” suscrito entre la Dirección General del Agua y el CEDEX.

El objeto de los trabajos es la realización de una evaluación actualizada de los recursos hídricos de España en régimen natural para un periodo temporal que comprenda los años hidrológicos 1940/41 a 2017/18, ambos inclusive.

Para ello se ha utilizado el modelo hidrológico de SIMulación Precipitación-Aportación SIMPA desarrollado por el CEDEX. Se trata de un modelo conceptual y cuasi-distribuido que simula el proceso de transformación de precipitación en escorrentía en régimen natural, a escala mensual y en cada una de las celdas en las que se reticula el territorio. Para esta nueva actualización, se ha simulado el ciclo hidrológico en cada una de las aproximadamente 2.000.000 de celdas cuadradas de 500 m de lado en las que se ha reticulado la superficie de España.

Las variables hidrológicas y mapas suministrados corresponden a las siguientes variables: precipitación (PRE), evapotranspiración potencial (ETP), evapotranspiración real (ETR), humedad del suelo (HUM), infiltración (INF), escorrentía superficial (ASP), escorrentía subterránea (ASB) y escorrentía (AES) o aportación total (APN).

Esta nueva evaluación se adapta a un marco de planificación hidrológica en el que hay nueva información disponible, de carácter físico y administrativo, y a la mejora en los medios útiles para el cálculo. Cabe citar entre los cambios más destacados la revisión de la información climática, la mejora en el completado de dichas series, la mejora en los procedimientos de interpolación de variables climáticas como la precipitación y la temperatura, la mejora en el procedimiento combinado de Hargreaves y Penman-Monteith para el cálculo de la evapotranspiración potencial con la incorporación de información complementaria correspondiente a otras redes de observación, la mejora del tratamiento de acumulación y fusión de nieve, el análisis de la calidad de las series de datos de los puntos de contraste y selección para la calibración del modelo, la incorporación de nuevas masas de agua subterránea, la actualización de la información sobre modelos digitales de elevaciones, usos de suelo y la consideración de información de texturas, pendientes y usos de suelo en la parametrización.

El ámbito del trabajo es el territorio de España. No obstante, el ámbito se ha ampliado a zonas limítrofes de Portugal y Francia con objeto de simular en aquellas zonas que vierten agua al territorio español y que por lo tanto le aportan recursos hídricos. En el caso de Canarias, el trabajo se ha centrado en la fase atmosférica (P, T^a y ETP) estando pendiente terminar la simulación del ciclo hidrológico y la obtención del resto de variables hidrológicas.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEMET-IM, 2011. Atlas climático Ibérico para la Península y Baleares. . Agencia Estatal de Meteorología e Instituto de Meteorología de Portugal.



CEDEX

AEMET-IM, 2012. Atlas climático de los archipiélagos de Canarias, Madeira y Azores. Agencia Estatal de Meteorología e Instituto de Meteorología de Portugal.

Álvarez J.; Sánchez, A.; y Quintas, L., 2005. SIMPA, a GRASS based Tool for Hydrological Studies. International Journal of Geoinformatics, 2005, vol. 1, nº 1.

Álvarez-Rodríguez, J., 2011. Estimación de la distribución espacial de la precipitación en zonas montañosas mediante métodos geostatísticos. Tesis (Doctoral), E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM).

Cabezas, F.; Estrada, F.; y Estrela, T., 1999. Algunas contribuciones técnicas del Libro Blanco del Agua en España. Ingeniería Civil, 115, pp. 79-96. Centro de Experimentación de Obras Públicas, CEDEX. Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Fomento.

CE, 1995. Soil Map of the European Communities at 1:1.000.000. The Office for Official Publication for the European Communities. Commission of the European Communities, 1985. Luxemburgo.

CEDEX, 2013a. Evaluación de los recursos hídricos en España. Evaluación de los recursos hídricos en España y mejora de las herramientas. Asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materias de competencia de la Dirección General del Agua (2007-2011). Informe técnico para la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), 2013.

CEDEX, 2013b. Calidad de las series de caudales de la red oficial de estaciones de aforo (ROEA). Modernización y mejora de la red oficial de estaciones de aforo. Asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materias de competencia de la Dirección General del Agua (2007-2011). Informe técnico para la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), 2013.

Chow, V.T.; Maidment, D.; y Mays, L., 1994. Hidrología Aplicada. Editorial Mc Graw Hill. Bogotá, Colombia.

CIEMAT, 2000. Propiedades Edafológicas de los Suelos Españoles. Base de Datos en formato digital. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas.

Estrela, T.; Cabezas, F.; y Estrada, F., 1999. La evaluación de los recursos hídricos en el Libro Blanco del Agua en España. Ingeniería del Agua. 6, pp.: 125-138.

Estrela, T.; y Quintas, L., 1996. El sistema integrado de modelización precipitación-aportación SIMPA. Ingeniería Civil, 104, pp. 43-52. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).

FAO, 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO riego y drenaje 56.

IGME, 2006. Mapa Litoestratigráfico y de Permeabilidad de España. 1:200.000. Instituto Geológico y Minero de España, IGME. Ministerio de Economía y Competitividad. Dirección General del Agua. Secretaría General Técnica del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.



