

# Curso de Corrección de Torrentes

## Práctico 1. Análisis de deslizamientos mediante imágenes satelitales e integración con inventarios geospaciales.

### 1. OBJETIVOS:

- Identificar zonas afectadas por deslizamientos recientes usando imágenes Sentinel-2.
- Aplicar combinaciones de bandas e índices espectrales (NDVI, NDWI, entre otros) para detectar cambios en el terreno.
- Comparar imágenes antes y después del evento para analizar la magnitud del deslizamiento.
- Evaluar el relieve, pendiente y aspecto del área afectada con modelos digitales de elevación.
- Clasificar el tipo de deslizamiento y analizar posibles causas (lluvia, pendiente, uso del suelo).
- Aplicar herramientas automáticas (SAR, InSAR) para detectar zonas inestables.
- Comparar resultados manuales y automáticos para validar y complementar la detección de deslizamientos.

### 2. ENLACES DE INTERÉS:

- **Inventarios de deslizamientos a escala global fuente Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA):**

<https://maps.nccs.nasa.gov/arcgis/apps/experiencebuilder/experience/?id=29bd25e78ff45f0a6dbfd0328b4d03e>

- **Inventarios de deslizamientos a escala regional y local fuente Servicio Geológico Colombiano (SGC):**

[https://datos.sgc.gov.co/datasets/312c8792ddb24954a9d2711bd89d1afe\\_0/explore](https://datos.sgc.gov.co/datasets/312c8792ddb24954a9d2711bd89d1afe_0/explore)

- **EO Browser (Earth Observation Browser) plataforma web gratuita desarrollada por Sentinel Hub, que permite visualizar, explorar y analizar datos satelitales provenientes de múltiples misiones.**

<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>

- **Google Earth plataforma de visualización geoespacial**

<https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

### 3. ACTIVIDADES:

#### 3.1 DETECCIÓN MANUAL DE DESLIZAMIENTOS

##### 3.1.1 Selección del evento

- Ingresar al portal del Servicio geológico de Colombia (SGC) o de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA).
- Filtrar por eventos recientes (últimos 7 años).
- Elegir un evento reportado con coordenadas claras

**Producto entregable:**

- ✓ Captura del visor del inventario con el punto seleccionado (exportar en JPG o PNG).
- ✓ Tabla con datos básicos del evento (fecha, coordenadas, región, tipo de movimiento si está disponible).

##### 3.1.2 Visualización en EO Browser

- Ingresar las coordenadas del evento en EO Browser
- Seleccionar imágenes Sentinel-2. Asegurarse de que tengan baja nubosidad.
- Elegir una fecha **antes** del evento.
- Elegir una fecha **después** del evento

**Producto entregable:**

- ✓ Imagen satelital en combinación (color natural/verdadero) antes del evento y después del evento.
- ✓ Usar la herramienta de comparación (split view) para capturar la imagen doble (Antes y Después del evento).

##### 3.1.3 Análisis del relieve usando Modelo de Elevación Digital (DEM)

A partir de la localización del evento de deslizamiento realizado en el punto 3.1.1:

- Activar la capa de **Copernicus DEM** en EO Browser.
- Comparar el relieve de la zona afectada por el evento.
- Tomar capturas del mapa de relieve.

**Producto entregable:**

- ✓ Imagen del terreno con anotaciones sobre la zona de deslizamiento.
- ✓ Breve descripción sobre la relación entre el relieve y el evento de deslizamiento ocurrido.

### 3.1.4 Aplicación de combinaciones de bandas (Índices espectrales)

A partir de las dos imágenes seleccionadas (Antes y Después) del evento de deslizamiento propuestas en el punto 3.2 calcular:

- Dos imágenes comparativas de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).
- Dos imágenes comparativas de Índice Normalizado de Diferencia de Humedad (NDWI).
- Dos imágenes comparativas de Falso color infrarrojo.
- Dos imágenes comparativas de Moisture Index (Índice de humedad del suelo).

#### **Productos entregables:**

- ✓ Comparación multitemporal de imágenes antes y después del evento de deslizamiento, basada en los distintos índices espectrales analizados.
- ✓ Responder las siguientes preguntas:
  - a) ¿Qué evidencias se observan del deslizamiento a través de los índices?
  - b) ¿Hubo pérdida de vegetación significativa?
  - c) ¿Se detecta aumento de humedad en el área?
  - d) ¿Qué combinaciones permitieron visualizar mejor el cambio?
  - e) ¿Cuáles podrían ser las causas del deslizamiento según la evidencia satelital?

