

UTILIZACIÓN Y VERIFICACIÓN DE SERVICIOS CLIMÁTICOS PARA GESTIÓN DEL REGADÍO

USE AND VERIFICATION OF CLIMATE SERVICES FOR IRRIGATION MANAGEMENT

Antonio Ángel Serrano de la Torre⁽¹⁾, Irene Mestre Guillén⁽²⁾, Ernesto Rodríguez Camino⁽³⁾, José Antonio López Díaz⁽⁴⁾

⁽¹⁾AEMet, C/ Leonardo Prieto Castro nº 8 – 28071 Madrid, aserranot@aemet.es

⁽²⁾AEMet, C/ Leonardo Prieto Castro nº 8 – 28071 Madrid, imestreg@aemet.es

⁽³⁾AEMet, C/ Leonardo Prieto Castro nº 8 – 28071 Madrid, erodriguezc@aemet.es

⁽⁴⁾AEMet, C/ Leonardo Prieto Castro nº 8 – 28071 Madrid, jlopezd@aemet.es

RESUMEN

El proyecto europeo MOSES¹ (Managing crOp water Saving with Enterprise Services) tiene como objetivo principal contribuir al ahorro de agua mediante la mejora de los servicios a los agricultores y la reducción de costes económicos y energéticos. Para ello, implementa, a nivel de usuarios reales, una plataforma que servirá de ayuda en la gestión del almacenamiento del agua de regadío. AEMET participa en el proyecto MOSES realizando predicciones meteorológicas a corto/medio plazo y estacionales. Dichas predicciones abarcan dos áreas piloto en España, y otra en Marruecos.

El objeto principal de este artículo es mostrar los principales productos proporcionados por la plataforma, haciendo después una breve descripción del proceso de cálculo de las predicciones de riego y de las predicciones meteorológicas, tras lo cual terminamos con una presentación de la verificación de estas últimas. En toda esta exposición, nos centramos en los resultados obtenidos para las áreas españolas.

Introducción

El proyecto EU H2020 MOSES (Managing crOp water Saving with Enterprise Services) nace del interés de la Comisión Europea en poner agua de calidad a disposición de los ciudadanos². Concretamente, tiene por objetivo la implementación y la demostración, al nivel de usuarios reales, de una plataforma que servirá de ayuda a los agentes encargados del almacenamiento y la gestión del agua. Éstos utilizarán la plataforma como ayuda a la planificación de los recursos hídricos destinados a regadíos. Dentro de este objetivo, el proyecto contribuye a mejorar aspectos críticos como sistemas de monitorización y de toma de decisiones, y políticas de gestión del agua.

Socios del proyecto

Colaboran un total de 16 instituciones (agencias ambientales, institutos de investigación, asociaciones relacionadas con la explotación e investigación espacial, consorcios del agua, asociaciones de regantes, pequeñas y medianas empresas, e industrias de 5 países europeos y 3 continentes) y hay 3 socios colaboradores externos. Podemos des-

¹ <http://www.moses-project.eu>

² http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/scarcity_en.htm



Fig. 1.- Principales socios implicados en el proyecto MOSES.

tacar los siguientes socios: Universidad Delft (Holanda), Universidad Chouaïb Doukkali (Marruecos) y los organismos meteorológicos de España, Italia y Rumanía. Por parte de España, los socios son, además de AEMET: Feragua (Asociación de Comunidades de Regantes de Andalucía), UCLM (Universidad de Castilla La Mancha, que se ocupa de procesar datos de teledetección) y Aliara Agrícola (empresa de consultoría para agricultores). Por parte de Italia, cabe destacar también a ESRI Italia, que se ocupa de la dirección general del proyecto, y ARAPAE (Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente dell’Emilia Romagna), que está realizando predicciones estacionales meteorológicas (a partir de las salidas de los modelos integrantes del proyecto Eurosip³) que cubren todas las áreas piloto del proyecto. Podemos ver un listado más amplio en la Fig. 1.

Áreas piloto

Los productos se están desarrollando para varias áreas piloto que han sido seleccionadas en base a su interés para la agricultura, y que se encuentran localizadas en Italia, España, Rumanía y Marruecos. Las áreas españolas, concretamente, son dos, y ambas están localizadas en el valle del Guadalquivir: una, llamada Bembézar Margen Derecho (o Bembézar MD), se encuentra repartida entre las provincias de Sevilla y de Córdoba; y la otra, llamada Sector B-XII, se encuentra en Sevilla, más cercana a la costa que la anterior (Fig. 2).



Fig. 2 Áreas piloto españolas: Bembézar MD y Sector B-XII.

Productos desarrollados

Podemos agrupar los productos que ofrece la plataforma, en dos grandes conjuntos: productos proporcionados antes de la campaña de riego y productos proporcionados durante la campaña de riego. La campaña de

³ <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/documentation-and-support/long-range/seasonal-forecast-documentation/eurosip-user-guide/multi-model>

riego comienza, para las áreas piloto españolas, a finales de abril o principios de mayo, y termina al finalizar el mes de septiembre.

