



Introducción al Radar de Apertura Sintética para Aplicaciones en Ecosistemas

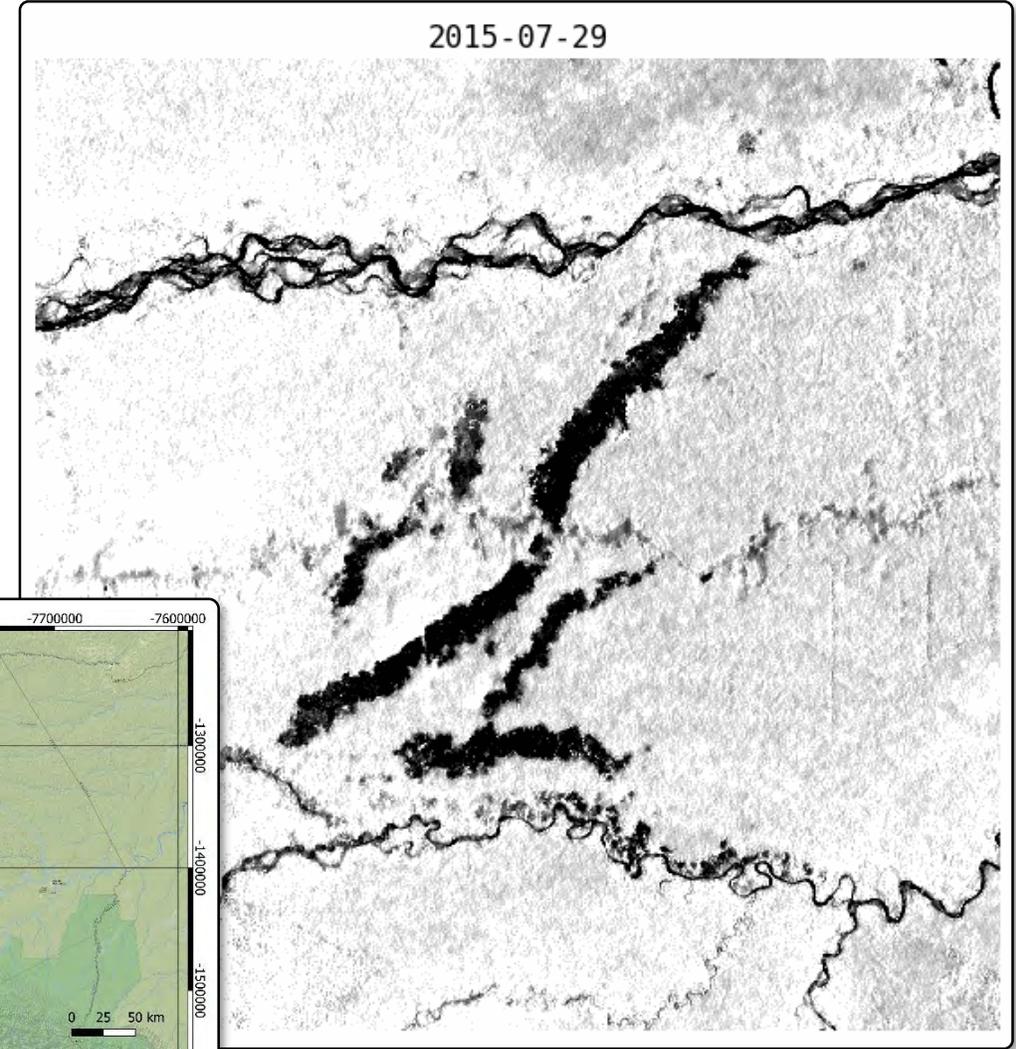
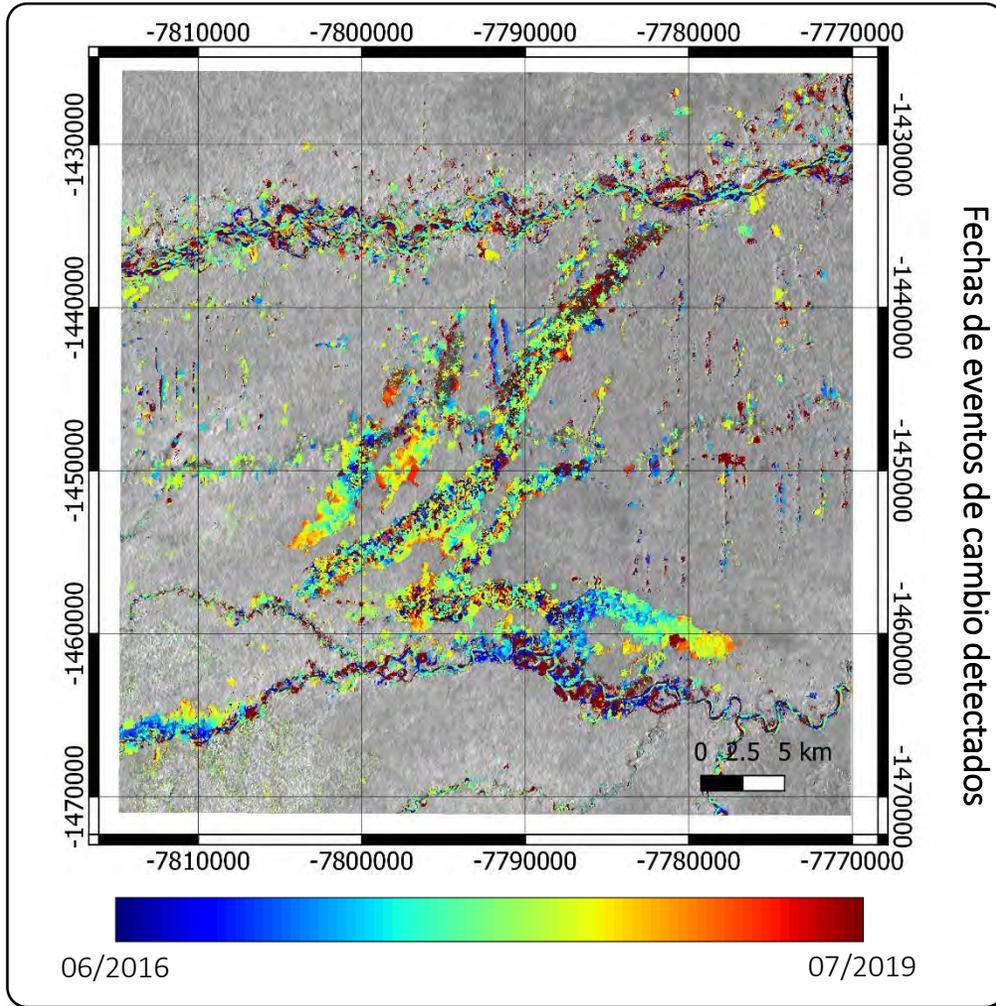
Contribuidores:

Franz J Meyer¹⁾, A. Flores²⁾, V. Martin²⁾, E. Anderson²⁾, E Cherrington²⁾

¹⁾Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks; ²⁾University of Alabama, Huntsville, AL, USA;



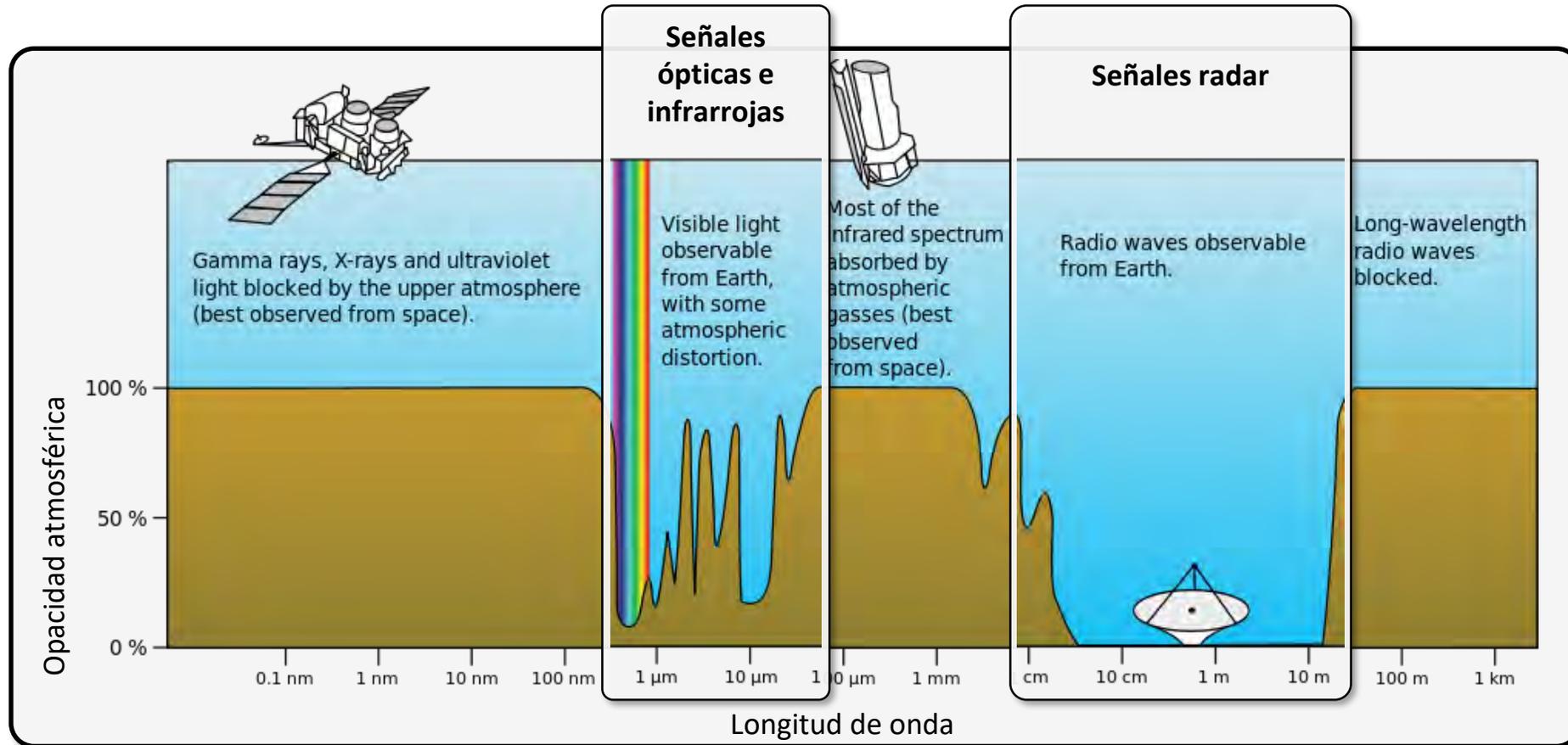
- **Serie temporal de SAR** : Sitios de deforestación en Madre de Dios, Perú



Longitudes de onda separan los datos radar de los opticos

- El radar tiene excelentes capacidades para monitorear cambios globales rutinariamente
 - Capacidad de tomar imágenes 24/7: ya que es independiente del tiempo e iluminación
 - Rendimiento Avanzado de detección de cambios: debido a la geometría estable de la imagen y a la fuente de señal propia
 - Complementario a sensores ópticos: provee información independiente de la superficie

NASA Earth Observatory images by Robert Simmon,
using Suomi NPP VIIRS data from Chris Elvidge
(NOAA National Geophysical Data Center)



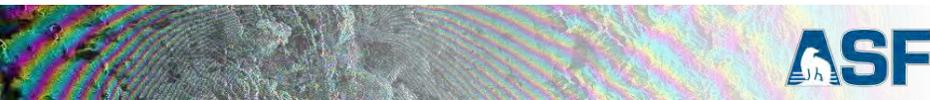
El Espectro de Microondas

Banda	Frecuencia f_0		Long de onda $\lambda = c/f_0$		Aplicacion tipica
Ka	27 – 40	GHz	1.1 – 0.8	cm	Raramente se usa para SAR (vigilancia en aeropuertos)
K	18 – 27	GHz	1.7 – 1.1	cm	Raramente se usa para SAR (absorción de H ₂ O)
Ku	12 – 18	GHz	2.4 – 1.7	cm	Raramente se usa para SAR (altimetría satelital)
X	8 – 12	GHz	3.8 – 2.4	cm	Resolución alta de SAR (monitoreo urbano; hielo y nieve; poca penetración en la cobertura vegetal; decadencia de coherencia rápida en áreas con vegetación)
C	4 – 8	GHz	7.5 – 3.8	cm	Caballo de batalla de SAR (mapeo global; detección de cambio; monitoreo de áreas con cobertura de vegetación de baja a moderada; penetración mejorada; mayor coherencia)
S	2 – 4	GHz	15 – 7.5	cm	Poco pero creciente uso en Obs. Terrestres basadas en SAR monitoreo de agricultura (NISAR tendrá Banda-S; expande aplicaciones de la banda-C para áreas con mayor densidad de vegetación)
L	1 – 2	GHz	30 – 15	cm	Resolución media de SAR (Monitoreo geofísico; mapeo de biomasa y vegetación; alta penetración; InSAR)
P	0.3 – 1	GHz	100 – 30	cm	Estimación de biomasa. Mapeo y evaluación de vegetación. SAR experimental.

Comparación de datos Landsat-8 y Sentinel-1 of Glaciar Bering, Alaska

Serie temporal Landsat-8
Ene 2018 – Ene 2019

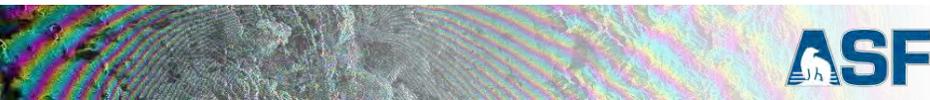
Serie temporal SAR Sentinel-1
Banda-C; Ene 2018 – Ene 2019



Características relevantes de SAR para Monitoreo de Ecosistemas

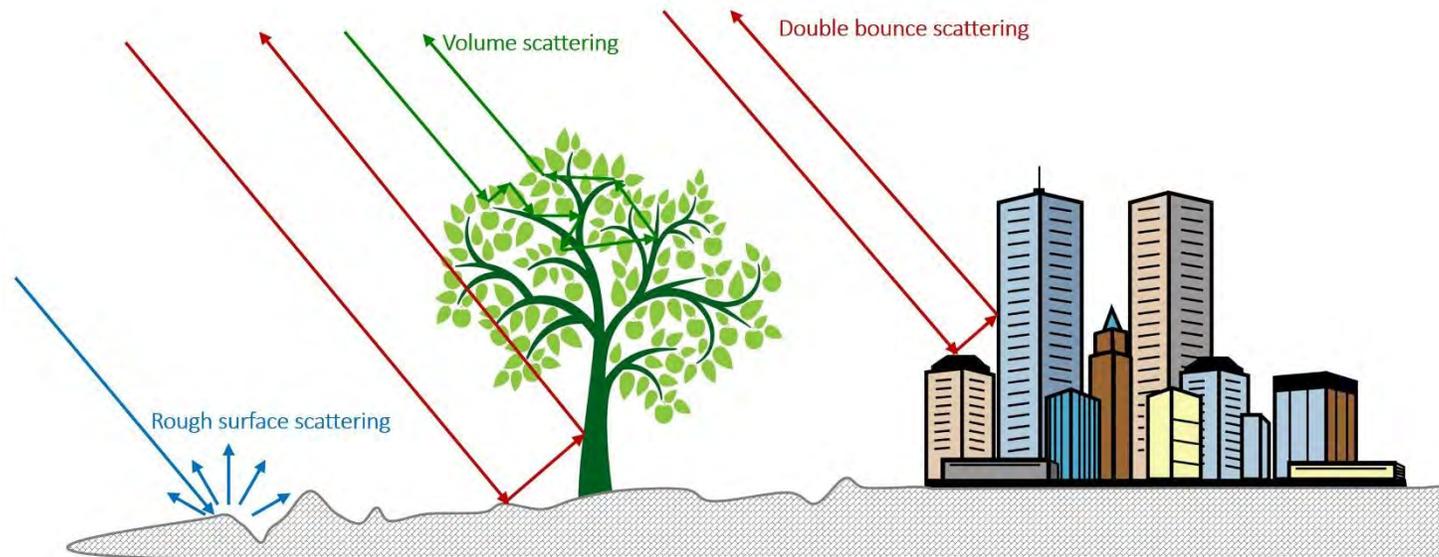
- Los valores de retrodispersión SAR están determinados por las características del **sensor** y del **objetivo**
- **Características del Sensor:**
 - frecuencia/longitud de onda de SAR,
 - Polarización de la señal SAR transmitida y recibida,
 - ángulo de incidencia del haz radar que interactúa con el suelo,
 - Y dirección de mirada del sensor
- **Características del Objetivo :**
 - Humedad en suelos y vegetación; agua estancada abierta y agua estancada debajo del dosel
 - Aumento en la humedad de los suelos y vegetación → incrementa la retrodispersión SAR
 - Agua estancada abierta → típicamente muy oscura - Sin embargo, viento y corrientes pueden agitar el agua y aumentar el brillo especialmente para observaciones de longitud de onda corta (banda X y C)
 - En longitudes de onda más largas, el efecto de doble rebote debajo del dosel puede tener una fuerte señal de retrodispersión (ver Diapositiva 9)

Especialmente para análisis de series de tiempo:
Usar datos con las mismas características del sensor
→ Para evitar interpretaciones erróneas de características del sensor como cambio



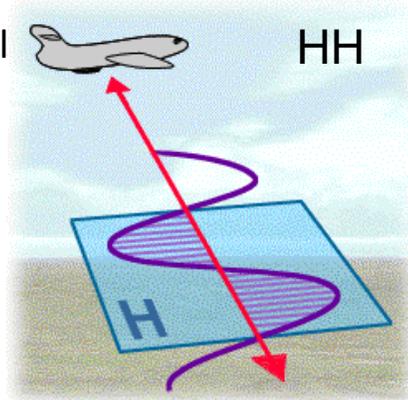
¿Que ve SAR?

