

SENSORAMIENTO REMOTO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE IMPACTO DE TORNADOS QUE AFECTARON A LÍNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA.

Ulises Pablo Daniel Gonzalez^{1,2}, Silvina Carina Bolzi¹
ugonzalez@smn.gob.ar

¹Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

²Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF)

Palabras clave: vientos extremos, estructuras de energía, sensores satelitales.

1) INTRODUCCIÓN

En Argentina, el transporte y la distribución de energía eléctrica es un servicio público esencial. Tanto la operación, como el mantenimiento de las líneas de tensión se encuentran concesionados por el Estado a diversas empresas en todo el territorio nacional.

La región que comprende la llanura pampeana y el litoral, junto al sur de Brasil, es el segundo lugar en el mundo con mayor ocurrencia de tornados, después de las llanuras de Estados Unidos (Fujita, 1971; Schwarzkopf, 1988). Al mismo tiempo, esta región ha sido la de mayor crecimiento demográfico y de actividades económicas en los últimos decenios.

Las consecuencias del paso de un tornado, si bien dependen de la zona impactada y la intensidad (F), se evidencian en la pérdida de producción agropecuaria, daños en las estructuras edilicias y afectaciones a líneas de transporte de energía eléctrica, tanto en alta, media y baja tensión, con consecuentes fallas en la prestación del servicio. Los impactos económicos por daños y caídas de estructuras de transporte y distribución que genera un evento puntual como es la ocurrencia de un tornado, requiere un estudio de riesgo integral que tenga en cuenta los siguientes sucesos: la generación de un tornado dentro de la región en estudio, que el tornado alcance el objetivo (área específica) y que la velocidad de los vientos con que llega sea superior al valor de diseño estructural (Twisdale y Dunn, 1983; Brooks, 2003).

Este trabajo propone la determinación de los parámetros largo (L) y ancho (W) que caracterizan la traza de un tornado, en áreas que han sido afectadas y que cuentan con infraestructura de transporte de media y alta tensión. En particular se analizaron eventos ocurridos en: a) Urdampilleta^{1,2}, provincia de Buenos Aires el 18/10/2017 que afectó la línea de 132 KV y b) zona entre Lago Pellegrini y Casa de Piedra, provincia de Rio Negro el 21/01/2015 que afectó la línea 5CHPU1 de 500 KV².

2) METODOLOGÍA

Actualmente existen diversas técnicas para la detección de cambios las condiciones de la superficie usando imágenes satelitales. En el presente trabajo se utilizaron imágenes satelitales de TERRA y AQUA, en particular el sensor MODIS producto Surface Reflectance Daily L2G Global 250m SIN Grid V006³, que proporciona una estimación de la reflectancia espectral de la superficie tal como se mediría a nivel del suelo en ausencia de dispersión o absorción atmosférica. En esta propuesta se transformaron imágenes multiespectrales originales en nuevas imágenes que permitiesen el reconocimiento de patrones. Se calculó el índice de

¹ <https://presentenoticias.com/portal/2021/12/22/los-fenomenos-climaticos-que-sacudieron-bolivar-en-los-ultimos-cuarenta-anos/>

² <https://cammesaweb.cammesa.com/documento-calidad-de-transporte/>

³ <https://search.earthdata.nasa.gov/>

vegetación de diferencia normalizada (NDVI, por sus siglas en ingles). Este índice utiliza la diferencia entre la absorción de la clorofila en el rojo y la reflectancia del infrarrojo cercano, que se relaciona con la biomasa fotosintéticamente activa. Este índice espectral se calcula a partir de (1):

$$NDVI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{\rho_{nir} + \rho_{red}} \quad (1)$$

Donde ρ_{nir} , ρ_{red} son las reflectancias en el infrarrojo cercano y el rojo, respectivamente. Para el **Evento a)** que afectó a los partidos de Bolívar, Daireaux, Tapalqué e Hipólito Irigoyen se utilizaron imágenes del 08/10/2017 (anterior al evento) y del 24/10/2017 (posterior). En el **Evento b)** se utilizaron imágenes del 07/01/2015 (anterior) y del 23/01/2015 (posterior). La selección de las fechas tuvo en consideración la mínima presencia de nubosidad.

Para el procesamiento de las imágenes se utilizó el programa SNAP - ESA's SentiNel Application Platform, donde se determinó el índice (1) y se aplicó una clasificación espectral no supervisada mediante el algoritmo de clustering K-means. La información georreferenciada de las líneas de transporte se obtuvo de la Secretaría de Energía de la Nación.

3) RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Para cada una de las imágenes descargadas se calculó el NDVI utilizando la ecuación 1. Con rojo se circunvalan las áreas afectadas por tornados. En la Figura 1 (c) al hacer la superposición de las imagen previa y posterior, y realizando la diferencia de los índices calculados se aprecia una disminución de los valores de NDVI, apareciendo en negro. Esta diferencia permite observar una franja que está asociada a la trayectoria del tornado acontecido. En la Figura 2 (d), se aplicó el algoritmo K-means para facilitar la identificar la traza en la imagen procesada.

