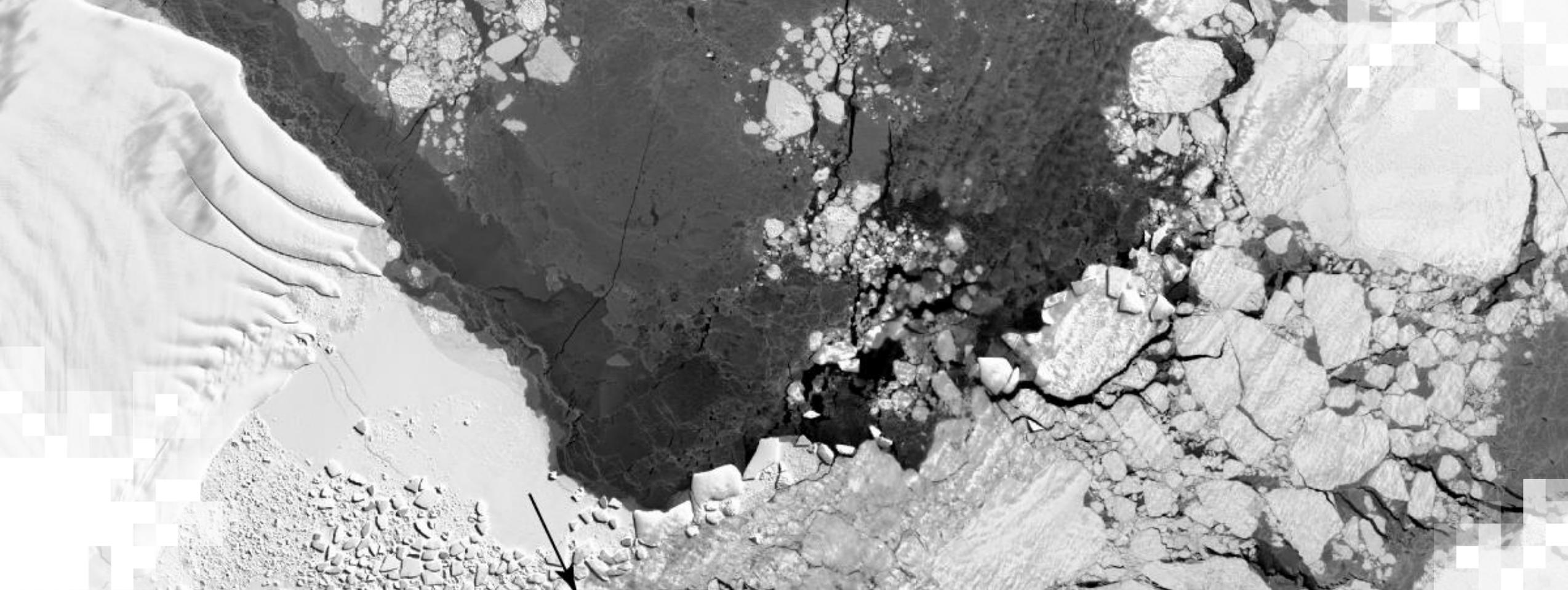


SAR para la Detección y el Monitoreo de Inundaciones, el Hielo Marino y la Subsistencia del Suelo por la Extracción de Agua 3^{ra} Sesión: Detección y Monitoreo de Inundaciones con SAR

Franz J Meyer (Universidad de Alaska en Fairbanks)

1^{ro} de noviembre de 2023





SAR para la Detección y el Monitoreo de Inundaciones, el Hielo Marino y la Subsistencia del Suelo por Extracción de Agua

Resumen

El Hielo Marino, las Inundaciones y la Extracción de Aguas Subterráneas Pueden Verse Desde el Espacio

- El objetivo de este webinar es que los participantes aprendan a utilizar SAR para detectar y hacer frente a posibles desastres relacionadas con el hielo marino, las inundaciones y la extracción de aguas subterráneas.
- Este tipo de sucesos pueden tener un gran impacto en las vidas humanas, las infraestructuras y la economía.
- SAR puede ser fundamental para informar sobre los esfuerzos en tierra en materia de mitigación de desastres y resiliencia.



Objetivos de Aprendizaje

Al final de esta capacitación, los participantes podrán:

- Generar mapas de subsidencia debido a la extracción de aguas subterráneas para informar sobre la gestión de riesgos y recursos.
- Detectar y monitorear el hielo marino para identificar posibles riesgos para la navegación y la erosión costera.
- Detectar inundaciones y monitorear más de cerca el aumento/disminución de estas para poder mejor informar sobre la respuesta y la gestión de desastres.



Esquema de la Capacitación

Sesión 1

Detección y
Monitoreo del
Hielo Marino con
SAR

Martes. Oct. 24, 2023

11:00-13:00 EDT
(UTC-4)

Sesión 2

Medición de la
Subsidencia del
Suelo debido a la
Extracción de Aguas
Subterráneas con
InSAR

Martes Oct. 31, 2023

11:00-13:00 EDT
(UTC-4)

Sesión 3

Detección y
Monitoreo de
Inundaciones con
SAR

Miércoles.. Nov. 1, 2023

11:00-13:00 EDT
(UTC-4)

Tarea

Abre Nov. 1– Fecha de Entrega Nov. 17 – En la pagina de esta capacitación

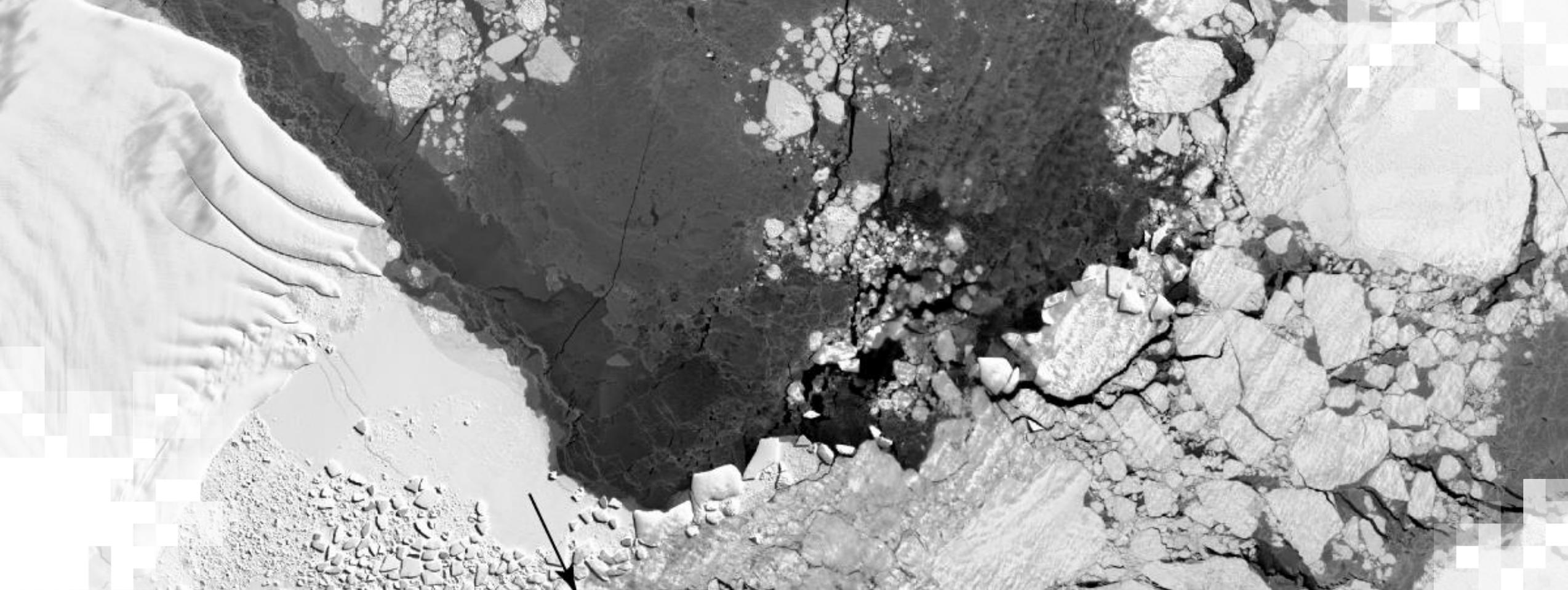
Aquellas personas que asistan a todas las sesiones en vivo y completen la tarea antes de la fecha límite fijada recibirán un certificado de participación.



Cómo Formular Preguntas

- Por favor, escriba sus preguntas en la ventana de Preguntas. Se encuentra abajo a la derecha, debajo de los tres puntos. Las responderemos al final de esta sesión.
- Puede escribir preguntas durante la presentación. Intentaremos responder todas las preguntas en la sesión de preguntas y respuestas que se llevará a cabo después de la presentación.
- El resto de las preguntas se responderán en el documento de preguntas y respuestas, que se publicará en la página de esta capacitación aproximadamente una semana después del cierre de la sesión.





