

EVALUACIÓN DEL PRODUCTO ÍNDICES DE ESTABILIDAD DERIVADOS GOES-16 SOBRE TORMENTAS SEVERAS EN ARGENTINA

Kevin F. Yaringaño¹, Rafael A. Lighezzolo², Edgardo Pierobon³
kyaringanogarcia@gmail.com

¹Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich – Córdoba, Argentina (CONAE/UNC)

²Comisión Nacional de Actividades Espaciales - Córdoba, Argentina (CONAE)

³Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

Palabras clave: Radiosondeos, índices, estabilidad, GOES-16.

1) INTRODUCCIÓN

En Argentina, las tormentas son fenómenos que ocurren con frecuencia en la zona del litoral y en la pampa húmeda, donde son intensos y de gran duración debido a las nubes de gran porte e importante desarrollo vertical que se forman en estas regiones. Conocer cuál es el estado de la atmósfera o como va evolucionando en base a su estabilidad es de especial interés para realizar diferentes actividades. En esta investigación se analizó el producto satelital llamado Índices de Estabilidad Derivados del satélite GOES-16. Para verificar si la estimación (probabilidad) realizada por este producto satelital en los índices de estabilidad es correcta, se comparó con los datos de los radiosondeos lanzados en las estaciones meteorológicas aeronáuticas usando herramientas de estadística. Si los resultados son favorables, entonces es posible que el producto satelital del GOES estimó, en buen acuerdo, el estado de la atmósfera.

Los índices estabilidad son medidas construidas a partir de ecuaciones matemáticas que permiten estimar el potencial para que ocurra un desarrollo convectivo, ignorando los efectos de forzamiento dinámico/mecánico, que se basan en diferentes métodos de calcular la estabilidad, en función de propiedades termodinámicas de la columna atmosférica (Davison and Gálvez, 2016). Los índices tradicionales se diseñaron para latitudes medias, donde se encuentra Argentina en el hemisferio sur, las cuales son las siguientes: Energía Potencial Convectiva Disponible (CAPE), Índice de Showalter (SI), Índice de Elevación (LI), Índice K (KI) y el Índice Total Totals (TT). Por último, existen herramientas o datos para realizar pronósticos a corto plazo o en tiempo real (mejor conocidos como nowcasting) para las tormentas, ya sea como unidad o sistema. Usar este tipo de datos satelitales sería fundamental para mejorar la identificación de zonas con altas probabilidades de que se forme una tormenta, y se tomen las acciones preventivas, como los sistemas de alerta temprana, para salvar vidas y disminuir daños materiales.

2) METODOLOGÍA

Se realizaron solicitudes mediante enlaces URL's para recopilar la información de los radiosondeos de cada estación de lanzamiento. Se obtuvieron los valores correspondientes a los cinco índices de estabilidad calculados a partir de cada radiosondeo. Además, se descargó la información del producto satelital proveniente del GOES-16 usando el lenguaje de programación Python. La información que se recopiló en ambas fuentes de datos, tanto de radiosondeo y satelital fue desde diciembre de 2019 hasta diciembre de 2022. Este periodo de estudio se debe a que el producto satelital Índices de Estabilidad Derivados del GOES-R se publicó el 6 de diciembre de 2019.

Para la validación de los índices de estabilidad estimados por el producto satelital y del radiosondeo, se calcularon los parámetros estadísticos que son: el coeficiente de Correlación de Pearson (R), Bías (B) y la Raíz Cuadrada Media del Error (RMSE).

2) RESULTADOS

En la tabla 1 se muestra los valores de los parámetros estadísticos con ambas fuentes de datos.

