

# GOBIERNO DE MÉXICO



# FENÓMENOS GEOLÓGICOS: VOLCANES Y DESLIZAMIENTO DE LADERAS

## Tema 4 Representación Cartográfica de la Susceptibilidad y del Peligro por Inestabilidad de Laderas y uso de Herramientas Tecnológicas

---

Geog. Antulio Zaragoza Álvarez

CIUDAD DE MÉXICO A 15 DE OCTUBRE DE 2020



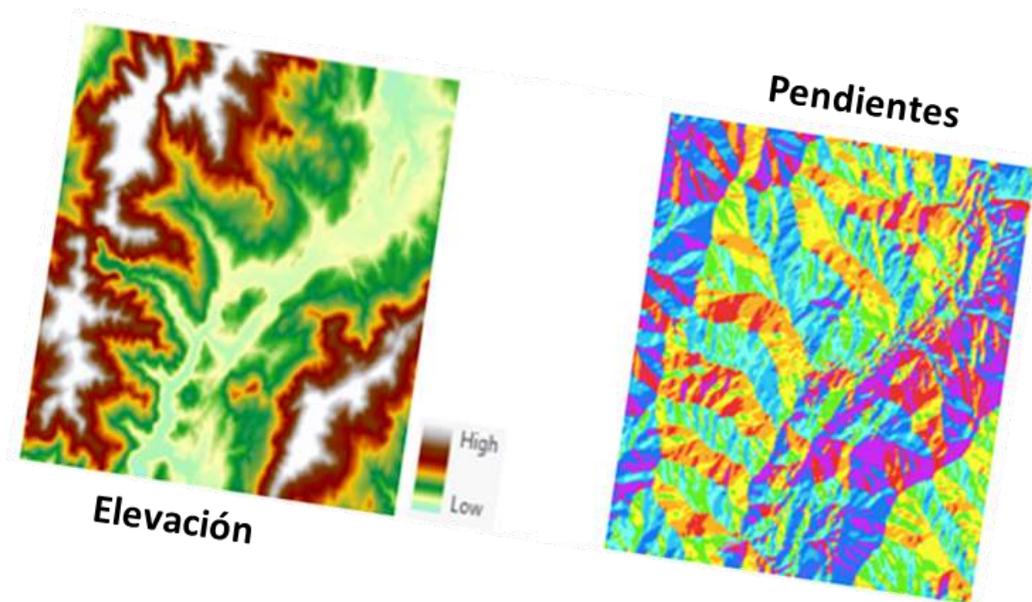
## CONTENIDO

1. ¿Qué es la Susceptibilidad y cómo se mide?
2. Factor de seguridad
3. Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas
4. Vehículos Aéreos No Tripulados
5. Imágenes ópticas
6. Imágenes de RADAR

## ¿Qué es la Susceptibilidad a la inestabilidad de laderas?

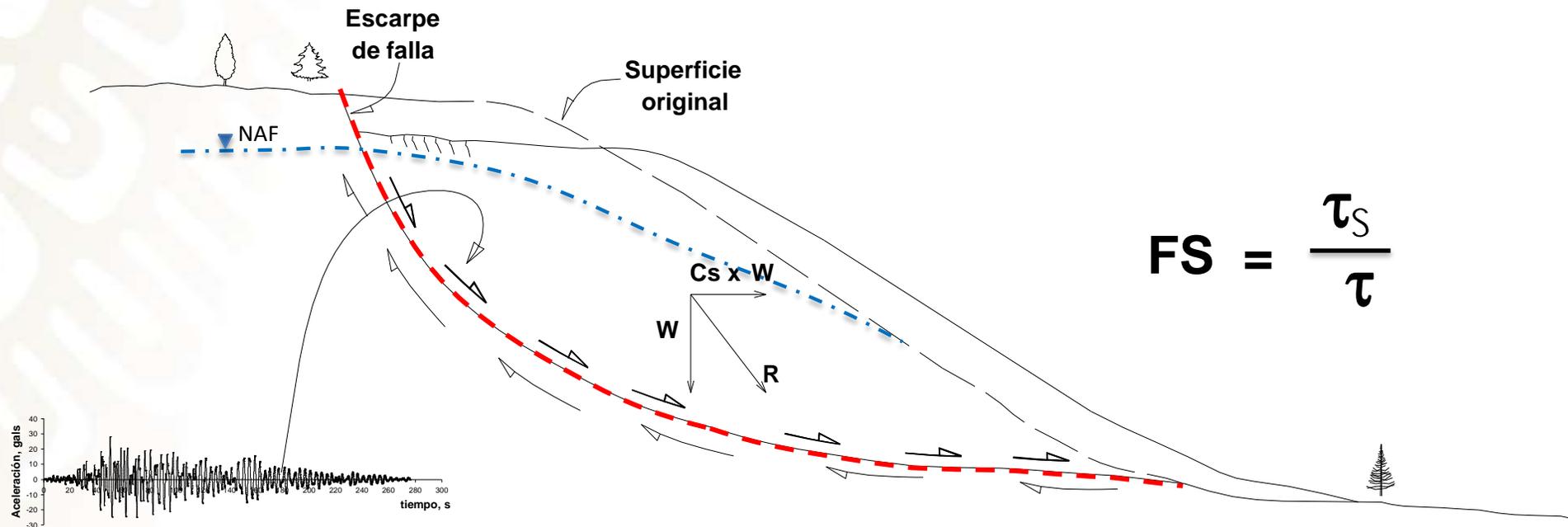
Propiedad de una ladera, indica que tan **favorables** o **desfavorables** son sus condiciones para que pueda ocurrir inestabilidad, haciendo referencia **únicamente** a los **factores intrínsecos**, **sin considerar** los **factores desencadenantes** (precipitación o sismicidad).

