

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DATOS DE ETo
UTILIZADOS POR EL MODELO SIMPA Y LOS
PRODUCIDOS EN ESTACIONES AGROCLIMÁTICAS
SIAR Y DE LAS CCAA.**

**BORRADOR PARA EL SEMINARIO DEL 15/5/2023
PARA SU ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

MEMORIA

BORRADOR

ÍNDICE

<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	<u>1</u>
<u>2. ET₀ EN SIMPA</u>	<u>2</u>
<u>3. ET₀ EN LOS SERVICIOS DE ASESORAMIENTO AL REGANTE DE LAS CCAA Y EN SIAR</u>	<u>6</u>
<u>4. COMPARACIÓN ENTRE LOS DATOS DE ETO UTILIZADOS POR EL MODELO SIMPA Y LOS PRODUCIDOS EN ESTACIONES AGROCLIMÁTICAS SIAR Y DE LAS CCAA.....</u>	<u>10</u>
4.1 Análisis de diferencias cuantitativas en los puntos de las estaciones agroclimáticas.....	10
4.2 Reparto espacial y temporal de la información	12

Índice de figuras

Figura 1. Red de estaciones meteorológicas AEMET de temperatura y resto de variables meteorológicas.	3
Figura 2. Estaciones meteorológicas utilizadas en la interpolación de los coeficientes correctores entre las ETo mensuales de Hargreaves y Penman-Monteith.	4
Figura 3. Comunidades autónomas de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.	6
Figura 2. Histograma de diferencia anual en porcentaje entre los valores de ETo evaluados por SIMPA y los de SiAr y el resto de servicios de asesoramiento al regante.	10
Figura 2. Mapa de diferencia anual en porcentaje entre los valores de ETo evaluados por SIMPA y los de SiAr y el resto de servicios de asesoramiento al regante.	11
Figura 2. Ejemplos de gráficos de comparación entre los valores de ETo evaluados por SIMPA y los de SiAr y el resto de servicios de asesoramiento al regante.	12

Índice de tablas

Figura 1. Red de estaciones meteorológicas AEMET de temperatura y resto de variables meteorológicas.....	3
Figura 2. Estaciones meteorológicas utilizadas en la interpolación de los coeficientes correctores entre las ETo mensuales de Hargreaves y Penman-Monteith.	4
Figura 3. Comunidades autónomas de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.	6
Tabla 1. Número de estaciones agroclimáticas recopiladas por CCAA del SiAR.....	7
Tabla 2. Número de estaciones agroclimáticas recopiladas en CCAA no integradas en SiAR	7
Tabla 3. Cronograma de existencias de ETo mensuales recopiladas por CCAA del SiAR.....	8
Tabla 4. Tabla 3. Cronograma de existencias de ETo mensuales recopiladas en CCAA no integradas en SiAR.....	9
Tabla 5. Diferencia anual en porcentaje entre los valores de ETo evaluados por SIMPA y los de SiAr y el resto de servicios de asesoramiento al regante.	10
Figura 2. Histograma de diferencia anual en porcentaje entre los valores de ETo evaluados por SIMPA y los de SiAr y el resto de servicios de asesoramiento al regante.....	10
Figura 2. Mapa de diferencia anual en porcentaje entre los valores de ETo evaluados por SIMPA y los de SiAr y el resto de servicios de asesoramiento al regante.	11
Figura 2. Ejemplos de gráficos de comparación entre los valores de ETo evaluados por SIMPA y los de SiAr y el resto de servicios de asesoramiento al regante.	12

1. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta la comparación entre los valores de Evapotranspiración del Cultivo de Referencia ETo según distintas fuentes de información:

- Datos mensuales obtenidos con base en las estaciones integradas en el Sistema de Información Agroclimatológica para el Regadío (SiAR) del MAPA y otras estaciones gestionadas por las comunidades autónomas no incorporadas en SiAR.
- Datos mensuales distribuidos regularmente en el territorio evaluados en el marco del modelo de simulación precipitación-escorrentía SIMPA (CEDEX, 2020)

Se resumen brevemente las diferencias entre ambas fuentes de información y su repercusión en el trabajo de evaluación de dotaciones objetivo de riego para el ciclo de planificación 2027-2033.

