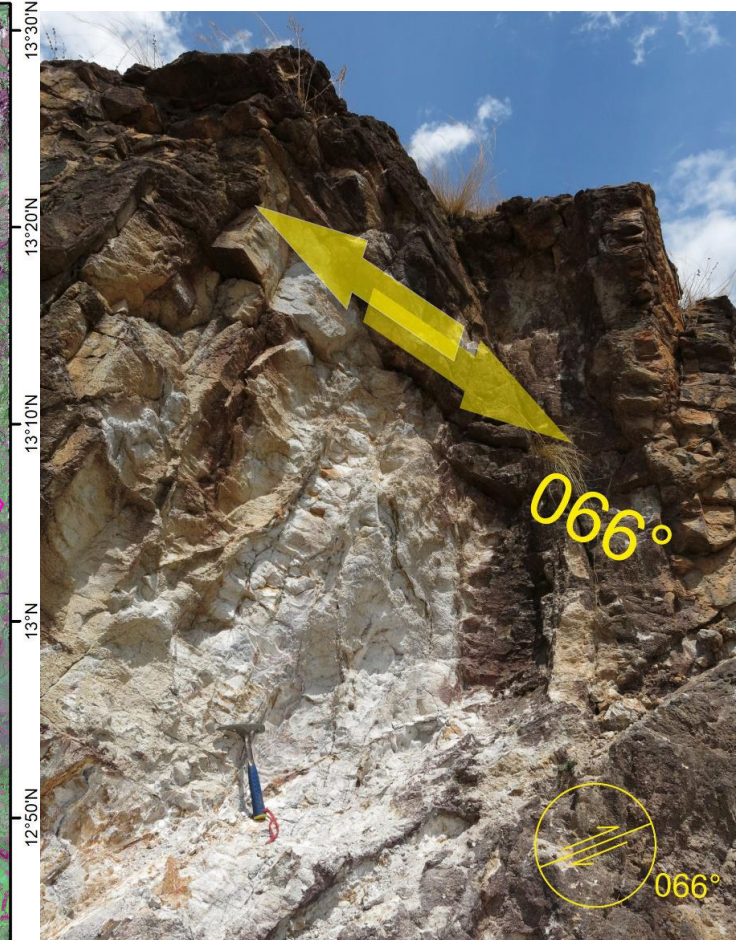
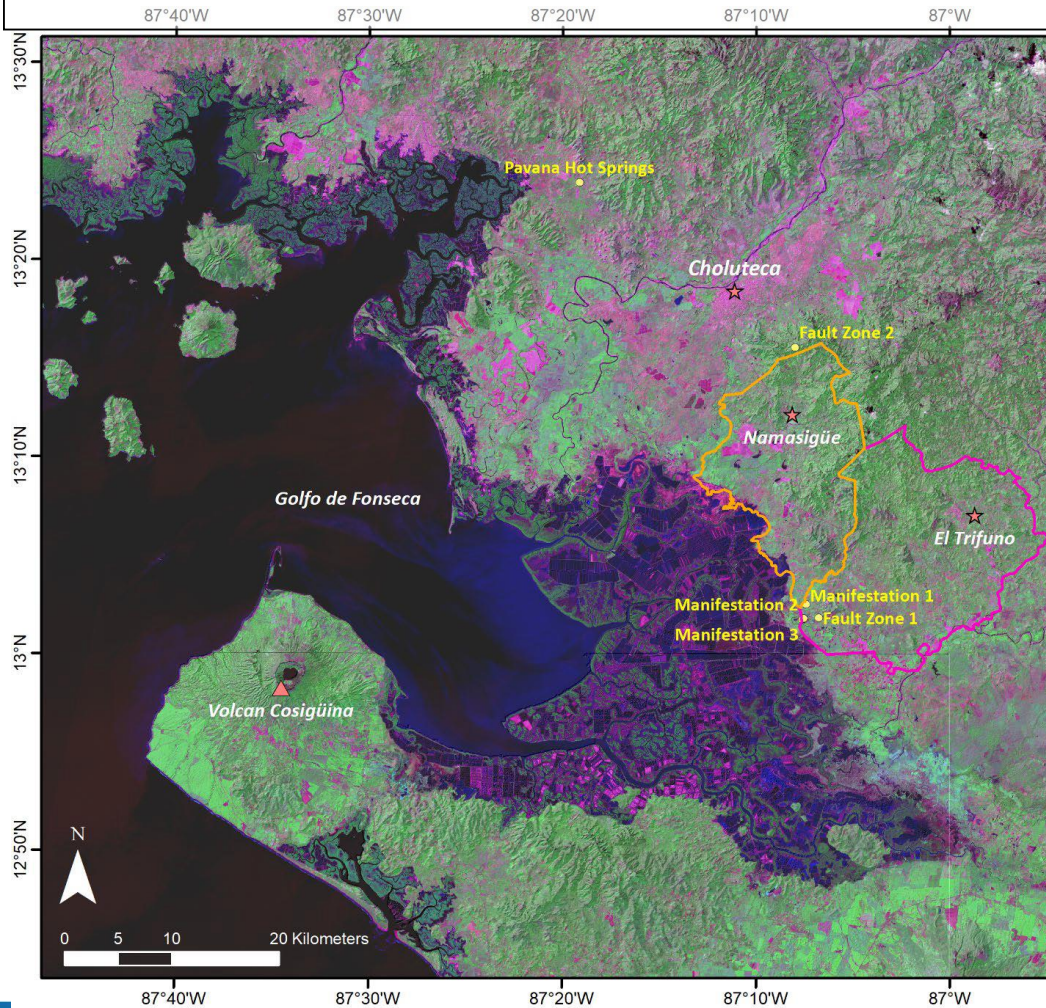


