



## El modelo de predicción del UVI del Instituto Nacional de Meteorología

V. Carreno<sup>1</sup>, A. Redondas<sup>1</sup>, E. Cuevas<sup>1</sup>, V. Cachorro<sup>2</sup>, J.P. Díaz<sup>3</sup>

(1) Observatorio Atmosférico de Izaña - **Instituto Nacional de Meteorología**

(2) Universidad de Valladolid.

(3) Universidad de La Laguna

*De acuerdo con las recomendaciones de la Acción COST-713 (Predicción UV-B) de la Comisión Europea, se ha desarrollado un modelo de predicción del Índice Ultravioleta (UVI) para España por parte del Observatorio de Izaña. Se ha implementado un modelo de regresión simple para calcular el ozono previsto sobre una rejilla de extremos (45°N, 15°W), (45°N, 5°E), (25°N, 5°E) y (25°N, 15°W) y con una resolución de 5'x5', resultando en total de 72.541 píxeles. Para el cálculo de los coeficientes del modelo para cada punto de la rejilla se han empleado los datos diarios del instrumento Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) entre 1979 y 1993.*

*Una vez calculada la rejilla de Ozono predicha (h+24) y utilizando el modelo de transferencia radiativa monocapa (UVA-GOA) desarrollado por el grupo de Óptica Atmosférica (GOA) de la Universidad de Valladolid, se calcula la rejilla de UVI predicho, introduciendo en el modelo además del Ozono previsto, la altura y el espesor óptico de aerosoles (EOA) en todos y cada uno de los píxeles, siendo este último un valor climatológico promediado semanalmente calculado a partir de las mallas de EOA del TOMS.*

### 1. Introducción

La observación de la radiación ultravioleta ha adquirido en los últimos años una gran importancia dada la creciente incidencia de cáncer de piel en todo el mundo, y especialmente entre la población de piel blanca, desde los años 70. Este aumento en los problemas de la piel está asociado, por un lado, a los cambios experimentados en los hábitos sociales, que consideran una piel morena como atractiva y saludable, y por otro al incremento de la radiación ultravioleta (UV) como consecuencia de la disminución que se está observando del ozono estratosférico en latitudes medias y altas.

Las medidas de radiación ultravioleta en la segunda mitad de la década de los noventa comienzan a ser objeto de la atención del público en general, de tal modo que hoy día son difundidas diariamente a través de los medios de comunicación junto a la información meteorológica. Sin embargo esta "socialización" de las medidas de la radiación UV no ha sido fácil ni simple ya que la interpretación de estas medidas es enormemente compleja. La Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Organización Mundial de la salud (OMS), en colaboración con el Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP) y otras instituciones internacionales y nacionales organizaron en 1997 en "Les Diablerets" (Francia) el histórico "Meeting of Experts on Standardization of UV Indices and their Dissemination to the Public" (WMO, 1997) que significaría el inicio de la difusión de este tipo de información al público. En ese encuentro mundial de especialistas se acordó implantar un nuevo y único parámetro simple y sencillo, el denominado Índice Ultravioleta (UVI), que diera cuenta de la radiación ultravioleta dañina para las personas y que fuera fácilmente entendido y manejado por el público en general. La Comisión Europea, inmediatamente después, se sumó a esta iniciativa, constituyendo y financiando la Acción COST-713 (Predicción de UVB) en la que se coordinaron a nivel europeo las acciones encaminadas para predecir y divulgar el UVI (Comisión Europea, 2001). En lo que respecta a divulgación al público del UVI se han llevado ya a cabo algunas iniciativas, tanto a nivel europeo (Vanicek et al., 2000), como a nivel nacional (Carreño et al., 2001, 2002).



El UVI es formulado utilizando el espectro de acción eritemática inducido por radiación UV sobre la piel humana, de la CIE (Commission Internationale de l'Eclairage). Se trata, en definitiva, de un parámetro adimensional que da cuenta de la radiación UV relevante para las personas

## 2. Descripción del modelo

El modelo de predicción del UVI del Instituto Nacional de Meteorología consta básicamente de dos módulos: un modelo de regresión simple para predecir el ozono que será empleado en un segundo módulo junto a otras variables como entrada al modelo de transferencia radiativa UVA-GOA del Grupo de óptica Atmosférica de la Universidad de Valladolid.

### 2.1. Modelo de predicción de Ozono

Se ha implementado un modelo de regresión simple para calcular el ozono del día D ( $\Omega_{(D)}$ ) sobre una malla de 72.541 puntos, usando para la predicción, el ozono del día anterior D-1 ( $\Omega_{(D-1)}$ ) y de dos días antes D-2 ( $\Omega_{(D-2)}$ ), además de una medida intermedia interpolada 'Mi' ( $\Omega_{(Mi)}$ ).

$$\Omega_{(D)} = a_0 + a_1 \cdot \Omega_{(D-1)} + a_2 \cdot \Omega_{(Mi)} + a_3 \cdot \Omega_{(D-2)} \quad (1)$$

En la obtención de los coeficientes del modelo de regresión para el cálculo del ozono predicho se han empleado datos del instrumento TOMS (*Total Ozone Mapping Spectrometer*) a bordo del satélite *Earth Probe* de la NASA, entre 1979 y 1993 para cada uno de los puntos de la malla en la que se hace la predicción. Dicha malla tiene por esquinas, (45° N, 15° W), (45° N, 5° E), (25° N, 5° E) y (25° N, 15° W), con una resolución de 5' latitudinalmente, y de 5' longitudinalmente.