IGN, 2004. CORINE Land Cover. Proyecto I&CLC2000, España. Instituto Geográfico Nacional, IGN, Ministerio de Fomento. Madrid.

IGN, 2014. Mapa topográfico Nacional 1:25.000. Instituto Geográfico Nacional.

MAGRAMA, 2000a. Plan Hidrológico Nacional. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid.

MAGRAMA, 2000b. Libro Blanco del Agua en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid. 637 pp.

MARM, 2008. Instrucción de Planificación Hidrológica. Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre. BOE 229 22/09/2008.

Quintas, L., 1996. La base de datos hidrológicos HIDRO del CEDEX. Revista de Ingeniería Civil, nº 104, pp.: 117-126. CEDEX. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Ministerio de Fomento, Madrid

Témez, J.R., 1977. Modelo matemático de transformación precipitación-aportación. ASINEL.

Thornthwaite y Mather (1957). Instructions and Tables for Computing Potential Evapotranspiration and the Water Balance. Publ. in Climatology, vol.10, no.3, C.W. Thornthwaite & Associates, Centerton, New Jersey.



7 ANEJO

7.1 RESUMEN DEL CONTRASTE POR DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS INTERCOMUNITARIAS

7.1.1 Miño-Sil

Tabla 25. Resumen del contraste en la DH Miño-Sil

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
21791	16,12	0,55	2,51	14,54	659	255	Fiable y Representativo
01646	8,19	0,76	0,55	0,7	81	59	Fiable y Representativo
01836	5,41	0,63	0,47	0,42	45	40	Fiable
01715	15,06	0,32	1,52	4,29	92	111	Fiable
01722	-16,55	0,55	3	17,93	165	182	Fiable
01723	2,62	0,36	2,84	16,2	89	217	Fiable
01725	-16,93	0,6	1,63	6,8	70	120	Fiable
01729	-13,72	0,73	1,72	6,68	78	111	Fiable
21781	-23,87	0,72	0,86	1,54	415	47	Fiable
01724	1,95	0,64	4,89	54,3	493	495	Fiable y Representativo
21790	-11,7	0,8	2,1	9,52	684	128	Fiable y Representativo
01754	-6,68	0,61	5,81	82,53	563	350	Fiable y Representativo
01753	-14,63	0,65	4,34	50,94	87	370	Fiable
01763	-16,27	0,56	0,48	0,42	94	36	Fiable
01831	4,82	0,75	1,93	10,8	48	288	Fiable y Representativo
01805	20,52	0,47	4,79	62,44	369	689	Fiable
21807	-17,94	0,72	1,89	8,44	506	152	Fiable y Representativo
01603	5,47	0,84	0,6	0,64	86	95	Fiable
01834	-6,94	0,83	0,76	1,05	48	113	Fiable y Representativo
01806	-2,31	0,27	0,84	1,24	81	59	Fiable
01617	0,89	0,81	2,45	11,94	467	309	Fiable y Representativo
01619	-16,92	0,79	7,11	123,84	530	823	Fiable y Representativo
01620	11,24	0,81	1,4	3,83	92	192	Fiable
01622	-15,06	0,8	16,98	677,47	83	2192	Fiable
01621	2,55	0,82	14,36	415,91	781	2285	Fiable y Representativo
01626	2,73	0,65	1,41	4,98	464	130	Fiable y Representativo
01638	-13,87	0,78	1,26	3,8	91	135	Fiable
01625	12,87	0,63	1,73	6,05	81	159	Fiable
21627	-0,69	0,84	27,5	1534,08	627	4321	Fiable y Representativo
01824	-17,96	0,78	1,29	4,01	47	168	Fiable
01645	-37,92	0,62	7,22	138,39	530	280	Fiable y Representativo

7.1.2 Cantábrico Occidental

Tabla 26. Resumen del contraste en la DH Cantábrico Occidental

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
01404	-10,47	0,27	5,3	50,46	480	304	Fiable y Representativo
01353	3,44	0,45	6,59	88,24	849	532	Fiable y Representativo
01303	-10,09	0,83	2,56	15,58	527	376	Fiable y Representativo
01268	4,69	0,61	5,2	58,08	530	638	Fiable y Representativo
61054	3	0,63	38,23	2966,76	672	4703	Fiable y Representativo
21356	12,61	0,59	9,66	225,73	540	1210	Fiable y Representativo
01378	-15,31	0,72	1,43	5	476	204	Fiable
01369	-17,14	0,57	8,83	165,54	406	918	Fiable y Representativo
01365	-5,29	0,57	3,71	26,9	468	359	Fiable y Representativo
01363	-15,93	0,48	2,46	12,76	334	228	Fiable
01398	11,16	0,53	0,79	2,75	482	82	Fiable
01414	13,04	0,65	1	2,49	418	134	Fiable
01427	1,54	0,68	6,67	122,25	879	719	Fiable y Representativo
21406	12,64	0,54	21,7	990,49	738	1768	Fiable y Representativo
01215	20,44	0,81	2,8	13,83	464	357	Fiable y Representativo
01335	-2,38	0,54	4,63	49,17	524	333	Fiable y Representativo
01402	-0,19	0,34	1,66	5,25	242	97	Fiable

