



UNITED NATIONS
Office for Outer Space Affairs

Reunión Regional de ONU-SPIDER para América Latina 2020

Aplicación de técnicas de interferometría radar (INSAR) para la detección de inestabilidad de laderas en ambientes volcánicos

Presenta:

Dr. Juan Carlos Villagrán de León

Jefe de Oficina ONU-SPIDER en Bonn, Alemania
juan-carlos.villagran@un.org

Dra. Norma Dávila

Investigadora visitante, ONU-SPIDER
Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM)
nadavilah@uaemex.mx
[@normad10398218](https://www.researchgate.net/profile/Norma_Davila-Hernandez)



https://www.researchgate.net/profile/Norma_Davila-Hernandez



Objetivo:

Realizar un primer análisis de aproximación de análisis INSAR en alerta temprana analizando sus desafíos, alcances y limitaciones que permita la generación de cartografía útil para la toma de decisiones por parte de las autoridades de protección civil.

Explorar las bondades y limitaciones del sensor Sentinel-1 para análisis InSAR en volcánes selectos.

Estudios de caso: Volcán del Fuego (Guatemala)
Volcán Nevados del Chillan (Chile)
Volcán Anak Krakatau (Indonesia)
Volcán Taal (Filipinas)



¿Inserción de técnicas INSAR en alerta temprana?

Series de Tiempo INSAR

Pre-eruptivo

- Posible sector de colapso
- Crecimiento de un domo

eruptiva

Evolución de la actividad eruptiva

Post-eruptivo

Mapeo de depósitos volcánicos
Estimación del cambio en la
geomorfología.

¿ que retos representa su inserción?

- ➡ Alta capacidad de computo
- ➡ Tiempo de procesamiento para atender a la emergencia
- ➡ Capacidad de los sensores radar para realizar series de tiempo INSAR dependiendo del Volcán



UNITED NATIONS
Office for Outer Space Affairs

Recursos empleados

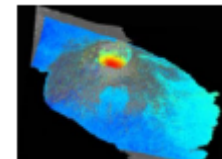
CODE.DE: ambiente de trabajo virtual de alto rendimiento para el proceso de datos satelitales administrado por la Agencia Espacial Alemana



An InSAR processing system based on GMT



Sentinel Application Platform (SNAP)

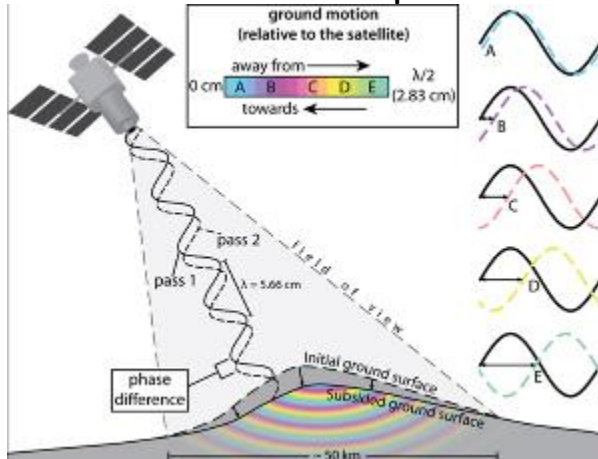


STAMPS

StaMPs-based SBAS InSAR
Universidad de Leeds



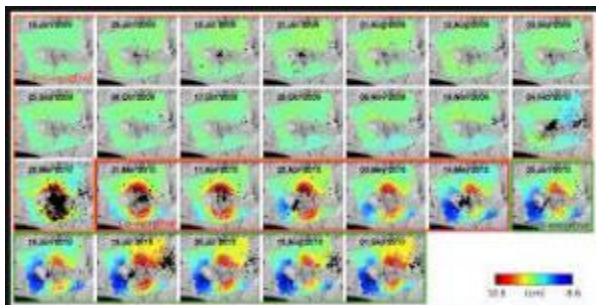
¿Como funciona un par InSAR?



