

# VELOCIDADES GEODÉSICAS HORIZONTALES GPS GeoRED 2.0

Con el propósito de avanzar en el conocimiento de la geodinámica en el territorio colombiano, el Grupo de Investigaciones Geodésicas Espaciales de la Dirección de Geoamenazas viene implementando la Red Nacional de Estaciones Geodésicas GNSS con propósitos geodinámicos, más conocida como GeoRED, proyecto de investigación e innovación orientado a determinar el estado de deformación de la corteza terrestre, basado en el cálculo de velocidades de las placas tectónicas convergentes en la esquina noroccidental de Suramérica así como a lo largo de fallas activas, entre otros productos, a partir de mediciones geodésicas de alta precisión sobre la superficie terrestre, (Mora, 2006).

Como resultado de las diferentes actividades realizadas, en la Figura 1 se presenta el mapa de velocidades geodésicas horizontales versión GeoRED 2.0 (Mora-Páez H, 2021), obtenido con datos de 147 estaciones geodésicas permanentes de operación continua, expresadas con respecto al Marco Internacional Terrestre de Referencia (ITRF2014) (Altamimi et al., 2016), las cuales están localizadas en el territorio colombiano así como en países vecinos con los cuales se comparten datos en virtud de cooperación.

Los datos de cada estación son objeto de análisis de calidad diariamente mediante el uso del software TEQC (Translating, Editing, Quality Check), desarrollado por UNAVCO (Estey & Meertens, 1999). El procesamiento se ha efectuado en el Laboratorio Geodésico Internacional del Servicio Geológico Colombiano (SGC), empleándose el software GIPSY-OASIS II (GNSS-Inferred Positioning System and Orbit Analysis Simulation Software) desarrollado por Jet Propulsion Laboratory-JPL y utilizado por el SGC en virtud de convenio de cooperación. Se ha empleado además el software HECTOR (Bos et al., 2013) desarrollado por SEGAL (Space & Earth Geodetic Analysis Laboratory) de la Universidad del Interior Beira, Portugal, igualmente en virtud de acuerdo de colaboración.

Los archivos del posicionamiento diario de cada estación son incorporados en el software HECTOR, para efectos de la generación de las series de tiempo en cada estación y la estimación de las respectivas velocidades. Como condición general, en todos los casos solo se consideran las estaciones con un período de observación de más de 2,5 años, (Blewitt & Lavallee, 2002).

Como ilustración en la Figura 2, se presenta una serie de tiempo de las componentes horizontales en la estación MITU, localizada en el municipio de Mitú, Vaupés, correspondiente al procesamiento diario de los datos obtenidos, y los valores estimados de las velocidades tanto en la componente Norte como Este, expresados en milímetros por año, y sus incertidumbres.

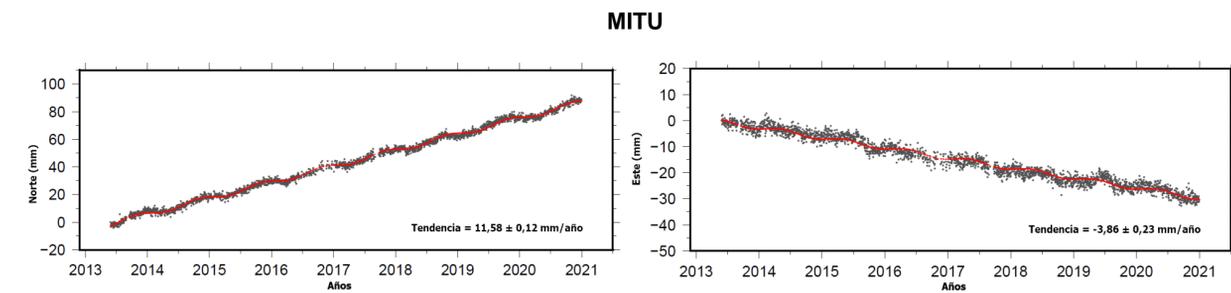
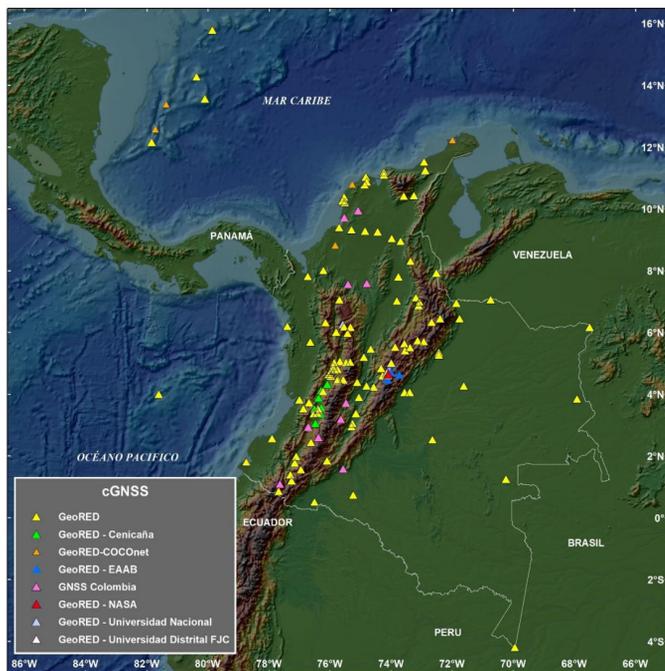


