

LA UTILIZACION DEL PROGRAMA METEONORM PARA GENERAR LA BASE DE DATOS METEOROLOGICOS QUE REQUIERE LA ADAPTACION DEL ENERGY-10 PARA LA ARGENTINA

Alfredo Rapallini - Eduardo Yarke

Acoyte 217 (1405) Buenos Aires - TE : 4902-3001 - FAX : 4384-6150
e-mail :yarke@abaconet.com.ar / arapal@mecom.ar

RESUMEN

En este trabajo se informa del estado de avance alcanzado en la adaptación del Programa Energy-10 para su uso en la Argentina - Para esa adaptación, uno de los requerimientos principales es la generación de una base de datos meteorológicos que muestre un panorama, aunque sea global y de trama muy abierta, de las distintas situaciones climáticas que presenta nuestro país. Esta base de información meteorológica debe contener una serie de parámetros tales como temperaturas, radiación, iluminación natural, humedad, vientos, etc. con un formato horario, de manera tal que el conjunto constituye un Año Típico Meteorológico. Dada la dificultad que este tema presenta para el caso de la Argentina, se recurrió al auxilio del Programa Meteonorm para generar esta base, seleccionando para su implementación a 16 localidades consideradas representativas. Es intención de los autores poner esta información a disposición de los Grupos de Trabajo a los efectos de validar tanto la elección de localidades como los resultados obtenidos. Para ello se muestran los criterios utilizados en todo este proceso.

LA BASE DE DATOS METEOROLOGICOS QUE REQUIERE ENERGY-10

Como se informó en la última Reunión de Trabajo de Asades (Rapallini y Yarke, 1998), los autores de este Trabajo están realizando el proceso de adaptación del programa Energy-10 para su uso en la Argentina. En esta etapa se realizó el procesamiento de la información meteorológica básica necesaria a ese propósito.

Para su funcionamiento, Energy-10 requiere de una base de datos meteorológicos de la localidad en donde se esté realizando el estudio del edificio, en formato horario y que incluya una serie de parámetros tales como radiación, temperaturas, humedad, vientos, etc. En el programa original esta información está referida a localidades de los EE.UU. y cada una de ellas es un archivo generado en forma específica para su incorporación al programa por otro programa que se llama WeatherMaker. Este programa es alimentado, a su vez, por archivos en formato TMY2 (Typical Meteorological Year-2). La biblioteca original del programa Energy-10 contiene una base de 18 localidades que puede ser ampliada, con un costo adicional, de acuerdo a los requerimientos de los usuarios.

De esta descripción surge la dificultad principal que el uso del Energy-10 tiene en el caso de la Argentina. Se presentan problemas tales como los costos excesivos que actualmente tiene la información meteorológica disponible en el Servicio Meteorológico Nacional, la necesidad de obtener información en base horaria que, de todas maneras es insuficiente en la mayoría de las estaciones o que, cuando existen, suelen presentarse en formatos diferentes a los requeridos.

Es por ello que se decidió, por consejo del propio D. Balcomb, utilizar al Programa Meteonorm como la herramienta considerada idónea para generar la información que luego será procesada por el WeatherMarker.

EL PROGRAMA METEONORM

El software METEONORM fue desarrollado por Jan Remund y Stefan Kunz de Meteotest - Suiza – quienes contaron con financiamiento parcial de la Oficina Federal de Energía de Suiza.- La versión actualmente disponible es la 3.0 y está vigente desde fines de 1997.

En forma sintética se puede decir que METEONORM es:

- Una base de datos que contiene datos climatológicos, para aplicaciones prácticas de la energía solar, de aproximadamente 1.000 estaciones meteorológicas distribuidas en todo el mundo. (incluidas 4 de la Argentina)
- Un programa de cálculo de parámetros climáticos
- Un recurso computacional para generar los datos necesarios para poder utilizar programas de diseño de sistemas activos, pasivos y fotovoltaicos.
- Una herramienta que permite a los usuarios de programas de cálculo y diseño de sistemas solares, acceder a bases de datos uniformes y comprensivas.