- En la longitud de onda del radar, la dispersión es muy física y puede describirse como una serie de rebotes en las interfaces de dispersión
- Tres mecanismos principales de dispersión dominan:
 - **Dispersión en superficies (rugosas)**: agua, suelos desnudos, caminos – la dispersión depende en gran medida de la rugosidad de la superficie y la longitud de onda del sensor (ver Diapositiva # 6)
 - **Dispersión de doble-rebote** : Edificios, troncos de arboles, postes de luz– poca dependencia de la longitud de onda
 - **Dispersión volumétrica**: Vegetación; suelos secos con alta penetración – depende fuertemente de la longitud de onda del sensor y las propiedades dieléctricas del medio



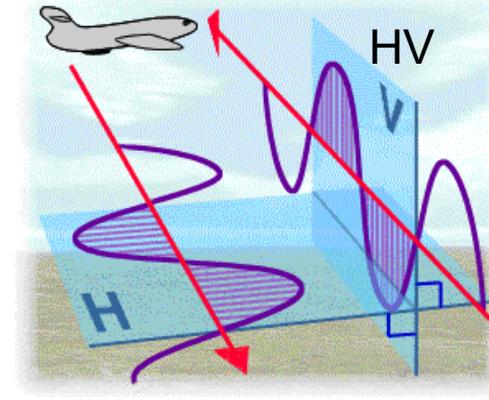
Diferentes polarizaciones de SAR ven cosas diferentes

Transmisión Horizontal
Recepción Horizontal



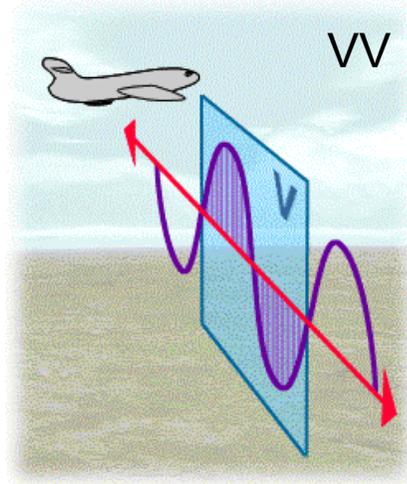
HH

Transmisión Horizontal
Recepción Vertical



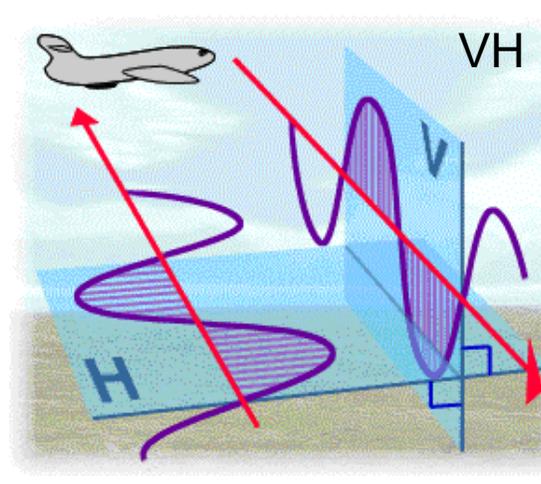
HV

Transmisión Vertical
Recepción Vertical



VV

Transmisión Vertical
Recepción Horizontal



VH



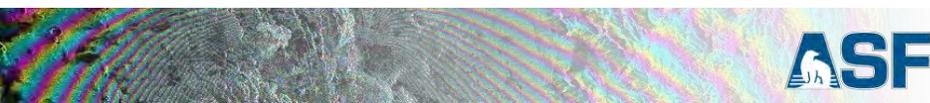
Configuraciones del sistema SAR polarimétrico

- **Polarización singular ('single pol'):**
 - VV o HH (o posiblemente HV o VH)

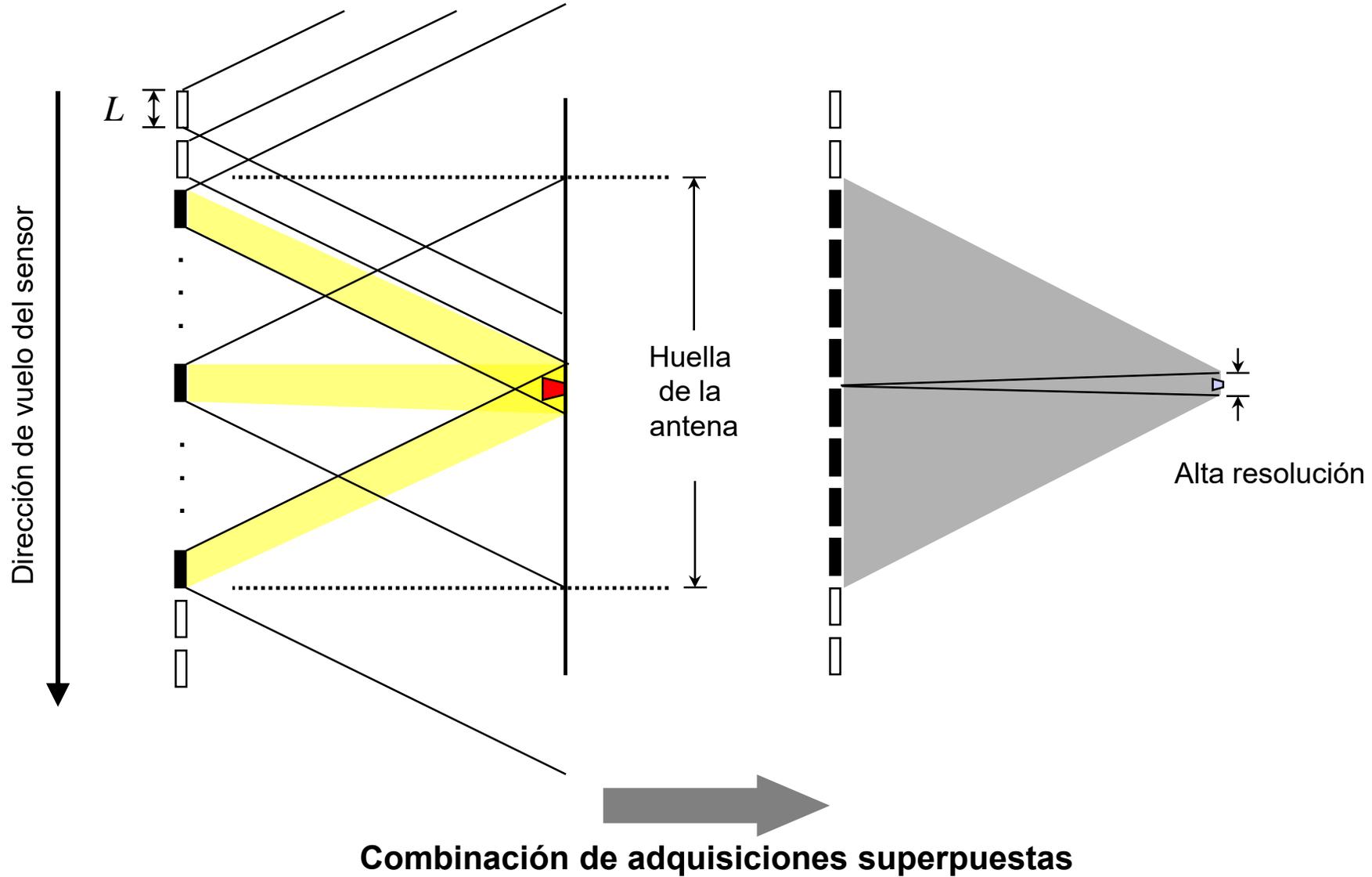
- **Polarización doble ('dual pol'):**
 - HH y HV, VV y VH, o HH y VV

- **Polarización cuádruple ('quad pol', o totalmente polarimétrico):**
 - HH, VV, HV, y VH

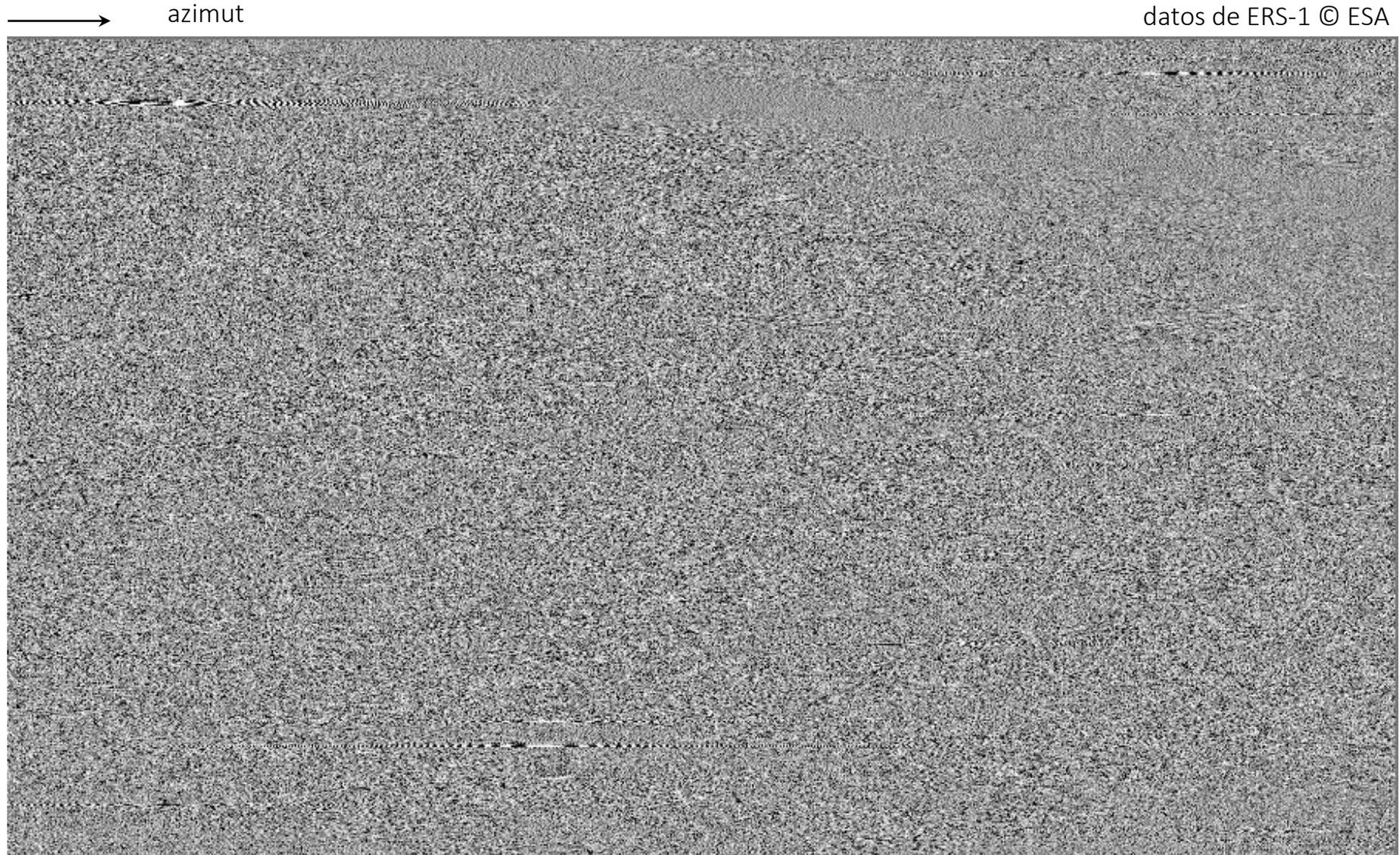
La fase relativa entre canales es información importante



Formación de una apertura sintética— Principio SAR



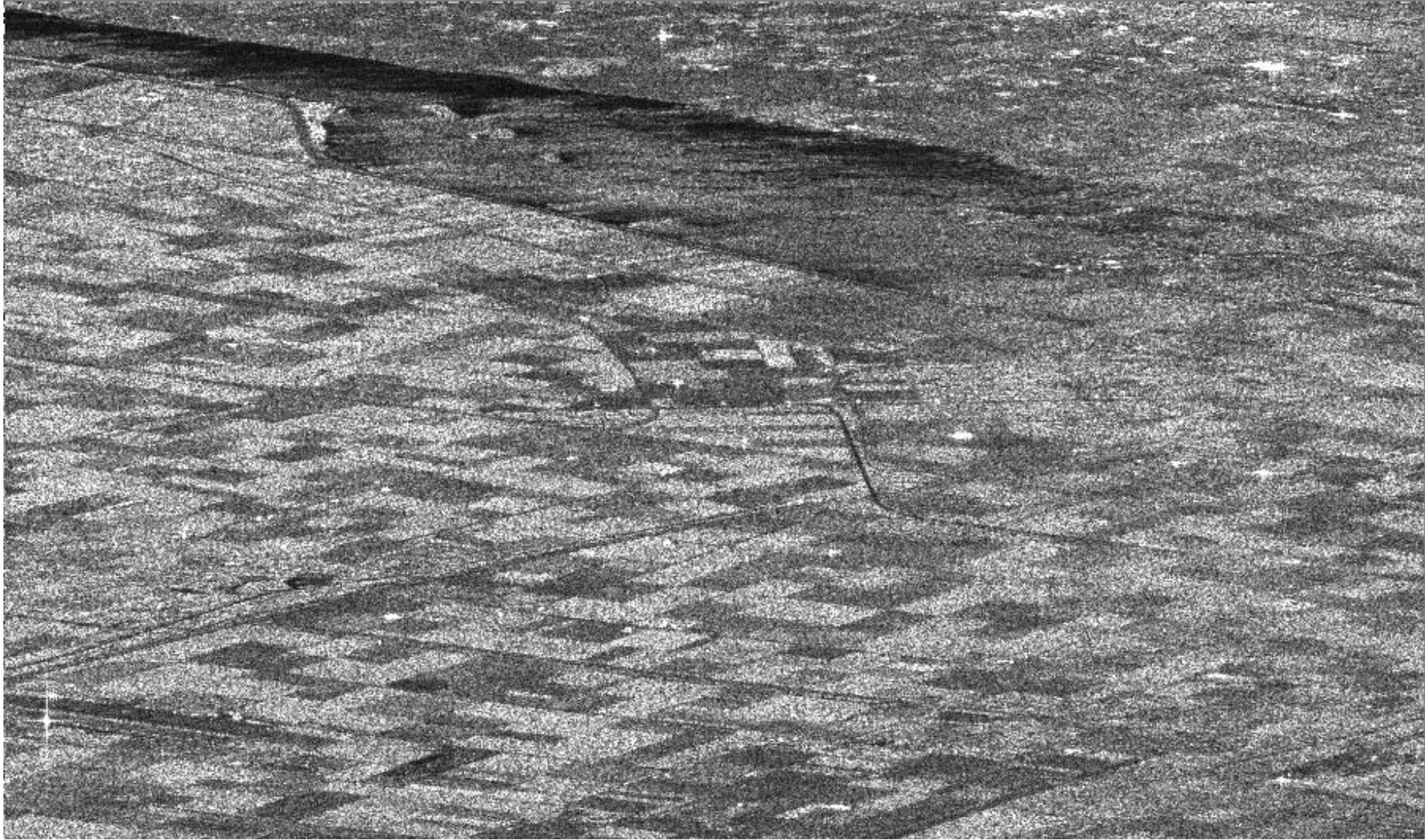
Observación SAR Original



Datos SAR después de la formación de la imagen

→ azimut

Datos de ERS-1 © ESA

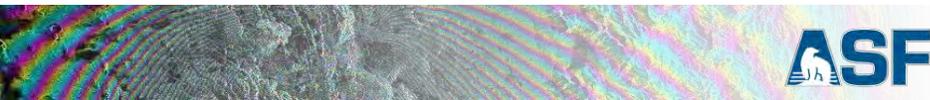


Datos SAR después de la formación de imágenes y múltiples miradas (multi-looking) para reducir el ruido

Después de un promedio de píxeles en el azimut de 4 para lograr píxeles cuadrados aproximadamente



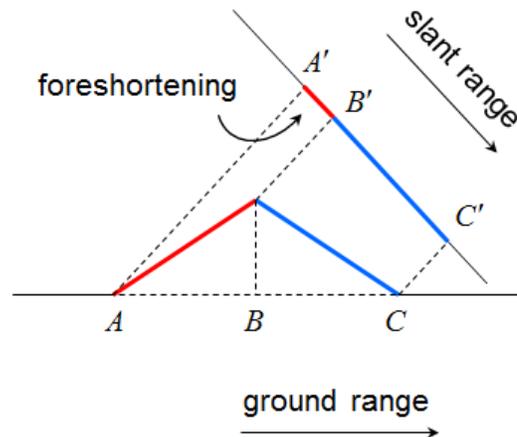
Datos de ERS-1 © ESA



Tres tipos de distorsiones geométricas ocurren como consecuencia del ángulo oblicuo

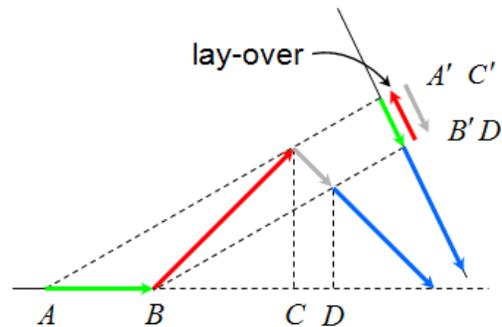
Escorzo/perspectiva (foreshortening)

- Pendiente orientada al sensor acortada en la imagen
- Estos efectos disminuyen al aumentar el ángulo de *mirada*



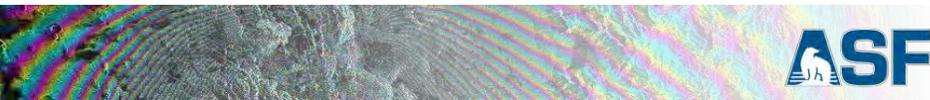
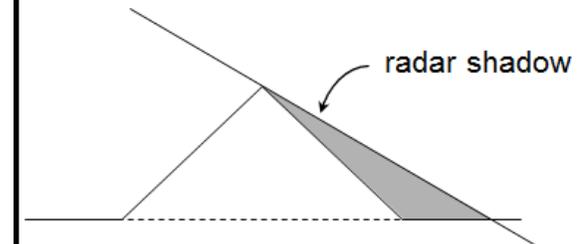
Inversión por relieve (Layover)

- Cima de la montaña sobrepuesta a la base delante de la montaña
- Estos efectos disminuyen al aumentar el ángulo de mirada



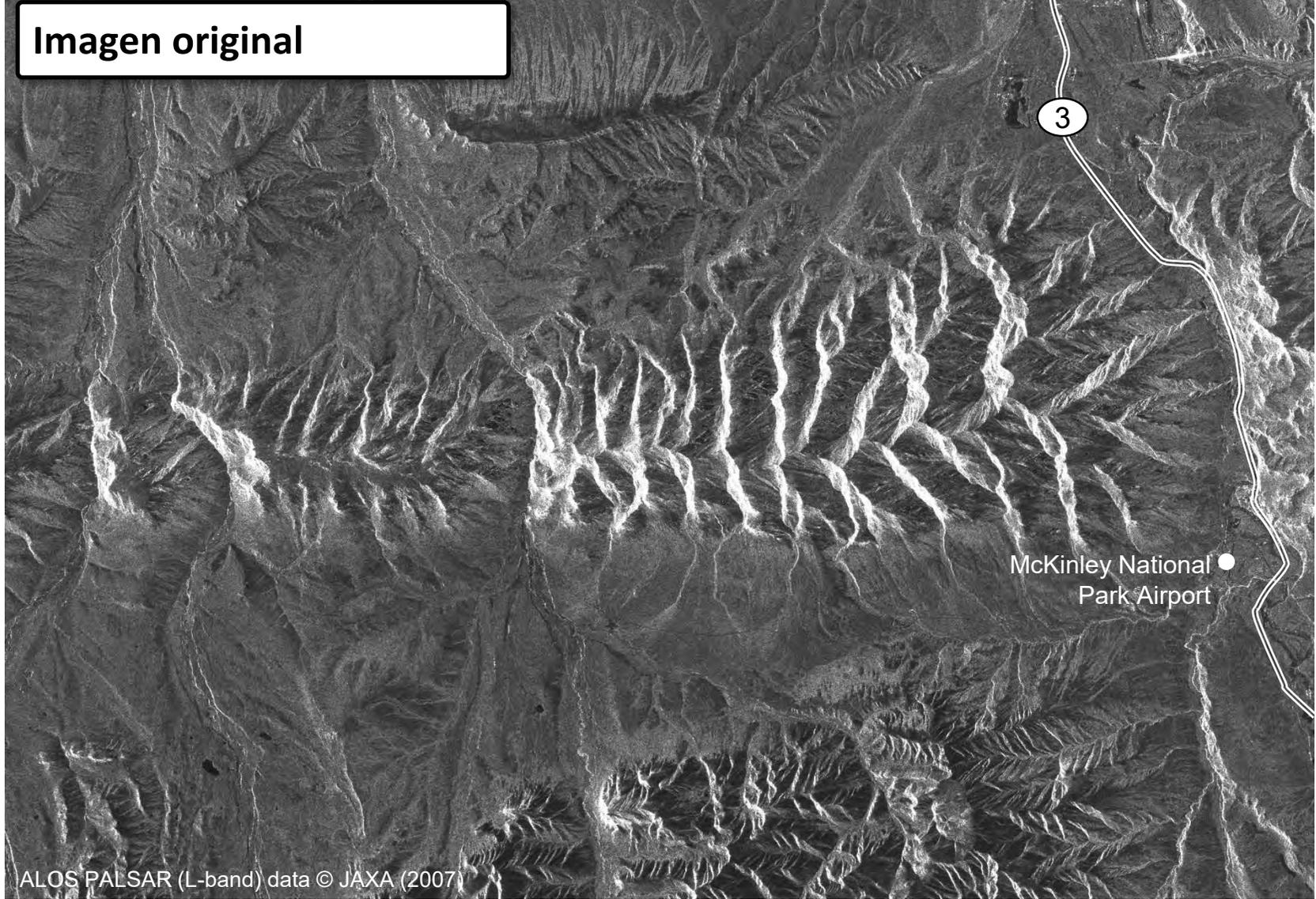
Sombra

- Área atrás de la montaña no puede ser vista por el sensor
- Estos efectos aumentan al aumentar el ángulo de mirada



