



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y GEOCIENCIAS.

CARRERA DE GEOLOGIA

Informe Proyecto Integrador

**Sb- Proyecto Integrador desarrollo de una aplicación para el análisis de desplazamientos
utilizando datos DInSAR en Ciudad Victoria.**

Autores: Juan Vicente Calderón Jiménez
Otto Fernando Castillo García
Junior Adrián Conde Celi
José David Romero Ocampo

Loja

2025

1. Introducción

1.1.Descripción:

El presente trabajo se enfoca en el desarrollo de una aplicación interactiva destinada al análisis de desplazamientos del terreno utilizando datos DInSAR (Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar) en la zona urbana de Ciudad Victoria, ubicada en Loja, Ecuador. Esta área ha presentado graves problemas de inestabilidad geológica, asociados principalmente a movimientos de ladera influenciados por factores climáticos como las lluvias intensas. A través de un enfoque geotécnico y geofísico multidisciplinario, se han recopilado datos satelitales que permiten detectar desplazamientos milimétricos a lo largo del tiempo. La aplicación desarrollada busca facilitar la visualización y el análisis de estos datos mediante la carga de archivos en formato Excel, proporcionando representaciones gráficas claras de los desplazamientos y de su relación con la precipitación.

1.2.Objetivo:

El objetivo principal de la aplicación es ofrecer una herramienta sencilla y eficaz que permita a investigadores, estudiantes y técnicos analizar datos DInSAR provenientes de archivos Excel, visualizando la evolución temporal de los desplazamientos del terreno y su posible correlación con las precipitaciones. Esto se logra mediante el uso de la biblioteca Streamlit en Python, que permite cargar los datos, identificarlos automáticamente, generar gráficas interactivas y calcular estadísticas clave como la velocidad media de desplazamiento y las fechas de mayor deformación del terreno.

1.3.Resumen motivacional:

La inestabilidad del terreno en zonas urbanas representa una amenaza directa para la seguridad de las personas, la integridad de las viviendas y la infraestructura pública. En el caso de Ciudad Victoria, más de 800 viviendas han sufrido algún grado de daño estructural como resultado de deslizamientos, con desplazamientos de hasta 13 cm por mes durante las temporadas de lluvia intensa. Comprender estos procesos a través del análisis de datos DInSAR es fundamental para una gestión del riesgo geológico más informada y proactiva. La disponibilidad de herramientas tecnológicas accesibles como la aplicación desarrollada permite democratizar el análisis geoespacial, apoyando a las autoridades locales y a la comunidad científica en la toma de decisiones estratégicas, en la planificación urbana y en la reducción del riesgo ante desastres naturales.

2. Metodología

Para el desarrollo de esta aplicación, se siguió una serie de pasos organizados que permitieron construir una herramienta funcional, interactiva y útil para el análisis de desplazamientos del terreno en Ciudad Victoria, Loja, a partir de datos obtenidos mediante la técnica DInSAR. A continuación, se describen las etapas más importantes del proceso.

2.1.Instalación de librerías necesarias:

La aplicación fue desarrollada en el entorno de programación **Visual Studio Code** utilizando el lenguaje **Python**. Para su funcionamiento, se instalaron las siguientes librerías mediante el administrador de paquetes **pip**:

pip install streamlit pandas matplotlib openpyxl

Donde:

Streamlit: para crear la interfaz gráfica web.

Pandas: para la manipulación de datos en formato Excel.

Matplotlib: para generar gráficos de desplazamiento y lluvia.

Openpyxl: para el correcto manejo de archivos Excel (.xlsx).

