

# SAR para el Mapeo de Inundaciones

Erika Podest

9 de agosto de 2018

# Objetivos de Aprendizaje

Al finalizar esta presentación, usted entenderá:

- las ventajas de SAR sobre los sistemas ópticos par el mapeo de inundaciones
- el contenido informático en las imágenes SAR relevantes a la inundación
- las limitaciones de SAR en cuanto al mapeo de inundaciones
- los parámetros óptimos de los sensores para el mapeo de inundaciones
- cómo generar un mapa de inundación



# El Mapeo de Inundaciones

- la ocurrencia temporal o permanente de una superficie acuática bajo un dosel arbóreo.



-agua sin vegetación establecida



# El Mapeo de Inundaciones: Radar vs Óptico

## Radar

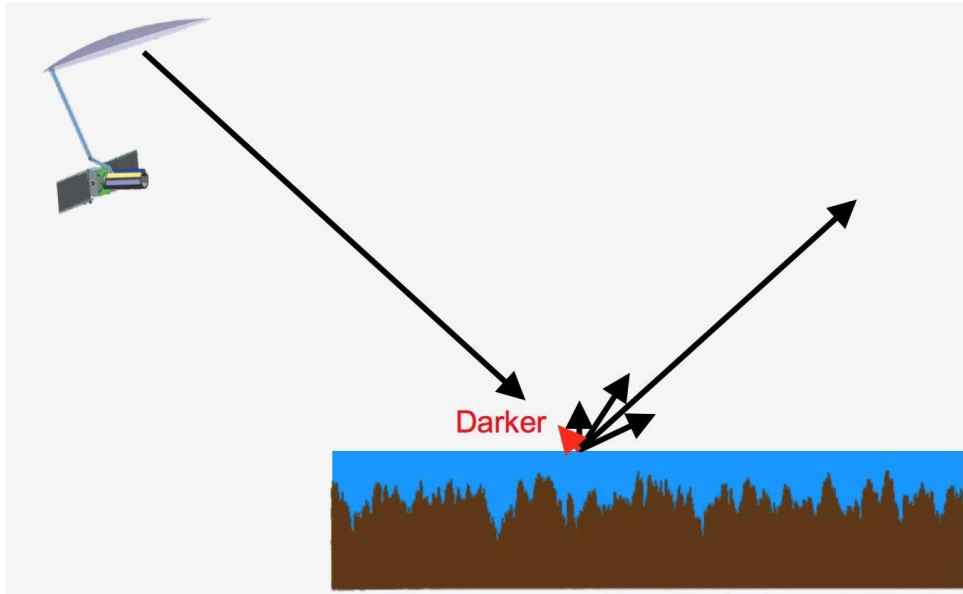
- Funciona bajo casi cualquier condición meteorológica y en el día o la noche
- La señal puede penetrar a través del dosel (dependiendo de la longitud de onda), brindando información sobre el estado de inundación.

## Óptico

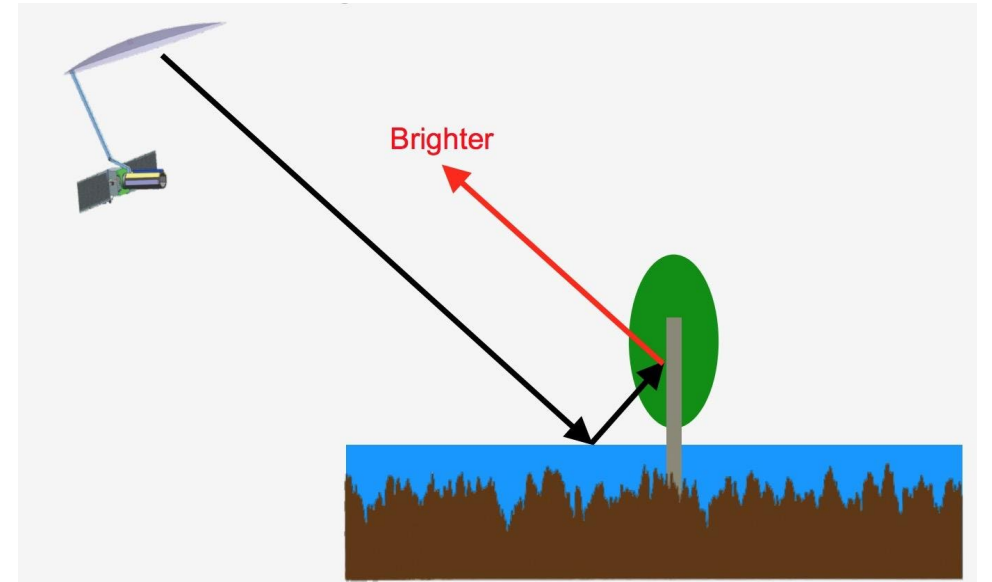
- Las nubes y la oscuridad (noche) son un impedimento
- Los sensores ópticos sólo ven la parte superior de las superficies porque el dosel oculta lo que hay por debajo, lo cual limita las inferencias sobre el estado de inundación en algunos casos.



# Ejemplo de la Dispersión de la Señal de SAR sobre Regiones Inundadas



Superficie Lisa

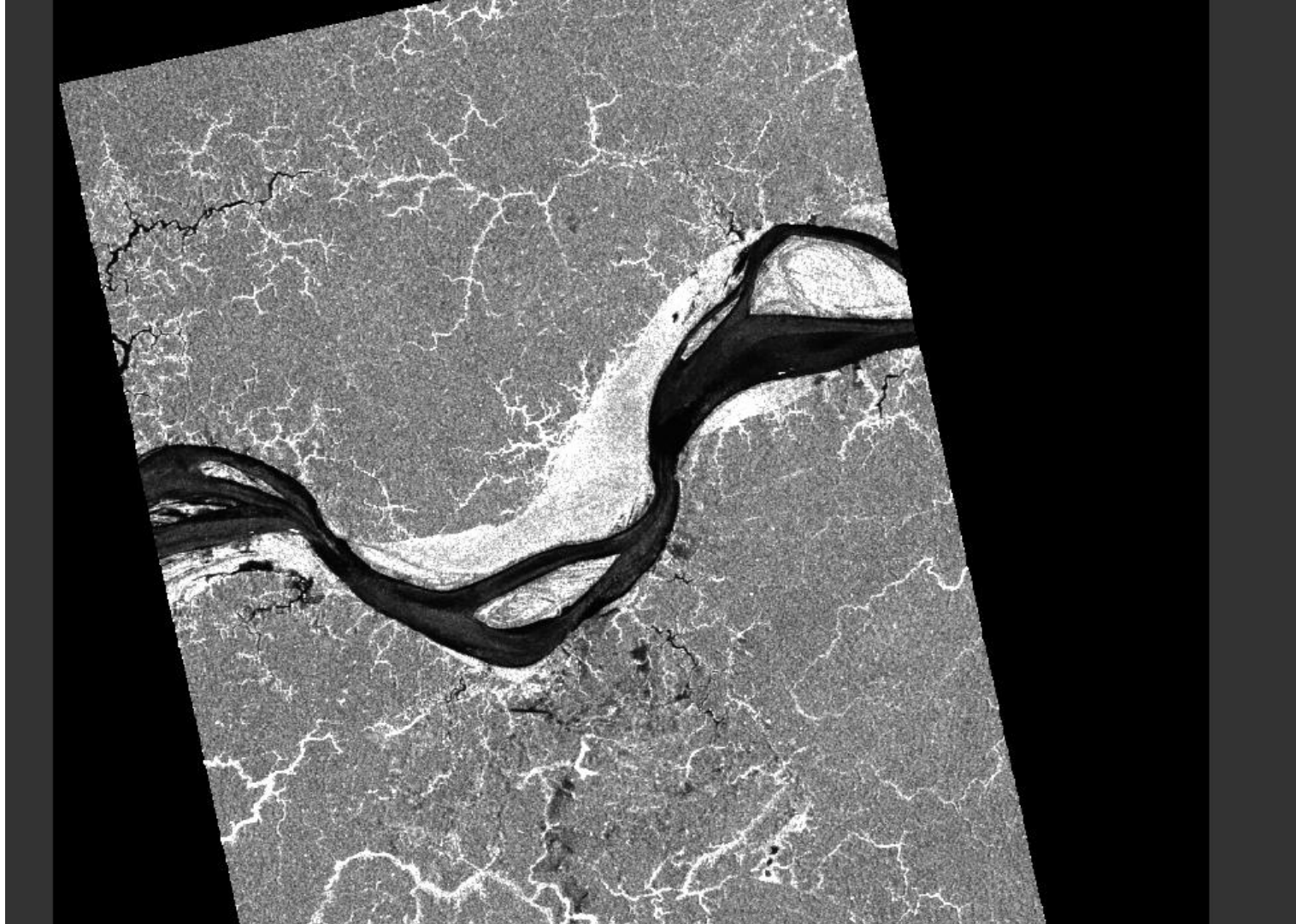


Doble Rebote



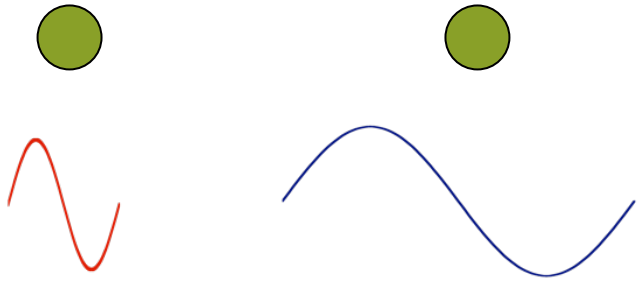
# Ejemplo de la Dispersión de la Señal de SAR sobre Regiones Inundadas