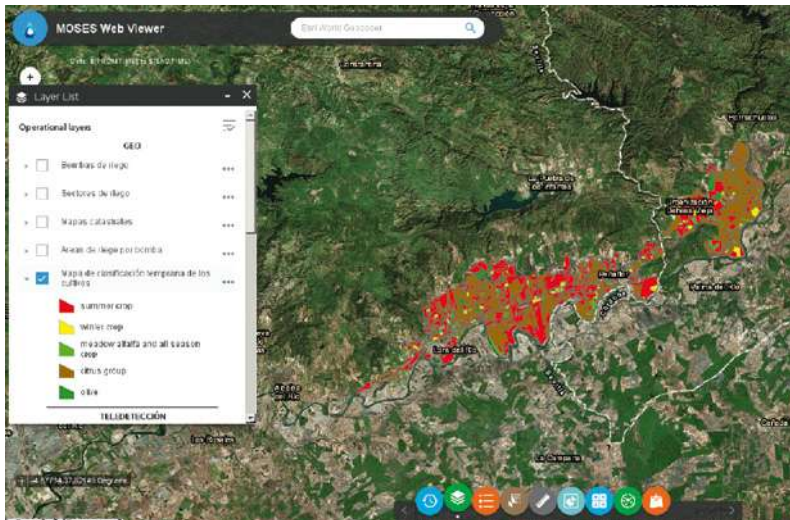


Fig. 3 Mapa de clasificación temprana de los cultivos. Vemos en rojo las áreas de suelo desnudo, que serán las que se destinarán a regadío cuando comience la campaña.

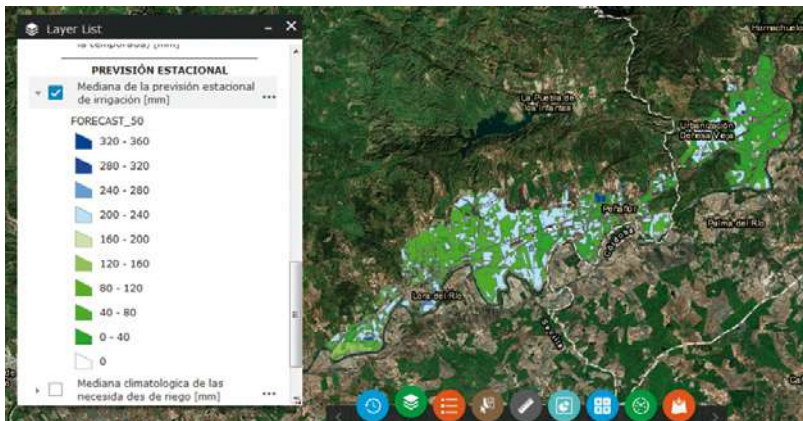


Fig. 4 Mapa de previsión estacional de necesidades de agua. Ayuda a los tomadores de decisiones, a planificar la adquisición y asignación de agua necesaria para los próximos tres meses.

Entre los productos proporcionados antes de la campaña de riego, cabe mencionar los llamados “Clasificación temprana de cultivos” y “Predicción estacional de las necesidades de agua”.

El primero de ellos, la “Clasificación temprana de cultivos”, nos permite hacer una primera identificación de las áreas que se van a dedicar al regadío (Fig. 3). Aquí se puede separar ya lo que son las áreas que tienen cultivos durante todo el año, como pueden ser los cítricos, las que se dedican a cultivos de invierno (pero que no serán cultivadas en la estación de riego), las que tienen otros usos y que tampoco serán destinadas a regadíos (pastos...) y, finalmente, aquellas que consisten en suelo desnudo y que serán las que se destinarán a regadíos. Éstas son las áreas de interés para el proyecto, sobre todo, para los productos de monitorización que se producirán durante la campaña.

Basándonos en éste y otros mapas (como de tipos de suelo, etc.), y en una predicción estacional meteorológica, se puede lanzar una primera estimación de las necesidades de agua para el primer trimestre de la campaña, la llamada “Predicción estacional de las necesidades de agua” (Fig. 4). Ésta ayudará en la planificación de la adquisición y asignación de agua para los próximos tres meses. Este producto se actualiza cada mes para estimar las necesidades de riego de los tres meses siguientes.

Existe un producto similar en el que la estimación de riego para los próximos tres meses no se basa en la predicción meteorológica estacional, sino en los valores climatológicos, es decir, usando el promedio de temperatura y precipitación observados en un periodo del pasado en los tres meses de la estación a estimar, así como en los tipos de cultivo que han ocupado en el pasado el área en estudio.

Como la predicción estacional es probabilista, se proporciona la mediana de las necesidades de agua. También están disponibles otras estadísticas.

En cuanto a los productos que se proporcionan durante la campaña de riego, podemos destacar tres tipos: “Clasificación de cultivos en campaña”, “Predicción a medio y corto plazo de las necesidades de riego”, y “Monitorización de la demanda hídrica de los cultivos”.

