

Motivación y objetivos

Las imágenes satelitales sintéticas resultan de gran utilidad para el pronóstico de fenómenos convectivos y la validación de los pronósticos de modelos numéricos.

Por ese motivo, este trabajo se plantea como objetivo comparar el desempeño de dos modelos de transferencia radiativa de diferente complejidad usando las imágenes reales observadas como referencia, con el fin de implementar en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) un modelo de transferencia radiativa que permita generar imágenes sintéticas de calidad a partir de un pronóstico numérico en alta resolución.

Metodología

Comparación en un caso de estudio de los modelos de transferencia radiativa ARTS y CRTM

Modelo de pronóstico numérico

Simulación realizada con el modelo Weather Research and Forecasting Model (WRF) con una resolución de 4km para un caso de convección profunda en el noreste de Argentina el día 24/12/2015. La parametrización de la microfísica empleada es WRF-Single-Moment-Microphysics (WSM6).

Modelos de transferencia radiativa:

Los modelos a comparar son el Atmospheric Radiative Transfer Simulator (ARTS) que tiene un uso científico, el Community Radiative Transfer Simulator (CRTM) pensado para un uso operativo, y el proxy de satélite que genera el Unified Post-Processor (UPP) a partir de la radiación de onda larga saliente estimada por el WRF (OLR-WRF).

Imágenes satelitales

Imágenes obtenidas por el sensor IMAGER montado en el satélite GOES-13 para el canal 4 (10.7µm) con una resolución de 4km.

Evaluación del modelo CRTM en un período mensual

Modelo de pronóstico numérico

Se utilizaron los cuatro ciclos de pronóstico del modelo WRF con una resolución de 4km que se corre operativamente en el SMN para generar 4 imágenes sintéticas diarias con el pronóstico a 12 horas durante el período comprendido entre el ciclo de las 18Z del 1 de abril y el de las 18Z del 1 de mayo de 2018. La parametrización de la microfísica empleada es la WSM6.

Modelos de transferencia radiativa:

Se utilizó el modelo CRTM y el proxy de satélite a partir de la OLR del WRF generada con el UPP.

Imágenes satelitales

Imágenes obtenidas por el sensor ABI montado en el satélite GOES-16 para el canal 13 (10.3µm) con una resolución de 2km que fue degradada a la retícula del WRF con 4km de resolución.

Resultados

Todas las imágenes corresponden a las 3Z del día 24/12/2015

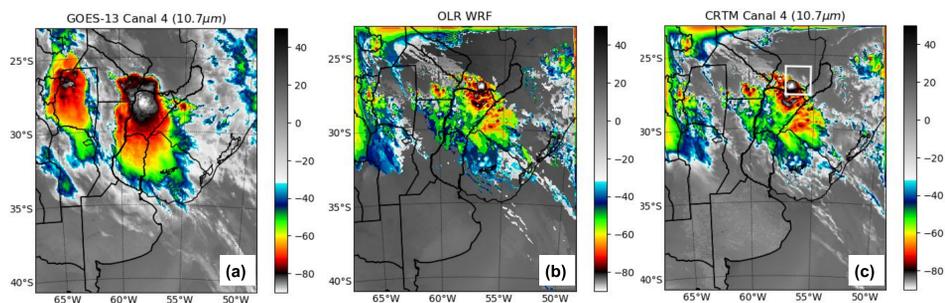


Figura 1: (a) Observaciones reales del canal 4 (10.7 µm) del GOES-13, imágenes satelitales sintéticas correspondientes generadas con (b) el proxy OLR-WRF y (c) el CRTM. El recuadro blanco muestra el sector analizado en la figura 3.

Los modelos ARTS y CRTM se compararon para la región de cielo claro, donde tanto el modelo WRF como la imagen obtenida del GOES no presentan nubosidad y para una región de convección profunda.

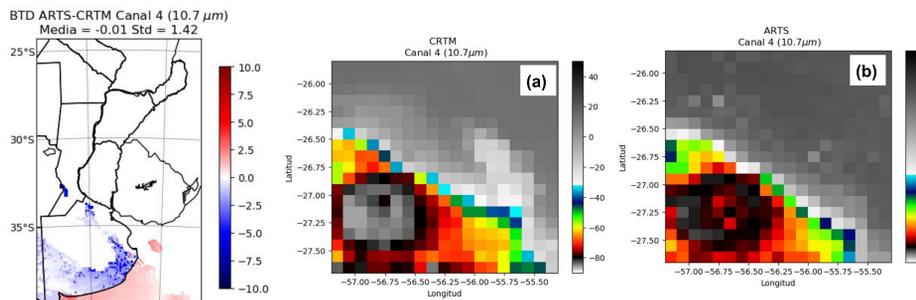


Figura 2: Diferencia entre ARTS y CRTM en cielo claro.

Las mayores diferencias entre ARTS y CRTM se observan en la región dominada por la convección donde el diferente tratamiento de los hidrometeoros es la principal razón. Otros factores que generan diferencias son el tratamiento de la superficie y de la absorción en cada modelo. Por otro lado, la imagen generada con el CRTM representa una mejora respecto al proxy OLR-WRF. Además CRTM tiene la capacidad de simular otros canales específicos de distintos satélites.