Imagen Palsar (L-band) cerca de Manaus, Brasil

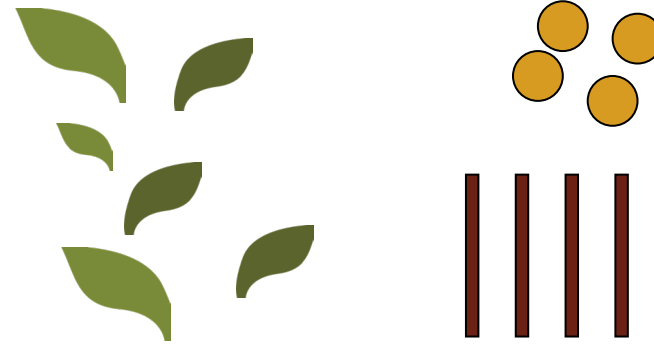


# Parámetros Superficiales Relacionados con la Estructura

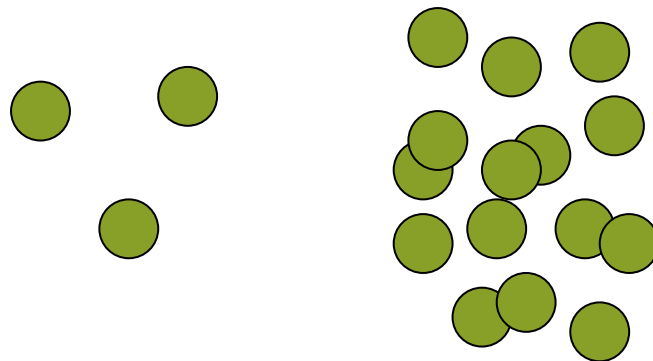
Tamaño Relativo a Longitud de Onda



Orientación




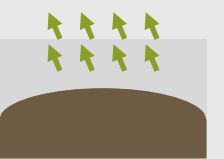
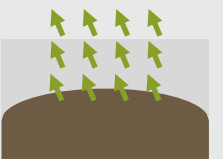
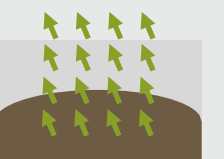


Densidad



# La Relación entre la Longitud de Onda y la Respuesta de la Señal de SAR sobre Vegetación Inundada

- La penetración es el **factor principal** en la selección de longitud de onda
- Generalmente, mientras mas larga la longitud de onda mayor es la penetración

Vegetación			
Aluvión Seco			
	Banda-X 3 cm	Banda-C 5 cm	Banda-L 23 cm

Designación de Bandas*	Longitud de onda ( $\lambda$ ), cm	Frecuencia ( $\nu$ ), GHz ( $10^9$ ciclos·seg <sup>-1</sup> )
Ka (0.86 cm)	0.8 – 1.1	40.0 – 26.5
K	1.1 – 1.7	26.5 – 18.0
Ku	1.7 – 2.4	18.0 – 12.5
X (3.0 cm, 3.2 cm)	2.4 – 3.8	12.5 – 8.0
C (6.0)	3.8 – 7.5	8.0 – 4.0
S	7.5 – 15.0	4.0 – 2.0
L (23.5 cm, 25 cm)	15.0 – 30.0	2.0 – 1.0
P (68 cm)	30.0 – 100.0	1.0 – 0.3

\*las longitudes utilizadas en SAR están en paréntesis



# La Densidad

- La saturación puede ser un problema
- Densidad informática/Instrumental
  - El AIRSAR polarimétrico de la NASA/JPL opera en las bandas -C, -L, y -P
  - Tiene un ángulo de incidencia entre  $40^\circ$  y  $50^\circ$
- Banda-C  $\approx$  20 toneladas/ha ( $2 \text{ kg/m}^2$ )
- Banda-L  $\approx$  40 toneladas/ha ( $4 \text{ kg/m}^2$ )
- Banda-P  $\approx$  100 toneladas/ha ( $10 \text{ kg/m}^2$ )

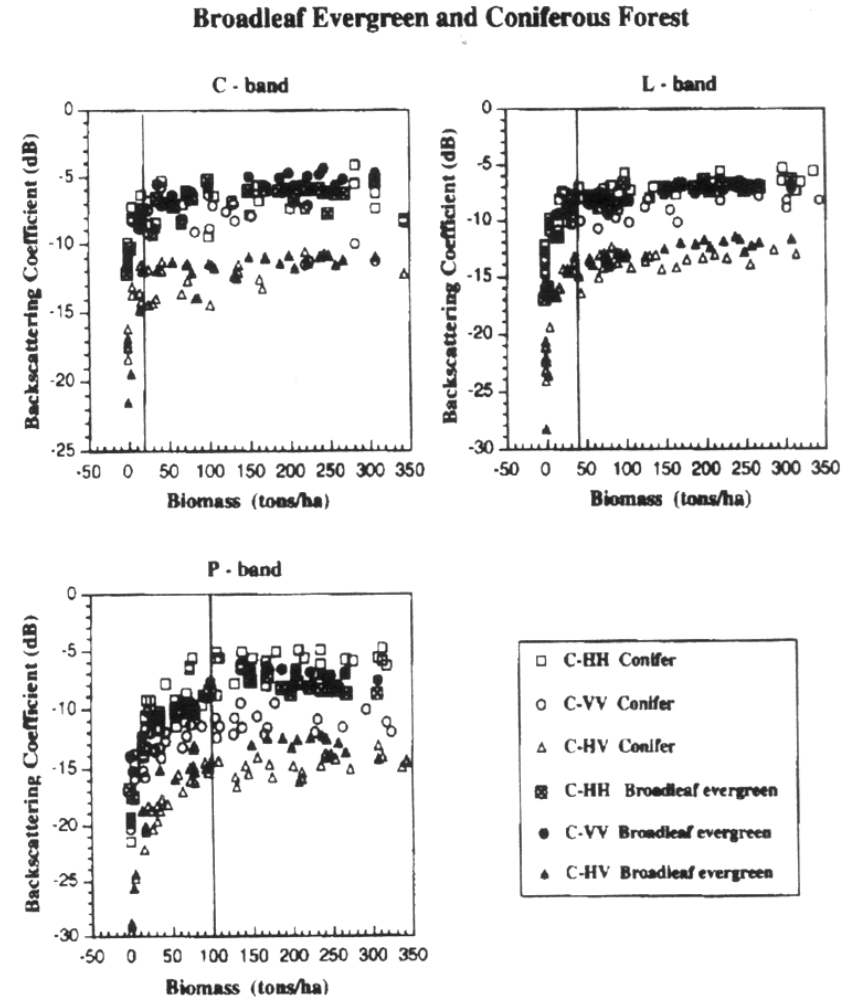


Image Source: Imhoff, 1995:514)