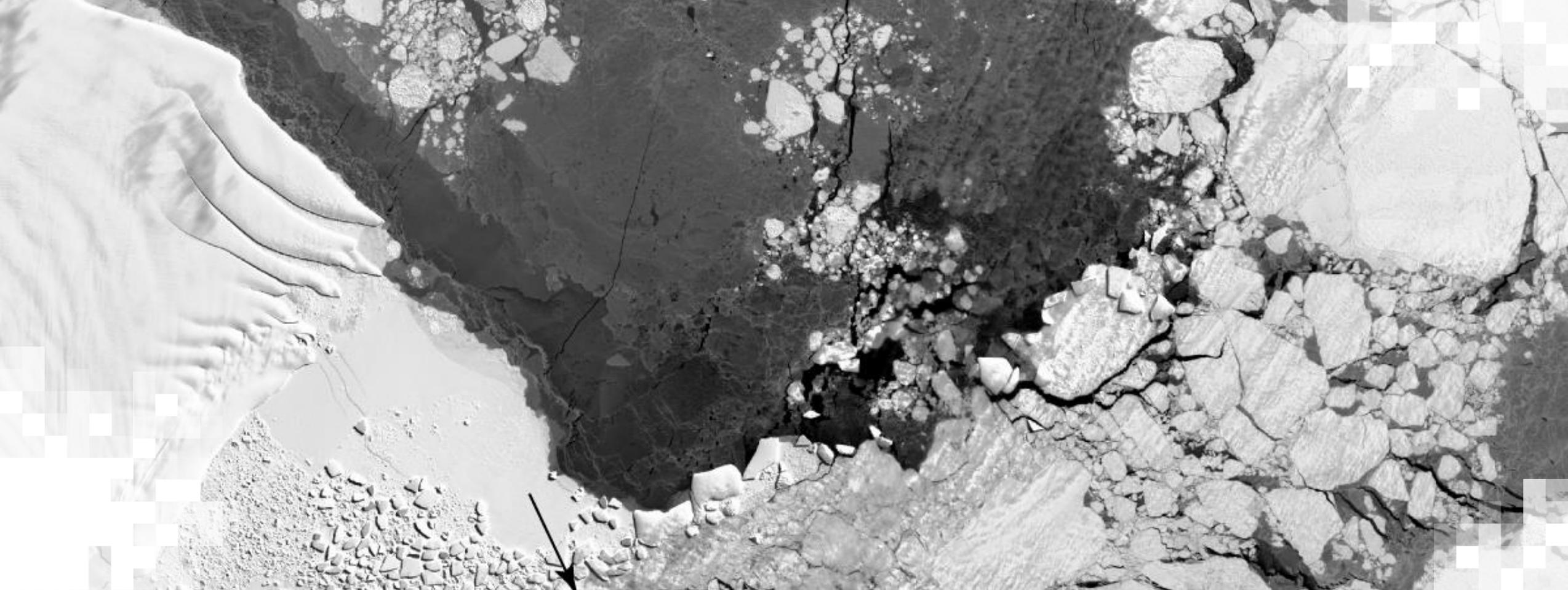
3^{ra} Sesión:
Detección y Monitoreo de Inundaciones con SAR

3^{ra} Sesión - Objetivos

Al finalizar la 3^{ra} sesión, los participantes podrán:

- Reconocer las propiedades y beneficios de Sentinel-1 y NISAR para el mapeo de inundaciones
- Comprender cómo aparecen los diferentes tipos de cobertura del suelo en las imágenes SAR y cómo se pueden distinguir las superficies de agua de otros tipos de superficie.
- Comprender cómo identificar áreas de agua abierta mediante algoritmos de umbral
- Ejecutar un algoritmo de mapeo de inundaciones basado en umbrales en un cuaderno de Jupyter Notebook
- Conocer las capacidades y limitaciones de los algoritmos de umbral





El Momento Perfecto para Aprender Sobre SAR
Sentinel-1 y NISAR: Características de los Sensores y
Dónde Acceder los Datos

Los Nuevos Sensores y los Datos Libres y Abiertos Muestreados Regularmente Proporcionan una Excelente Base para el Monitoreo de Riesgos con SAR

Sentinel-1



Frecuencia:
Banda-C
Fecha Lanz.:
2015 y 16



NISAR



Frecuencia:
Banda-L
Fecha Lanz.:
Primavera 2023

TanDEM-L



Frecuencia:
Banda-L
Fecha Lanz.:
Indeterminada

Inundaciones monzónicas en Bangladesh de 2017

Reservados los Derechos de Autor
contienen datos modificados de Copernicus
Sentinel (2017)
procesado por Franz J Meyer
<https://opensarlab.asf.alaska.edu/>



¡DATOS LIBRES Y ABIERTOS!

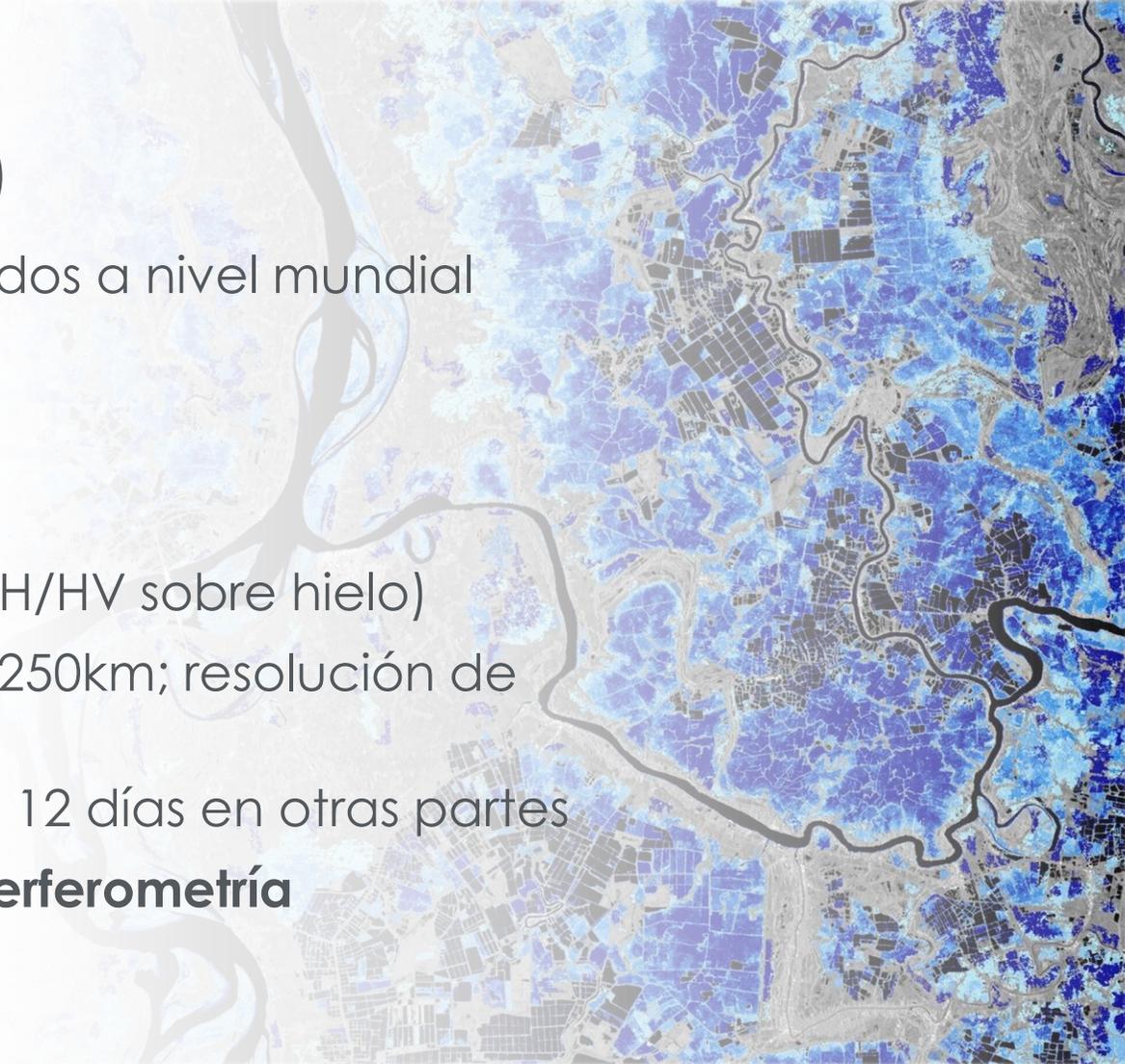
- **Sentinel-1 (2014 - hoy): Primer sistema satelital SAR con misión operativa**
 - Observación periódica y fiable de acuerdo con los requisitos operativos
 - Obtención de imágenes de todas las masas continentales, zonas costeras y rutas marítimas cada seis días
 - Diseñado específicamente para InSAR

