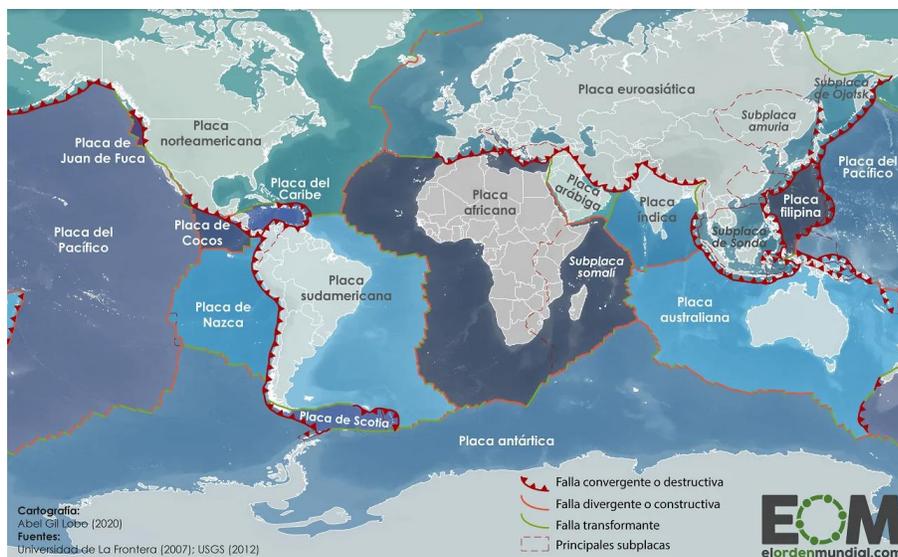




## OBJETIVO E INSTRUMENTOS DEL MONITOREO DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA

**Por:** Álvaro Parra  
Subdirección para el Conocimiento del Riesgo

Colombia se encuentra situada geográficamente cerca de la línea ecuatorial en la zona de convergencia intertropical, con climas cálidos y una alta pluviosidad, además, está ubicada sobre el límite de tres placas tectónicas mayores (Nazca, Caribe y Suramericana), cuya dinámica permitió la formación de la cordillera de los Andes que en nuestro país se compone por tres cadenas montañosas (Cordillera Oriental, Cordillera Central y Cordillera Occidental), separadas por numerosos valles, cañones, mesetas y un sistema fluvial, cuyos principales ríos son el Cauca y el Magdalena correspondientes a los límites geográficos de éstas cordilleras.



**Figura 1. Mapa Placas Tectónicas, fuente: [www. elordenmundial.com](http://www.elordenmundial.com)**



Por esto, nuestro territorio exhibe una amplia variedad de características geomorfológicas, geológicas e hidroclimatológicas, como zonas montañosas de laderas escarpadas y frecuentes lluvias que denotan una alta probabilidad de presentar movimientos en masa. Estos alteran la actividad humana de varias maneras, generando graves consecuencias como pérdidas de vidas y afectaciones de la propiedad pública y privada cada año. Si bien, es un fenómeno de impacto local, los movimientos en masa han generado de manera acumulada un número de afectaciones comparable o superior a las de otros fenómenos de impacto regional, (Banco Mundial, 2012).

Según las condiciones del territorio nacional, se hace necesario aunar esfuerzos entre las entidades del orden nacional, regional, municipal y las comunidades para disminuir las condiciones de riesgo, realizando entre otras actividades; un monitoreo continuo de las zonas inestables donde se han presentado o donde se pueden presentar los movimientos en masa, con el propósito de tener insumos de carácter técnico para la toma de decisiones u con ello, una respuesta oportuna frente al fenómeno.

## **Monitoreo de movimientos en masa**

El término monitoreo del riesgo es el proceso orientado a generar datos e información sobre el comportamiento de los fenómenos amenazantes, la vulnerabilidad y la dinámica de las condiciones de riesgo en el territorio, con el objetivo de llegar a establecer medidas preventivas o correctivas que permitan evitar que se afecte la población y su entorno.

Para movimientos en masa, el monitoreo se refiere a la actividad de medición de magnitud y velocidad de desplazamiento de una masa de suelo inestable con respecto a otra masa de suelo estable y de la variación de parámetros climáticos de la zona de interés, mediante el uso de instrumentos construidos para tal fin.

