

“DESLIZAMIENTO DE LADERAS”

“USO DE HERRAMIENTAS DIGITALES EN EL ANÁLISIS
DE INESTABILIDAD DE LADERAS, HUNDIMIENTO
Y AGRIETAMIENTO DEL TERRENO”

Geog. Antulio Zaragoza Álvarez

19 DE MARZO DE 2021



INTRODUCCIÓN

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 **Vehículos Aéreos No Tripulados** (VANT's) y **Satélites** ofrecen una amplia gama de procesos como la *fotogrametría*, *interferometría diferencial*, *polarimetría*, por lo que su uso es cada vez más frecuente y variado, permitiendo 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



El uso de los VANT juega un papel importante, 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).

Esto permite generar:

- **Perfiles topográficos**
- **Cálculo de volúmenes, áreas**
- **Delimitar zonas de riesgos**



Jiutepec, Morelos



Atlacomulco, México



Ocampo, Chihuahua



Tulancingo, Hidalgo

AGRIETAMIENTO DEL TERRENO



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



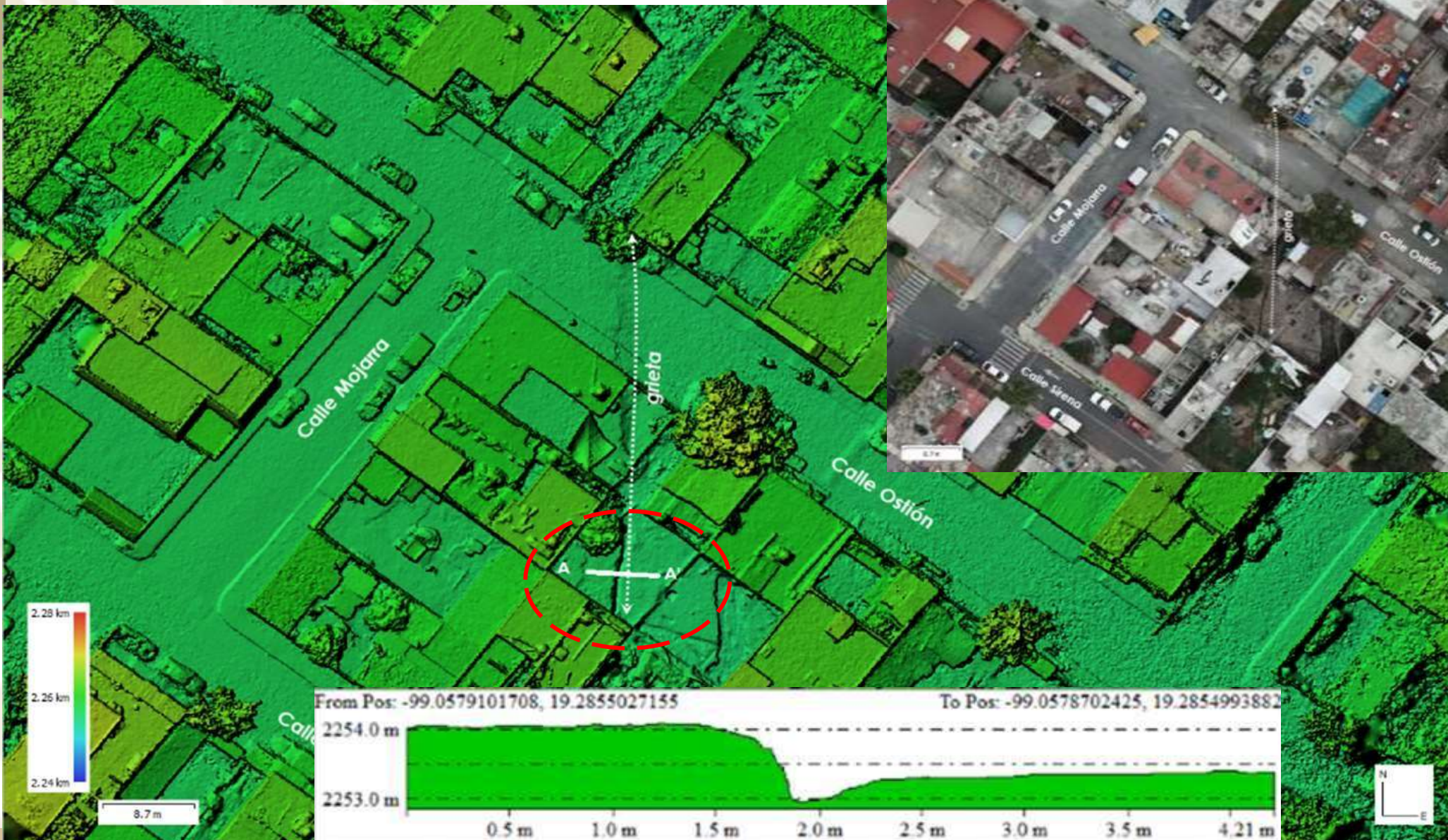
CNPC

COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL

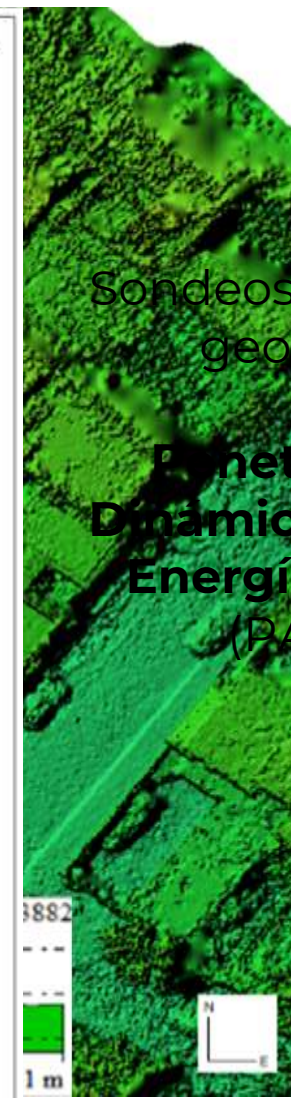
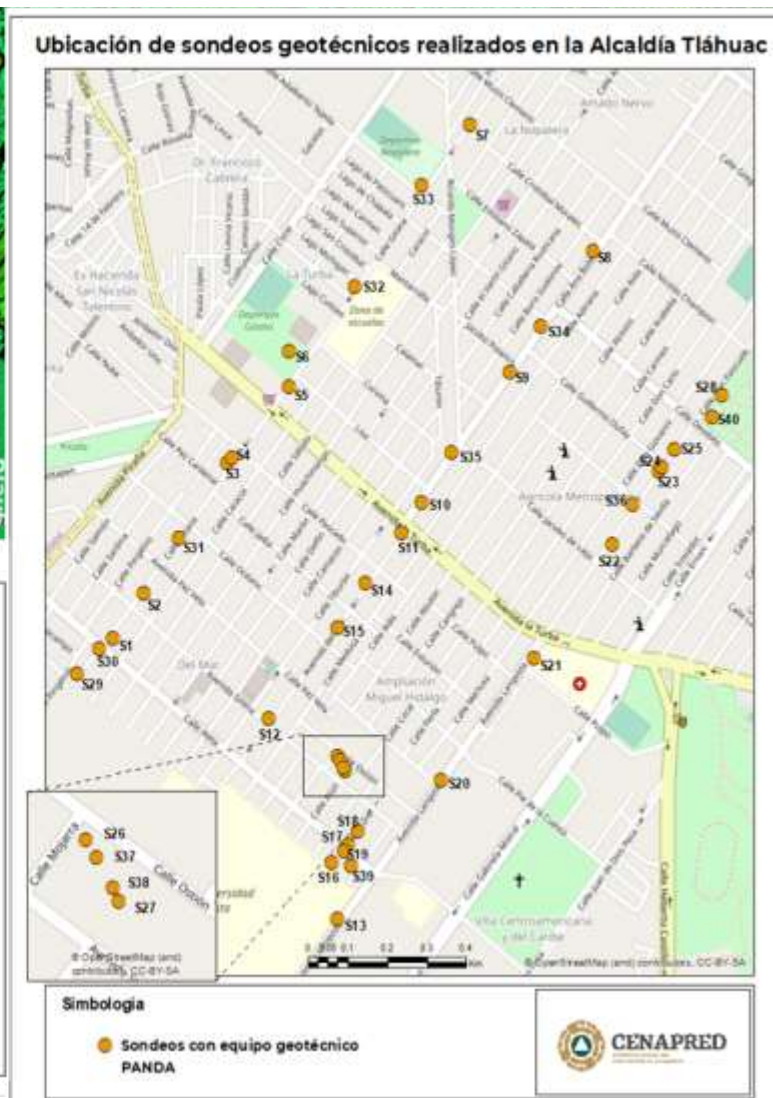
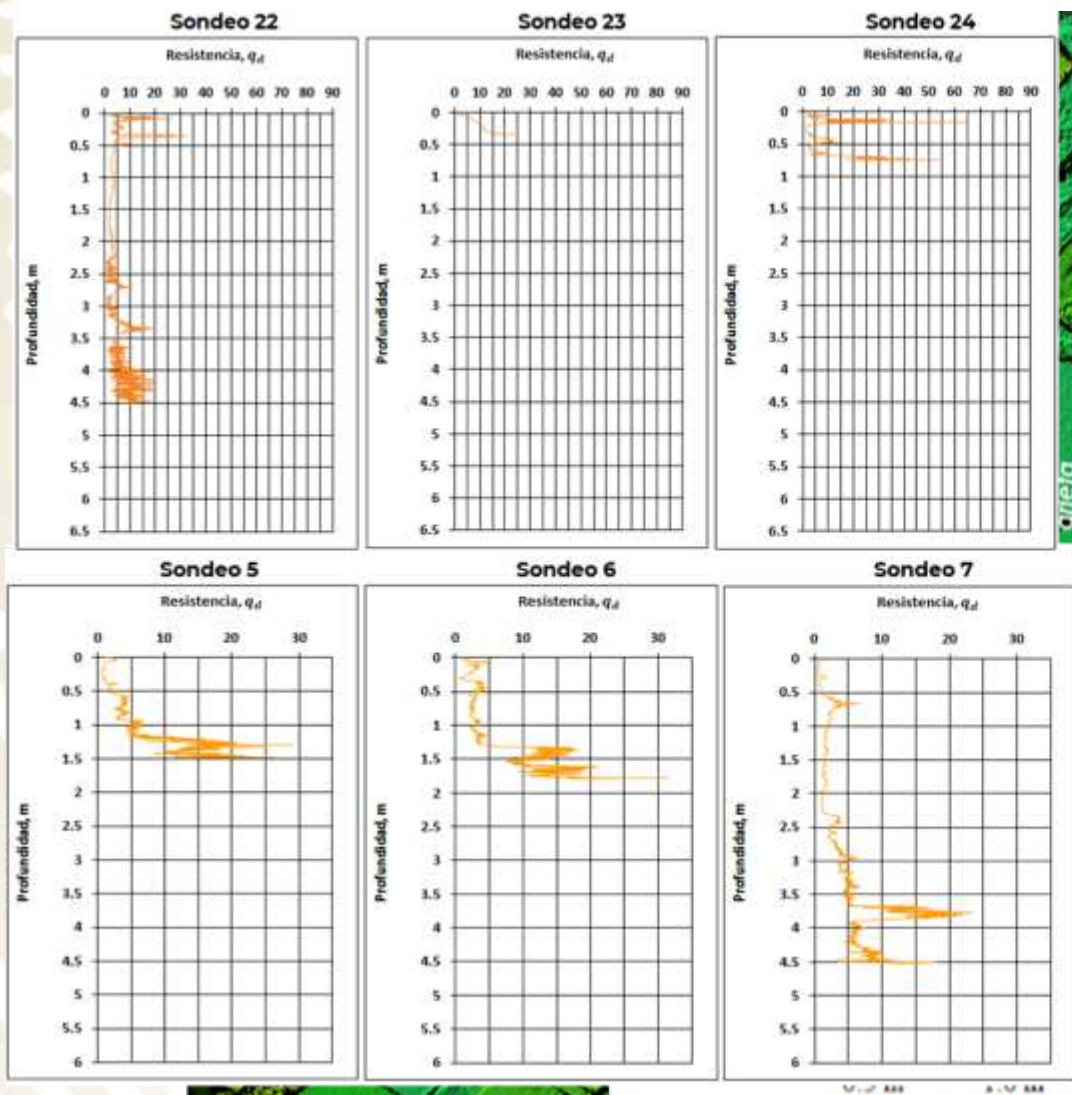


CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES



MODELO DIGITAL DE SUPERFICIE



Sondeos con equipo geotécnico

Penetrómetro Dinámico Ligero de Energía Variable (PANDA)



GOBIERNO DE MÉXICO

SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC

COORDINACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES



Tláhuac
CDMX, 2019





IMÁGENES DE SATÉLITE

La tecnología espacial se ha convertido en una herramienta imprescindible para adquirir **imágenes** de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales.

Entre la Tierra y el sensor existe una interacción energética, ya sea por **reflexión de la energía solar (Óptico)** o por un **haz energético artificial** de emisión propia (**RADAR**).