# Exploración Geotérmica con Sensorio Remoto y Geología Estructural



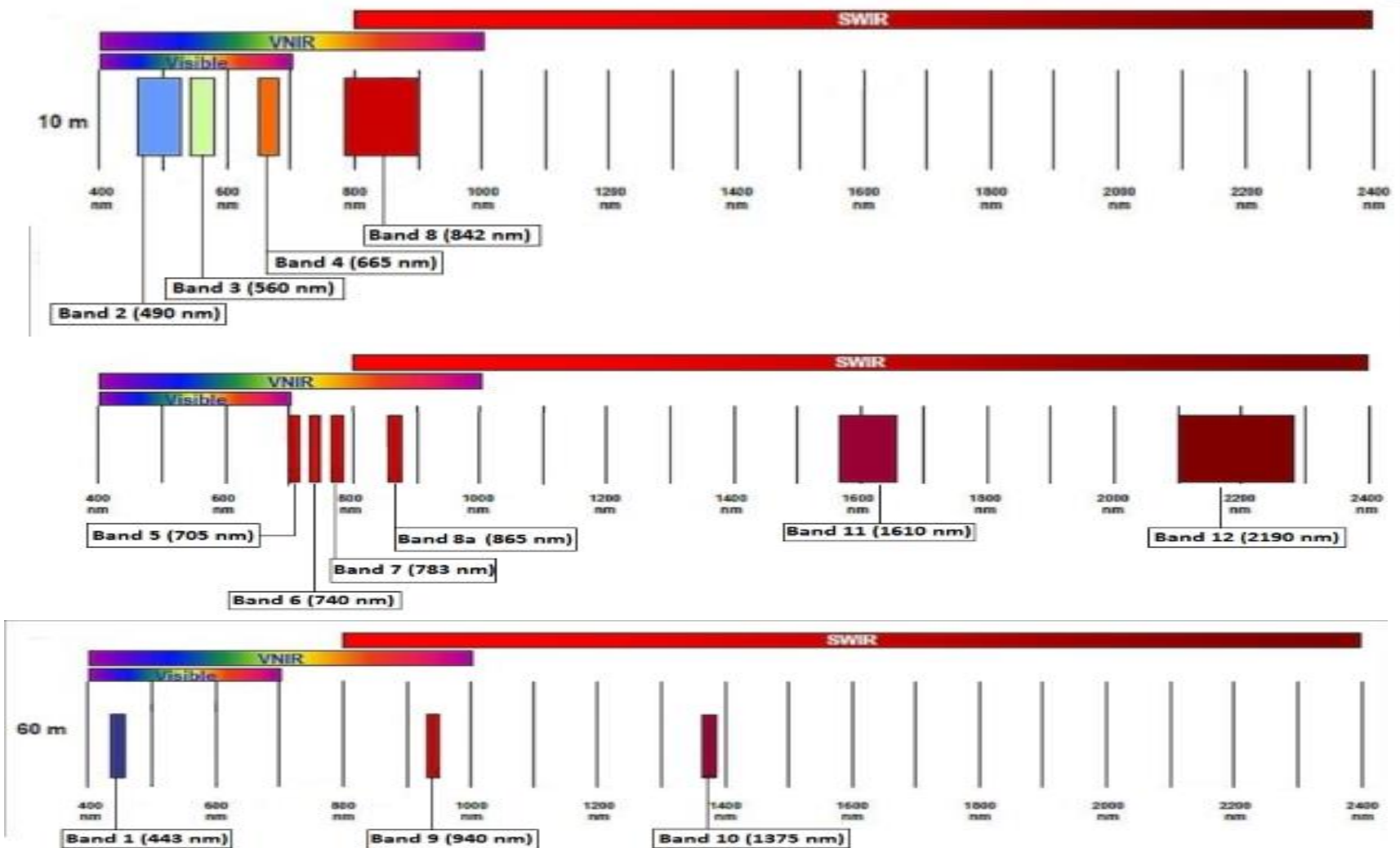
# Metodos a presentar

- Mapear estructuras en escenas hiperespectrales
- Mapear estructuras en modelos de elevación digital (DEM)
- Detectar movimientos verticales a través de Interferometría de Radar con Abertura Sintética (InSAR)
- Mapear con interferometría de Laser
- Otros metodos geofísicos (magnetometría, geoeléctrica, gravimetría desde el aire o el satelite)
- Hacer la conexión: Encontrar sitios a explorar desde la superficie y con perforaciones

# Escenas hiperespectrales: LANDSAT 8

<b>Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)</b>  <b>Launched February 11, 2013</b>	<b>Bands</b>	<b>Wavelength (micrometers)</b>	<b>Resolution (meters)</b>
	Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
	Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
	Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
	Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
	Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
	Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
	Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100	