Ejemplo de corrección geométrica del terreno (I)

Imagen original

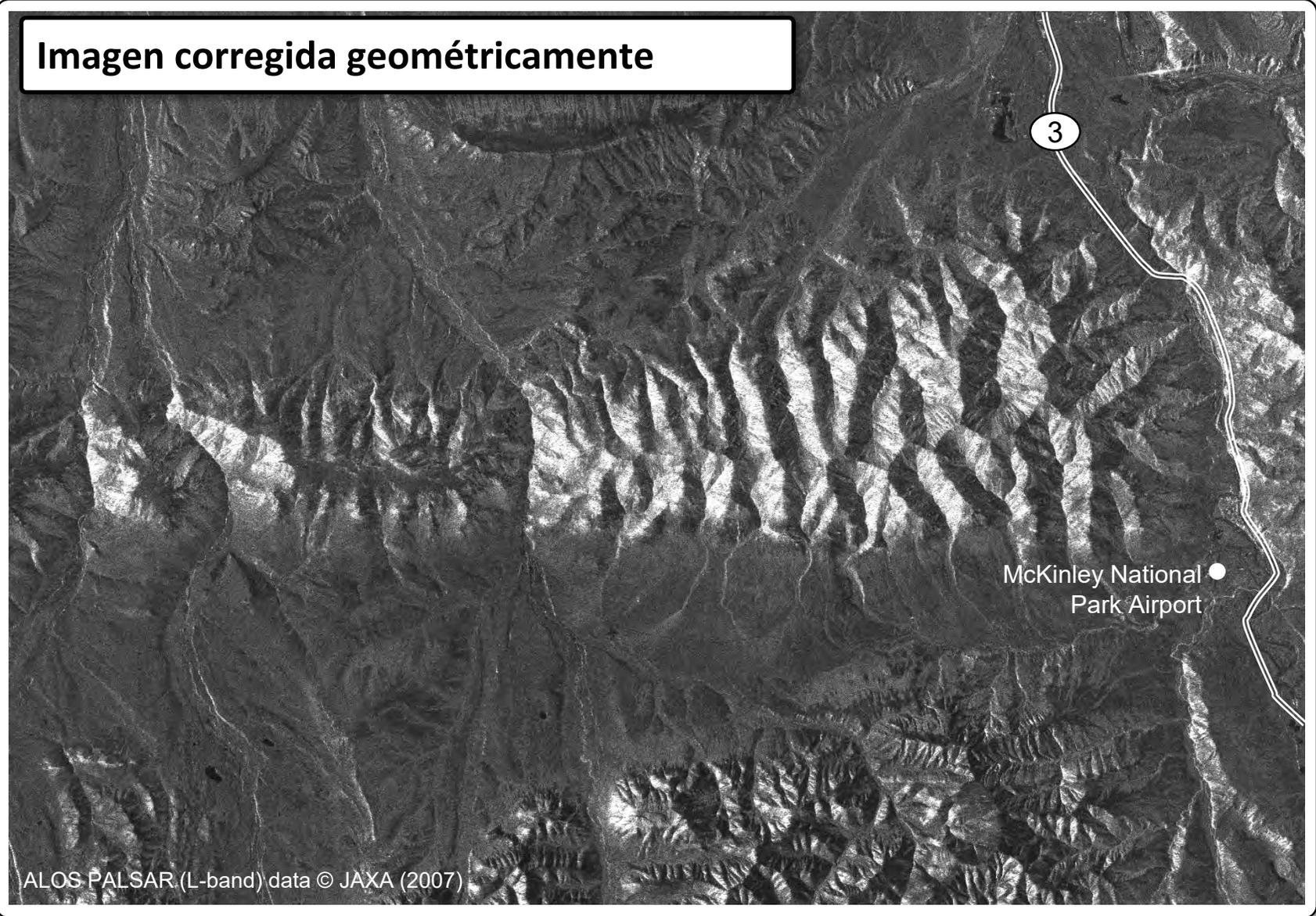


ALOS PALSAR (L-band) data © JAXA (2007)



Ejemplo de Corrección geométrica del terreno (II)

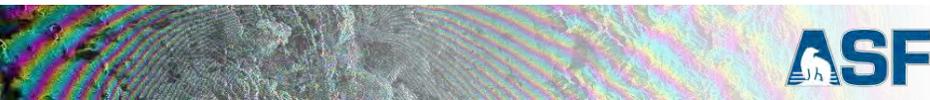
Imagen corregida geoméricamente



Corrección Radiométrica del Terreno

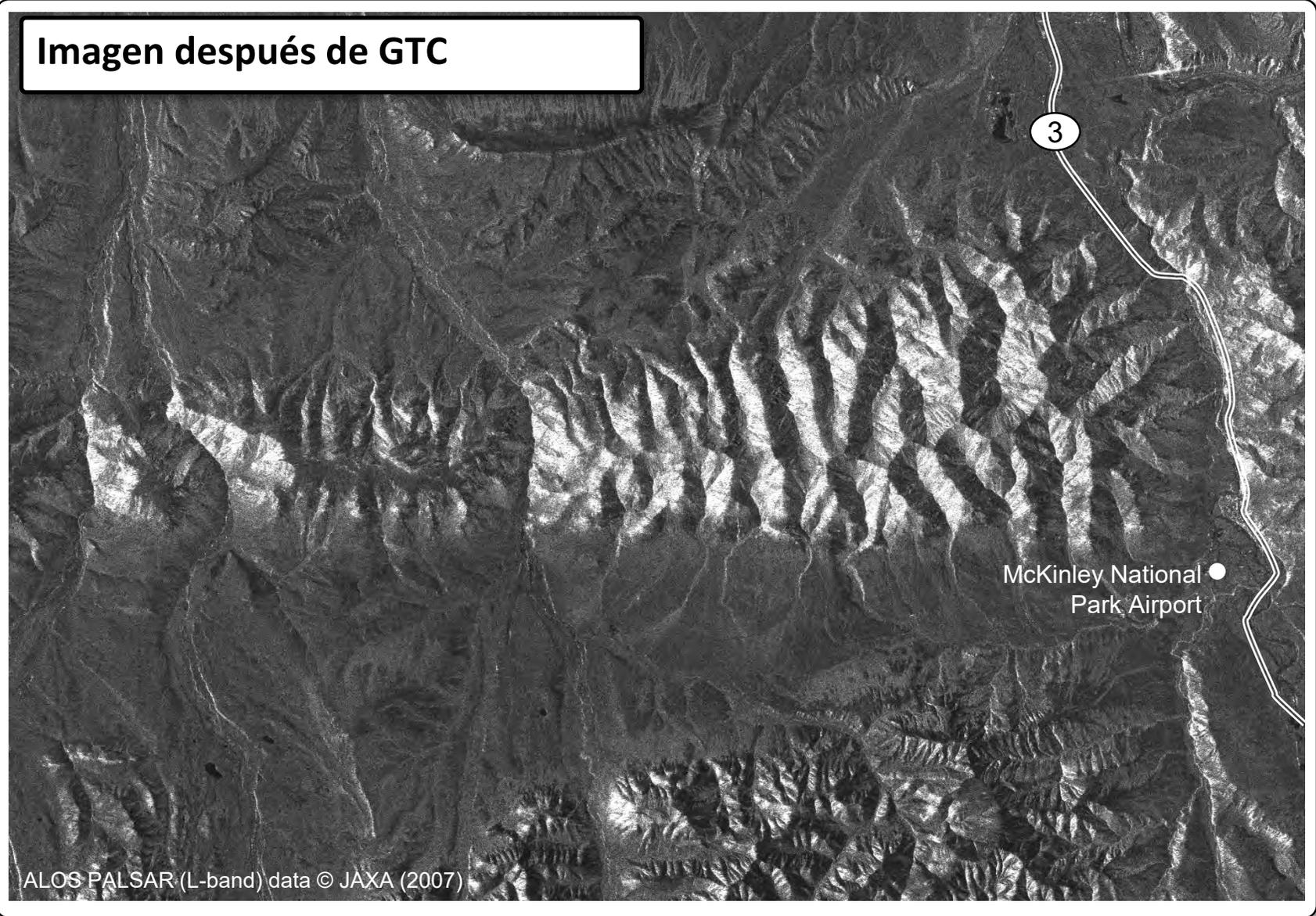
- **Problema:** Las pendientes orientadas al sensor aparecen demasiado brillantes en las imágenes de radar.
- **Causa:** El tamaño del pixel en las pendientes orientadas al sensor es mayor → mas área es integrada en el pixel → el brillo aumenta

- **Solución: Corrección Radiométrica del Terreno (RTC, por sus siglas en ingles)**
 1. Usando el DEM y observación geométrica, se calcula el *área equivalente exacta* A_σ cubierta por cada pixel
 2. Normaliza la sección transversal por A_σ para llegar a datos normalizados del terreno σ_T^0



Ejemplo de Corrección Radiométrica del Terreno (I)

Imagen después de GTC

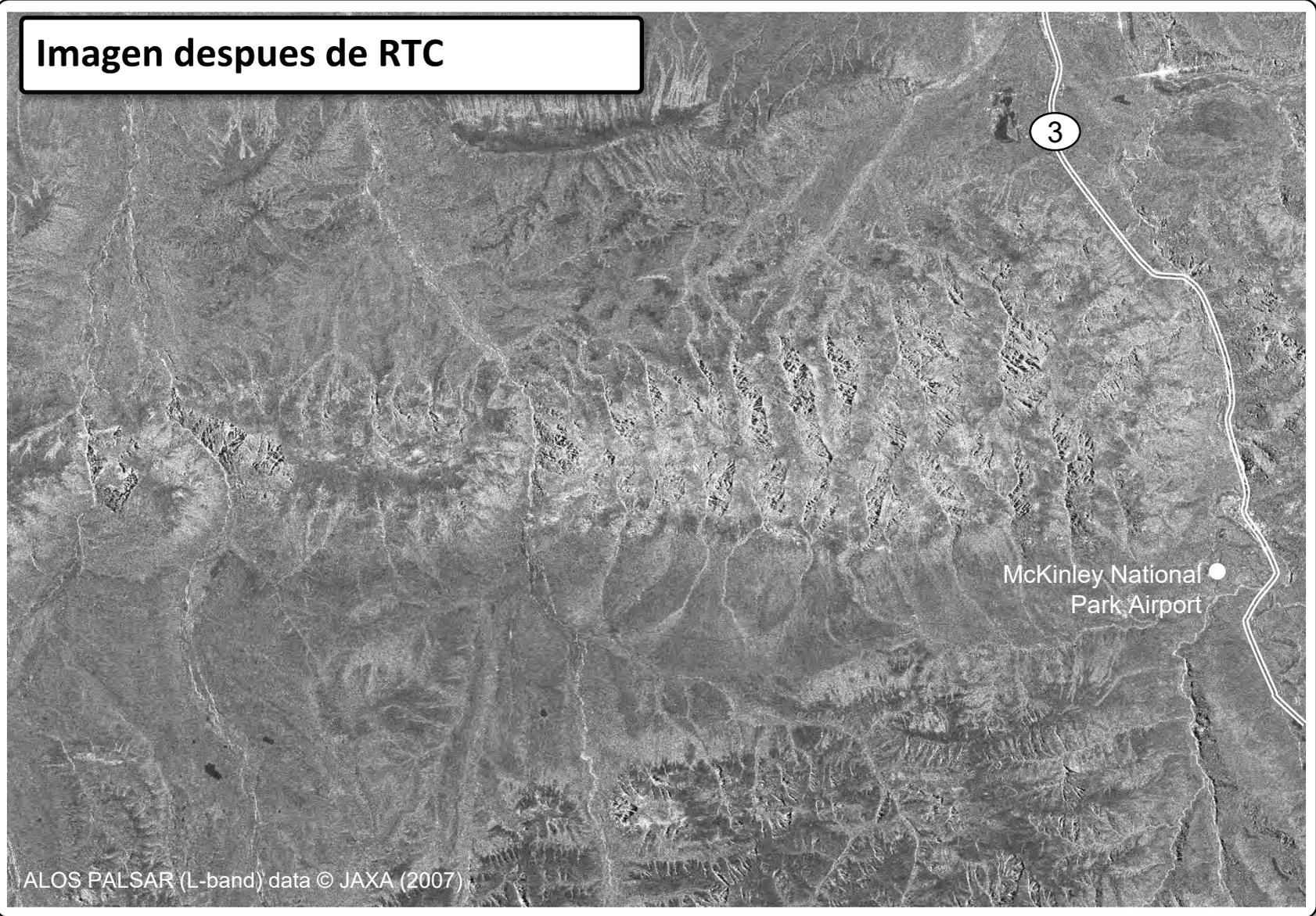


ALOS PALSAR (L-band) data © JAXA (2007)



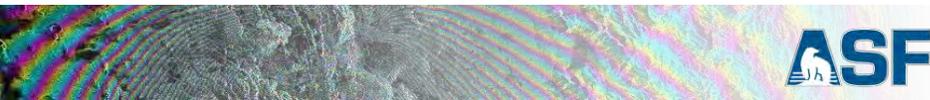
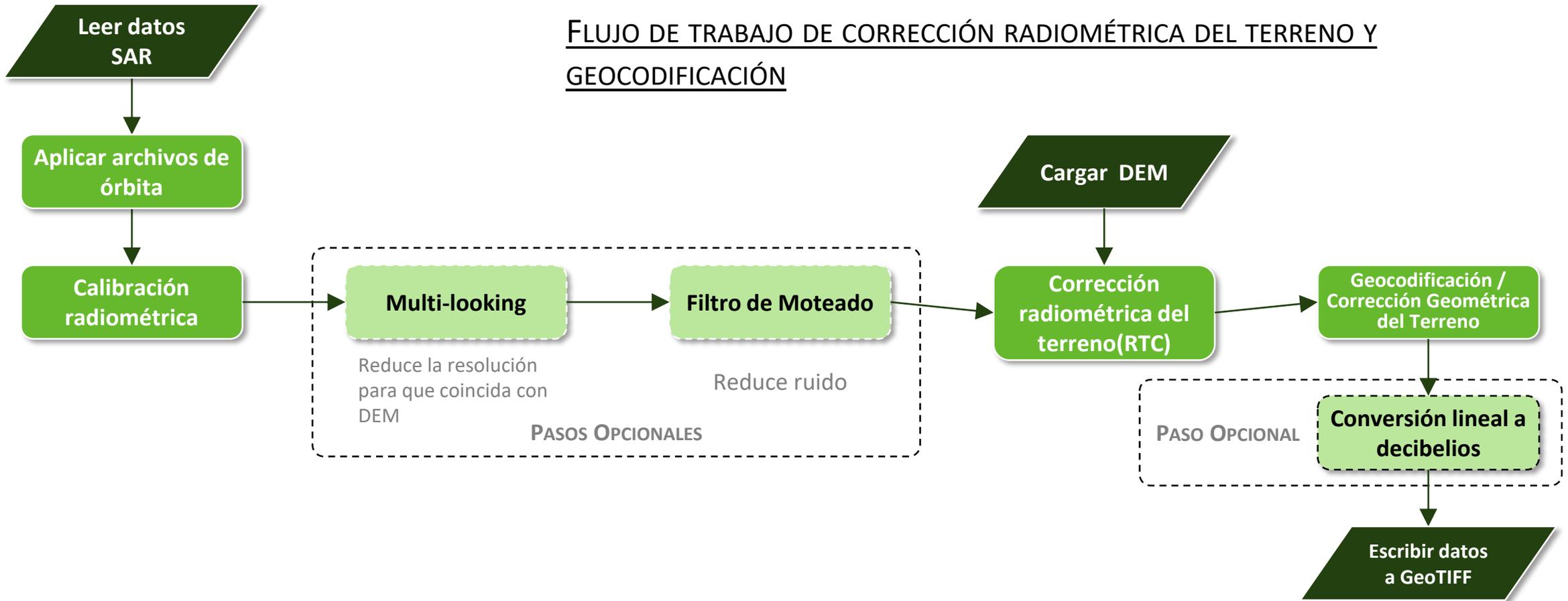
Ejemplo de Corrección Radiométrica del Terreno (II)

Imagen despues de RTC



Preparación de los datos, Procesamiento RTC y Producto Geocodificado

FLUJO DE TRABAJO DE CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA DEL TERRENO Y GEOCODIFICACIÓN



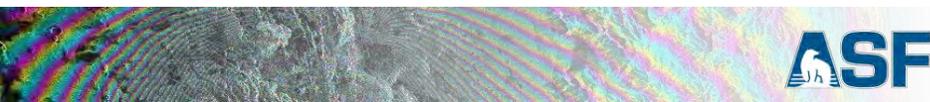
Fuerza de dispersión relativa por polarización :

- **Dispersión de la superficie pura:** $|S_{VV}| > |S_{HH}| > |S_{HV}| \text{ o } |S_{VH}|$
- **Dispersión de doble rebote:** $|S_{HH}| > |S_{VV}| > |S_{HV}| \text{ o } |S_{VH}|$
- **Dispersión volumétrica:** fuente principal de $|S_{HV}|$ y $|S_{VH}|$