SENTINEL-1



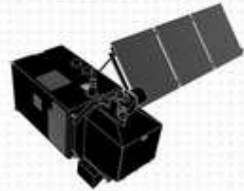
- All-weather, day-and-night radar imaging satellite for land and ocean services
- Able to "see" through clouds and rain
- Data delivery within 1 hour of acquisition
- Airbus Defence and Space developed C-band radar instrument



SENTINEL-2



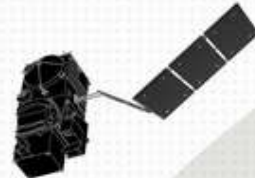
- Medium Res Multispectral optical satellite for observation of land, vegetation and water
- 13 spectral bands with 10, 20 or 60 m resolution and 290 km swath width
- Global coverage of the Earth's land surface every 5 days
- Airbus Defence and Space prime contractor for satellites and instruments



SENTINEL-3



- Measures sea surface topography with a resolution of 300 m
- Measures water vapour, cloud water content and thermal radiation emitted by the Earth
- Determines global sea surface temperatures with an accuracy greater than 0.3 K
- Airbus Defence and Space supplies Microwave Radiometer



SENTINEL-5P



- Global observation of key atmospheric constituents, including ozone, nitrogen dioxide, sulphur dioxide and other environmental pollutants
- Improves climate models and weather forecasts
- Provides data continuously during five-year gap between the retirement of Envisat and the launch of Sentinel5
- Airbus Defence and Space prime contractor for satellite and TROPOMI instrument



SENTINEL-4



- Provides hourly updates on air quality with data on atmospheric aerosol and trace gas concentrations
- Spatial sampling is 8 km and spectral resolution between 0.12 nm and 0.5 nm
- Airbus Defence and Space prime contractor for spectrometer
- Carried aboard EUMETSAT's Meteosat Third Generation (MTG) satellites



SENTINEL-5



- Measures air quality and solar radiation, monitors atmospheric ozone and the climate
- Global coverage of Earth's atmosphere with an unprecedented spatial resolution
- Airbus Defence and Space prime contractor for instrument
- Carried aboard EUMETSAT's MetOp Second Generation satellites



SENTINEL-6



- Observes changes in sea surface height with an accuracy of a few centimetres
- Global mapping of the sea surface topography every 10 days
- Enables precise observation of ocean currents and ocean heat storage, vital for predicting rises in sea levels
- Airbus Defence and Space prime contractor for satellite



2014

2020

https://danielmarin.naukas.com/files/2017/10/airbus_infographic.jpg



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Landsat_8_LDCM_Mission_Patch.png



SAOCOM 1-A
Satélite argentino de observación CON RADAR DE MICROONDAS

CARACTERÍSTICAS

Peso	1500 kg
Período orbital	98 minutos
Vida útil	5 años
Alcance	Mundo

Por la Argentina pasará dos veces por día

http://www.magoia.com.ar/photo.htm



https://earth.esa.int/documents/10174/642983/D3T3a_Schmullius_LTC2013.pdf



Plataforma de las Naciones Unidas que facilita el uso de información obtenida en el espacio para la gestión de desastres y respuestas de emergencia

https://www.un-spider.org/es/sobre-nosotros/sobre-onu-spider



International Charter Space and Major Disasters



17 miembros fundadores

61 satellites contribuyentes

Inundaciones

Terremotos

Deslizamientos

Tormentas severas

Incendios

Desastres tecnológicos

Erupciones volcánicas

Crisis humanitarias

Tsunamis

Copernicus Emergency Management Service



Emplea los **satélites de su constelación** y trabaja en conjunto con International Charter Space and Major Disasters



Rapid mapping of floods

Floods in Central Europe have caused widespread damage. Such events are likely to increase. Maps based on satellite data help national emergency services to plan their response.

<https://www.youtube.com/watch?v=ZvExM-Z3E2w>



GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

The International Charter Space and Major Disasters



THE INTERNATIONAL CHARTER SPACE AND MAJOR DISASTERS

0:02 / 5:02



San Gabriel, Jalisco, 2019



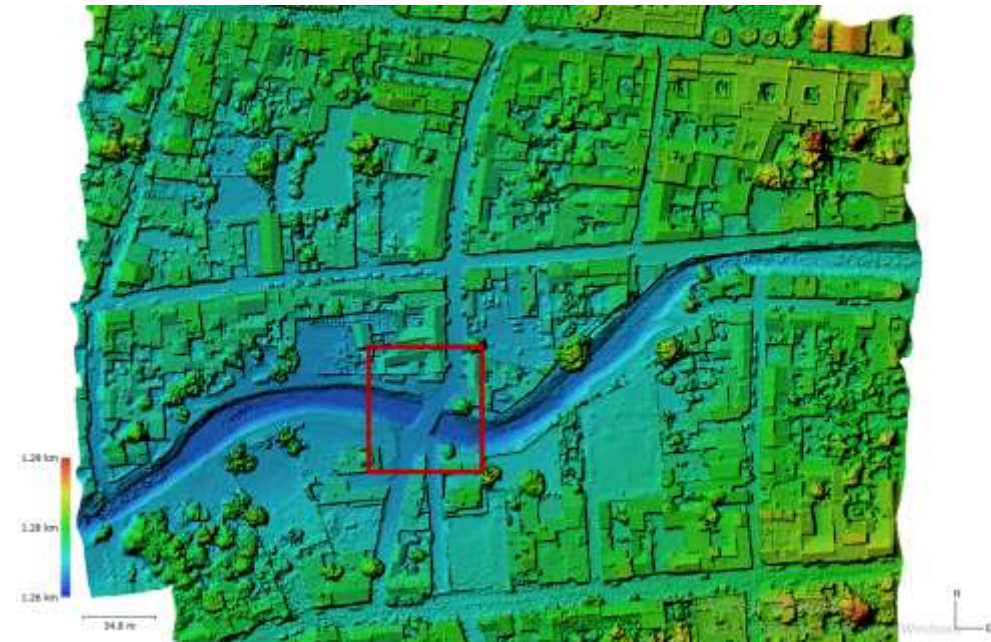
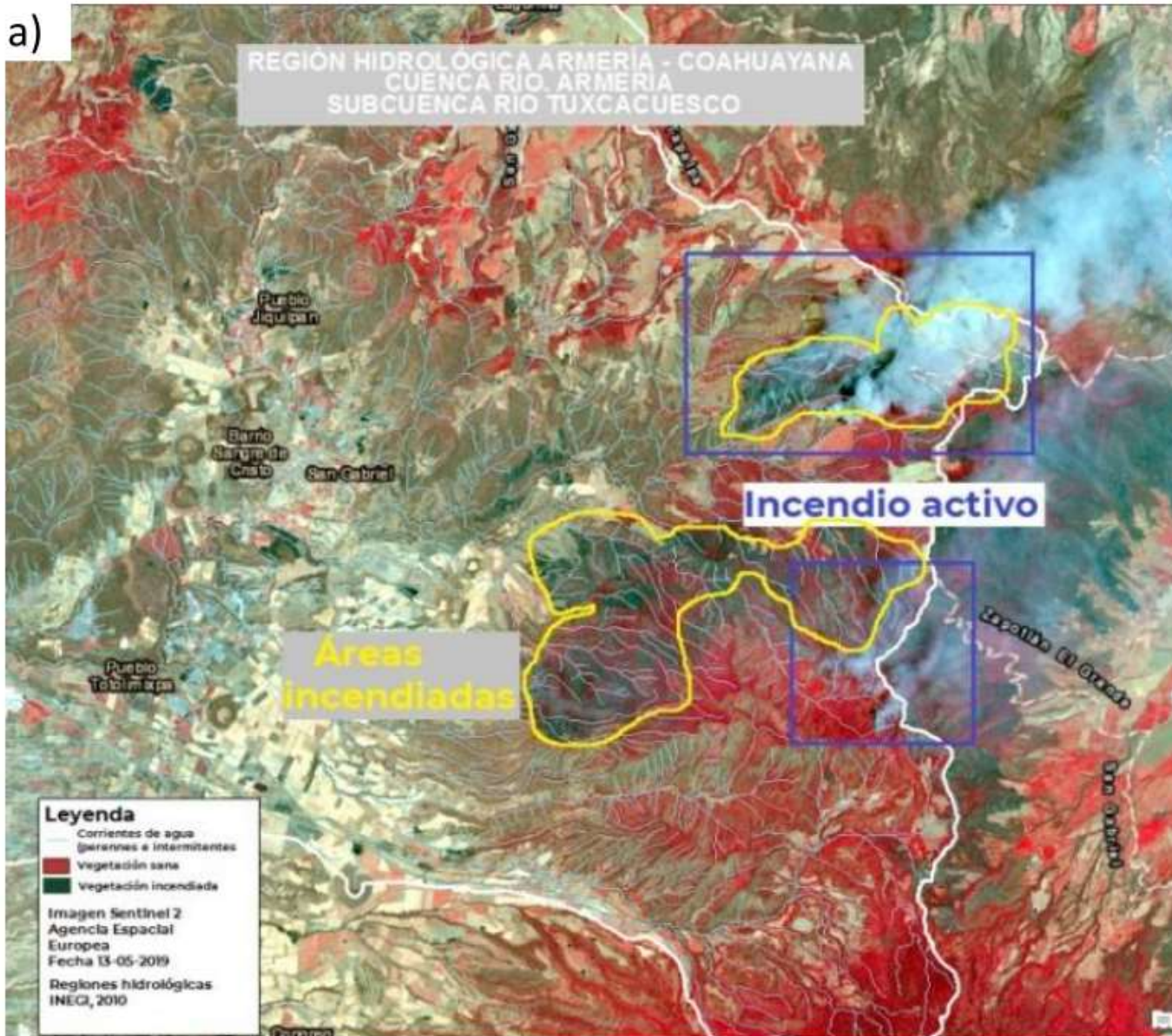
GOBIERNO DE
MÉXICO