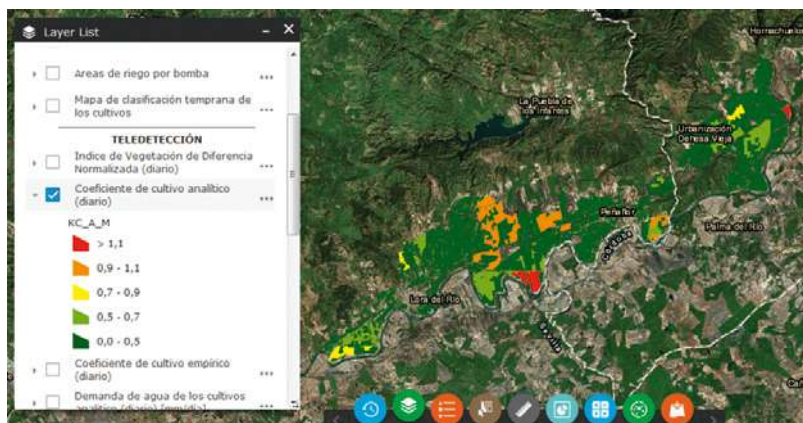


Fig. 5 “Clasificación de cultivos en campaña”. Proporcionan diferentes coeficientes e índices dependientes del cultivo y de su estado de desarrollo. Estos valores se usarán para calcular una predicción de riego precisa a corto y medio plazo.

La “Clasificación de cultivos en campaña” (Fig. 5) se lleva a cabo quincenalmente mediante teledetección y trabajo de campo, y permite la obtención de coeficientes e índices dependientes de los cultivos, incluyendo aquellos que ya ocupan lo que antes de la campaña era suelo no cultivado.

La “Predicción a medio y corto plazo de las necesidades de riego” (Fig. 6) consiste en la predicción de la cantidad de agua que se necesitará para regar durante los próximos 7 días. Para realizarla, es fundamental la predicción meteorológica a 7 días de la evapotranspiración de referencia, de la que, aplicando los diferentes coeficientes mencionados anteriormente, se obtiene la evapotranspiración real del cultivo. Ésta, prácticamente, equivale a la necesidad de riego, ya que el riego tiene por objeto reponer lo que se pierde por evapotranspiración y escorrentía.

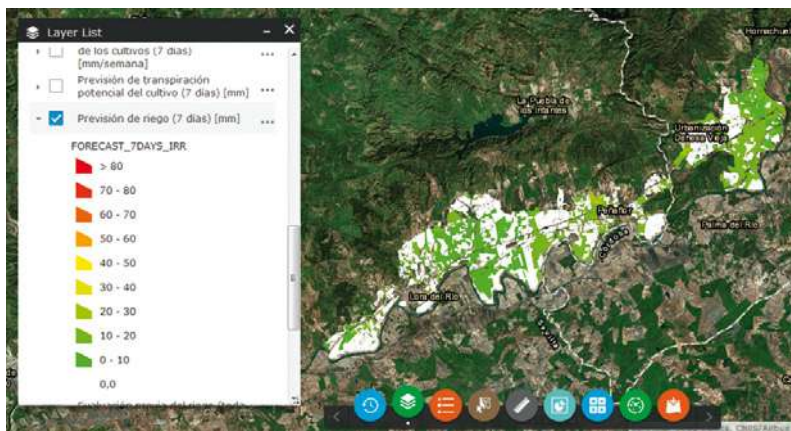
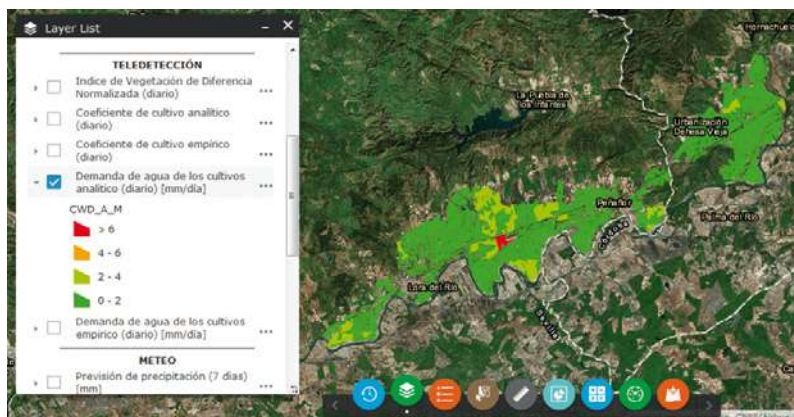


Fig. 6 Mapa de “Predicción a medio y corto plazo de las necesidades de riego”, es decir, previsión de riego para los próximos 7 días. Es una predicción más precisa que la predicción a tres meses.

Fig. 7 Mapa de “Monitorización de la demanda hídrica de los cultivos”. Se trata de una predicción diaria de la demanda diaria de agua y ayuda a los gestores a ajustar los planes de asignación de agua.



La “Monitorización de la demanda hídrica de los cultivos” (Fig. 7) se lleva a cabo con el fin de actualizar y ajustar los planes de asignación y la gestión de los recursos hídricos para los usuarios finales (distritos y agricultores). Se trata de una actualización diaria de la demanda diaria de agua.