2. ETo EN SIMPA

La evaluación de recursos requiere disponer de información desagregada en el territorio, para un periodo suficientemente representativo, de aportaciones en régimen natural. Con tal finalidad el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX trabaja de forma continua y desde hace décadas en la mejora y actualización del modelo SIMPA1, Sistema Integrado de Modelación Precipitación-Aportación.

En su última versión disponible, publicada en 2020, produce datos mensuales, distribuidos en celdas de medio kilómetro de lado, en todo el territorio de la España peninsular y Canarias, para lo 936 meses (78 años) del periodo 1940/41 a 2017/18.

Una de las componentes del modelo a la que se prestó especial atención en su versión 2020 es la Evapotranspiración, variable sobre la que a continuación se detalla la metodología utilizada según se describe en el documento “Evaluación de recursos hídricos en régimen natural en España (1940/41 - 2017/18)” CEDEX, 2020.

Los mapas mensuales de evapotranspiración se calculan mediante combinación de los métodos de Hargreaves y Penman-Monteith, siguiendo las recomendaciones de la FAO (FAO, 2006). De este modo se aprovecha la mayor cantidad de datos disponibles tanto en el espacio como en el tiempo para calcular la ETo según Hargreaves (temperatura máxima y mínima diaria) y esta información es corregida a los valores de Eto calculados mediante Penman-Monteith, método más preciso pero cuya aplicación requiere de mayor número de variables climatológicas.

Los datos meteorológicos proceden mayoritariamente de las series de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y series registradas por los servicios de hidrometría de las Confederaciones Hidrográficas que se han incluido para la completar las series de AEMET. Además se han incorporado 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 aforos y del servicio meteorológico de Cataluña, algunos datos de 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.

¹ <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/evaluacion-recursos-hidricos-regimen-natural/>

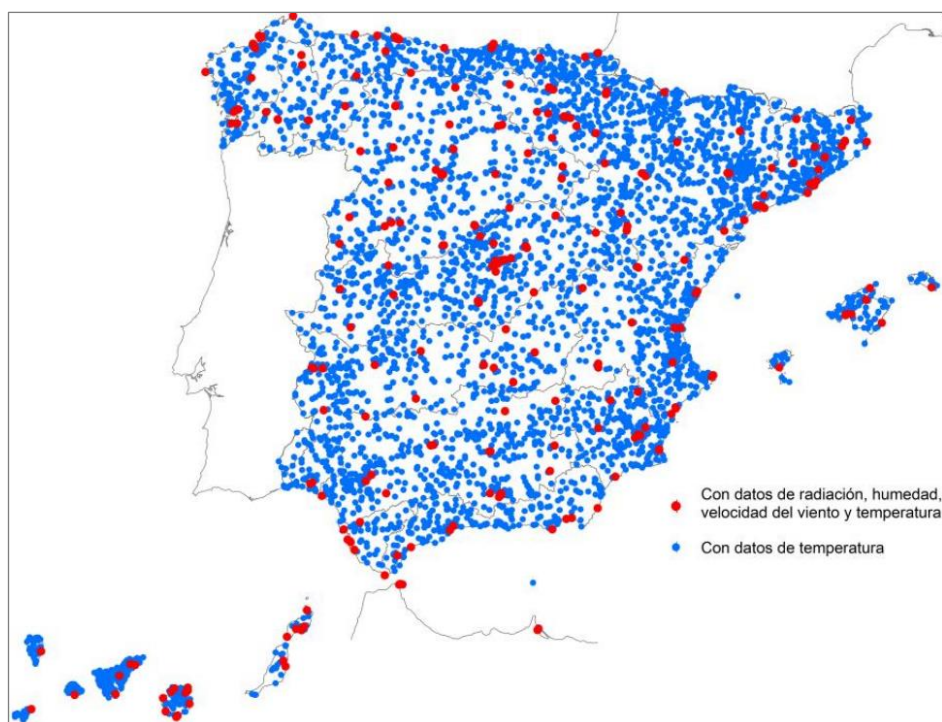


Figura 1. Red de estaciones meteorológicas AEMET de temperatura y resto de variables meteorológicas.