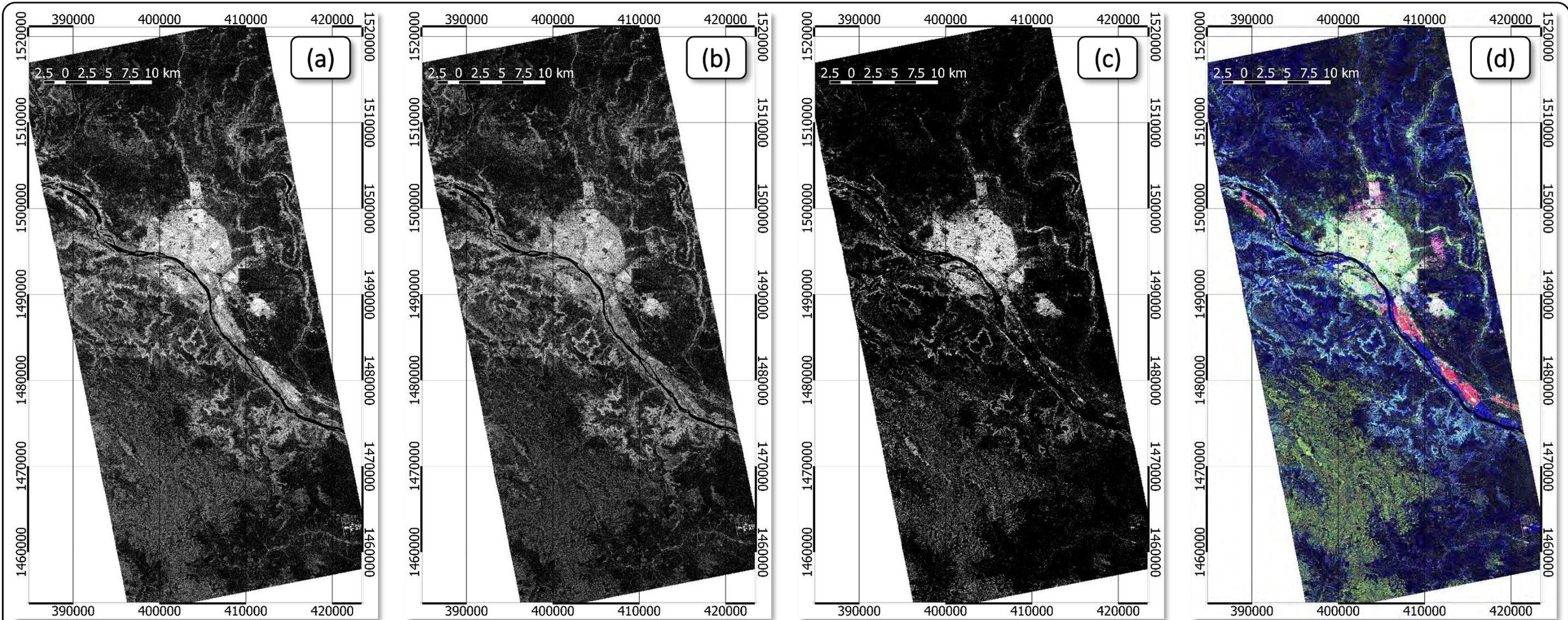
Leyenda

Bajo brillo de radar ($|S|$)

Alto brillo de radar ($|S|$)

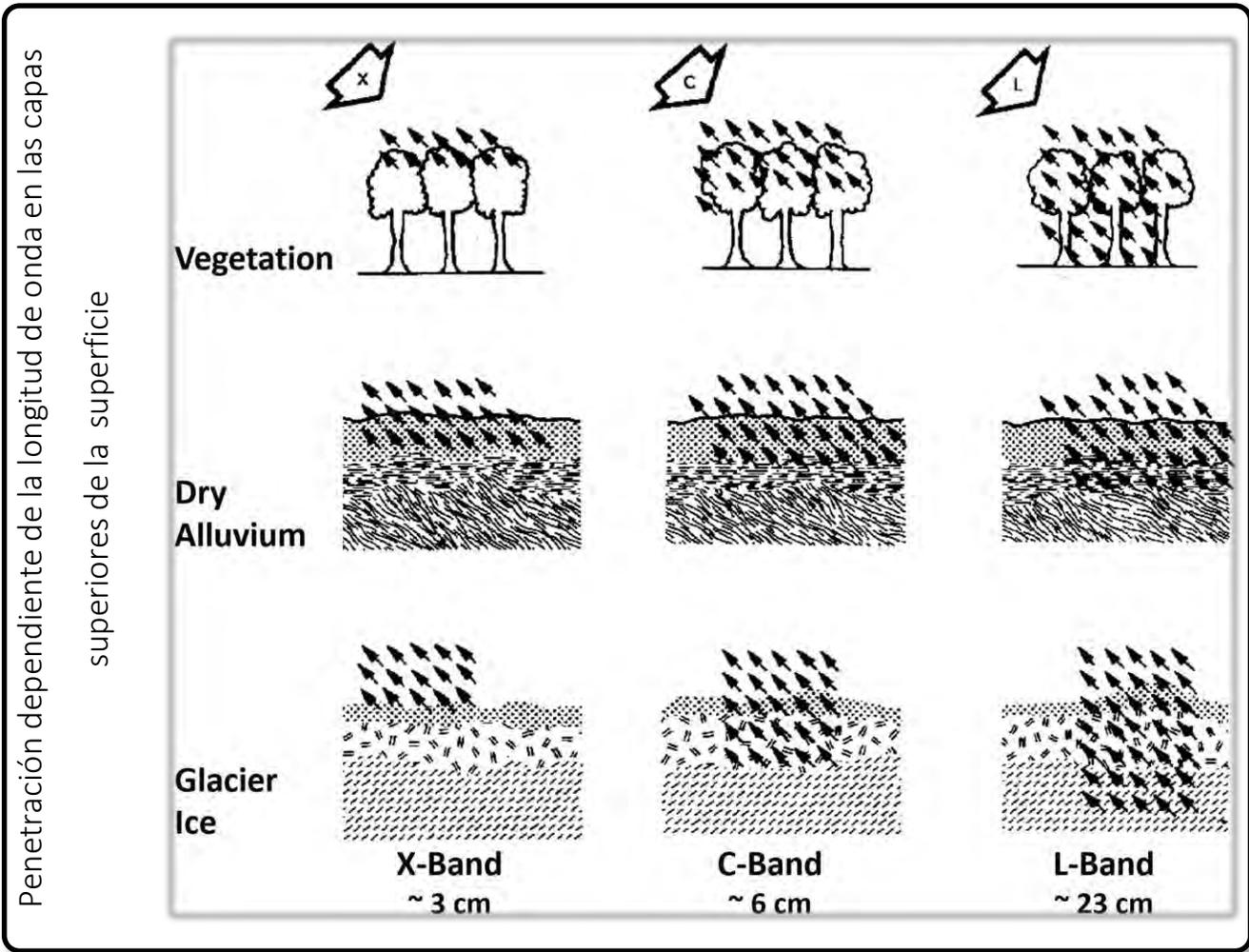


Ejemplo de dispersión polarimétrica para Niamey, Níger

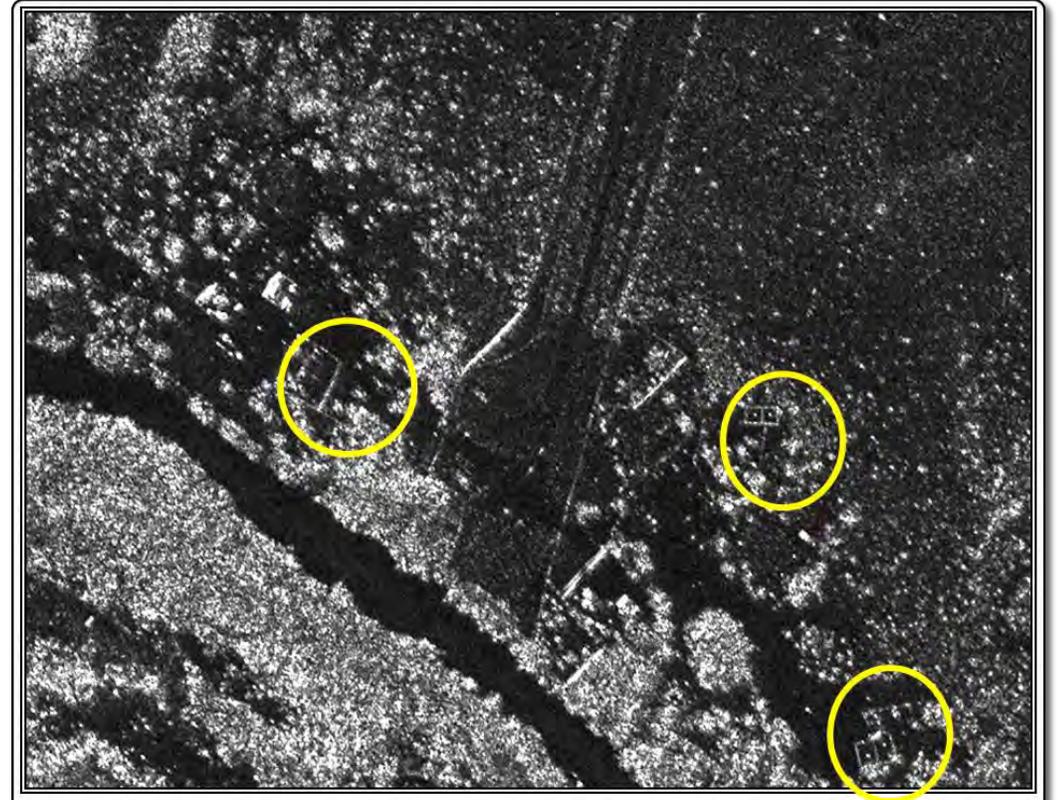


Escena SAR de banda L completamente polarimétrica del sensor ALOS PALSAR sobre Niamey, Níger : de (a) a (c) se muestra la fuerza de dispersión de $|S_{HH}|$, $|S_{VV}|$, y $|S_{HV}|$, respectivamente. (d) muestra combinación RGB ($|S_{VV}|$, $|S_{HH}|$, $|S_{HV}|$).

Dependiendo de la señal de longitud de onda, SAR puede penetrar en la vegetación y suelos



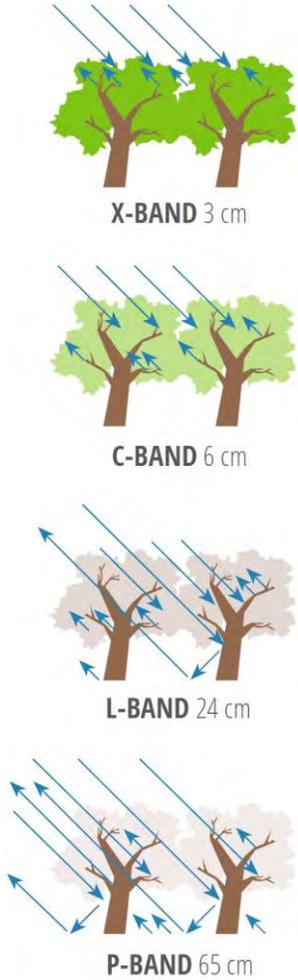
- **Ejemplo:** Penetración de Banda-X vs Banda-P en el dosel del bosque



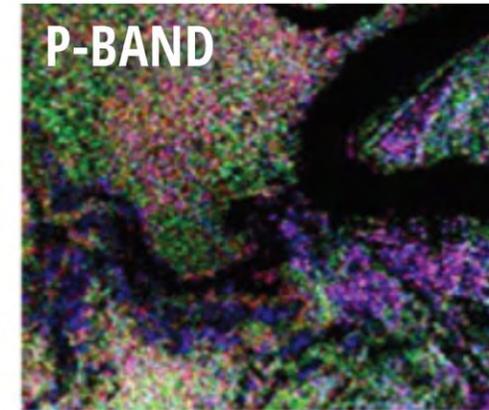
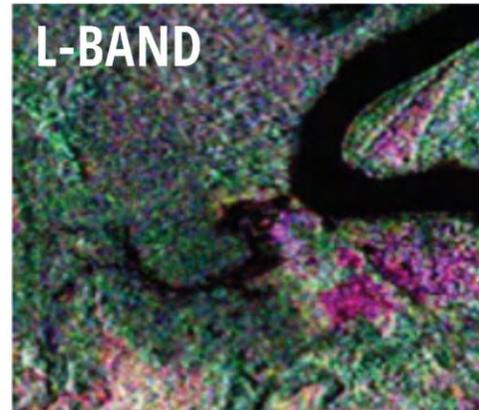
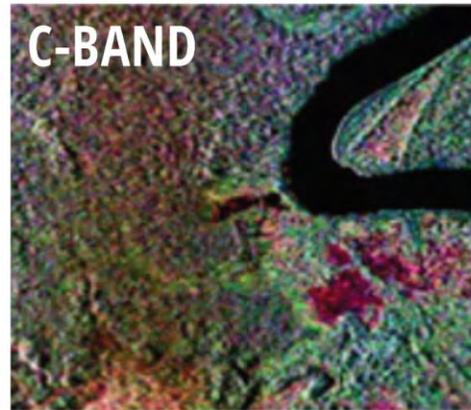
P-band radar image of forested area

Firmas SAR de Vegetación en Diversas Frecuencias y Polarizaciones

Aumento de la profundidad de penetración con la longitud de onda.



R: P-BAND, **G:** L-BAND, **B:** C-BAND



R: HH
G: HV
B: VV

El cambio de firma polarimétrica y las características de la cubierta inferior están expuestas a medida que aumenta la longitud de onda

Análisis de puntos de cambio utilizando sumas acumulativas

Enfoque:

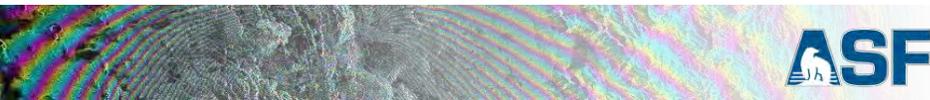
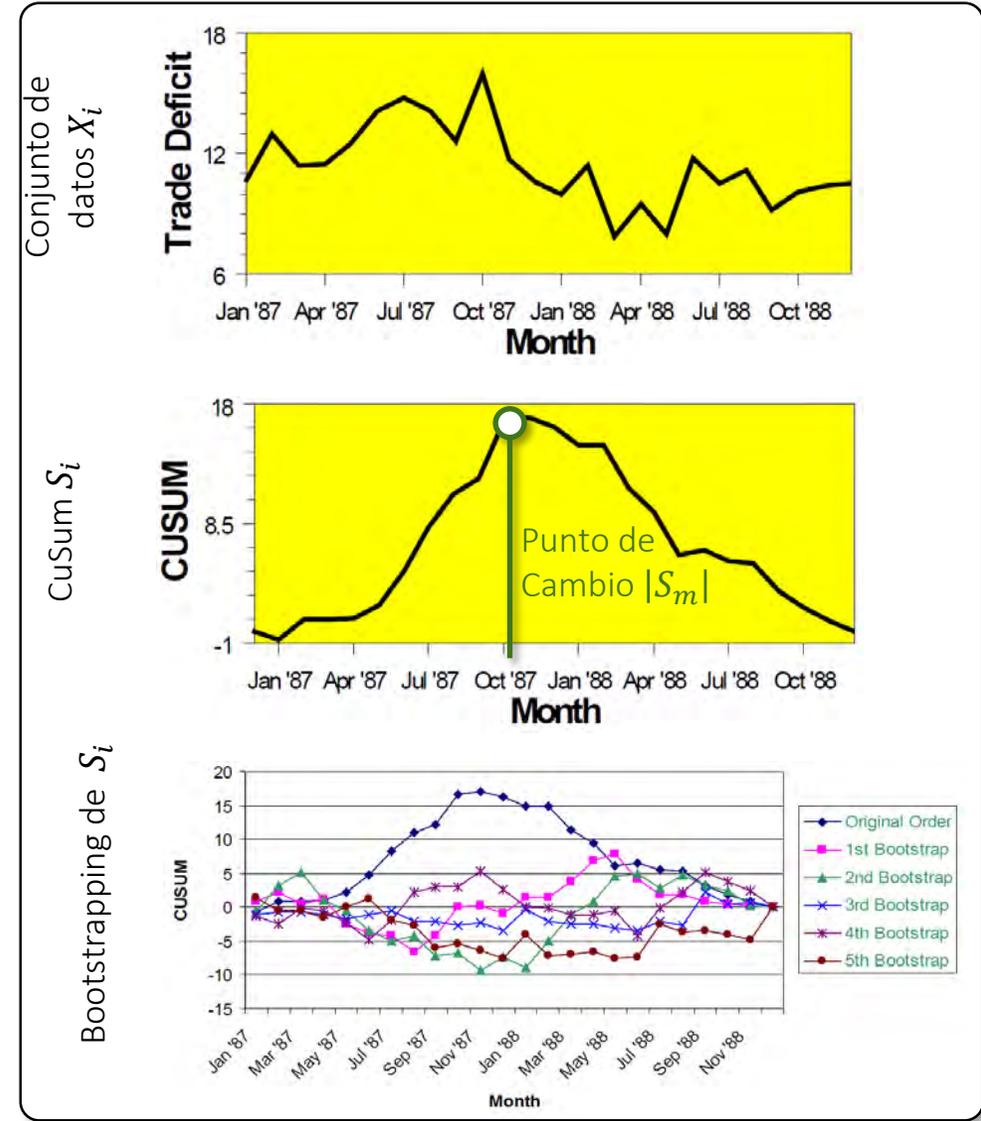
- Para series de tiempo de brillo radar en cada pixel de la imagen se calcula la suma acumulativa S_i a partir de los datos de la serie de tiempo original X_i de acuerdo a

$$S_i = S_{i-1} + (X_i - \bar{X})$$

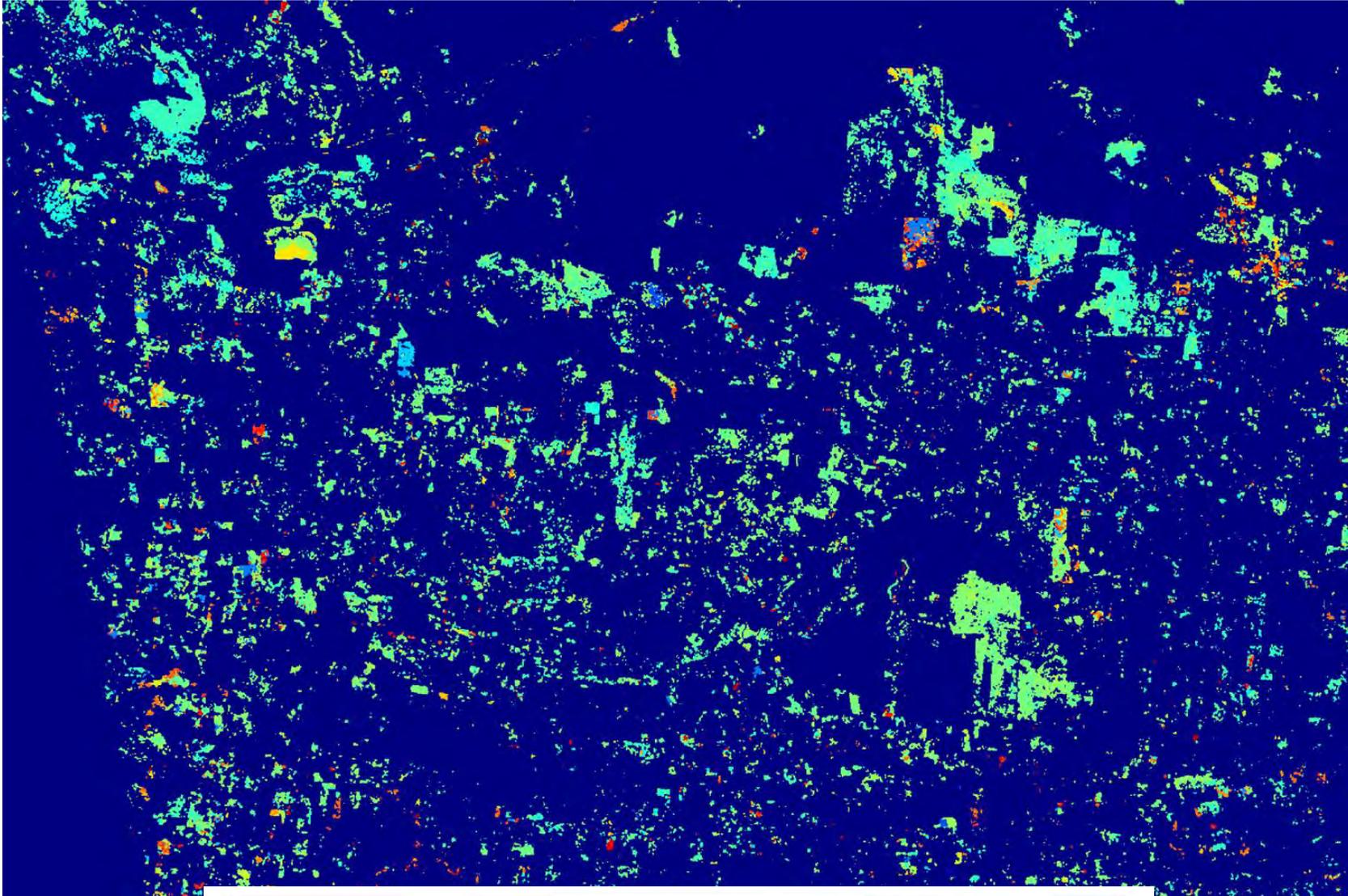
donde \bar{X} es el promedio de X y $S_0 = 0$