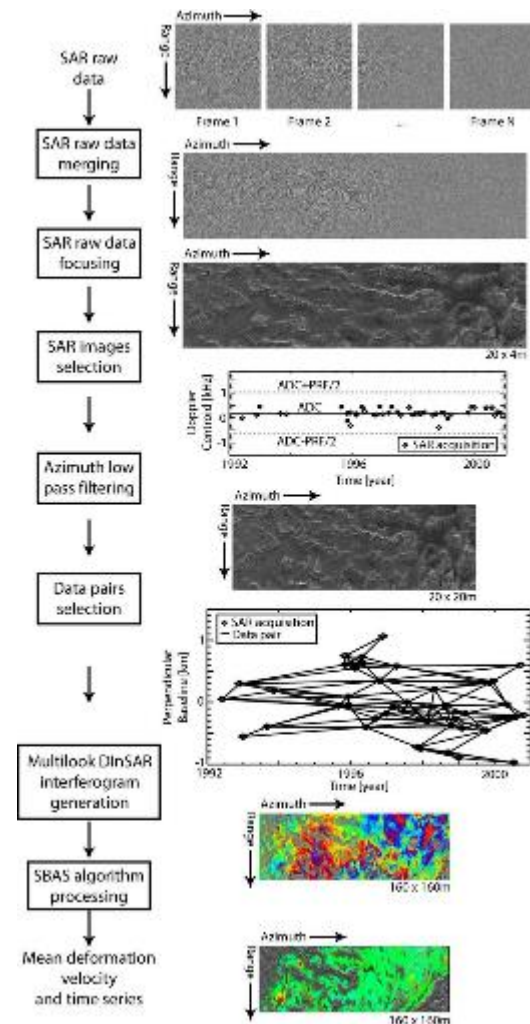
Deformación
del terreno

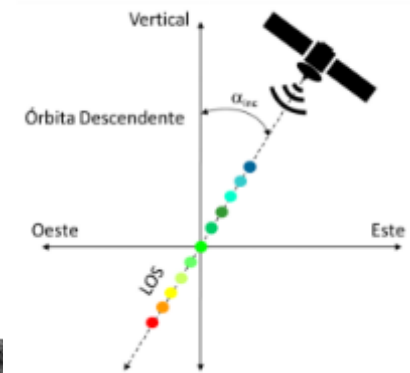
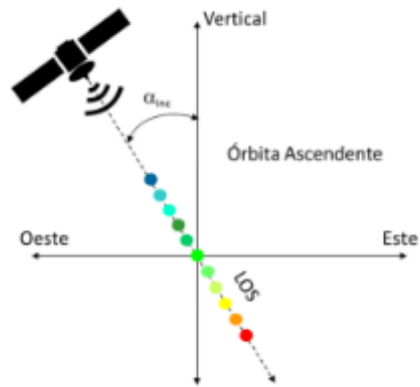
$$\delta\phi_{\text{int}} = \delta\phi_{\text{defo}} + \delta\phi_{\text{atmos}} + \Delta\phi_{\text{orbit}} + \delta\Delta\phi_{\text{topo}} + \delta\phi_{\text{noise}}$$

Series de Tiempo INSAR



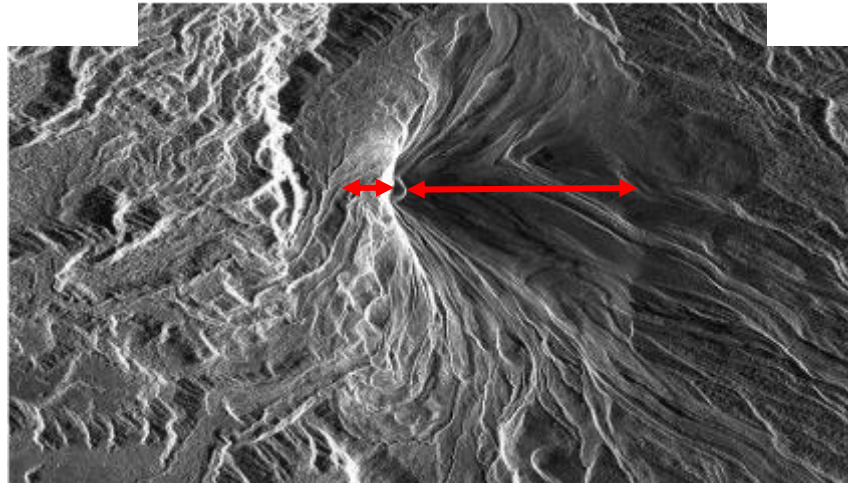
Metodología empleada SBAS (Minimum Baseline)





Angulo de vista: 33°

Resolución Pixel: 50 cm



Volcán de Colima- TerraSAR-X

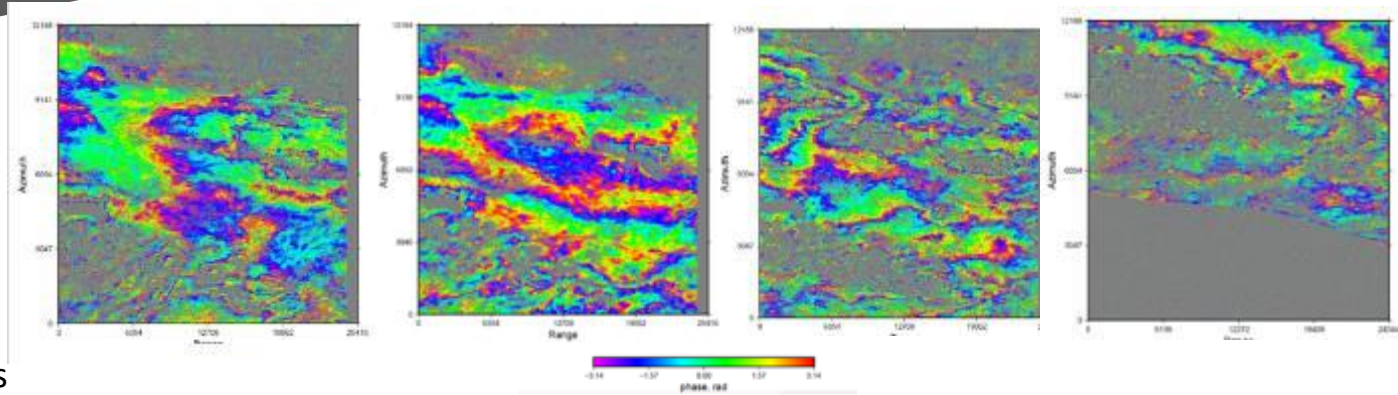


Volcán del Fuego (Guatemala)