LA CONSTELACIÓN DE SENSORES SAR SENTINEL-1 DE LA ESA

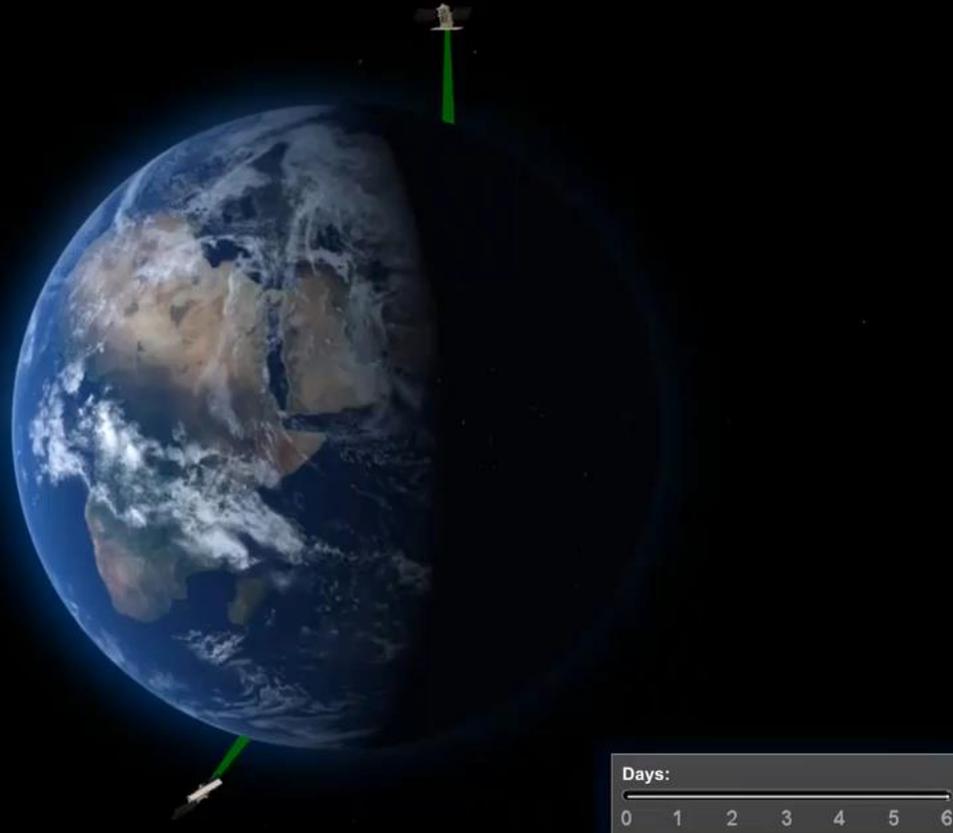


La Constelación Sentinel-1

- Lanzada por la Agencia Espacial Europea (ESA)
- Datos de observación de la Tierra libres, adquiridos a nivel mundial y con regularidad, independientes del clima
- Constelación de dos sensores SAR de banda-C
 - **Banda-C:** Longitud de onda de 5,6cm
 - **Polarización:** dual pol (VV/VH sobre tierra; HH/HV sobre hielo)
 - **Tamaño y Resolución de Imagen:** franja de 250km; resolución de 5mx20m
 - **Cobertura temporal de 6 días** sobre Europa; 12 días en otras partes
 - Capacidad de **creación de imágenes e interferometría**



Constelación Sentinel-1 – Concepto de Adquisición



- Sentinel-1 es una constelación de dos sensores para lograr un muestreo de 6 días.
- Desafortunadamente, Sentinel-1B tuvo una falla en diciembre de 2021, lo que resultó en una reducción de observaciones.
- El satélite de reemplazo Sentinel-1C está previsto para 2024.

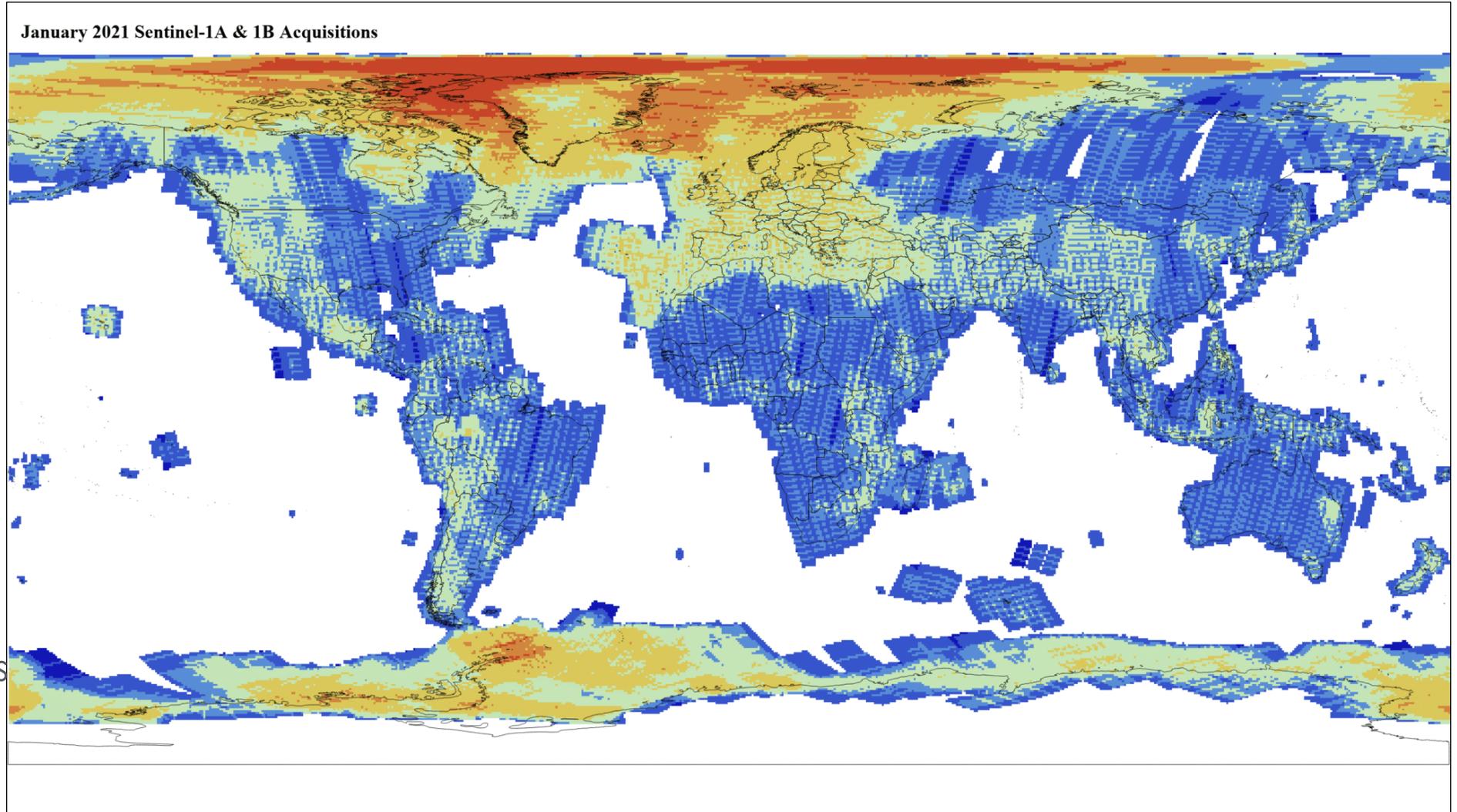


Sentinel-1: Mapas de Cobertura Global

Año 2021

Mapas de Cobertura de 2021

- Cobertura combinada de Sentinel-1A y -1B
- Cobertura de 6 días sobre Europa y algunas regiones en riesgo a desastres
- Máxima cobertura sobre el Océano Ártico
- Cobertura de 12 días en otros lugares



