

ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS GLACIARES A TRAVÉS DE IMÁGENES SATÉLITALES



*Aranza Dolores Aguirre *Dania M. Luna *Julieta Saraí Aguila Villicaña *Axel Nieto Tolentino
*Othon Garandilla Carrillo



*División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, C.P 09340, CdMx, México

Resumen

Los glaciares son ecosistemas únicos que albergan una variedad de vida adaptada a las condiciones extremas del hielo y la nieve. Además, son una fuente vital de agua dulce para muchas comunidades humanas, ya que alimentan ríos y arroyos durante la temporada de deshielo. Aunque los glaciares pueden parecer inmóviles a simple vista, en realidad están en constante movimiento. El hielo en la parte superior del glaciar fluye lentamente hacia abajo debido a la gravedad, en un proceso llamado flujo glacial. Este movimiento puede ser imperceptible, pero con el tiempo puede dar lugar a cambios significativos en la forma del glaciar y en su entorno. En este trabajo se propone utilizar el procesamiento de imágenes satelitales para monitorear los cambios en el movimiento y la concentración de los glaciares a lo largo del tiempo de un lugar determinado. Se calculan los índices de diferencia normalizada de glaciares y de nieve de diferencia normalizada para hacer notar dicho cambio. A medida que pasan los años el clima cambia, por lo que, las áreas con alta concentración de hielo y nieve pueden experimentar reducciones en la cobertura de glaciar, lo que tiene implicaciones para la disponibilidad de agua dulce, la biodiversidad y los ecosistemas locales. Finalmente, se propone aprovechar esta sinergia entre el análisis satelital y el cambio climático para proporcionar una visión más clara de la transformación de los paisajes nevados, también tiene como propósito impulsar a la toma de decisiones informadas.

Objetivo: Usar imágenes satelitales para la visualizar los cambios en los glaciares del Pico de Orizaba

¿Por qué se utilizan imágenes satelitales?

Los satélites modernos están equipados con sensores avanzados que pueden captar una amplia gama de información, incluyendo datos sobre la temperatura, la reflectividad, la elevación y la velocidad del movimiento del glaciar.



Estas imágenes son esenciales para comprender mejor cómo los glaciares están respondiendo a los cambios en el clima y como esto puede afectar a nivel global.

Índices espectrales

Índice de diferencia normalizada de glaciares (NDGI por sus siglas en inglés)

Es un indicador numérico que ayuda a detectar y monitorear glaciares mediante el uso de bandas espectrales verde y roja.

Las principales aplicaciones de teledetección que utiliza el NDGI son la detección y el seguimiento de glaciares (movimiento en el tiempo, continuidad, etc.).

$$NDGI_{L8} = \frac{Band_3 - Band_4}{Band_3 + Band_4} \text{ Landsat 8 OLI}$$
$$NDGI_{L5} = \frac{Band_2 - Band_3}{Band_2 + Band_3} \text{ Landsat 5 TM}$$
$$NDGI_{S2} = \frac{Band_3 - Band_4}{Band_3 + Band_4} \text{ Sentinel 2 MSI}$$

Figura 2. Fórmulas para calcular el NDGI (una para cada satélite) [2].

Índice de nieve de diferencia normalizada (NDSI por sus siglas en inglés)

Es un indicador numérico que resalta la capa de nieve sobre áreas terrestres. Las bandas espectrales infrarrojas verde e infrarroja de onda corta se utilizan para mapear la extensión de la capa de nieve. La nieve y las nubes reflejan la mayor parte de la radiación incidente en la banda visible. Sin embargo, la nieve absorbe la mayor parte de la radiación incidente en el infrarrojo de onda corta, mientras que las nubes no. Esto permite al NDSI distinguir la nieve de las nubes.

El NDSI se utiliza habitualmente en aplicaciones de mapeo de capas de nieve y hielo, también se puede utilizar, de manera subsidiaria, en el seguimiento de glaciares.

$$NDSI_{L8} = \frac{Band_3 - Band_6}{Band_3 + Band_6} \text{ Landsat 8 OLI}$$
$$NDSI_{L5} = \frac{Band_2 - Band_5}{Band_2 + Band_5} \text{ Landsat 5 TM}$$
$$NDSI_{S2} = \frac{Band_3 - Band_{11}}{Band_3 + Band_{11}} \text{ Sentinel 2 MSI}$$

Figura 3. Fórmulas para calcular el NDSI (una para cada satélite) [2].