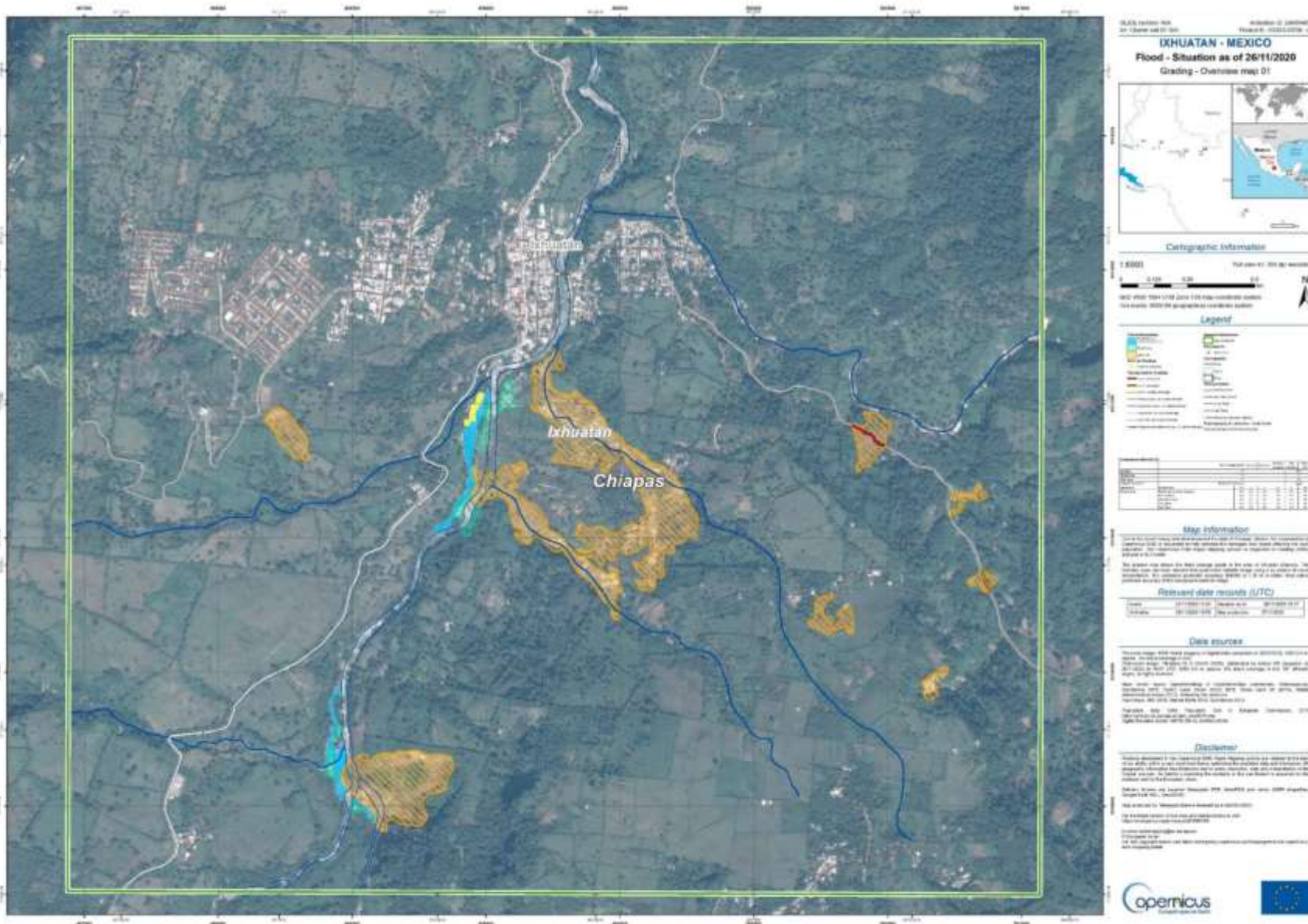
SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL

CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

a)





Satélite Pleiades-1B Sensor (0.5m)

50-cm panchromatic

50-cm color (pansharpened)

2 meter multispectral



Perspective 30°



Deslizamiento
Ixhuatán



Activar Windows

Ve a Configuración para activar Windows.



