

EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS SOLARES EN EL SUR DE LA PENÍNSULA UTILIZANDO EL MODELO MM5

⁽¹⁾ I Alonso-Calvo, ⁽¹⁾ D Pozo-Vázquez, ⁽¹⁾ JA Ruiz-Arias,

⁽²⁾ JL Bosch, ⁽¹⁾ R Luzon-Cuesta y ⁽¹⁾ J Tovar-Pescador

⁽¹⁾ Departamento de Física, Universidad de Jaén, Campus Lagunillas, 23071, Jaén (Spain)

⁽²⁾ Dpto. Física Aplicada, Universidad de Almería, 04120, Almería (Spain)

email: dpozo@ujaen.es

1. INTRODUCCIÓN

La radiación solar desempeña un papel fundamental en los mecanismos de intercambio de energía existentes entre la atmósfera y la superficie terrestre y es, por lo tanto, un parámetro clave en estudios relativos a la agricultura, hidrología, análisis medioambiental o energías renovables.

A lo largo de los próximos años, y al amparo del plan de fomento de las energías renovables, se va a producir un considerable crecimiento en la producción de energía eléctrica de origen fotovoltaico y, fundamentalmente, térmico. En particular, en la Comunidad Autónoma de Andalucía, existen en la actualidad proyectos en desarrollo para energía solar termoeléctrica de media y alta temperatura que suman alrededor de 200 MW. Adicionalmente, se espera un gran crecimiento de la energía solar térmica de baja temperatura. El éxito futuro de estos sistemas de producción eléctrica vendrá condicionado, en parte, por una adecuada evaluación de los recursos solares disponibles y una correcta previsión de su variabilidad.

En los últimos años, se vienen utilizando cada vez más ampliamente modelos meteorológicos de media escala (como el de PSU/NCAR, comúnmente conocido como MM5) capaces de simular y pronosticar fenómenos meteorológicos y variables climáticas a nivel de mesoescala. Presentamos los resultados preliminares de un análisis en el que evaluamos la capacidad del modelo MM5 para estimar la radiación solar en sureste de la Península Ibérica. En concreto, se comparan las estimaciones del modelo, utilizando diversos esquemas radiativos, con datos experimentales recogidos en la estación meteorológica de la Universidad de Jaén.

El trabajo se enmarca dentro de un proyecto de investigación en el que se pretende ver la viabilidad del modelo para generar climatologías de alta resolución de los recursos solares disponibles en el sureste de España, incluyendo zonas de topografía compleja. La zona de estudio elegida en el presente trabajo presenta una topografía plana, en la que pretendemos evaluar las parametrizaciones disponibles en el modelo MM5, y escoger la óptima para estimar la radiación en zonas de topografía mas

compleja. Para ello se dispone de dos redes de estaciones radiométricas: una en la zona de Huéneja (Granada) dentro del Parque Natural de Sierra Nevada, y la otra en el Parque Natural de Sierra Mágina en Jaén, ambas con 14 estaciones. Los valores medidos en estas estaciones servirán en el transcurso del proyecto para la validación de las estimaciones realizadas con el modelo MM5.

2. METODOLOGÍA Y DATOS

La evaluación de las estimaciones de la radiación global del MM5 se ha llevado a cabo en una zona en torno a Jaén capital, donde se sitúa la estación meteorológica de la Universidad de Jaén. Dicha estación dispone de piranómetros kipp&zonenn CM-11 para la medida de la radiación global y difusa, además de un pirheliómetro CH-1 para la estimación de la radiación directa.

Se ha llevado una comparación de las estimaciones del modelo con medidas experimentales recogidas en la estación a lo largo de los días 22 a 24 de julio de 2002. Los datos fueron integrados horariamente para ser comparados con las estimaciones de MM5, totalizando 72 horas. Se eligió un ciclo de tres días con cielos despejados de nubes, para que la evaluación fuera más sencilla. La Figura 1 muestra una imagen del canal 1 del AVHRR (visible) del satélite NOAA-16 correspondiente a un momento del periodo analizado.

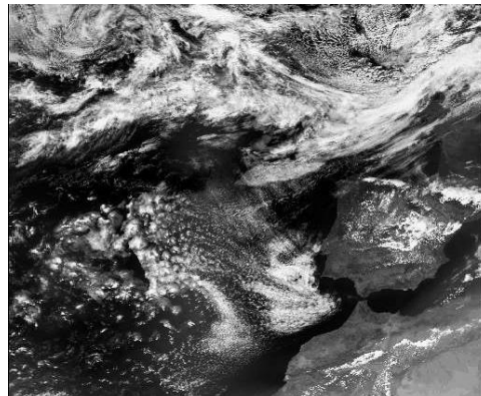


Figura 1 - Imagen del canal 1 del AVHRR NOAA-16, correspondiente a las 14:30 horas GMT del 23 julio de 2002.