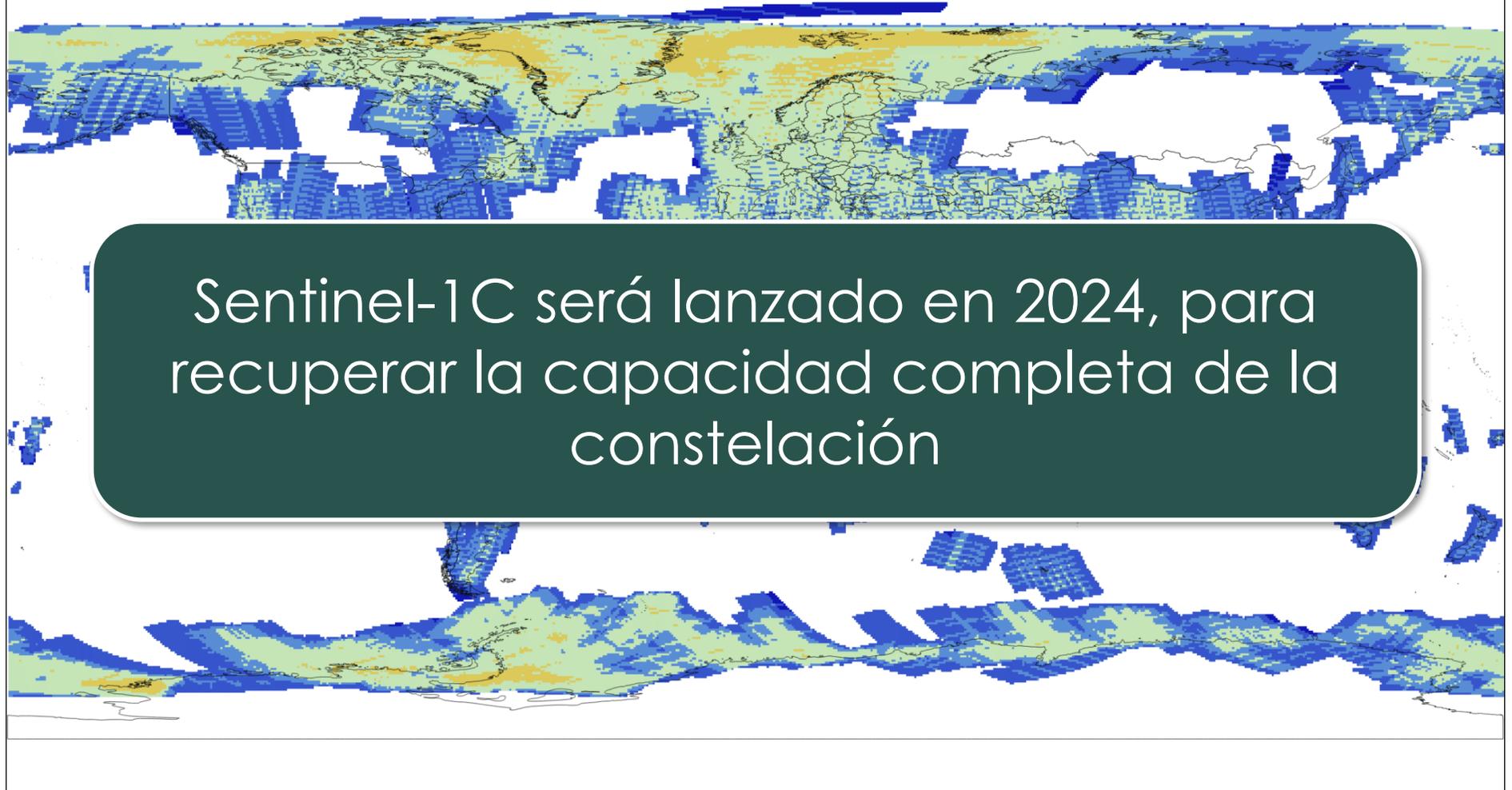
Sentinel-1: Mapas de Cobertura Global

Año 2022

Mapas de Cobertura de 2022

- Cobertura solo de Sentinel-1 A tras el fallo de Sentinel-1B en diciembre de 2021
- Reducción de la cobertura temporal a nivel mundial, incluso HKH (Hindu Kush-Himalaya)
- Lagunas de cobertura en Siberia, Canadá, América del Sur y África

January 2022 Sentinel-1A & 1B Acquisitions



A detailed illustration of the NISAR satellite in orbit. The satellite features a large, flat, rectangular Synthetic Aperture Radar (SAR) antenna mounted on a long boom extending from the main satellite body. The satellite body is covered in gold thermal insulation and has several solar panel arrays attached. The Earth's horizon is visible below, showing a blue atmosphere and a dark surface. The background is a deep black space filled with numerous small white stars.

LA MISIÓN NASA-ISRO SAR (NISAR)

Preparación para el Proyecto de Observación de la Tierra con Radar NASA-ISRO SAR (NISAR)

LANZAMIENTO: PRIMAVERA DE 2024

El primer SAR espacial de banda-L y -S

Cobertura global completa en 12 días

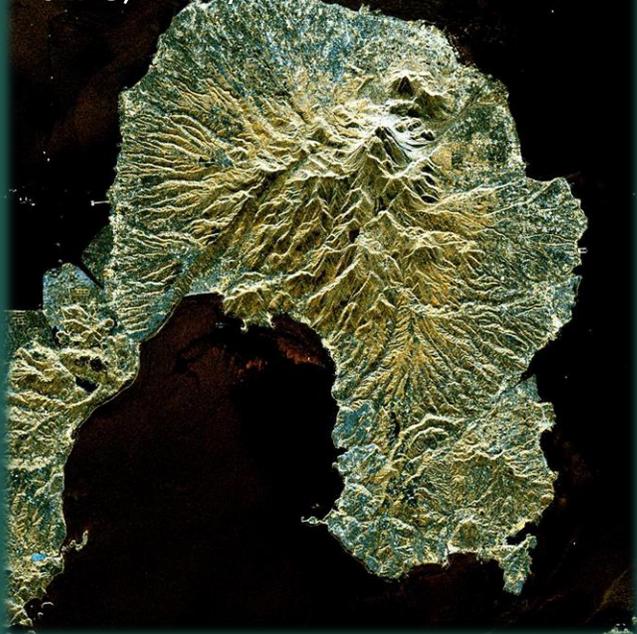
150 Petabytes de datos de Observación de la Tierra al año

¡TODOS LOS DATOS SON GRATUITOS Y ABIERTOS!



NISAR Proporcionará Datos para una Amplia Gama de Disciplinas Científicas y de Aplicaciones

Volcán Unzen, Japón
SIR-C; NASA/JPL



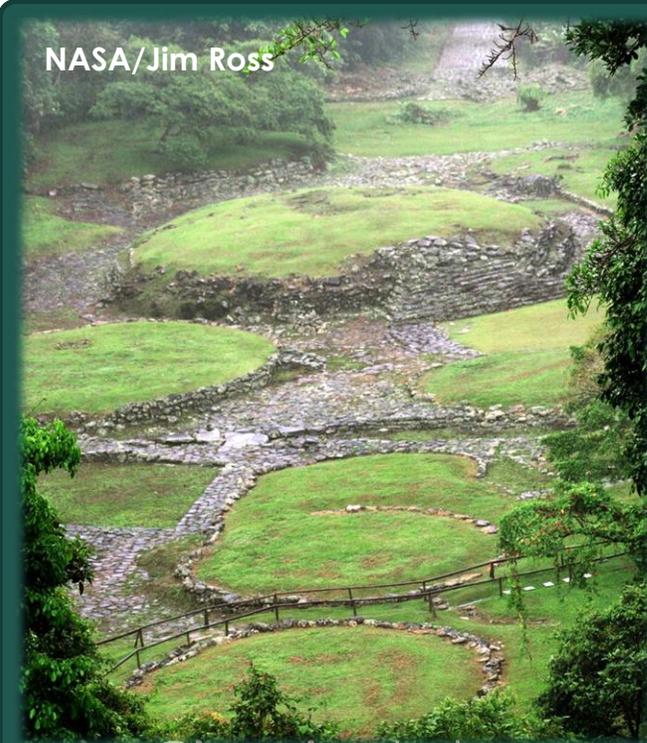
Ciencia de la Litósfera
(Terremotos, Volcanes,
Deslizamientos de tierra ...)

