

LA RELACIÓN ENTRE LA IRRADIACIÓN UV-A/GLOBAL PARA LA CIUDAD DE BUENOS AIRES PARA APLICACIONES AMBIENTALES DE LA ENERGÍA SOLAR

L. C. Navntoft^{1,2}, L. E. Dawidoski¹, E. A. Wolfram³, M. A. Blesa^{1,2,4}.

¹Unidad de Actividad Química, Comisión Nacional de Energía Atómica, Avenida General Paz 1499, 1650 San Martín (Provincia de Buenos Aires), Argentina

²Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de San Martín.

³Centro de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA), centro de investigaciones en láseres y aplicaciones.

⁴Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
Tel. 0054-11-6772-7144 – Fax 0054-11-6772-7130 e-mail: navntoft@cnea.gov.ar

RESUMEN

En este trabajo y teniendo en mente la descontaminación fotocatalítica solar de aguas, se presenta la correlación para calcular irradiación UV-A(315-400nm) a partir de mediciones de Global (300-3000nm) para la ciudad de Buenos Aires. Las mismas fueron elaboradas a partir de mediciones del año 2001 llevadas a cabo en CEILAP-CITEFA. El error en la estimación del UV-A a partir de las mediciones de global por esta metodología se calcula en un 10,8%. Para el dimensionamiento de reactores fotocatalíticos, este error es aceptable y constituye un paso hacia el conocimiento de la magnitud del recurso UV en la superficie de la tierra y hacia la difusión del uso de ese tipo de sistemas.

PALABRAS CLAVE: Foto catálisis, UV-A, Global, correlación.

INTRODUCCIÓN

Como consecuencia del adelgazamiento de la capa de ozono, en las últimas décadas ha habido un creciente interés en la medición de la cantidad de radiación ultravioleta que llega a la superficie de la tierra.

De forma más general, el conocimiento de la cantidad de radiación UV que llega a la superficie terrestre, y que reciben los seres vivos, es de gran importancia en muchos campos [2,6]. En particular, esta información es de crucial importancia en el diseño de los sistemas fotocatalíticos solares usados para la descontaminación de aguas residuales [1]. La detoxificación fotocatalítica de contaminantes orgánicos está actualmente bajo investigación por un gran número de laboratorios, universidades e instituciones en todo el mundo. El proceso fotocatalítico requiere que los contaminantes entren en contacto con un fotocatalizador, tal como el dióxido de titanio, bajo iluminación con radiación ultravioleta de manera que la reacción de mineralización se lleve a cabo [1].

La eficiencia de los sistemas fotocatalíticos depende de la disponibilidad de radiación UV en la superficie terrestre y de la velocidad de reacción del efluente (constante cinética). El diseño racional del fotorreactor requiere pues por un lado del conocimiento de los mecanismos de reacción y de las constantes cinéticas para cada caso particular. Por otro lado, se necesita conocer los valores medios mensuales de radiación UV para definir el área de de captación de colectores solares donde se llevarán a cabo las reacciones.

La escasa información existente a nivel mundial sobre radiación UV obliga al uso de métodos indirectos para estimar la irradiación UV-A. Uno de los métodos más convenientes es la estimación de la irradiación UV-A a partir de los valores medidos de irradiación global, ya que estos son mucho más abundantes. En la bibliografía se han propuesto diversas correlaciones [3,4,5], pero las mismas se aplican sólo a regiones específicas.

Las atenuaciones de la fracción UV y de la radiación global en su paso por la atmósfera son distintas, y el ángulo cenital y la composición atmosférica los afectan de forma diferente. Las relaciones entre las irradiancias UV y global dependen de la composición de la atmósfera y de la época del año. Sin embargo, la irradiación diaria media es poco sensible a estas variables, y puede establecerse que la irradiación UV es aproximadamente entre 3 y el 7% de la irradiación global. En este trabajo se presenta la correlación entre las irradiaciones global y UV-A para la ciudad de Buenos Aires.

