ASADES

Energías Renovables y Medio Ambiente
Vol. 10, pp. 9 - 14, 2002
Impreso en la Argentina. ISSN 0328-932X

ALTERNATIVA PARA UNA EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL RECURSO SOLAR EN ZONAS AISLADAS DE LATINOAMÉRICA

Hugo Grossi Gallegos* y Raúl Righini
División Física, Universidad Nacional de Luján
Rutas 5 y 7, (6700) Luján, Buenos Aires, Argentina
Fax: (54-2323) 425795, E-mail: grossi@mail.unlu.edu.ar

RESUMEN. Luego de tres años de existencia de la Red Iberoamericana de Solarimetría (RISOL), que tuvo como uno de sus objetivos el recuperar la información calificada de radiación solar existente en los países iberoamericanos, la realidad muestra que sólo se ha logrado en lo que hace a horas de brillo de sol (heliofanía) pero que no se ha podido mejorar el de irradiación global. Por lo tanto, en este trabajo de propone utilizar en lo inmediato la estimación satelital disponible para mejorar el conocimiento de la distribución del recurso solar en zonas uniformes y aisladas de Latinoamérica. Se ejemplifica para la región del Gran Chaco luego de validar la información contra mediciones de superficie.

1. INTRODUCCION

Para cuantificar el nivel de irradiación solar es habitual el empleo de cartas solarimétricas, que siempre han sido una herramienta de indudable importancia para la evaluación del recurso solar en una determinada zona. Las mismas permiten, mediante isolíneas, visualizar la variabilidad espacial y temporal de la irradiación solar, lo que constituye una información imprescindible para las tecnologías que se valen de la radiación del sol como recurso energético.

El trazado de estas cartas siempre es una tarea ardua, que requiere una base de datos depurada y un conocimiento empírico de la meteorología de la zona para obtener un producto confiable. En particular, es de destacar que la presencia de grandes masas boscosas, de montañas y de microclimas han hecho dificultoso el trazado de mapas de irradiación solar global basándose únicamente en los datos proporcionados por estaciones terrenas de medición de la radiación solar (Grossi Gallegos, 1998 a y b).

El aumento significativo experimentado en la instalación de sistemas de electrificación rural con tecnología fotovoltaica en los últimos años sobre todo en Brasil, México y Argentina, ya sea para iluminación doméstica como para bombeo de agua, exige con urgencia mejorar el conocimiento de la distribución del recurso solar con el objetivo de reducir la incidencia de los costos de capital por unidad de energía generada. Si bien las fuentes de información de radiación solar existentes en América Latina son muchas, la calidad de los datos es muy variada y las series presentan discontinuidades tanto en lo espacial cuanto en lo temporal.

Por otro lado, para caracterizar y evaluar cuantitativamente el potencial de estos sistemas fotovoltaicos para ser utilizados en situaciones para reducir las cargas pico de las compañías eléctricas también son necesarios datos detallados reales y no climatológicos.

Finalmente, para la utilización como información de entrada en modelos matemáticos detallados de pronóstico de cosecha esta información debe tener datos reales obtenidos con continuidad y precisión conocida para constituirse en una herramienta útil para la previsión de costos en el mercado de granos.

Si bien como consecuencia de la necesidad de contar con información acerca de la disponibilidad de energía solar con vistas a su aprovechamiento, a comienzos de la década del ’70 empezaron a publicarse en distintos países americanos cartas que presentaban la distribución espacial de la irradiación solar global recibida en la superficie terrestre sobre un plano horizontal basadas en algunas pocas mediciones del parámetro o en estimaciones del mismo a partir de correlaciones establecidas con la heliofanía (horas de insolación o brillo solar); al tratar de integrar toda esa información en una carta anual (Grossi Gallegos, 1998c) se encontraron extensas zonas en el centro de América del Sur en las que no se disponía de ninguna información confiable y otras en la que la misma era incompatible con otros registros.

Teniendo en cuenta por un lado esta realidad y por otro, la necesidad antes planteada de mejorar la calidad de las mediciones de la irradiación solar, se planteó, y fue aprobada por el Consejo Técnico Directivo del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) el 1 de junio de 1998, la creación de la Red Iberoamericana de Solarimetría (RISOL).