Glaciar Malaspina, Alaska
Landsat-8, GSFC



Ciencia Criosférica
(Glaciares, hielo marino,
capas de hielo)

NASA/Jim Ross



Ciencia de los
Ecosistemas
(Biomasa Forestal, Agricultura,
Monitoreo de Humedales)



El DAAC* del NASA Alaska Satellite Facility (ASF)

Tour del Punto de Acceso a Datos de NISAR y Sentinel-1

- El ASF es un NASA Distributed Active Archive Center (DAAC) para Datos de Radar de Apertura Sintética
 - Establecido en 1991 como el principal centro de procesamiento y descarga de EE. UU. para datos SAR
 - Opera 4 antenas para sistemas satelitales de teledetección de la NASA y otros
- Actualmente, el ASF alberga aproximadamente **20PB de datos SAR** en sus archivos, **la mayoría de los cuales están en el Amazon Web Service Cloud** → Todos los datos disponibles para descarga inmediata



SCAN ME

45 Años de Datos SAR (Desde 1978)
<https://search.asf.alaska.edu>



NISAR DAAC (todos datos N0 – N2)



Alberga el
Global Sentinel-1 Archive



OPERA

Alberga OPERA CSLC,
RTC, Displacement Data

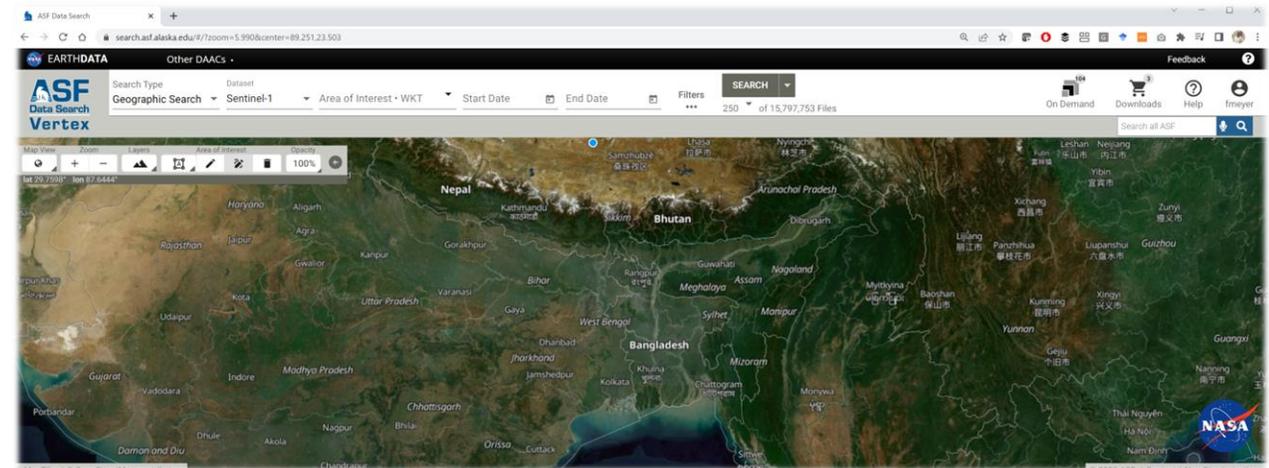
*DAAC- siglas en inglés de Centro de Archivos Activos Distribuidos

Visite el ASF @ www.asf.alaska.edu

Cómo Encontrar Datos de Sentinel-1 y NISAR en el ASF

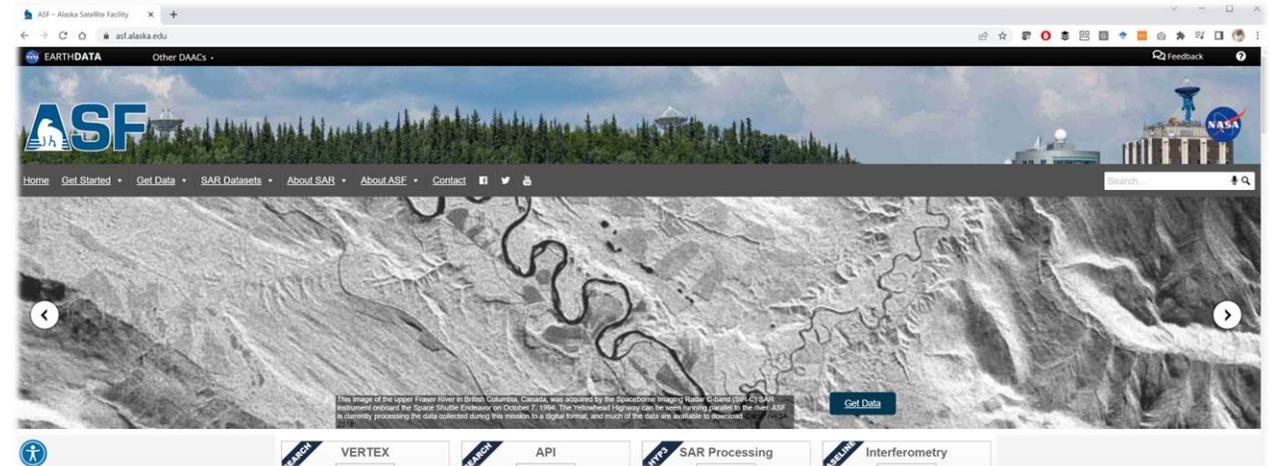
ASF Search

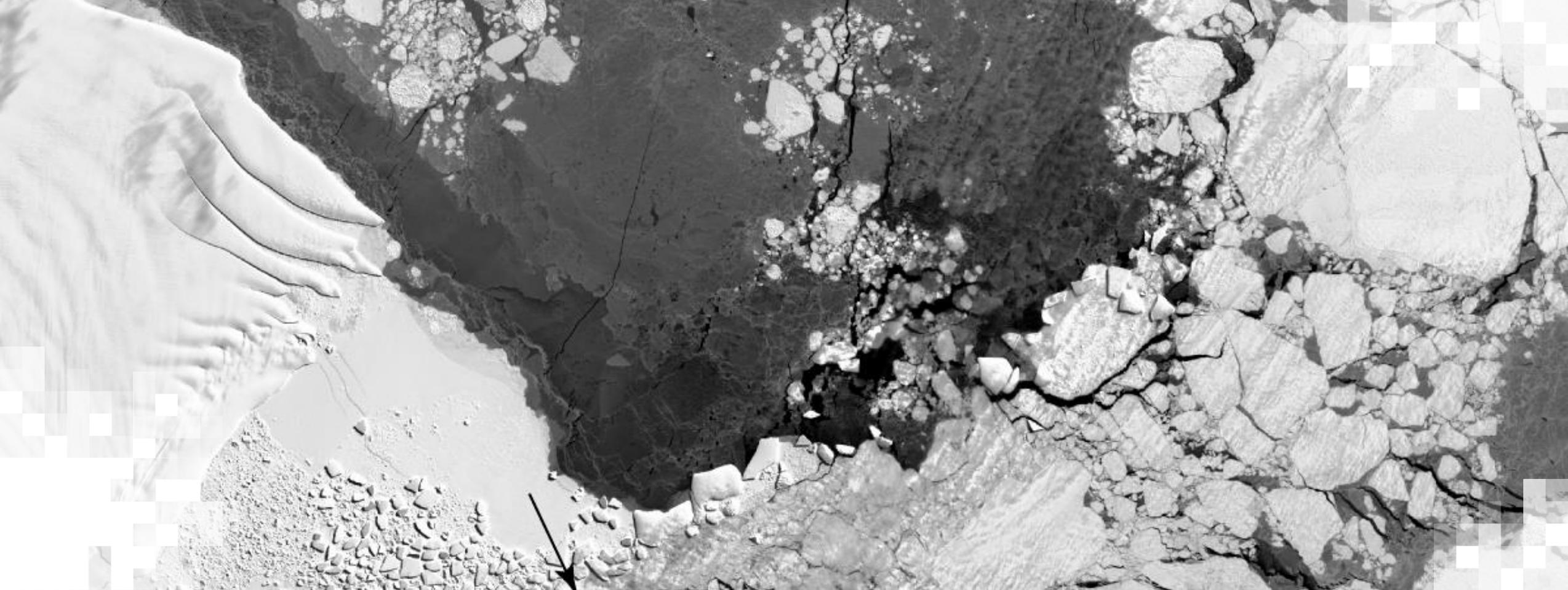
Sitio único para descubrir, descargar y procesar datos de radar de apertura sintética a pedido