- Cálculo de cambio de magnitud $S_{diff} = \max(S_i) - \min(S_i)$
- Magnitud de cambio de umbral para identificar series de tiempo candidatas que pueden contener un punto de cambio
- Realizar un análisis 'Bootstrap' para llegar a valores de confianza para los candidatos de cambio
- Valores umbral de confianza para identificar series de tiempo finales que contienen cambios
- Identificar el tiempo de cambio en el punto de cambio como $|S_m| = \max_{i=[0,N]} |S_i|$

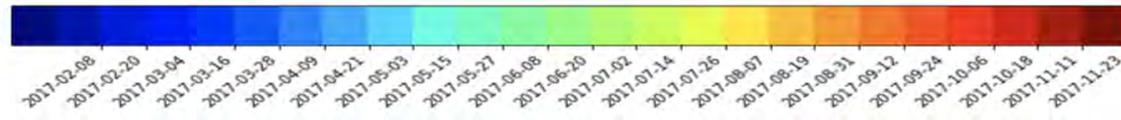
Realizaremos análisis de puntos de cambio a partir de sumas acumulativas en el laboratorio



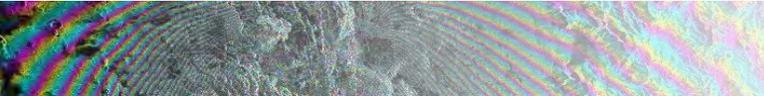
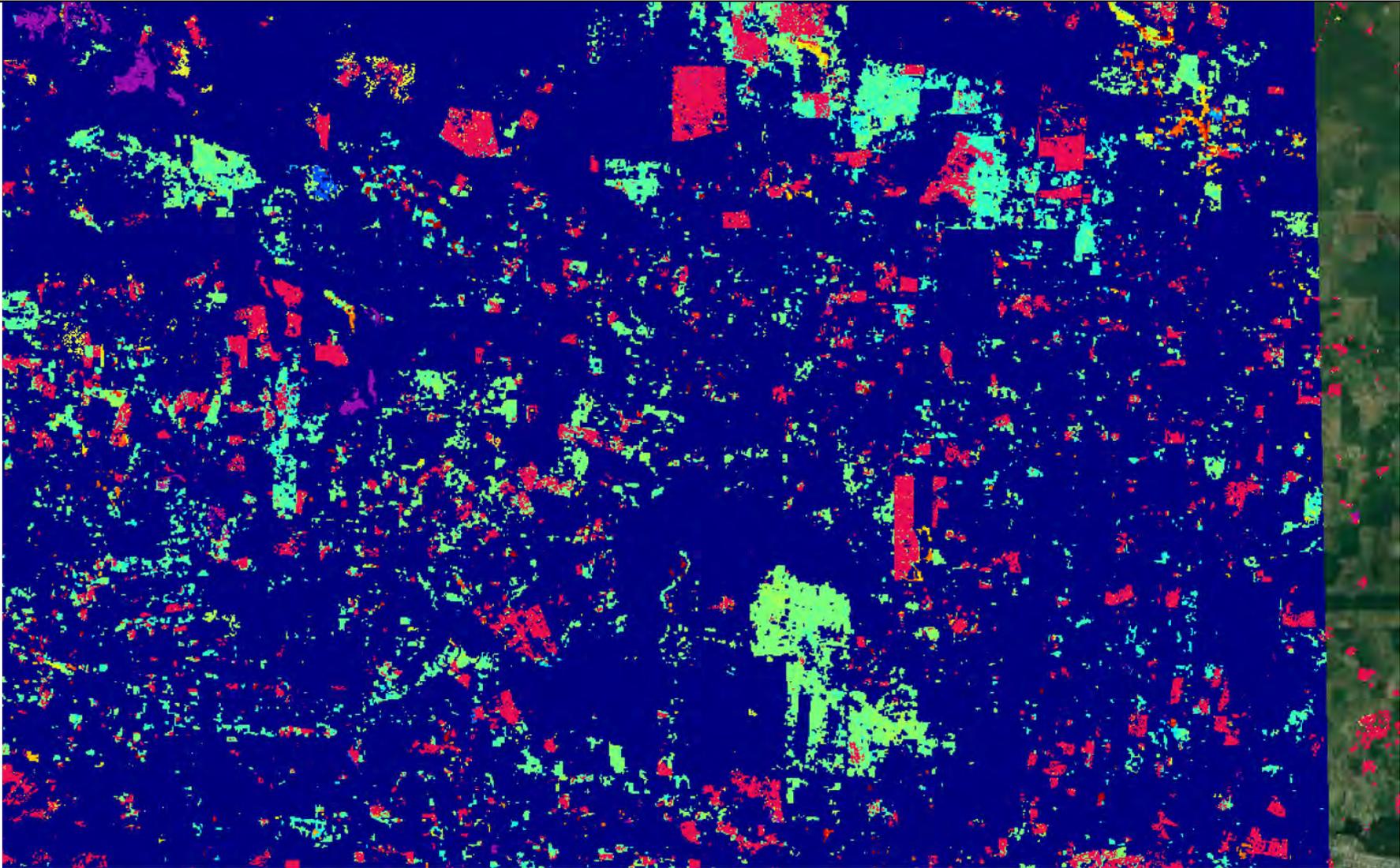
Análisis de Cambio de punto usando Sumas acumulativas



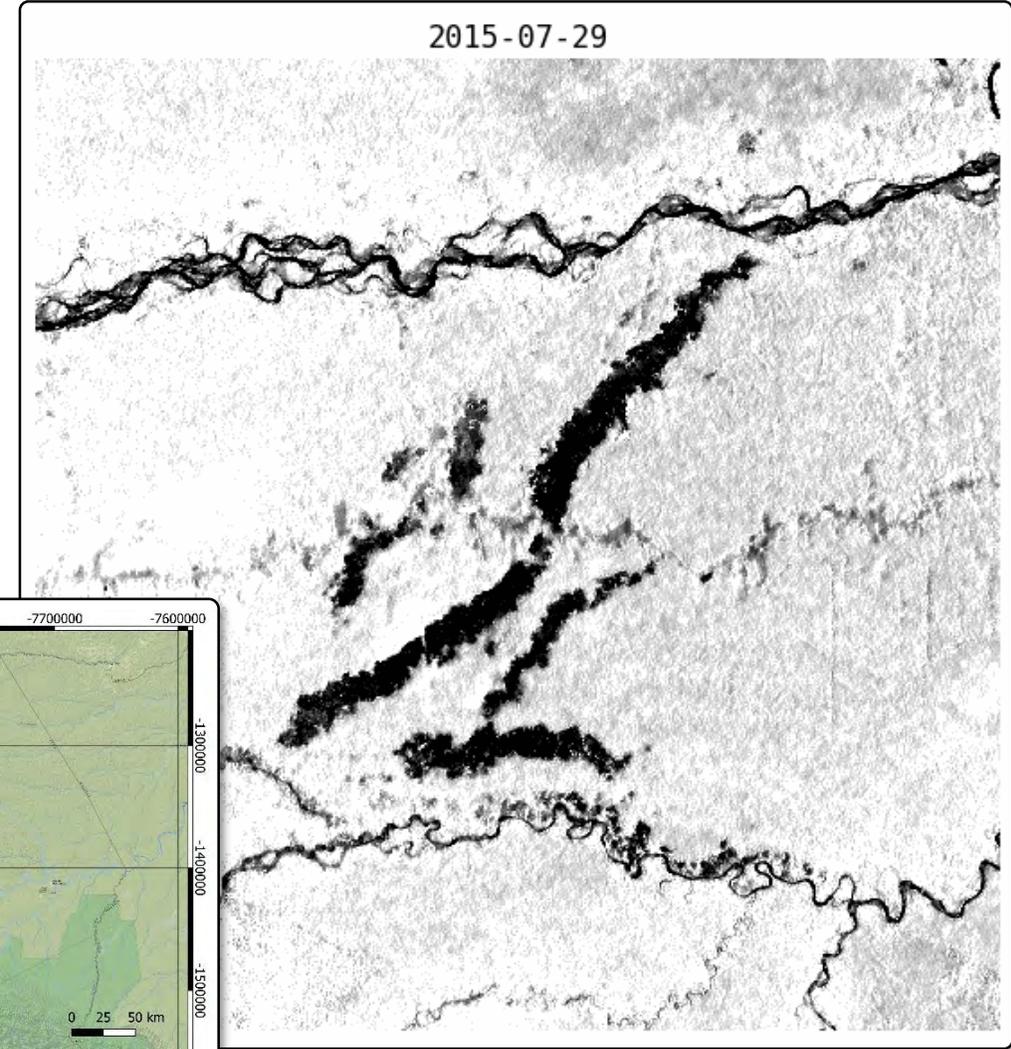
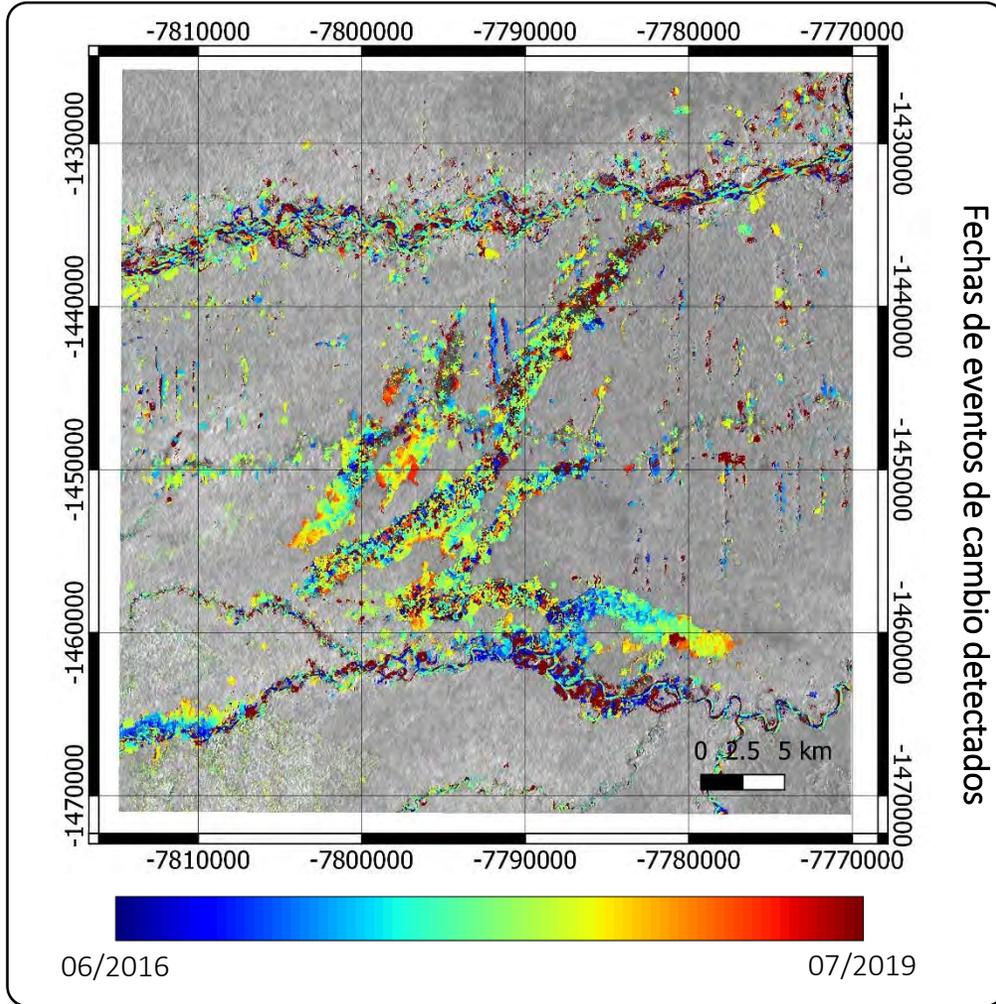
1. Valor medio
2. Residuales
3. Cambio de magnitud
4. Áreas candidatas a cambio
5. Bootstrapping
6. Confianza & Significancia
7. Pixeles detectados como cambio
8. Asignar fechas



Como funciona:



- **Serie temporal de SAR** : Sitios de deforestación en Madre de Dios, Perú



Manual SAR: Metodologías integrales para el monitoreo forestal y la estimación de biomasa

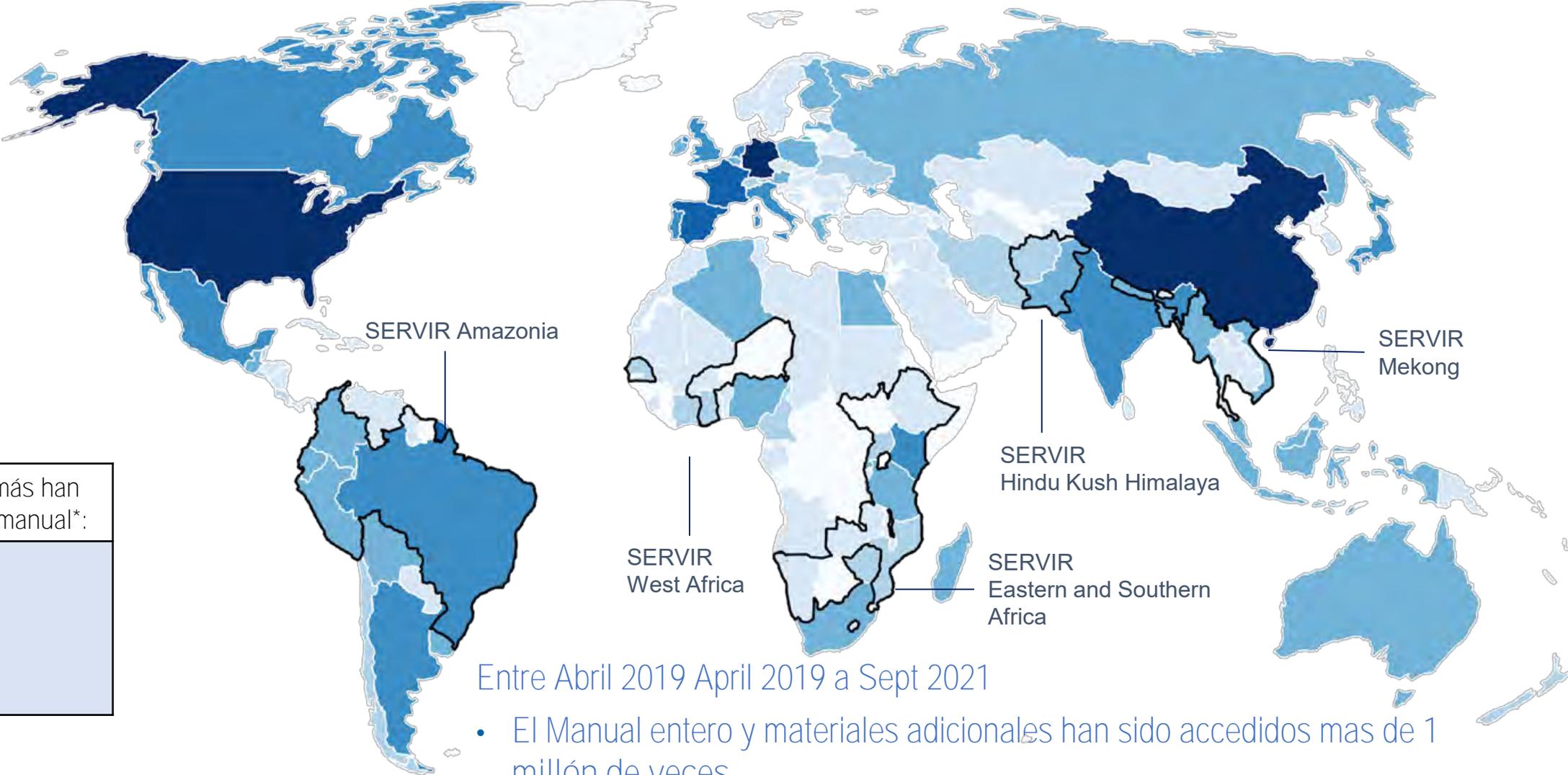
- ▶ eBook de libre acceso, pdfs interactivos, modulos de entrenamiento; resultado de una colaboración conjunta de 2+ años entre NASA SERVIR & SilvaCarbon
- ▶ Contenido aplicado, entrenamientos practicos para comenzar a usar SAR para monitoreo forestal, estimacion de biomasa, deteccion de mangle, analisis de series de tiempo
- ▶ Escrito por expertos en SAR de renombre mundial del equipo Cientifico de NISAR, Servicio Forestal de US, academia
- ▶ Revisado y probado por la red global de SERVIR
- ▶ Scripts de código abierto descargables y conjuntos de datos de muestra para una variedad de aplicaciones forestales; útil de principiantes a expertos

Descarga el Manual SAR aqui: <https://bit.ly/2UHZtaw>
 Módulos de entrenamiento del Manual SAR y mas: <https://bit.ly/2GeKvAN>
 Para mayor informacion, visitor el sitio website de SERVIR @ SERVIRglobal.net



Paginas seleccionadas del Cap. 6: Radar Remote Sensing of Mangrove Forests (by Dr. Marc Simard, Sr. Scientist & mangrove specialist, NASA Jet Propulsion Laboratory)

El Manual SAR y sus materiales han tenido un impacto global



Países que más han accedido al manual*:

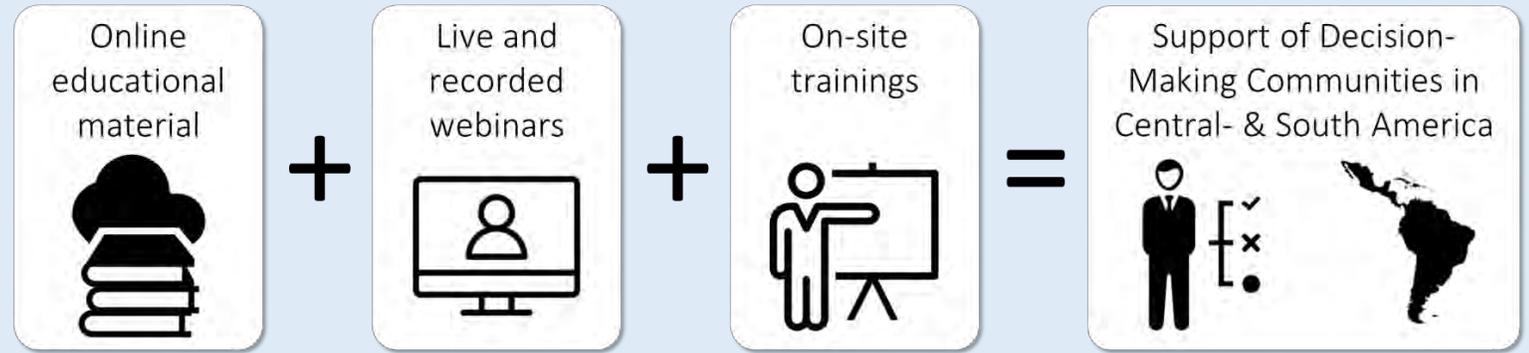
1. EEUU
2. Alemania
3. India
4. China
5. Vietnam

Entre Abril 2019 a Sept 2021

- El Manual entero y materiales adicionales han sido accedidos mas de 1 millón de veces
- 180+ países han accedido el manual SAR y materiales complementarios

Desarrollo de un nuevo currículo de creación de capacidades Enfocado a Aplicaciones y Toma de Decisiones

- Dirigido a América del Sur y Central de sector de AmeriGEOSS
- **Tema #1:** Evaluación de necesidades de capacitación en colaboración con socios de la región
- **Tema #2:** Desarrollo de materiales en línea, seminarios web y capacitaciones en persona.