Los objetivos planteados para esa Red Temática fueron (a) procurar el rescate de la información solarimétrica existente en los países iberoamericanos, procediendo a clasificarla y calificarla de acuerdo con su procedencia ; (b) promover la discusión y la unificación de las metodologías de obtención, tratamiento y almacenamiento de los datos y el intercambio de experiencias ; (c) promover la capacitación de recursos humanos en el tema de la evaluación del recurso solar y de la posterior utilización de la información, como así también del mantenimiento del instrumental ; (d) promover la

* Miembro de la Carrera del Investigador del CONICET

elaboración de proyectos tendientes a mejorar la calidad de la información y la cobertura espacial y temporal de las mediciones y (e) procurar la elaboración de cartas preliminares de la distribución de la radiación global a nivel del suelo.

Al cabo de tres años, si bien el banco de datos de heliofanía es realmente importante y ha de permitir la preparación de cartas con la distribución de las horas de insolación, debe reconocerse que es realmente pobre el dedicado a datos de irradiación global porque la realidad es que existen muy pocos países con información confiable medida en tierra y sólo algunos otros están comenzando la instalación de redes automáticas meteorológicas no siempre equipadas con el instrumental adecuado.

A pesar de ello, se han producido algunos avances realmente positivos como consecuencia de las temáticas tratadas en los cursos de capacitación dictados, lo que puede verse en una serie de trabajos que incorporaron nuevas metodologías de interpolación geoestadística (Tiba, 2000a y b; Righini y Grossi Gallegos, 2001a) o que han motivado el análisis de las bases de datos existentes (Grossi Gallegos *y otros*, 1999). Sin embargo, deben tenerse cuidados especiales con el uso de estas metodologías ya que se puede llegar a resultados que se aparten de la realidad o empeoren aún trabajos previos (Righini y Grossi Gallegos, 2001b).

Otro de los productos del accionar de esta Red fue la comparación de datos satelitales obtenidos de INTERNET con datos de tierra medidos en la región con piranómetros de precisión conocida y su posterior utilización bajo determinadas condiciones y en regiones homogéneas (Grossi Gallegos, 1999; Righini y Grossi Gallegos, 2000a, b, c y 2001a y b); dicha base se refiere a los valores correspondientes a la estimación preparada para la industria de las energías renovables a pedido del National Renewable Energy Laboratories (NREL), elaborada como salida del algoritmo de Pinker, a la que se comparó con estaciones de la Red Solarimétrica de Argentina y del Paraguay. Cada celda representa un área igual a 2.5 grados en latitud por 2.5 grados en longitud en el ecuador (aproximadamente 280 x 280 km) y los valores medios mensuales de la radiación global diaria promediados espacialmente en cada celda están expresados en kWh/m^2. Los valores del error cuadrático medio hallados van de 3.7% a 24.8%, dependiendo del grado de inhomogeneidad del lugar, concluyéndose que esta metodología de baja resolución puede ser una herramienta válida para zonas homogéneas pero que en regiones de accidentada orografía se requiere mayor resolución espacial.

No obstante, en zonas planas, cuya característica general sea la regularidad del terreno, es posible trazar estas cartas empleando métodos geoestadísticos de interpolación entre los datos validados de esta base de datos disponible en INTERNET; actualmente se ha ampliado a diez años el plazo de promediación y modificado su presentación.

En base a estas consideraciones, se aplicará una vez más esta metodología combinada, permitiendo obtener información de calidad razonable para una región vasta y aislada como es el Gran Chaco Americano en la que, dada su extensión, es muy difícil contar con una red de medición de la irradiación solar global que tenga la suficiente densidad como para evaluar el recurso con el nivel de mesoescala requerido. Si bien en la zona han operado estaciones de medición del parámetro (Asunción, Colonia Santa Rosa, Presidencia Roque Sáenz Peña, Rafaela, El Colorado, El Sombrerito, Córdoba), los registros de las mismas no brindan una suficiente cobertura espacial y temporal como para trazar cartas solares en base a ellos (a excepción de Asunción y Córdoba).

2. EL GRAN CHACO

El Gran Chaco es una vasta planicie que ocupa alrededor de un millón de kilómetros cuadrados en Sudamérica, abarcando grandes áreas de Argentina, Paraguay, Bolivia y Brasil.

