XX CONGRESO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA
CALI 2025

Recepción de resumenes CCG

Titulo / Autores / Institución

TITULO DE LA PONENCIA

Análisis cuantitativo de la subsidencia en la zona suroccidental de la Sabana de Bogotá mediante geodesia InSAR

AUTORES

Fredy Diaz-Mila, Lusette Karime Escobar-Rey, Héctor Mora-Páez.

INSTITUCIÓN

Servicio Geológico Colombiano.

CORREO ELECTRÓNICO

fdiaz@sgc.gov.co

Estilo preferido

ESTILO DE PRESENTACIÓN

- Presentación Oral
- Poster

Categoría del resumen

ÁREA TEMÁTICA

Geodinámica y geofísica

LINEAS TEMÁTICAS GG

Geodesia y geomática

Resumen

PALABRAS CLAVE

Subsidencia, InSAR, Sabana de Bogotá, Geodesia

CONTENIDO DEL RESUMEN

La subsidencia es un fenómeno geológico que consiste en el hundimiento paulatino de la superficie terrestre, el cual puede ser ocasionado por acciones naturales o por la actividad humana. El Grupo Aplicaciones Satelitales para el Estudio de la Dinámica de la Tierra (ASEDT) de la Dirección de Geoamenazas del Servicio Geológico Colombiano, bajo el marco del proyecto GeoRED (Geodesia: Red de Estudios de Deformación), mediante la utilización de técnicas de geodesia InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar), ha cuantificado el fenómeno de la subsidencia en 13 municipios que hacen parte de la Sabana de Bogotá, empleando imágenes

interferométricas Sentinel-1 (184 de órbita descendente y 225 de órbita ascendente), para el periodo comprendido entre octubre de 2014 a diciembre 2021. Se generaron 840 interferogramas, de los cuales 345 corresponden a órbitas ascendentes y 495 descendentes, lo que permitió realizar la estimación de los valores de los movimientos a lo largo de la línea de vista LOS(line-of-sight) para cada conjunto de imágenes, y posteriormente mediante técnicas de combinación se estimaron las velocidades verticales y horizontales este-oeste. Uno de los municipios con mayor subsidencia en el área de estudio es El Rosal, donde se estima una tasa de desplazamiento vertical de hasta 12 cm/año, es decir un valor aproximadamente mayor cuatro veces respecto a la estimación realizada previamente por el proyecto GeoRED del Servicio Geológico Colombiano, en la ciudad de Bogotá.

El procesamiento y generación de los interferogramas se realizó en el Laboratorio Geodésico Internacional de GeoRED mediante el uso del paquete de procesamiento científico Interferometric Synthetic aperture radar Scientific Computing Environment versión 2 (ISCE2), desarrollado en lenguaje de programación Python. Se consideró emplear una línea base temporal máxima de 4 meses y una base espacial máxima de 200 metros. Se procesaron las imágenes Sentinel-1 en conjunto Ascendente y Descendente, empleando la operación “SAR Stack”, el cual lleva a cabo una serie de etapas que incluyen la corrección orbital, así como el coregistro a partir del Modelo de Elevación Digital DEM (The NASA Shuttle Radar Topography Mission – SRTM) de 30 metros de resolución (1”de arco), para posteriormente conformar la red de interferogramas, la remoción de la fase topográfica, la generación de los interferogramas, su respectivo “desenrollado” y la geocodificación de los interferogramas desenrollados, la cual fue realizada en el elipsoide de referencia WGS84.
El análisis de series temporales de InSAR en los “Stack” de los interferogramas Sentinel-1, se realizó mediante el software de procesamiento MintPy (Miami InSAR Time-series software in Python). Este paquete científico emplea algoritmos de inversión Small Baseline Subsets (SBAS), y utiliza el modelo ERA5 para realizar la corrección de retardo troposférico. A partir de los "Stack" Ascendente y Descendente, se estimaron valores de velocidad vertical, aplicando técnicas de combinación de estos “Stack”, mediante la descomposición de estos valores en vectores con los componentes Este, Norte y vertical (ENU).
Los resultados obtenidos permiten evidenciar, que el área de estudio se presenta zonas definidas con valores verticales negativos (subsidencia) en forma de “parches” y con diferentes tasas de desplazamiento, específicamente en los municipios de Bojacá, Cajicá, Chía, El Rosal, Facatativá, Funza, Madrid, Mosquera, Soacha, Subachoque, Tabio, Tenjo y la ciudad de Bogotá, encontrando que los mayores valores en el municipio de El Rosal con una tasa estimadas de 12 cm/año, seguido por otros sitios localizados en los municipios de Cota, Funza, Tenjo, Chía, Cajicá, Madrid y Facatativá, con valores que oscilan entre 5 y 8 cm/año; estos dos últimos municipios presentan mayores áreas de subsidencia.