Análisis multitemporal InSAR
anterior a la erupción del 3 de
Junio 2018

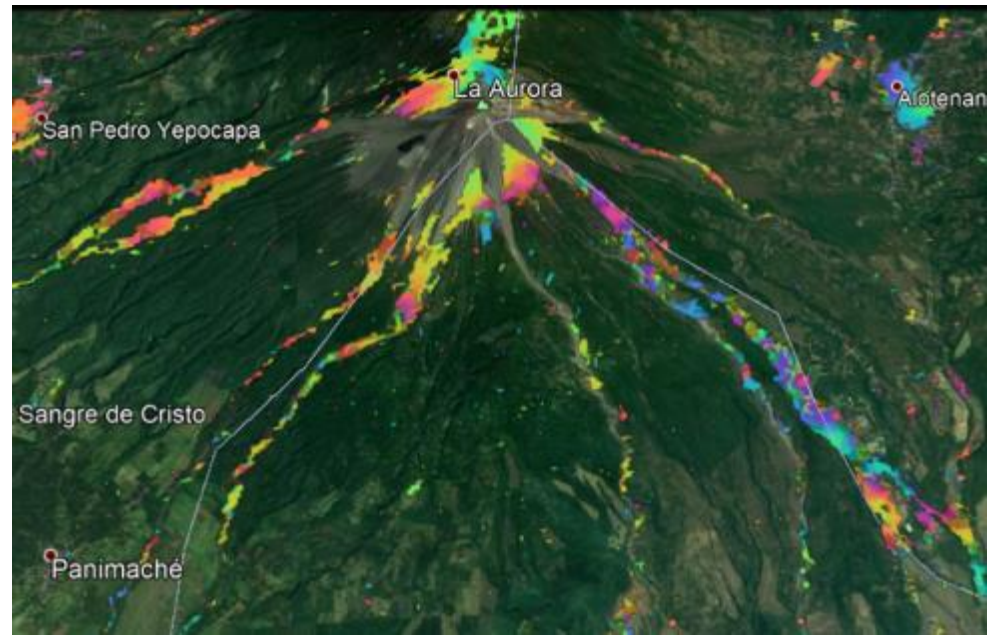
Stack ascendente: 12 imágenes

Stack descendente: 13 imágenes



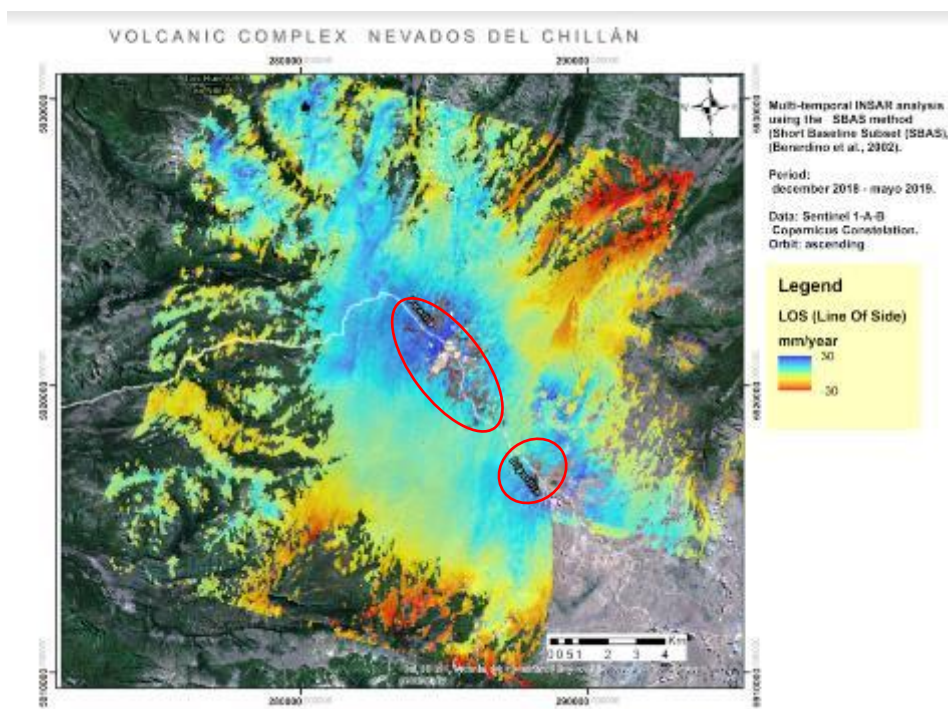
Problemas:

- Altas pendientes
- Cambio constante para la estimación de coherencia.
- Ruido atmosférico.