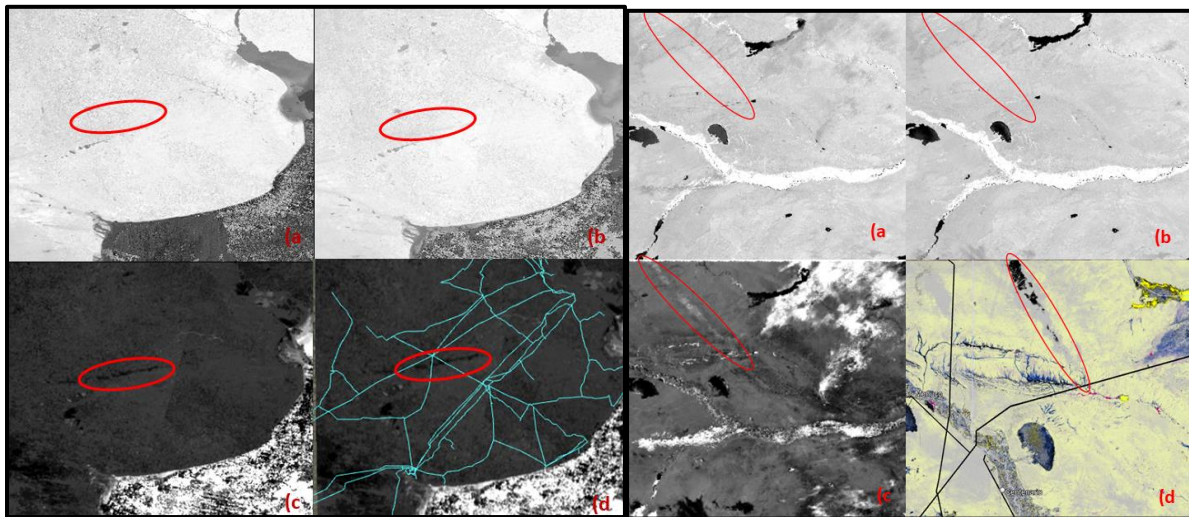


Figura 1: Tornado con centro en Urdapilleta, provincia de Buenos Aires. a) NDVI 08/10/2017, b) NDVI 24/10/2017, c) diferencia NDVI [a - b], d) área de impacto e incidencia sobre traza de línea de 132 KV (en celeste).

Figura 2: Tornado ocurrido en zona entre Casa de Piedra y Lago Pellegrini a) NDVI 07/01/2015, b) NDVI 23/01/2015, c) diferencia NDVI [a - b], d) área de impacto e incidencia sobre traza de línea de 550 KV (en negro).

En el Evento a) el valor de L fue de 186 km y W = 12 km, mientras que en el Evento b) el

valor de $L = 47$ km y el valor de $W = 6.5$ km. (Figura 3)

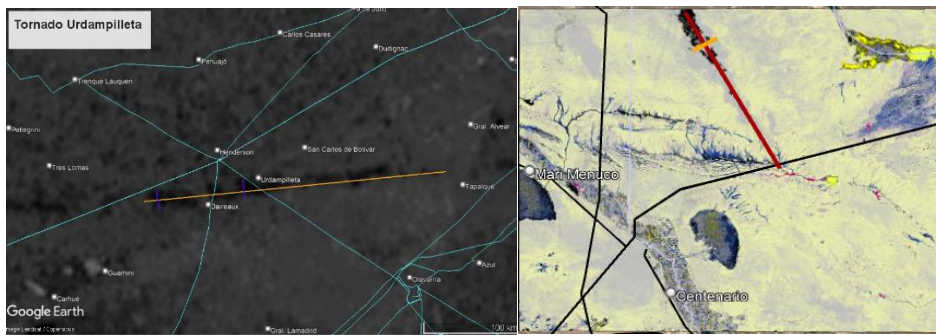


Figura 3: largo y ancho de trazas para evento a) (izq.), evento b) (der.)

El uso de sensores remotos en eventos ocurridos en áreas no urbanizadas brindaría una herramienta alternativa útil para la validación de la traza de tornados, permitiendo una cuantificación del área efectiva de impacto. Esto junto a una correcta caracterización de la situación meteorológica, podría utilizarse para no solo contribuir a la evaluación integral del riesgo, sino que también serviría para validar estos eventos tiempo después de su ocurrencia. Esto principalmente cuando el relevamiento en campo no es posible ya sea porque las acciones de recuperación están en proceso y no se cuenta con la evidencia de los destrozos, y/o para reducir los costos de los relevamientos en campo. Asimismo, hay otros índices que podrían emplearse junto al NDVI que robustecerían el trabajo de detección de eventos de tornado (Vidal et al, 2018).

REFERENCIAS

Altinger de Schwarzkopf, María Luisa, 1988: Climatología de los efectos de la convección severa en la República Argentina. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_2211_AltingerdeSchwarzkopf.pdf

Brooks H. E. , 2003: On the relationship of tornado path length and width to intensity [Publicación periódica]. - Oklahoma : Weather and Forecasting, Vol. 19.

Twisdale Lawrence A. y Dunn William D, 1983: Probabilistic analysis of tornado wind risks [Publicación periódica]. - [s.l.] : Journal of Structural Engineering, 1983. - 468 : Vol. 109.

Vidal, Luciano, Rugna, Martin, et al, (2018): Tornadogénesis en la provincia de Buenos Aires: estudio de un caso usando los sensores ABI y GLM del satélite GOES-16. <http://hdl.handle.net/20.500.12160/878>