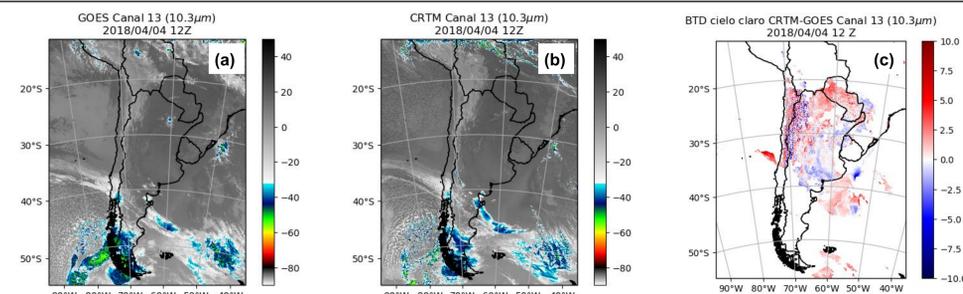


Figura 4: a) Observación realizada con el GOES-16 (canal 13 10.3µm), b) Imagen satelital sintética generada con el CRTM y c) diferencia entre ambas en cielo claro para un caso de cielos mayormente despejados.

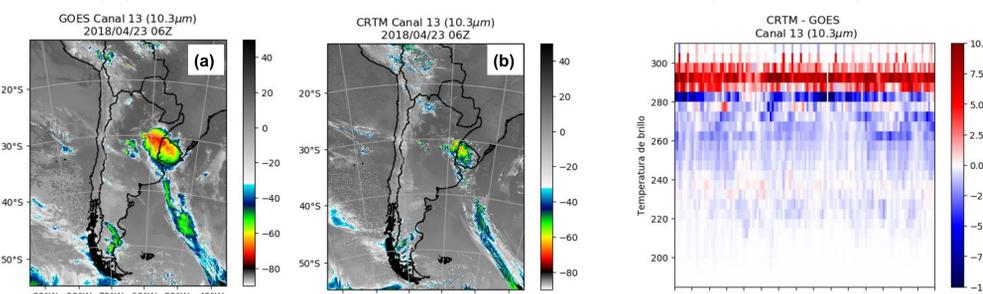


Figura 5: a) Observación realizada con el GOES-16 y b) imagen satelital sintética generada con el CRTM para un caso convectivo.

Figura 6: Diferencia entre los histogramas del CRTM y GOES-16 para el canal 13 durante el período de estudio.

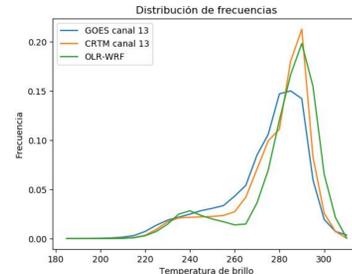
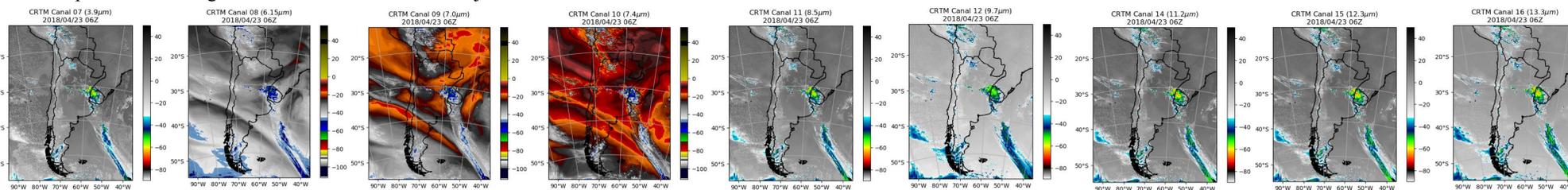


Figura 7: Distribución de frecuencias durante el período de estudio para las imágenes del CRTM, OLR-WRF y GOES-16.

Durante todo el período de estudio las imágenes generadas con el CRTM para los distintos canales del sensor ABI representan una buena aproximación a la imagen observada. En general, las imágenes sintéticas sobrestiman la frecuencia de los valores altos de temperatura de brillo y subestiman los bajos. Cabe señalar que una proporción del error de las imágenes sintéticas tanto de CRTM como OLR está relacionado con el error de pronóstico del modelo WRF.

El CRTM permite además generar todos los canales infrarrojos del GOES-16



Conclusiones

- A partir del análisis de la comparación entre los modelos ARTS y CRTM se puede concluir que ambos modelos generan imágenes sintéticas de una calidad similar y son comparables a las imágenes reales. Esto demuestra que los modelos de transferencia radiativa incorporan correctamente las variables de superficie y atmosféricas generadas por el pronóstico.
- Por otro lado, el CRTM representa una mejora respecto a OLR, sin un costo computacional elevado. Permite además generar imágenes sintéticas para todos los canales observacionales del GOES-16.
- El CRTM presenta la mejor relación entre rigurosidad y costo computacional como para ser implementado de manera operativa en el SMN.

Trabajos Futuros

- Implementación operativa del modelo de transferencia radiativa CRTM para generar imágenes sintéticas a partir de los pronósticos numéricos operativos del WRF.
- Evaluar el desempeño del modelo CRTM frente al uso de diferentes parametrizaciones de la microfísica en el modelo WRF.

Agradecimientos: Este trabajo fue realizado en el marco de una beca de capacitación profesional del proyecto PIDDEF 16/2014 y financiado parcialmente por el mismo proyecto.