Este tipo de análisis constituye un importante insumo para la gestión del riesgo, los planes de ordenamiento territorial y ambiental, planes de manejo ambiental, entre otros, para la adopción de medidas que pudieran reducir el efecto a mediano y largo plazo del fenómeno de subsidencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Berardino, P., Fornaro, G., Lanari, R., Sansosti, E. 2002. A new algorithm for surface deformation monitoring based on small baseline differential SAR interferograms. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 40(11), 2375–2383. https://doi.org/10.1109/TGRS.2002.803792
Chen, C. 2001. Statistical-cost network-flow approaches to two-dimensional phase unwrapping for radar interferometry. PhD Thesis, Stanford University, 159 p.

Fattahi, H., Agram, P., Simons, M. 2017. A Network- Based Enhanced Spectral Diversity Approach for TOPS Time-Series Analysis. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 55(2), 777–786. https://doi.org/10.1109/TGRS.2016.2614925

Ferretti, A., Andrea, M.G., Prati, C., Rocca Fabio. 2007. InSAR Principles: Guidelines for SAR Interferometry Processing and Interpretation, TM-19, European Space Agency, The Netherlands, 250 p.

IDECA. 2013. Datos abiertos Bogotá. https://datosabiertos.bogota.gov.co/

Jolivet, R., Grandin, R., Lasserre, C., Doin, M.P., Peltzer, G. 2011. Systematic InSAR tropospheric phase delay corrections from global meteorological reanalysis data. Geophysical Research Letters, 38(17). https://doi.org/10.1029/2011GL048757

Lobo-Guerrero, U.A. 1992. Geología e Hidrogeología de Santafé de Bogotá y su Sabana, VII Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería en Colombia, Sociedad
Colombiana de Ingenieros-Sociedad Colombiana de Geotécnica, Bogotá, 20 p.

Lobo-Guerrero, U.A. 2003. Effects of aquifer over exploitation on the surface infrastructure in the Bogotá Sabana (Colombia). RMZ Materials and Geoenvironment 50, 193–196.

Montoya, D.M., Reyes, G.A. 2007. Geología de la sabana de Bogotá, Publicaciones Especiales de Ingeominas No. 28, 103 p. https://www2.sgc.gov.co/biblioteca/Documents/Biblioteca/Geologia de la sabana de bogota.pdf

Mora-Páez, Héctor, Díaz-Mila, F., Cardona, L. 2020. Mapping land subsidence in Bogotá, Colombia, using the interferometric synthetic aperture radar (InSAR)
technique with TerraSAR-X images. Quaternary. Servicio Geológico Colombiano, 4, 515–548. https://doi.org/10.32685/pub.esp.38.2019.16

Mora-Páez, Héctor, Díaz-Mila, F., Sagiya, T., Londoño, L.G., Corchuelo Cuervo, Y. 2021. Contribución de la geodesia espacial en la gestión del riesgo en Colombia. Casos de estudio. En UNGRD (Ed.), Investigaciones en gestión del riesgo de desastres para Colombia. Avances, perspectivas y casos de estudio. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. https://online.pubhtml5.com/pxou/mckv/index.html#p=26

Portafolio. 2022. Sector floricultor repuntó, pese a la pandemia. Finanzas. portafolio.co/economia/finanzas/sector-floricultor-repunto-pese-a-lapandemia-564938

Pritchard, M.E. 2006. InSAR, a tool for measuring Earth's surface deformation. Physics Today 59(7), 68-69. https://doi.org/10.1063/1.2337843

Rosen, P.A., Gurrola, E., Sacco, G.F., y Zebker, H.2012. The InSAR scientific computing environment. EUSAR 2012; 9th European Conference on Synthetic Aperture Radar, 730–733.

Rudenko, S., Sch, N. 2013. Reprocessed height time series for GPS stations. 2008, 23–41. https://doi.org/10.5194/se-4-23-2013

Van der Hammen, T., Werner, J.H., y van Dommelen, H. 1973. Palynological record of the upheaval of the Northern Andes: A study of the pliocene and lower quaternary of the Colombian Eastern Cordillera and the early evolution of its high-Andean biota. Review of Palaeobotany and Palynology, 16(1–2), 1–42. https://doi.org/10.1016/0034-6667(73)90031-6

Wijninga, V.M. 1996. Paleobotany and Palynology of Neogene sediments from the High Plain of Bogota (Colombia). Evolution of the Andean flora from a paleoecological perspective. En Amsterdam: Elsevier Science Publishers (p. 370). https://hdl.handle.net/11245/1.120063

Yunjun, Z., Fattahi, H., y Amelung, F. 2019. Small baseline InSAR time series analysis: Unwrapping error correction and noise reduction. Computers and Geosciences, 133. https://doi.org/10.1016/J.CAGEO.2019.104331