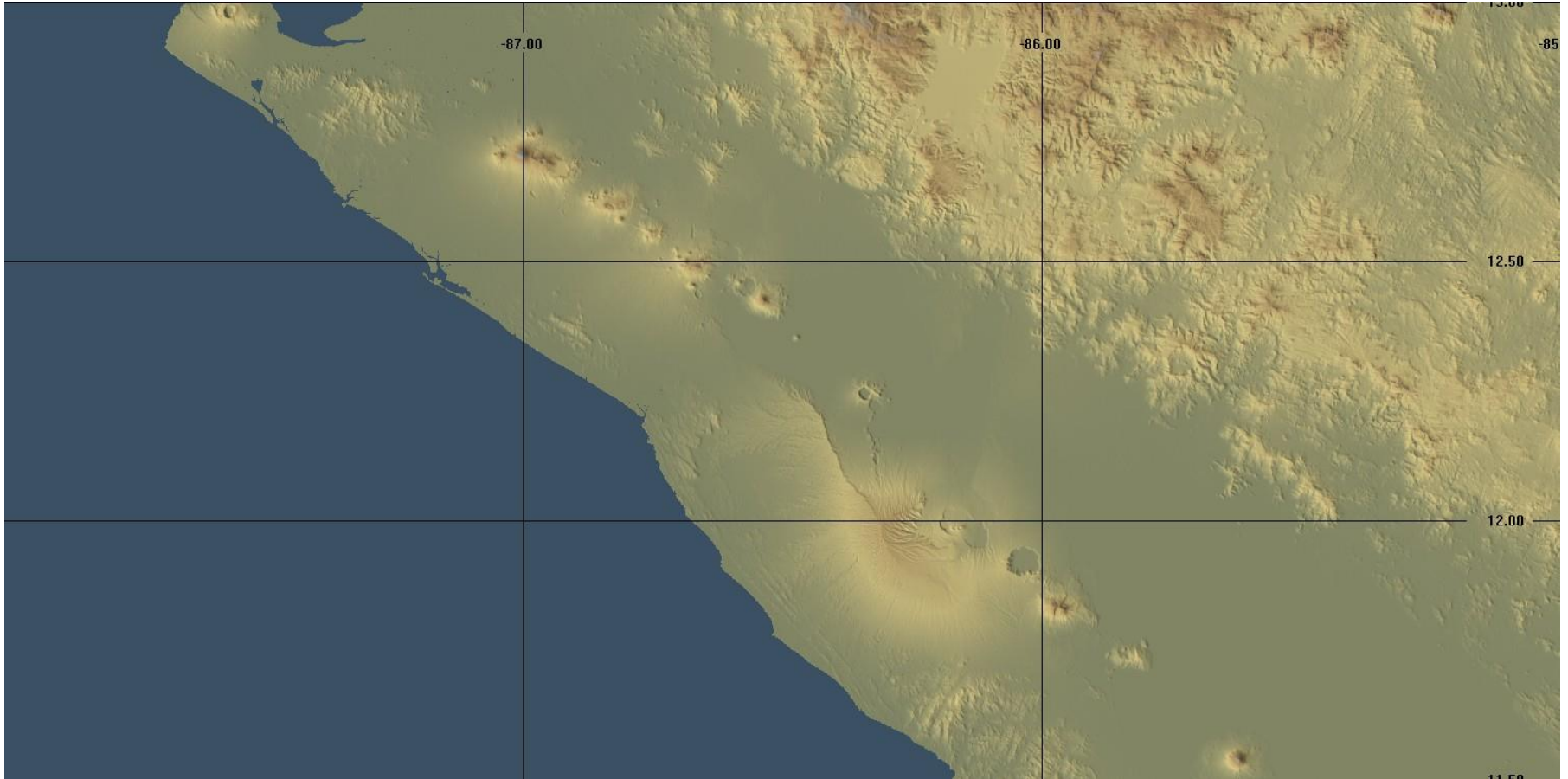
# Escenas hiperespectrales: SENTINEL 2



# Escenas hiperespectrales: SPOT 7

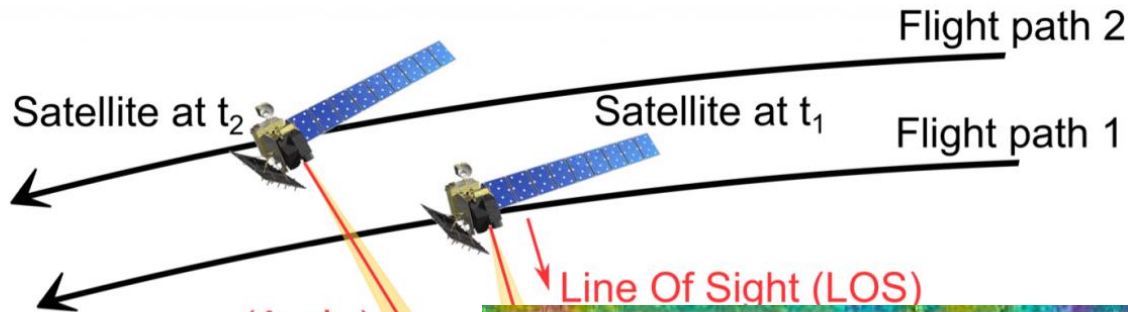
Banda	Rango	Resolución
Azul	0.455 $\mu\text{m}$ – 0.525 $\mu\text{m}$	6 m
Verde	0.530 $\mu\text{m}$ – 0.590 $\mu\text{m}$	6 m
Rojo	0.625 $\mu\text{m}$ – 0.695 $\mu\text{m}$	6 m
Infrarojo cercano	0.760 $\mu\text{m}$ – 0.890 $\mu\text{m}$	6 m
Pancromático		1,5 m

# Modelos de elevación digital (DEM)

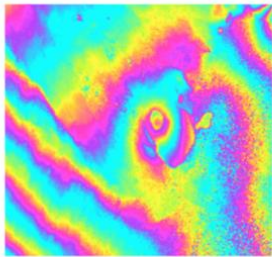


SRTM 30, con gría longitud/latitud

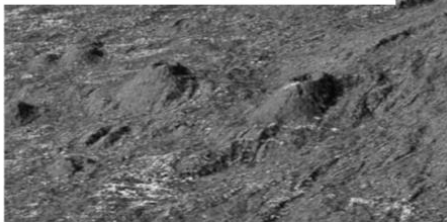
# InSAR (Interferometría Radar)