Una vez revisada la información, se ha procedido al completado de las series 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.

El método de interpolación espacial de la temperatura máxima y mínima se ha realizado mediante el uso combinado de patrones² mensuales y de mapas de anomalías o residuos. Los patrones reflejan la influencia de factores locales como la orografía, la orientación o la influencia costera para tenerlos en cuenta en el procedimiento de interpolación.

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 ETo 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.

² Los patrones de medias de 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).

Finalmente se ha procedido a la corrección del modelo de Hargreaves con técnicas de regresión a partir del modelo Penman-Monteith para genera mapas correctores para los 12 meses del año teniendo en cuenta las estaciones más cercanas y la correlación existente en el valor del coeficiente corrector y la altitud.

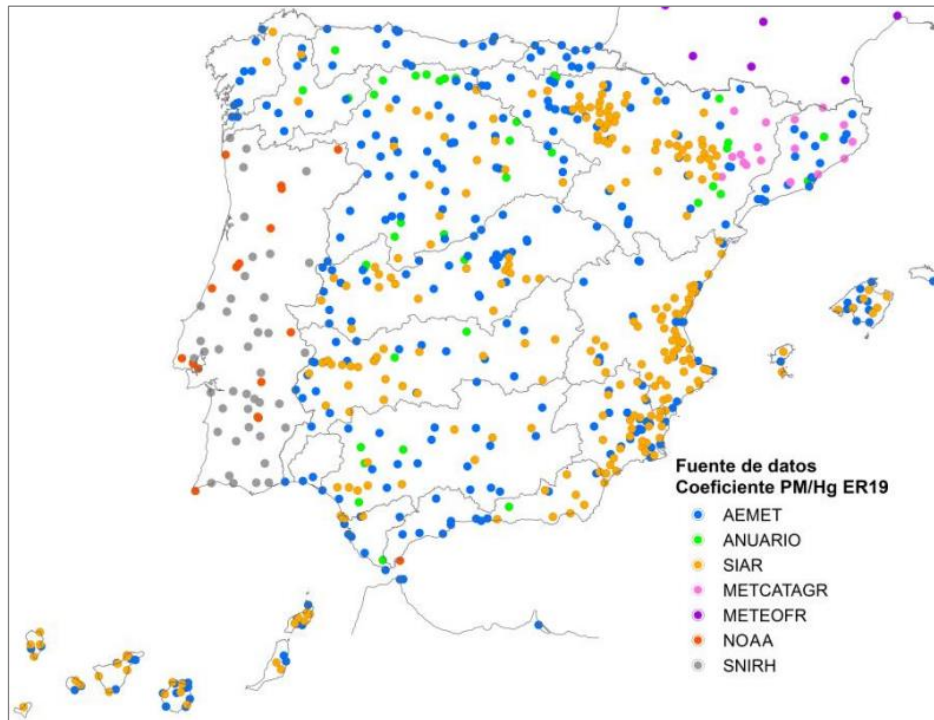


Figura 2. Estaciones meteorológicas utilizadas en la interpolación de los coeficientes correctores entre las ETo mensuales de Hargreaves y Penman-Monteith.

El resultado obtenido son valores mensuales de ETo, distribuidos en celdas de medio kilómetro de lado para el periodo entre 1940/41 a 2017/18. que tratan de responder a la metodología de cálculo de Penman-Monteith y que integran el efecto de la orografía, la orientación y otros condicionantes a través del cálculo de la ETo según Hargreaves y los mapas de anomalías.

En la figura siguientes se muestra la ETo media anual del periodo 1980/81 a 2017/18 evaluada por SIMPA y algunos meses concretos a modo de ejemplo, para el conjunto de la cuenca del Ebro.