7.1.3 Cantábrico Oriental

Tabla 27. Resumen del contraste en la DH Cantábrico Oriental

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
01110	5,08	0,83	0,56	0,58	169	55	Fiable y Representativo
01105	5,13	0,79	2,93	19,3	535	217	Fiable y Representativo
01106	4,27	0,82	6,75	91,47	510	669	Fiable y Representativo
01107	7,33	0,71	0,45	0,46	419	38	Fiable
01125	-9,56	0,87	0,65	0,91	144	91	Fiable y Representativo
01119	9,16	0,88	1,65	4,63	220	276	Fiable y Representativo
01121	9,87	0,87	3,14	13,53	232	454	Fiable y Representativo
01124	-14,43	0,6	1,43	3,29	273	96	Fiable
01111	10,06	0,62	0,77	1,14	140	49	Fiable
01120	20,4	0,82	0,09	0,01	151	15	Fiable
01112	7,65	0,9	5,04	37,51	177	776	Fiable y Representativo
01123	15,75	0,77	0,03	0	336	5	Fiable
01128	16,8	0,85	0,21	0,06	156	28	Fiable y Representativo
01117	12,77	0,89	0,02	0	189	3	Fiable
01113	18,43	0,83	2,58	8,55	240	328	Fiable y Representativo
01115	-9,64	0,83	0,23	0,12	276	28	Fiable
01114	11,22	0,8	1,02	2,48	230	123	Fiable y Representativo



7.1.4 Duero

Tabla 28. Resumen del contraste en la DH Duero

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
62056	-8,63	0,54	6,65	110,02	312	5212	Fiable y Representativo
02005	-7,04	0,55	2,35	16,57	787	896	Fiable y Representativo
22036	3,74	0,65	1,05	3,81	767	761	Fiable y Representativo
02012	-4,76	0,53	0,84	1,43	545	464	Fiable
22037	6,3	0,56	1,31	3,86	838	805	Fiable y Representativo
02016	-33,39	0,52	1,54	6,34	816	285	Fiable y Representativo
02057	-5,92	0,54	0,65	1,25	492	198	Fiable y Representativo
02050	-18,2	0,5	1,57	5,9	753	251	Fiable y Representativo
02090	-30,75	0,64	3,07	31,44	272	346	Fiable y Representativo
22042	20,16	0,6	1,53	8,47	237	855	Fiable
02054	15,47	0,69	43,73	4891,21	879	36602	Fiable y Representativo
02548	-10,5	0,77	0,99	2,19	24	3227	Fiable y Representativo
02085	-32,97	0,46	9,98	224,4	622	766	Fiable y Representativo
42004	-12,79	0,75	114,43	28800,21	552	72187	Fiable y Representativo
02046	-2,51	0,57	1,88	13,33	706	762	Fiable y Representativo
22014	-18,27	0,4	3,26	24,22	855	230	Fiable y Representativo
02818	-3,3	0,71	4,85	66,18	512	664	Fiable y Representativo
02080	-9,74	0,28	6,14	77,69	312	429	Fiable y Representativo
22026	-15,68	0,32	6,67	95,16	769	494	Fiable y Representativo
02083	-14,8	0,5	4,1	36,43	255	407	Fiable
02076	-6,82	0,37	5,68	65,54	456	487	Fiable y Representativo
02089	-16,07	0,45	2,3	13,17	864	286	Fiable y Representativo
02126	-0,61	0,47	1,05	3,36	192	1334	Fiable
22032	-8,75	0,57	8,06	131,94	324	592	Fiable y Representativo
22001	-0,19	0,65	2,45	19,38	827	546	Fiable y Representativo
42029	-6,29	0,67	58,08	7085,88	552	16037	Fiable y Representativo
02034	7,81	0,56	0,53	0,62	264	42	Fiable y Representativo
02041	3,08	0,69	0,48	0,83	697	315	Fiable y Representativo
02124	6,36	-0,12	0,82	2,12	516	936	Fiable y Representativo
22013	-7,75	0,41	2,61	14,81	683	220	Fiable y Representativo
02026	14,68	0,84	1,47	5,99	180	647	Fiable y Representativo
02049	-17,39	0,76	0,32	0,26	643	272	Fiable y Representativo
02030	1,87	0,73	5,44	68,22	900	1211	Fiable y Representativo
22011	-18,89	0,38	1,14	7,23	851	106	Fiable
02125	-22,04	0,66	0,86	2,42	447	287	Fiable y Representativo
02028	-7,76	0,64	1,97	11,76	660	357	Fiable
02104	4,82	0,63	1,96	9,16	96	370	Fiable y Representativo
62043	-9,98	0,74	24,9	1429	540	14291	Fiable y Representativo