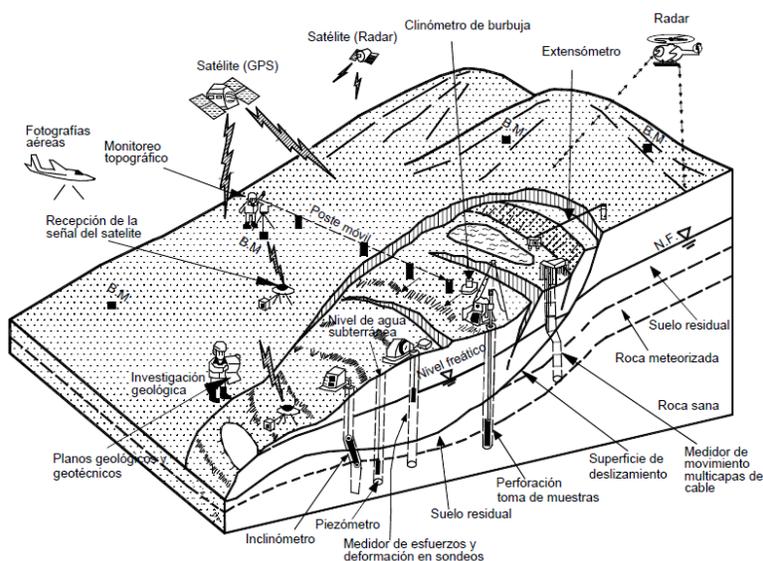


Figura 2. Instrumentos de monitoreo de los movimientos en masa, fuente: Jaime Suarez (2012).

## Objetivos del monitoreo de movimientos en masa

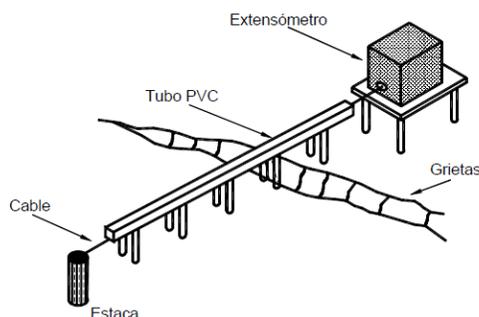
- Determinación de la profundidad y la forma de la superficie de falla de un deslizamiento activo.
- Determinación de los movimientos dentro de la masa deslizada.
- Determinación de la velocidad de desplazamiento de la masa inestable y el establecimiento de mecanismos de alarma.
- Monitoreo de la actividad antrópica (construcciones, rellenos, riegos, ganadería) y la identificación de sus efectos sobre la zona inestable.
- Monitoreo de los niveles de agua subterránea o presiones de poros y su correlación con la actividad del deslizamiento.
- Monitoreo de la variación de los parámetros climáticos.



## Tipos de instrumentos para monitoreo de movimientos en masa

Los instrumentos más empleados en la investigación y monitoreo de deslizamiento son los siguientes:

1. Extensómetros: permiten medir los movimientos relativos de la masa inestable y los cambios en la amplitud de las grietas generadas por los movimientos. Generalmente, se instalan a través del escarpe principal, corona del deslizamiento o a través de las grietas, para determinar la velocidad del desplazamiento.



*Figura 3. Extensómetro ilustrado, fuente: Jaime Suárez (2012).*

2. Inclinómetros: mide el cambio de inclinación de un tubo ubicado en la masa inestable mediante una perforación lo suficientemente profunda que sobrepasa la superficie de falla, de esta manera se puede determinar la profundidad de la superficie de falla y la dirección y magnitud de los desplazamientos.
3. Piezómetros: se emplea para medir la presión de poros y monitorear variaciones en el nivel freático o aguas subterráneas.

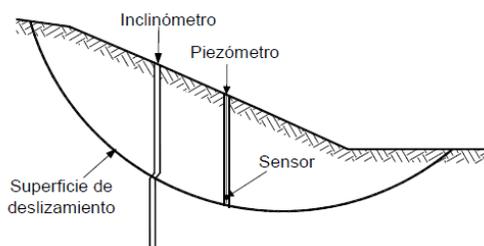


Figura 4. Inclinómetro y piezómetro, fuente: Jaime Suárez (2012).

4. Pluviómetros: instrumento que mide la cantidad de agua lluvia acumulada en una zona, esta información permite monitorear de manera indirecta el cambio de humedad del suelo.



Figura 5. pluviómetro, fuente: <https://pluviometro.top/>

5. Radares SAR (Synthetic Aperture Radar) e InSAR (Interferometría SAR): permite obtener desplazamientos de la superficie del terreno o de objetos ubicados sobre ésta, así como infraestructuras, edificios, muros, etc., con un rango de movimiento que va desde el milímetro hasta el metro y con una precisión milimétrica.