Los productos descritos son los básicos, aunque se ofrecen también variantes de ellos. Por ejemplo, existen dos variantes del último producto descrito, una de las cuales se ha hecho mediante un cálculo analítico y otra mediante un cálculo empírico. También se ofrecen como productos, algunos cálculos intermedios que han sido solicitados por los usuarios. Ejemplos de esto último pueden ser los coeficientes de cultivo o las predicciones meteorológicas.

Para el desarrollo de estos productos de predicción de necesidades de riego, a corto/medio plazo (de uno a siete días) y estacionales (tres meses), son necesarias sendas predicciones meteorológicas, las cuales son producidas, para las áreas españolas y marroquíes, por AEMET.

Metodología (predicción de riego a corto/medio plazo)

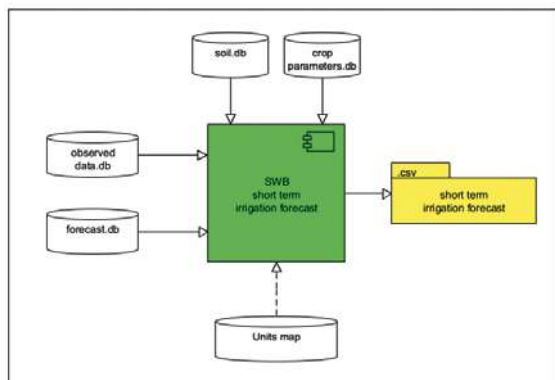


Fig. 8 Esquema del cálculo de la predicción a corto/medio de las necesidades de riego. Recibe entrada de la predicción determinista a corto/medio plazo, y de una serie de tiempo diaria de un año de observaciones.

El elemento central de la predicción de riego, tanto a corto/medio plazo, como estacional, es un modelo de balance de agua en el suelo (o SWB del inglés *Soil Water Balance*). Concretamente, en este proyecto se ha usado el programa *Criteria*⁴.

En la predicción a corto/medio plazo (Fig. 8), los datos de entrada que el modelo de balance necesita son: datos referentes al suelo (composición, capa freática, etc.), parámetros del cultivo (dependientes del tipo de cultivo, su estado de crecimiento, etc.), predicción meteorológica determinista a siete días (valor diario), y una serie de tiempo de observaciones diarias de al menos un año de longitud y que termina el día anterior al primer día de la predicción, formando con ésta una serie diaria continua. También recibe información acerca de la estructura espacial de las predicciones meteorológicas, las cuales se dan en los nodos de una malla que debe ser especificada.

⁴ Para más información sobre el modelo de balance de agua *Criteria*, puede verse: http://moses-project.eu/moses_website/criteria-model/

El resultado proporcionado por el modelo de balance de agua, es una predicción de riego para los próximos 7 días.

Metodología (predicción estacional de riego)

El esquema de la predicción estacional de riego (Fig. 9) es bastante similar al correspondiente a la predicción a corto/medio plazo. Al igual que entonces, también recibe como entrada las características del suelo. En cuanto a las características de los cultivos, se obtienen de un promedio hecho en un periodo “climatológico”.

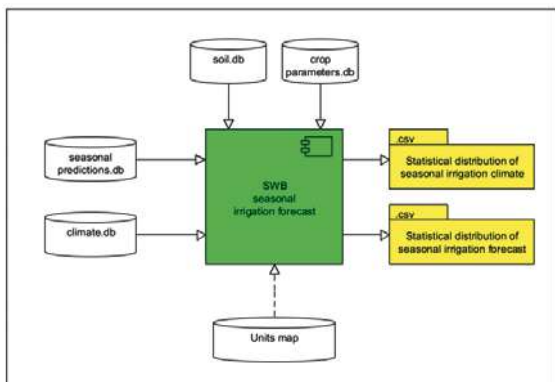


Fig. 9 Esquema del cálculo de la predicción estacional de las necesidades de riego. Recibe entradas probabilísticas en modo de ensembles y produce salidas también probabilísticas en modo de ensembles.

En cuanto a datos meteorológicos, recibe una predicción meteorológica estacional (proporcionada como un conjunto o *ensemble* de series de tiempo diarias de temperatura y precipitación), y una climatología (también proporcionada como series de tiempo diarias de temperatura y precipitación). Por último, también recibe información acerca de la estructura espacial de las predicciones meteorológicas, que se dan en los nodos de una malla que debe ser especificada.

El modelo proporciona dos resultados. Por un lado, la predicción estacional de las necesidades de riego. Se trata de una predicción probabilista proporcionada como un *ensemble* de series de tiempo diarias. Por otro lado, proporciona la “climatología” de las necesidades de riego, es decir, las necesidades de riego predichas mediante las estadísticas en un periodo de “climatología” y no mediante la predicción meteorológica estacional. Es también un *ensemble* de series de tiempo diarias.

Todo esto se proporciona sobre los nodos de la misma malla espacial utilizada por las predicciones meteorológicas, y cuyas características han sido proporcionadas al modelo de balance de agua.

Metodología de la predicción meteorológica a corto/medio plazo

La predicción meteorológica a corto/medio plazo se basa en la salida de modelos numéricos regionales como Hirlan⁵ y Harmonie⁶, que producen el corto plazo (hasta dos días), y el modelo determinista del Centro Europeo para el medio plazo (hasta siete días).