7.1.5 Tajo

Tabla 29. Resumen del contraste en la DH Tajo

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
63183	23,51	0,25	10,68	469,24	227	3114	Fiable y Representativo
43115	28,87	0,37	11,89	568,11	372	4005	Fiable y Representativo
63001	-28,08	0,38	2,46	20,53	792	405	Fiable y Representativo
43112	23,36	0,41	10,02	343,84	372	1925	Fiable y Representativo
63180	-7,72	0,54	3,11	31,51	252	634	Fiable y Representativo
43111	-0,19	0,55	6,77	119,35	852	1049	Fiable y Representativo
43201	8,41	-0,03	1,3	5,12	344	364	Fiable y Representativo
43043	-0,58	0,51	6,55	141,38	635	3313	Fiable y Representativo
63041	-22,48	0,29	2,32	16,12	366	577	Fiable
43006	6,21	0,62	5,76	101,6	689	3790	Fiable y Representativo
63005	-5,48	0,71	5,71	92,19	840	3216	Fiable y Representativo
63030	20,79	-1,53	0,93	2,21	372	942	Fiable y Representativo
63268	-13,74	0,39	0,38	0,4	372	190	Fiable
43287	-18,21	0,71	1,09	2,58	355	366	Fiable y Representativo
63062	0,73	0,66	4,76	55,53	308	3968	Fiable y Representativo
63193	-12,89	0,5	0,29	0,24	202	260	Fiable
63061	-5,4	0,71	4,38	48,37	309	2596	Fiable y Representativo
63067	-0,12	0,54	2,01	14,61	323	523	Fiable
63231	22,36	0,49	4,9	68,17	286	701	Fiable
63159	-0,4	0,6	1,97	8,88	368	436	Fiable
43196	-9,65	0,35	2,17	11,41	372	251	Fiable
63060	17,4	0,4	0,94	2,56	252	1034	Fiable y Representativo
63254	-16,04	0,46	0,32	0,18	386	211	Fiable
63082	57,74	-1,81	1,71	7,09	306	2073	Fiable y Representativo
43068	3,15	0,67	1,86	8,8	300	475	Fiable
43157	19,21	0,47	0,99	3,15	522	220	Fiable
63080	75,07	0	1,08	1,79	371	662	Fiable y Representativo
43190	-11,2	0,47	0,19	0,1	369	18	Fiable
43191	22,98	-0,03	0,15	0,05	489	10	Fiable y Representativo
63175	-2,28	0,77	16,94	800,11	636	11528	Fiable y Representativo
23069	-1,88	0,58	1,47	5,81	836	239	Fiable y Representativo
43189	5,36	0,26	0,22	0,11	489	18	Fiable
43050	13,47	0,53	2,93	19,14	748	381	Fiable y Representativo
63054	-0,64	0,45	1,14	4,64	312	241	Fiable y Representativo
43156	-3,06	0,41	5,28	74,45	479	927	Fiable y Representativo
43195	-1,86	0,36	4,14	49,39	371	730	Fiable
43155	-8,26	0,4	4,09	45,94	371	678	Fiable
43154	-11,5	0,37	2,95	23,22	371	402	Fiable



EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN RÉGIMEN NATURAL EN ESPAÑA (1940/41 – 2017/18)

CEDEX

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
63051	0,16	0,53	8,99	224,99	372	2466	Fiable y Representativo
43143	10,01	0,74	13,92	524,9	372	2449	Fiable y Representativo
43148	8,64	0,73	2,18	16,68	643	333	Fiable y Representativo
63218	-19,7	0,64	1,17	4,01	461	101	Fiable
63240	-10,96	0,21	1,42	3,56	372	102	Fiable
63200	-8,99	0,06	2,74	16,61	362	238	Fiable y Representativo
63236	9,3	0,59	1,1	4,74	413	76	Fiable
63235	2,63	0,72	1,09	2,87	421	109	Fiable y Representativo
63182	18,44	0,6	1,95	13,75	503	372	Fiable y Representativo
43128	-6,1	0,87	19,71	1069,91	852	4464	Fiable y Representativo
43145	5,44	0,82	3,05	26,73	288	375	Fiable y Representativo
63281	-15,84	0,59	0,62	0,91	275	151	Fiable
63245	-1,54	0,76	0,35	0,41	428	52	Fiable
43142	5,89	0,79	11,53	356,9	657	1849	Fiable y Representativo
43127	19,51	0,74	9,17	311,38	347	1740	Fiable y Representativo
63211	-10,25	0,48	0,37	0,48	335	139	Fiable
63212	-9,16	0,66	0,67	1,48	309	434	Fiable y Representativo
63161	56,32	0,25	5,59	122,66	319	789	Fiable y Representativo
63028	-2	0,81	22,06	1576,4	636	5406	Fiable y Representativo
63261	11,86	0,73	0,79	2,43	317	400	Fiable y Representativo
63234	-7,04	0,7	2,56	21,89	408	225	Fiable
63184	13,06	0,8	16,59	898,74	320	4053	Fiable y Representativo
63285	-11,86	0,85	120,84	37464,35	636	58799	Fiable y Representativo
63278	6,16	0,17	0,6	2,9	297	167	Fiable y Representativo
63147	-21,76	0,73	5,55	54,1	354	665	Fiable y Representativo
63238	-10,55	0,67	2,57	16,7	332	387	Fiable y Representativo
63163	34,87	0,66	4,73	72,64	455	1016	Fiable y Representativo
63222	21,72	0,59	0,74	2,32	446	190	Fiable y Representativo
63169	-10,12	0,6	4,34	135,56	372	1975	Fiable y Representativo
43264	-15,61	0,63	0,38	0,58	354	134	Fiable y Representativo
63283	4,58	0,59	0,77	1,67	314	54	Fiable
43160	21,54	0,47	1,97	11,54	258	182	Fiable
63162	8,78	0,35	2,69	29,33	299	386	Fiable y Representativo
63221	3,44	0,16	1,92	13,21	447	266	Fiable y Representativo
63244	-8,9	0,66	0,5	0,74	287	139	Fiable y Representativo
63279	-36,23	0,56	0,73	3,56	264	286	Fiable y Representativo
63220	7,14	0,54	1,08	17,08	463	459	Fiable y Representativo