Norte

480 m

850 m

Ixhuatán
Chiapas, 2020

Ixhuatán, Chiapas, 2020



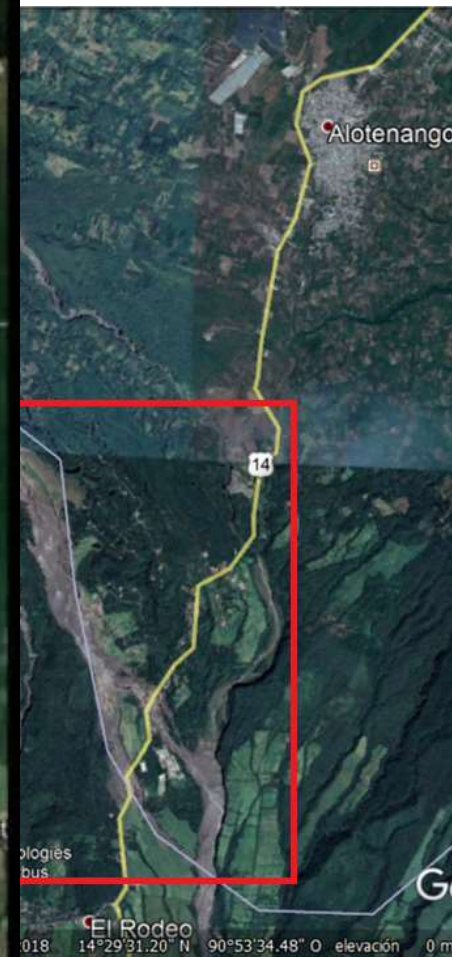
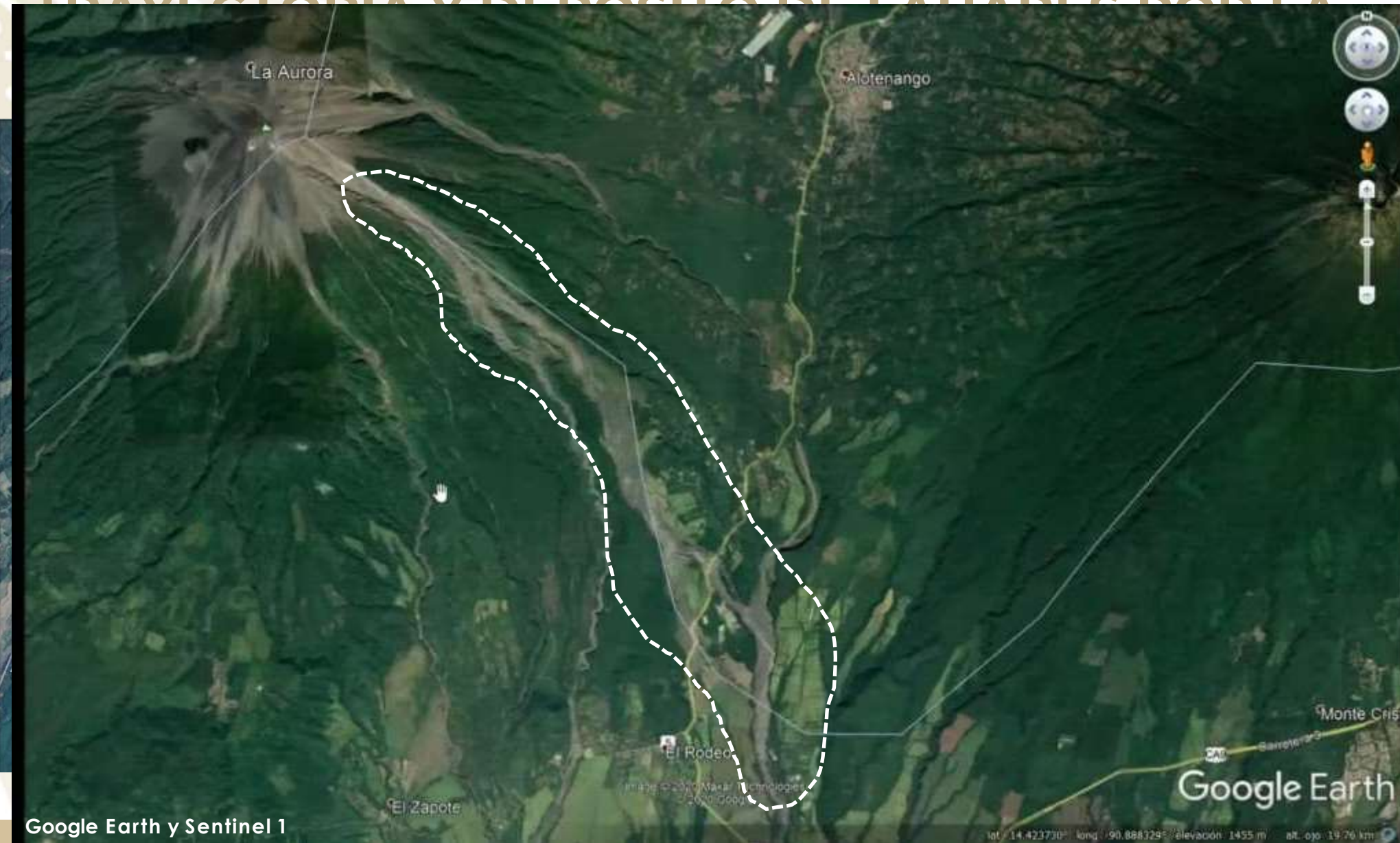
GOBIERNO DE
MÉXICO

SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



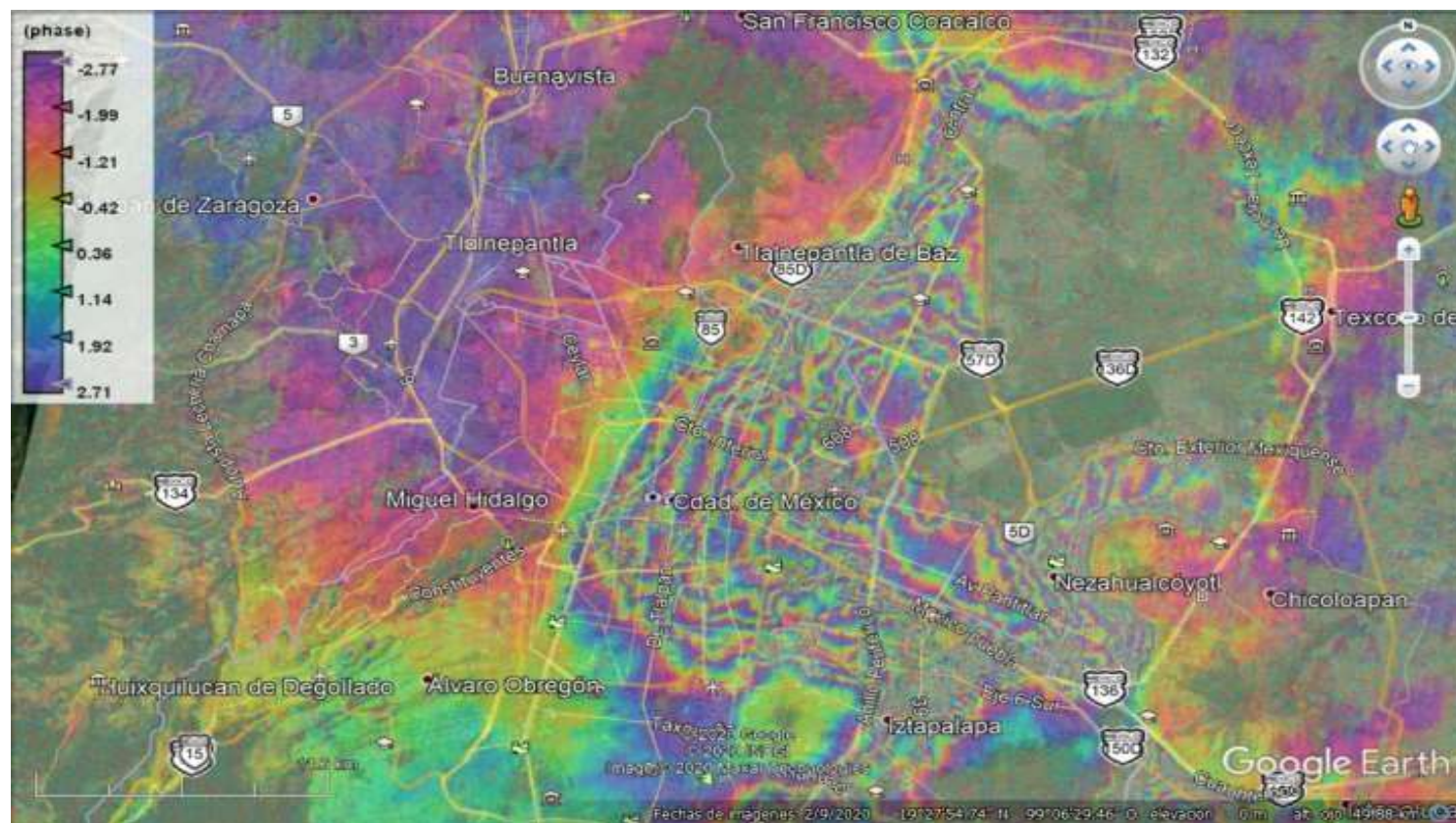


TRAYECTORIA Y DEPÓSITO DE LA LAJAS POR LA



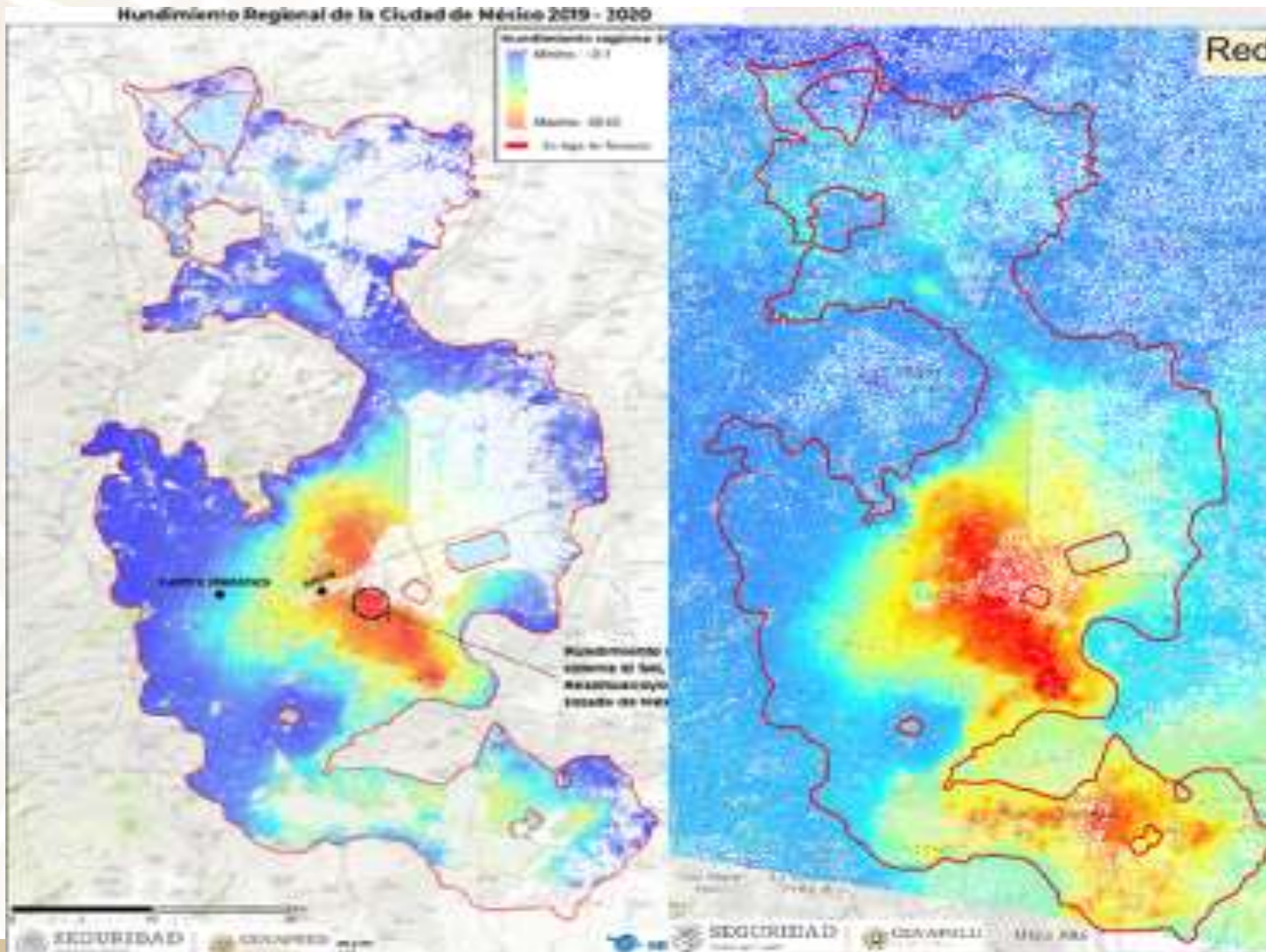
INTERFEROGRAMA

HUNDIMIENTO REGIONAL DE LA CDMX 2019 - 2020

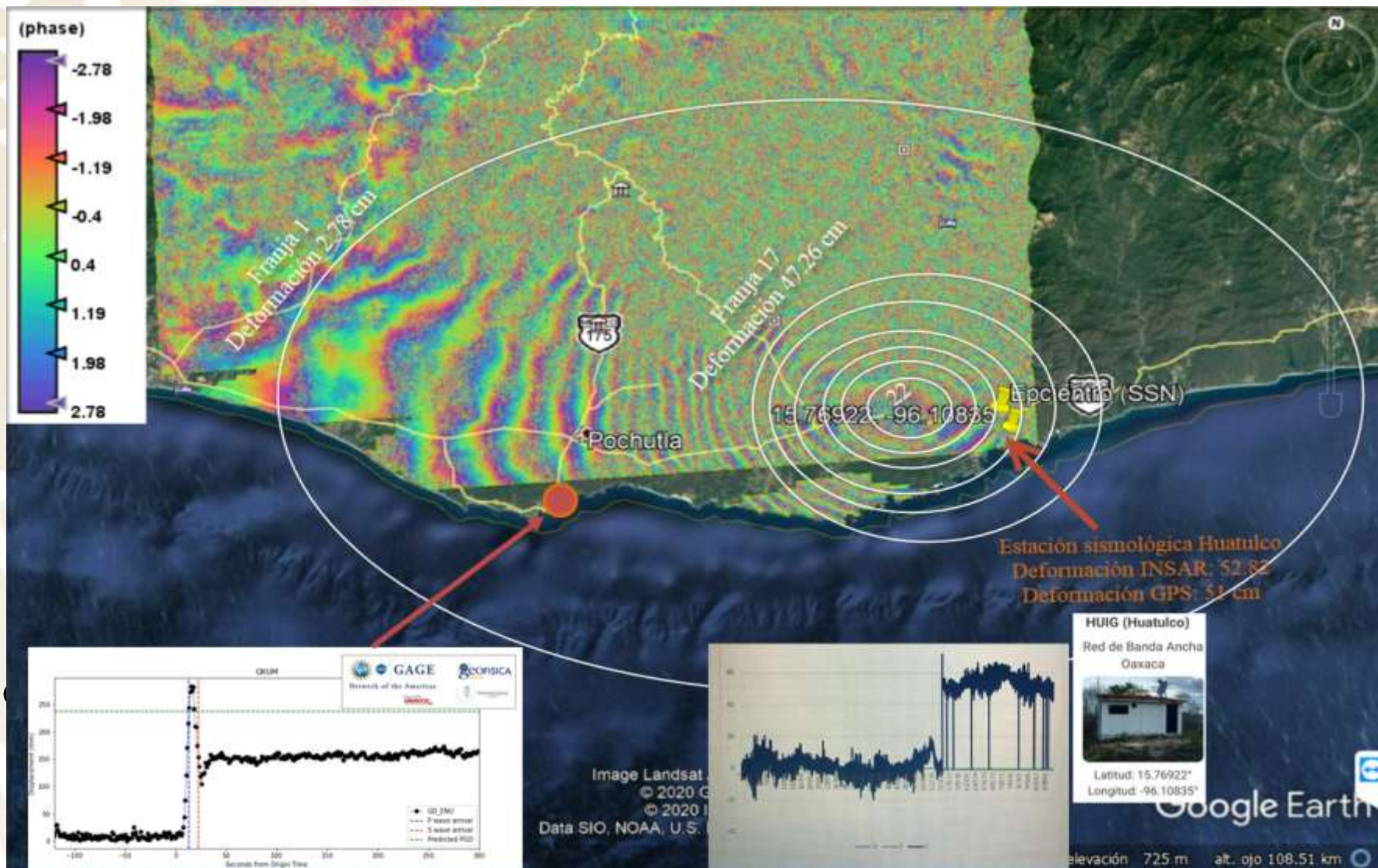


PLATAFORMA	BANDA	Técnica	Temporalidad	Hundimiento anual (cm)	Autor
ENVISAT ASAR	C	SBAS	2002-2007	38.23	López, 2017
ENVISAT ASAR	C	PSI	Enero 2004 – mayo 2007	30	Yan, et al.,
ALOS PALSAR	L	SBAS	11 Feb 2007 -07 Jan 2011	30	Chaussard, 2014
ENVISAT-ASAR	C	PSI	2002 - 2010	35.2	Poreh, et al., 2019
Sentinel 1	C	ISBAS	2014-2015	33	Sowter, et al., 2016
Sentinel 1	C	Dual Pair	Dic 2018 – Enero 2020	30.63	Este trabajo





INTERFEROMETRÍA DIFERENCIAL (DInSAR)



Las franjas de color repetidas representan el **desplazamiento de terreno**.

Cada franja mide aprox. **2.78 cm**. Al contar el número de franjas se obtiene el desplazamiento con relación a la posición del satélite.

