

Introducción

La detección de fenómenos meteorológicos y condiciones del tiempo actual, como eventos atmosféricos críticos para la aviación, se han vuelto una tarea indispensable para proveer un Servicio a la Navegación Aérea (SNA) seguro, regular y eficiente, según lo cita la misión de la Meteorología Aeronáutica. Para realizar la detección de estos fenómenos se hace uso de la interpretación de las imágenes satelitales; en la Aerocivil este análisis se ha venido realizando con juicio de experto, por lo que no se cuenta con una metodología interpretativa estándar de las mismas. Desde diciembre del 2018 con el ingreso del satélite GOES-16 y su amplia gama de canales, la situación de falta de unanimidad con un método de interpretación se hace mayor, generando desviaciones de conceptos operativos, dificultando la toma de decisiones tácticas y pre-tácticas basadas en la información meteorológica. Es así que se vio la necesidad de estructurar la forma de interpretar imágenes satelitales para la identificación de nubosidades convectivas (nubes de gran desarrollo vertical), dichas formaciones presentan un mayor riesgo en las operaciones aéreas y conforme a los nuevos datos ofrecidos por el satélite GOES-16, se pueden obtener conceptos unificados y exactos sobre la realidad de un fenómeno determinado como lo es el del caso. Se realizó una investigación de tipo descriptivo, explicativo, con enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo. Una vez planteada la metodología, como resultado de la investigación, se hace claridad que ella por sí sola no es suficiente para el reconocimiento de las nubes convectivas, teniendo en cuenta que se requiere de conocimientos previos en el área de percepción remota aplicado a la meteorología por parte del que la va a usar, pero sí representa una valiosa herramienta especializada para el reconocimiento de desarrollos convectivos en imágenes de Satélites.

- 1 Meteorología aeronáutica y teledetección
- 2 Conocimiento del satélite GOES-16
- 3 Delimitación del área de estudio
- 4 Estudio de metodologías
- 5 Selección de metodología aplicable
- 6 Selección del software

El método planteado para una buena caracterización de la identificación de los procesos de convección parte primero desde el análisis y los conocimientos básicos, luego trata temas relacionados con la resolución temporal, espacial y radiométrica del sensor ABI en el GOES -16.

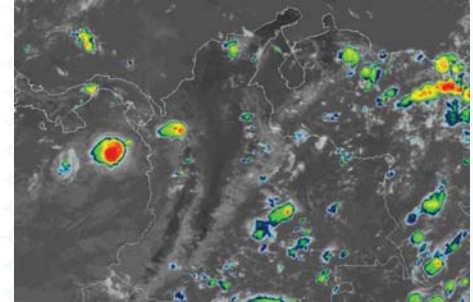


Imagen 1: Banda 13 (10.3 um—ventana Limpia) Fuente: GOES Image Viewer

1 Meteorología aeronáutica y teledetección

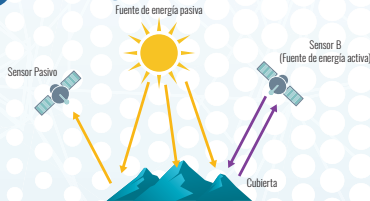


Figura 1: Teledetección con sensores activos y pasivos. Fuente: Autoría propia

Meteorología Aeronáutica:

La meteorología aeronáutica se encarga del estudio de fenómenos que principalmente afectan de alguna manera la aviación (Velazquez Machain, 1999).

La Teledetección Espacial:

Se define como aquella técnica para adquirir imágenes de superficie terrestre y atmosféricas desde sensores instalados en plataformas espaciales que detecta la interacción entre la superficie de la tierra y la interacción energética sea natural o artificial.

2 Conocimiento del satélite GOES-16

Banda	Onda central	Tipo	Nombre	Resolución espacial	Resolución radiométrica (bits)
1	0.47	Visible	Azul	1	12
2	0.64	Visible	Rojo	0.5	12
3	0.86	Infrarrojo cercano	Vegetación	1	12
4	1.37	Infrarrojo cercano	Ciudad	2	12
5	1.6	Infrarrojo cercano	Nieve hielo	1	12
6	2.2	Infrarrojo cercano	Tamaño de partícula de nubes	2	12
7	3.9	Infrarrojo	Ventana de onda corta	2	14
8	6.2	Infrarrojo	Nivel superior de vapor de agua	2	12
9	6.9	Infrarrojo	Vapor de agua de nivel medio	2	12
10	7.3	Infrarrojo	Vapor de agua de nivel inferior	2	12
11	8.4	Infrarrojo	Fase superior de la niebla	2	12
12	9.6	Infrarrojo	Ozono	2	12
13	10.3	Infrarrojo	Ventana de onda larga-temperatura	2	12
14	11.2	Infrarrojo	Ventana de onda larga-temperatura	2	12
15	12.3	Infrarrojo	Ventana de onda larga-temperatura	2	12
16	13.3	Infrarrojo	Doble de carbono	2	12

Fuente: "Adaptado de 'ABI BANDS QUICK INFORMATION GUIDES'"

Generalidades del Satélite GOES-16

- 16 bandas en el sensor ABI
- 3 modos de escaneo, especialmente el modo Full disk (Escaneo de Colombia)
- Mejor resolución espacial (promedio 2 Km) y mejor resolución temporal (15 minutos) con respecto a GOES-16
- Órbita Geostacionaria

3 Delimitación del área de estudio

Temporal



Gráfico 1: Conteo de reportes abalizados METAR y SPE-CI desde enero a junio de 2019 Fuente: autoría propia

Espacial



Figura 2: Carta de radionavegación-OACI-Colombia nivel inferior. Fuente: AIP- Agosto 2019

Zona de estudio: Colombia
Periodo de tiempo: 01 Enero-Junio 2019

Fenómenos:

- TS: Tormenta eléctrica
- TSRA: Tormenta eléctrica con lluvia
- RETS: Tormenta eléctrica reciente
- TSRAGR: Tormenta eléctrica con granizo y lluvia

Nubes

- CB: Cumulonimbus
- TCU: Torrecúmulos

Se observaron aproximadamente 5768 reportes METAR y SPECI, de los cuales se observaron 40 "eventos" delimitados por espacios de tiempo entre 1 a más horas de actividad, de los cuales se eligieron 2 días; el 17 de abril desde las 16:00 Z a las 22:00 Z y el 18 de marzo, desde las 23:00Z hasta las 01:00Z del 19 de marzo.