METEONORM tiene por finalidad principal calcular la radiación solar incidente sobre planos orientados arbitrariamente y en cualquier ubicación geográfica, habiéndose incorporado otras rutinas de cálculo que permiten complementar esta información con otros parámetros climáticos como: temperaturas de rocío, temperatura de bulbo húmedo, nubosidad, radiación infrarroja, iluminancia, presión atmosférica, grados día de calentamiento y velocidad y dirección de viento.

Para el desarrollo de METEONORM se tuvieron en cuenta numerosas bases de datos de distintas partes del mundo y se utilizaron modelos matemáticos desarrollados por diversos autores.

Radiación solar global mensual

La radiación solar global mensual puede ser un dato o bien puede ser determinada por interpolación entre dos estaciones, en este último caso los errores serán mayores a medida que se está más lejos de las estaciones de referencia o existen accidentes geográficos que modifican el clima del lugar. En términos generales se sugiere no alejarse más de 50 km de las estaciones de referencia.

Radiación solar global horaria

Para generar valores horarios de radiación global se recurre a modelos estocásticos, los cuales generan series de datos que tienen las mismas propiedades estadísticas que los datos medidos (valor medio, varianza y autocorrelación). La secuencia de cálculo parte de los valores mensuales para generar los valores diarios y luego se generan los valores horarios.

Valores diarios

Los valores diarios se obtienen usando el modelo de Aguiar y Collares-Pereira (1988) que no depende de las localidades y utiliza cadenas de Markov. Se basa en la suposición de que la distribución de frecuencias de la radiación solar es solamente dependiente del valor promedio en el período.

Generación de valores horarios

Se obtienen utilizando el modelo de Aguiar y Collares-Pereira (1992) que primero calcula un perfil diario promedio y luego simula variaciones horarias superponiendo un procedimiento autoregresivo de primer orden. En este modelo la amplitud del perfil diario depende del Kt diario y de la altura solar.

Otros datos climatológicos

Temperatura, humedad, radiación infrarroja, y otros parámetros climáticos pueden luego ser derivados de las series mensuales de temperatura y radiación solar.

Radiación sobre superficies inclinadas

La determinación de la radiación solar sobre superficies inclinadas se realiza en dos etapas. Una vez calculados los valores de la radiación global horaria sobre plano horizontal, se utiliza el modelo de Perez y otros (1991) para obtener los valores horarios de las componentes directa y difusa. Este modelo fue derivado empíricamente de una larga serie de datos en varias regiones climáticas de Europa y América del Norte. Conociendo las componentes directa y difusa se emplea otro modelo de Perez y otros (1986) para calcular la radiación sobre superficies inclinadas.

En todo este proceso, se ha verificado la concordancia entre los valores estimados y los medidos para ambos modelos, llegando a las siguientes conclusiones: En el modelo mensual, encontramos que tiene tendencia a sobrestimar la radiación sobre superficies inclinadas, siendo las discrepancias con los valores medidos del orden de +/- 3% para los valores mensuales individualmente y -2% para el promedio anual. En el modelo horario, existe la tendencia a subestimar la radiación sobre superficies inclinadas, cuya discrepancia con los valores medidos es del orden de +/- 3% para los meses de verano y +10% para los meses de invierno; el valor del error anual es del orden de +2%. Es importante destacar es que la variación de la radiación solar de un año a otro es mayor que la inexactitud de los modelos.

Modificación de la radiación solar recibida según el horizonte.

METEONORM incluye un modelo para modificar los valores de la radiación solar incidente cuando el horizonte no es bajo y hay obstáculos que interfieren.

Temperaturas

Para generar valores horarios de temperatura se utiliza un nuevo modelo basado en el desarrollado por Scartezzini y otros (1990). Este modelo parte de la suposición de que la amplitud de las variaciones diurnas de temperatura es aproximadamente proporcional a la amplitud de la radiación solar diaria y, por lo tanto, el perfil de temperaturas se obtiene transformando el perfil de radiación solar. Esta transformación significa deformar, desplazar en el tiempo y suavizar la curva de radiación solar, utilizando factores de conversión dependientes del clima y del mes en consideración. Durante las horas de la noche se extrapolan valores y se hacen coincidir con las temperaturas a la hora de la salida del sol.