Tema #3: Portal Web y Herramientas de Procesamiento de Datos

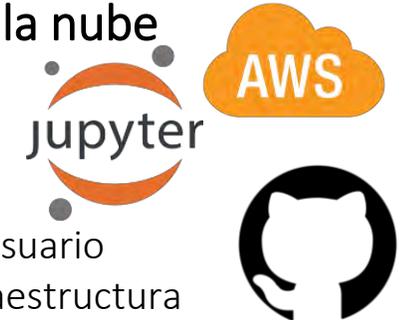
Portal Web de SAR-CBC

- Currículo en línea y programas certificados
- Información acerca de los entrenamientos en presenciales



Herramientas de análisis de datos basadas en la nube

- Soporte completo de Ejercicios (en línea y presencial)
- Procesamiento para el usuario final con moderada infraestructura de computo local e internet



Colaboradores de SAR-CBC

LearnSAR Website (<https://learnsar.open.uaf.edu/>)

Socios regionales

--- Identificación de Necesidades; Co-desarrollador de currículo; Anfitriones de taller presencial



- Universidad Central de Ecuador (UCE)
- INIGEMM

ECUADOR



- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

EL SALVADOR



- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

COLOMBIA

Socios dentro de la comunidad de creación de capacidades SAR

- Compartimos recursos/materiales existentes/experiencias
- Unimos fuerzas en ejercicios de entrenamiento de oportunidad



Herramientas de Análisis de datos y Portal Web de SAR-CBC

El Open SAR Lab: opensarlab.asf.alaska.edu

El Open SAR Lab:

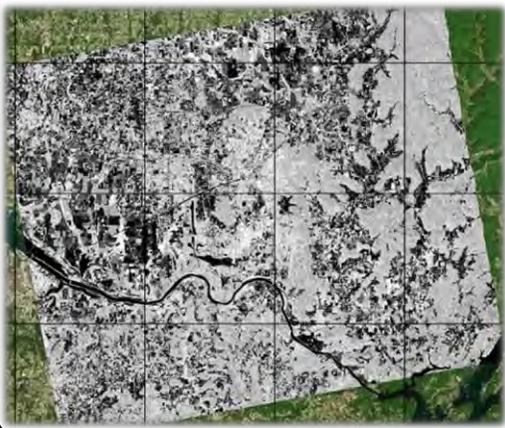
Una plataforma de análisis de datos SAR en la nube AWS basada en Jupyter Notebook



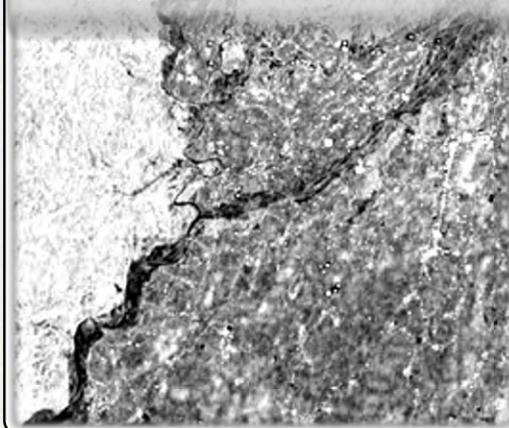
Herramientas de Análisis de datos y Portal Web de SAR-CBC

Aplicaciones de análisis y procesamiento de datos SAR actualmente disponibles en Open SAR Lab

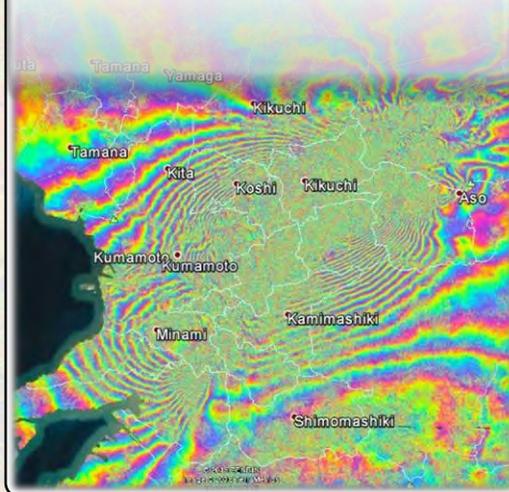
PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SAR Y GEOCODIFICACIÓN



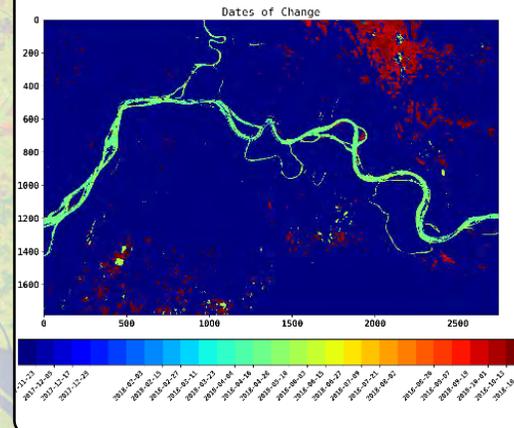
ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO (ST) DE AMPLITUD SAR



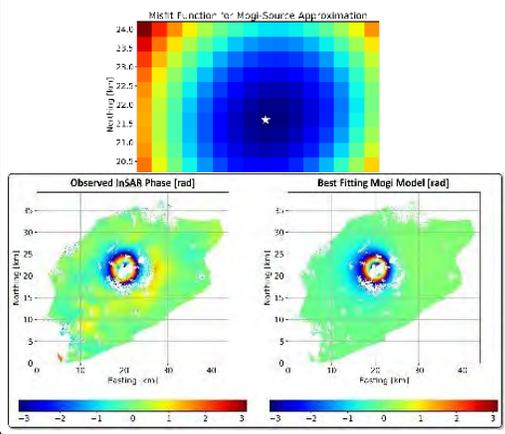
PROCESAMIENTO INSAR



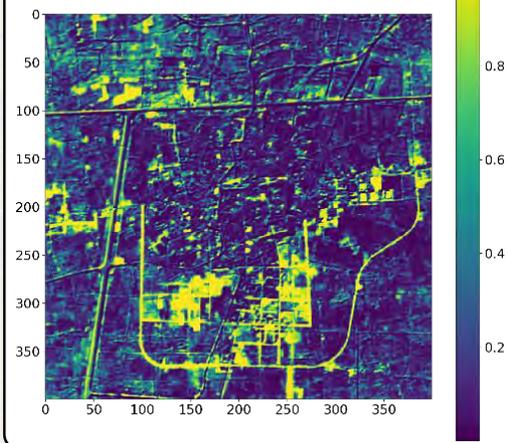
DETECCIÓN DE CAMBIO EN ST DE AMPLITUD SAR



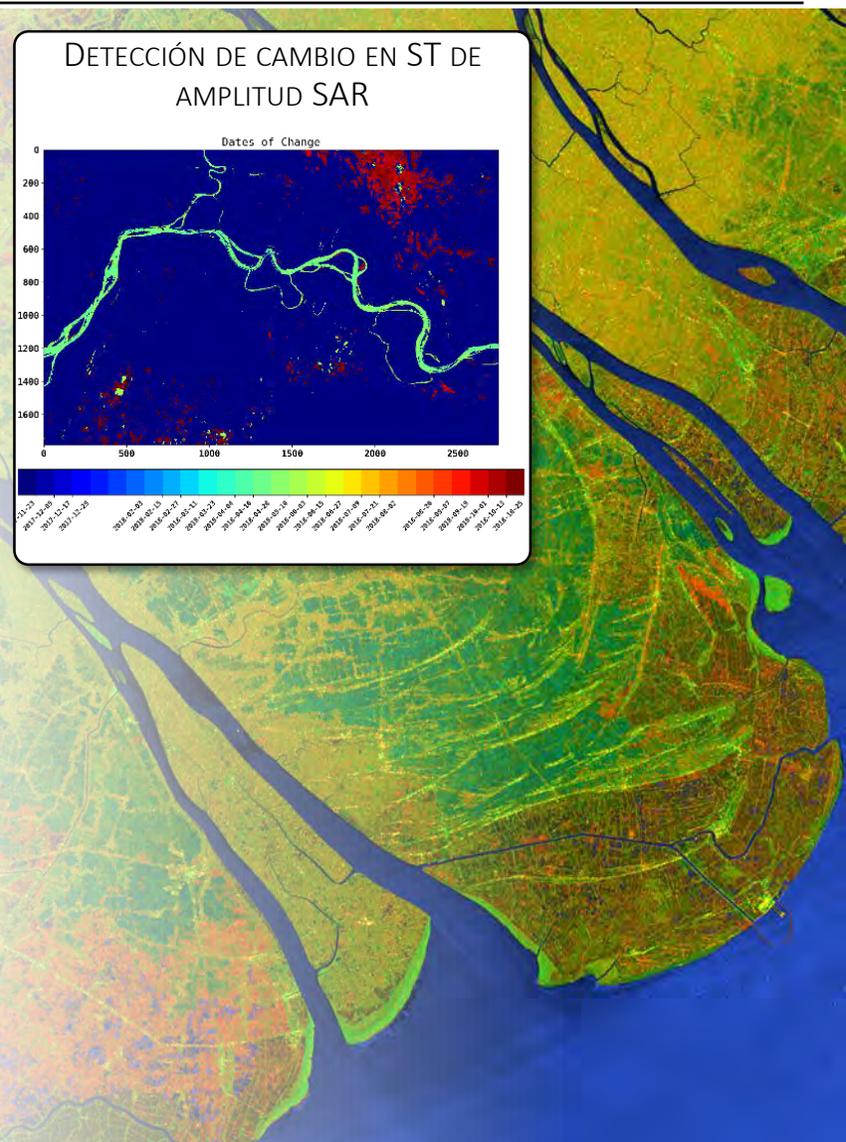
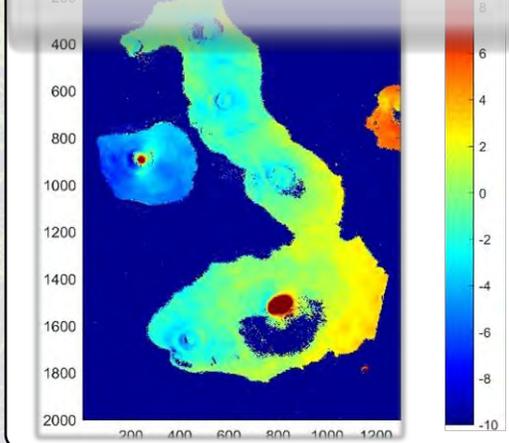
MODELACIÓN DE FUENTES DE VOLCANES USANDO INSAR

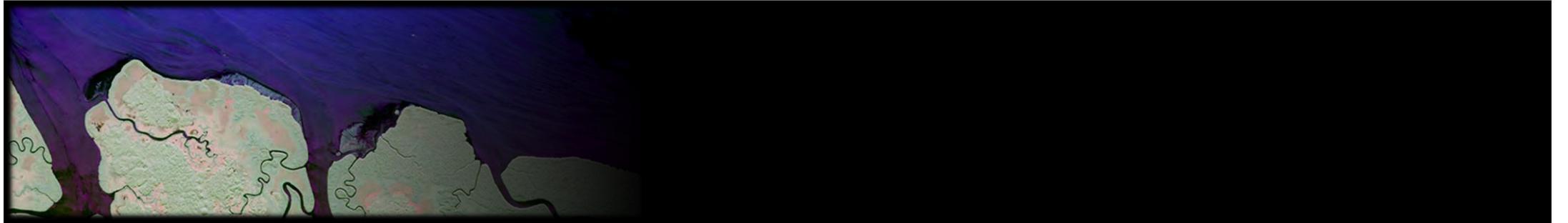


DETECCIÓN DE CAMBIO USANDO CRNNS

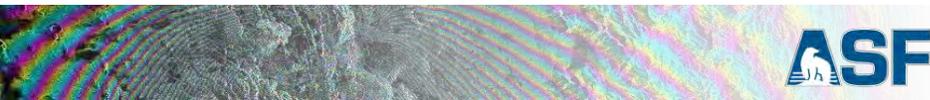


ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO INSAR USANDO SBAS





DONDE ACCEDER A LOS DATOS SAR



Búsqueda de Datos de ASF Vertex <https://search.asf.alaska.edu/>

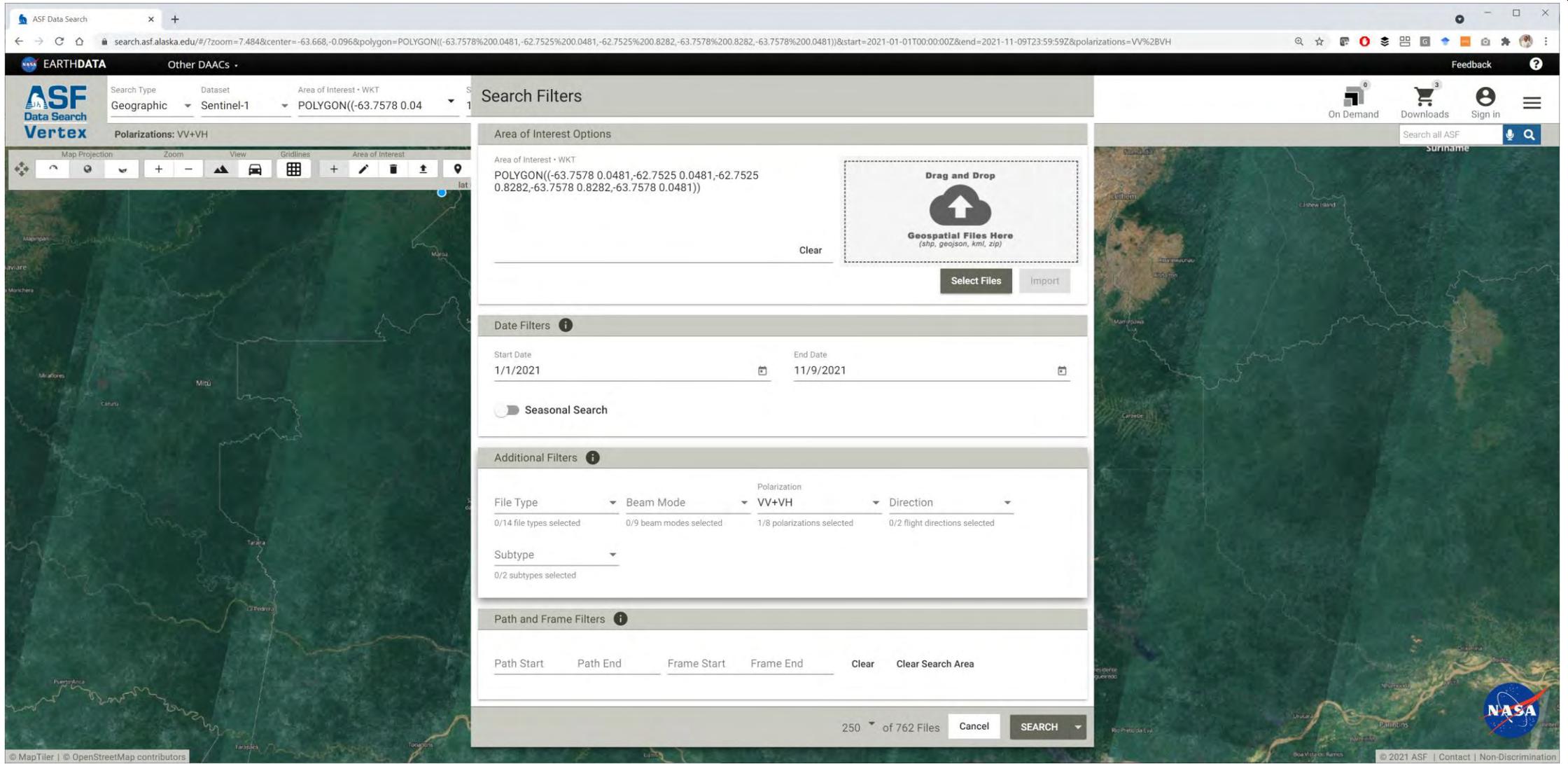


Interfaz de Búsqueda de ASF Vertex

The screenshot displays the ASF Data Search web application. The browser address bar shows the URL: `search.asf.alaska.edu/#/?zoom=7.484¢er=-63.668,-0.096&polygon=POLYGON((-63.7578%200.0481,-62.7525%200.0481,-62.7525%200.8282,-63.7578%200.8282,-63.7578%200.0481))`. The application header includes the NASA EarthData logo and the ASF Data Search Vertex logo. The search interface features several filters: Search Type (Geographic), Dataset (Sentinel-1), Area of Interest (WKT: POLYGON((-63.7578 0.0481, -62.7525 0.0481, -62.7525 0.8282, -63.7578 0.8282, -63.7578 0.0481))), Start Date, End Date, and Filters. A search button is labeled 'SEARCH' and shows '250 of 3,860 Files'. The main map area shows a satellite view of a region in South America, with a yellow bounding box highlighting a specific area. The map includes a toolbar with various navigation and map controls. The bottom of the map shows the NASA logo and copyright information: '© 2021 ASF | Contact | Non-Discrimination'.

Búsqueda de Datos de ASF Vertex <https://search.asf.alaska.edu/>

Interfaz de Búsqueda de ASF Vertex



The screenshot displays the ASF Data Search web application interface. The browser address bar shows the URL: `search.asf.alaska.edu/#/?zoom=7.484¢er=-63.668,-0.096&polygon=POLYGON((-63.7578%200.0481,-62.7525%200.0481,-62.7525%200.8282,-63.7578%200.8282,-63.7578%200.0481))&start=2021-01-01T00:00:00Z&end=2021-11-09T23:59:59Z&polarizations=VV%2BVH`. The interface includes a search bar with the following parameters: Search Type: Geographic, Dataset: Sentinel-1, Area of Interest: WKT POLYGON((-63.7578 0.0481, -62.7525 0.0481, -62.7525 0.8282, -63.7578 0.8282, -63.7578 0.0481)), and Polarizations: VV+VH. The search filters section includes: Area of Interest Options (with a 'Drag and Drop Geospatial Files Here' box), Date Filters (Start Date: 1/1/2021, End Date: 11/9/2021, Seasonal Search: off), Additional Filters (File Type: 0/14 selected, Beam Mode: 0/9 selected, Polarization: VV+VH, 1/8 selected, Direction: 0/2 selected), and Path and Frame Filters (Path Start, Path End, Frame Start, Frame End, Clear, Clear Search Area). The map shows a satellite view of a region in Alaska with a red polygon indicating the search area. The bottom of the interface shows '250 of 762 Files' and a 'SEARCH' button.