		Estaciones de Radiosondeo						
		Resistencia	Córdoba	Ezeiza	Santa Rosa	Mendoza	Neuquén	Comodoro
LI	R	0.93	0.86	0.90	0.88	0.85	0.85	0.56
	RMSE	2.68	3.36	2.94	3.03	3.01	2.82	4.24
	B	1.03	1.11	1.15	1.10	-0.75	-0.81	0.40
SI	R	0.85	0.83	0.84	0.81	0.89	0.85	0.46
	RMSE	3.51	3.26	3.06	3.31	2.21	2.44	4.17
	B	0.45	0.75	0.39	0.74	0.07	0.08	0.23
KI	R	0.92	0.89	0.90	0.88	0.91	0.86	0.39
	RMSE	9.72	8.31	9.10	8.86	6.70	8.86	17.14
	B	0.98	-0.53	1.21	-1.72	-0.19	-0.40	-0.83
TT	R	0.84	0.90	0.81	0.88	0.94	0.90	0.51
	RMSE	7.71	4.56	7.41	4.90	2.82	4.19	9.24
	B	0.72	-1.71	0.98	-1.06	-0.57	-0.29	-0.55
CAPE	R	0.63	0.69	0.58	0.55	0.67	0.38	-0.01
	RMSE	262.11	185.70	115.33	132.65	87.46	59.99	12.49
	B	-78.85	-47.55	-25.49	-22.69	5.83	3.50	-1.02

Tabla I. Parámetros estadísticos en cada estación de lanzamiento para cada Índice de Estabilidad entre los datos reales y los datos estimados.

Los valores de R son mayores a 0.85 en seis de las siete estaciones evaluadas en los índices LI, SI, KI y TT. Esto quiere decir que existe una correlación entre el dato real del radiosondeo y el dato estimado del producto satelital del GOES-16. En la estación de Comodoro se tiene valores de R menores a 0.6 para estos mismos Índices, por lo que no se observa una relación definida entre ambas fuentes de datos. Los valores del RMSE se alejan del cero en las siete estaciones evaluadas para los cinco índices evaluados dando a entender que la estimación no es precisa. La misma situación se observa con el Bias (B) donde el producto satelital sobreestima y subestima. No muestra un sesgo general, lo que hace indicar que la estimación del producto satelital muestra diferencias entre ambas fuentes de datos, satélite y radiosondeo.

Un caso particular se muestra con el índice CAPE para las siete estaciones evaluadas. El valor de R es menor a 0.7 lo que indica que no existe una correlación fuerte entre el dato real y el dato estimado. El RMSE posee valores alejados del cero, lo cual indica que hay error en la estimación. Con respecto al Bias, se observa que hay diferencias notables entre el dato real y el estimado debido a que están alejados del cero también, el producto satelital subestima ($B < 0$) y sobreestima ($B > 0$) en las estaciones de lanzamiento. Esta situación indica que el algoritmo que se emplea para estimar los valores del índice CAPE son incorrectos, ya que esta región de Sudamérica se caracteriza por ser de las más inestables al tener una mayor energía convectiva para el desarrollo de tormentas. Por lo que, el resultado de estos parámetros estadísticos no es favorable para este índice.

En la figura 1 se muestra la comparación entre la banda 13 del GOES-16, que es muy útil para nubes convectivas en cualquier momento del día y la noche, con los índices de estabilidad del producto satelital, teniendo en cuenta que una limitante en los productos satelitales es la presencia de nubes.