Figura 2. Serie de tiempo estación MITU



## Infraestructura geodésica GNSS

La Infraestructura geodésica GNSS de estaciones permanentes de operación continua - cGNSS, está compuesta por instrumental adquirido e instalado por el SGC, así como aquel aportado por entidades internacionales y nacionales. El mapa de la Figura 3 corresponde a 144 estaciones que hacen parte de GeoRED. (Mora-Páez H, 2021).

La fotografía de la Figura 4 muestra una de las estaciones, TEAT (Teatinos), localizada en Samacá, Boyacá, cuya transmisión de datos se realiza a través de un sistema satelital banda KA.



Figura 4. Fotografía de la estación TEAT.

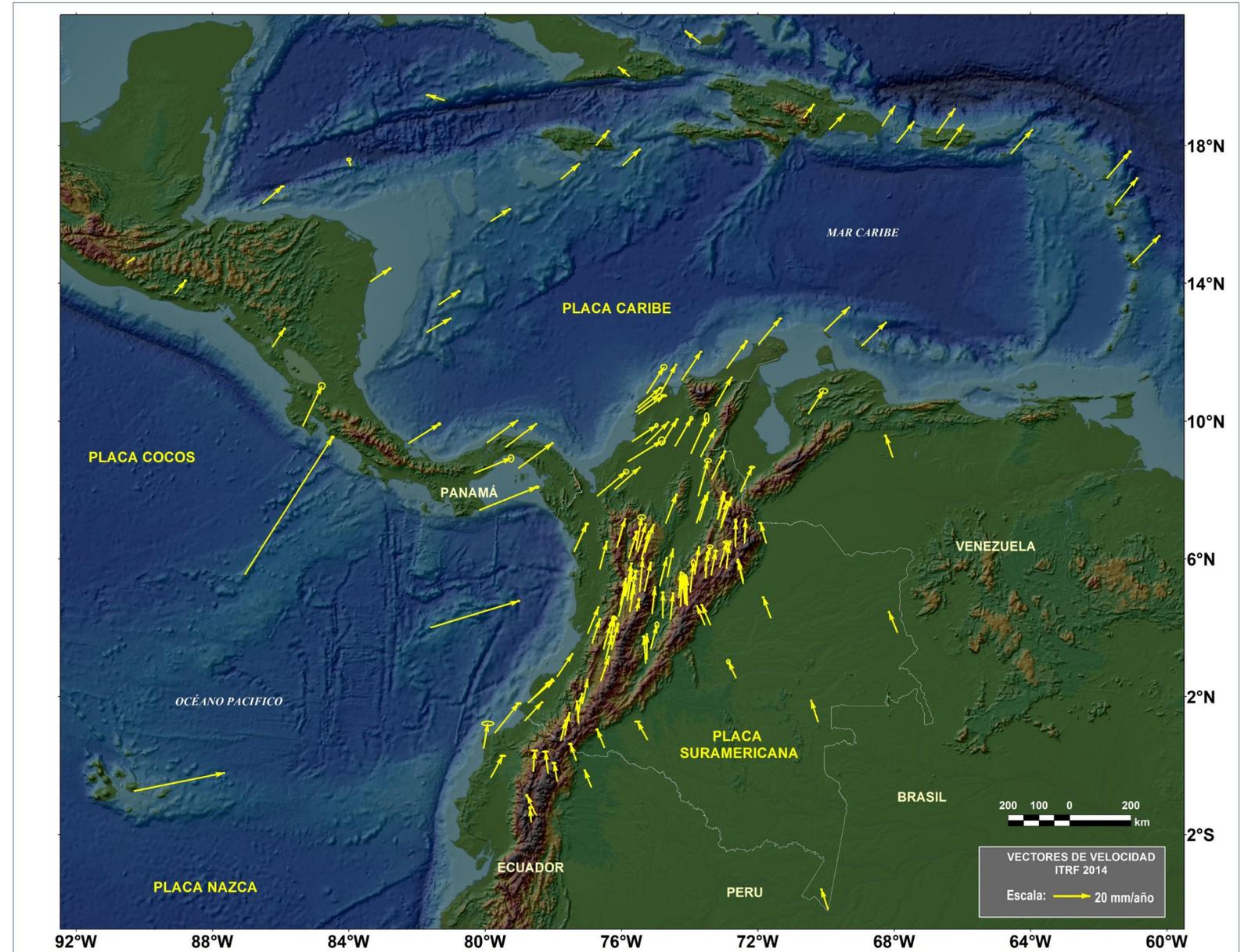


Figura 1. Mapa de velocidades geodésicas horizontales v. GeoRED 2.0. Base topográfica, ETOPO1 Global Relief Model.

## Instalación de estaciones

La metodología implementada para la construcción de la infraestructura física e instalación de las estaciones geodésicas GNSS permanentes de operación continua - cGNSS, con instrumental de altas características técnicas, permite garantizar la obtención de datos de alta precisión y calidad, para la aplicación de la geodesia espacial en estudios geodinámicos. La selección del sitio depende del cumplimiento de estrictos criterios geológicos, geodésicos, seguridad, fuentes electromagnéticas externas y logística. La antena se localiza sobre estructura en acero inoxidable, que en algunos casos, el mástil central supera los 20 metros de profundidad, dependiendo de las condiciones geológicas del sitio de ubicación, empleando para ello herramientas apropiadas. La transmisión de los datos se realiza mediante diversas formas, tales como radio enlace, internet satelital, enlace satelital compartido con la Red Sismológica Nacional, radio-modem, fibra óptica.

## Grupo GeoRED

Los resultados obtenidos son el reflejo de un trabajo interdisciplinario, sistemático y de alta calidad científica, realizado mediante la participación de: Gina Martínez, Paola Tique, Nancy Gutiérrez, Jair Ramírez, Leidy Giraldo, Karime Escobar, Fredy Díaz M., Olga Bohórquez O., Eliana Gómez, Ibeth Terán, Cristian Escalante, Amparo Coral, Richard Moreno, Carlos Álvarez, Nazario Carrillo, Faustino Mosquera, Manuel Castro, Carlos Castillo, Damaris Cely, con el apoyo de Lina Ocampo.