Ordenar Productos de Sentinel-1 Bajo Demanda RTC y InSAR de ASF



- **Requisitos para ordenar Datos bajo Demanda:**

- Credenciales Login de Earthdata (EOSDIS Registración de Usuario;

- <https://urs.earthdata.nasa.gov/users/new>)

- Aceptar el End User License Agreement (EULA) de ASF en Vertex (<https://search.asf.alaska.edu/>)

Productos S1 En Demanda Disponibles

RTC

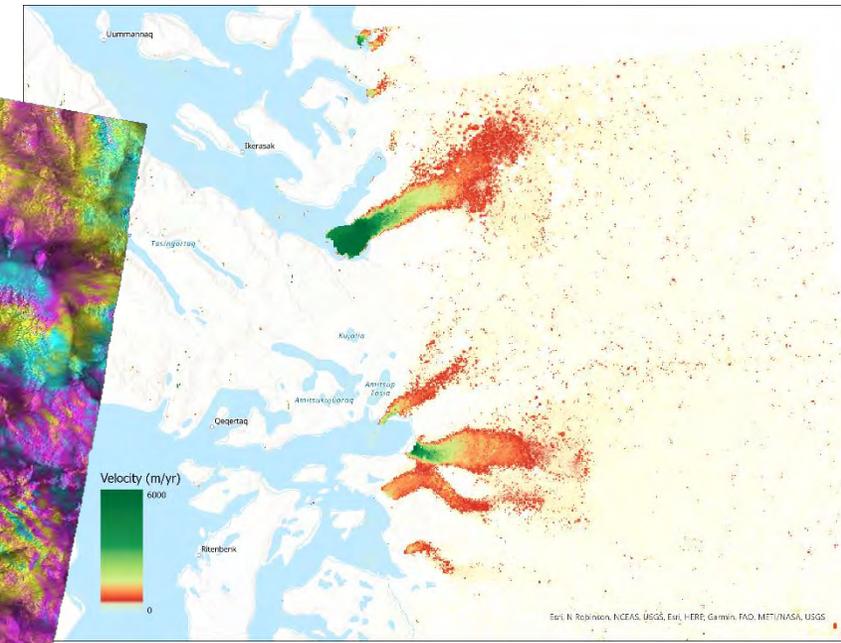
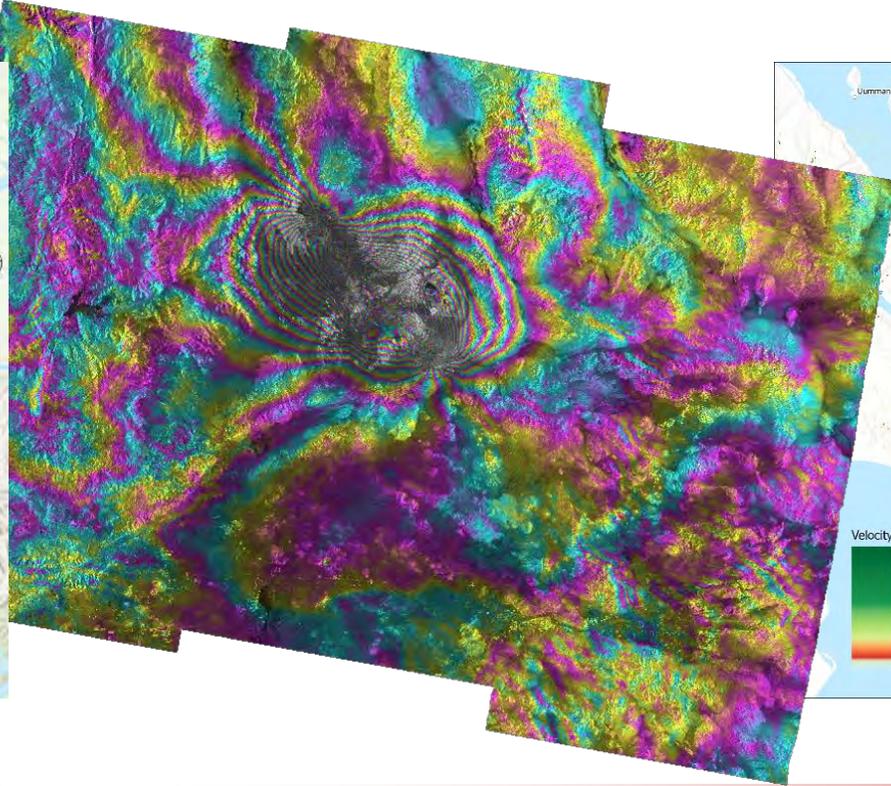
- Corrección Radiométrica de Terreno
- Datos de amplitud en múltiples polarizaciones
- Procesado usando software GAMMA
- Flujos de trabajo GIS simples de usar

InSAR

- Interferometría SAR (diferenciación de fase)
- Fase envuelta y desenvuelta, coherencia, mapas de desplazamiento
- Procesado usando software GAMMA

autoRIFT

- Monitoreo de velocidad de glaciales
- Parte de NASA MEaSUREs ITS_LIVE: Serie de tiempo Inter-misión de Velocidad de Hielo Terrestre y Elevación



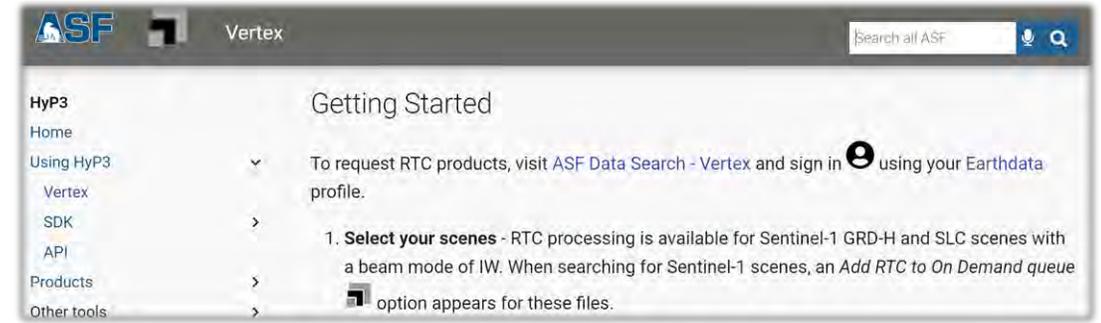
Recursos de Procesamiento En Demanda

HyP3 Documentación:

<https://hyp3-docs.asf.alaska.edu/>

Vertex Documentación:

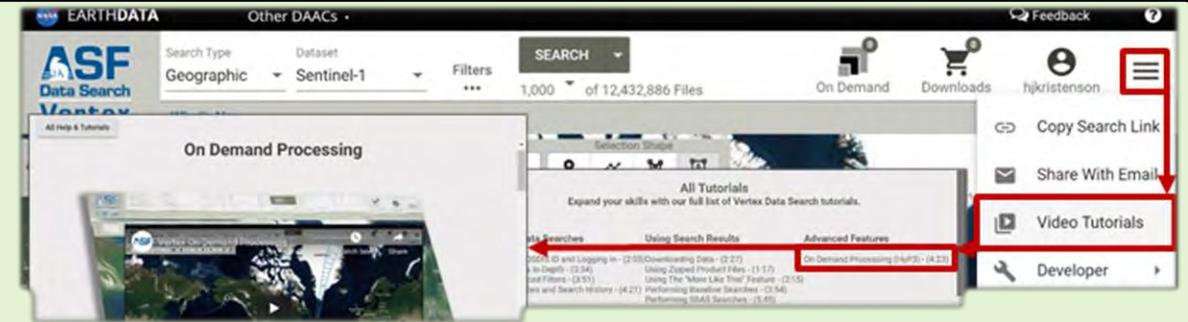
<https://docs.asf.alaska.edu/vertex/manual/>



Tutorial de Video:

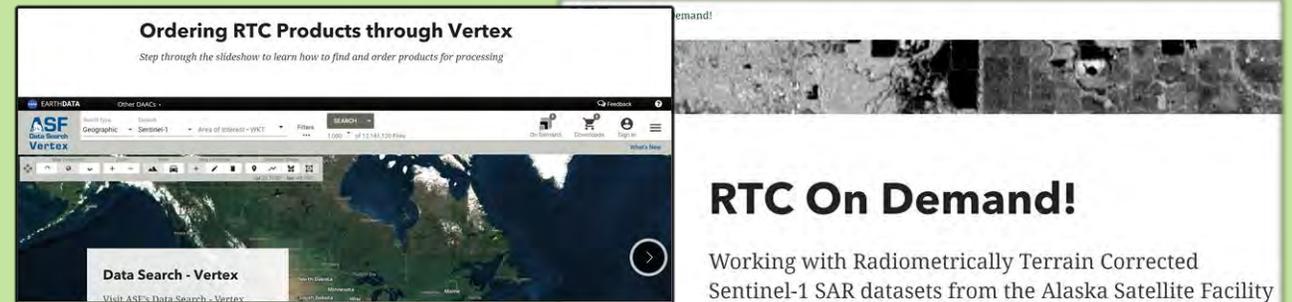
<https://search.asf.alaska.edu/#/?topic=onDemand>

https://youtu.be/7s_W5JvA5rs

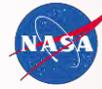
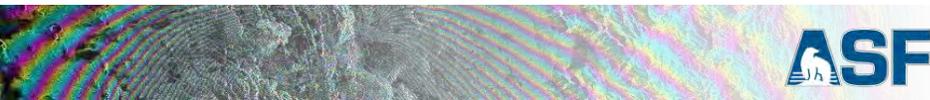


Tutorial de Mapa de Historia ('Story Map'):

<https://storymaps.arcgis.com/stories/2ead3222d2294d1fae1d11d3f98d7c35>



EJEMPLOS



Editor de Código en Earth Engine

Sus datos (points to the Scripts list on the left)

Búsqueda (points to the search bar at the top)

Su Código (points to the code editor in the center)

Inspector de Datos (points to the Inspector panel on the right)

Consola de Salida (points to the Console panel on the right)

Tareas por Lote ('Batch') (points to the Tasks panel on the right)

Mapa (points to the map area at the bottom)

Documentaciones API (points to the Docs link in the top left)

Sus Scripts & Scripts de Ejemplo (points to the Scripts list on the left)

Herramientas para Dibujar (points to the drawing tools on the left side of the map)

Source: Nick Clinton (<https://goo.gl/n5Gh5C>)

code.earthengine.google.com

Sentinel-1 SAR GRD: C-band Synthetic Aperture Radar Ground Range Detected, log scaling



DESCRIPTION BANDS IMAGE PROPERTIES TERMS OF USE

The Sentinel-1 mission provides data from a dual-polarization C-band Synthetic Aperture Radar (SAR) instrument. This collection includes the S1 Ground Range Detected (GRD) scenes, processed using the Sentinel-1 Toolbox to generate a calibrated, ortho-corrected product. The collection is updated daily. New assets are ingested within two days after they become available.

This collection contains all of the GRD scenes. Each scene has one of 3 resolutions (10, 25 or 40 meters), 4 band combinations (corresponding to scene polarization) and 3 instrument modes. Use of the collection in a mosaic context will likely require filtering down to a homogeneous set of bands and parameters. See [this article](#) for details of collection use and preprocessing. Each scene contains either 1 or 2 out of 4 possible polarization bands, depending on the instrument's polarization settings. The possible combinations are single band VV or HH, and dual band VV+VH and HH+HV:

1. VV: single co-polarization, vertical transmit/vertical receive
2. HH: single co-polarization, horizontal transmit/horizontal receive
3. VV + VH: dual-band cross-polarization, vertical transmit/horizontal receive
4. HH + HV: dual-band cross-polarization, horizontal transmit/vertical receive

Each scene also includes an additional 'angle' band that contains the approximate

Dataset Availability
2014-10-03T00:00:00 - true

Dataset Provider
[European Union/ESA/Copernicus](#)

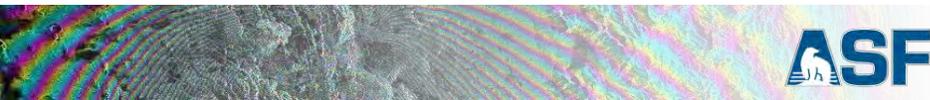
Collection Snippet

```
ee.ImageCollection("COPERNICUS/S1_GRD")
```

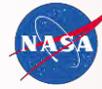
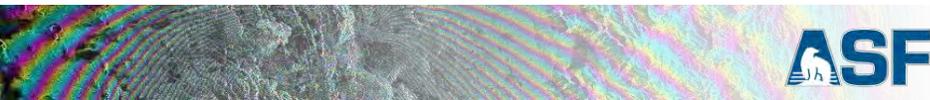
Tags
radar sar backscattering
polarization eu esa
copernicus sentinel

CLOSE **IMPORT**

- Unidades:
 - Coeficiente de retrodispersión (σ°) en decibeles (dB)
 - $10 \cdot \log_{10} \sigma^\circ$
- Solo comparar imágenes de series de tiempo que tengan la misma geometría de observación (es decir, todas las órbitas ascendentes o descendentes)
- No se aplica Aplanamiento Radiométrico de Terreno (Radiometric Terrain Flattening)
 - La falta de compensación por el terreno puede introducir errores de geolocalización y radiométricos (sin embargo, en algunos casos y dependiendo de la aplicación, pueden ser discernibles)
- Un equipo conformado por SERVIR-Global, ASF, y Google esta llevando a cabo una comparación de productos RTC derivados de diferentes softwares (SNAP7, ISCE2, GAMMA)

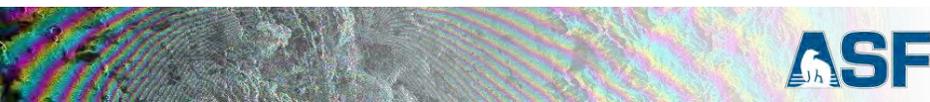


Ejemplos



- Detección de Cambio Temporal
- Índice radar de degradación del bosque modificado (mRFDI)
- Imágenes compuestas de Falso color

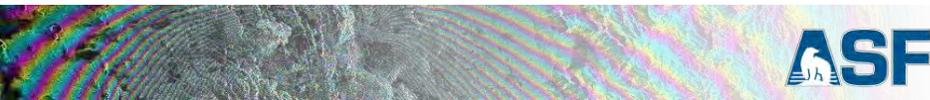
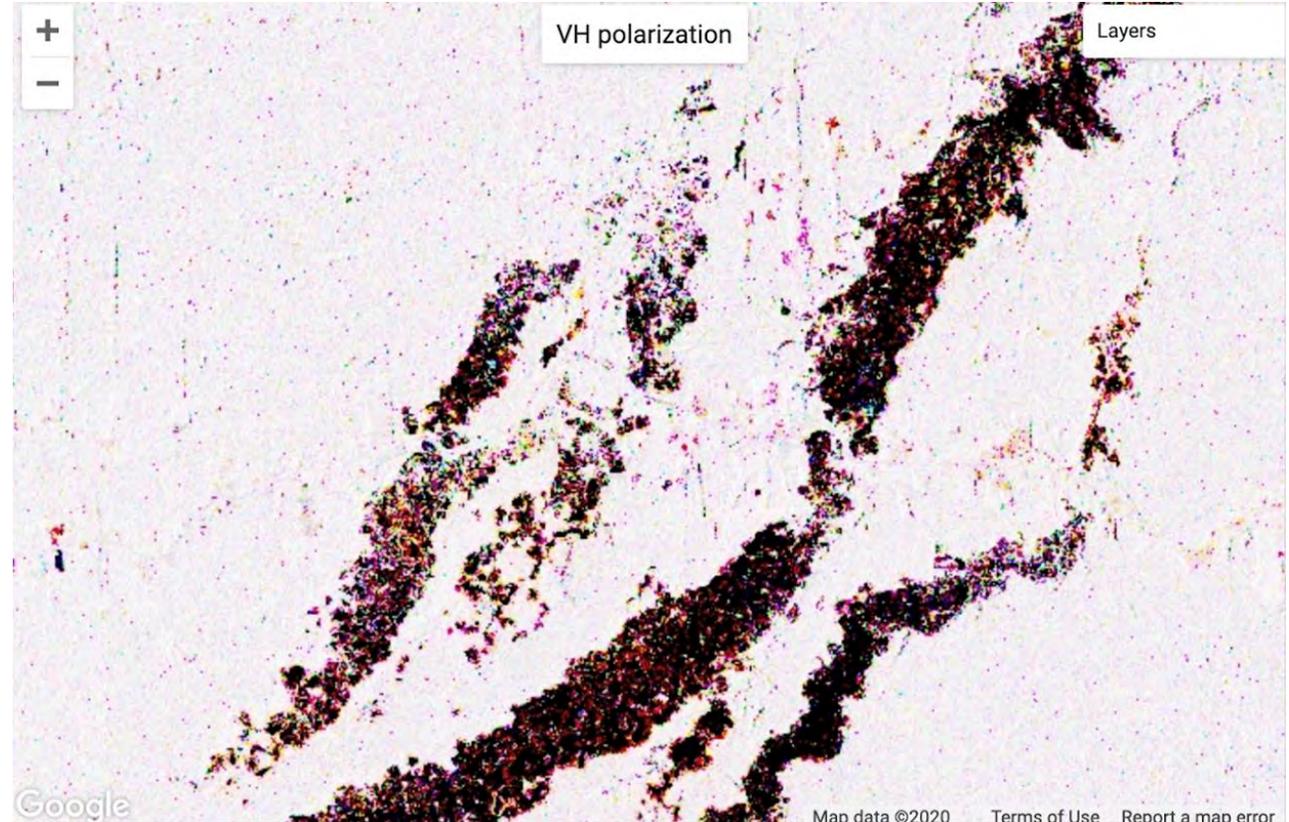
Mas acerca de como utilizar SAR: [SAR Handbook: Comprehensive Methodologies for Forest Monitoring and Biomass Estimation](#)



Detección de Cambio Temporal

- Imagen compuesta creada con tres fechas, cada banda (r, g o b)
- La imagen adquirida en la primera fecha (la más antigua de las tres) se representa con la banda azul (b), la fecha más reciente representa la banda roja (r), y la fecha intermedia es la banda verde (g)
- 2019-12-01, 2019-06-01, 2019-01-01
 - ↓
 - ↓
 - ↓

más reciente intermedia más antigua



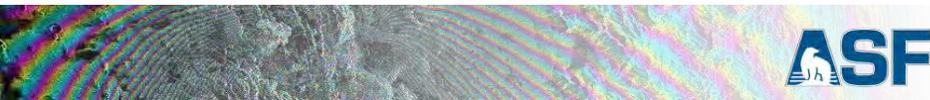
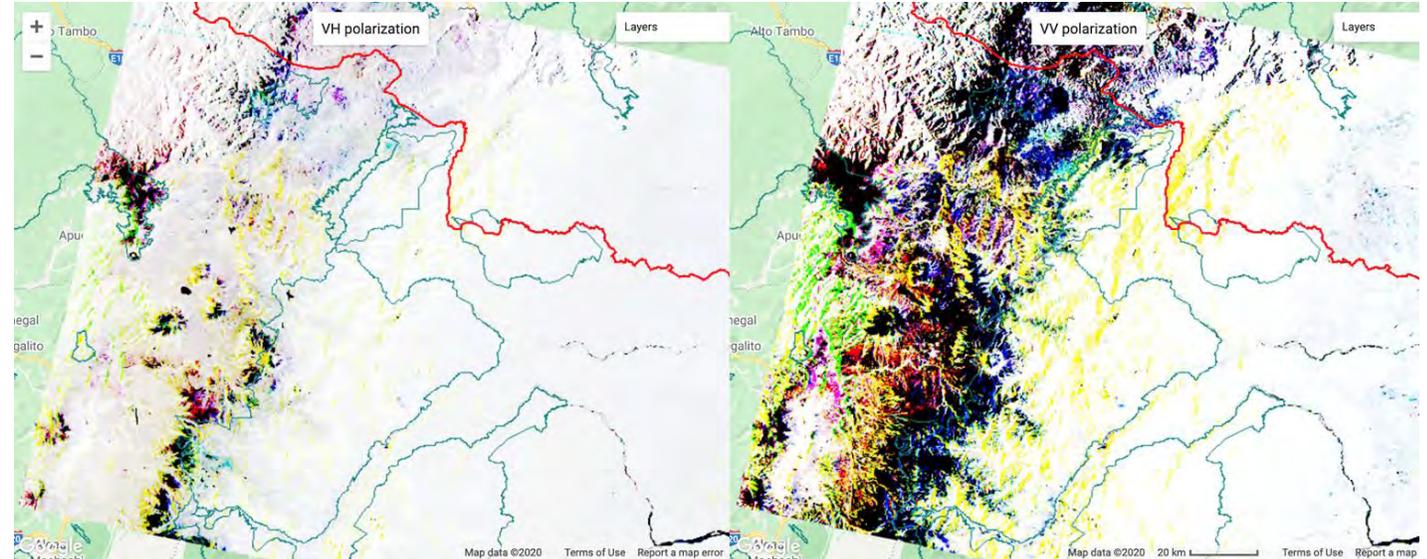
Detección de Cambio Temporal