Datos de salida

Los datos de salida del programa pueden obtenerse en base mensual o en base horaria. Para los datos horarios hay 6 formatos predefinidos (Standard, DOE, PVSYST, HELIOS, SUNCODE, MATCH) y es posible que definir formatos a gusto y necesidad del usuario. En el caso de los valores mensuales las opciones son más restringidas habiendo tres formatos posibles. De todos modos los datos se graban en modo texto y, por lo tanto, es relativamente simple acomodar los formatos utilizados planillas de cálculo o simples programas en lenguaje Basic.

LA SELECCIÓN DE LAS LOCALIDADES PARA PROCESAR

Como primer paso para el armado de la biblioteca de datos climáticos que se incorporarán a la versión adaptada para la Argentina del Energy-10, se seleccionaron 16 estaciones en base al criterio de lograr una cierta representatividad, aunque con una trama muy abierta, de los diferentes tipos de climas que se encuentran en nuestro país. También se tuvo en cuenta, en esta selección, cuales son las estaciones de medición de radiación solar que cuentan con mayor cantidad y extensión en el tiempo de información medida y que otras localidades, por razones de población o importancia relativa, era conveniente incluir aunque no tuvieran la densidad de información de las anteriores.

De esta manera se configuró un listado que luego de analizado y depurado, quedó armado de la siguiente manera :

Para el Area Metropolitana de la Ciudad de Buenos Aires y el Conurbano se seleccionaron las estaciones de Observatorio Buenos Aires (que se incorpora con el nombre de Buenos Aires 1) como representativa de las zonas de media y alta densidad urbana, y San Miguel (con el nombre de Buenos Aires 2) como representativa de las zonas de densidades bajas a medias.

La Zona Central del país estará representada por Córdoba Aero (como Córdoba), Paraná INTA (como Entre Ríos), Rama Caída (como Mendoza) y Bordenave INTA (como Provincia de Buenos Aires Sur).

Para la Región del Noreste, se seleccionaron Mercedes INTA (como Corrientes), Presidente Roque Saens Peña (como Chaco), y Cerro Azul INTA (como Misiones).

Para la Región del Noroeste se seleccionaron Famaillá Inta (como Tucumán) y Jujuy Aero (como Jujuy).

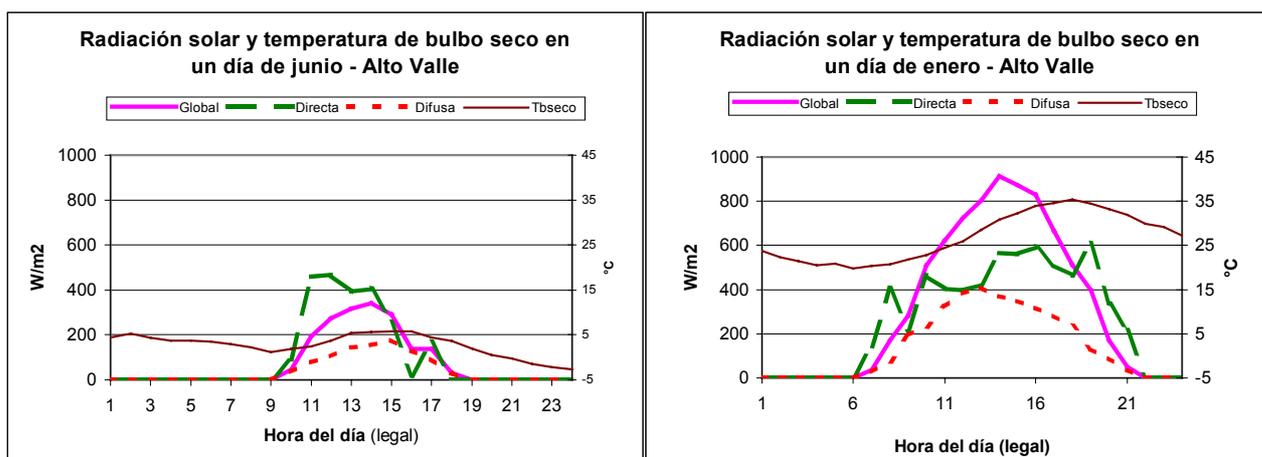
En la región Patagónica se seleccionaron Alto Valle INTA (como Valle del Río Negro y Neuquén), Trelew Aero (como Chubut Este), Bariloche Aero (como Río Negro Oeste), Lago Argentino (como Santa Cruz Oeste) y Ushuaia BN (como Tierra del Fuego).