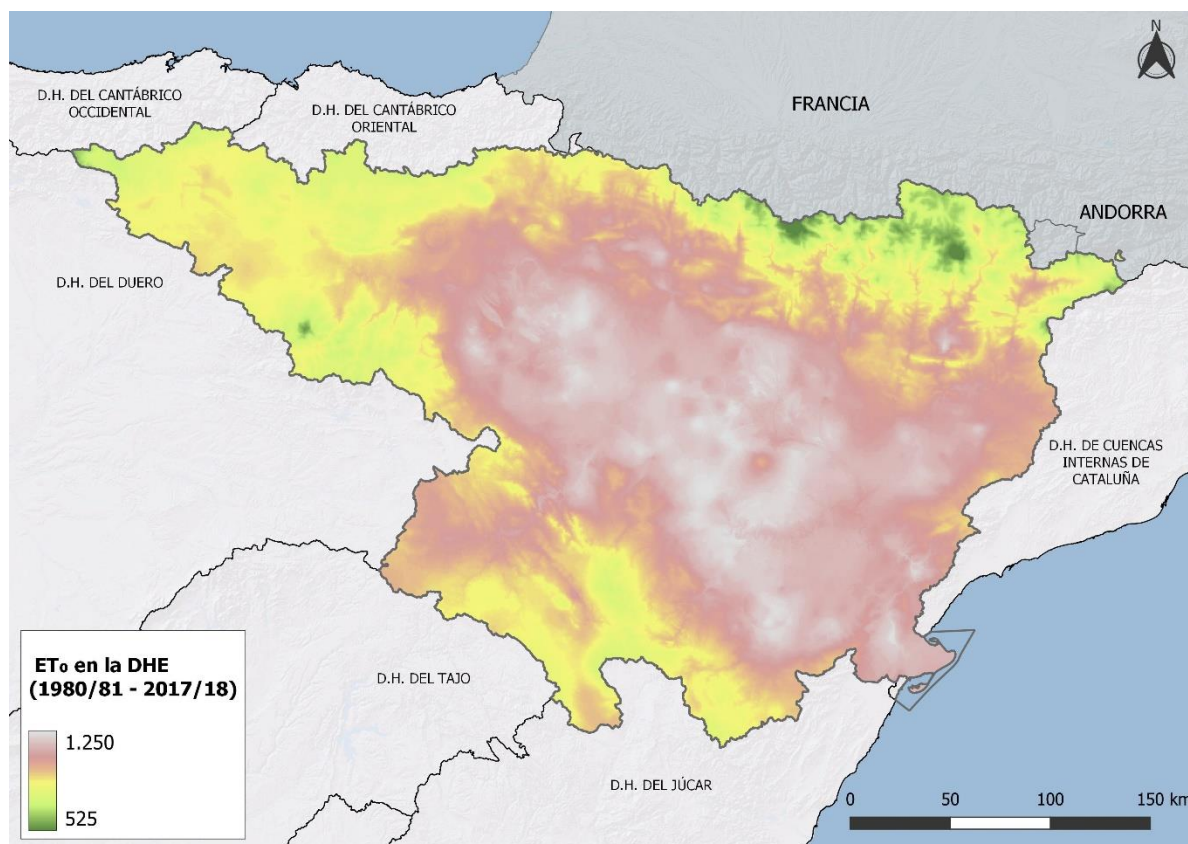


Figura 3. ETo media anual del periodo 1980/81 a 2017/18 evaluada por SIMPA en la cuenca del Ebro.