¹ Investigadores CNEA

³ Investigador CEILAP-CITEFA

⁵ Investigadores CONICET

METODOLOGÍA.

Las mediciones de irradiancia global y UV-A usadas para establecer la correlación fueron obtenidas en el Centro de Investigaciones Técnicas de las Fuerzas Armadas (CEILAP-CITEFA, Latitud: 34° 35' S y Longitud: 58° 28' O) en el año 2001.

La radiación global se midió con un piranómetro Kipp y Zonen CM11, cuya deriva anual es de $\pm 0.5\%$. Fue calibrado por última vez en febrero de 1997 y en consecuencia se espera un error sistemático máximo en las mediciones del 2001 de $\pm 0.5 \times 5 = \pm 2.5\%$. Este instrumento fue calibrado contra un patrón secundario en el año 2003 y se encontró un error del instrumento de $\pm 2,4\%$, lo cual indica que el instrumento está dentro del error esperado.

La radiación UV-A se midió con un radiómetro EKO Instruments MS-210A, cuya deriva anual se estima en $\pm 1\%$. Fue calibrado por última vez en febrero de 1999 y en consecuencia se espera un error sistemático máximo en las mediciones del 2001 de $\pm 1 \times 2 = \pm 2\%$. El dato del error del instrumento no fue provisto por el fabricante pero la estimación de 1% anual es razonable dadas las características del equipo.

Los valores se registraron cada 4 segundos y luego se calcularon los promedios de cada minuto obteniéndose así un total de 1440 registros por día.

Para corregir posibles desviaciones del cero, se calculó el promedio de la irradiancia entre las 00 y las 04 hs de cada día y luego se le restó este valor al resto de los datos de ese mismo día.

Se calcularon las integrales de la radiación global y de la UVA para cada día disponible, independientemente si estaba nublado o despejado.

Los días analizados se muestran en la tabla 1.

<i>Mes</i>	<i>Días analizados</i>
Enero	25
Febrero	8
Marzo	29
Abril	30
Mayo	10
Junio	26
Julio	26
Agosto	23
Septiembre	30
Octubre	20
Noviembre	23
TOTAL	249

Tabla 1. Distribución de días analizados en el año 2001 para la ciudad de Buenos Aires.

Los primeros 123 días se utilizaron para elaborar el modelo de regresión lineal utilizando cuadrados mínimos y los restantes 126 se utilizaron para evaluar el error de predicción del modelo.

RESULTADOS

En la Figura 1 se observan la curva de regresión obtenida con los primeros 123 datos para la ciudad de Buenos Aires.

La ecuación de correlación que se obtiene por regresión lineal según el método de cuadrados mínimos, está dada por (1), donde E_{UV-A} es la irradiancia diaria en Wh/m^2 y E_{GLOBAL} la irradiancia diaria global en las mismas unidades.

$$E_{UV-A}^{CALC} = 0,0605 \times E_{GLOBAL}^{MED} - 2,9824 \quad (1)$$

Donde, E_{UV-A}^{CALC} es la irradiancia UV-A calculada a partir de la irradiancia global medida (E_{GLOBAL}^{MED}).

El error en la estimación de la pendiente es de $8,5 \times 10^{-4}$ y de $3,4 Wh/m^2$ en la ordenada al origen. El coeficiente de correlación es de 0,9880.

La aplicación de la ecuación (1) a los 126 días restantes produce un buen ajuste, como lo muestra la Figura 2. El error cuadrático es en este caso de $19,20 Wh/m^2$ o 10,48%.