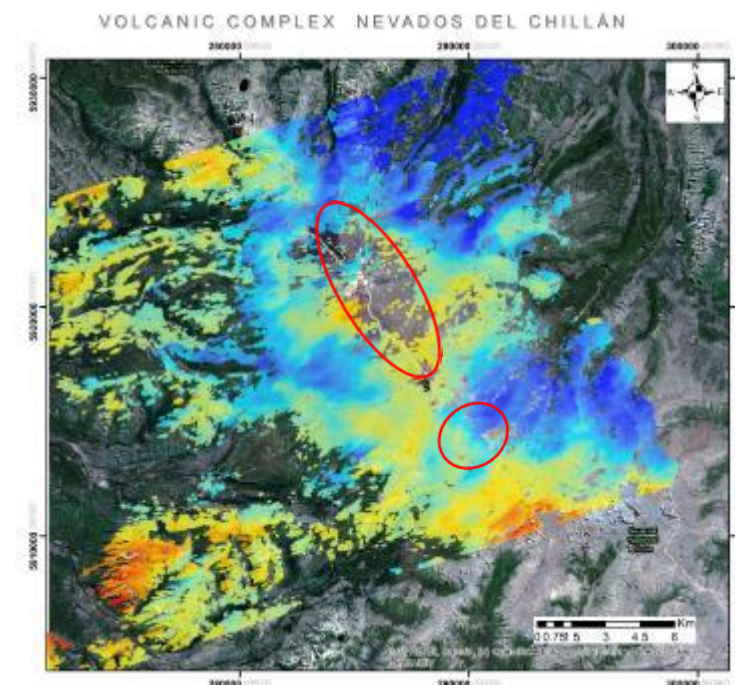




Complejo Volcánico Nevados del Chillán



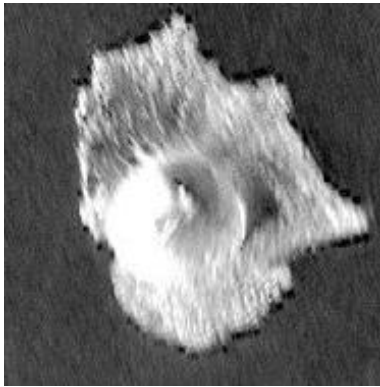
Orbita descendente
Stack: 12 imágenes
Periodo: diciembre-mayo 2019



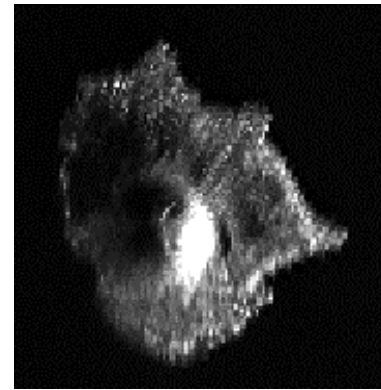
Orbita Descendente
Stack: 9 imágenes
Periodo: diciembre-abril



Análisis multitemporal de deformación empleando técnica SBAS (por líneas de base mínimas) con base en imágenes Sentinel-1. Ejemplo: Volcán Anak Krakatau

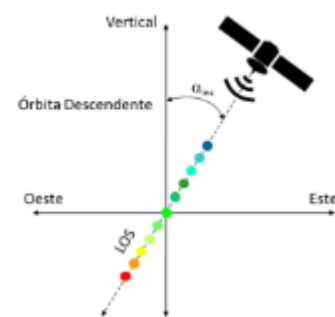
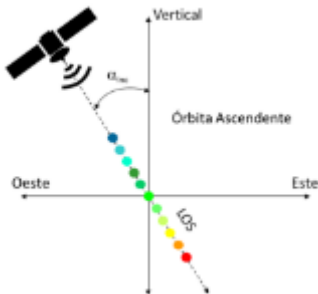