7.1.6 Guadiana

Tabla 30. Resumen del contraste en la DH Guadiana

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
04251	-7,58	0,27	0,53	0,9	537	42	Fiable y Representativo
04160	4,24	-0,54	0,36	0,48	652	49	Fiable y Representativo
44011	-19,14	0,81	2,21	19,89	312	2522	Fiable y Representativo
04256	-15,34	0,39	0,42	2,25	74	114	Fiable
04157	6,35	0,71	0,35	0,43	250	65	Fiable y Representativo
04156	-6,61	0,33	0,39	0,46	439	39	Fiable
44020	6,84	0,42	0,1	0,05	276	19	Fiable
04172	-27,38	0,68	0,88	6,14	379	250	Fiable y Representativo
44015	15,23	0,53	2,09	30,19	348	1031	Fiable y Representativo
04213	-11,87	0,61	2,05	20,79	157	339	Fiable
44050	10,49	0,54	0,44	1,52	288	542	Fiable y Representativo
04201	16,25	0,21	0,98	2,51	799	1122	Fiable y Representativo
04204	-3,88	0,4	0,91	1,97	405	936	Fiable y Representativo
44006	-12,17	0,83	10,58	521,46	636	7662	Fiable y Representativo
44001	-57,56	0,29	1,64	6,13	684	942	Fiable y Representativo
44041	-10,77	0,77	0,41	1,12	288	545	Fiable y Representativo
44045	35,55	0,01	1,45	17,3	288	1749	Fiable y Representativo
44004	16,55	0,47	24,26	2375,16	636	24717	Fiable y Representativo
04108	-25,03	0,76	0,62	2,44	287	713	Fiable y Representativo
44007	42,93	-0,08	2,59	29,98	492	736	Fiable y Representativo
44002	28,28	0,64	16,51	1238,27	780	22900	Fiable y Representativo
04212	4,3	0,77	1,17	6,65	371	257	Fiable y Representativo
04206	-52,38	0,12	0,16	0,12	502	93	Fiable y Representativo

7.1.7 Guadalquivir

Tabla 31. Resumen del contraste en la DH Guadalquivir

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
25060	44,26	0,27	0,47	0,65	264	159	Fiable y Representativo
25029	1,59	0,8	0,81	2,17	575	161	Fiable y Representativo
65121	-0,82	0,83	10,24	429,16	552	8138	Fiable y Representativo
25012	33,39	0,79	3,39	62,45	636	1665	Fiable y Representativo
25055	9,44	0,89	0,65	1,97	283	235	Fiable y Representativo
25017	9,09	0,87	0,63	2,19	544	303	Fiable y Representativo
25062	3,28	0,85	2,17	24,21	857	1204	Fiable y Representativo
25014	38,27	0,68	1,46	13,4	857	528	Fiable y Representativo
65016	-8,39	0,79	4,37	77,09	552	2405	Fiable y Representativo
25022	9,81	0,79	0,77	4,39	809	443	Fiable y Representativo
25058	-3,99	0,87	0,68	2,57	271	228	Fiable y Representativo



COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
65998	5,32	0,79	75,92	26965,06	552	56392	Fiable y Representativo
25011	26,51	0,85	1,94	14,43	808	1138	Fiable y Representativo
25016	46,92	0,55	1,49	11,86	543	412	Fiable y Representativo
05128	9,97	0,68	0,34	0,7	248	131	Fiable y Representativo
25056	27,51	0,73	1,47	14,07	283	474	Fiable y Representativo
25052	5,89	0,86	1,07	7,36	285	656	Fiable y Representativo
45007	-3,14	0,53	4,76	78,8	552	2245	Fiable y Representativo
25006	0,89	0,7	1,15	7,78	575	560	Fiable y Representativo
25005	19,73	0,78	1,27	8,07	797	580	Fiable y Representativo
25049	27,73	0,86	1,94	14,59	318	799	Fiable y Representativo
25004	5,28	0,83	1,51	14,66	737	1366	Fiable y Representativo
25044	-22,21	0,51	0,11	0,09	318	68	Fiable
25018	39,67	0,76	1,95	14,32	546	1224	Fiable y Representativo
25037	11,81	0,81	0,7	2,69	454	429	Fiable y Representativo
25001	10,99	0,84	2,13	13,77	851	561	Fiable y Representativo
25047	13,98	0,8	0,18	0,18	317	48	Fiable y Representativo
25021	-0,54	0,52	0,61	1,4	731	280	Fiable y Representativo
05095	-0,15	0,59	0,47	0,74	262	269	Fiable y Representativo
25038	1,99	0,38	0,33	0,38	467	101	Fiable y Representativo
25048	-5,63	-0,07	1,36	4,09	324	178	Fiable
25071	-48,3	0,5	1,19	3,62	173	98	Fiable y Representativo
25139	17,34	0,88	1,17	5,34	92	408	Fiable y Representativo