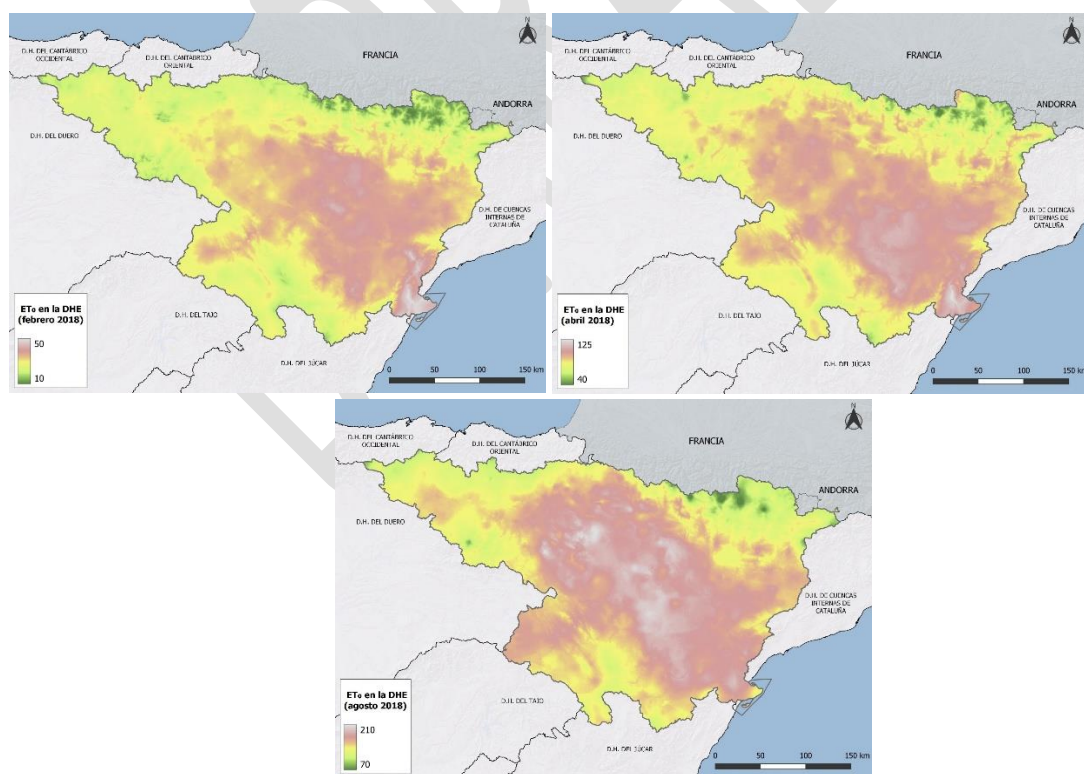


Figura 4. Ejemplo de ETo para los meses de febrero, abril y agosto de 2018 evaluada por SIMPA en la cuenca del Ebro.

3. ET₀ EN LOS SERVICIOS DE ASESORAMIENTO AL REGANTE DE LAS CCAA Y EN SIAR

La Demarcación Hidrográfica del Ebro se extiende por 9 CCAA:



Figura 5. Comunidades autónomas de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.

Tabla 1. Comunidades autónomas de la Demarcación Hidrográfica del Ebro y sus superficies

Comunidad Autónoma	Superficie dentro de la DHE (km ²)
Aragón	42.104
Cantabria	778
Castilla y León	8.136
Castilla-La Mancha	1.121
Cataluña/Catalunya	15.589
Comunidad Foral de Navarra	9.240
Comunitat Valenciana	853
La Rioja	5.023
País Vasco/Euskadi	2.694
Total	85.539

Se han recopilado datos de ETo calculadas según Penman-Monteith (FAO, 2006) del Sistema de Información Agroclimatológica para el Regadío (SiAR) del MAPA, que, en relación con la Demarcación del Ebro integra información de 5 de las 9 comunidades autónomas: Aragón, Castilla la Mancha, Castilla y León, Navarra y Valencia. En concreto:

Tabla 2. Número de estaciones agroclimáticas recopiladas por CCAA del SiAR

Comunidad autónoma	Nº estaciones agroclimáticas
Aragón	56
Navarra	29
Castilla y León	11
Castilla la Mancha	1
Valencia	3

Las series mensuales de ETo facilitadas por SiAR comienzan, salvo unas pocas excepciones, a finales de 2003 y el último mes disponible ha sido febrero de 2023. En total son 19.714 valores mensuales.

Para completar esta información se ha recurrido a los servicios correspondientes de las comunidades no integradas en SiAR. Los datos facilitados por el momento se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 3. Número de estaciones agroclimáticas recopiladas en CCAA no integradas en SiAR

Comunidad autónoma	Nº estaciones agroclimáticas
Cantabria	-
Cataluña	-
La Rioja	23
País Vasco	13

Las series mensuales de ETo facilitadas por el SiAR de la Comunidad Autónoma de La Rioja comienzan progresivamente en enero de 1998, hasta febrero de 2023. En total son 3.467 valores mensuales.