Ascending orbit, Sentinel 1



Descending orbit, Sentinel 1

Volcán Anak Krakatau
Imagen Sentinel-1
Resolución: 10m
Ángulo de toma: 36°



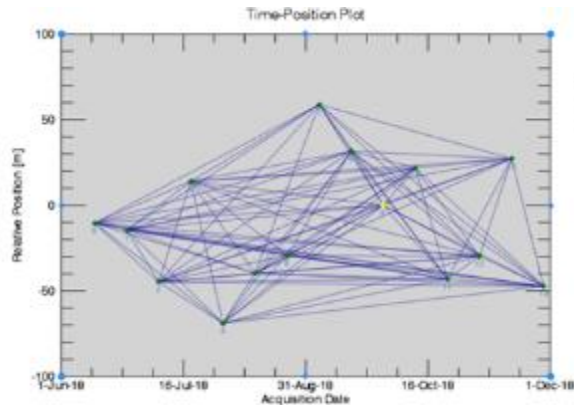


Periodo: Junio- Diciembre 2018

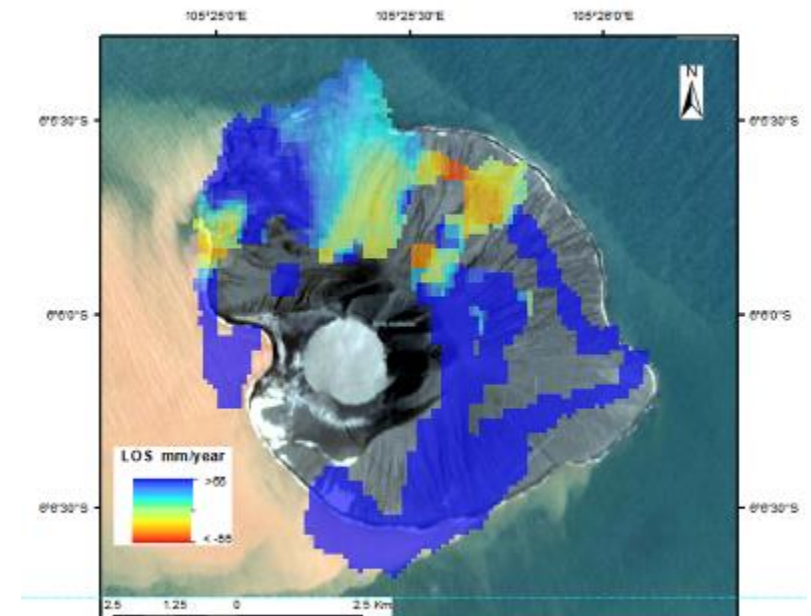
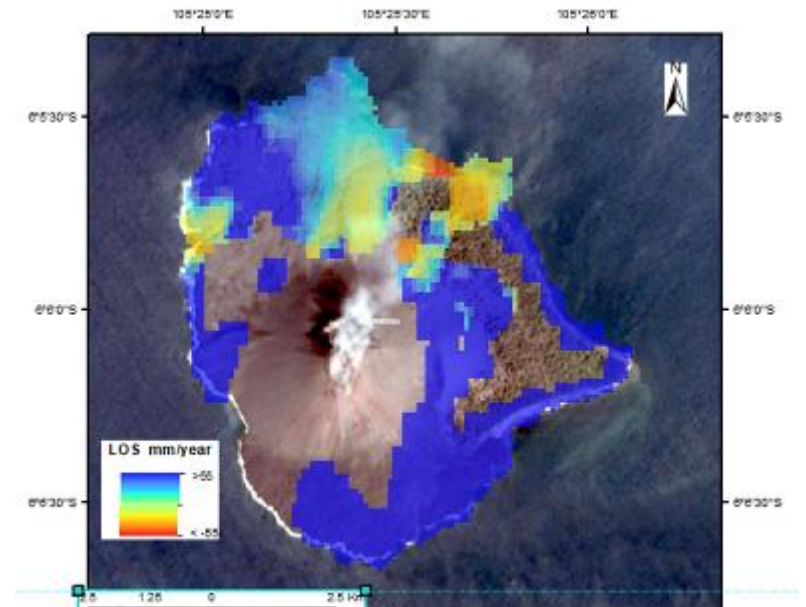
Descending orbit (25-06-2018 /28-11-2018)

Mean displacement velocity in LOS direction (Line of Sight)

Stack: 11 imágenes



132 DinSAR-Interferograms
were generated with a
maximum baseline of 73 m





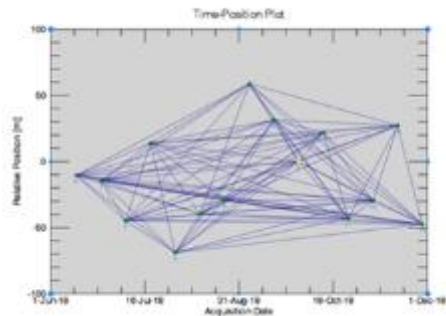
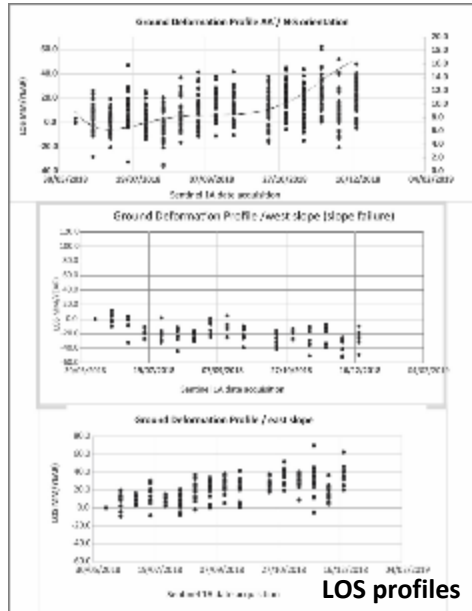
UNITED NATIONS Office for Outer Space Affairs

Periodo: June-December

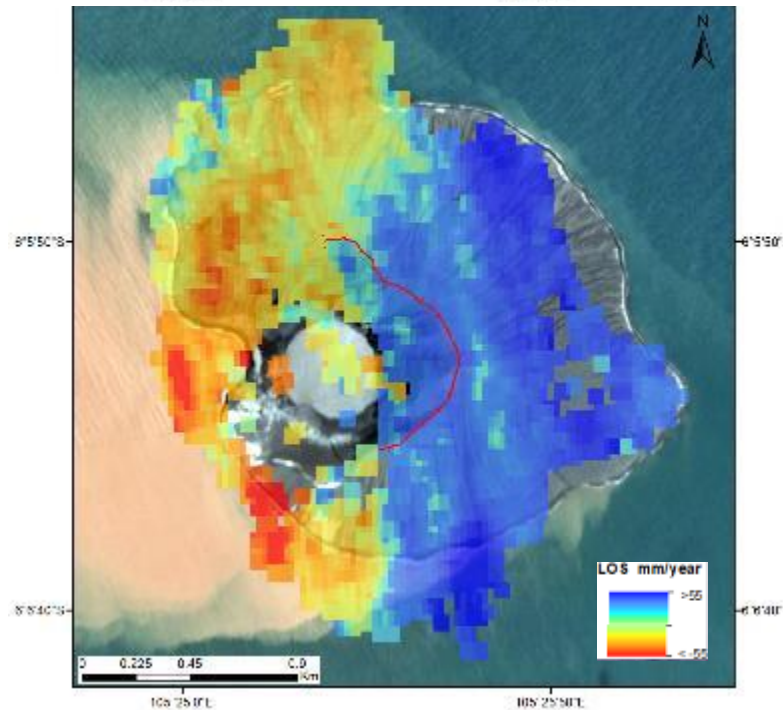
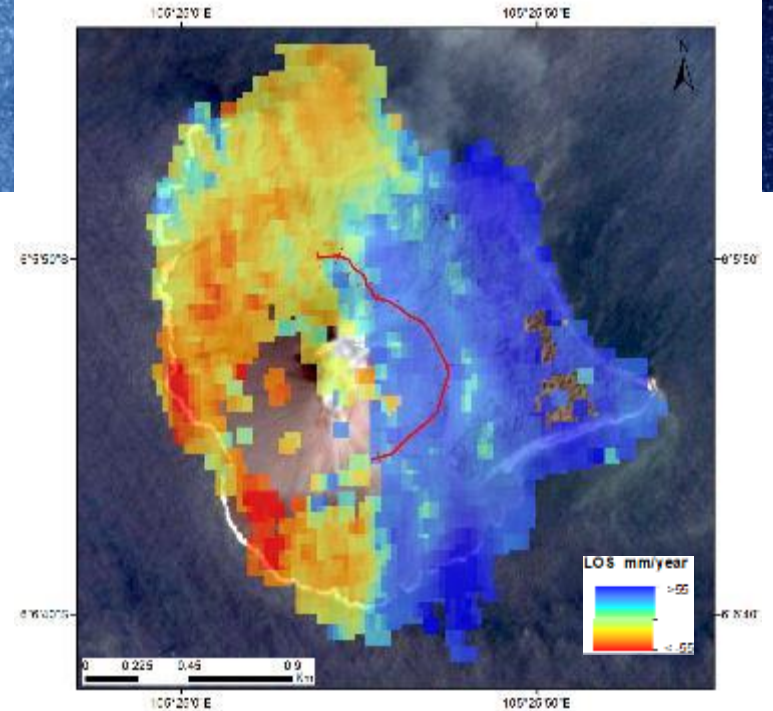
Ascending orbit (27-07-2018 /07-12-2018)