¿Qué son los glaciares?

Un glaciar es una masa de hielo de gran tamaño que se forma a partir de la acumulación de nieve compactada a lo largo de muchas décadas o incluso siglos. Estas impresionantes formaciones de hielo son una parte fundamental de los ecosistemas de montaña y las regiones polares de nuestro planeta.

Glaciar Jampa

Los glaciares forman escurrimientos que recorren las laderas de la montaña, dando lugar a cuencas, arroyos y ríos, fuentes hidrológicas importantes para las zonas que les rodean. Entre los ríos más importantes que surgen en el Pico de Orizaba está el río Jamapa que, precisamente, recibe el nombre del glaciar y se entuenta a 5,000 metros sobre el nivel del mar. Es el último glaciar en México, ubicado en la Sierra Madre Oriental.

El caudal de este río depende del deshielo del glaciar, de los mantos freáticos y de las lluvias. Diversas comunidades y poblaciones del Estado de Veracruz se abastecen del río Jamapa. Sólo la capital del estado recibe 250lt. por segundo de agua que proviene de este río.



Figura 1. Glaciar Jampa en el Pico de Orizaba [1].

Resultado



Figura 5. Visualización del glaciar actualmente en el Pico de Orizaba obtenidas mediantea [3].



Figura 6. Cálculo de los índices NDGI y NDSI en un periodo de 10 años.

Combinación RGB de imágenes satélite Landsat 8 para usos de suelo/masas de agua

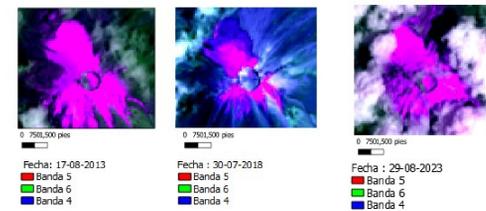


Figura 7. Visualización del glaciar en el Pico de Orizaba en un periodo de 10 años, obtenidas mediante [4].

Conclusión

Mediante las imágenes del cálculo de los índices se puede observar el cambio del glaciar en el contorno, se puede ver cómo en el año 2013 la nieve se encuentra más compacta es decir en forma de hielo, mientras que para el año 2023 se encuentra mas dispersa en forma de nieve y en menor proporción. En la tercera figura los colores muestran como se encuentra más proporción de masas de agua en el año 2013 mientras que para el año 2018 estas disminuyen. Los glaciares se han convertido en uno de los sensores más evidentes del cambio climático: cuanto más aumenta la temperatura en el planeta, más rápido retroceden. Su continua desaparición es un espejo del mundo al que nos dirigimos. Más caliente, más seco, más agotado.

Bibliografía

- [1] El glaciar Jamapa en el pico de Orizaba agoniza: en riesgo agua para 2 millones de habitantes - AVC Noticias. (s. f.). <https://avcnoticias.com.mx/noticias-veracruz/centro/307012/el-glaciar-jamapa-en-el-pico-de-orizaba-agoniza-en-riesgo-agua-para-2-millones-de-habitantes.html>
- [2] Blog. (s. f.). GIS and Earth Observation University. <https://www.geo.university/pages/blog?p=spectral-indices-with-multispectral-satellitedata#:~:text=Normalized%20Difference%20Glacier%20Index%20%28NDGI%29%20is%20a%20numerical,detection%20and%20monitoring%20%28movement%20over%20time%2C%20continuity%20etc%29>
- [3] Survey, U.-. U. G. (s. f.). EarthExplorer. None. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- [4] Gisadminbeers. (2021, 24 septiembre). Combinaciones RGB de imágenes satélite Landsat y Sentinel - Gis&Beers. Gis&Beers. <https://www.gisandbeers.com/combinacion-de-imagenes-satelite-landsat-sentinel-rgb/>