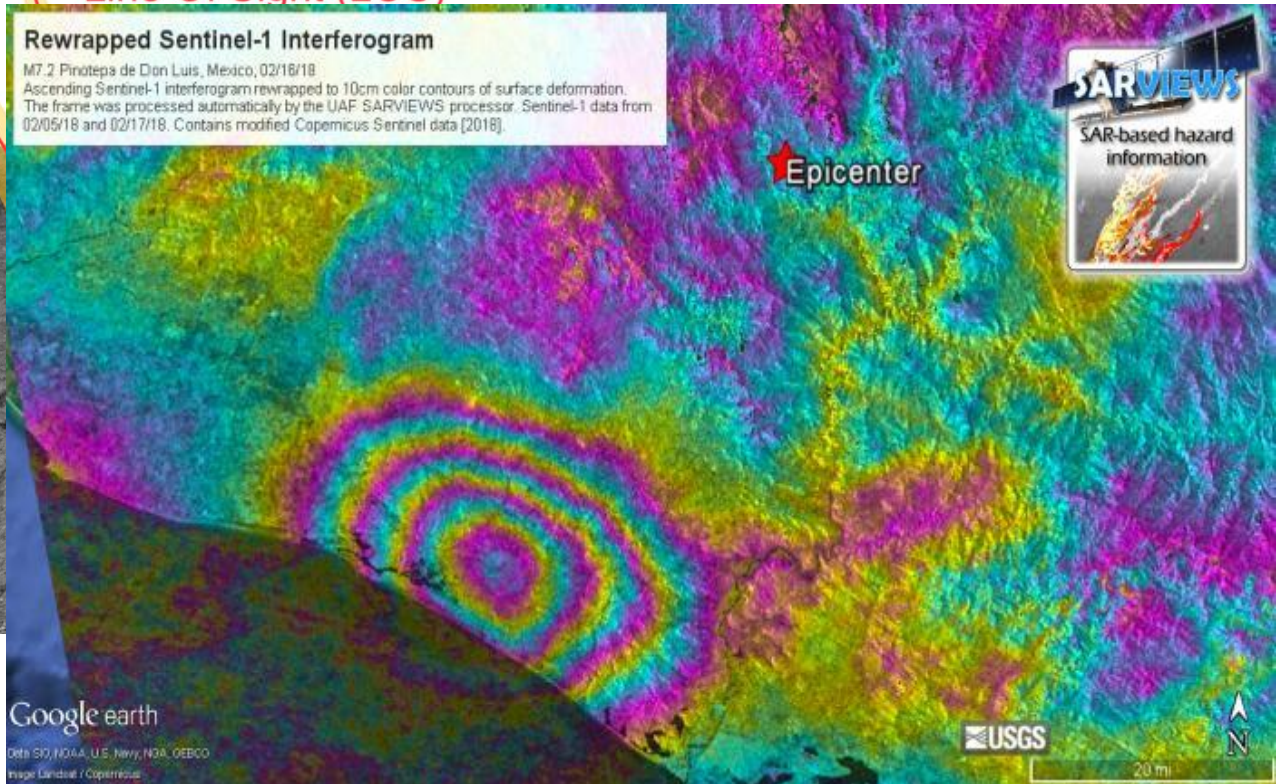
Amplitude



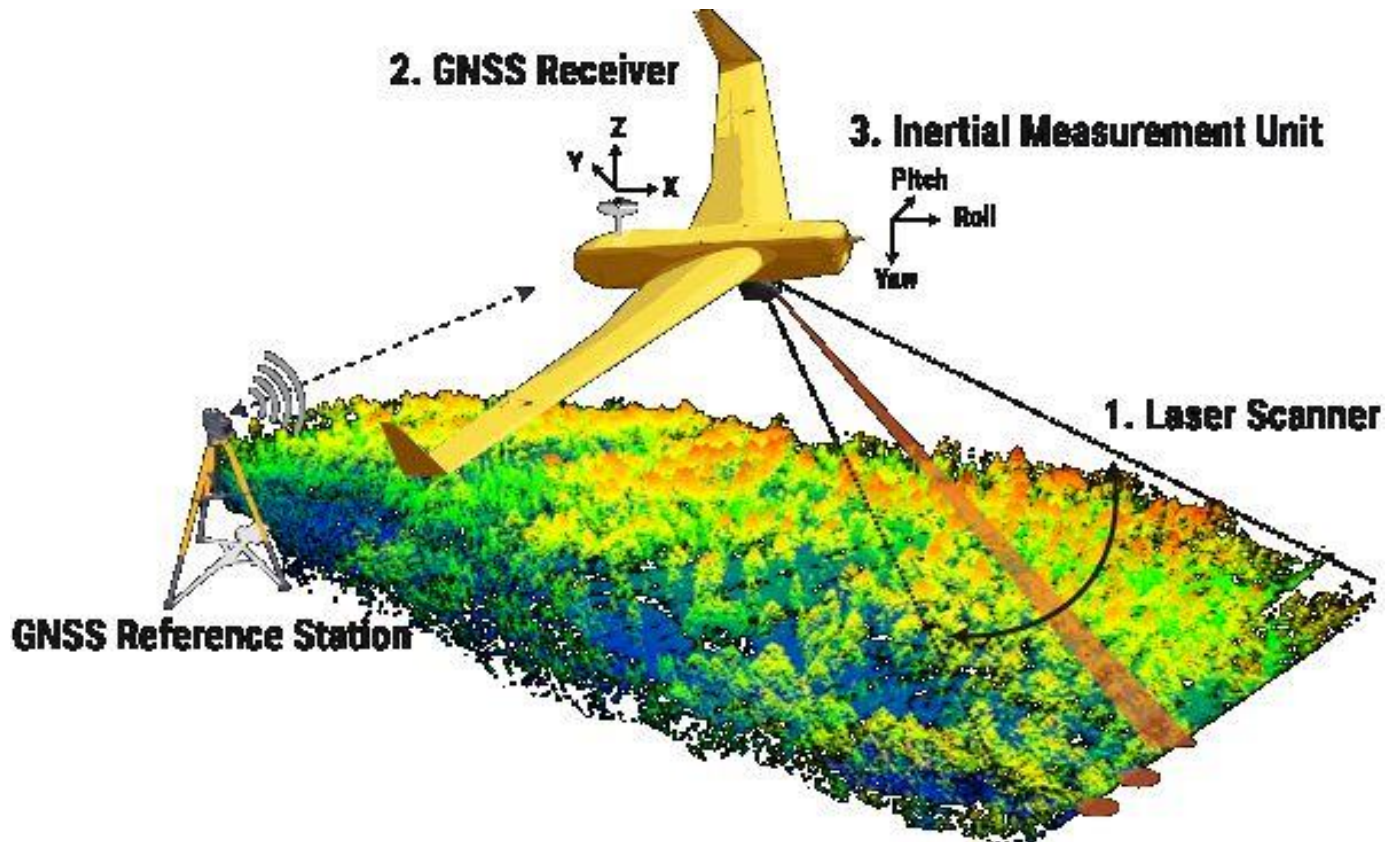
Phase



**Rewrapped Sentinel-1 Interferogram**  
 M7.2 Pinotepa de Don Luis, Mexico, 02/18/18  
 Ascending Sentinel-1 interferogram rewrapped to 10cm color contours of surface deformation. The frame was processed automatically by the UAF SARVIEWS processor. Sentinel-1 data from 02/05/18 and 02/17/18. Contains modified Copernicus Sentinel data [2018].

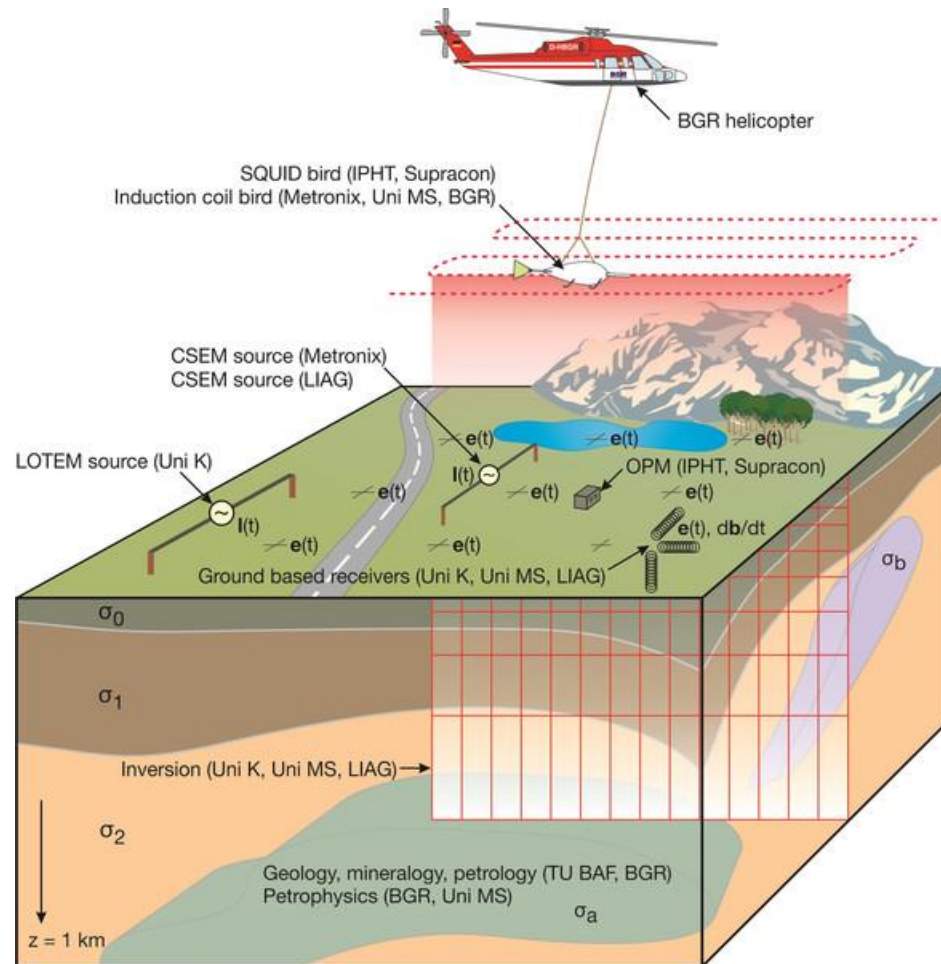


# LIDAR (Interferometría Laser)





# Magnetometría



Las estructuras geológicas – tectónicas reflejan patrones de tensión de la corteza o partes de la corteza.

Sus formas son influenciadas por

- **Tensión** actual y las tensiones diferentes en los patrones anteriores,
- **Propiedades del material deformado** (ductilidad → Plegamiento, flexión, rigidez → Fracturas, rupturas, fallas)
- Condiciones de **presión y temperatura** local y regional.

Todos estos factores se influyen mutuamente.

## Tipos de planos de ruptura:

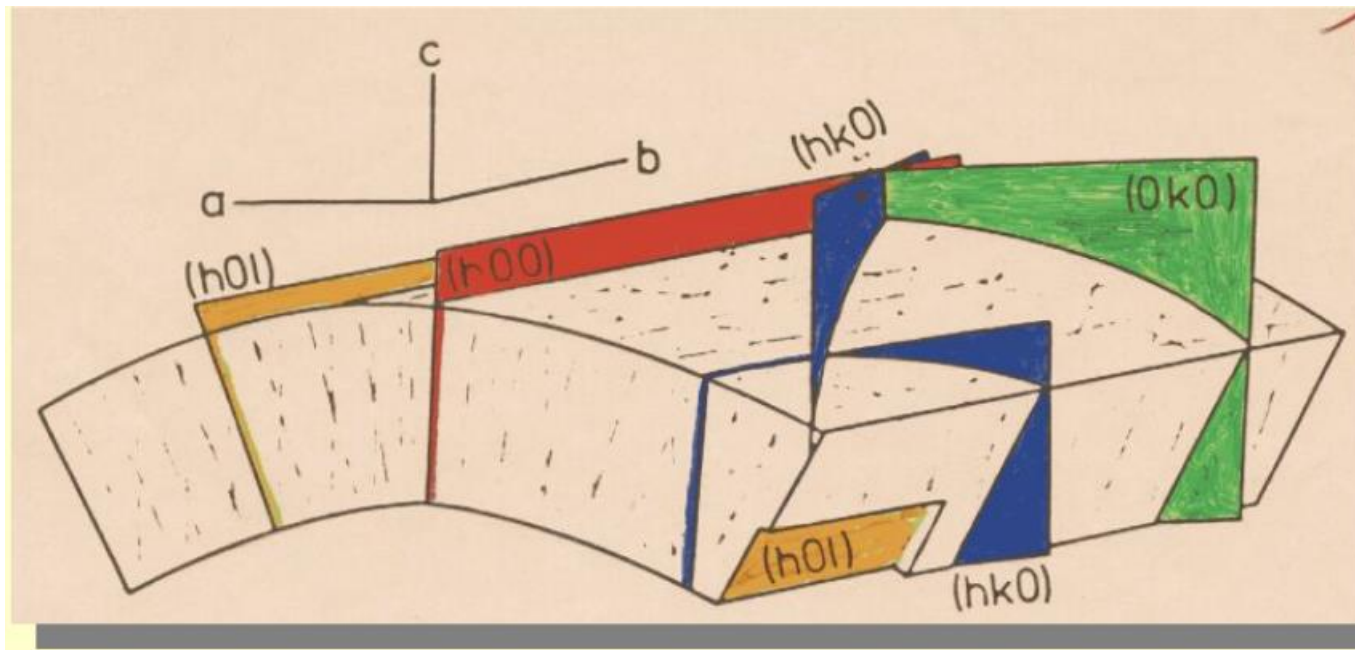
a- Eje de presión máxima, c- eje de presión mínima

b- Eje ortogonal a los dos (formará el eje de pliegues, p. ej.)