7.1.8 Segura

Tabla 32, Resumen del contraste en la DH Segura

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
67063	-9,15	0,51	6,55	83,29	780	9713	Fiable y Representativo
67030	-4,6	0,19	8,13	162,26	780	14362	Fiable y Representativo
67016	-6,87	0,68	5,52	64,97	780	8003	Fiable
67024	-9,04	0,04	2,38	16,02	600	2401	Fiable y Representativo
67102	0,35	-3,43	0,58	1	780	373	Fiable y Representativo
67001	10,73	0,78	2,41	14,57	780	1209	Fiable y Representativo
67006	-6,1	0,7	5,31	60,53	780	7074	Fiable
67013	7,08	0,68	3,48	27,57	780	2607	Fiable y Representativo
07050	9,36	0,18	1,1	2,33	92	585	Fiable y Representativo
67014	-20,07	-0,32	0,56	0,63	780	507	Fiable y Representativo
67007	-10,43	-0,18	0,48	0,68	780	834	Fiable y Representativo
67003	-8,42	0,64	1,38	4,27	780	776	Fiable
67067	-7,85	0,68	5,61	66,3	780	8022	Fiable
67064	-4,61	0,25	7,72	144,36	780	13452	Fiable

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
67018	-9,68	0,65	6,06	80,64	780	8578	Fiable y Representativo
67017	-9,43	0,65	5,98	78,14	780	8476	Fiable

7.1.9 Júcar

Tabla 33. Resumen del contraste en la DH Júcar

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
48017	344,66	-1,35	3,89	34,46	684	1408	Fiable y Representativo
48021	-13,19	0,66	1,81	9,31	360	2491	Fiable y Representativo
48005	-42,81	0,12	1,96	5,24	465	1429	Fiable y Representativo
08030	22,91	0,12	0,51	0,91	822	660	Fiable y Representativo
28013	38,8	0,16	0,73	0,92	168	1056	Fiable y Representativo
48019	17,53	0,49	0,61	1,01	684	472	Fiable y Representativo
28025	36,62	0,69	0,31	0,22	347	93	Fiable y Representativo
48009	15,47	0,51	3,69	37,27	912	3269	Fiable y Representativo
68112	-23,68	0,27	5,59	48,13	533	4614	Fiable y Representativo
48030	-14,95	0,52	11,7	269,15	912	17010	Fiable y Representativo
68999	-33,43	0,47	0,6	1,48	486	73	Fiable y Representativo
48032	91,89	-0,38	1,03	2,4	912	493	Fiable y Representativo
48033	32,08	-6,16	0,69	3,33	225	792	Fiable y Representativo
68998	2,65	0,32	10,29	261,84	348	20843	Fiable y Representativo
68025	16,83	0	2,47	17,55	266	6143	Fiable y Representativo
48006	86,32	-2,03	1,5	7,26	816	811	Fiable y Representativo
08014	6,9	-0,15	0,31	0,42	611	101	Fiable y Representativo
08090	2,86	0,68	1,55	7,1	779	832	Fiable y Representativo
48014	10,39	0,13	3,09	21,49	576	4207	Fiable y Representativo
08028	12,91	0,31	0,57	0,64	690	486	Fiable y Representativo
08126	7,7	0,3	1,04	3,36	434	275	Fiable y Representativo
48026	-20,44	0,51	7,06	91,14	912	10161	Fiable y Representativo
48016	27,26	-0,54	3,35	25,27	180	4824	Fiable y Representativo
08137	-9,07	0,41	0,18	0,13	549	199	Fiable y Representativo
08091	-10,18	0,63	3,79	64,75	573	1889	Fiable y Representativo
68036	-38,3	0,33	8,61	120,09	912	3795	Fiable y Representativo
48001	-3,72	0,69	4,48	48,45	912	2955	Fiable y Representativo

7.1.10 Ebro

Tabla 34. Resumen del contraste en la DH Ebro

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
69996	-4,43	0,7	53,89	5698,44	552	22741	Fiable y Representativo



EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN RÉGIMEN NATURAL EN ESPAÑA (1940/41 – 2017/18)