2.2.Preparación de datos:

Los datos originales fueron entregados por el docente en un archivo Excel que contenía múltiples series de desplazamientos y precipitaciones, asociadas a diferentes “corridas” o periodos de análisis. Estos datos presentaban ciertas inconsistencias y mezclas de información, por lo que se hizo una **limpieza manual** dividiendo la información en tres archivos separados de excel:

Corrida 1

Corrida 2

Corrida 3

Todos estos archivos son en formato Excel (.xlsx)

Cada archivo contiene los datos específicos de desplazamientos por punto y las precipitaciones correspondientes. Además, se estandarizó el formato, asegurándose de que cada archivo incluyera una columna de **fecha**, las columnas de **desplazamientos** (uno por punto medido), y si estaba disponible, una columna llamada **"rainfall (mm)"** con la precipitación mensual.

2.3.Creación de funciones para graficar:

Una vez estructurados los datos, se programaron funciones dentro del mismo script para:

- Detectar automáticamente la columna de **fecha**.
- Separar las columnas que contienen los valores de **desplazamiento**.

Si existe, identificar la columna de **lluvia** para graficarla en un eje secundario.

- Dibujar un **gráfico de dispersión** (scatter) con los valores de desplazamiento en función del tiempo.
- Adicional se incorporó un análisis adicional para calcular:

La **velocidad media de desplazamiento** (en cm/día) para cada punto.

La **fecha con mayor tasa de desplazamiento** durante el período registrado.

2.4.Creación de la aplicación en Streamlit:

La aplicación fue implementada completamente en Streamlit, permitiendo su ejecución local a través del navegador. Los pasos principales dentro del script son:

- **Título y carga del archivo:**

Se muestra un título y se permite al usuario subir un archivo Excel mediante el componente **st.file_uploader**.

- **Lectura del archivo:**

Se utiliza **pandas.read_excel()** con **skiprows=3** para omitir encabezados adicionales o notas y obtener directamente los datos.

- **Identificación de columnas clave:**

Se detecta automáticamente cuál es la columna que contiene las fechas, y se separan los datos de desplazamiento.

- **Generación del gráfico:**

Se construye una visualización usando **matplotlib** con puntos para los desplazamientos y, si corresponde, una línea para la precipitación. Esta gráfica se muestra dentro de la aplicación con **st.pyplot()**.

- **Cálculos adicionales:**

Finalmente, se presentan al usuario cálculos de interés como la velocidad

media y la fecha con mayor cambio de desplazamiento, para apoyar un análisis más detallado.

2.5. Procesamiento y visualización de datos:

Cuando el usuario carga un archivo, la aplicación:

- **Lee automáticamente los datos** y muestra una tabla con los primeros registros.
- **Extrae las fechas** y convierte los desplazamientos en formato numérico para evitar errores.
- **Elimina columnas innecesarias** como "Puntos" u otros encabezados irrelevantes.
- **Grafica los desplazamientos por punto** a lo largo del tiempo.
- **Calcula la velocidad media de cambio** para cada punto, útil para identificar los más activos.
- **Resalta la fecha con el mayor movimiento**, ayudando a identificar posibles eventos desencadenantes como lluvias fuertes.