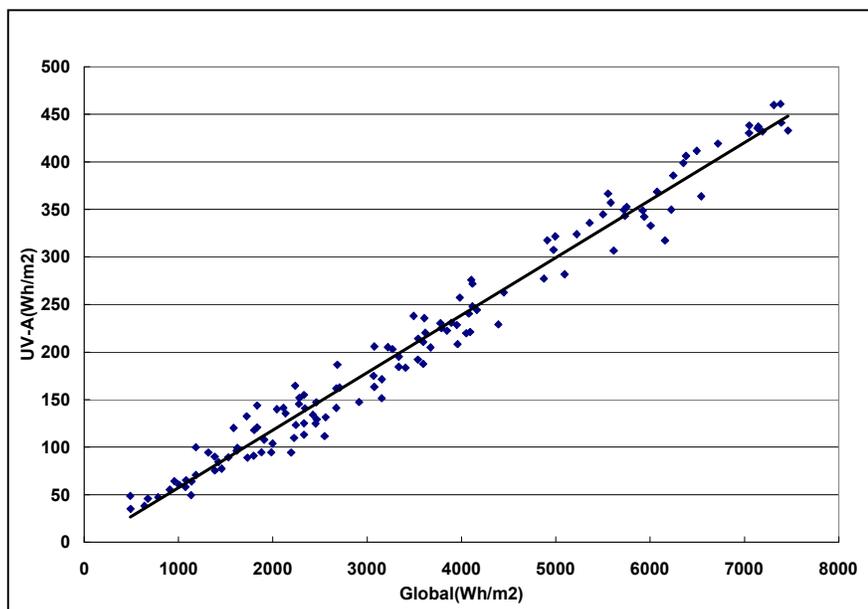


Figura 1. Correlación entre irradiación Global y UV-A para la ciudad de Buenos Aires.

CONCLUSIONES

Se ha presentado un modelo que permite estimar la irradiación UV-A(0.315-0.4 μm) a partir de la global (0.3-3 μm) para la ciudad de Buenos Aires a partir de mediciones realizadas durante el año 2001. El error de predicción de la energía UV-A del modelo, 10,8%, está dentro del rango aceptable para el diseño de reactores fotocatalíticos. Si bien es necesaria más información para dar validez estadística a los resultados, la presente correlación brinda un punto de partida hacia el mapeo del recurso UV y puede ser utilizada con vistas al dimensionamiento de fotorreactores en su etapa de prefactibilidad.

REFERENCIAS

- [1] Blesa, M.A. (2001). Eliminación de Contaminantes por Fotocatálisis Heterogénea”, M.A. Blesa (Editor), Digital Graphic, La Plata, Argentina.
- [2] C. Navntoft, L. Dawidoski, A. Paladini, M. Blesa. (2004). Assesment of a simple UV radiation model for applications in photocatalytic systems in Argentina. Congreso Solar Paces XXIII, Mexico.
- [3] J. Cañada, G. Pedros, J. V. Bosca (2003). Relationships between UV (0.290-0.385 μm) and broadband solar radiation hourly values in Valencia and Córdoba, Spain. Energy 28, 199-217,.
- [4] A.I. Kudish, V. Lyubansky, E.G. Evseev, A. Ianetz (2005). Inter-comparison of the solar UVB, UVA and global radiation clearness and UV indice for Beer Sheva and Neve Zohar(Dead Sea), Israel. Energy 30, 1623-1641.
- [5] P. S. Koronakis, G. K. Sfantos, A. G. Paliatsos, J. K., Kaldellis, J.E. Garofalakis, I. P. Koronakis (2002). Interrelations of Uv-global/global/diffuse solar irradiance components and UV-global attenuation on air pollution episode days in Athens, Greece. Atmospheric Environment 36, 3173-3181.
- [6] M. Iqbal. (1983). An introduction to solar radiation. Academic Press, New York,.

ABSTRACT

In this work, and with the view for solar photocatalytic use, the correlation to estimate UV-A irradiation (315-400 nm) from measurements of Global radiation (300-3000nm) for the city of Buenos Aires is presented. The correlation was obtained from measurements of the year 2001 performed in CEILAP-CITEFA. The error in the UV-A estimation from global measurements is calculated to be 10,8%. For photocatalytic systems dimensioning, this magnitude is acceptable and the methodology constitutes a first step to the knowledge of the UV resource and towards the diffusion of the use solar photocatalytic technologies.

KEYWORDS: Photocatalysis, UV-A, Global, correlation.