Página Web del ASF Website

Información sobre SAR, datos SAR disponibles, Tutoriales de procesamiento y más

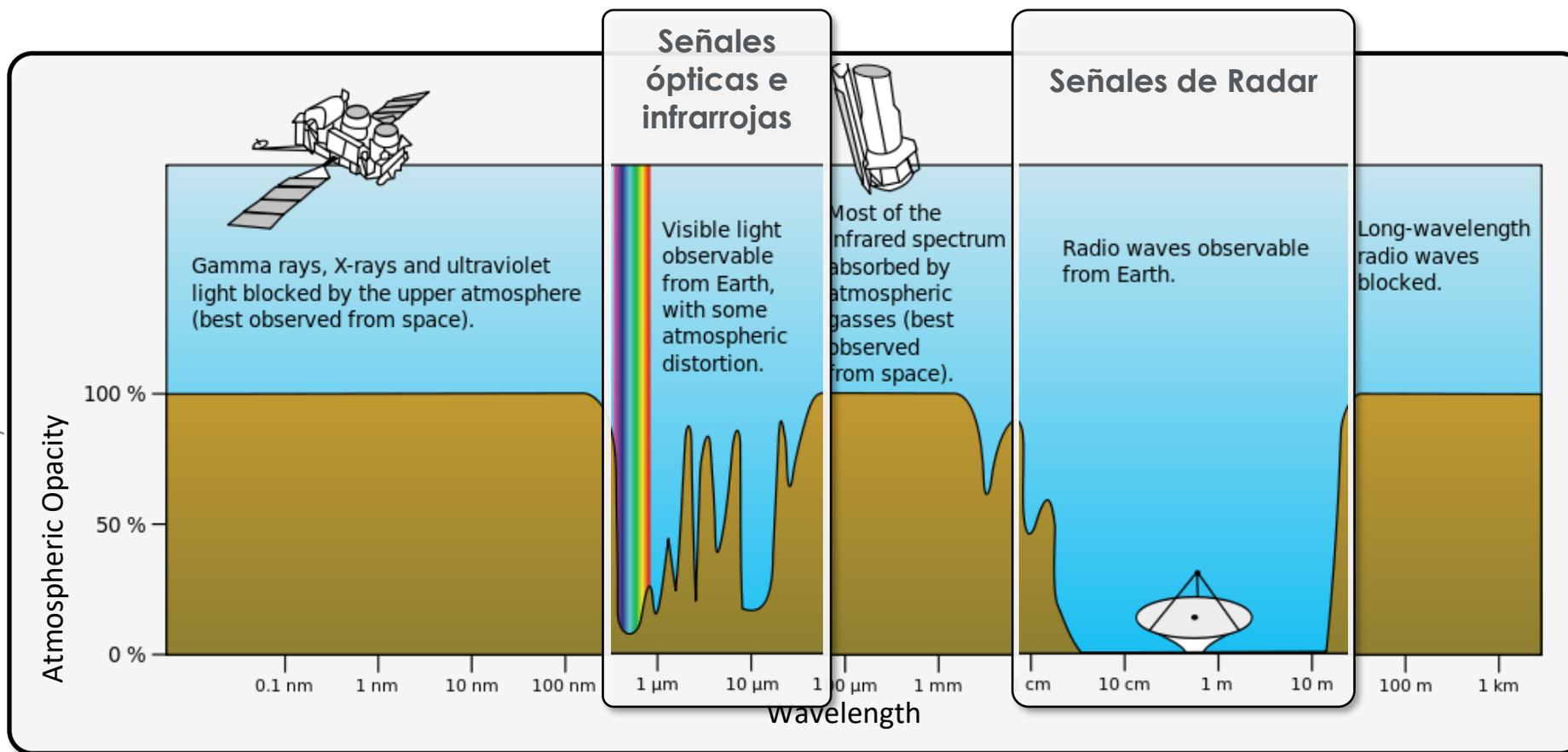




Fundamentos de SAR para el Mapeo de Aguas Superficiales

La Longitud de Onda Discrimina Entre Datos de Radar y Datos Ópticos

- **SAR tiene excelentes capacidades para el monitoreo rutinario de cambios a nivel mundial**
 - **Capacidad para crear imágenes 24/7 :** debido a la independencia del clima y de la iluminación
 - **Rendimiento avanzado de detección de cambios:** debido a las condiciones estables de las imágenes
 - **Complementa los sensores ópticos:** proporciona información independiente



Imágenes de NASA Earth Observatory de Robert Simmon, usando datos de Suomi NPP VIIRS de Chris Elvidge (Centro Nacional de Datos Geofísicos de la NOAA)

La Independencia del Clima en el Monitoreo de Amenazas

- La independencia del clima proporciona ventajas, especialmente para eventos relacionados con el clima, como inundaciones y deslizamientos de tierra provocados por la lluvia.

Animación del Uso de SAR
Durante Eventos de Inundación
(Fuente: El Equipo DLR TerraSAR-X)



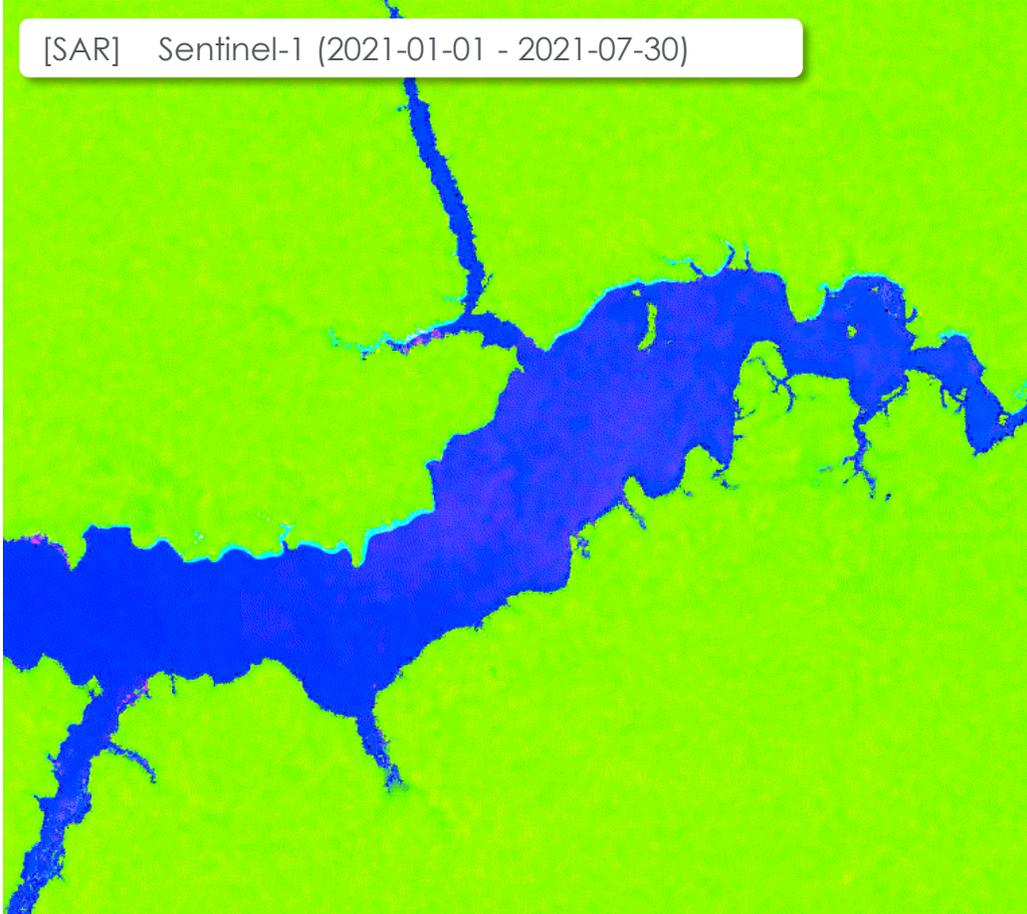
Los sensores SAR modernos proporcionan datos de observación de la Tierra desde el espacio, de alta resolución e independientes de las condiciones meteorológicas y muestreados regularmente.



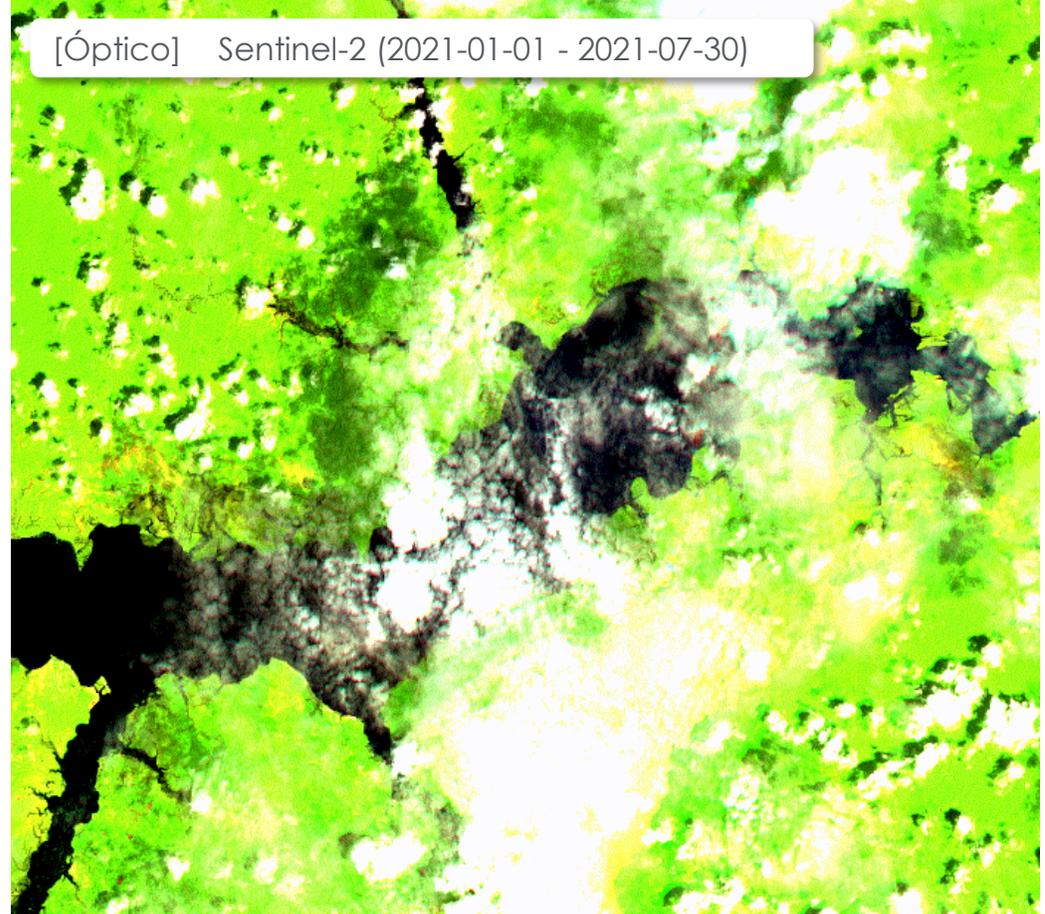
Las Imágenes SAR Observadas Regularmente y sin Nubes Permiten un Mapeo Operativo Continuo de Aguas Superficiales