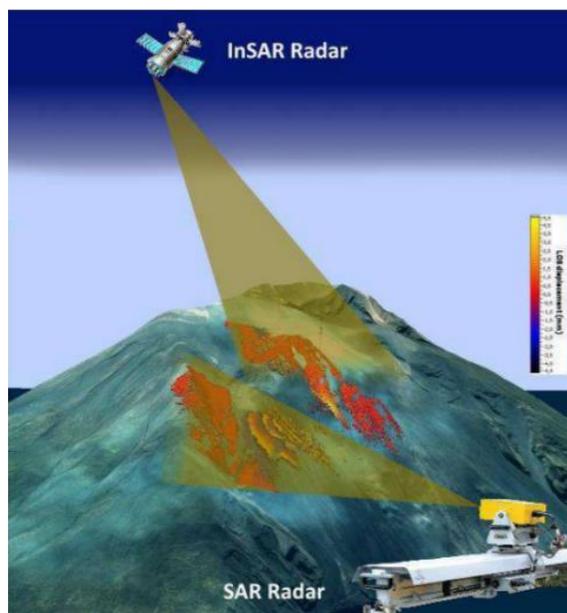


Figura 6. Radares SAR e InSAR, fuente: Juan Gómez (2019).

## Monitoreo comunitario de movimientos en masa

La instalación de instrumentación convencional y contratar un monitoreo formal de alta precisión conlleva costos elevados que sobrepasan las capacidades presupuestales de algunos municipios, por esto la UNGRD en el 2013 publicó la metodología para el monitoreo comunitario de movimientos en masa, que pretende guiar a la población en general y a las autoridades regionales en la consecución de un monitoreo de movimientos en masa con instrumentación de bajo costo que permita hacer seguimiento efectivo de las condiciones de estabilidad de aquellos territorio vulnerables ante la ocurrencia de movimientos en masa potencialmente dañinos.

Cabe señalar que, con el apoyo técnico de un profesional con conocimientos en geociencias se establecen los movimientos en masa que afectan o puedan llegar a afectar el territorio y si es posible implementar un sistema de monitoreo comunitario basado en instrumentación



artesanal que cumple con los objetivos de la instrumentación formal, aunque no con la misma precisión.

## **Instrumentación artesanal**

Este tipo de instrumentación cumple con los objetivos principales del monitoreo de movimientos en masa, sin embargo, deben estar vigilados por un profesional experto en geociencias que define los puntos o sectores donde instalar la instrumentación, así como los periodos de lectura y el establecimiento de mecanismos de alarma. algunos instrumentos o herramientas artesanales utilizadas para el monitoreo de movimientos en masa son:

1. Estacas para topografía artesanal: se pueden instalar en sectores afectados por deslizamiento y/o reptación, con el fin de determinar la velocidad y la magnitud de los desplazamientos que se presentan en estas zonas. Se realizan mediciones verticales y horizontales desde la estaca ubicada en terreno estable (Estaca #1), hasta las estacas ubicadas en terreno inestable o en movimiento (estacas # 2, 3).
2. Regleta deslizante o extensómetro: es un instrumento similar a una regla convencional lo suficiente larga que permita medir directamente sobre el terreno el desplazamiento horizontal y/o vertical de una grieta, para esto las patas deben estar ubicadas una en el terreno estable y la otra debe estar sobre el terreno inestable.



**Figura 8. Estacas topográficas artesanales, UNGRD (2013).**



**Figura 7. Extensómetro artesanal, fuente: UNGRD (2013).**

El monitoreo de los movimientos en masa nos permite ampliar el conocimiento del fenómeno, sus características geológicas, geotécnicas y su comportamiento en el tiempo frente a agentes externos como la lluvia, en consecuencia, podemos relativamente anticipar sus posibles efectos para establecer medidas preventivas o correctivas que permitan evitar que se configure un desastre. Así mismo, la UNGRD ha venido realizando diferentes esfuerzos y acciones encaminadas a la articulación de los Sistemas de Alerta Temprana (SAT), como una herramienta fundamental para la reducción del riesgo de desastres.

Es así como en el año 2021 se realizó la publicación de la 'Guía para el Desarrollo de Sistemas de Alertas Tempranas'. Esta incluye los componentes que debe contener un SAT para asegurar el éxito de su funcionamiento, buscando con ello salvaguardar vidas y adoptar medidas para la protección de sistemas productivos e infraestructura vital, cuando el fenómeno y la alerta temprana así lo permiten.



## BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial. (2012). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia un aporte para la construcción de políticas públicas. Bogotá D.C., Colombia. 436 p.
- Montero Olarte, J. (2017). Para el Servicio Geológico Colombiano. Clasificación de movimientos en masa y su distribución en terrenos geológicos de Colombia. Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. 156p.
- Suarez Díaz, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Publicaciones UIS, Bucaramanga (Santander). 540p.
- Suarez Díaz, J. (2009). Deslizamientos, análisis geotécnico Vol1. Publicaciones UIS, Bucaramanga (Santander). 588p.
- UNGRD. (2021). Guía para el Desarrollo de Sistemas de Alertas Tempranas, Bogotá D.C., Colombia. 77p.