Las variables meteorológicas producidas por AEMET son: temperatura (media, máxima y mínima), humedad relativa (media, máxima y mínima), precipitación acu-

mulada, velocidad del viento a 2 metros de altura, radiación y evapotranspiración de referencia (Et0). Esta última es la más importante para este proyecto y se calcula según una ligera modificación del método de Penman-Monteith, publicado en el documento FAO 56. Esta modificación se hace necesaria debido a que en el documento de la FAO se asume que se trabaja con datos observacionales, mientras que nosotros estamos tratando con predicciones. En éstas, los cálculos de los extremos diarios de variables como la temperatura, pueden ser algo inestables, lo que hace recomendable calcular los valores medios, no a partir de dos valores extremos (como se recomienda en el documento FAO) sino a partir de al menos cuatro valores diarios (separados hexahorariamente)⁷.

Metodología de la predicción estacional meteorológica

La predicción estacional es probabilista y se proporciona como un *ensemble* de dos series de tiempo diarias, una de precipitación y otra de temperatura, debiendo ser ambas, físicamente consistentes entre sí.

En este proyecto se están usando dos métodos de predicción estacional. Uno de ellos es el llamado “método común” y es el que produce Arpae para todas las áreas de demostración. El otro, es un método específico de cada servicio meteorológico.

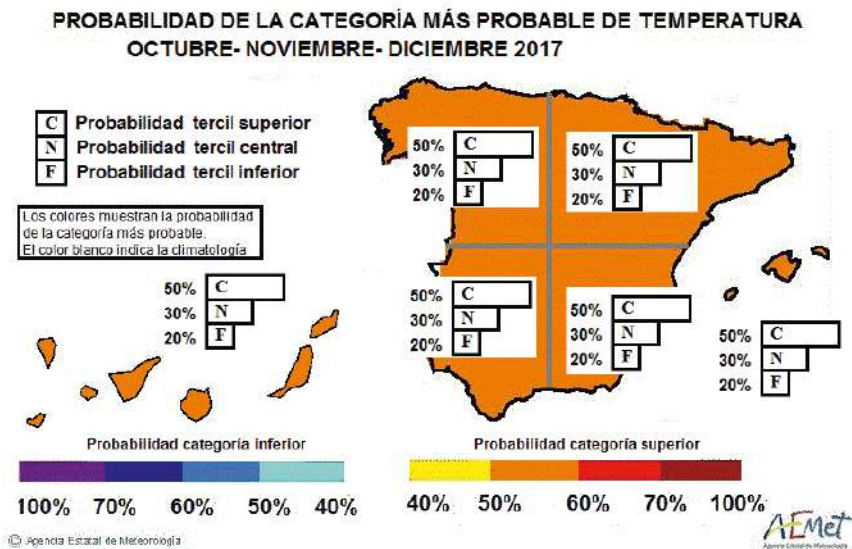


Fig. 10 Predicción estacional operativa de AEMET. Se produce una predicción por terciles para cada cuadrante de la Península y para Baleares y Canarias.

⁵<http://hirlam.org/index.php/hirlam-programme-53>

⁶<http://www.hirlam.org/index.php/hirlam-programme-53/general-model-description/mesoscale-harmonie>

⁷Para más información, ver Serrano et al 2017.

El método común hace uso de la predicción de los modelos dinámicos integrantes del proyecto Eurosip (y que van a ser sustituidos por los modelos del proyecto Copernicus). Dichas predicciones son calibradas y regionalizadas espacialmente mediante el método de “mapeo de cuantiles” (Piani et al 2010). Para aplicar esta técnica es necesario agregar mensualmente los datos. El resultado de aplicar este método, son unas series de tiempo mensuales regionalizadas espacialmente. A éstas se les aplica un generador de tiempo para obtener dato diario (regionalización temporal), tal y como requiere el modelo de balance de agua.

El método específico usado por AEMET para las áreas de demostración españolas, se basa en la predicción estacional operativa, que realiza una predicción por terciles para cada cuadrante en que se divide la península ibérica, además de otras dos para Baleares y Canarias respectivamente. Estas predicciones son regionalizadas espacial y temporalmente mediante el método de los análogos de series de tiempo (Serrano et al 2017).

La predicción estacional operativa es una predicción por *consenso*. En su confección, se utiliza la información proporcionada por una colección de modelos climáticos, así como los valores de varios índices climáticos que son útiles para la predicción estacional.

Los modelos utilizados son, principalmente, el Eurosip multimodelo, pero también se consulta la salida de los modelos individuales que lo integran, así como otros modelos no integrados en el mismo. También podemos destacar el APCC Multi-Modelo (Apec Climate Center, orientado principalmente a Asia-Pacífico), NOAA's North American Multi-Model Ensemble Project y el WMO LC-LRFMME. En cuanto a los índices, podemos destacar el uso de varios índices de nieve sobre Eurasia.