Al norte se extiende hasta las sierras de Chiquitos y las sabanas del Mamoré, hacia el oeste lo hace hasta las sierras Subandinas y las Sierras Pampeanas, y por el este, hasta los ríos Paraná y Paraguay. La presión humana sobre los montes del sur del Gran Chaco ha ido haciéndolos retroceder hacia el norte, por lo que el límite sur es indefinido e inestable. Se diferencian claramente en él tres zonas: Chaco Boreal, extendiéndose al norte del río Pilcomayo; el Chaco Central, entre el Pilcomayo y el Bermejo; y el Chaco Austral, al sur de este último.

El sector argentino comprende las provincias de Chaco, Formosa y parte de Santa Fe, Santiago del Estero y Salta; el paraguayo, por su parte, se encuentra ubicado al oeste del río Paraguay y comprende los departamentos de Chaco, Nueva Asunción, Boquerón y Presidente Hayes; el boliviano, las provincias orientales de los departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija, mientras que el del Brasil corresponde a parte del estado de Mato Grosso.

En general el paisaje se caracteriza por bosques densos y con buena variedad de especies en lugares donde existe disponibilidad de agua. La vegetación es más abierta, baja, y con menor variedad de especies cuando las zonas son más áridas. Las especies representativas son el algarrobo blanco (prosopis alba), el algarrobo negro (prosopis nigra), el itín (P. kuntzei), el vinal (P. ruscifolia). En las llanuras húmedas de la parte oriental se encuentra el quebracho colorado chaqueño (Schinopsis balansae), mientras que en lugares más secos se halla el quebracho colorado Santiagueño (Schinopsis lorentzii).

El suelo presenta una muy pequeña pendiente, en general hacia el sudeste, destacándose algunas tierras altas, como pequeñas islas en la llanura. Como consecuencia de ella los ríos presentan una tendencia a cambiar de curso. El suelo en general presenta una gran variabilidad en su composición en unos pocos kilómetros y su calidad va disminuyendo regularmente hacia el norte: mientras que en el Chaco argentino los mismos son fértiles, en el Chaco paraguayo son menos feraces debido a que la capa oscura de suelos y mantillo va disminuyendo su espesor de manera constante hacia el norte.

La característica llana del territorio determina que los vientos soplen libremente, y por ende existe un intercambio de masas de aire frías provenientes del sur y tropicales que vienen del norte. Las lluvias se forman en donde estos frentes se encuentran, siendo por lo general muy intensas y localizadas, dándose en ocasiones toda el promedio anual de precipitaciones en unos pocos días (la estación seca se extiende desde abril o mayo a octubre). En general se observan las mayores precipitaciones en el este (entre 1200 mm y 1400 mm), las que paulatinamente van descendiendo

hacia el oeste, en la zona árida, donde son menores a 400 mm. Debido a que son pocos los días lluviosos y a que el suelo presenta una capa arcillosa en grandes zonas, la evaporación (debida a la alta temperatura diurna) es rápida y sólo una pequeña porción del agua caída es aprovechable por la agricultura.

En todo la región son marcadas las grandes amplitudes térmicas, caracterizadas por altas temperaturas durante el día y bajas por la noche, presentándose generalmente heladas en invierno en grandes extensiones del Gran Chaco.

El agua es en toda esta zona un factor limitante del desarrollo. La escasez de corrientes superficiales continuas da un gran valor a las aguas subterráneas. En general las aguas subterráneas del Gran Chaco contienen poco magnesio y cal, por lo que son blandas, pero la presencia de cloruro de sodio y de muchos sulfatos le confieren un sabor amargo y desagradable. La primera napa de agua se encuentra entre 4 y 10 m de profundidad, pero la existencia de grandes períodos de sequía determina que los pozos no soporten grandes exigencias. Perforaciones hechas a profundidades mayores, que captan las aguas filtradas en la zona marginal de la cordillera, han hallado solamente agua salada impotable.

La dinámica de las poblaciones existentes en la zona ha variado mucho en el último siglo. Fuera de algunos períodos de bonanza relativa, asociados con la explotación de bosques para la obtención de maderas duras y tanino, los emprendimientos económicos han sido escasos. A partir del año 1950 se comienza a sentir la caída de la producción de tanino debido a la tala del monte, por lo que el posible crecimiento económico asociado a la explotación maderera entra en franco retroceso. Al desmonte sistemático le ha seguido, en un proceso conocido, la pérdida de cobertura de suelo y el aumento de la salinidad de los mismos. Las actividades acometidas entonces en estas grandes zonas desmontadas han sido, preferentemente, la cría de ganado, habida cuenta que la imprevisibilidad de las lluvias y la intensidad de las mismas, hacen difícil la agricultura. Los pequeños productores diversifican en general su producción, pero manteniéndola solamente a un nivel que les permita la supervivencia.