Para hacer la predicción de ozono, se bajan diariamente de forma automática los ficheros preliminares de ozono del TOMS de la red (<http://toms.gsfc.nasa.gov/>), procesándolos para extraer la información correspondiente a los 72.541 puntos de la malla. Una vez que tenemos la malla se aplica un método recursivo de interpolación bi-cúbica con el fin de rellenar, en un número reducido de iteraciones, las zonas de sombra del satélite.

### 2.2. Modelo de transferencia radiativa

Para el cálculo del UVI a partir del ozono predicho se ha empleado el modelo de radiación UVA-GOA. Se trata de un modelo de transferencia radiativa espectral monocapa desarrollado en la región 280-1100 nm y que ha sido adaptado exclusivamente para la región UV de 280-400 nm (Cachorro et al., 2000).

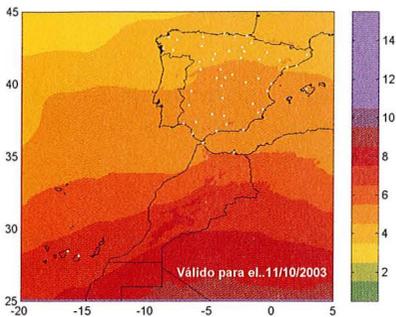
El método de resolución de la ecuación de transferencia radiativa para una atmósfera dispersora sin absorción esta basada en un método de Ambartsumian (Sobolev, 1963) que permite una expresión analítica para transmitancia total de la atmósfera. La elección de este método viene dada por su mayor sencillez y rapidez en comparación con otros, como pueden ser el de Montecarlo, el de Ordenadas Discretas DOM, el de los sucesivos Ordenes de Scattering OS, etc. La limitación de este método de resolución estriba en que sólo nos permite evaluar irradiancias, pero en este caso es justo la información que necesitamos. Una descripción detallada del modelo puede verse en (Cachorro et al., 2002, este volumen).

El modelo UVA-GOA emplea como datos de entrada el ozono predicho, el espesor óptico de aerosoles (AOD) a 500 nm, el día natural, y la presión atmosférica. Esta última se ha calculado para toda la malla a partir de un modelo digital del terreno (NGDC, 1993) promediado a la resolución del TOMS y asumiendo una atmósfera politrópica.



### 2.3. Modelo de predicción del UVI

Como resultado de la combinación del modelo de predicción de ozono y el modelo de transferencia radiativa UVA-GOA se monta el modelo de predicción del UVI del INM. Las predicciones se encuentran disponibles en la dirección de Internet: <http://www.inm.es/web/infmet/predi/ulvip.html> desde junio del 2000 (Figura 1). Desde esta fecha el modelo ha sufrido varias transformaciones como son: el aumento de la resolución espacial, pasando de  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$  a una resolución de  $5' \times 5'$  y la inclusión de una climatología de aerosoles.



Tanto el modelo de predicción de ozono, el modelo de transferencia radiativa UVA-GOA y el modelo en su conjunto han sido validados (Carreño et al., 2002).

En la actualidad existen varias líneas abiertas en lo que se refiere a mejoras del modelo, como son la parametrización de nubes, inclusión de nuevos predictores, y predicción de alta resolución para zonas especiales.

Figura 1: Salida del modelo de predicción del UVI.

### 3. Conclusiones

Cabe destacar que el principal factor como fuente de errores a la hora de calcular el UVI predicho es la presencia de cobertura nubosa, ya que esta puede hacer disminuir el UVI entre un 10% y un 80%.

Si no tenemos en cuenta las nubes, en latitudes bajas, el principal factor como fuente de errores a la hora de calcular el UVI predicho es el AOD, siendo por el contrario los errores a la hora de calcular el ozono los que afectan más en latitudes altas al cálculo del UVI por ser en éstas donde la dinámica atmosférica presenta una mayor actividad.

### 4. Referencias

- Cachorro V., Vergaz R., De Frutos A.. Informe técnico del grupo de óptica atmosférica de la Universidad de Valladolid al INM. Mayo 2000
- Cachorro V., Vergaz R., and De Frutos A.. Estudio de la sensibilidad del modelo de radiación ultravioleta, "UVA-GOA". (Este volumen, 2002).
- Carreño V., Redondas A., Cuevas E.. "Índice Ultravioleta para la población (Edición Canarias)", TF-1275/2001.
- Carreño V., Redondas A., Cuevas E.. "Índice Ultravioleta para la población en España". M-26930-2002.
- Carreño V., Redondas A., Cuevas E. y Díaz J.P., "Validación del modelo de predicción del Índice Ultravioleta del Instituto Nacional de Meteorología". 3ª Asamblea Hispano Portuguesa de geodesia y geofísica. Valencia 2002
- Vanicek K., Frei T., Litynska Z. Y Schmalwieser A. (2000): "UV-Index for the public, COST-713 Action", Brussels.