Ejemplo:

- Repositorio para análisis de cambio de fechas
https://bit.ly/change_time_repository
- Repositorio para ejercicios:
https://bit.ly/MAE_Ecuador_repository

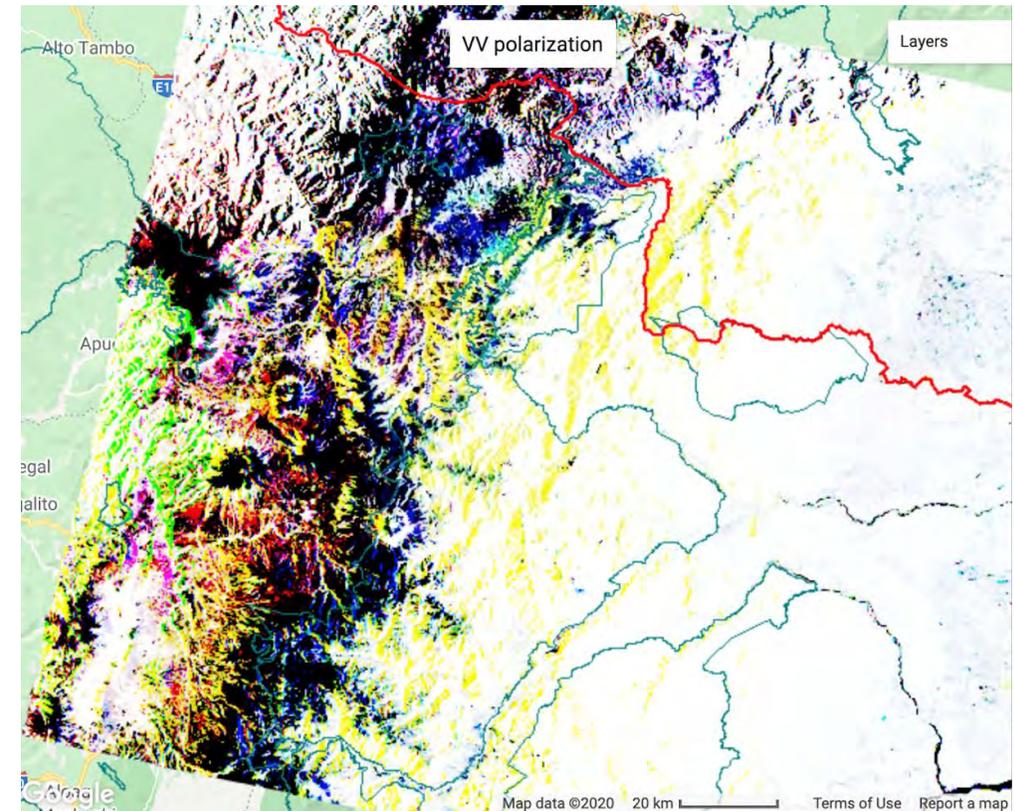
Script para Ecuador:

- https://bit.ly/cambio_temp_Ecuador



Guía de colores

Banda 1	Banda 2	Banda 3	Resultado
Blue/Azul (más nueva/fecha más reciente/fecha final)	Green/Verde (fecha intermedia)	Red/Rojo (Última / más antigua / fecha de inicio)	Color
Cambio de tonos en la imagen			
Blanco	Negro	Negro	Azul
Negro	Blanco	Negro	Verde
Negro	Negro	Blanco	Rojo
Blanco	Blanco	Negro	Cian
Blanco	Negro	Blanco	Magenta
Negro	Blanco	Blanco	Amarillo
Sin cambios de tonos en la imagen			
Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Negro	Negro	Negro	Negro
Gris	Gris	Gris	Gris



Asignación de colores para imágenes RGB SAR (Manual of Remote Sensing, Vol. 2, 1998, SAR Handbook 2019)

Índice radar de degradación del bosque modificado (mRFDI)

Original:

$$RFDI = \frac{\gamma_{HH}^0 - \gamma_{HV}^0}{\gamma_{HH}^0 + \gamma_{HV}^0}$$

Modificado:

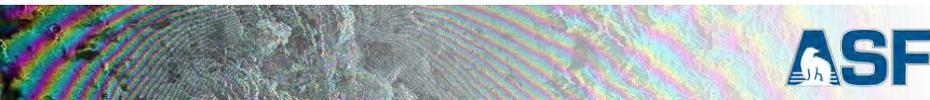
$$mRFDI = \frac{\gamma_{VV}^\theta - \gamma_{VH}^\theta}{\gamma_{VV}^\theta + \gamma_{VH}^\theta}$$

RADAR FOREST DEGRADATION INDEX:

RFDI values range from less than 0.3 for dense forests, between 0.4 and 0.6 for degraded forests, and greater than 0.6 for deforested landscapes.



Tiene valores entre 0 y 1, donde en general los valores menores a 0.3 corresponden a áreas boscosas, valores entre 0.4 y 0.6 son moderadamente degradados y valores mayores a 0.6 representan paisajes deforestados. Es de notar que estos valores dependen en cierta medida del área de estudio, y esta versión modificada para usar con Sentinel-1 resaltará las superficies rugosas.



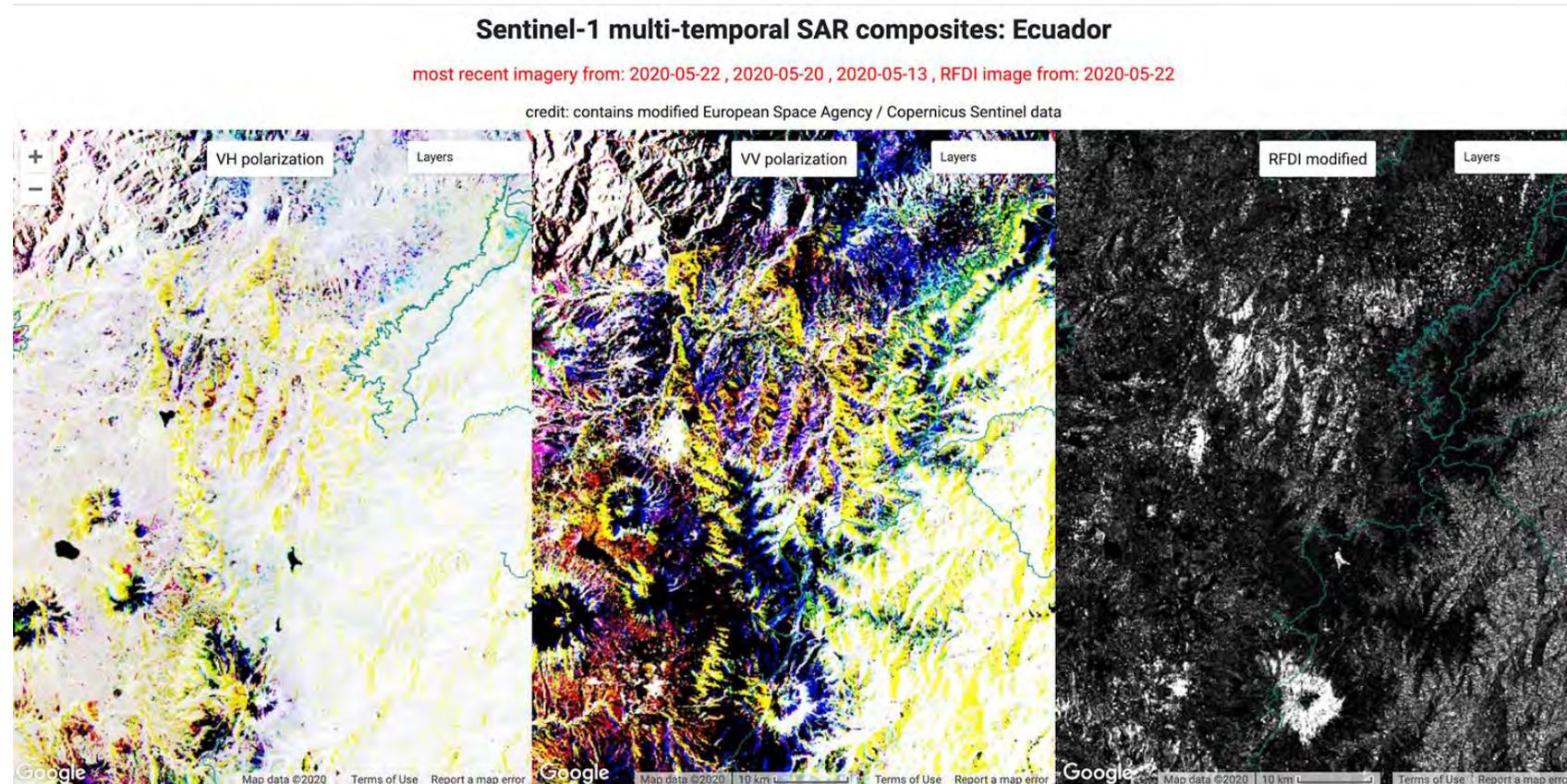
Índice radar de degradación del bosque modificado (mRFDI)

Original:

$$RFDI = \frac{\gamma_{HH}^0 - \gamma_{HV}^0}{\gamma_{HH}^0 + \gamma_{HV}^0}$$

Modificado:

$$mRFDI = \frac{\gamma_{VV}^\theta - \gamma_{VH}^\theta}{\gamma_{VV}^\theta + \gamma_{VH}^\theta}$$



Más acerca de RFDI: [SAR Vegetation indices](#)

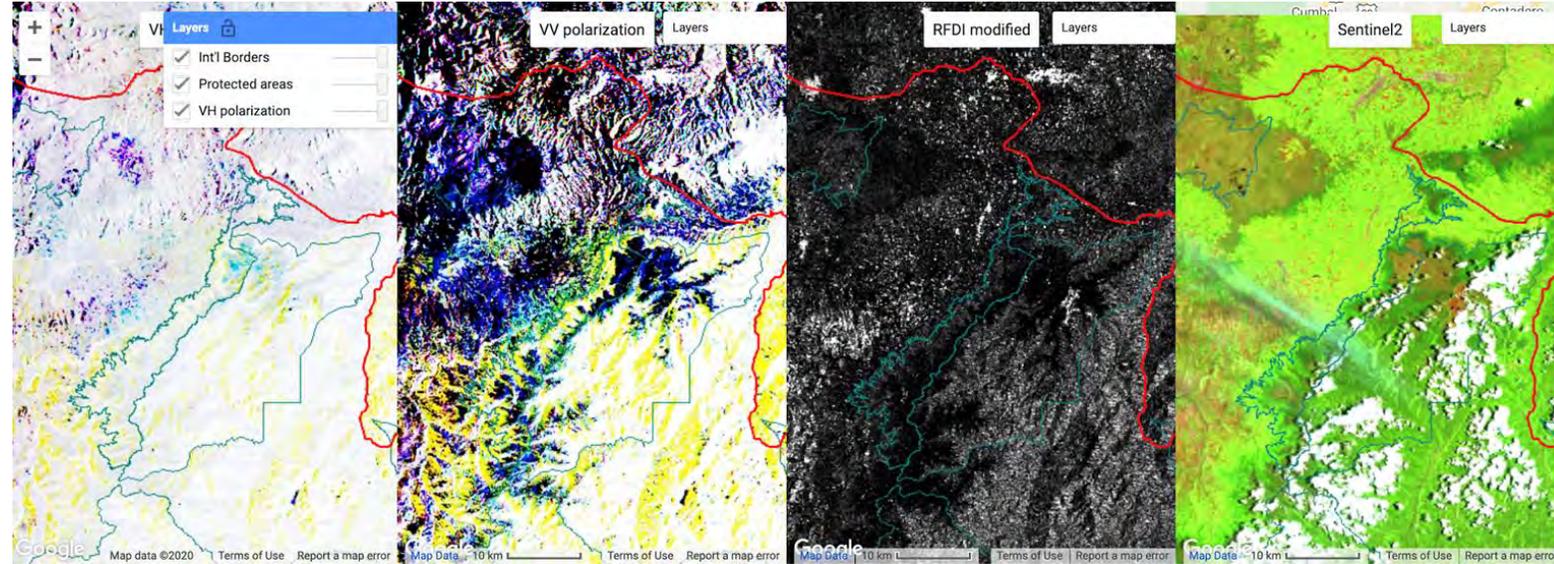
Índice radar de degradación del bosque modificado (mRFDI)

Ejemplo 1:

https://bit.ly/SAR_mRFDI

Ejemplo 2:

https://bit.ly/vis_Ecuador



Más acerca de RFDI: [SAR Vegetation indices](#)

$$mRFDI = \frac{\gamma_{VV}^{\theta} - \gamma_{VH}^{\theta}}{\gamma_{VV}^{\theta} + \gamma_{VH}^{\theta}}$$

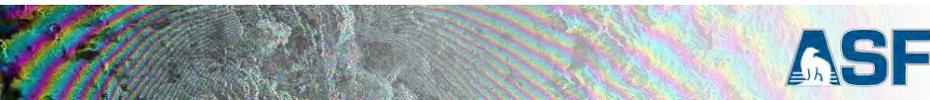
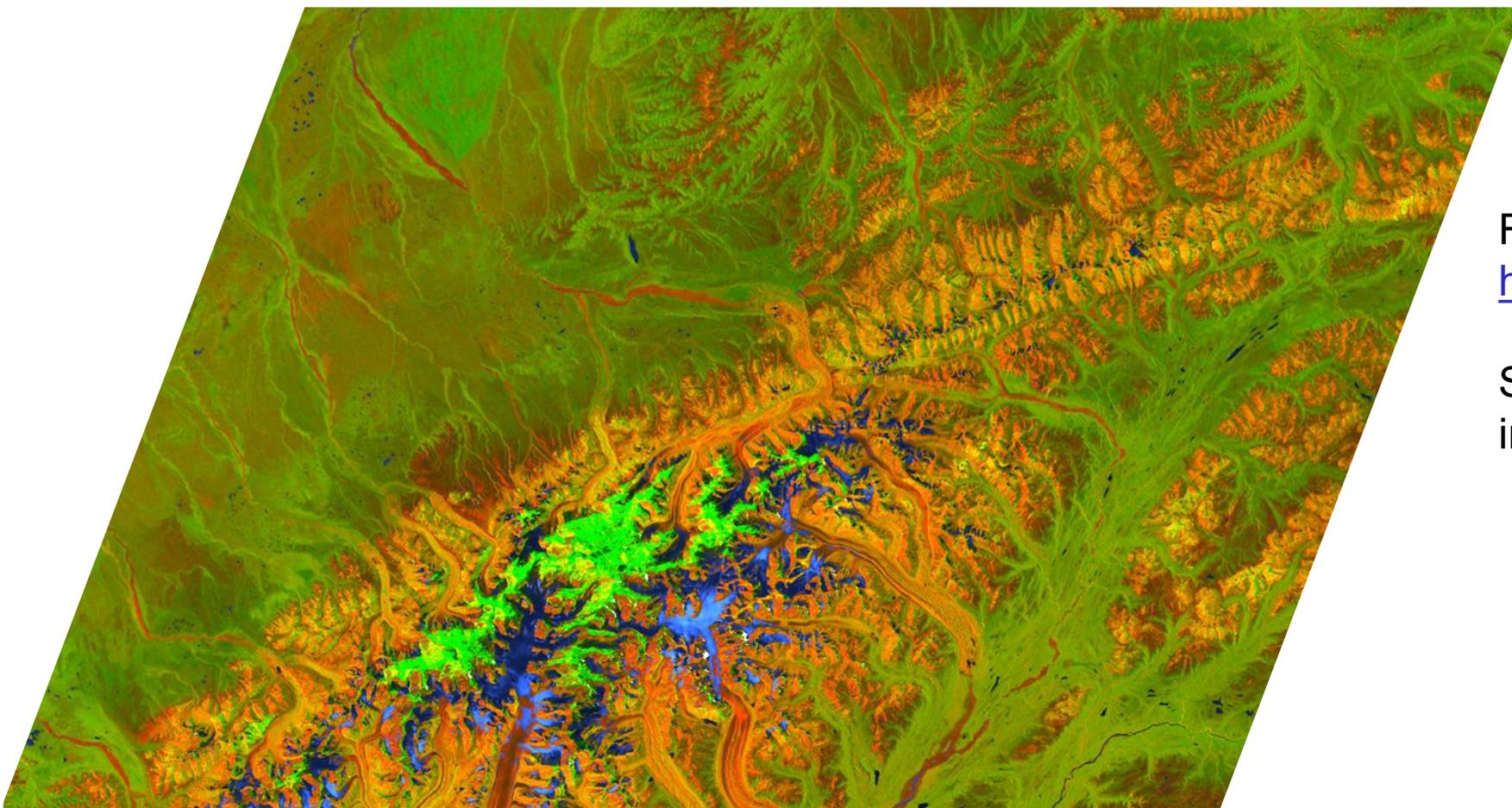
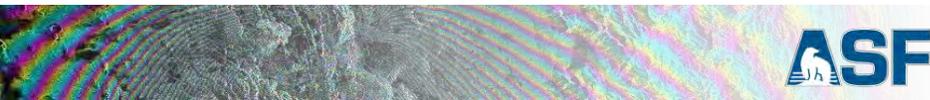


Imagen SAR – Sentinel-1 en color falso – basado en la aplicación de ASF de la Descomposición Freeman



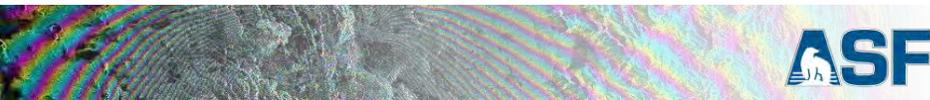
Repositorio:
https://bit.ly/SAR_RGB

Se puede aplicar a imagenes individuales o series de tiempo





PRÓXIMAMENTE: EJERCICIO DE MAPEO DE AGUA SUPERFICIAL USANDO MÉTODO DE UMBRAL



Iniciar el Notebook de Mapeo de Inundación

- **Acceder al Notebook aquí:**

https://mybinder.org/v2/gh/asfadmin/asf-jupyter-notebooks/binder/SARHazards_Lab_ChangeDetection?filepath=SARHazards_Lab_ChangeDetection.ipynb