Esta conjunción de variables desfavorables (insuficiencia de agua subterránea y empleo excesivo y ruinoso de los recursos forestales) determinan que, salvo en los núcleos urbanos establecidos, la población haya menguado en todo el Gran Chaco (Karlin *et al.*, 1994).

Una de las posibilidades existentes para comenzar a revertir este proceso es planificar la explotación económica zonal en función del uso racional de los recursos naturales existentes. Para ello es necesario tener en cuenta la gran variabilidad espacial climática y de composición de suelos que presenta la región. Dotar de energía eléctrica a las áreas rurales existentes en la zona y aprovecharla para potabilizar el agua extraída de los pozos es una alternativa a seguir para el desarrollo de la región. Entre las fuentes alternativas que pueden concurrir en auxilio de esta población se pueden citar la solar, la eólica y la hidráulica (esta última, a través de microturbinas), las que constituyen alternativas viables, no contaminantes y técnica y económicamente factibles, que compiten con ventaja frente a los motogeneradores convencionales.

En el caso de la energía solar es necesario contar con la información acerca de la irradiación global que llega a nivel del suelo; la misma es imprescindible tanto para dimensionar los sistemas fotovoltaicos y los destiladores de agua, como para evaluar la evaporación del agua y el rendimiento previsto de las cosechas. En particular, respecto a los destiladores de agua, es interesante hacer notar que existen antecedentes de su uso en la zona; debido a la falta de agua potable en muchas comunidades aisladas del Chaco Salteño, se instalaron en alguna de ellas destiladores de batea desarrollados por el INENCO con el objeto de proveer agua para consumo humano. En general, los grupos familiares capaces de ser atendidos por estos equipos presentan una consumo medio de entre 30 y 40 litros diarios de agua, y brindándoles la cantidad necesaria puede resolverse satisfactoriamente un problema clave para el asentamiento poblacional (Franco *et al*, 1997).

3. MATERIALES Y MÉTODO

Como ya se ha mencionado en trabajos anteriores (por ejemplo, Righini y Grossi Gallegos, 2001b)**,** dentro de los métodos geoestadísticos, el llamado "krigaje" o "kriging" es un método de interpolación lineal optimal, ya que minimiza los errores cometidos en la estimación del campo de radiación, incorporando información de la estructura de ese campo por medio de una función denominada variograma. Para su aplicación en este trabajo se utilizó una vez más el programa de cálculo desarrollado por Aguiar (1999) para los Cursos Regionales de la RISOL.

Como ejemplo, se calcularon los variogramas tomando los valores medios de la base de INTERNET correspondientes a los meses de enero y julio para todas las celdas consideradas. Se empleó una distancia máxima de separación entre estaciones de 1589 km y se consideraron 27 clases, utilizando un estimador exponencial para el variograma, mientras que el error instrumental supuesto fue del 10%. Los mapas se realizaron considerando 10 nodos en la grilla bidimensional que cubre la región en la cual se trazan las isolíneas (las unidades utilizadas fueron kWh/m^2). En la figura 1 se presentan los variogramas y las curvas de ajuste exponencial consideradas.

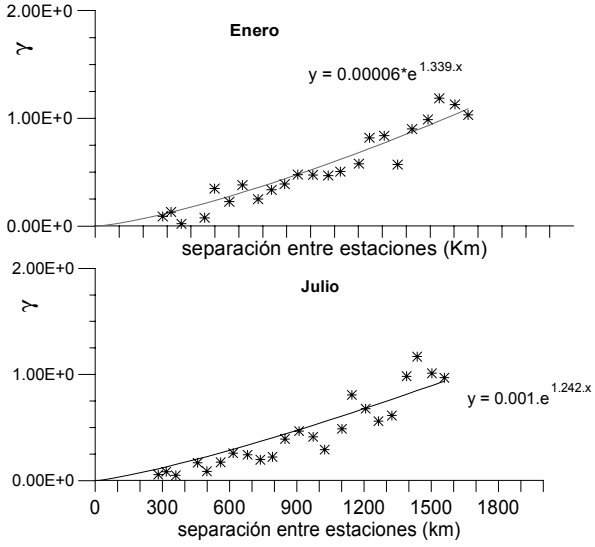

Fig.1: Variogramas correspondientes a los meses de enero (arriba) y julio (abajo). Se incluyen las constantes de la estimación exponencial utilizadas en cada uno.