CEDEX

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
29841	10,79	0,67	0,36	0,37	371	95	Fiable
09033	13,44	0,72	1,51	4,71	592	772	Fiable y Representativo
09091	4,3	0,75	1,36	4,68	675	505	Fiable y Representativo
09046	-19,77	0,72	0,45	0,56	491	108	Fiable
69089	-7,94	0,64	10,41	224,28	552	3982	Fiable y Representativo
09040	-13,28	0,55	5,47	96	762	630	Fiable y Representativo
09123	-5,46	0,46	9,23	167,57	772	1401	Fiable y Representativo
09195	-11,91	0,81	3,31	20,72	99	425	Fiable
09196	-7,75	0,83	1,67	7,12	312	184	Fiable y Representativo
09051	-9,74	0,56	9,26	174,14	490	811	Fiable y Representativo
09171	-5,13	0,07	1,72	7,85	336	107	Fiable y Representativo
09137	-15,22	0,33	5,8	64,47	633	569	Fiable y Representativo
09136	-5,93	0,48	0,71	1,04	372	79	Fiable y Representativo
29848	-2,09	0,7	6,1	98,32	848	1488	Fiable y Representativo
09047	3,75	0,52	2,3	12,6	643	428	Fiable
09135	-12,82	0,19	0,56	0,84	538	58	Fiable
09061	-0,96	0,63	3,16	19,43	314	355	Fiable y Representativo
09102	-7,08	0,53	10,37	242,19	539	1483	Fiable y Representativo
09069	-0,43	0,82	11,49	311,71	748	1736	Fiable y Representativo
09075	-12,39	0,75	1,02	3,16	804	307	Fiable y Representativo
29817	-28,74	0,29	0,5	0,77	609	670	Fiable y Representativo
09222	-15,52	0,62	0,07	0,01	177	5	Fiable
09165	-22,07	0,56	2,69	22,87	466	318	Fiable y Representativo
09071	21,83	0,74	3,82	29,94	474	799	Fiable y Representativo
69995	-10,38	0,73	37,61	2987,33	552	8518	Fiable y Representativo
09221	-13,32	0,69	0,23	0,12	382	22	Fiable
09151	6,77	0,71	1,18	3	442	57	Fiable
09080	12,06	-0,05	1,11	2,34	747	47	Fiable
09067	-8,14	0,69	2,32	17,22	763	235	Fiable y Representativo
29825	-20,6	0,67	1,02	2,33	416	69	Fiable y Representativo
09065	15,66	0,61	11,84	297,43	604	1590	Fiable y Representativo
09064	1,13	0,66	3,6	30,49	846	400	Fiable y Representativo
29829	4,97	0,67	13,36	348,01	657	2196	Fiable y Representativo
09063	17,26	0,52	5,28	52,57	833	515	Fiable
09170	6,71	0,62	9,7	194,66	393	1481	Fiable
09062	3,39	0,55	1,66	5,21	794	163	Fiable y Representativo
29830	13,8	0,72	1,4	4,32	742	135	Fiable y Representativo
09044	-5,94	0,52	0,79	1,7	818	227	Fiable y Representativo
09197	37,07	0,37	0,86	1,86	440	284	Fiable y Representativo
29809	-22,5	0,43	2,66	14,85	641	240	Fiable y Representativo
09157	-1,45	0,09	1,16	2,99	464	77	Fiable
09158	-12,06	0,37	1,66	5,85	550	192	Fiable
09050	-13,69	0,39	2,41	14,07	798	690	Fiable y Representativo

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
09030	-34,99	0,34	1,49	8,29	687	999	Fiable y Representativo
09189	-30,79	0,36	0,46	0,65	324	210	Fiable y Representativo
09092	-1,44	0,63	6,92	135,21	519	1073	Fiable y Representativo
09093	1,25	0,5	1,87	9,77	661	1046	Fiable y Representativo
09202	-10,56	0,37	0,51	0,51	312	60	Fiable
09203	-6,14	0,35	1,82	6,29	343	146	Fiable
29801	-21,3	0,54	4,07	37,99	814	468	Fiable y Representativo
09021	4,95	0,42	1,51	4,28	785	283	Fiable y Representativo
09020	-7,57	0,53	1,45	4,6	647	180	Fiable y Representativo
09007	11,71	-0,19	1,33	6,75	672	1600	Fiable y Representativo
69027	-10,03	0,7	134,66	35521,34	552	84314	Fiable y Representativo
29868	-12,2	0,55	0,1	0,07	457	60	Fiable
09177	4,83	0,49	0,37	0,91	498	327	Fiable y Representativo
09129	-21,09	0,38	0,06	0,01	515	82	Fiable
09022	-2,44	0,47	4,85	76,88	761	553	Fiable y Representativo
09057	12,59	-1,73	0,2	0,13	790	212	Fiable y Representativo
09008	-12,14	0,27	0,43	0,37	643	740	Fiable
29812	-25,6	0,28	1,08	2,37	609	1472	Fiable y Representativo
09184	-14,26	0,53	0,36	0,36	474	431	Fiable y Representativo
09261	-61,77	0,14	0,45	0,92	311	121	Fiable y Representativo
69087	-26,16	0,55	6,27	86,97	552	10071	Fiable y Representativo

7.2 RESUMEN DEL CONTRASTE POR DEMARCACIONES HIDROGRÁFICAS INTRACOMUNITARIAS

7.2.1 Galicia Costa

Tabla 35. Resumen del contraste en la DH Galicia Costa

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
01441	-6,54	0,86	1,74	6,47	79	181	Fiable y Representativo
01585	-24,68	0,8	2,13	9	81	103	Fiable y Representativo
01438	-20,29	0,57	2,33	14,18	439	193	Fiable y Representativo
01443	-11,4	0,83	1,08	2,79	407	116	Fiable y Representativo
01446	1,46	0,67	1,24	4,22	470	110	Fiable y Representativo
01433	-20,43	0,43	1,72	6,71	504	171	Fiable y Representativo
01464	-7,72	0,75	2,53	19,08	490	247	Fiable y Representativo
01431	-35,09	0,42	1,92	6,85	489	145	Fiable y Representativo
01485	-9,91	0,75	3,01	22,77	480	436	Fiable y Representativo
01520	-5,15	0,84	3,75	31,79	128	559	Fiable y Representativo
01552	-10,05	0,73	5,8	98,01	478	550	Fiable y Representativo
01546	5,54	0,78	2,71	15,59	79	332	Fiable y Representativo
01542	-19,86	0,65	2,15	15,16	485	153	Fiable



COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
01544	-6,85	0,77	4,56	52,95	492	519	Fiable y Representativo

7.2.2 Tinto, Odiel y Piedras

Tabla 36. Resumen del contraste en la DH Tinto, Odiel y Piedras

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
04303	18,76	0,83	0,22	0,28	320	128	Fiable y Representativo
24039	3,57	0,72	9,23	195,33	16	171	Fiable y Representativo
24009	-32,68	0,45	1	4,38	276	207	Fiable y Representativo

7.2.3 Guadalete y Barbate

Tabla 37. Resumen del contraste en la DH Guadalete y Barbate

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
45053	19,95	0,75	1,01	3,87	612	134	Fiable
45023	57,69	0,66	4,47	56,4	576	1342	Fiable y Representativo
45024	24,6	0,75	3,87	59,63	576	666	Fiable y Representativo
45057	-12,1	0,5	2,18	16,88	576	348	Fiable y Representativo
45027	4,72	0,27	0,49	1,16	576	94	Fiable y Representativo
45031	-5,71	0,56	0,12	0,04	576	17	Fiable y Representativo
45999	43,12	0,7	9,36	295,78	576	3223	Fiable y Representativo

7.2.4 Cuencas Mediterráneas Andaluzas

Tabla 38. Resumen del contraste en la DH Cuencas Mediterráneas Andaluzas

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
06054	-2,59	-3,48	0,08	0,02	265	18	Fiable y Representativo
06016	-3,51	0,54	0,09	0,03	609	14	Fiable y Representativo
06047	49,16	0,13	0,77	2,3	276	181	Fiable y Representativo
06013	41,64	0,79	0,33	0,18	48	44	Fiable y Representativo
06070	-12,51	0,45	0,31	0,25	78	247	Fiable y Representativo
06097	31,01	-0,12	0,37	0,36	303	33	Fiable y Representativo
46001	29,5	0,16	1,06	4,65	588	269	Fiable y Representativo
06098	-5	-3,88	0,91	2,41	319	287	Fiable y Representativo
06103	0,56	-0,55	1,19	3,75	183	76	Fiable y Representativo
06001	-21,52	0,85	3,25	31,76	684	557	Fiable y Representativo
06083	-11,8	0,73	0,16	0,12	395	31	Fiable y Representativo

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
46003	-18,78	0,13	1,44	7,32	588	471	Fiable y Representativo
06093	12,49	-0,51	0,61	2,28	472	204	Fiable
06028	38,6	0,74	1,55	10,54	481	223	Fiable y Representativo
06058	9,2	0,64	0,98	5,24	335	158	Fiable y Representativo

7.2.5 Distrito Cuenca Fluvial de Cataluña

Tabla 39. Resumen del contraste en la DH Distrito Fluvial de Cataluña

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
10077	6,45	-0,23	0,69	1,84	405	454	Fiable y Representativo
10040	-8,7	0,6	0,7	1,57	580	118	Fiable y Representativo
10013	8,19	0,5	0,63	1,13	801	135	Fiable y Representativo
30007	11,77	0,75	0,79	1,95	551	185	Fiable y Representativo
10078	-2,59	0,55	1,79	8,31	724	335	Fiable y Representativo
10110	13,81	-0,53	0,37	0,36	86	172	Fiable y Representativo
10072	-14,46	0,46	2,12	10,73	492	308	Fiable y Representativo
30009	24,53	0,73	2,21	8,48	487	510	Fiable
10006	-28,81	0,35	0,23	0,13	432	122	Fiable y Representativo
10029	13,06	0,56	0,48	0,66	276	454	Fiable
10058	-55,16	0,18	0,31	0,41	266	68	Fiable y Representativo
10019	5,84	0,73	4,66	49,1	704	1416	Fiable y Representativo
70049	2,53	0,18	7,11	124,43	167	4940	Fiable y Representativo
10039	7,83	0,35	0,1	0,03	681	70	Fiable y Representativo
10011	-7,2	-0,94	0,43	0,71	626	219	Fiable y Representativo
30003	-0,85	0,43	1,35	4,19	526	309	Fiable y Representativo
30005	11,57	0,76	4,5	44,28	636	1541	Fiable y Representativo
70080	12,39	0,6	7,68	190,63	144	2987	Fiable y Representativo
70023	17,73	0,3	5,35	75,15	168	3349	Fiable
10081	14,79	0,55	0,98	3,11	248	333	Fiable y Representativo
10020	1,18	0,69	0,82	3,47	627	292	Fiable y Representativo

7.2.6 Islas Baleares

Tabla 40. Resumen del contraste en la DH Islas Baleares

COD	PBIAS	CE	EMA	ECM	Nº Datos	Superficie (km ²)	Tipo
11011	-28,98	0,13	0,03	0	231	2	Fiable y Representativo
11057	43,14	0,37	0,07	0,01	213	10	Fiable y Representativo
11073	25,61	0,41	0,04	0,01	168	5	Fiable y Representativo