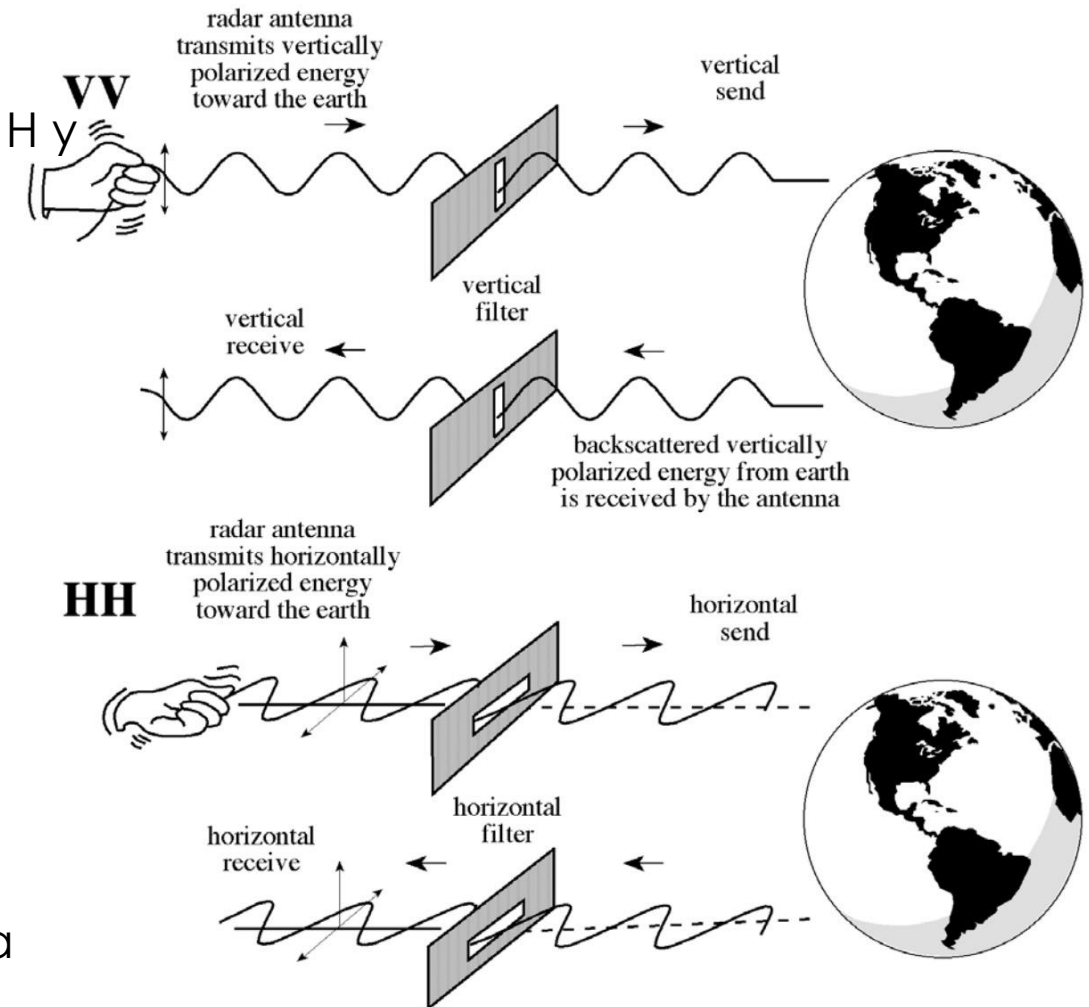


# Ejemplo de la Penetración de la Señal sobre Regiones Inundadas



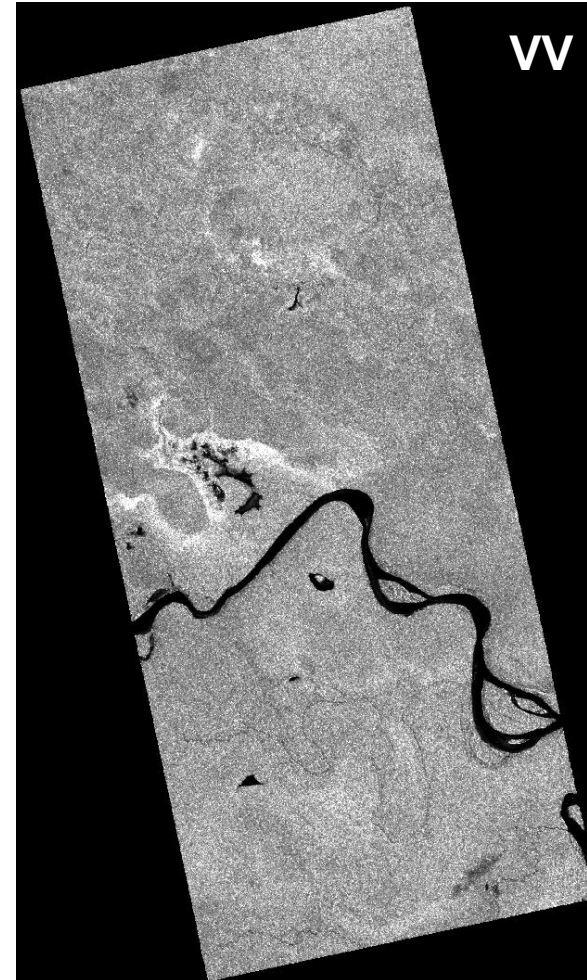
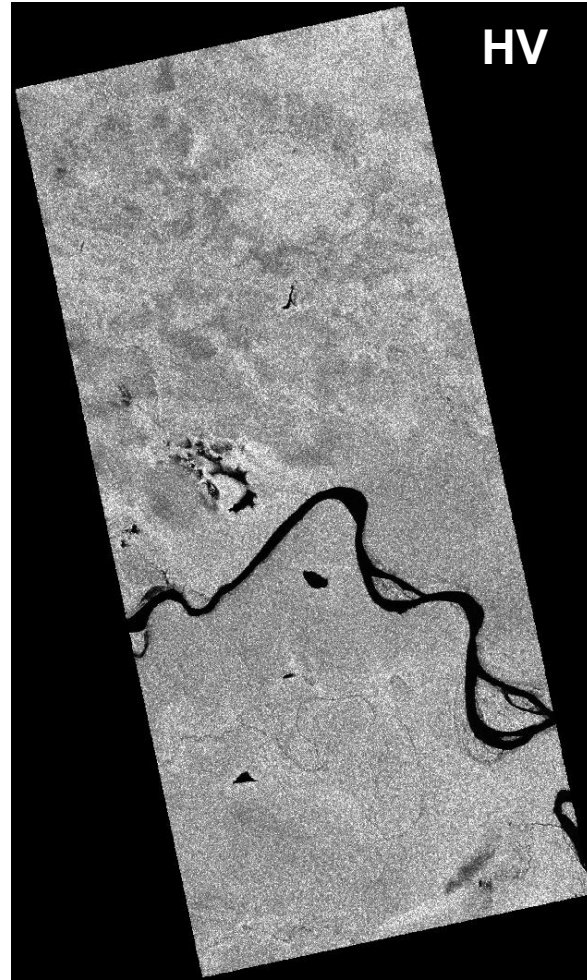
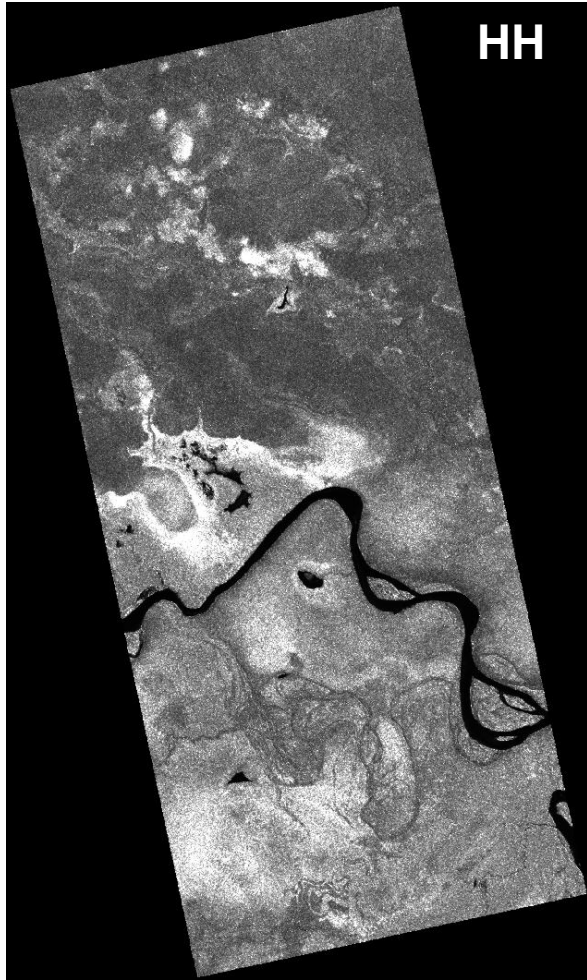
# Características del Radar: Polarización

- La señal de radar es polarizada
- Las polarizaciones normalmente se controlan entre H y V:
  - HH: Transmitida Horizontalmente, Recibida Horizontalmente
  - HV: Transmitida Horizontalmente, Recibida Verticalmente
  - VH: Transmitida Verticalmente, Recibida Horizontalmente
  - VV: Transmitida Verticalmente, Recibida Verticalmente
- Configuración Quad-Pol: Cuando las cuatro polarizaciones se miden
- Diferentes polarizaciones pueden ser utilizadas para determinar las propiedades físicas del objeto observado



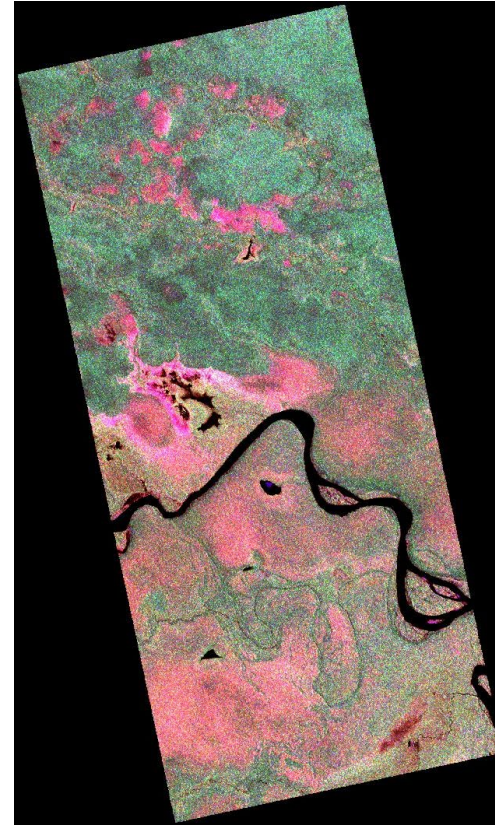
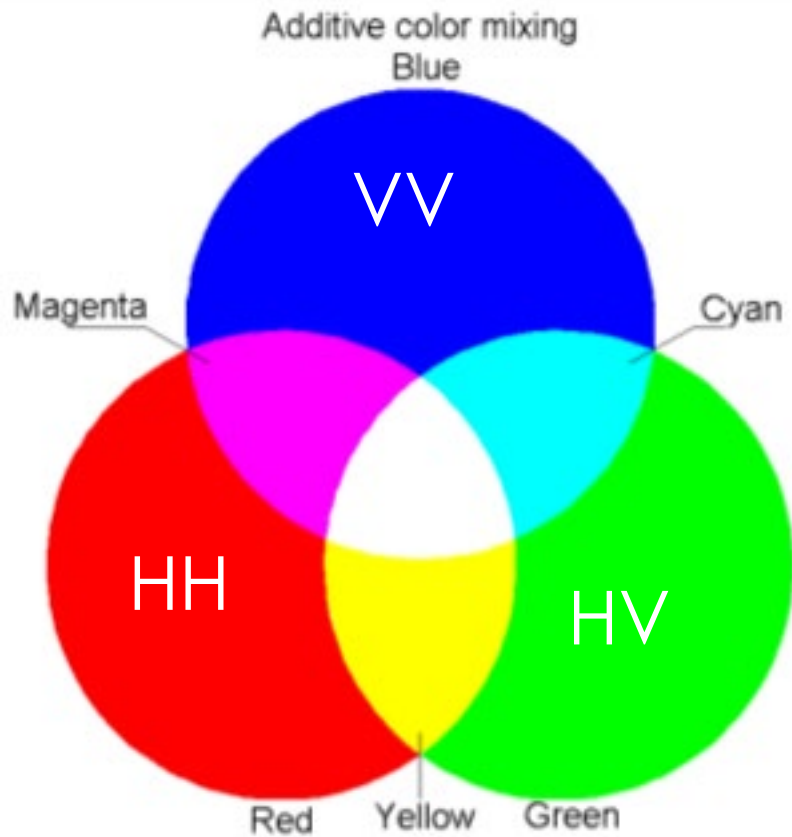
# Ejemplo de Polarizaciones Múltiples para la Detección de Vegetación Inundada