Z. Hora Zulu que equivale a la hora UTC (meridiano de Greenwich). Para Colombia es la hora UTC menos 5 horas.

4 Estudio de metodologías

Brightness Temperature Difference (BDT) o diferencia de brillo de temperatura

Esta es una técnica que permite, a través de diferencia de bandas de satélites meteorológicos, poder inferir a cerca de los procesos que se generan en un fenómeno de actividad convectiva.

BDT 10.3-12.3:

La humedad se puede detectar porque el vapor de agua absorbe más energía a las longitudes de onda en el canal "Ventana sucia"(12.3 μm) que en la "ventana limpia"(10.3 μm). Una mayor absorción de energía conduce a temperaturas de brillo más frías.

BDT 6.2-10.8 y 7.3 -12.1:

La diferencia estas bandas nos indican información acerca de las cimas; tiende a ser negativa para cimas bajas y valores muy bajos para convección profunda.

Detección de tope de nube con utilización de inteligencia artificial y maquinas de soporte vectorial con Himawari (Kim, y otros, 2017)

Utilización de inteligencia artificial y redes neuronales con imágenes MSG (Tebbi & Haddad, 2016)

Caracterización de nubes convectivas por medio de arboles de decisión (Ramirez Fernández & Lizarazo Salcedo, 2014)

5 Metodología aplicables

Software: ArcGIS (Software comercial)

* Herramienta SDM Toolbox: Para leer imágenes NETCDF

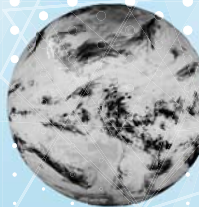


Imagen 2: Visualización modo full disk en el software seleccionado. Fuente: Autoría propia

Para la visualización de la imagen NetCDF, se realizó una Re proyección manual con la grilla especificada para GOES 16.

6 Selección del software

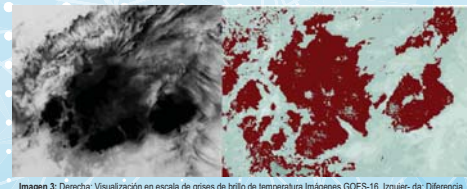


Imagen 3: Derecha: Visualización en escala de grises de brillo de temperatura Imágenes GOES-16. Izquierda: Diferencia de brillo de temperatura de las bandas 13 y 14 Fuente: Autoría propia

Al realizar la resta entre bandas (13-14) se encontró que los topes nubosos presentaron una diferencia entre sus niveles digitales de aproximadamente 1

Conclusiones

- Al inicio de la investigación, se presentaron dificultades de orden administrativo en el proceso de cierre contractual del sistema GOES-R para la visualización de las imágenes en formato NetCDF. Frente a ésta dificultad se determinó utilizar softwares alternos para tal fin.
- El software utilizado fue débil en cuanto a la proyección de las imágenes, lo cual hace que la precisión en la resolución espacial se pierda; sin embargo se realizó una proyección manual teniendo en cuenta las definiciones que tiene el satélite frente a las medidas de sus productos.
- La investigación logró un muy buen resultado frente a la difusión del conocimiento en el grupo de trabajo.
- La investigación permitió profundizar en temas que van relacionados como la teledetección y la meteorología aeronáutica, lo cual posibilita la combinación de éstos dos saberes, lo que hace que sean en conjunto una herramienta excelente frente a la meteorología en general y las ciencias de la tierra.

Bibliografía

- Aerocivil - Dirección de servicios a la navegación aérea. (15 de Agosto de 2019). CARTA DE RADIONAVEGACION - OACI - COLOMBIA NIVEL INFE- RIOR.
- GOES-R. (s.f.). ABI BANDS QUICK INFORMATION GUIDES. Obtenido de Fuente: <https://www.goes-r.gov/education/ABI-bands-quick-info.html> Kim, M., Im, J., Park, H., Park, S., Lee, M.-I., & Ahn, M.-H. (2017). Detection of Tropical Overshooting Cloud Tops Using. Remote sensing, 19.
- Ramirez Fernandez, S. E., & Lizarazo Salcedo, I. A. (2014). Clasificación digital de masas nubosas a partir de imágenes meteorológicas usando algoritmos de aprendizaje de máquina. Revista Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia, 15.
- Tebbi, M., & Haddad, B. (2016). Artificial intelligence systems for rainy areas detection and convective cells delineation for the south shore of Mediterranean sea during day and night time using MSG satellite images. Atmospheric research, 57.
- Sierra Giraldo, I. T., & Pabón, J. D. (2018). Análisis de tormentas eléctricas en el área de influencia del aeropuerto internacional Eldorado con fines de pro- nóstico. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Velazquez Machain, J. (1999). SERVICIOS A LA NAVEGACION EN EL ESPACIO AEREO MEXICANO-METEOROLOGIA AERONAUTICA.