Por su parte las series mensuales de ETo facilitadas por NEIKER, de la Comunidad Autónoma del País Vasco, comienzan en enero de 2004, hasta octubre de 2022. En total son 2.300 valores mensuales.

A continuación se muestran los cronogramas de existencias de datos de ETo según fuente de información.

4. COMPARACIÓN ENTRE LOS DATOS DE ETo UTILIZADOS POR EL MODELO SIMPA Y LOS PRODUCIDOS EN ESTACIONES AGROCLIMÁTICAS SIAR Y DE LAS CCAA

4.1 Análisis de diferencias cuantitativas en los puntos de las estaciones agroclimáticas

En las tablas y figuras siguiente se muestra la diferencia anual en porcentaje entre los valores de ETo evaluados por SIMPA y los de SiAr y el resto de servicios de asesoramiento al regante de los que se dispone de información. El total de puntos en los que es posible la comparación, por tener un mínimo de 48 meses es de 125.

Tabla 6. Diferencia anual en porcentaje entre los valores de ETo evaluados por SIMPA y los de SiAr y el resto de servicios de asesoramiento al regante.

Diferencia anual ETo	Nº estaciones agroclimáticas
15% a 20%	1
10% a 15%	0
5% a 10%	7
-5% a 5%	47
-10% a -5%	37
-15% a -10%	18
-20% a -15%	10
-25% a -20%	5

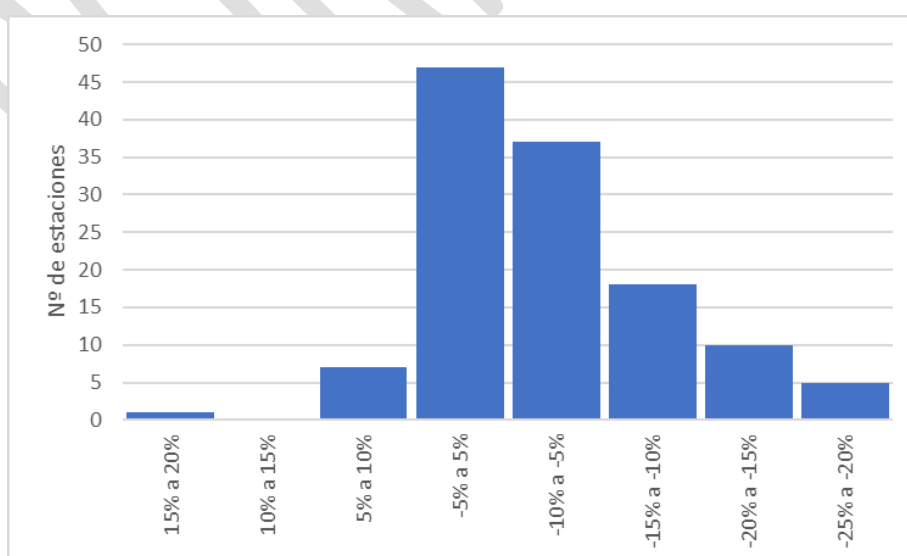


Figura 6. Histograma de diferencia anual en porcentaje entre los valores de ETo evaluados por SIMPA y los de SiAr y el resto de servicios de asesoramiento al regante.