Imágenes de Palsar (L-band) sobre Pacaya-Samiria en el Perú



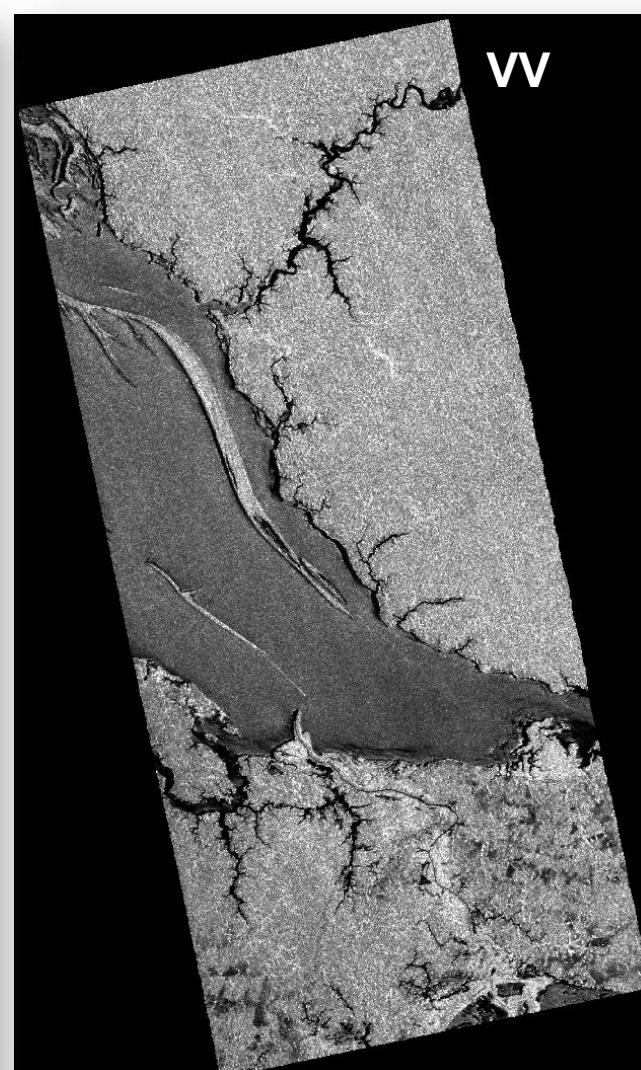
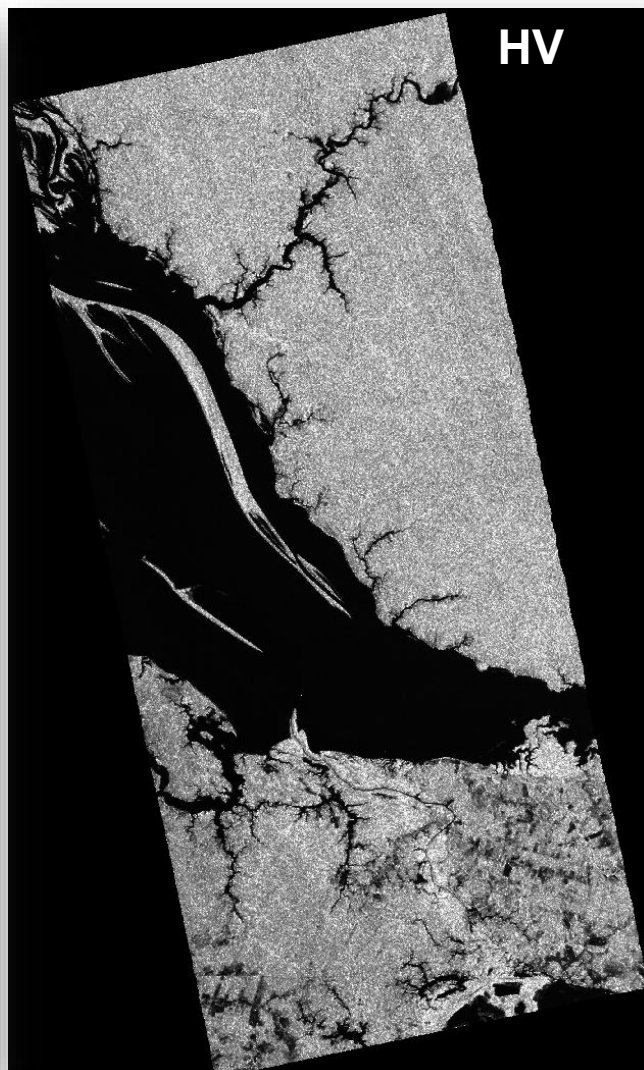
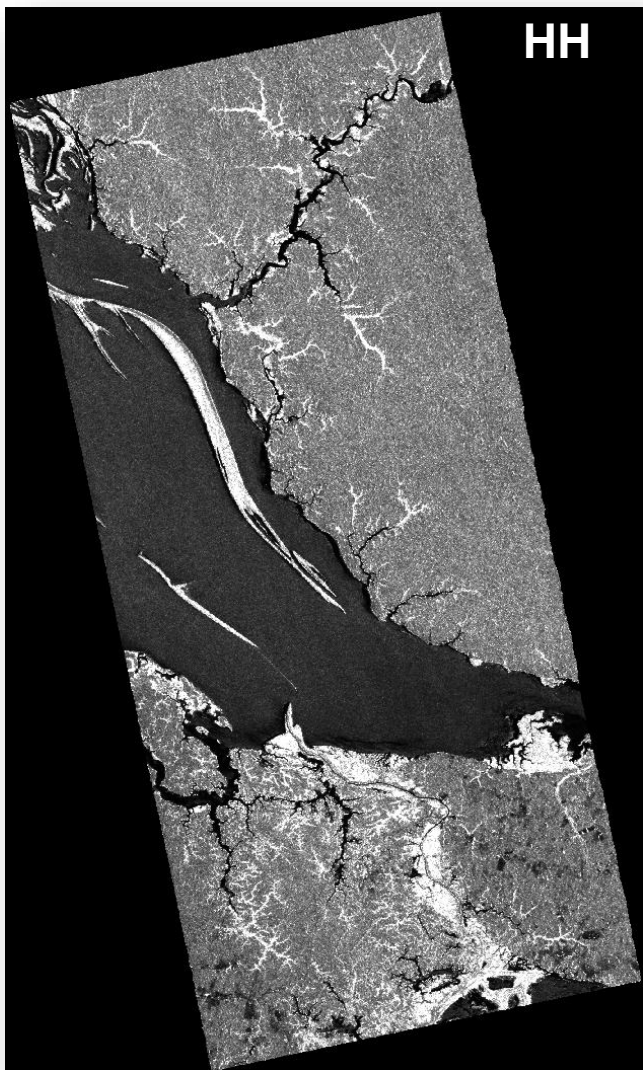
# Ejemplo de Polarizaciones Múltiples para la Detección de Vegetación Inundada