Los resultados anteriormente calculados fueron comparados con los obtenidos en estaciones de medición de la irradiación solar global pertenecientes a la Red Solarimétrica de Argentina que operaron en la región o muy cerca de sus límites (El Sombrerito, Presidencia Roque Sáenz Peña, Colonia Santa Rosa, Rafaela y Córdoba; los datos considerados se presentan en la figura 2 y corresponden a los valores medios de los meses de enero y julio de todos los años analizados. Se analizaron 22 valores en vez de los 40 que corresponderían a las 5 estaciones consideradas debido a que ellas no cuentan con los datos correspondientes a todos los meses del período, faltando muchos de ellos por haberse presentado problemas de funcionamiento en los integradores de la señal eléctrica.

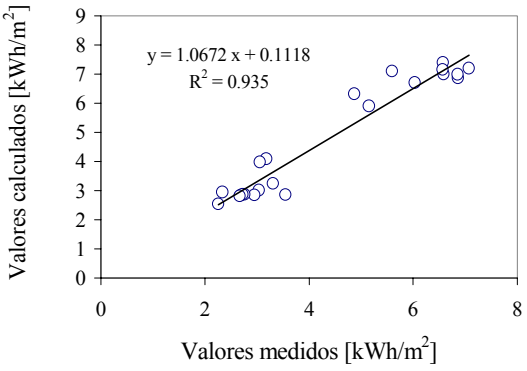

Fig. 2: Correlación existente entre valores calculados de la irradiación solar global por el método de "kriging" aplicado a estimaciones satelitales y valores medidos por estaciuones de la Red Solarimétrica de Argentina.

Se puede ver que existe una muy buena correlación entre los valores calculados aplicando el "krigaje" a las estimaciones satelitales y los valores medidos en tierra dado que el coeficiente de determinación es alto (R^2=0.935). La correlación presenta un error cuadrático medio (RMSE) de 15.6%, mientras que el sesgo (MBE) es de +9.5%, notándose en general una tendencia a sobrestimar la radiación por parte del algoritmo empleado por Pinker y Lazlo (1992) para el cálculo de la misma.

Debido a que la estación Rafaela se encuentra dentro de la zona considerada y su registro de datos es completo, se realizó también una comparación entre los valores medios mensuales existentes en ella y los calculados por el algoritmo de Pinker para esa localidad a lo largo de todos los meses considerados (46) entre 1985 y 1988. La correlación entre los mismos puede verse en la figura 3.

Nuevamente puede apreciarse una alta correlación entre los datos calculados y los medidos de irradiación solar global, hallándose un error cuadrático medio (RMSE) de 5,9% y un sesgo (MBE) de +0,3 %. El ajuste es mejor que el encontrado para todas las estaciones debido probablemente a que Rafaela se encuentra plenamente en el área analizada, determinando este hecho que no se manifiesten efectos propios de frontera en el cálculo de la irradiación.

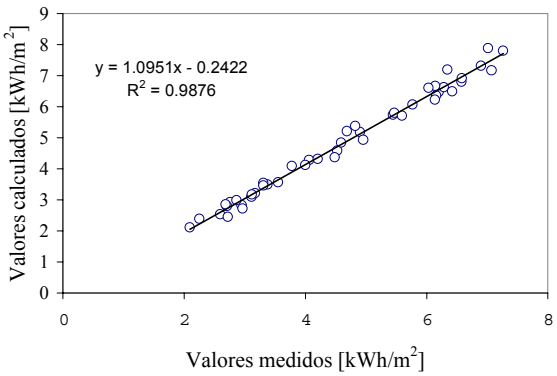

Fig. 3: Correlación existente entre valores calculados de la irradiación solar global a partir de datos satelitales y valores medidos en la estación Rafaela de la Red Solarimétrica de Argentina.