El resultado, como hemos dicho antes, es una predicción por terciles para los tres cuadrantes de la Península y para Baleares y Canarias (Fig. 10). Una de las áreas de demostración (sector B-XII) se encuentra en el cuadrante sudoeste y la otra (Bembézar MD) en el cuadrante sudeste. Esta predicción por terciles se regionaliza espacial y temporalmente mediante el método de análogos de series de tiempo, que produce un ensemble de series de tiempo diarias de temperatura y precipitación que son físicamente consistentes entre sí. Dicho ensemble está formado por miembros que ocupan cada tercil en una proporción igual al valor de probabilidad de cada uno de los terciles de la predicción (Serrano et al 2017). Este método de regionalización hace innecesaria la aplicación del generador de tiempo.

Verificación de predicciones meteorológicas a corto/medio plazo

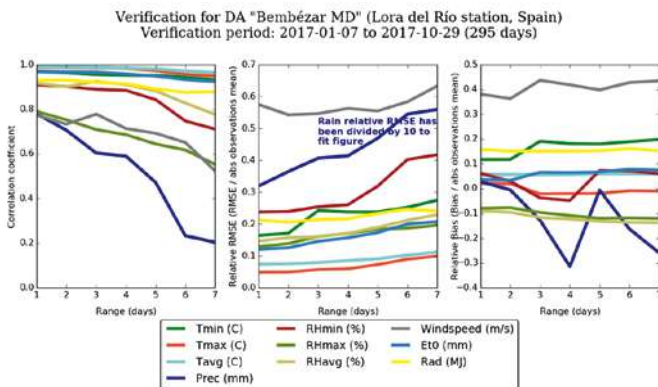
En la página siguiente, podemos ver una colección de gráficos procedentes de la verificación de las predicciones meteorológicas a corto/medio plazo.

Podemos extraer las siguientes conclusiones:

- Todas las variables presentan una buena correlación en los primeros dos días ($\geq 0,7$).
- Algunas variables presentan una correlación muy buena ($\geq 0,9$) en los siete días: Et0, Rad, Tmin, Tmax, Tavg.

- Las demás variables se degradan apreciablemente a partir del tercer día, consecuencia del cambio de modelo subyacente.
- Los sesgos son casi constantes para todas las variables. Algunas de ellas presentan un salto que refleja el cambio de modelo subyacente.
- La raíz del error cuadrático medio (RMSE), en general crece con el alcance, siendo casi constante para la velocidad del viento y la radiación.
- Las predicciones de Et0 son especialmente buenas: alta correlación, sesgo pequeño ($0 < \text{Sesgo} < 0,5$), RMSE pequeño ($< 1\text{mm}$ en todos los alcances y $< 0,6$ para los dos primeros días).

Fig. 11 Verificación de las variables generadas en la predicción a corto/medio plazo (7 días). En el eje x, el día que se predice. El 1 corresponde al mismo día en que se lanza la predicción, el 2 al día siguiente, etc. El gráfico de la izquierda representa el coeficiente de correlación entre la predicción a 1, 2, ..., 7 días con su correspondiente observación. El gráfico central es la raíz del error cuadrático medio dividido entre el valor absoluto de la media de las observaciones para poder representar todas las variables en el mismo gráfico (además, la curva de la lluvia ha sido dividida entre 10 para que pueda aparecer en el gráfico). El gráfico de la derecha es el sesgo dividido entre el valor absoluto de la media de las observaciones, también, para representar juntas todas las variables.



El gráfico central es la raíz del error cuadrático medio dividido entre el valor absoluto de la media de las observaciones para poder representar todas las variables en el mismo gráfico (además, la curva de la lluvia ha sido dividida entre 10 para que pueda aparecer en el gráfico). El gráfico de la derecha es el sesgo dividido entre el valor absoluto de la media de las observaciones, también, para representar juntas todas las variables.

RMSE for DA "Bembézar MD" (Lora del Río station, Spain)
Verification period: 2017-01-07 to 2017-10-29 (295 days)

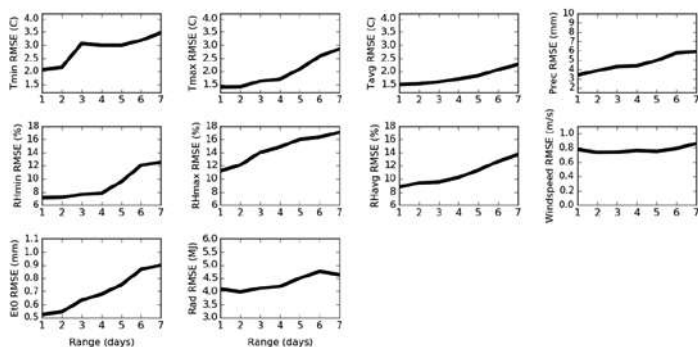


Fig. 12 Raíz del error cuadrático medio de cada una de las variables. Se representa en función del rango o día que se predice.