Imágenes de Palsar (L-band) sobre Pacaya-Samiria en el Perú



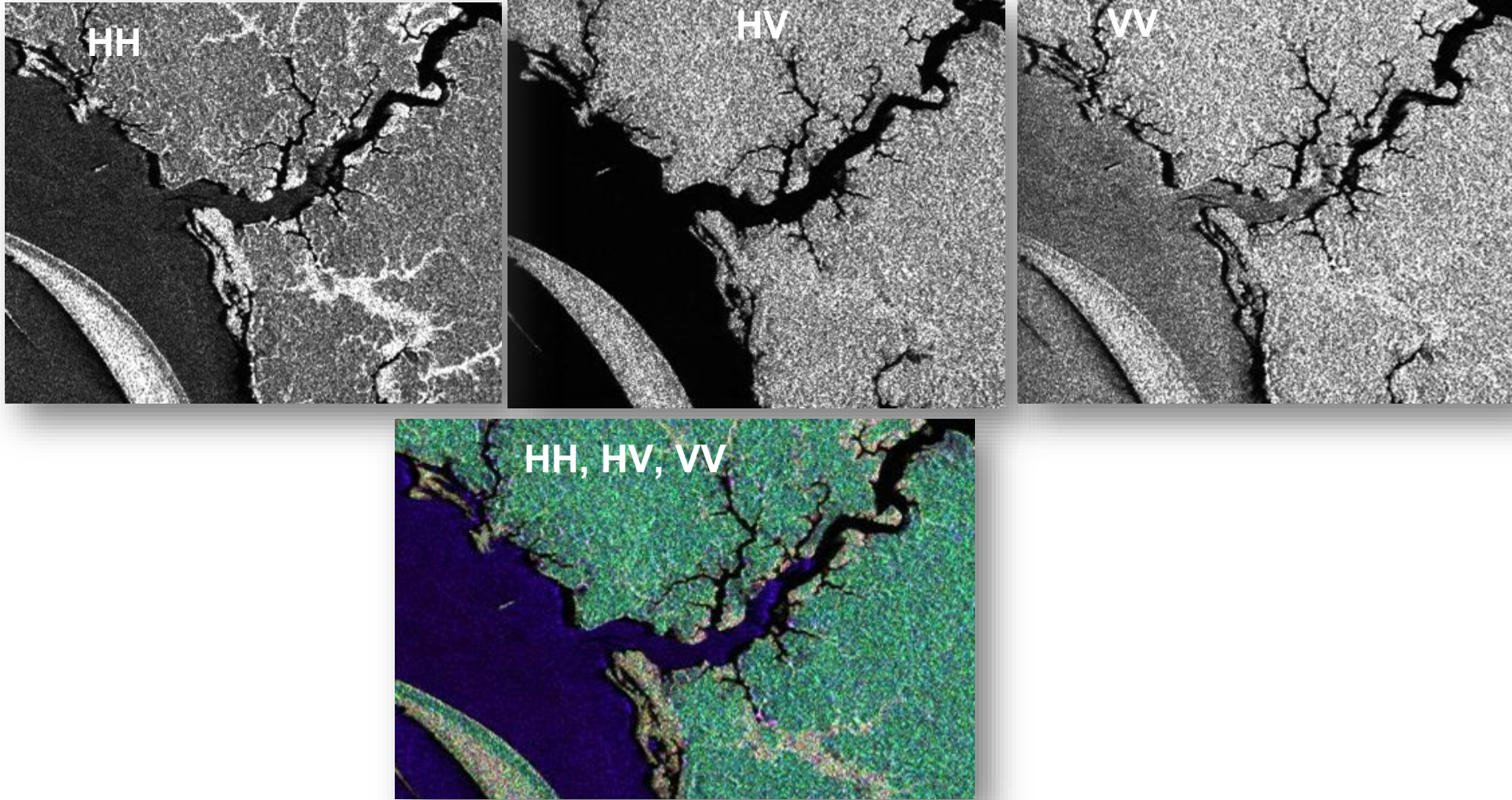
# Ejemplo de Polarizaciones Múltiples para la Detección de Aguas Libres

Imágenes Palsar (L-band) cerca de Manaus, Brasil



# Ejemplo de Polarizaciones Múltiples en un Estudio de Inundación

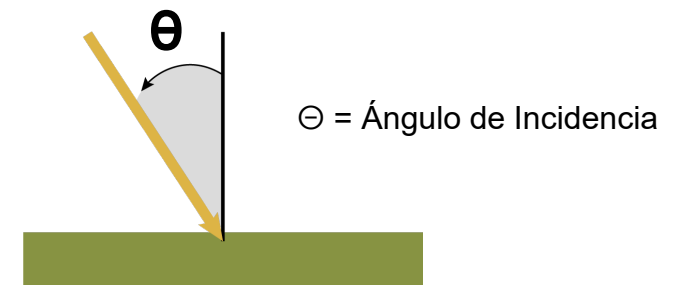
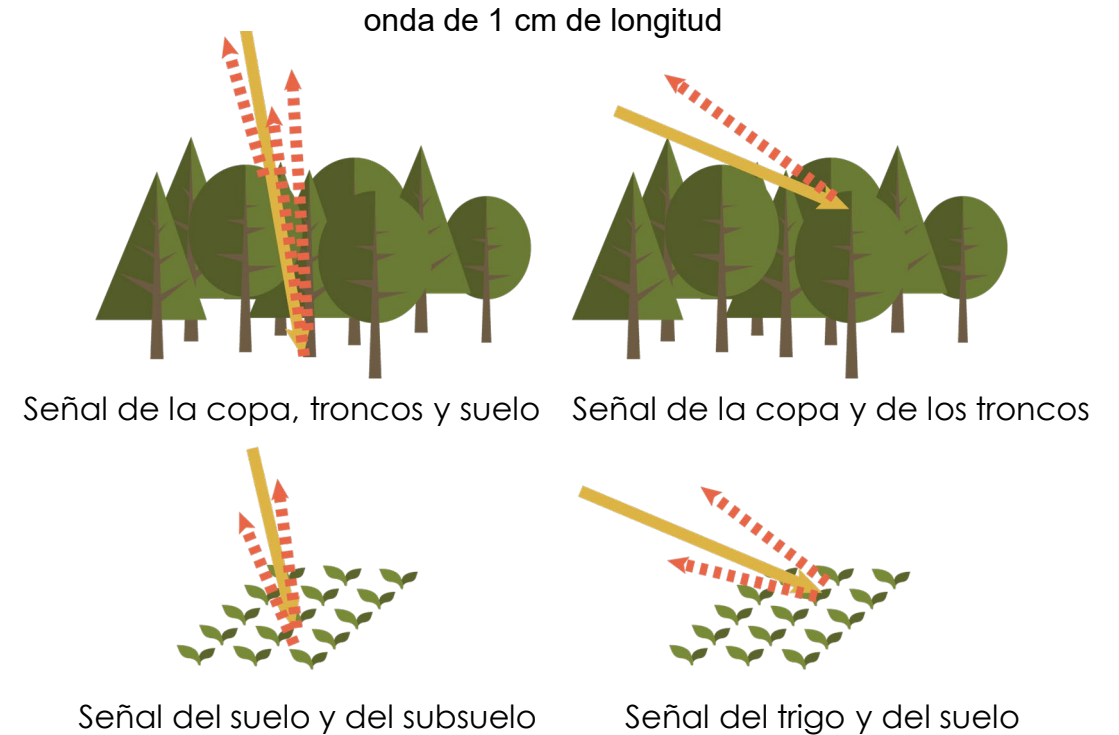
Imágenes de Palsar (L-band) cerca de Manaus, Brasil



# Características del Radar: Ángulo de Incidencia

## Ángulo de Incidencia Local:

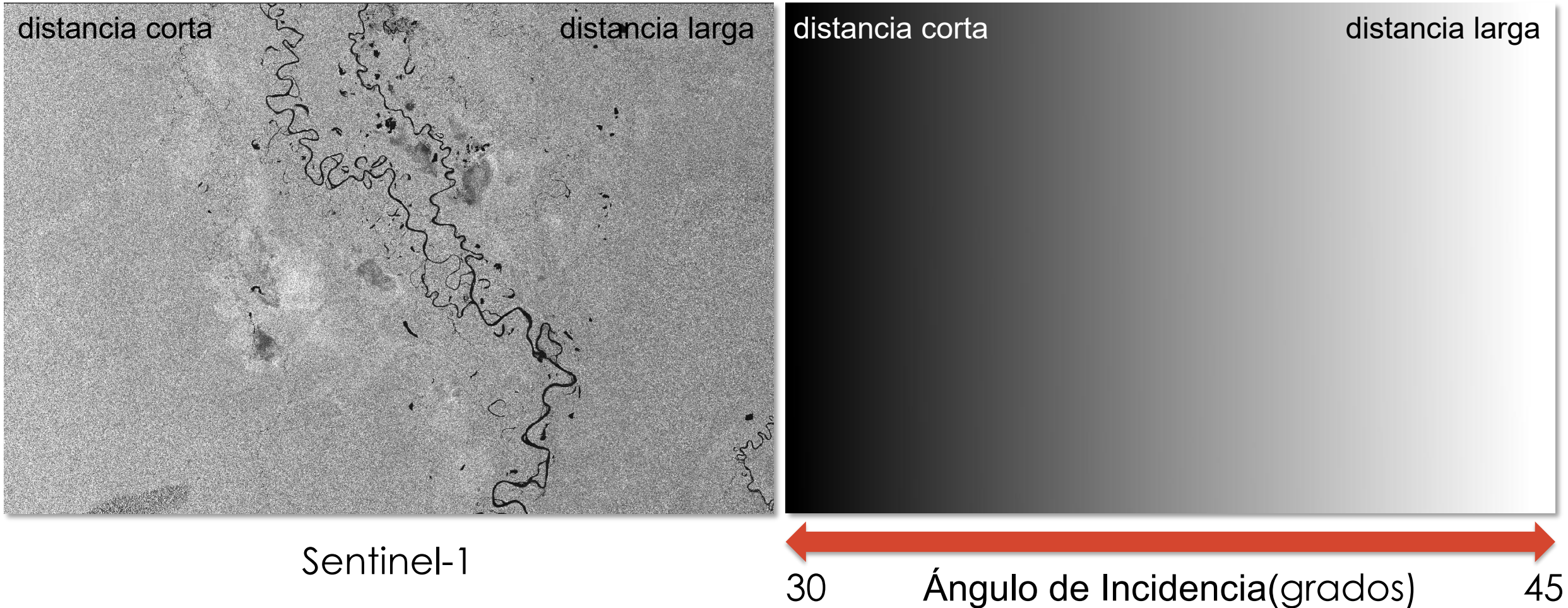
- El ángulo entre la dirección de iluminación del radar y la vertical de la superficie del terreno
- toma en cuenta la inclinación local de la superficie
- influye la intensidad de la imagen
- El ángulo de incidencia cambia dependiendo de la altura del sensor
- Por ello la geometría de la imagen varía de punto a punto en la dirección de rango