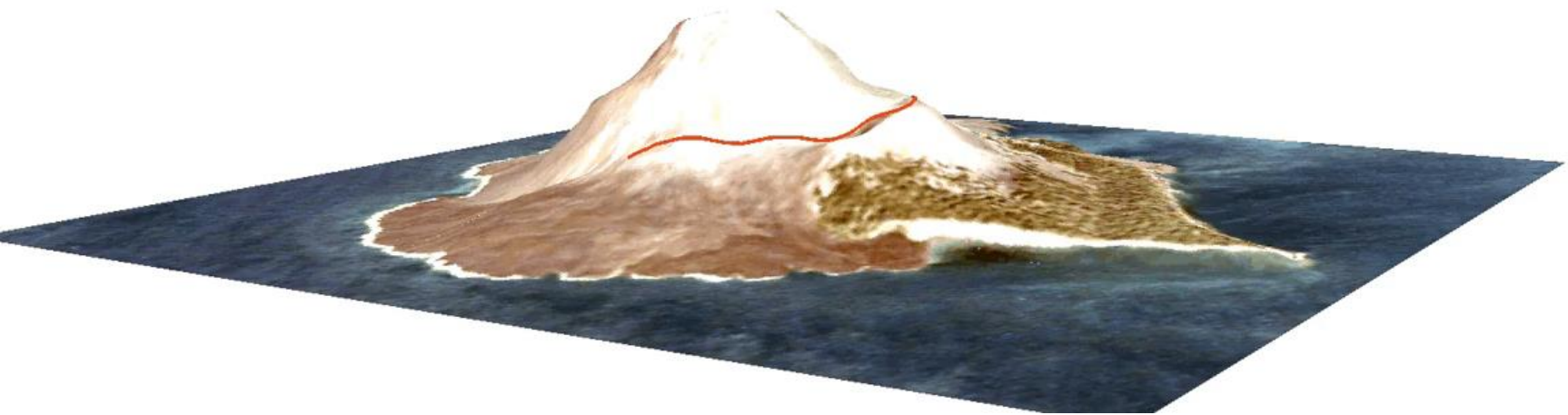
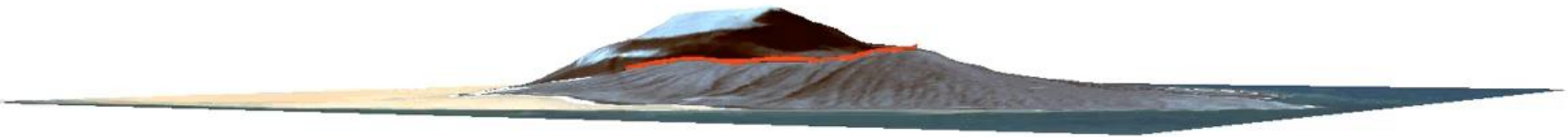
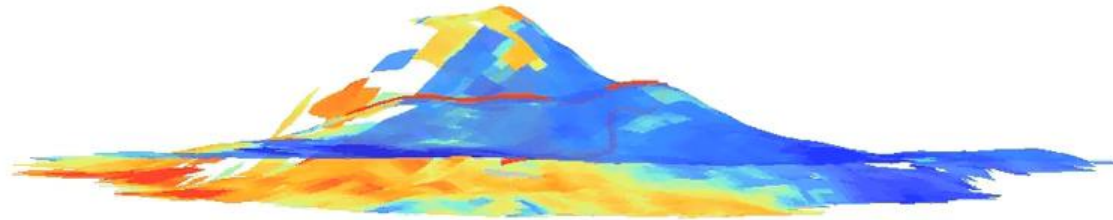
Mean displacement velocity in LOS direction (Line of Sight)