Bias for DA "Bembézar MD" (Lora del Río station, Spain)
 Verification period: 2017-01-07 to 2017-10-29 (295 days)

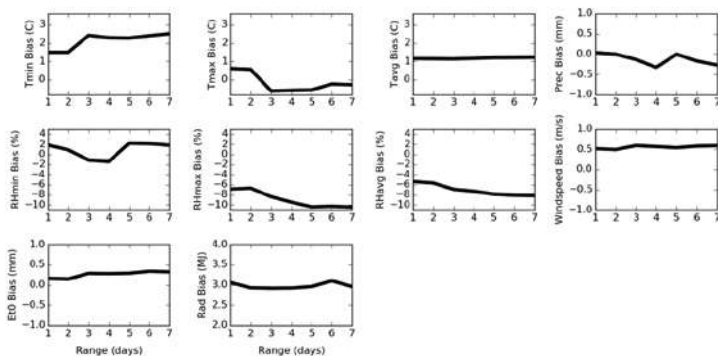


Fig. 13 Sesgo de las predicciones de cada una de las variables. Se representa en función del rango o día que se predice.

Verificación de la predicción meteorológica estacional operativa

Para verificar las predicciones estacionales, debemos tener en cuenta que éstas se regionalizan a nivel de estación, es decir, usando observaciones de una estación meteorológica. Ésta se escoge de modo que sea suficientemente cercana al área piloto. Recordemos que en el caso estacional, la predicción consiste en un ensemble de series de tiempo de temperatura y precipitación. Dichas series pertenecen a cada tercil en la misma proporción que las probabilidades de la predicción. Por tanto, la verificación de este ensemble equivale a la verificación de las probabilidades de la predicción, es decir, a la verificación de la predicción estacional operativa.

Sin embargo, nos encontramos con el problema de que el número de predicciones operativas producidas hasta el momento es muy pequeño. No hay suficientes casos como para calcular los índices de verificación probabilísticos. Por ello, no es posible una verificación directa. Aún así, se pueden llevar a cabo dos tipos de verificaciones que nos pueden dar una clara indicación de la calidad de la predicción estacional:

1. Verificar la predicción con estaciones de todo el cuadrante, sin limitarnos a la más cercana al área piloto (comunicación interna).
2. Verificaciones independientes de los principales modelos utilizados para producir la predicción estacional operativa (Sánchez et al 2017). Éstas se han hecho en toda el área peninsular y en un periodo de hindcast común a todos los modelos (1997-2009).

En las dos páginas siguientes podemos ver una colección de gráficos procedentes de la verificación de las predicciones estacionales. Sólo presentamos la verificación para lluvia. La temperatura verifica mejor.

A partir de las curvas ROC confeccionadas según el primer tipo de verificación, podemos decir que:

- En el cuadrante sudeste (Bembézar MD) hay alta discriminación para los terciles superior e inferior con alta y baja probabilidades, mientras que no hay discriminación para el tercil central.

• En el cuadrante sudoeste (Sector B-XII) hay una discriminación similar a la de la climatología para todos los terciles.

En cuanto al segundo tipo de verificación, se han verificado los siguientes modelos: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) system 4, Météo-France system 5, UK Met Office system 9 (GloSea5), National Center for Environmental Prediction (NCEP) system version 2, Canadian Seasonal to Inter-annual Prediction System (CanSIPS), Japanese Seasonal Forecasting System 2. Para ello, se ha usado una malla común de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ y un periodo de hindcast común: 1997-2009. Como observaciones se ha usado el conjunto de observaciones interpoladas a rejilla regular Global Precipitation Climatology Centre/Deutscher Wetterdienst (GPCC/DWD).

La principal conclusión que podemos obtener de este segundo tipo de verificación es que, en general, ésta muestra, como era de esperar, poca capacidad predictiva a escala estacional, consecuencia de la baja predecibilidad en las latitudes medias. Sin embargo, aún podemos sacar otras conclusiones:

- Mayor capacidad predictiva en general, para la temperatura que para la precipitación.
- Una relativa consistencia de unos modelos con otros que permite identificar algunas ventanas de oportunidad para predicciones estacionales asociadas a ciertas estaciones meteorológicas, variables y, en algunos casos, limitadas a ciertos modelos.
- Algunos índices de verificación indican más capacidad predictiva que otros, p.e., el área ROC -que indica la capacidad de discriminación- tiende a mostrar más capacidad predictiva (respecto de la climatología) que otros índices que exploran otros aspectos de la predicción.
- Para el caso de la precipitación en la península ibérica, algunos modelos tienen resolución para otoño e incluso para invierno.

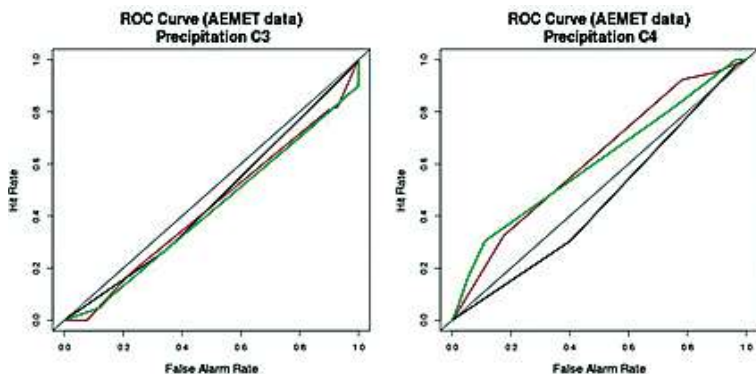


Fig. 14 Curvas ROC de los cuadrantes sudoeste (a la izquierda, que corresponde al área piloto Sector B-XII) y sudeste (a la derecha, que corresponde al área piloto Bembézar MD).