Imágenes basadas en: superior: Ulaby et al. (1981 a), inferior: ESA

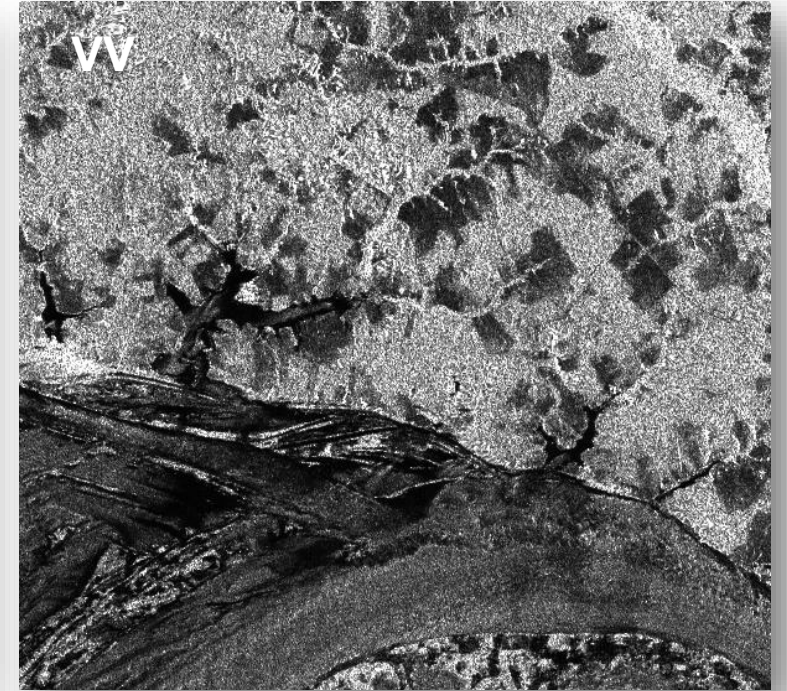
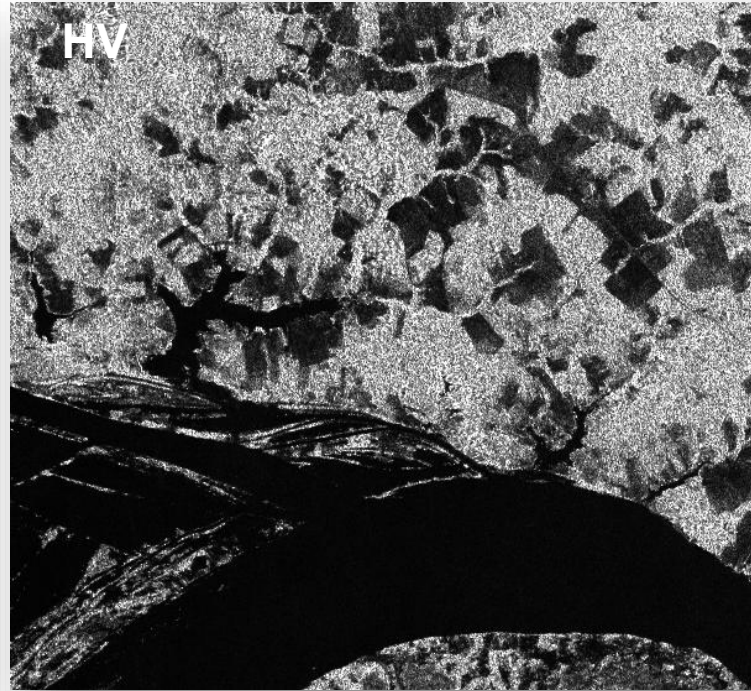


# El Efecto de la Variación del Ángulo de Incidencia



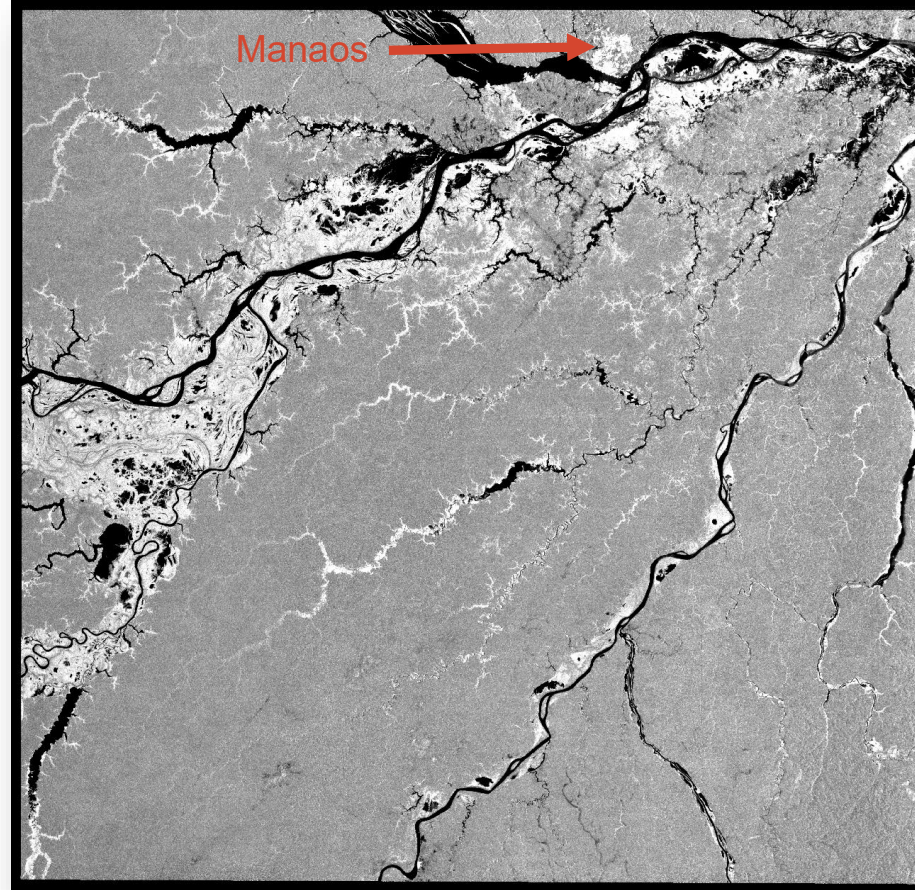
# El Viento Como Fuente de Confusión

Imágenes de Palsar (L-band) cerca de Manaus, Brasil

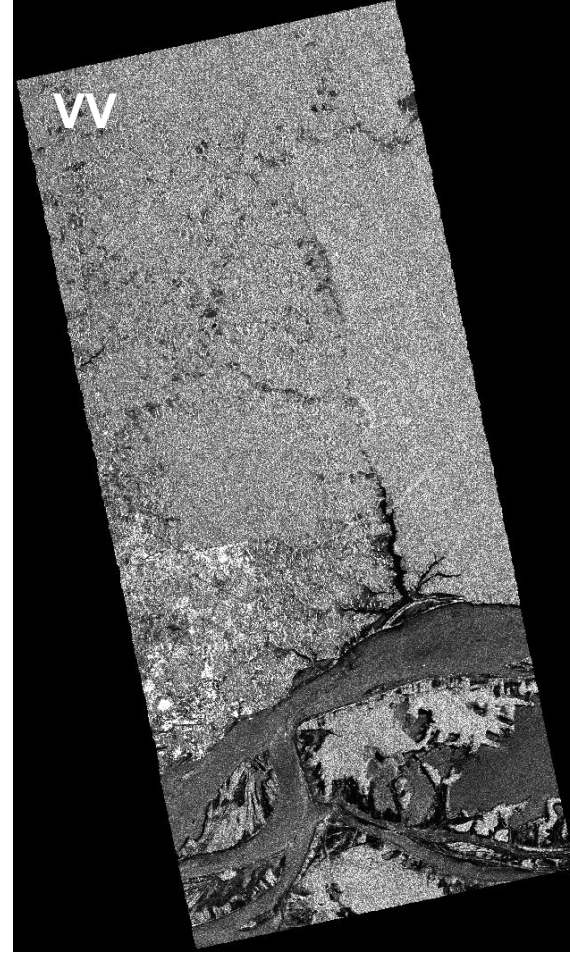
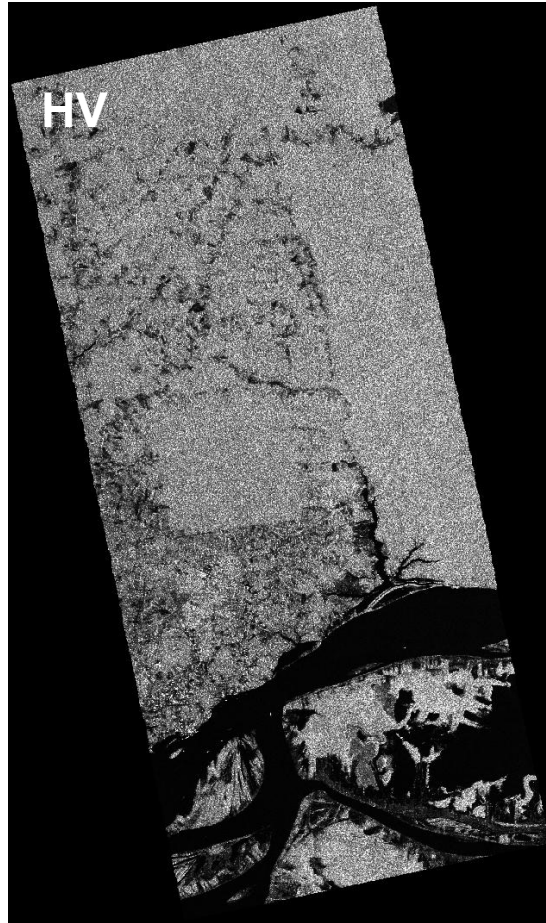
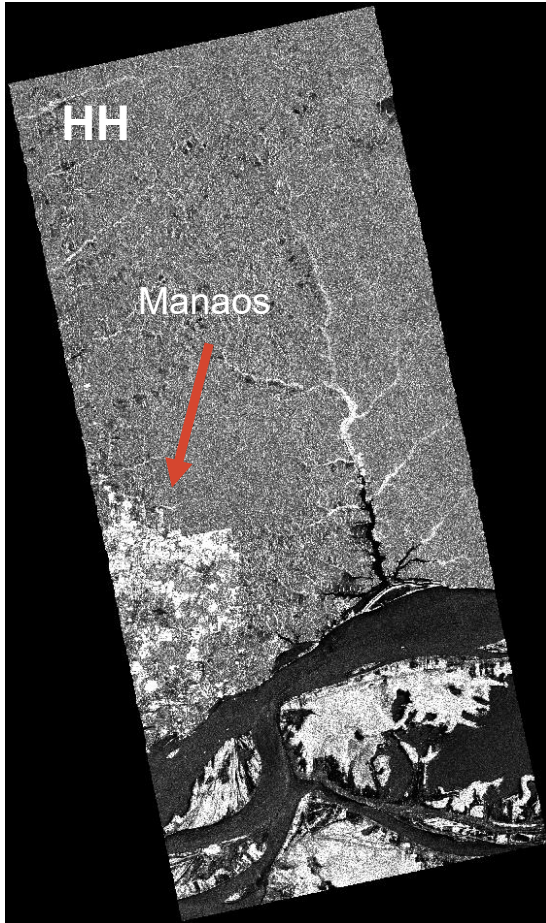