## Bibliografía:

- Altamimi, Z., Reischung, P., Métivier, L., Collilieux, X. (2016). ITRF2014: A new release of the International Terrestrial Reference Frame modeling nonlinear station motions, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 121, 6109-6131. doi:10.1002/2016JB013098.
- Blewitt G., Lavallée D., (2002). Bias in Geodetic Site Velocity due to Annual Signals: Theory and Assessment, in: Ádám J., Schwarz KP. (Eds.), *Vistas for Geodesy in the New Millennium*. International Association of Geodesy Symposia. 125. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Bos, M. S., R.M.S. Fernandes, S.D.P. Williams and L. Bastos, (2013). Fast Error Analysis of Continuous GNSS Observations with Missing Data. *J. Geod.*, Vol 87 (4), 351-360, doi: 10.1007/s00190-012-0605-0.
- Estey L. H. and C. M. Meertens, (1999). TEQC: The Multi-Purpose Toolkit for GPS/GLONASS Data, L. H. Estey and C. M. Meertens, *GPS Solutions* 3 (1) 42-49, John Wiley & Sons, doi:10.1007/PL00012778.
- Mora H., (2006). Red Nacional de Estaciones Geodésicas Satelitales GPS con propósitos geodinámicos, Propuesta de proyecto presentada al Ministerio de Minas y Planeación Nacional, Documento BPIN.
- Mora, H., Corchuelo, Y., Gutiérrez, N. P., Díaz, F., Martínez G., Moreno, R., Escalante C. y Álvarez, C. (2021). Coordinadas estaciones geodésicas permanentes de operación continua (cGNSS). GeoRED 2.1 - ITRF2014 - 2020. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.
- Mora-Páez H., Giraldo L., Corchuelo Y., Gutiérrez N., Bohórquez O., Ramírez J., Díaz F., Martínez G., Álvarez C., Moreno R., Escalante-Sierra C. (2021). Velocidades geodésicas horizontales GPS GeoRED 2.0. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.



**Oscar Eladio Paredes Zapata**  
Director General

**John Makario Londoño B.**  
Director de Geomenazas

**Héctor Mora Páez**  
Coordinador  
Investigaciones Geodésicas Espaciales.