A este listado se puede agregar el contenido que el propio METEONORM, en su versión original, trae de localidades de nuestro país. Estas son : Buenos Aires, Bahía Blanca, Santa Fe y Córdoba

Es intención de los autores, ir completando los listados de localidades con nuevas estaciones y lograr una mayor representatividad de las situaciones climáticas existentes en nuestro país. Como comparación con la versión del Energy-10 en EE.UU., podemos ver que al listado de 18 localidades que forman parte del programa original, se le pueden agregar otra cantidad de estaciones hasta completar un total de 79 localidades para la versión 1998, lo cual no es, para la extensión y variedad del país norteamericano, una trama muy densa.

EJEMPLO DE SALIDA

En las dos figuras siguientes se dan como ejemplos las salidas del programa METEONORM para la región del Alto Valle del Río Negro. Se eligió un día del mes de Junio y otro del mes de Enero y, para cada uno de ellos, se graficaron los valores horarios de las radiaciones solar global sobre plano horizontal, directa de incidencia normal al plano (la llamada beam) y difusa sobre plano horizontal, así como la temperatura de bulbo seco.



CONCLUSIONES

Si bien es aún prematuro extraer conclusiones sobre las posibilidades de uso en la Argentina de las bases de datos horarios generadas con el METEONORM, todos los antecedentes y los comentarios de usuarios calificados hacen presumir que las series de parámetros climáticos son lo suficientemente representativas del clima de cada lugar como para estimar consumos

energéticos medios y estudiar el posible comportamiento de instalaciones que utilicen energía solar. Sin embargo, casi todas las validaciones y verificaciones realizadas hasta el momento se corresponden con localidades o estaciones ubicadas en el Hemisferio Norte y algunos de los parámetros utilizados en el modelo podrían cambiar cuando se trata de localidades ubicadas en nuestro Hemisferio. Hay que tener en cuenta además que, como toda situación sostenida en base a largas series estadísticas, su verificación en el corto plazo puede presentar resultados con dispersiones bastante altas y que el Año Típico Meteorológico que el programa estima tiene validez mayor cuando se lo compara con series de 30 o más años de mediciones.

Con respecto a las estaciones seleccionadas para nuestro país, en una primera verificación se pudo observar que para el caso de las temperaturas, las amplitudes suelen ser algo mayores en la simulación que las reales, observación también hecha por técnicos del NREL para algunas estaciones de los EE.UU. (Balcomb, 1999). Es por ello que los autores entienden que sería sumamente útil para los propósitos enunciados que, entre los Grupos de Trabajo se puedan verificar los datos generados por el programa con los datos que cada grupo tenga en sus archivos.

De todos modos METEONORM parece ser una herramienta muy interesante que posibilitará el uso de todo aquel software que requiera de bases de datos horarios. En nuestro caso su aplicabilidad al ENERGY-10 será casi inmediata.

REFERENCIAS

- Aguiar y Collares Pereira (1988). A simple procedure for generating sequences of daily radiation values using a library of Markov transition matrices. *Solar Energy*, Vol. 40, No. 3, pp. 269-279.
- Aguiar, R. y Collares Pereira, M. (1992). TAG: A time-dependant auto-regressive, Gaussian model. *Solar Energy*, Vol.49, No.3, pp.167-174.
- Balcomb, D (1999), Comunicación Personal
- Perez, R. et al (1991), Dynamic models for hourly global-to-direct irradiance conversion. *Solar World Energy Congress 1991. Volume 1, Part II. Proceedings of the International Solar Energy Society Congress, Denver, Colorado, USA.*
- Perez, R. et al (1986), An unisotropic hourly diffuse radiation model for sloping surfaces: Description, performance validation, site dependency evaluation. *Solar Energy*, Vol. 36, No.6, pp. 481-497.
- Rapallini A., y Yarke E. (1998), La Adaptación de Energy-10 para la Argentina, *Actas de la XXI Reunión Anual de Trabajo de Asades, Salta, Argentina, Vol II.*
- Sacartezini, J.L., Nygard, M., y Bochud F. (1990), Compression of multi-year meteorological data, Final Report OFEN Project EF-REN (90)009. *Solar Energy and Building Physics Laboratory, Department of Architecture, Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne.*