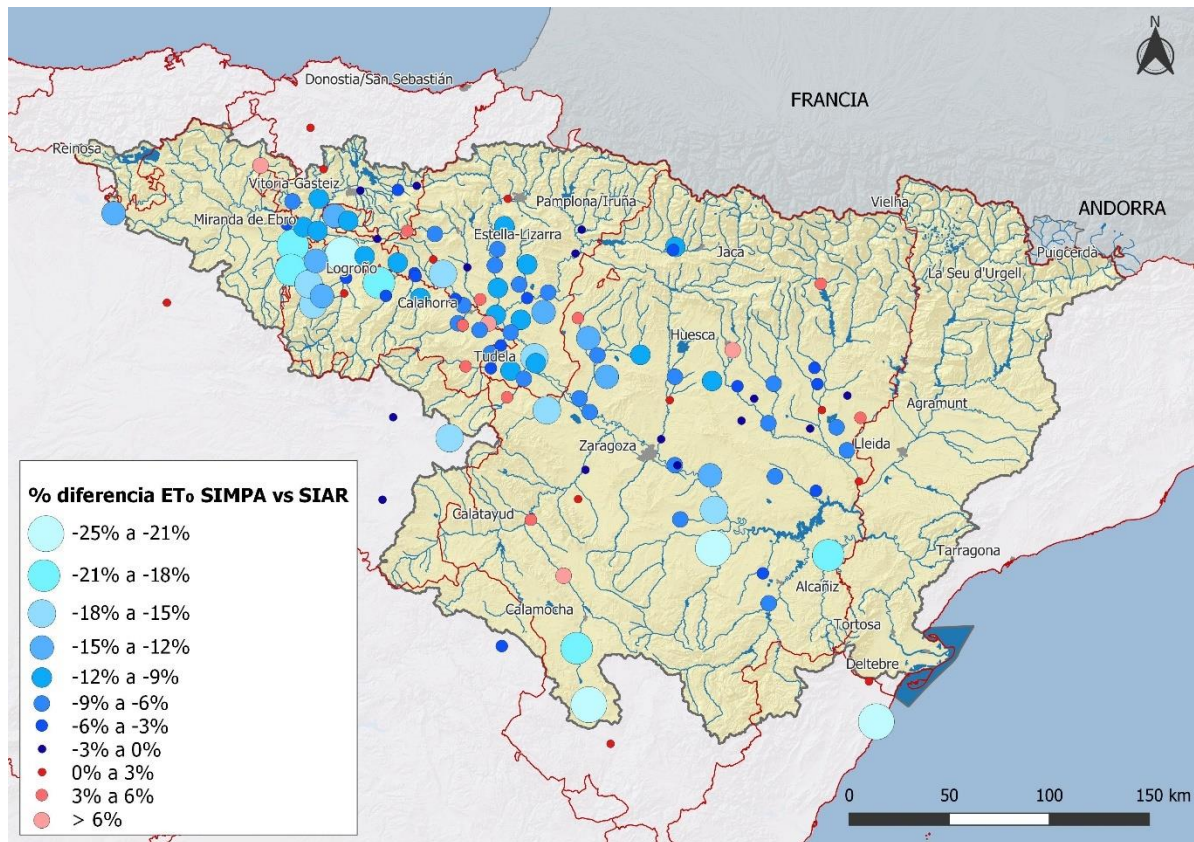
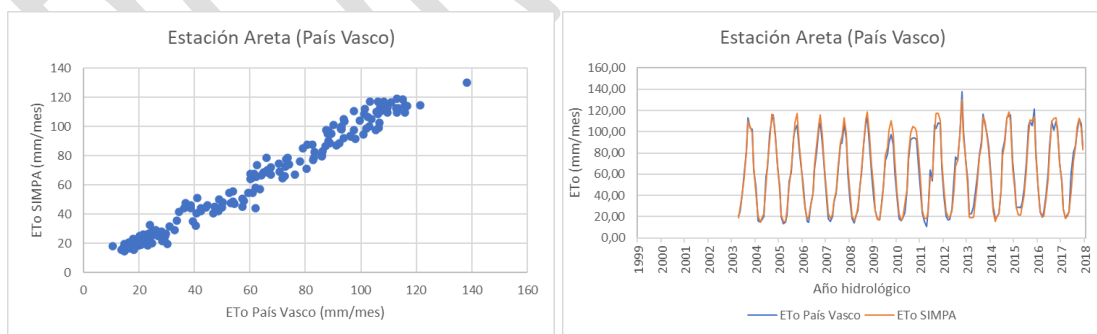


Figura 7. Mapa de diferencia anual en porcentaje entre los valores de ETo evaluados por SIMPA y los de SiAr y el resto de servicios de asesoramiento al regante.