[SAR] Sentinel-1 (2021-01-01 - 2021-07-30)



[Óptico] Sentinel-2 (2021-01-01 - 2021-07-30)



Inundación Estacional en la Amazonía



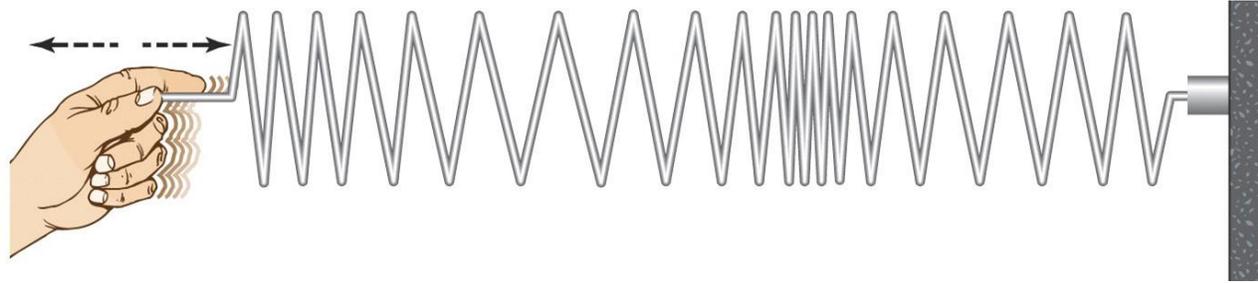
El Espectro de Microondas

(Aproximado)

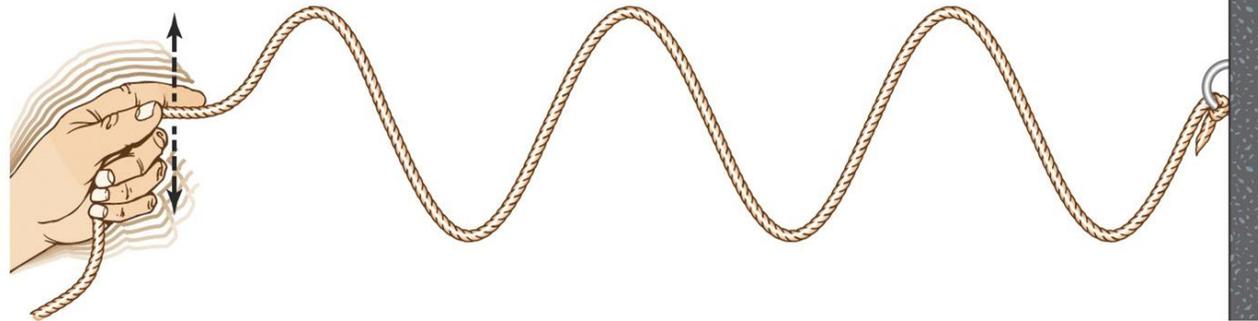
Ban-da	Frecuencia f_0	Long. de Onda $\lambda = c/f_0$	Aplicación Típica
Ka	27 – 40 GHz	1.1 – 0.8 cm	Rara vez se utiliza para SAR
K	18 – 27 GHz	1.7 – 1.1 cm	
Ku	12 – 18 GHz	2.4 – 1.7 cm	
X	8 – 12 GHz	3.8 – 2.4 cm	SAR de Alta Resolución (monitoreo urbano; poca penetración en la cobertura vegetal → no puede ver el agua debajo de la vegetación)
C	4 – 8 GHz	7.5 – 3.8 cm	SAR “de batalla” (Sentinel-1; mapeo global; penetración en la vegetación mejorada)
S	2 – 4 GHz	15 – 7.5 cm	Su Uso para la Observación de la Tierra en Base a SAR Está en Aumento; NISAR llevara la banda- S
L	1 – 2 GHz	30 – 15 cm	SAR de Resolución Media (NISAR; Monitoreo geofísico; mapeo de biomasa y vegetación; penetración alta → puede ver el agua debajo de la vegetación)
P	0.3 – 1 GHz	100 – 30 cm	Estimación de Biomasa. ESA Biomass será el primer SAR banda-P espacial

Las Señales Electromagnéticas de Radar Son Ondas Oscilantes Transversales

Ondas Oscilantes Longitudinales (Ondas sonoras, olas en los océanos)



Ondas Oscilantes Transversales (p.ej., Ondas electromagnéticas)



Las ondas oscilantes transversales (como las ondas electromagnéticas) tienen un grado adicional de libertad: La dirección en la que se produce la oscilación, llamada **Polarización**.



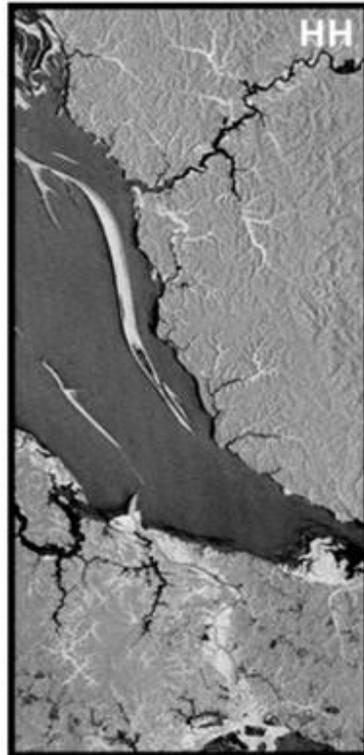
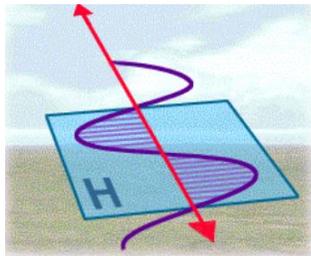
Polarización

La polarización se refiere a la orientación del campo eléctrico.

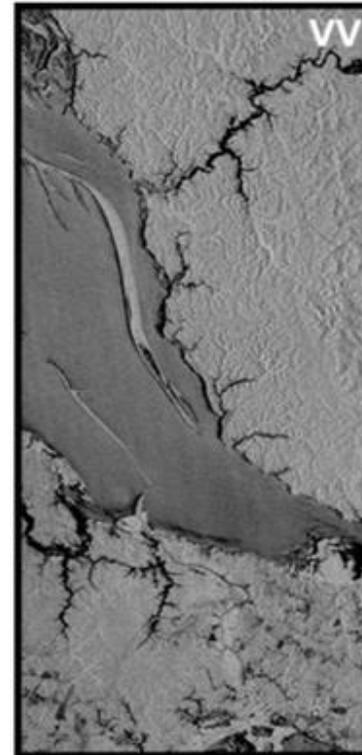
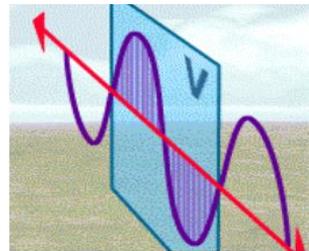
La mayoría de los radares están diseñados para transmitir radiación de microondas y recibir energía retrodispersada en polarización horizontal (H) o vertical (V).