2.1. Simulación de la radiación con MM5.

Se ha llevado a cabo una simulación de la radiación global para los días anteriormente indicados utilizando como condiciones iniciales los reanálisis ERA-40 del Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo (ECMWF).

La simulación con el modelo MM5 se ha llevado a cabo con una configuración del terreno en 4 dominios, con resoluciones 108, 36, 12 y 4 Km en "two-ways" (Fig. 2). Se ha empleado una integración horaria para la simulación sobre un total de 72 horas, desde el 22 al 24 de Julio de 2002.

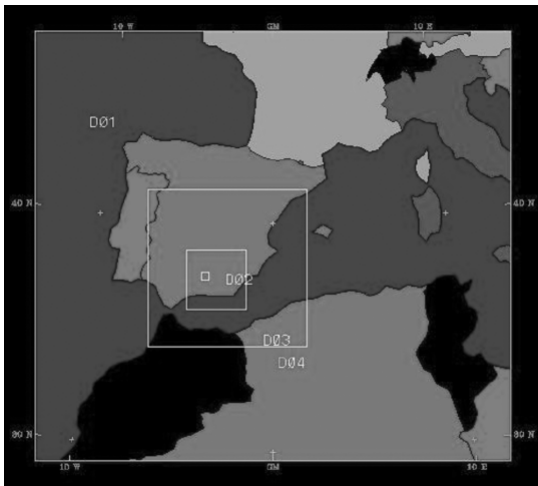


Figura 2 Dominios de los anidamientos empleados en la integración.

Se ha analizado la salida de radiación de onda corta que proporciona en modelo usando las siguientes parametrizaciones: para el esquema de cúmulos se ha tomado el de GRELL, para la capa límite planetaria MRF PBL, el esquema MIXED PASHED para la humedad y el esquema FIVE-LAYER SOIL MODEL para el suelo.

Finalmente, se han utilizado 3 esquemas diferentes de parametrización atmosférica: el esquema R1, el R2 y el R4 o RRTM (Rapid radiative Transfer Model).

3. RESULTADOS

La Figura 3 muestra las salidas del modelo con los tres esquemas atmosféricos conjuntamente con los datos experimentales. Por otra parte, la Figura 4 muestra el error absoluto de las tres simulaciones. Adicionalmente, la Figura 5 muestra el resultado de la simulación para el dominio final (entorno de Jaén) correspondiente a las 8:00 GMT del 23 de julio de 2002.

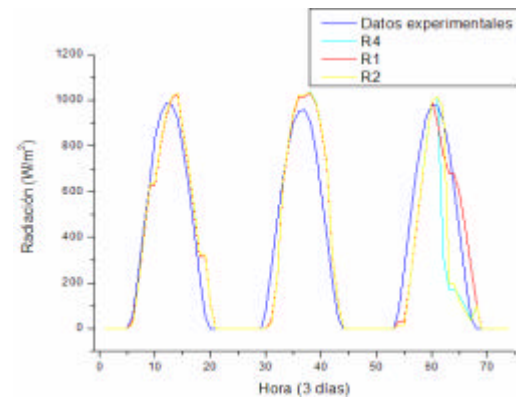


Figura 3 Estimaciones radiación solar para los tres esquemas atmosféricos, también se presentan los datos experimentales. Valores correspondientes a los días 22 a 24 de julio de 2002.

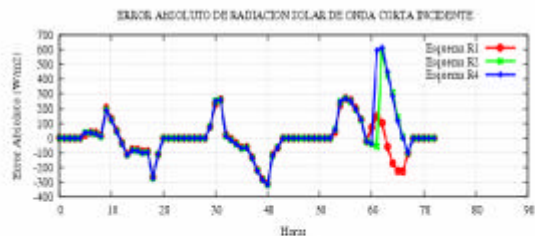


Figura 4. Errores de las estimaciones para los diferentes esquemas atmosféricos.

A partir del análisis de las figuras 3 y 4 se observa una buena correlación general entre los valores medidos y simulados. Sin embargo, es notoria la tendencia general del modelo a subestimar la radiación en las primeras horas del día y sobreestimarla en las horas centrales del día; esta tendencia se produce de forma general para los tres esquemas atmosféricos.