Stack:13 imágenes



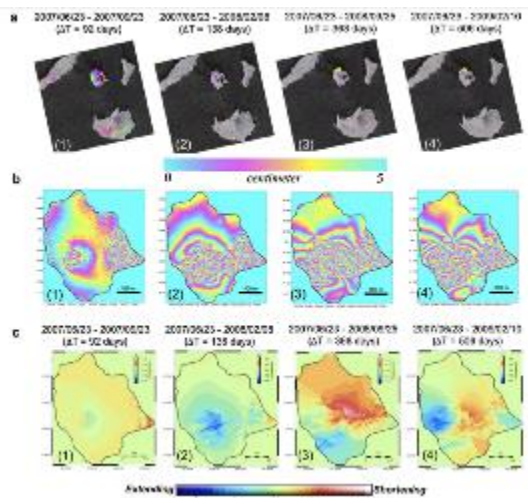
132 DinSAR-Interferograms
were generated with a
maximum baseline of 73 m



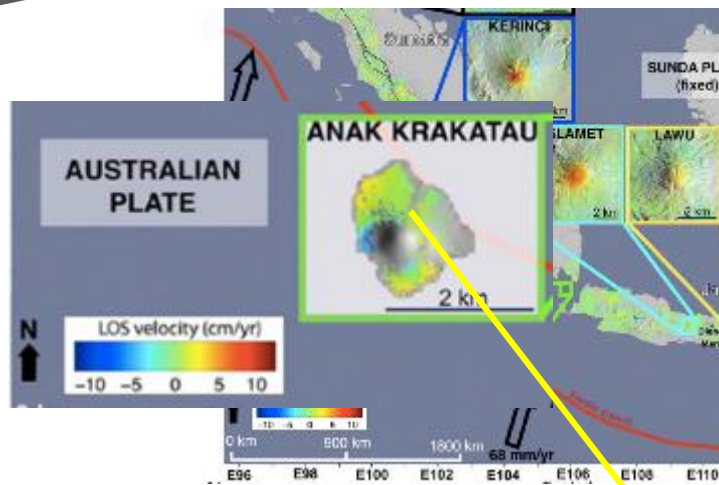
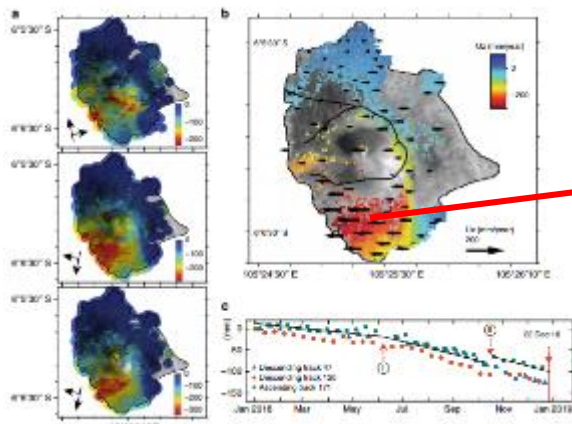




Trabajos anteriores



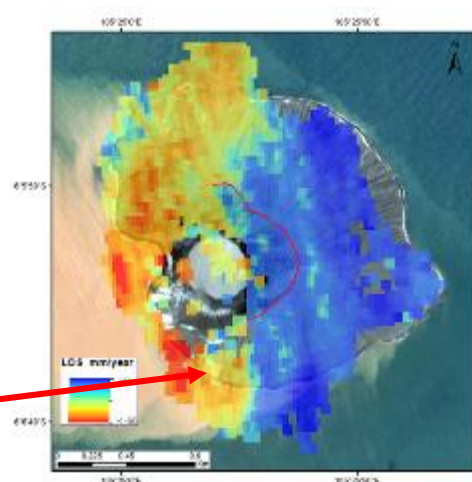
Agustan et al., 2012
Multitemporal Analysis 2007-2009
Radar data: ALOS-Palsar
 $\lambda = 17$ cm
average LOS calculated -50/50 cm



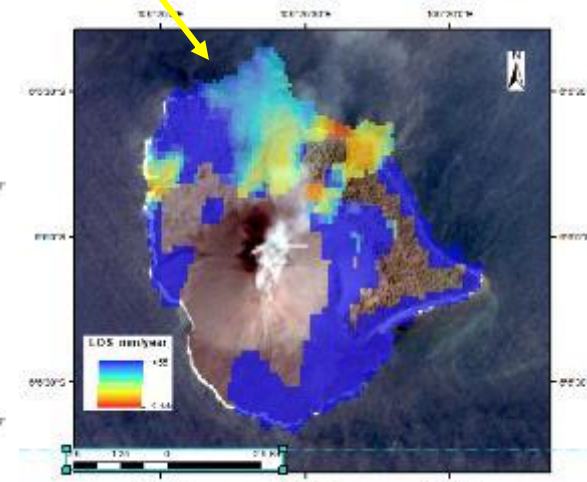
Chausard et al., 2012
Multitemporal Analysis
2006-2009
Radar data: ALOS-Palsar
 $\lambda = 17$ cm