3. Resultados

3.1. A continuación, presentamos las gráficas que muestra nuestra aplicación:

Imagen 1

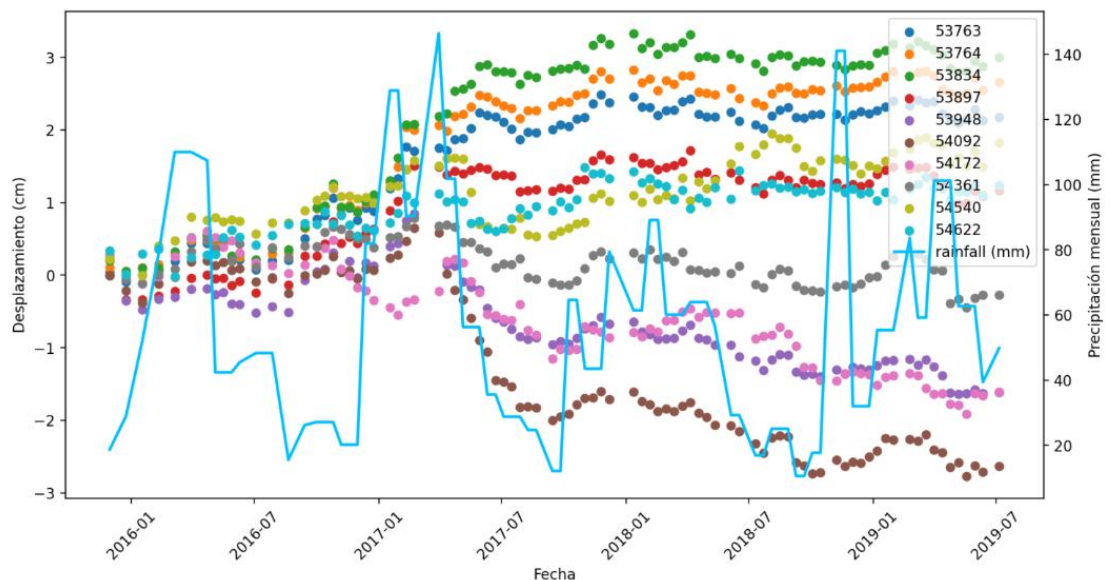


Imagen interactiva creada con el código Python, usando la biblioteca Streamlit con el Excel perteneciente a la corrida1.xlsx.

Imagen 2

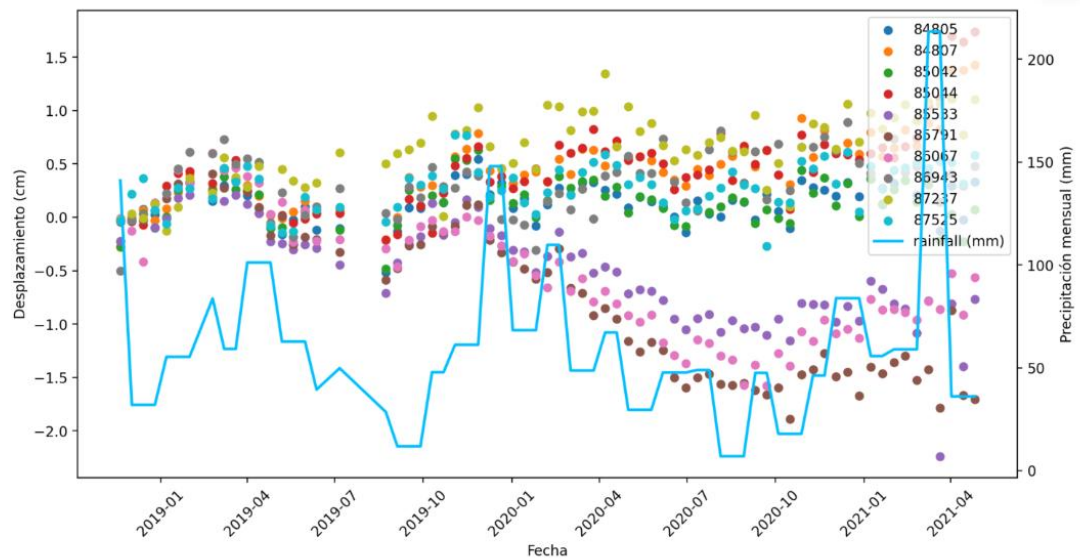


Imagen interactiva creada con el código Python, usando la biblioteca Streamlit con el Excel perteneciente a la corrida2.xlsx.