$h00$ - Planos bc – ortogonales a máxima presión

$0k0$ - Planos ac – ortogonales a mínima presión (frecuentemente fisuras abiertas)

$hk0$ ,  $h0l$ ,  $0kl$  – Planos de *shear* (frecuentemente planos de fallas)



# Llegar a un modelo conceptual

- Definir el „playtype“ del área de búsqueda
- Conseguir toda la información disponible de geología (mapas), perforaciones, manifestaciones hidrotermales, mediciones y escenas de sensorio remoto (interesante: Canal infrarrojo termal)
- Analizar donde faltan datos necesarios
- Mapeo geológico, estructural, hidrogeoquímico del área
- Decisión sobre métodos apropiados geofísicos para la exploración del subsuelo (ojo: La profundidad necesaria se define por play type y por el límite de costos)
- Modelo conceptual / estructural
- Primeras mediciones geofísicas para la confirmación o rechazo



---

BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND  
  
Bundesanstalt für  
Geowissenschaften und  
Rohstoffe (BGR)  
  
Hannover

REPÚBLICA DE HONDURAS  
  
Empresa Nacional de  
Energía Eléctrica (ENEE) –  
Empresa de Generación  
  
Tegucigalpa

## Regional Project Geothermal Energy Central America

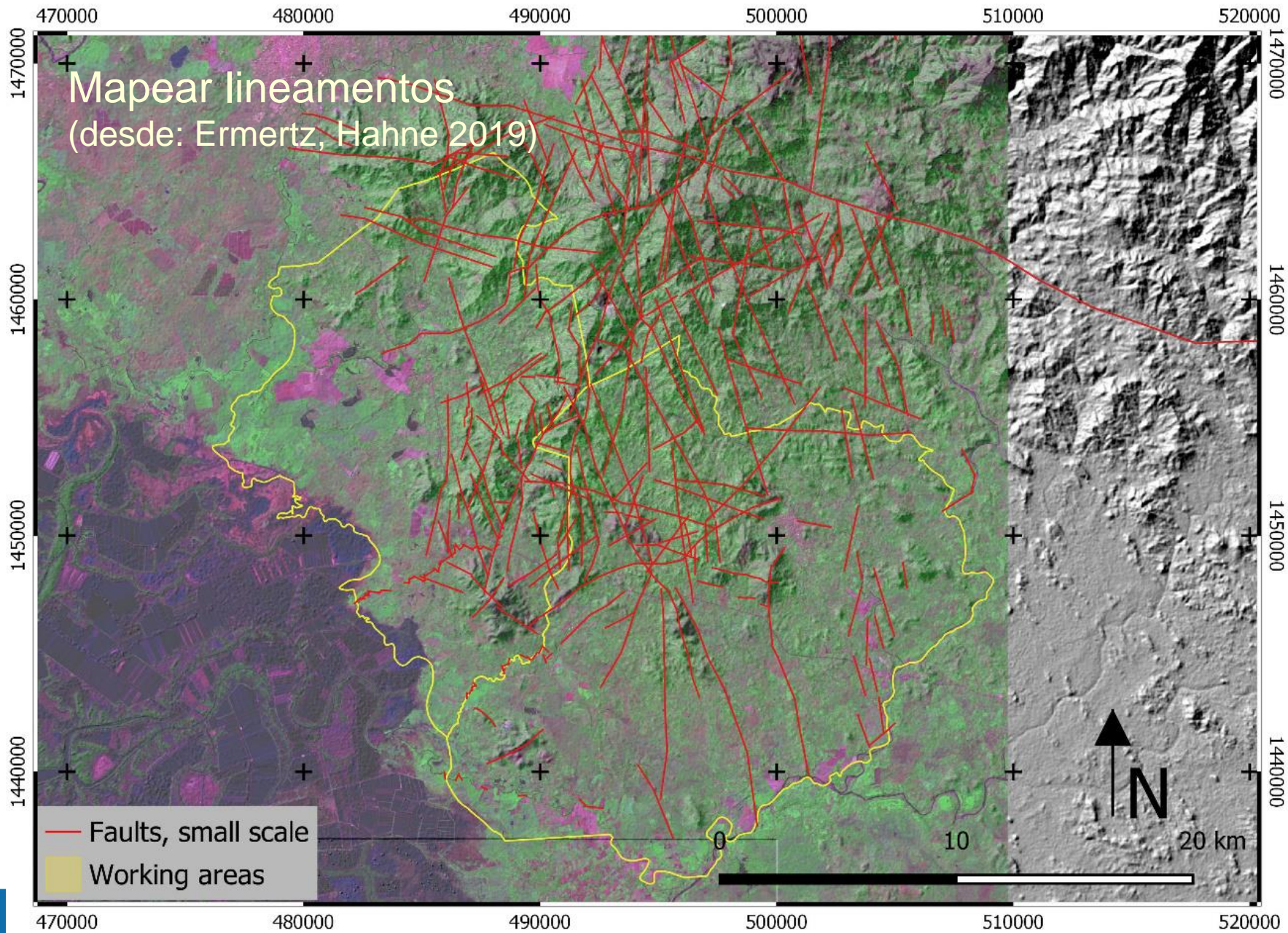
Lineament Mapping in Namasigüe/El Trifuno (Choluteca, Honduras)  
based on Remote Sensing data