PREDICCIÓN DE TIEMPO Y CLIMA ORIENTADA A IMPACTOS

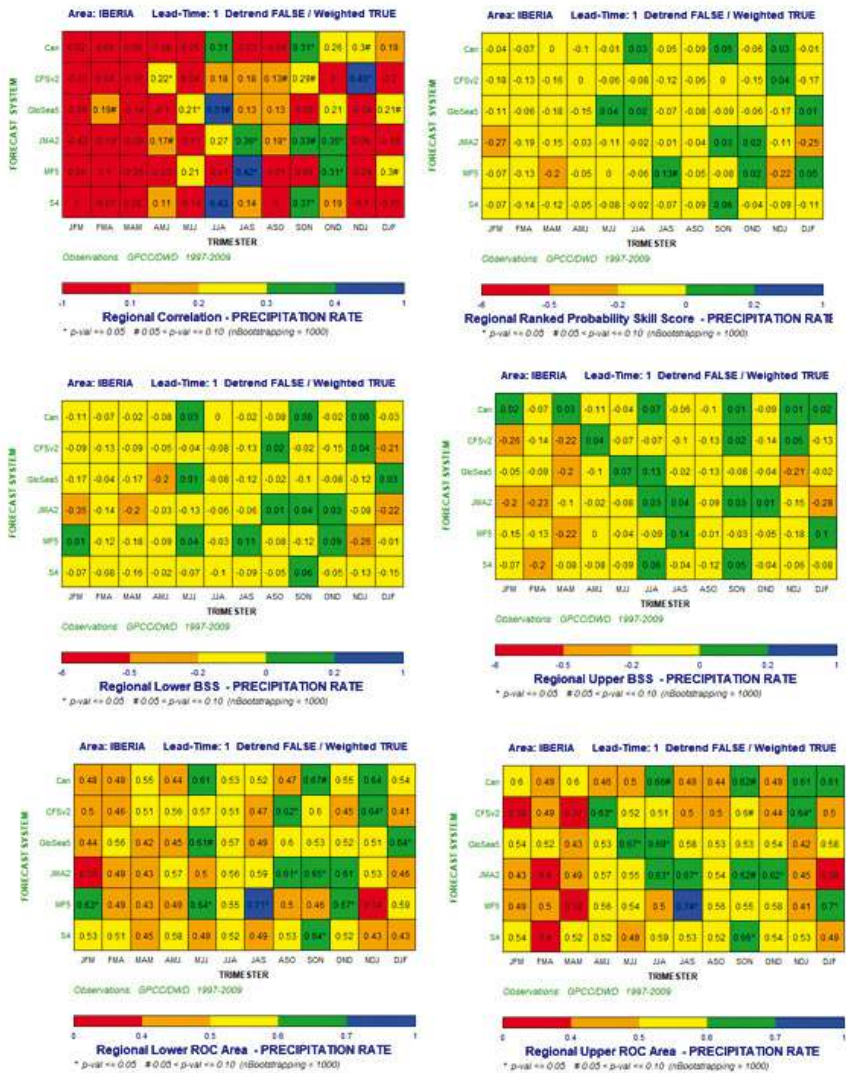


Fig. 15 Coeficiente de correlación, Ranked Probability Skill Score, área ROC de los terciles inferior y superior y BSS (Brier Skill Score) calculados para la anomalía de la temperatura, para las doce estaciones de tres meses y para alcance 1. El área geográfica es la península ibérica y el periodo de verificación es 1997-2009. Los periodos de tres meses para los que se produce la predicción estacional, se muestran en el eje X. El modelo sobre el que se hace la verificación (S4, MF5, JMA2, GLOSEA5, CFSv2 and Can) aparece en el eje Y.

Referencias

- Piani C, Haerter JO, Coppla E (2010) Statistical bias correction for daily precipitation in regional climate models over Europe. *Tehor Appl Climatol* 99:187–192.
- Proyecto MOSES. Presentación. Jornadas sobre Innovación en Gestión de Regadíos mediante Redes Agroclimáticas, Imágenes de Satélite y Sistemas de Información Geográfica. San Fernando de Heranres (Madrid). *Centro Nacional de Tecnología de Regadíos, Subdirección General de Regadíos y Economía del Agua (mapama)*. 19 de Diciembre de 2017.
- <http://www.mapama.gob.es/fr/desarrollo-rural/temas/centro-nacional-tecnologia-regadios/formacion-difusion-tecnologica/documentacion/>
- Sánchez García, E., Voces Aboy, J. and Rodríguez Camino, E. (2017). Verification of seasonal forecasts over Europe and Northern Africa. En revisión.
- Serrano de la Torre, A. Á., Mestre Guillén, I., Rodríguez Camino, E., and López Díaz, J. A. (2017). Servicios climáticos para la gestión del regadío. 10º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da APMG (2017). <http://hdl.handle.net/20.500.11765/7328>