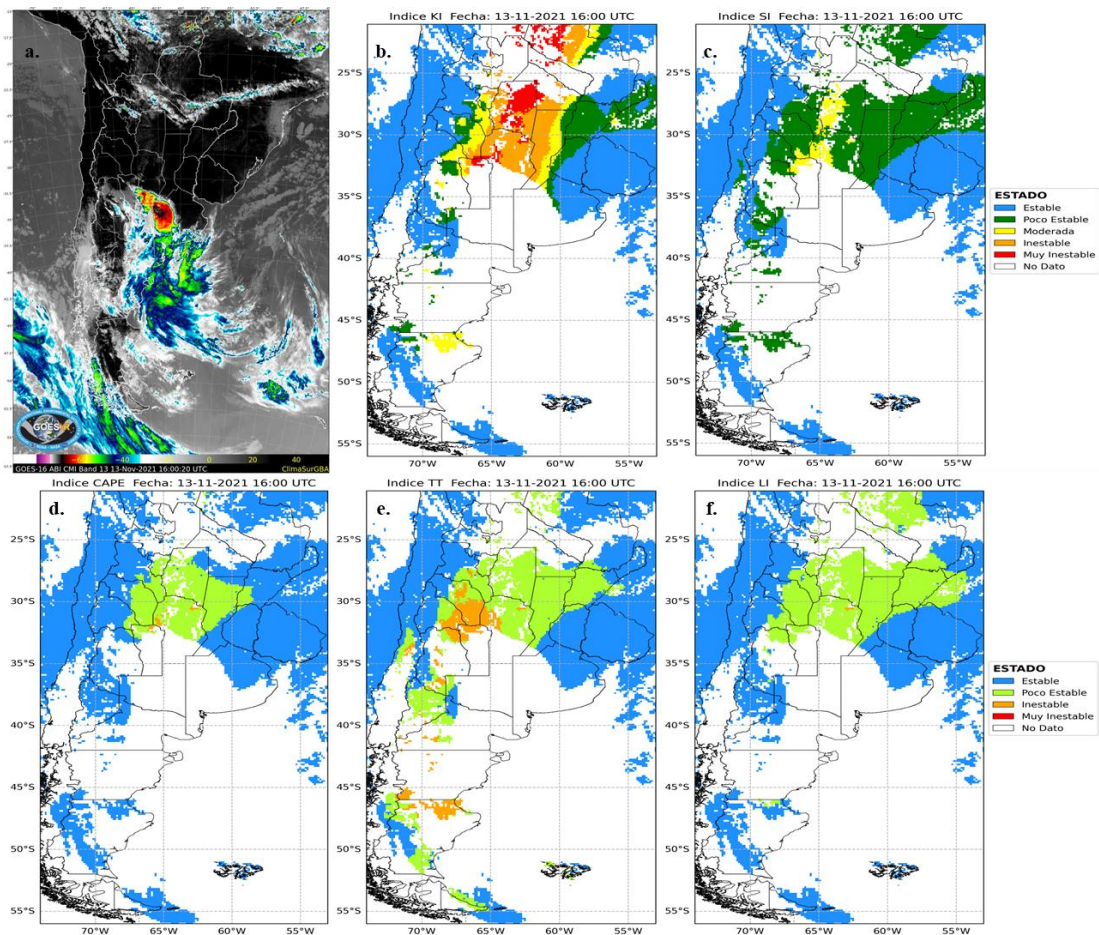


Figura 1. Imagen de la banda 13 del GOES-16 (a) y los índices KI (b), SI (c), CAPE (d), TT (e) y LI (f) del producto Índices de Estabilidad Derivados del GOES-16.

En la figura 1, se observa que en el sur de la provincia de Córdoba se desarrolló tormentas. El índice KI interpretó correctamente el estado de la atmósfera ya que mostró áreas con estado Inestable y Muy Inestable. El índice TT subestimó el estado de la atmósfera con Inestable y Poco Estable. Los índices SI, CAPE y LI subestimaron el estado de la atmósfera con Estable.

CONCLUSIONES

Los resultados de la validación muestran que el producto satelital logra estimar en cuatro de los cinco índices calculados mediante radiosondeos, aunque con una precisión limitada.

La comparación entre la banda 13 y el producto satelital del GOES-16 permitió detectar con precisión la estabilidad de la atmósfera. Este análisis facilita una observación anticipada, previa a la ocurrencia del evento, sobre los cambios en la estabilidad y la probabilidad de tormentas.

REFERENCIAS

Davison, M. y Gálvez, J., 2016: Índices de Estabilidad. Obtenido de WPC International Desks.

Li, J., Schimt, T., Jin, X., Martin, G., & Li, Z., 2019: Algorithm Theoretical Basis Document for Legacy Atmospheric Moisture Profile, Legacy Atmospheric Temperature Profile, Total Precipitable Water, and Derived Atmospheric Stability Indices. USA: NOAA NESDIS, CENTER for SATELLITE APPLICATIONS and RESEARCH.

Losos, D., 2021: How to acquire, analyze, and visualize GOES-R Series data. *Beginner's Guide to GOES-R Series Data*. USA: GOES-R Product Readiness and Operations