Alina Ermertz  
Dr. Kai Hahne

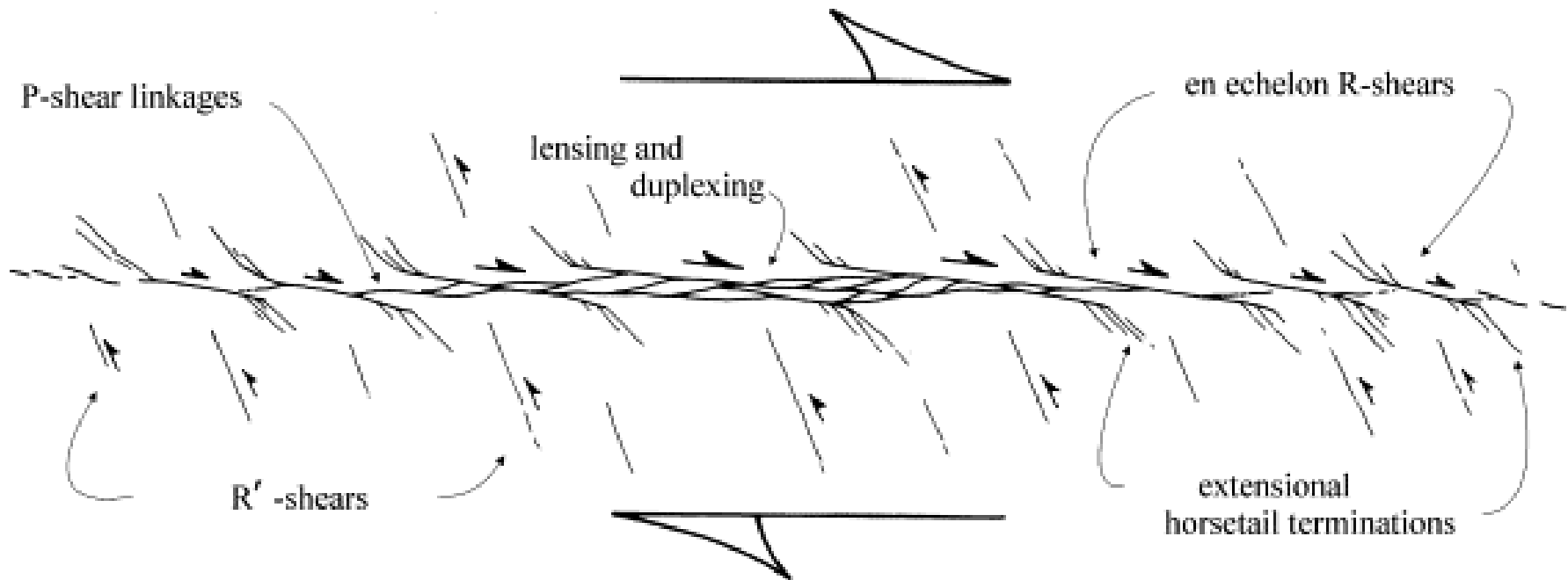


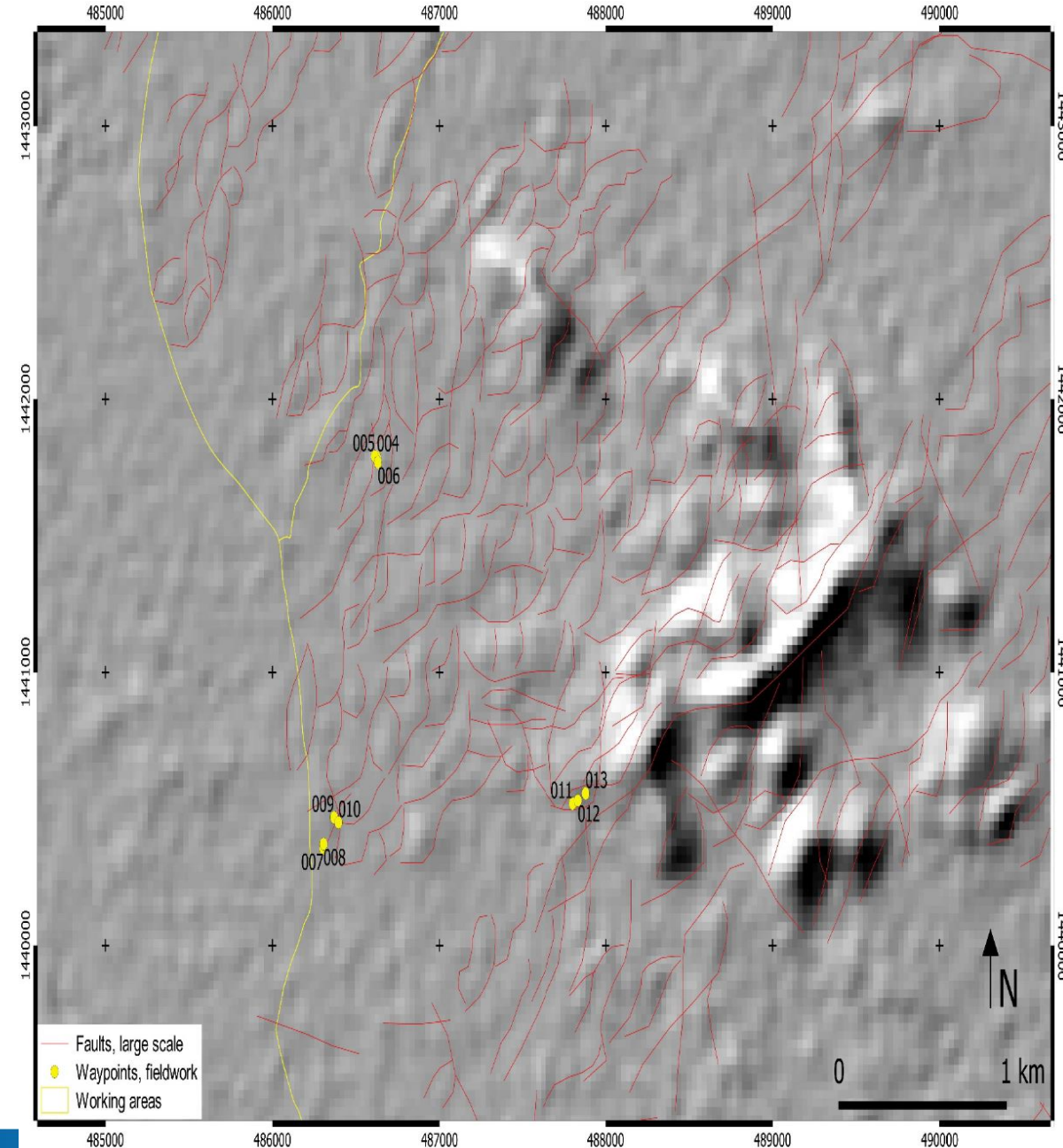
Bundesanstalt für  
Geowissenschaften  
und Rohstoffe

GEOZENTRUM HANNOVER



Terminología de una zona de fallas (Swanson 2006). La formación de cuerpos lenticulares crea patrones interconectados e ilustra la situación en la vista de larga escala (desde: Ermertz, Hahne 2019)