(Suárez, 1998)



## Inestabilidad de Laderas

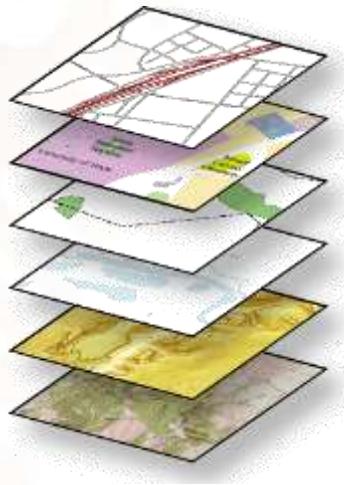
El grado de estabilidad en una ladera se determina a partir de del **Factor de Seguridad** (FS) que depende de las propiedades mecánicas de los suelos, la topografía del terreno, la estratigrafía y el efecto del agua o sismos en el **sitio específico**.





## Mapas de propensión

Para fines de zonificación, es factible simplificar-representar el fenómeno a partir de la combinación de capas temáticas como geología, topografía, uso de suelo, estructuras geológicas, etc., a las cuales se les asignan **pesos específicos** con base en casos documentados.



Actividad Humana

Geología ✓

Uso de suelos y vegetación ✓

Mapa de pendientes ✓

Geología estructural



Mapa de susceptibilidad



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

**SEGURIDAD**

SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



**CNPC**

COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL



**CENAPRED**

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN  
DE DESASTRES



**Mapa Nacional de Susceptibilidad por  
inestabilidad de Laderas**



www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx

gob.mx Trámites Gobierno Participa Datos

Inicio Contenido Descargas Búsqueda de Metadatos FA

**CENAPRED**  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

**Monitoreo de Fenómenos Naturales**

Ultimo boletín del Volcán Popocatepetl

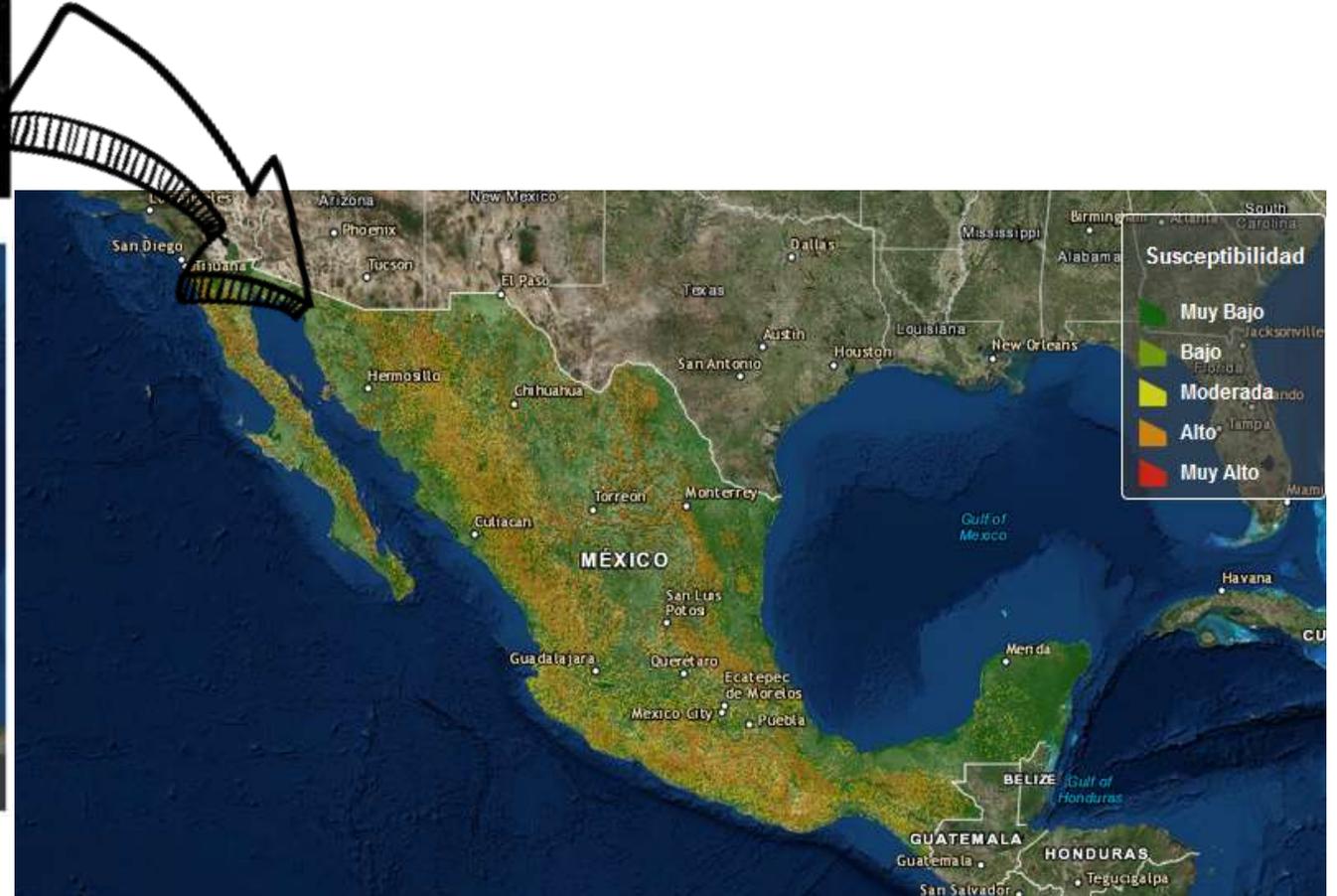
**AMARILLO FASE: 2**  
Marzo 25, 2019

Exhalaciones: **90**  
Explosiones: **0**  
Volcanotectónica: **1**  
Tremor: **36**