average LOS calculated
-10/10 cm

Análisis UN-SPIDER



Ascending



Descending

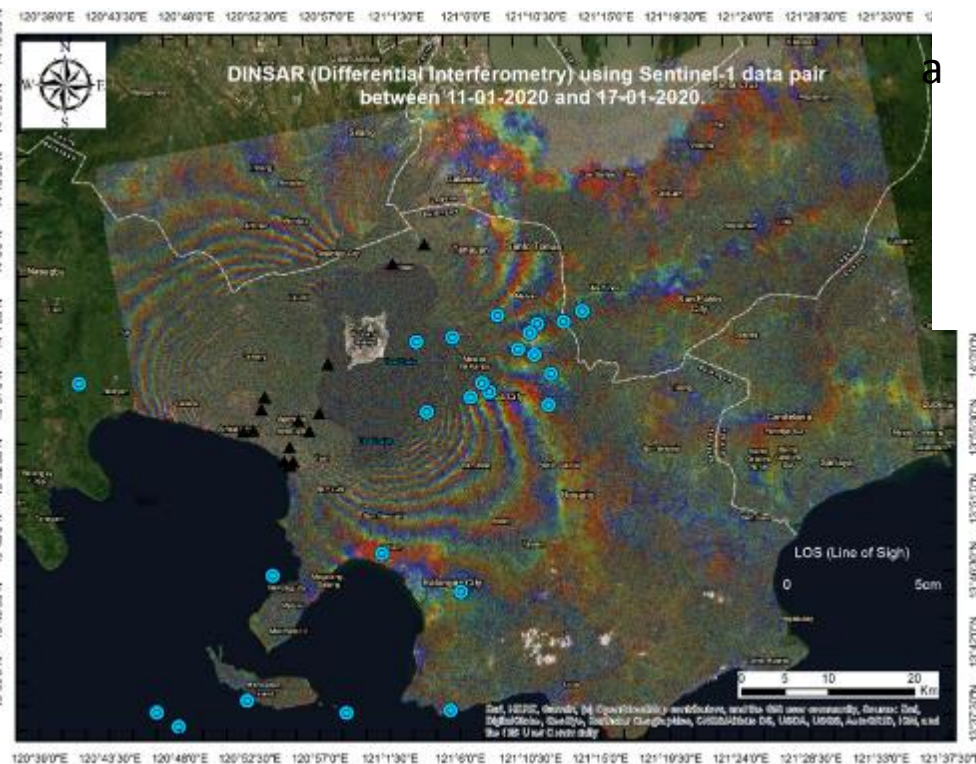
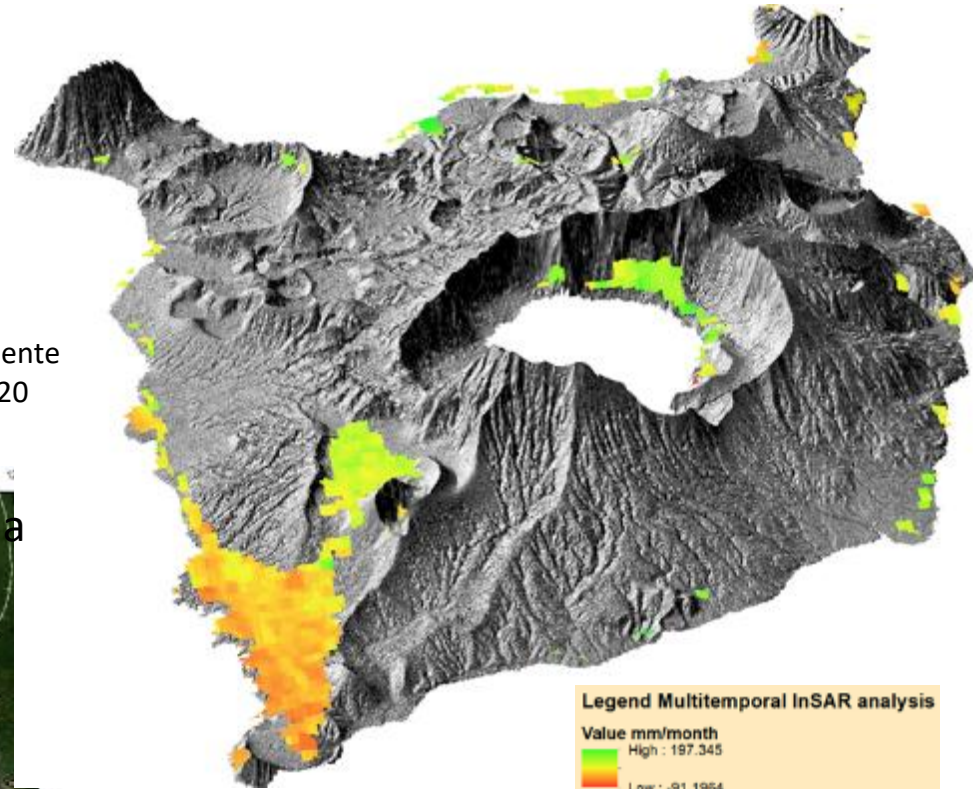
(Walter et al., 2020)



Volcán Taal (Filipinas)

12 de enero DE 2020 inició una importante fase eruptiva tipo explosiva (freatomagmática)

Análisis multitemporal ascendente
Periodo julio 2019- enero 2020





Algunas notas a considerar

1. El sensor Sentinel-1 tiene la capacidad para realizar análisis multitemporales INSAR En volcanes altamente explosivos y con dimensiones mayores.
2. Con base en el ejercicio realizado, no en todos los estratovolcánes es posible realizar análisis INSAR.
3. El análisis InSAR en alerta temprana debe ser enfocado a la detección de crecimiento de domo y la detección de flancos de colapso.
4. Se requiere de una alta capacidad de computo para disminuir el tiempo de procesamiento