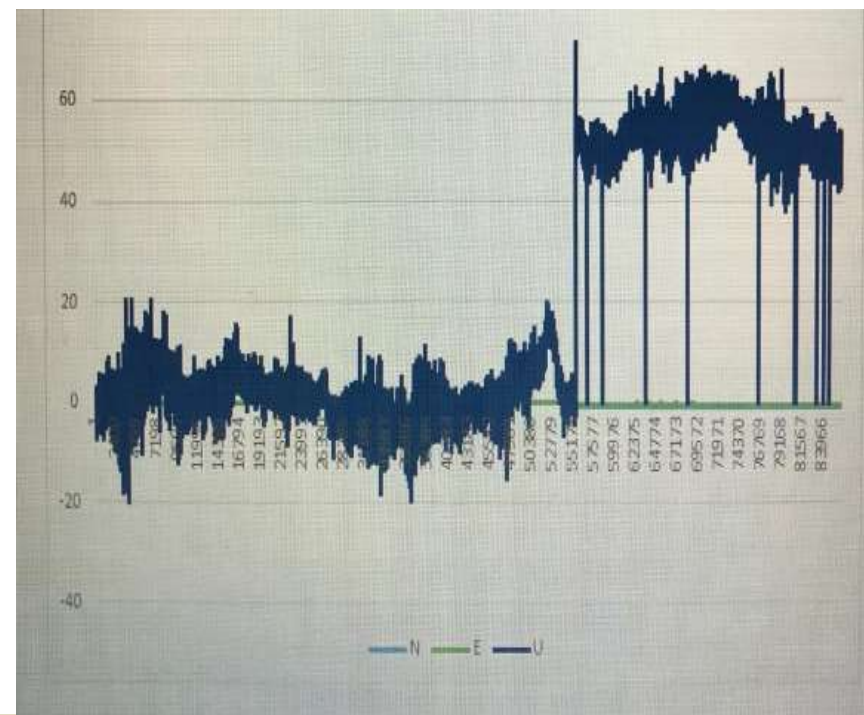
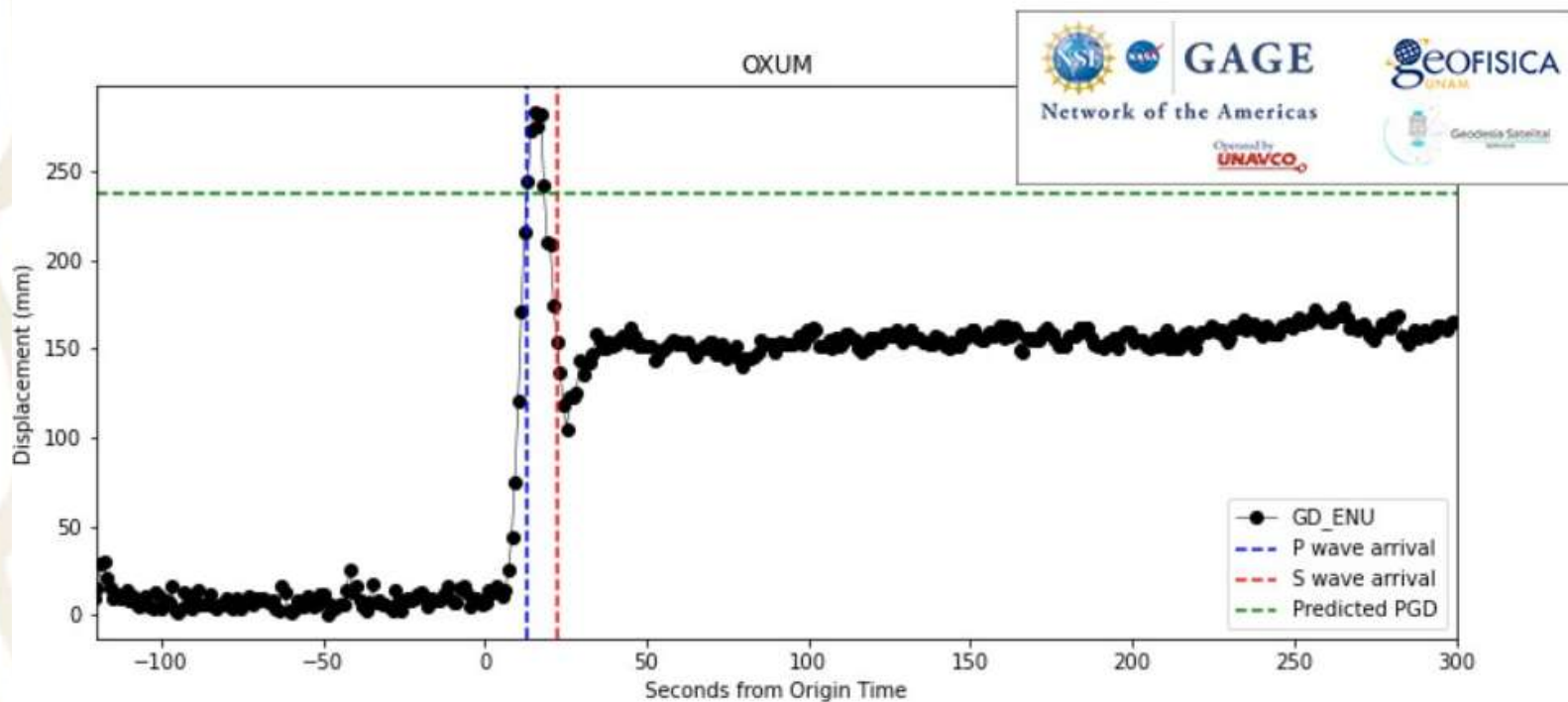
En total se contaron de 21 a 22 franjas, lo que correspondería a una **deformación máxima de 61.16 cm**.



INTERFEROMETRÍA DIFERENCIAL (DInSAR)

Dentro de la estación sismología Huatulco se registró la deformación vertical con GPS de **51 cm**. La deformación medida con el método DInSAR fue de **52.82 cm**.

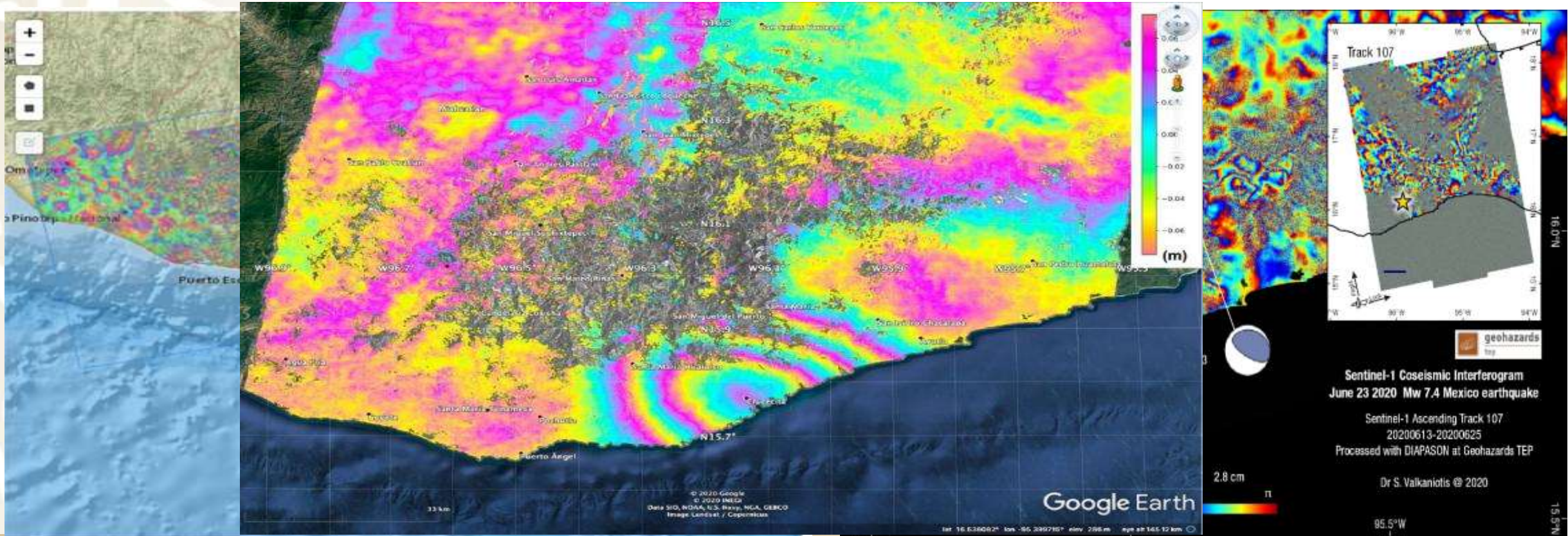
Para la estación OXUM GNSS, fue de aproximadamente de **15 cm**, mientras que para el método INSAR fue de aproximadamente **23 cm**.





INTERFEROMETRÍA DIFERENCIAL (DInSAR)

Productos similares fueron generados por la Advanced Rapid Imaging & Analysis (ARIA), dentro del programa NASA Earth Science Disasters Program Y en dirección de la línea de visión (LOS) del satélite. Lo que da un total de **0.45 cm** publicado por Sotiris Valkaniotis



¡GRACIAS!

Geog. Antulio Zaragoza Álvarez

Jefe de Departamento de Análisis de
Fenómenos Geotécnicos

(55) 54246100 ext. 17140

azaragoza@cenapred.unam.mx