Reporte Completo y Anterior

Volcán Popocatepetl (Tlaxcala)

Mapa de México con indicadores de actividad volcánica y sísmica.



**Liga de acceso:**

<http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/inestabilidad-laderas.html>



## INTRODUCCIÓN

Aunque en la actualidad existen diferentes técnicas para el estudio de fenómenos relacionados con la inestabilidad de laderas, hundimiento y agrietamiento del terreno, las plataformas aéreas como los Vehículos Aéreos no Tripulados (VANT's) y los satélites ofrecen una amplia gama de procesos como la fotogrametría, la interferometría diferencial, la polarimetría, entre otros; por lo que su uso es cada vez más frecuente y variado, ya que permiten identificar cambios en la superficie del terreno.

En esta presentación observaremos algunos de los usos de:

- Vehículos Aéreos no Tripulados (VANT's)
- Imágenes de satélite (Ópticas)
- Imágenes de satélite (RADAR)



## VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS (VANT)

El uso de los VANT juega un papel importante en el estudio de los fenómenos antes mencionados, ya que con vuelos a baja altura y la **técnica de fotogrametría digital, se pueden generar Modelos Digitales de Elevación (MDE) de muy alta resolución** (menores a 5 cm), lo que permite **generar perfiles topográficos, cálculo de volúmenes, áreas y delimitar zonas de riesgos.**



Zacatlán, Puebla



# AGRIETAMIENTO DEL TERRENO



GOBIERNO DE  
MÉXICO

SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

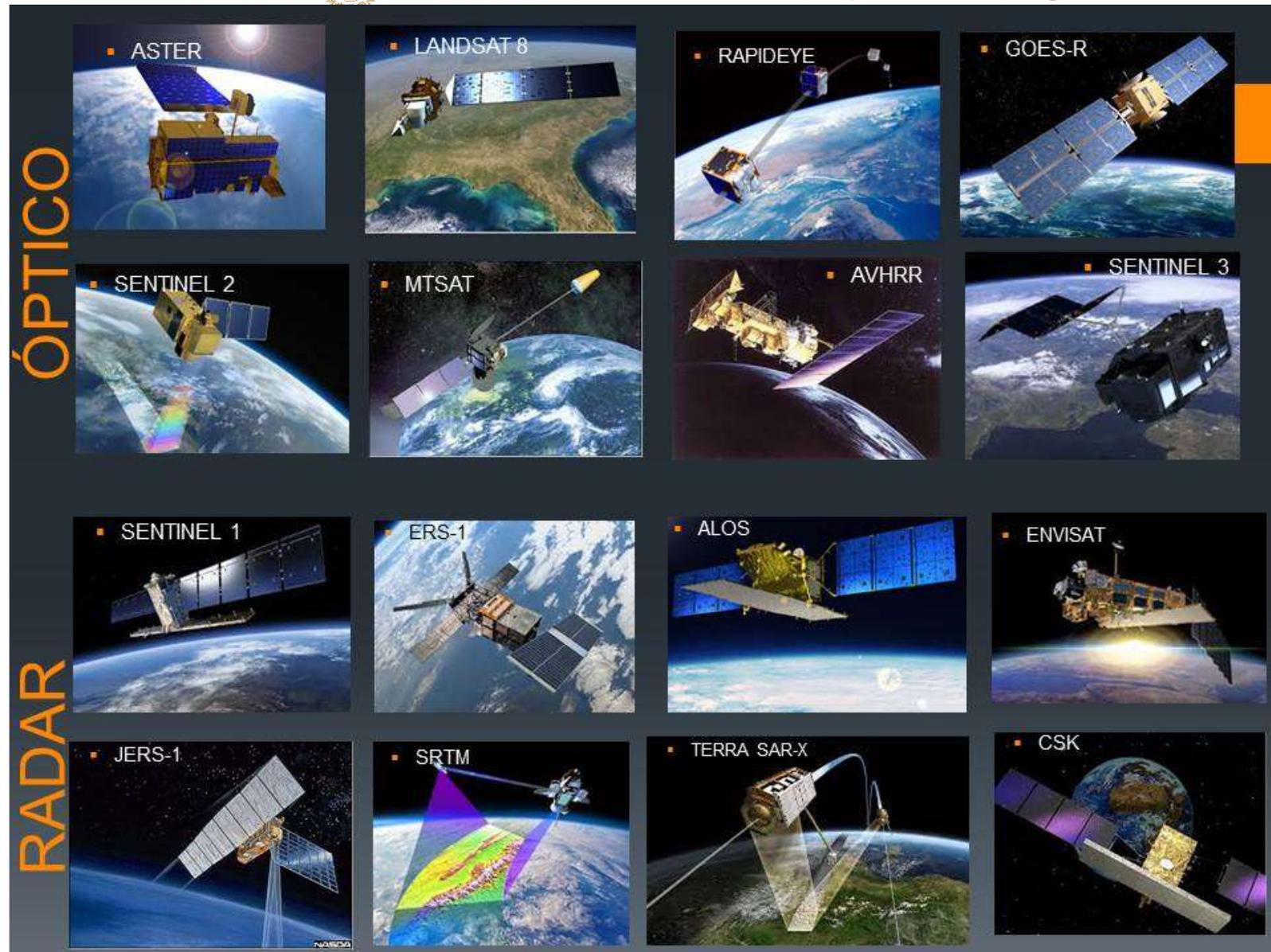
CNPC  
COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL

CENAPRED  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN  
DE DESASTRES



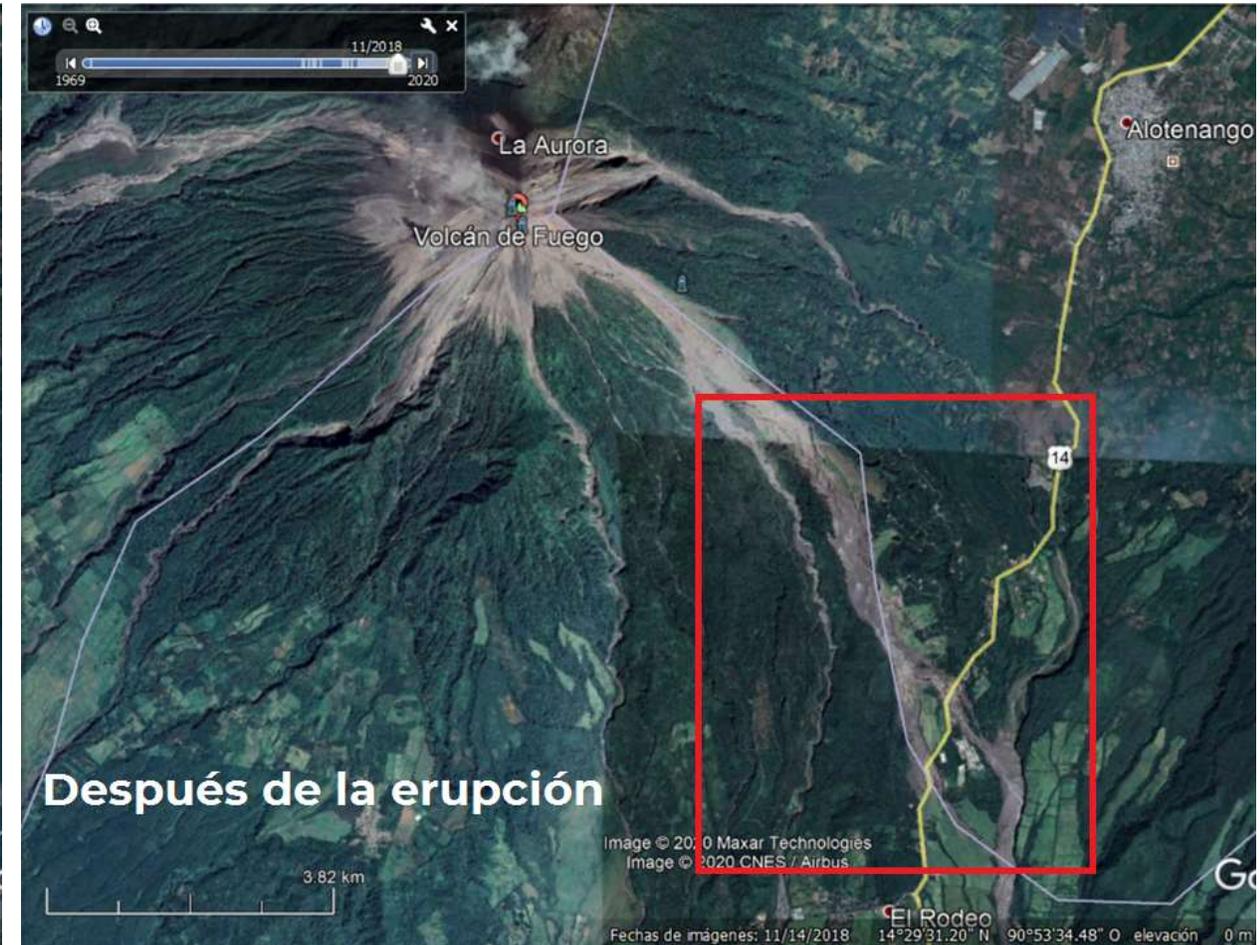
## IMÁGENES DE SATÉLITE

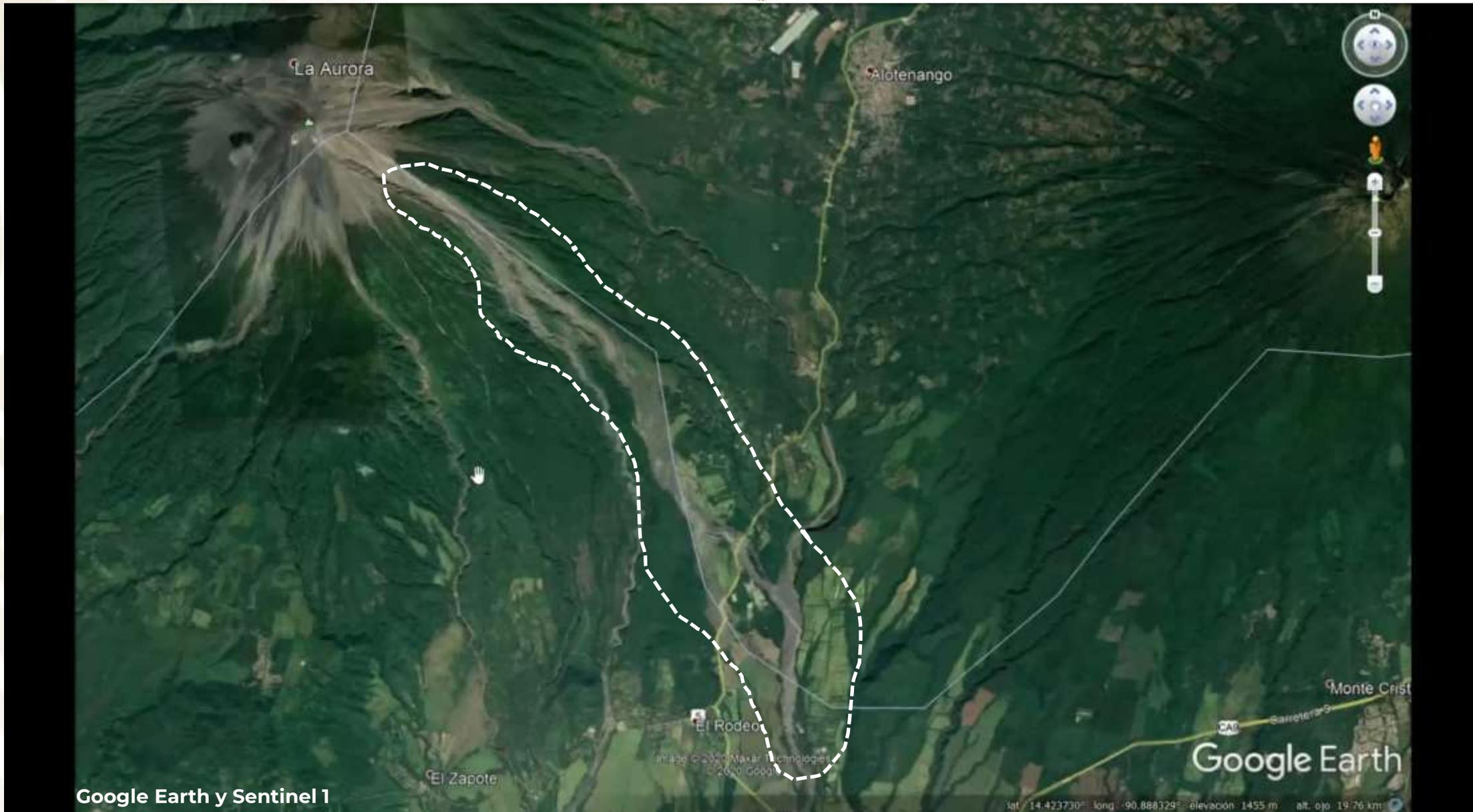
El uso de tecnología espacial se ha convertido en una herramienta imprescindible para la estimación del hundimiento regional a escala mundial, incluido México, ya que los satélites diseñados para la observación de la tierra y sus aplicaciones contribuyen a la detección de cambios en los patrones de deformación del suelo.