En las figura 4 y 5 de la página siguiente se presentan las isolíneas de los promedios de irradiación solar global correspondientes a los meses de enero y julio, respectivamente, indicándose en los ejes la latitud y la longitud.

CONCLUSIÓN

Puede verse que los resultados obtenidos son compatibles con las cartas de irradiación solar existentes para el Paraguay o con aquéllas que lo incluyen (Grossi Gallegos *et al.,* 1986) con valores que van de 6 a 6.5 kWh/m^2 y patrones similares en las isolíneas. La horizontalidad observada en las isolíneas de julio también es similar al comportamiento ya observado en otros trabajos, pero los valores en este caso son superiores**.**

También es posible observar que los mapas obtenidos reproducen tanto cualitativamente como cuantitativamente los obtenidos por Grossi Gallegos (1998) para la zona norte de Argentina, en los cuales se presenta claramente la influencia de la cuña boscosa de la selva Tucumano-Oranense-Boliviana durante los meses de verano.

De la comparación entre los valores interpolados por el método de "kriging" a partir de los calculados con el algoritmo de Pinker con información satelital y los medidos en tierra surge un error cuadrático medio de 15,6% y un sesgo del +9,5%. Consideramos que estos errores son aceptables, ya que brindan una amplia información sobre una zona notablemente extensa en la cual existen muy pocas posibilidades de montar una red de medición de la radiación solar que tenga la suficiente densidad como para dar información significativa.

Cuando el algoritmo es empleado en zonas alejadas de la frontera analizada, y con la suficiente homogeneidad del terreno, los resultados mejoran notablemente, tal como muestra el análisis de correlación para la estación Rafaela, donde el error cuadrático medio baja a un 5,9 % y el sesgo a un + 0.3%.

De todas maneras, para aquellas regiones homogéneas que carecen de medición terrena, el uso de la información satelital complementada con técnicas modernas de

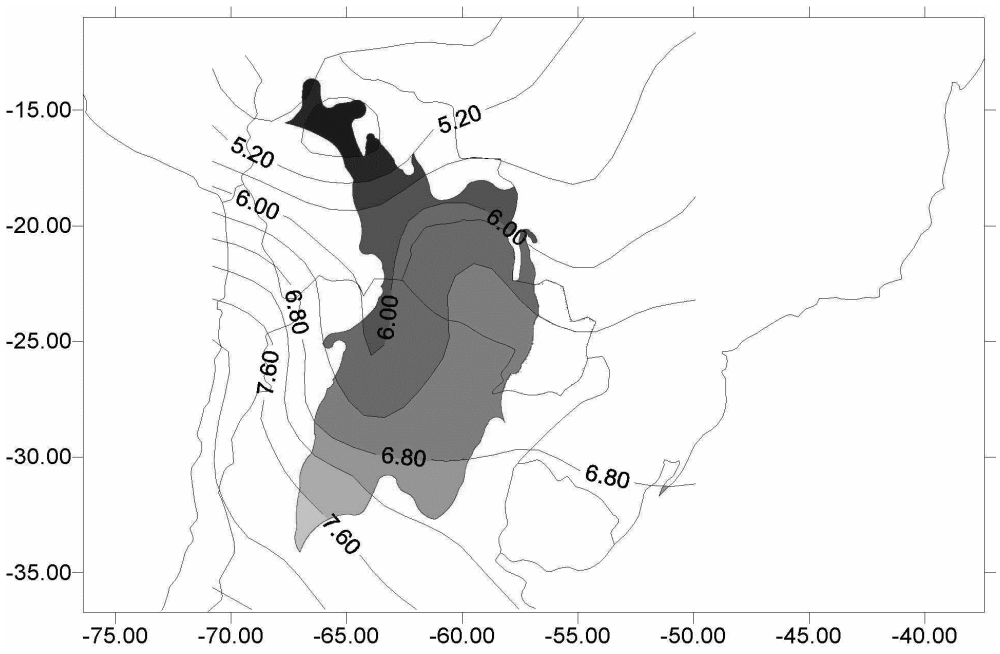

Fig. 4: Distribución espacial del promedio de la irradiación global diaria correspondiente al mes de enero, kWh/m^2-día. En los ejes se indican latitud y longitud.