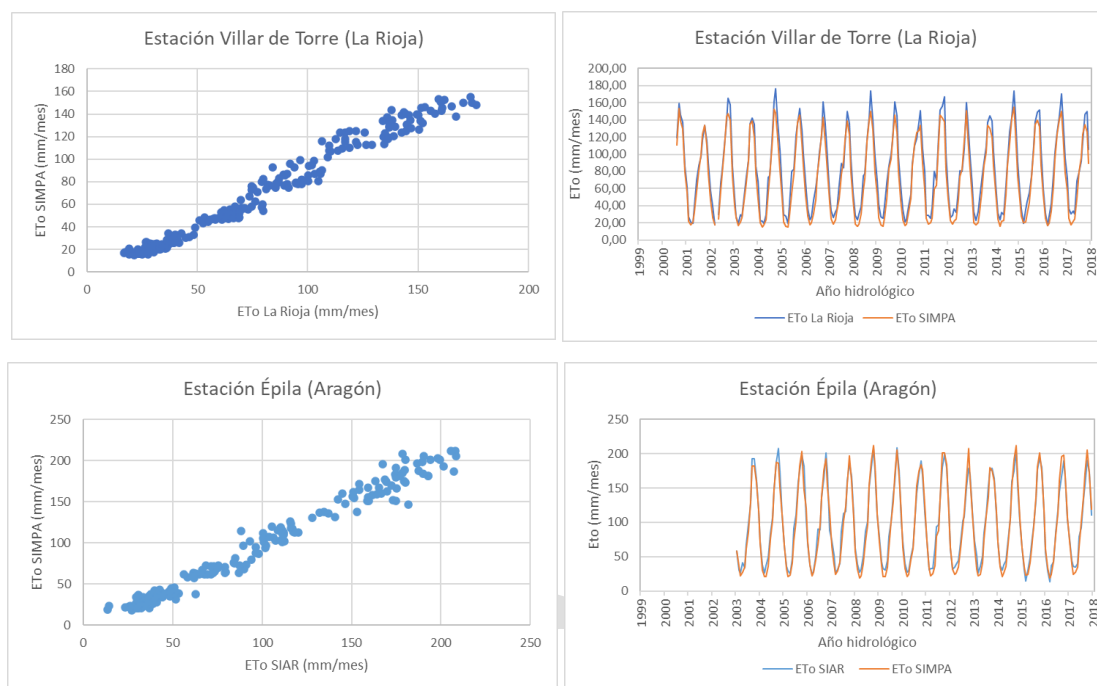


Figura 8. Ejemplos de gráficos de comparación entre los valores de ETo evaluados por SIMPA y los de SiAR y el resto de servicios de asesoramiento al regante.

A pesar de que existen algunos casos puntuales en los que la desviación en porcentaje de los valores anuales supera el 20%, 91 de los 125 casos analizados se encuentran entre -10% y +10% de diferencia.

4.2 Reparto espacial y temporal de la información

Como se puede ver en los apartados anteriores, los datos de ETo procedentes de SiAR y del resto de servicios de asesoramiento al regante, representan información restringida a determinados puntos concretos, concentrados en general en las zonas más relevantes para el regadío y con extensiones temporales limitadas y algunas series discontinuas. Los datos generados son de gran importancia para la correcta gestión de los regadíos en diferentes facetas.

Por su parte, la información de ETo producida en relación con el modelo SIMPA, que corresponde conceptualmente al procedimiento FAO 56 al igual que los datos de SiAR y el resto de comunidades autónomas, presenta la ventaja de su distribución espacio-temporal homogénea y amplia: celdas de medio kilómetro de lado y datos mensuales desde octubre de 1940 a septiembre de 2018. Además, representa tanto las zonas elevadas o remotas como las más productivas, incorporando el efecto de la topografía y otros condicionantes climáticas a través de su distribución en el territorio por métodos geoestadísticos.

En consecuencia la información de ETo elaborada en el marco del modelo SIMPA resulta muy adecuada y robusta para su uso en labores de planificación.