La discrepancia mayor entre los valores simulados con los diferentes esquemas atmosféricos entre si y con los observados se produce a partir del tercer día, horas 60 a 65, es decir, entre las 12 y las 17 del día 24 de julio de 2002. La razón es que el modelo predice la presencia de nubes en nivel 700 hPa si se utilizan los esquemas R2 o R4 (Fig. 6), resultando en una subestimación de la radiación. Sin embargo, el esquema R1, el más sencillo, proporciona una estimación correcta.

Los esquemas R2 y R4 tienen en cuenta la contribución del vapor de agua, pero parecen tener una sensibilidad exagerada a la presencia de vapor de agua en la zona de estudio.

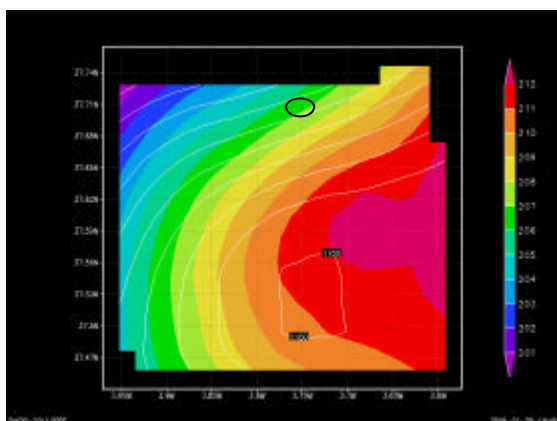


Figura 5. Estimación (con el esquema R1) de la radiación en el entorno de la estación meteorológica de la Univ. De Jaén a las 8:00 H del día 23 julio (hora 32 en la Fig. 3). El círculo indica la localización de la estación. Valores en W/m^2 .

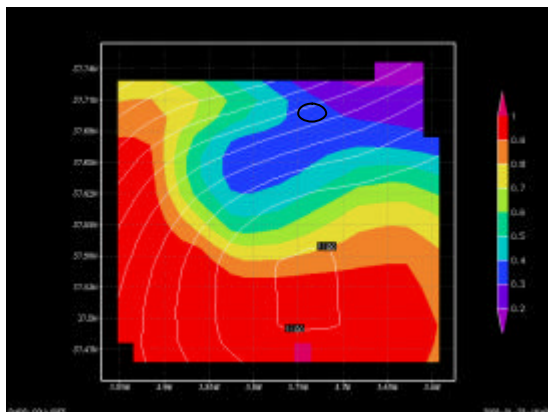


Figura 6. Estimación de la cubierta nubosa usando el esquema R4 en el entorno de la estación meteorológica de la Univ. De Jaén a las 13:00 H del día 24 julio (hora 65 en la Figura 3). El círculo indica la localización de la estación.

4. CONCLUSIÓN

En general, el modelo MM5 proporciona buenas estimaciones de la radiación global en zonas homogéneas y durante días despejados. Sin embargo, tiene tendencia a subestimar la radiación en las primeras horas del día y sobreestimarla en las horas centrales del día. Esta tendencia se produce de forma general para los tres esquemas atmosféricos.

Los esquemas de radiación R2 y R4 simulan erróneamente la presencia de nubes en la zona, siendo, al parecer, demasiado sensibles a simular la presencia de vapor de agua en el área de estudio.

El trabajo futuro se centrará en, por una parte, evaluar el comportamiento del modelo en días no totalmente despejados, y, por otra parte, valorar las prestaciones del modelo durante simulaciones de alta resolución en zonas no homogéneas, de

topografía compleja, como los emplazamientos mencionados en la introducción.

5. REFERENCIAS

<http://www.mmm.ucar.edu/mm5/tutorial/tutorial.html>

Dudhia, J., Guo, D. G. Y., Manning, K. Michelakes, J. y Wang, W. 2001. "PSU/NCAR Mesoscale Modeling System. Tutorial Class Notes and User's Guide. MM5 Modeling System. Version 3" Mesoscale and Microscale Meteorology Division. NCAR, Boulder.

AGRADECIMIENTOS:

Este trabajo ha sido llevado a cabo con la financiación del Ministerio de Ciencia y Tecnología, a través del proyecto N2004-07816-CO3-02/ALT, y de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía.

Los autores desean expresar su agradecimiento a Elena García Bustamante y Manuel Prieto (CIEMAT), Jon Sáez (Universidad del País Vasco), Juan Pedro Montávez (Univ. De Murcia) y José Manuel Jiménez (Universidad Complutense de Madrid).