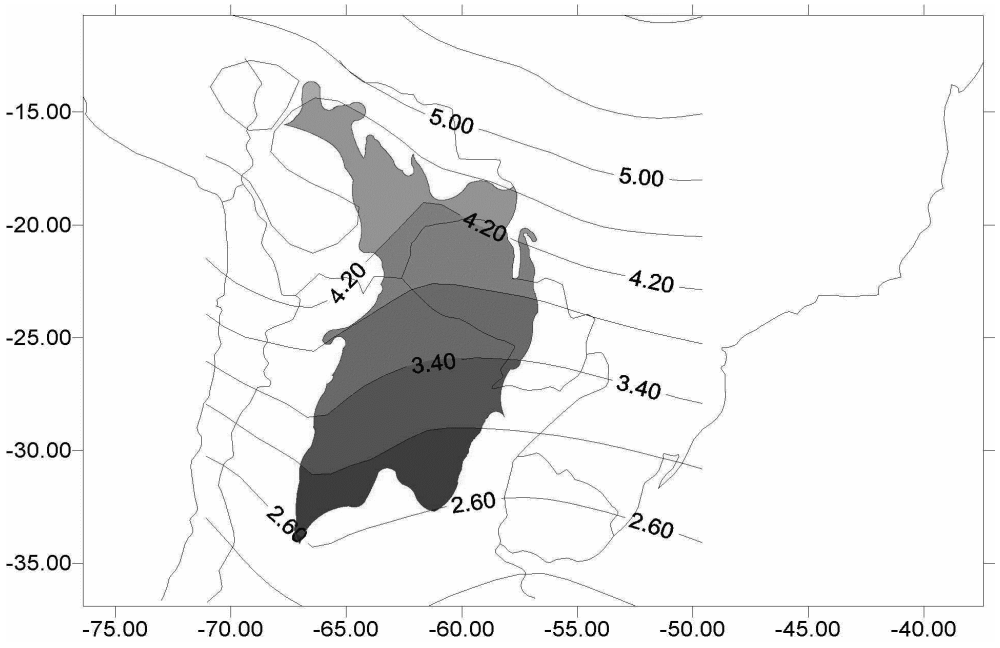

Fig. 5: Distribución espacial del promedio de la irradiación global diaria correspondiente al mes de julio, kWh/m^2-día. En los ejes se indican latitud y longitud.

interpolación ofrece la posibilidad de tener un rápido conocimiento aproximado del campo promedio mensual de la irradiación global diaria (con una incerteza del 6 al 16%), empleando procedimientos no arbitrarios para el trazado de las isolíneas.

Por todo lo visto, parece sumamente recomendable tratar de instalar un reducido conjunto de excelentes estaciones de referencia en tierra, con precisión controlada, ubicadas en lugares geográficamente bien diferenciados, que midan cada diez minutos las componentes directa, difusa y global de la radiación solar (WMO,1990) y que permitan ajustar los modelos de estimación satelital desarrollados en esta región, como el GL1 (Ceballos *et al.*, 1998) y el BRAZIL SR (Pereira *et al*, 1996) o fuera de ella. Todo esto facilitará tener a corto plazo, con una resolución espacial inalcanzable desde tierra, un relevamiento adecuado para el diseño de los sistemas de aprovechamiento de la energía solar, a excepción de aquellas zonas en las que, debido a su marcada inhomogeneidad, sea imprescindible medir. Con esta misma

finalidad sería también importante tratar de validar modelos de extrapolación de la irradiación con la altura aplicables tanto a mediciones terrestres como a estimaciones satelitales.

REFERENCIAS

Aguiar, J. F. (1999). *Cartografía de la Radiación Solar por Métodos Geoestadísticos*, 39 p., Red Iberoamericana de Solarimetría (RISOL).

Ceballos J. C., Pereira R. C. G. , Bastos, E,. J. B., y Moraes, E. C. (1998.) Solar radiation monitoring using a physical model and GOES-8 VIS imagery. Pre-prints, IX Conference on Satellite Meteorology and Oceanography, Paris, Francia, 430-431.

Franco, J., Caso, R., Fernández, C. y Saravia, L. (1997) El diseño de destiladores de batea para grupos familiares en el Chaco Salteño. *Energías Renovables y Medio Ambiente* **3**, 41-46.