# TRAYECTORIA Y DEPÓSITO DE LOS FLUJOS GENERADOS POR LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN DE FUEGO DE GUATEMALA

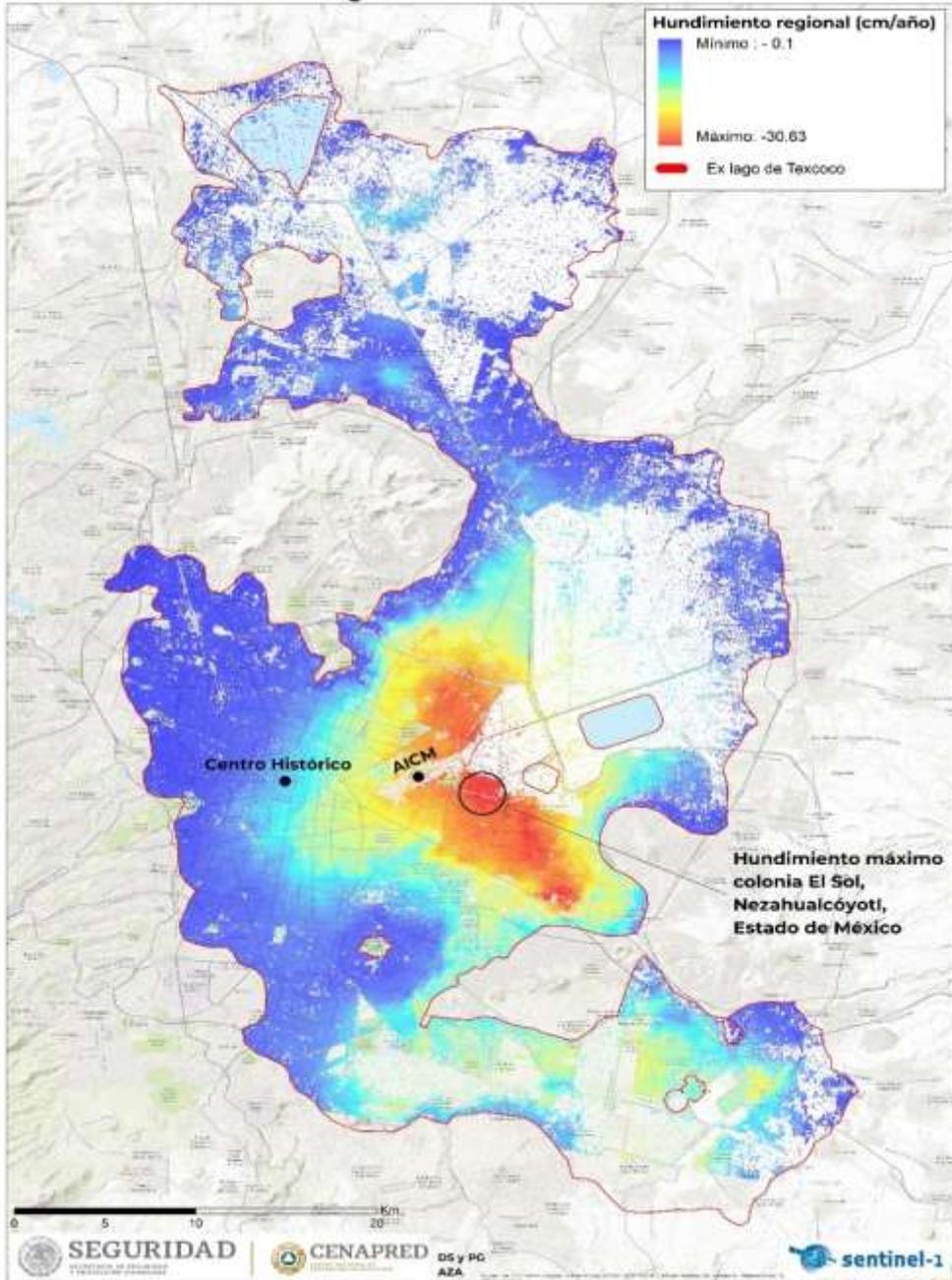




Google Earth y Sentinel 1

lat: 14.423730° long: -90.888329° elevación: 1455 m alt. ojo: 19.76 km

# Hundimiento Regional de la Ciudad de México 2019 - 2020



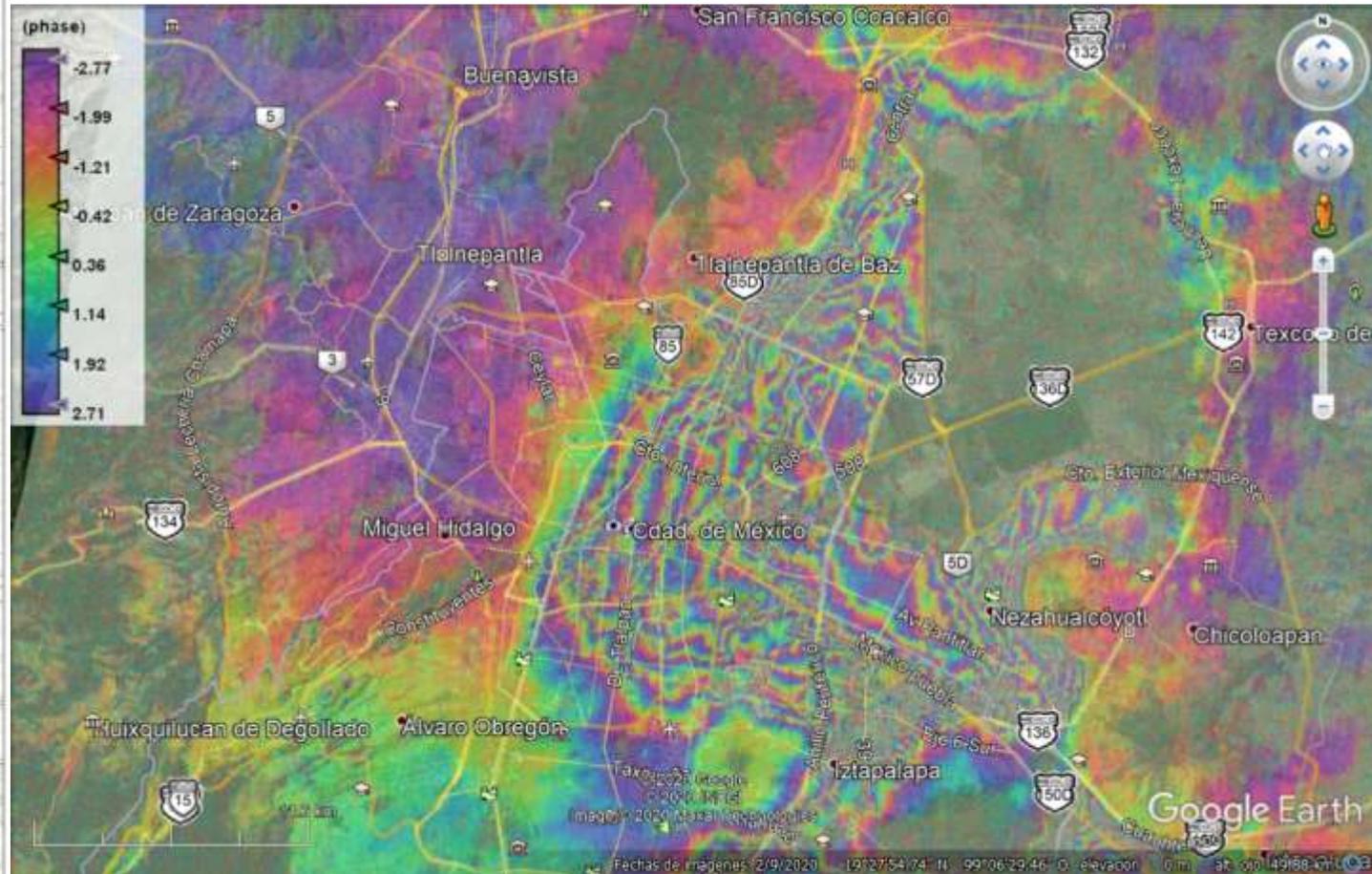
GOBIERNO DE MÉXICO

SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA

CNPC  
COORDINACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL

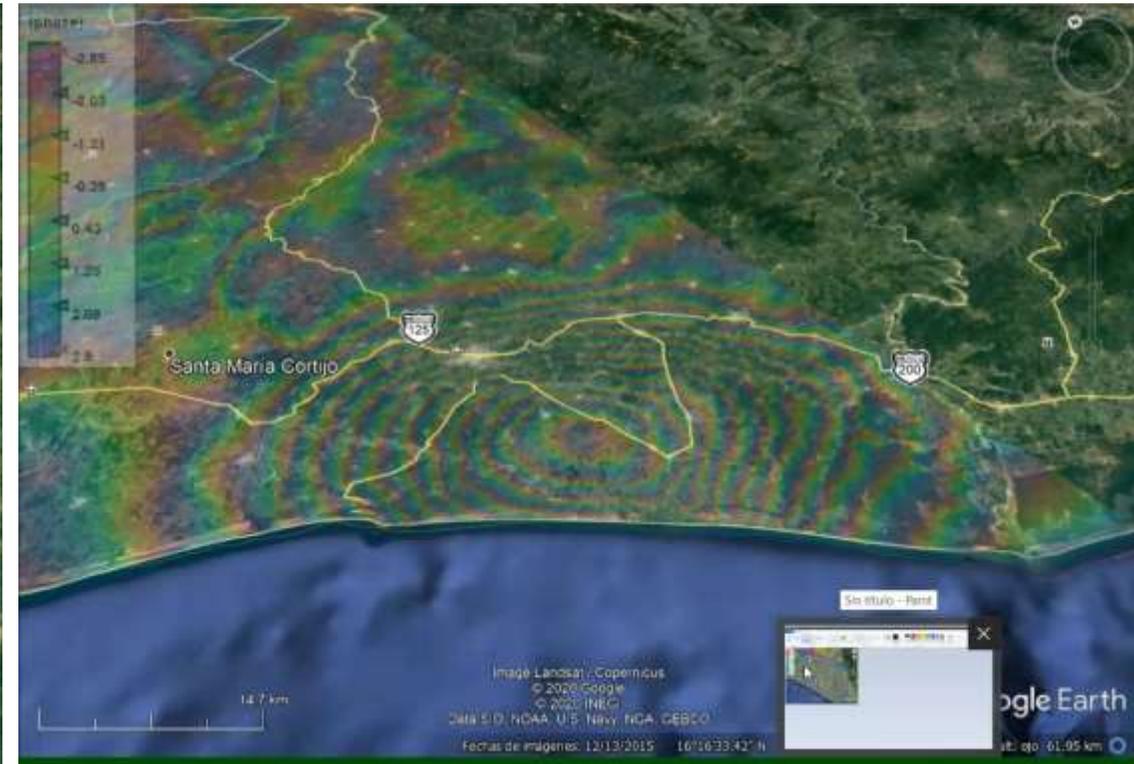
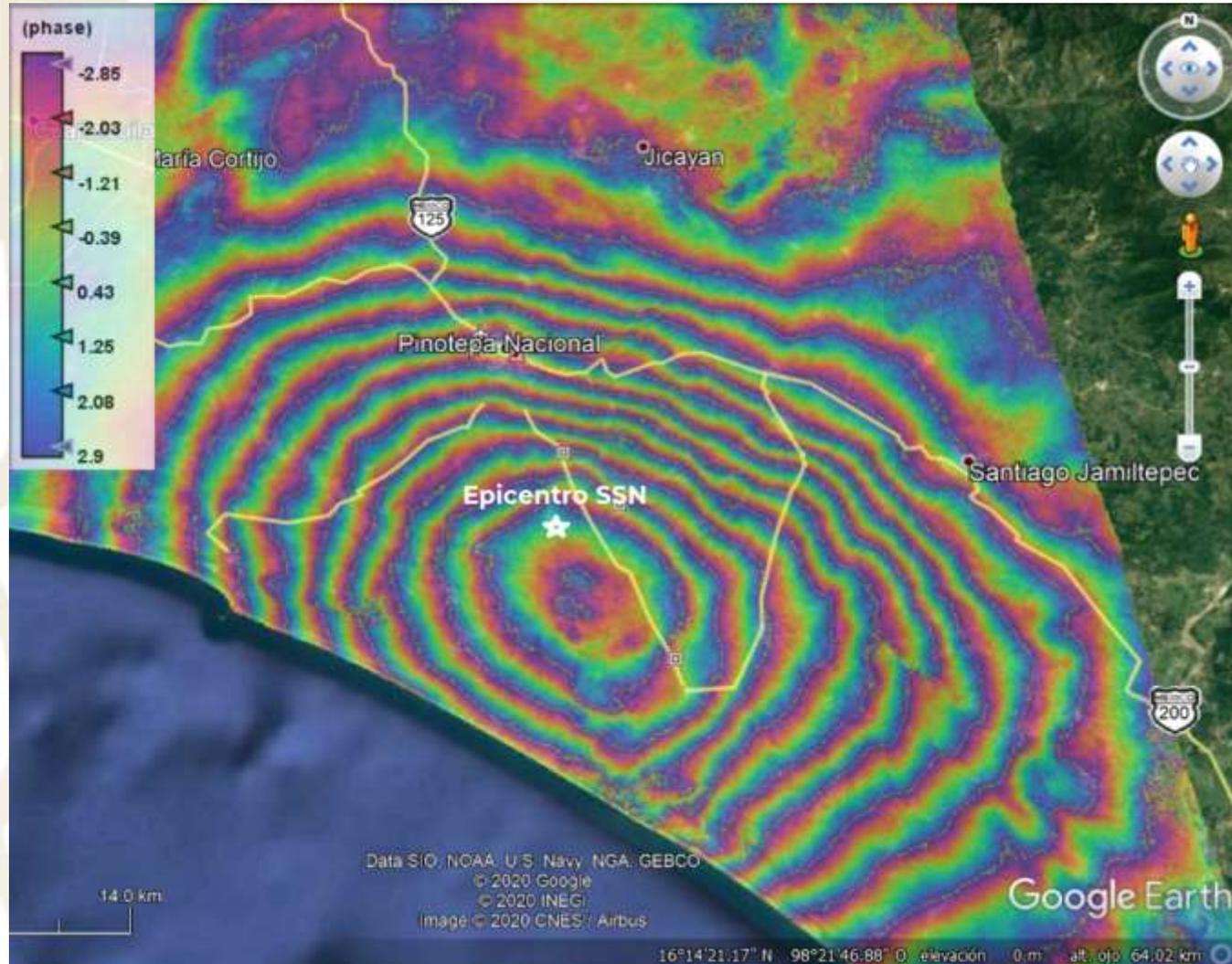
CENAPRED  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

## Hundimiento regional de la Ciudad de México entre 2019 y 2020





# DEFORMACIÓN DEL TERRENO COMO CONSECUENCIA DEL SISMO DEL 16 DE FEBRERO DE 2018 DE MAGNITUD 7.2, OAXACA, MÉXICO



Deformación del terreno obtenida con interferometría diferencial a partir de la comparación de una imagen anterior y otra posterior al sismo.

# CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE  
PREVENCIÓN DE DESASTRES



---

MAYOR INFORMACIÓN:

Geog. Antulio Zaragoza Álvarez

[azaragoza@cenapred.unam.mx](mailto:azaragoza@cenapred.unam.mx)

Subdirección de Dinámica de Suelos y  
Procesos Gravitacionales



@LaderasBusters



Laderas Busters