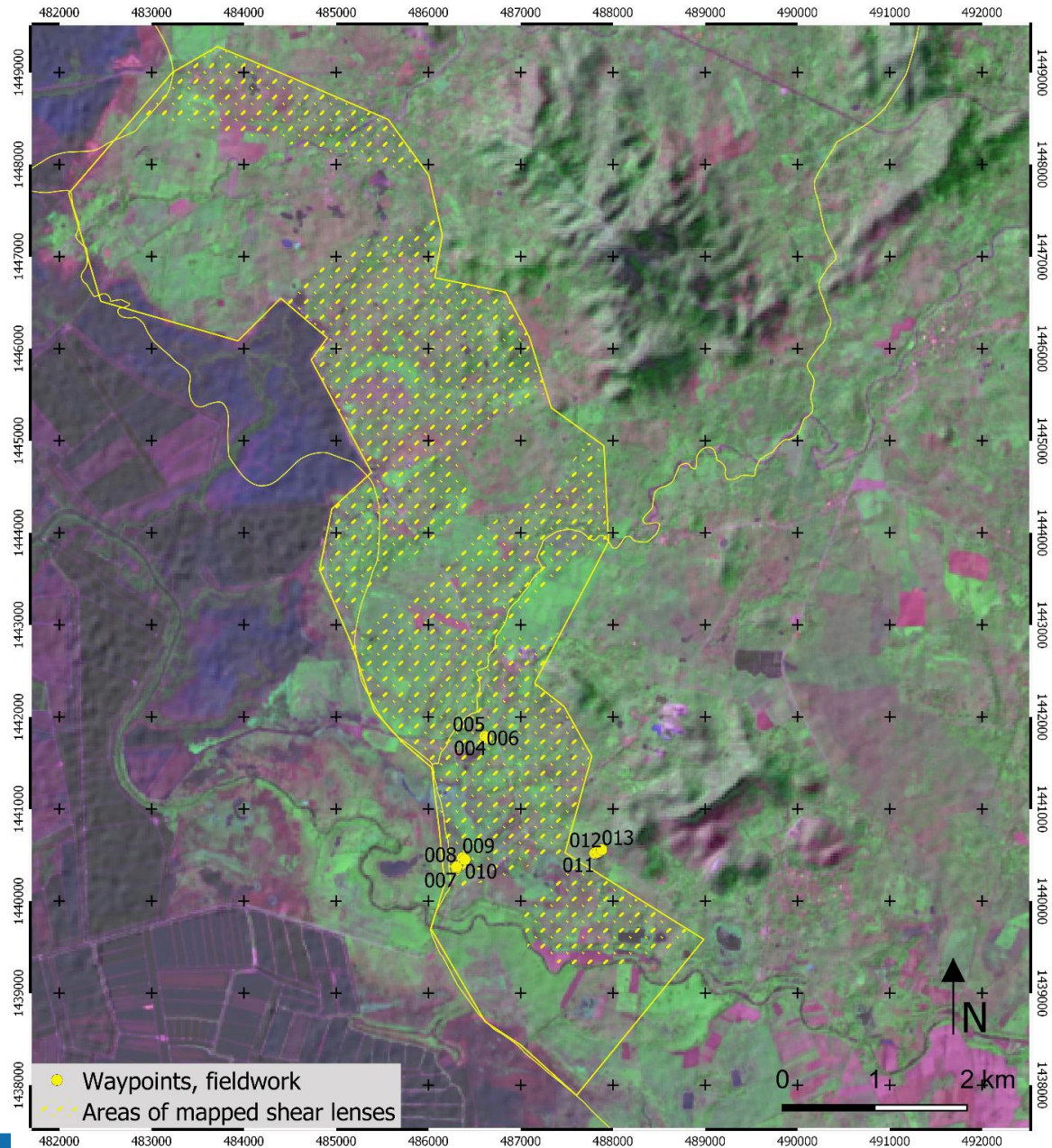




*Cuerpos lenticulares de Shear (discernibles en escala grande y marcadas por líneas rojas), documentadas en afloramientos de áreas topográficamente altas y bajas . En los puntos WPs 004-010 se encontraron emanaciones de agua caliente y CO2. SRTM DEM en el fondo*

(desde: Ermertz, Hahne 2019)





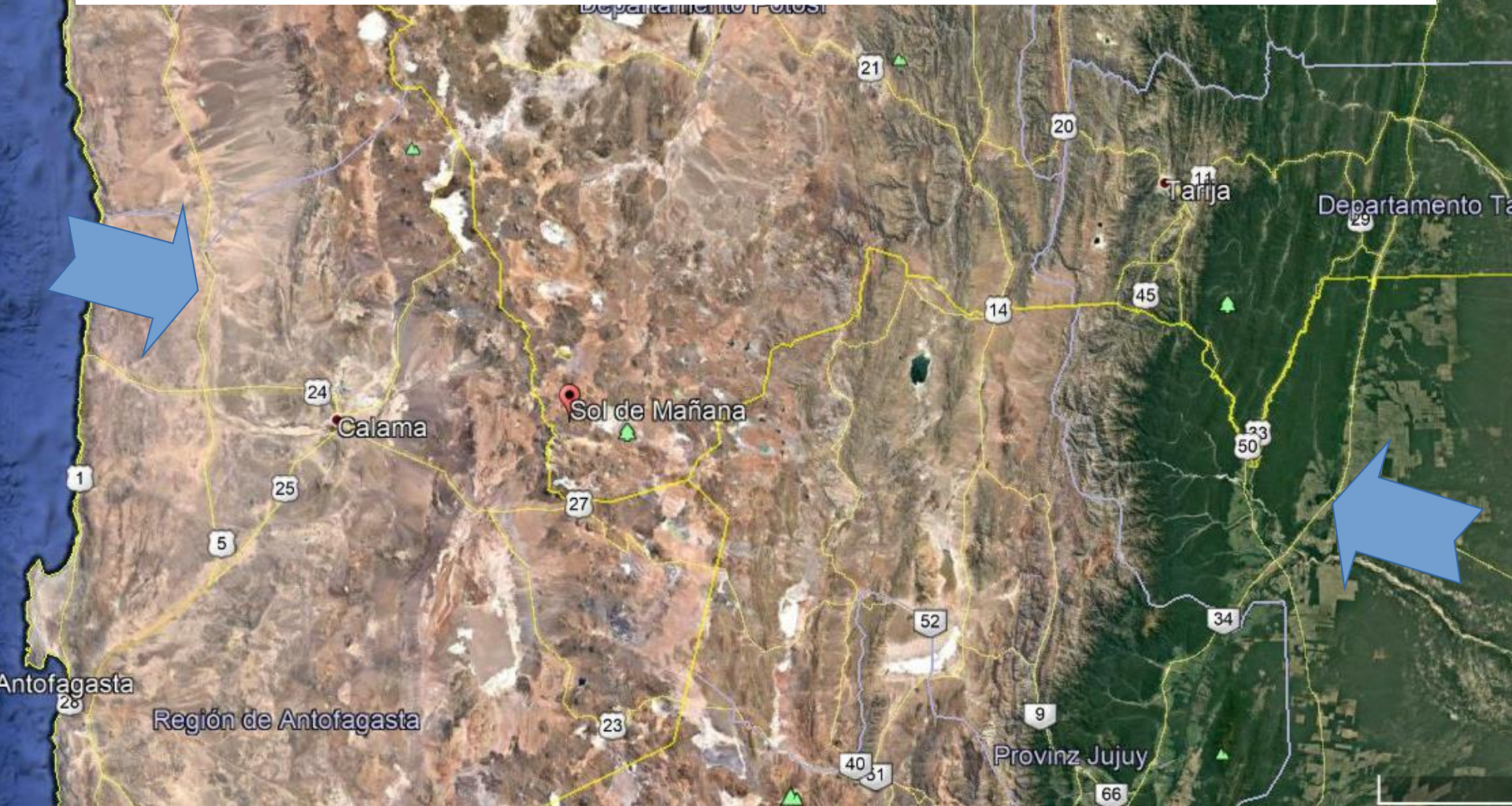
# Resultados:

- Area recomendada para exploración
- Cuerpos lenticulares de *shear*

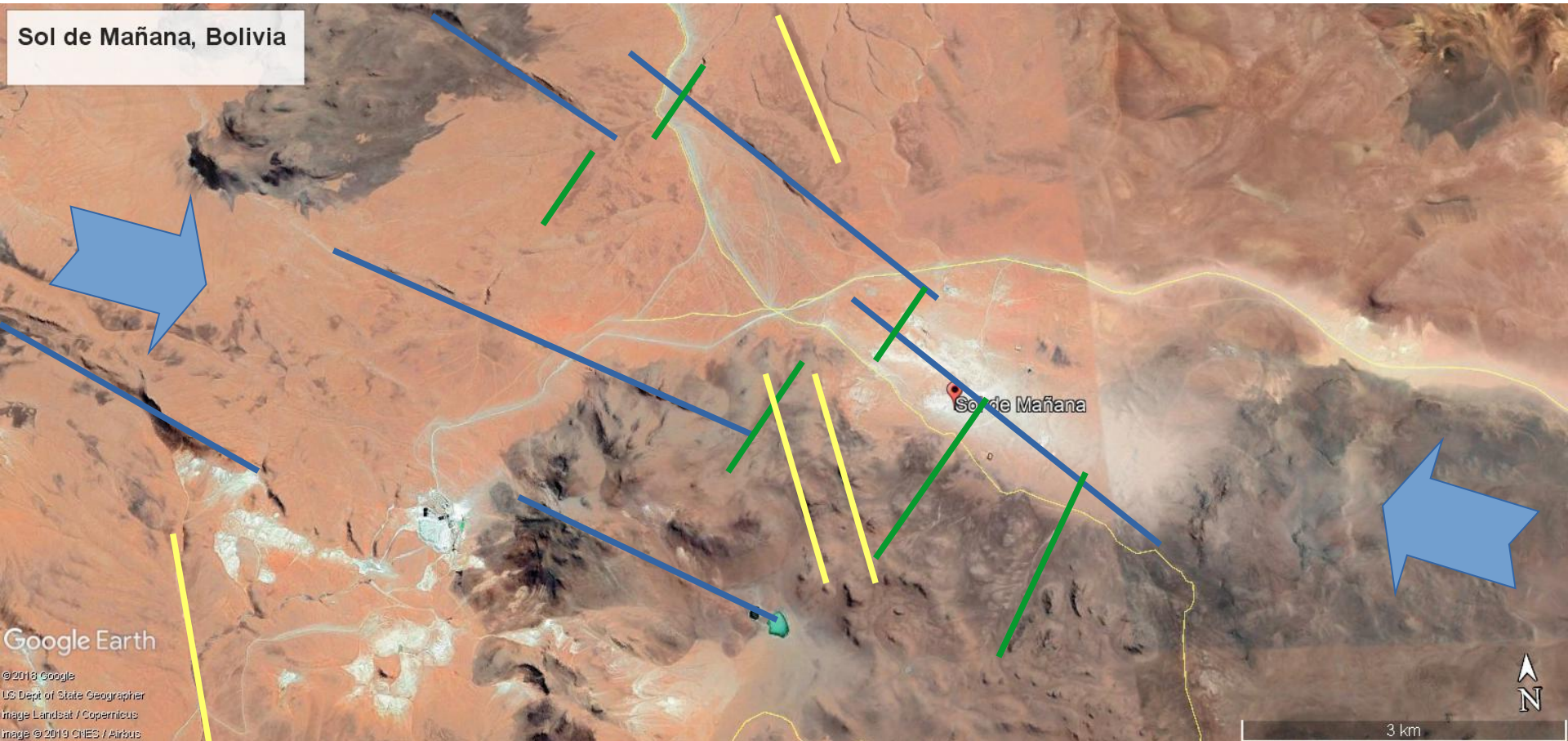
*Montado sobre sentinel-2, bandas 12 (rojo), 8a (verde) y 5 (azul) sobre relieve desde SRTM-DEM*

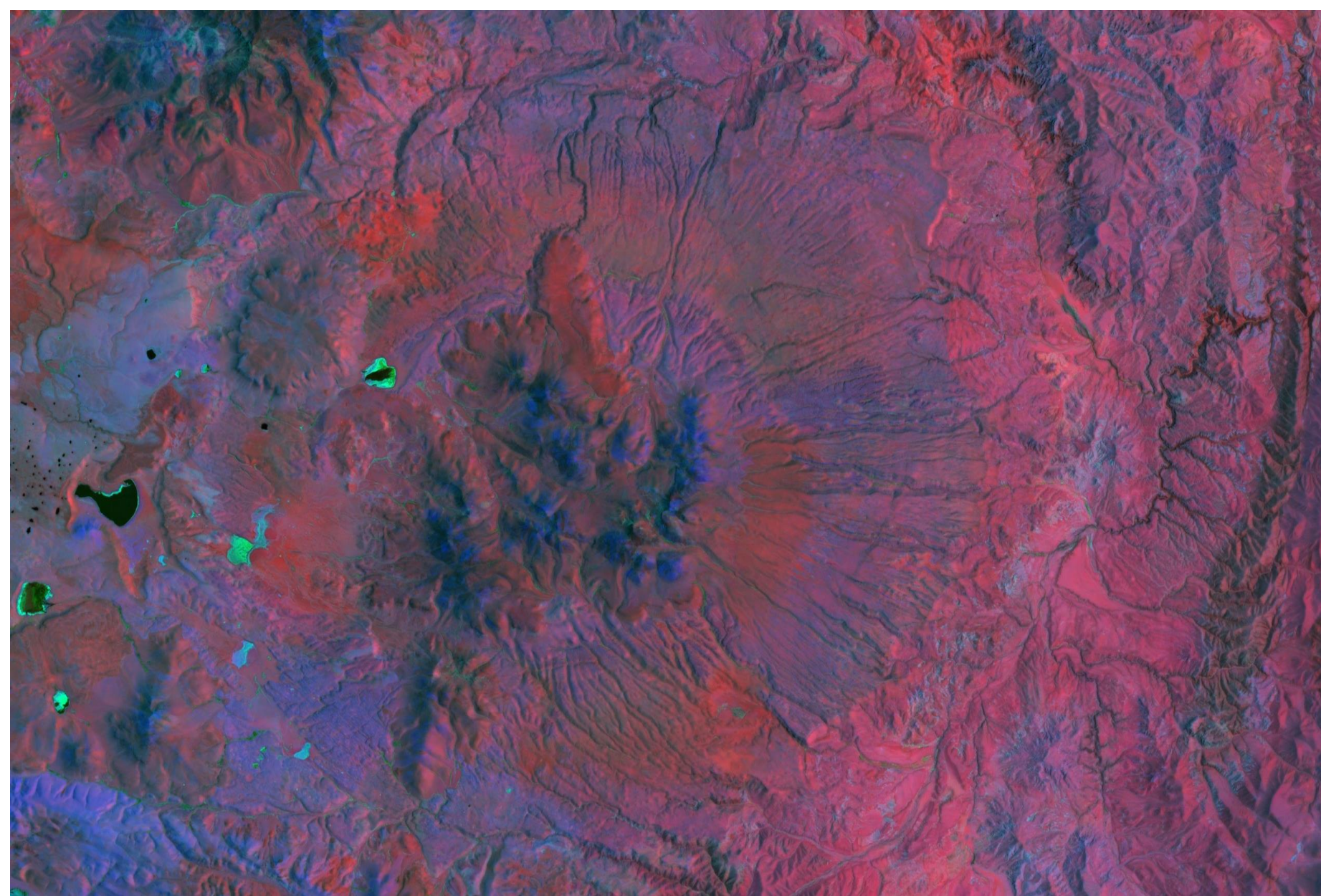
(desde: Ermertz, Hahne 2019)

# Un ejemplo desde Bolivia...



# ... con lineaciones





Bundesanstalt für  
Geowissenschaften  
und Rohstoffe

GEOZENTRUM HANNOVER



*¡Gracias por su atención!*



Bundesanstalt für  
Geowissenschaften  
und Rohstoffe

**GEOZENTRUM HANNOVER**