Grossi Gallegos, H., García, M., Atienza, G. y Castel, M.E. G. de (1986) Estimación de la distribución de la radiación solar global en la República del Paraguay. En *Actas de la XI Reunión de Trabajo de la ASADES*, San Luis, Argentina, 197-202.

Grossi Gallegos, H. (1998a) Distribución de la radiación solar global en la República Argentina. I. Análisis de la información. *Energías Renovables y Medio Ambiente* **4**, 119-123.

Grossi Gallegos, H. (1998b) Distribución de la radiación solar global en la República Argentina. II. Cartas de radiación. *Energías Renovables y Medio Ambiente* **5**, 33-42.

Grossi Gallegos, H. (1998c) Distribución espacial del promedio anual de la radiación solar global diaria en América del Sur. *Revista Internacional Información Tecnológica* **9** No. 2, 259-264.

Grossi Gallegos, H. (1999) Comparación de los valores satelitales del "Surface Solar Energy (SSE) Data Set Version 1.0" con datos de tierra de la Red Solarimétrica. *Energías Renovables y Medio Ambiente* **6**, 1-6.

Grossi Gallegos, H., Roberti, A. y Renzini, G. (1999) Evaluación de las bases de datos de radiación global disponibles en la República Argentina. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* **3** (2) 11.13-11.17.

Karlin, U., Catalán, L. y Coirini, R. (1994). *La Naturaleza y el Hombre en el Chaco Seco*. Proyecto GTZ - Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del Noroeste Argentino, Salta, Argentina, 163 p.

Pereira, E. B., Abreu, S. L., Stuhlmann, R., Rieland, M. and Colle, S. (1996). Survey of the incident solar radiation in Brazil using the Meteosat satellite data. *Solar Energy* **57** (2), 125-132.

Pinker T. and Laszlo L. (1992). Modeling Surface Solar Irradiation for Satellite Applications on a Global Scale. *Journal of Applied Meteorology* **31**, 194-211

Righini, R. y Grossi Gallegos, H. (2000a) Trazado de las cartas solarimétricas de la Pampa Húmeda empleando métodos geoestadísticos. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, **4** (2), 11.25-11.29.

Righini, R. y Grossi Gallegos, H. (2000b) Evaluación de la distribución de la irradiación solar global en la República del Paraguay en base a datos satelitales. *Energías Renovables y Medio Ambiente* **8**, 5-8.

Righini, R. y Grossi Gallegos, H. (2000c) La utilización de información GOES como alternativa para la evaluación del recurso solar en zonas homogéneas: el caso Paraguay**.** En *Memoria del IX Simposio Latinoamericano de Percepción Remota,* Versión CD-ROM, Iguazú, Argentina, 812-820.

Righini, R. y Grossi Gallegos, H. (2001a) Evaluación preliminar de la distribución de la irradiación solar global en el Gran Chaco Americano. En *Anales del IX Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología - VIII Congreso Argentino de Meteorología*, versión CD-ROM, Buenos Aires, Argentina).

Righini, R. y Grossi Gallegos, H. (2001b) Utilización preliminar de información GOES y métodos geoestadísticos para la evaluación del recurso solar en Brasil. ***Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 5**, versión CD-ROM, Mendoza, Argentina.

Tiba, C. (2000a) Solar Radiation in the Brazilian Northeast. In *Proc. ISES Forum 2000 (*paper No. RA 21-05) 6 pp.

Tiba, C. (2000b) Solar radiation in the Brazilian Northeast. *Renewable Energy* **22**, 565-578.

World Meteorological Organization (1990) Radiation and Climate (Workshop on Implementation of the Baseline Surface Radiation Network, Washington, DC, U.S.A, 3-5 December 1990).

AN ALTERNATIVE FOR A PRELIMINARY ASSESSMENT OF SOLAR RESOURCE IN ISOLATED REGIONS OF LATIN AMERICA

ABSTRACT - One of the objectives of the Iberoamerican Solarimetric Network (RISOL) from CYTED Program was recover qualified solar radiation information from Iberoamerican countries. After 3 years RISOL Data Bank have good bright sunshine hours data but the knowledge of global irradiation could not be improved because only a few countries have that information. As a consequence, this work proposes the use of satellite estimates for improving the knowledge of solar radiation distribution in isolated and uniform regions of Latin America. This methodology is applied in Great Chaco region after make a comparison with surface measurements.