Imagen 3

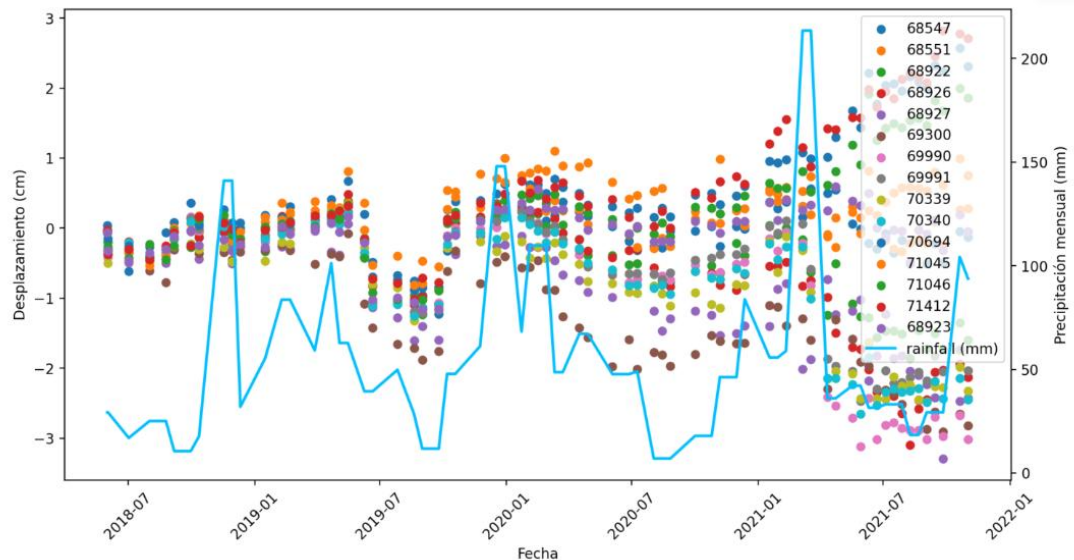


Imagen interactiva creada con el código Python, usando la biblioteca Streamlit con el Excel perteneciente a la corrida3.xlsx.

3.2.Descripción e interpretación básica de la gráfica:

Estas graficas resultado de las tres corridas muestran la relación entre **desplazamiento del terreno (en mm)** y **precipitación mensual (en mm)** en puntos específicos del sector de Ciudad Victoria.

En la graficas presentadas observamos:

- En el **Eje izquierdo (Y1)**: desplazamientos acumulados de distintos puntos georreferenciados como son los puntos 53763, 53834, etc
- **Eje derecho (Y2)**: precipitación mensual en mm.
- **Eje X**: fechas de registro

Interpretación básica:

Se observa una **correlación visual entre picos de precipitación y aumentos**

en el desplazamiento del terreno.

Los desplazamientos no son constantes, sino que se producen en **eventos episódicos** tras lluvias intensas (más de 140 mm/mes), lo que indica una **activación temporal de los deslizamientos**.

Por ejemplo, durante marzo de 2021, donde hubo 213 mm de lluvia, los desplazamientos fueron de hasta 2.5 cm en 4 meses aproximadamente.

4. Discusión

4.1.¿Qué muestran las gráficas en relación con la estabilidad del terreno?

- **Inestabilidad estacional:** Las gráficas reflejan que el terreno de Ciudad Victoria **no es estable permanentemente**, sino que se **reactiva en periodos de alta lluvia**, principalmente entre diciembre y abril.
- **Comportamiento de deslizamientos lentos:** Se evidencia un **movimiento lento, tipo traslacional**, con velocidades de 1–4 cm/año, que pueden alcanzar hasta 13 cm/mes durante lluvias intensas.

4.2.Recomendaciones para mejora:

- **Integración con mapas interactivos (GIS):** para georreferenciar los puntos de desplazamiento y vincularlos con ortofotos o modelos DEM.
- **Alertas automáticas:** envío de notificaciones cuando se superen umbrales críticos de lluvia o velocidad de desplazamiento.
- **Carga automática de datos en tiempo real** desde sensores o APIs meteorológicas.
- **Modelado predictivo** usando Machine Learning para prever desplazamientos en función de la lluvia acumulada y humedad.
- **Exportación de reportes automáticos en PDF** con análisis resumido por mes o estación.

5. Suplemento

<https://charlieproyintegradorfinal.streamlit.app/>