# Las Áreas Urbanas como Fuente de Confusión

Imagen HH de Palsar (L-band) de Manaos, Brasil y sus alrededores



# Las Áreas Urbanas con Diferentes Polarizaciones como Fuente de Confusión



# Distorsiones Geométricas

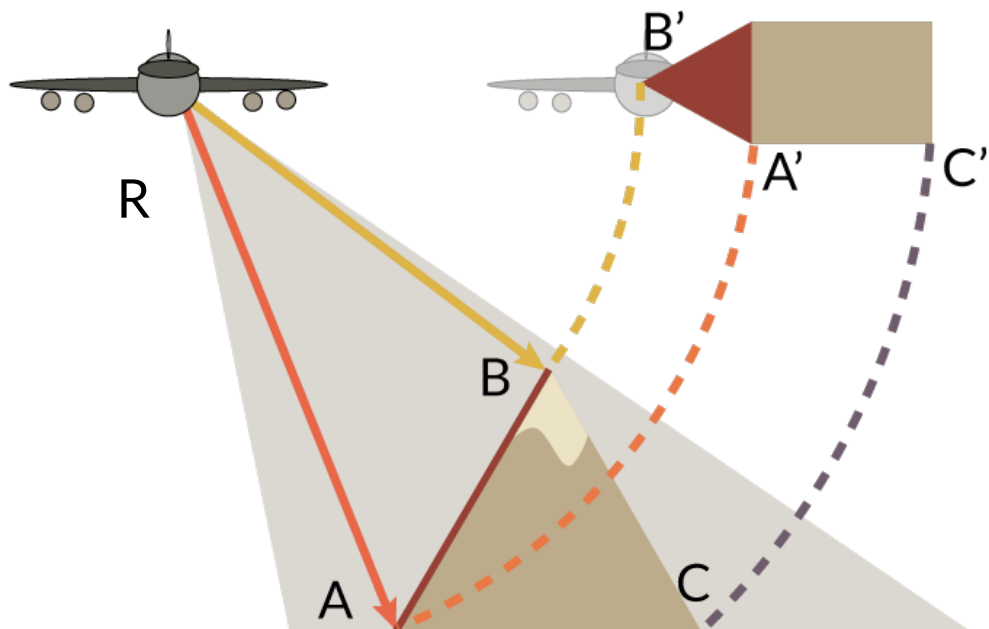
**Inversión  
por Relieve  
(Layover)**

$$AB = BC$$

$$A'B' < B'C'$$

$$RA > RB$$

$$RA' > RB'$$

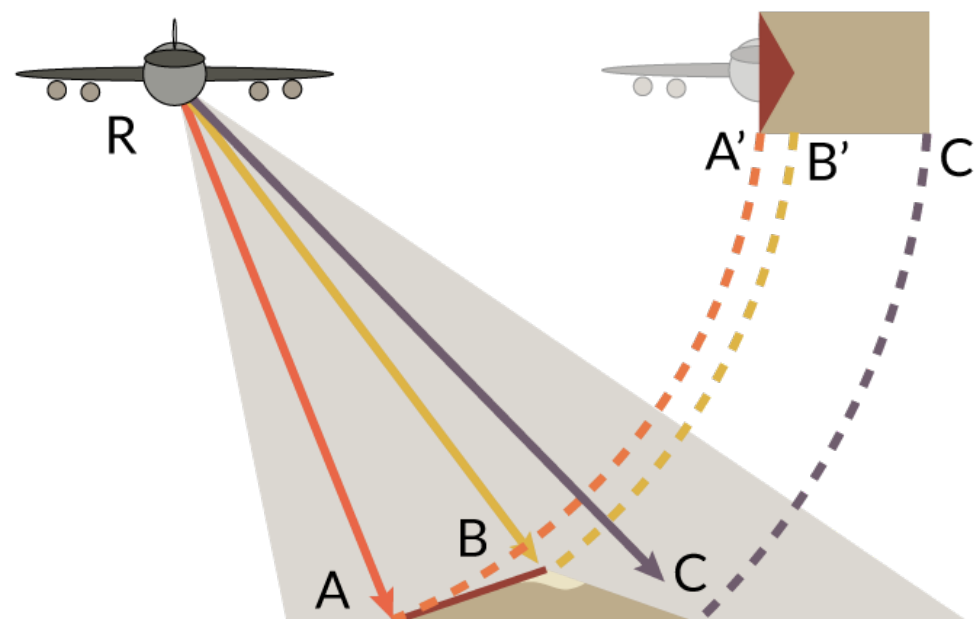


**Desplazamiento  
de Estructuras  
(Foreshortening)**

$$RA < RB < RC$$

$$AB = BC$$

$$A'B' < B'C'$$



Images based on NRC images



# Sombra

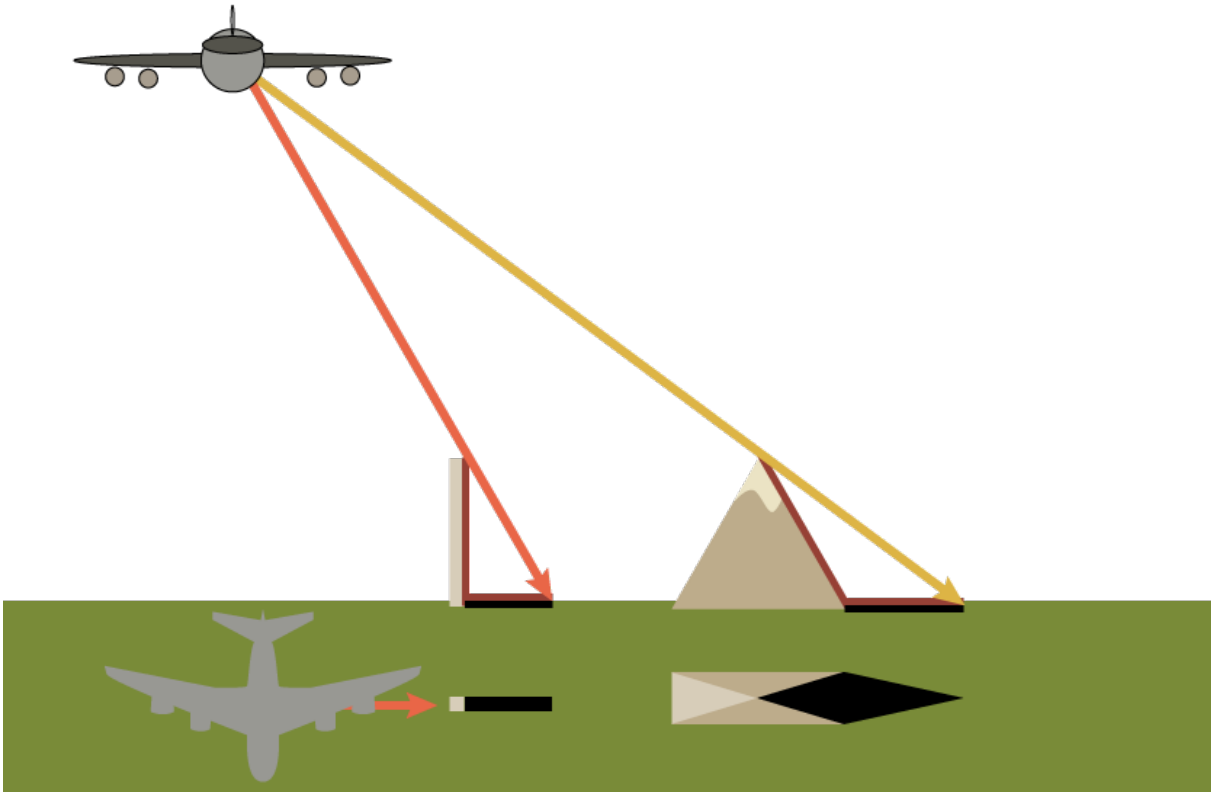


Image (left) based on NRC



# Datos por Radar de Diferentes Satélites

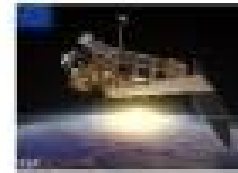
Antiguos:



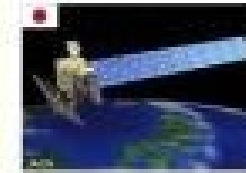
ERS 1/2  
1991-2011



ENVISAT  
2002-2012



ALOS-1  
2002-2012



Radarsat-1  
1995-2013

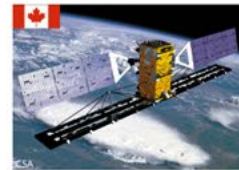


Actuales:

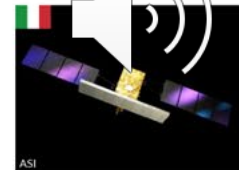
TanDEM-X  
2007



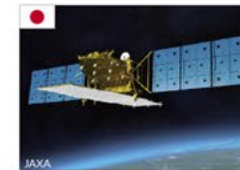
Radarsat-2  
2007



COSMO-SkyMed  
2007



ALOS-2  
2014



Sentinel-1  
2014

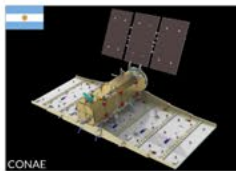


PAZ SAR  
2018



Futuros:

SAOCOM  
2018



RCM  
2018



NISAR  
2021



Biomass  
2021



 de acceso libre

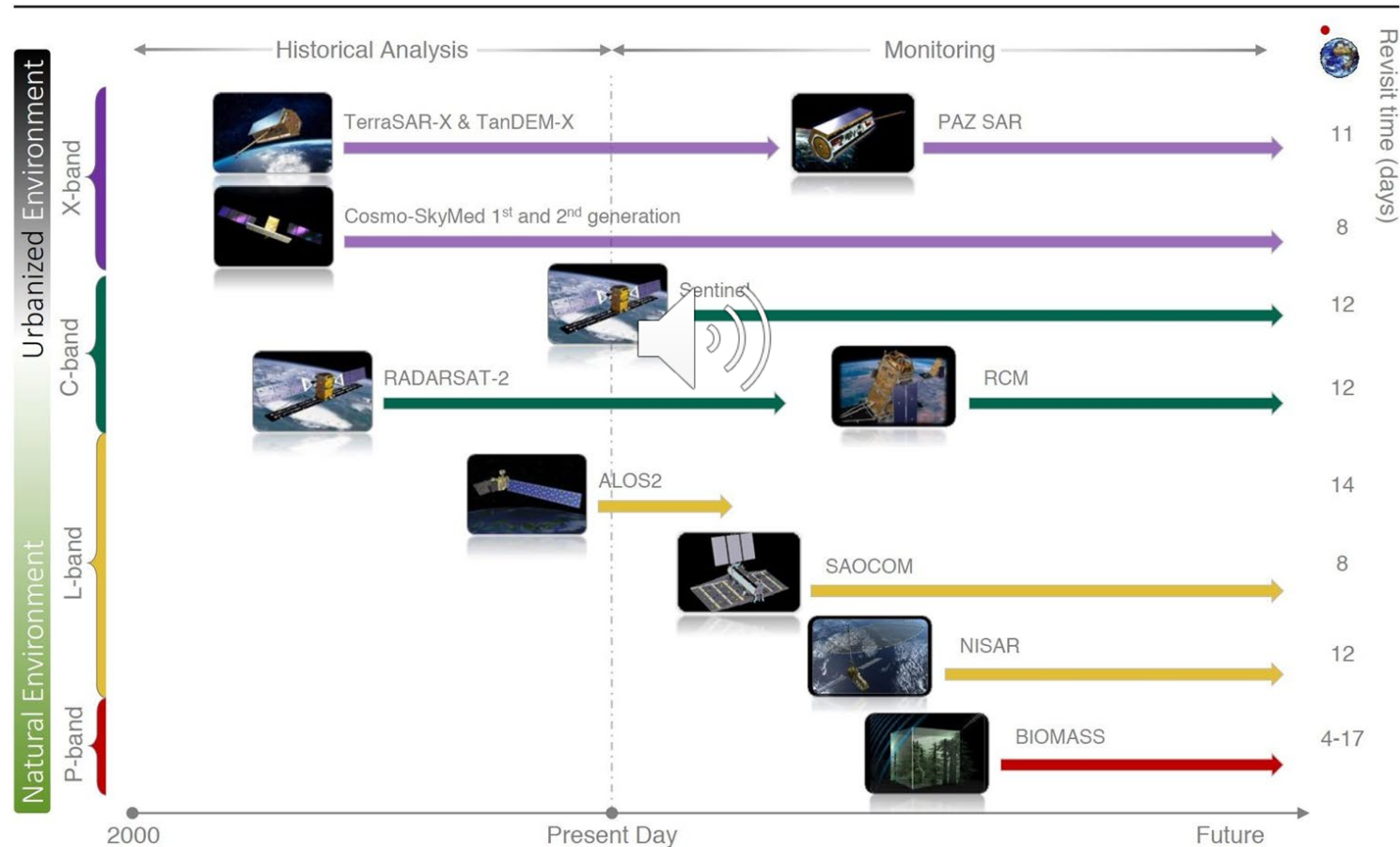
Fuente: Franz Meyer, University of Alaska, Fairbanks



# Satélites de SAR Actuales y Futuros



## Current and Future SAR Satellites



Fuente: Franz Meyer, University of Alaska, Fairbanks



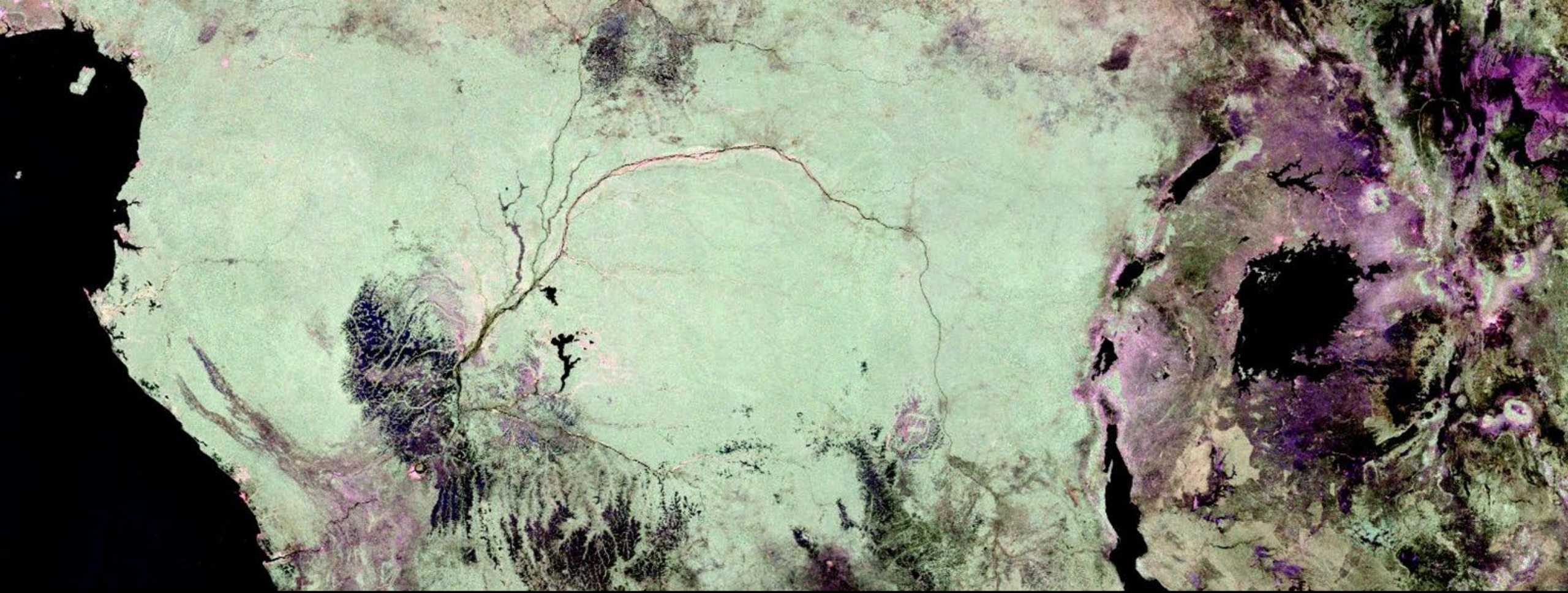
# Misión NISAR (NASA-ISRO SAR)

- Resolución espacial alta con tiempo de revisita frecuente
- Fecha de lanzamiento más pronta: 2021
- Radar de Apertura Sintética (SAR) de frecuencia dual L- y S-band
  - SAR de L-band de la NASA y SAR de S-band de ISRO
- 3 años de operaciones científicas (+ de 5 años de consumibles)
- Todos los datos científicos se harán de disponibilidad libre y gratuita

NISAR Characteristic:	Would Enable:
L-band (24 cm wavelength)	Low temporal decorrelation and foliage penetration
S-band (12 cm wavelength)	Sensitivity to light vegetation
SweepSAR technique with Imaging Swath >240 km	Global data collection
Polarimetry (Single/Dual/Quad)	Surface characterization and biomass estimation
12-day exact repeat	Rapid Sampling
3-10 meters mode-dependent SAR resolution	Small-scale observations
3 years since operations (5 years consumables)	Time-series analysis
Pointing control < 273 arcseconds	Deformation interferometry
Orbit control < 500 meters	Deformation interferometry
>30% observation duty cycle	Complete land/ice coverage
Left/Right pointing capability	Polar coverage, North and South
Noise Equivalent Sigma Zero $\leq$ -23 db	Surface characterization of smooth surfaces

Cortesía: Paul Rosen (JPL)





Ejercicio Práctico