### 3.1.5 Medición del área afectada por el deslizamiento

- Usar herramienta de “medición de área” en EO Browser para delimitar la zona afectada.
- Alternativamente, exportar a KML y medir en Google Earth Pro.

#### **Producto entregable:**

- ✓ Mapa con polígono dibujado sobre la zona del deslizamiento.
- ✓ Área total afectada en m<sup>2</sup> o ha.
- ✓ Distancia del deslizamiento desde la zona de origen a la zona de deposición en m o Km.

### 3.1.6 Análisis geomorfológico del evento

- Basado en las imágenes y los datos del inventario, describir:
  - Tipo de movimiento (flujo, rotacional, traslacional, planar, etc.)
  - Condiciones del terreno
  - Factores detonantes (lluvia, pendientes, uso del suelo, terremotos)

#### **Producto entregable:**

- ✓ Mapa explicativo (puede ser sobre la imagen satelital) con flechas y anotaciones.
- ✓ Un cuadro resumen que incluya los principales aspectos observados:
  - Tipo de deslizamiento
  - Causas probables
  - Condiciones morfológicas y antrópicas del sitio
  - Grado de afectación estimado

### 3.2 DETECCIÓN AUTOMATIZADA DE DESLIZAMIENTOS

#### 3.2.1 Índice de sensibilidad para el seguimiento de deformaciones por deslizamientos.

- Acceda a la herramienta en el siguiente enlace:  
<https://avannatijne.users.earthengine.app/view/landslide-insar>
- Utilizando el Índice de Sensibilidad InSAR, evalúe el potencial de detección y seguimiento de deformaciones asociadas a deslizamientos en la zona de estudio seleccionada.
- Para ello, emplee la herramienta interactiva desarrollada en Google Earth Engine, la cual permite estimar tanto el índice de sensibilidad InSAR como el potencial de detección de movimientos del terreno relacionados con procesos de remoción en masa.
- La aplicación también proporciona mapas de pendiente (slope) y orientación del terreno (aspect), útiles para interpretar la geometría de visibilidad del radar y su influencia en la sensibilidad del método.

**Acceda a la herramienta en el siguiente enlace:**

<https://avannatijne.users.earthengine.app/view/landslide-insar>

#### **Productos entregables:**

- ✓ Capturas de pantalla del mapa con el índice de sensibilidad InSAR, tanto antes como después del evento de deslizamiento (si se dispone de información temporal).
- ✓ Descripción e interpretación de las zonas con mayor y menor sensibilidad dentro del área de estudio.
- ✓ Análisis del índice de sensibilidad: identifique y justifique qué sectores presentan mayor potencial para la detección de deslizamientos, considerando también la pendiente y orientación del terreno.

### 3.2.2 Detección automatizada de deslizamientos basada en retrodispersión SAR en Google Earth Engine

- Aplicar imágenes SAR de Sentinel-1 para calcular el índice de retrodispersión ( $I_{ratio}$ ) y generar un mapa de densidad de zonas afectadas por deslizamientos, a partir de la diferencia pre y post evento.

**Acceda al script Google Earth Engine a través del siguiente enlace:**

<https://code.earthengine.google.com/a75a9576aba88f3295186ac8fc27ba40>

#### **Productos entregables:**

Una vez ejecutado el script, se deberán generar y entregar los siguientes productos:

- ✓ Imagen del índice de retrodispersión ( $I_{ratio}$ ): Visualización del cambio en retrodispersión SAR entre las fechas pre y post evento.
- ✓ Comparación con registros históricos: Análisis de la correspondencia entre los deslizamientos detectados automáticamente y los mapeados previamente en inventarios oficiales.
- ✓ Análisis pre y post evento: Comparación visual entre imágenes ópticas (Sentinel-2) antes y después del evento, con énfasis en: Cambios en la superficie terrestre y pérdida o alteración de la cobertura vegetal.
- ✓ Zonas con mayor densidad de deslizamientos: Identificación de sectores con mayor concentración de píxeles con  $I_{ratio}$  elevada, indicando posible actividad de remoción en masa.
- ✓ Factores topográficos asociados: Descripción de la distribución espacial de los deslizamientos en relación con la pendiente y la curvatura del terreno.
- ✓ Análisis de coincidencias espaciales entre los deslizamientos identificados y las áreas históricamente catalogadas como críticas, incluyendo la detección e interpretación de zonas nuevas con indicios de inestabilidad no documentadas anteriormente.

### 3.3 COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS

- Elabore un análisis comparativo de las ventajas y limitaciones del mapeo manual y automático de deslizamientos.