

# Estudio de la irradiancia solar con dos modelos de transferencia radiativa y su comparación con mediciones en la ciudad de Monterrey



I F I R

Gamaliel López-Padilla<sup>1</sup>, Adriana Ipiña<sup>\*2</sup>, Martín Freire<sup>2,3</sup>, Benedetto Schiavo<sup>4</sup>, Rubén Piacentini<sup>2,3</sup>

1. Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, UANL, México

2. Instituto de Física Rosario, CONICET-UNR, Argentina

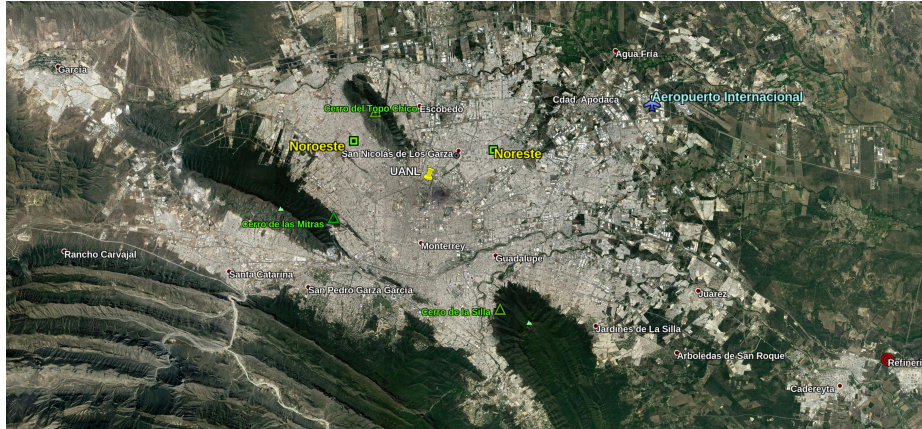
3. Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura, UNR, Argentina

4. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, México

email: giovannilopez9808@gmail.com, ipina@ifir-conicet.gov.ar



## Introducción



Monterrey y su área metropolitana conforman la 3<sup>a</sup> región más poblada de México y una de las de mayor deterioro en su Calidad del Aire en las últimas décadas. Por su ubicación geográfica y condiciones atmosféricas, la radiación solar alcanza niveles altos casi todo el año. Conocer la intensidad solar a nivel del suelo nos permite estimar los componentes que la atenúan y también evaluar sus efectos biológicos. Presentamos un análisis de la irradiancia solar Vis+NIR\* medida en el periodo 2015-2018 en las estaciones Nordeste (NE) y Noroeste (NO) del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA) de Nuevo León. Las mediciones bajo un cielo libre de nubes fueron las referencias para aproximación de los modelos TUV 5.3.2 y SMARTS 2.9.5<sup>[1,2,3]</sup>.

←Imagen satélite del área metropolitana de Monterrey y localización de estaciones Nordeste y Noroeste del SIMA

## Metodología

La irradiancia solar Vis+NIR\* del SIMA se midió con un piranómetro MetOne096 de sensibilidad entre [400, 1100]nm. De ellas se seleccionan días despejados en el periodo 2015-2018. Por otro lado, la Ecuación de Transferencia Radiativa:

$$dL_{\lambda} = \sigma_e(z) \left( \dots - \frac{\omega(z)}{4\pi} \left[ I_{0\lambda} p(\vec{s}^*, \vec{s}; z) \exp \left( - \int_z^{\infty} \frac{\sigma_e(z')}{\cos \theta^* (z')} dz' \right) \dots \int_{4\pi} \int_{4\pi} L_{\lambda}(\vec{s}'; z) p(\vec{s}', \vec{s}; z) d^2\omega' \right] \right) \frac{dz}{\cos \theta}$$

es resuelta por los modelos SMARTS y TUV<sup>[2,5]</sup> para obtener la irradiancia solar espectral ( $L_{\lambda}$ ). Cada modelo se ejecuta para una fecha y hora del día con los siguientes valores de entrada:

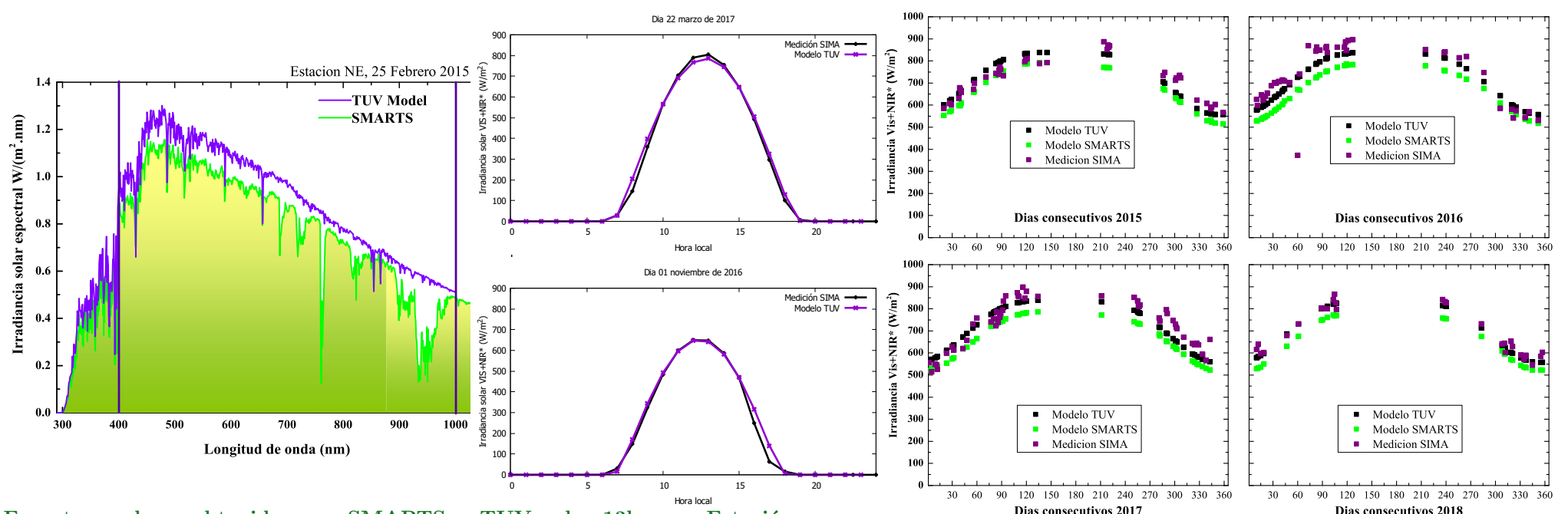
Modelo	[Lat, Lon, a.s.n.m] NE/NO	Reflectividad de suelo	O <sub>3</sub> col	NO <sub>2</sub> col DU	Exp. Angström	Albedo de disp. simple de aerosol	AOD <sub>550nm</sub>
TUV	25.75,-100.25,512m	0.06	OMI-NASA DU	0.1	1	0.87 urbano	(variable) <sup>[4,5]</sup>
SMARTS		Concreto	OMI-NASA atm-cm				

Con un código propio se integró  $L_{\lambda}$  entre [400, 1100]nm para SMARTS y para TUV entre [400, 1000]nm añadiendo una fracción aproximada a la integral en el rango espectral coincidente. Luego, la irradiancia Vis+NIR\* se ajustó hasta que el AOD<sub>500nm</sub> logre una diferencia relativa (DR) < 5 % al mediodía solar entre medición y modelo.



Instrumento de medición de la estación SIMA

## Resultados



Espectros solares obtenidos con SMARTS y TUV a las 13h para Estación NE el 25/feb/2015 (izq). Irradiancia solar Vis+NIR\* cada hora, medida por SIMA y derivada de TUV los días 27/mar/2017 y 1/nov/2016 (der).

Irradiancia solar Vis+NIR\* medida bajo cielo despejado a las 13h en Estación Noroeste y derivada de TUV y SMARTS.

## Conclusiones

- El modelo TUV5.3.2 es más eficiente para calcular la irradiancia solar [400, 1000]nm en función del tiempo y se puede aproximar para el rango espectral del piranómetro MetOne096 del SIMA. El SMARTS2.9.5 provee la irradiancia solar [400, 1100]nm en el mismo rango de operación del instrumento del SIMA.
- Conociendo principalmente el valor de aerosol en 550nm y la topografía del lugar, se puede aproximar la irradiancia solar Vis+NIR\* con una DR<7 % entre medición y modelo.

## Referencias

- S. Madronich, Environ. UV Photob, 1-39, 1993
- [www.nrel.gov/grid/solar-resource/smarts.html](http://www.nrel.gov/grid/solar-resource/smarts.html).
- <https://www2.acom.ucar.edu/modeling/tropospheric-ultraviolet-and-visible-tuv-radiation-model>
- Cede A, Luccini E, Nuñez L, Piacentini R, Blumthaler M, Herman J, J. Geophysical Research 109-D08, 2004.
- Ipiña A, Salum GM, Crinó E, Piacentini R, Advances in Space Research 966-977, 2012.