Co-Polarizado

HH – Transmite y Recibe de Manera Horizontal

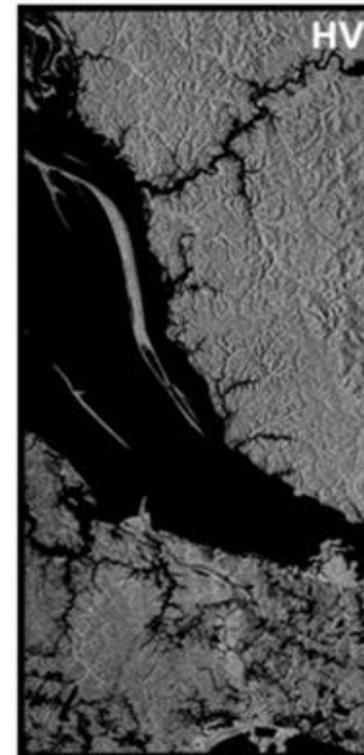
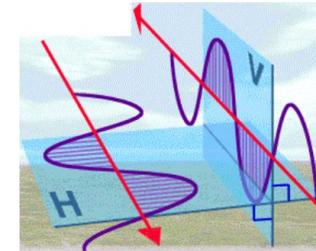


VV - Transmite y Recibe de Manera Vertical



Polarización Cruzada

HV – Transmite Horizontal y Recibe Vertical



Imágenes: PALSAR Banda-L,
Manaos, Brasil

[Modificado al modo de ARSAR y NASA ARSET](#)



Retrodispersión de la Señal de Radar por Objetos en la Superficie

En las longitudes de onda de radar, la dispersión es física (serie de rebotes en las interfaces)

- Hay tres mecanismos de dispersión principales que dominan:

- **Dispersión en Superficies (Rugosas):**

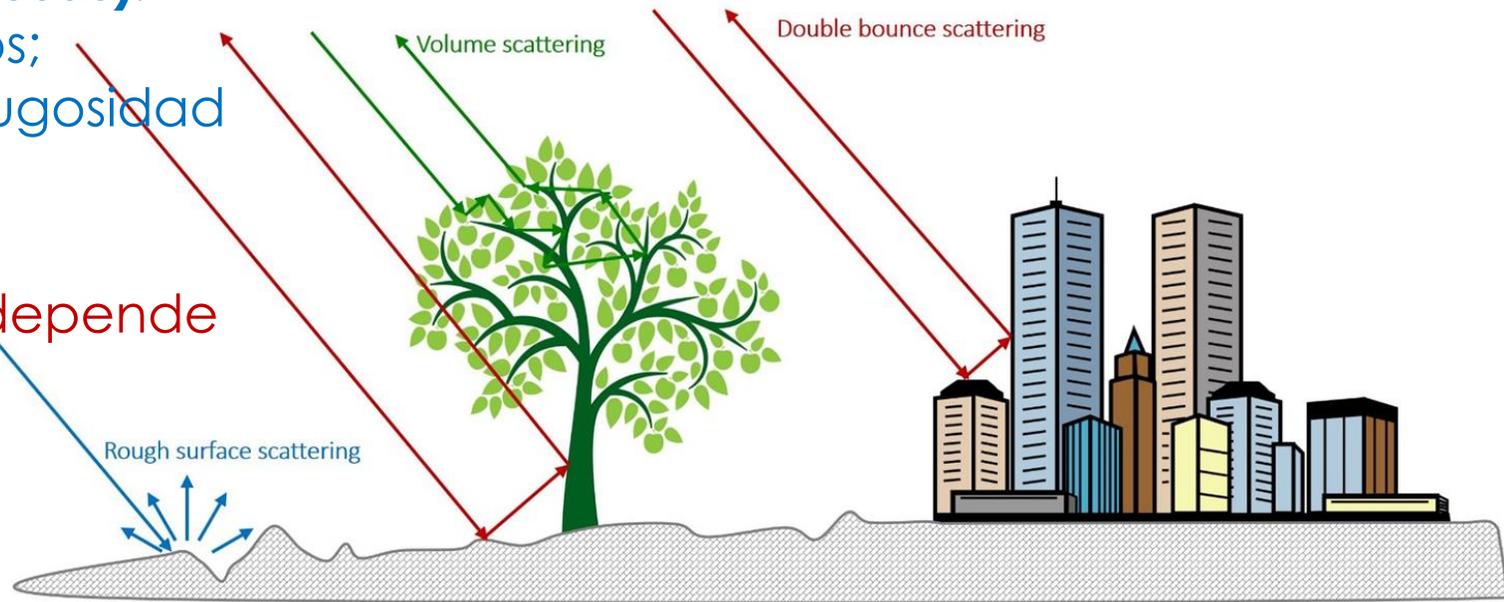
Agua, suelo desnudo, caminos; la dispersión depende de la rugosidad de la superficie

- **Dispersión Doble Rebote:**

Edificios, troncos de árboles; depende poco de la longitud de onda

- **Dispersión por Volumen:**

Vegetación; la retrodispersión depende de la longitud de onda del sensor y la biomasa



Dependencia Polarimétrica de los Principios de Dispersión

RELATIVE SCATTERING STRENGTH BY POLARIZATION:

Rough Surface Scattering

$$|S_{WV}| > |S_{HH}| > |S_{HV}| \text{ or } |S_{VH}|$$

Double Bounce Scattering

$$|S_{HH}| > |S_{WV}| > |S_{HV}| \text{ or } |S_{VH}|$$

Volume Scattering

Main source of $|S_{HV}|$ and $|S_{VH}|$

Legend

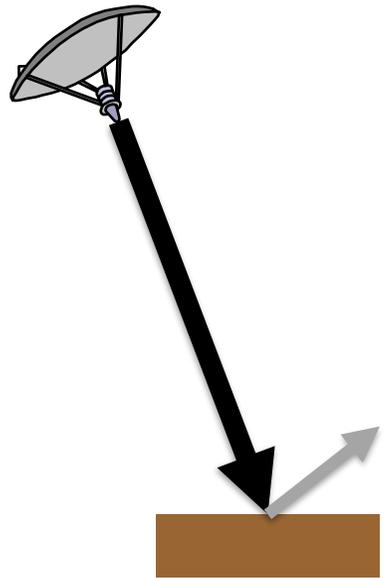
Low Radar Brightness ($|S|$)

High Radar Brightness ($|S|$)



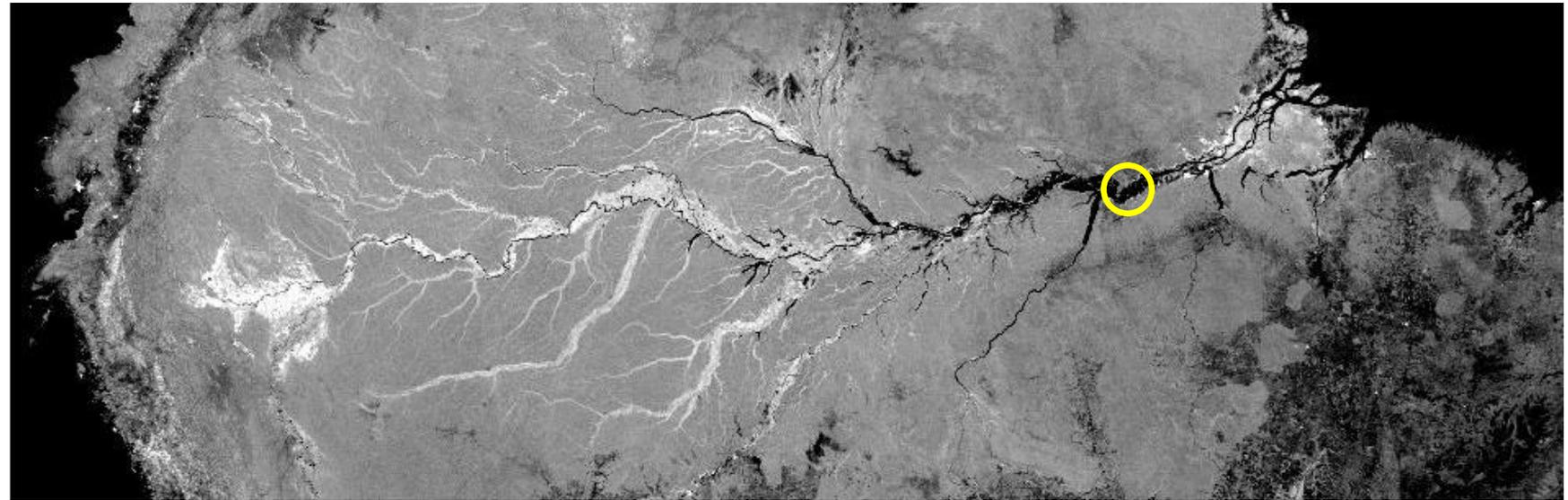
Ejemplos de Interacción de la Señal de Radar

El Reflejo en una Superficie Lisa (Dispersión por Espejo/ Especular)



**Superficie Plana,
Lisa**
(Aguas abiertas,
caminos)

Mosaico de Radar de SMAP de la Cuenca Amazónica
Abril 2015 (L-Band, HH, 3 km)



Color de Píxel



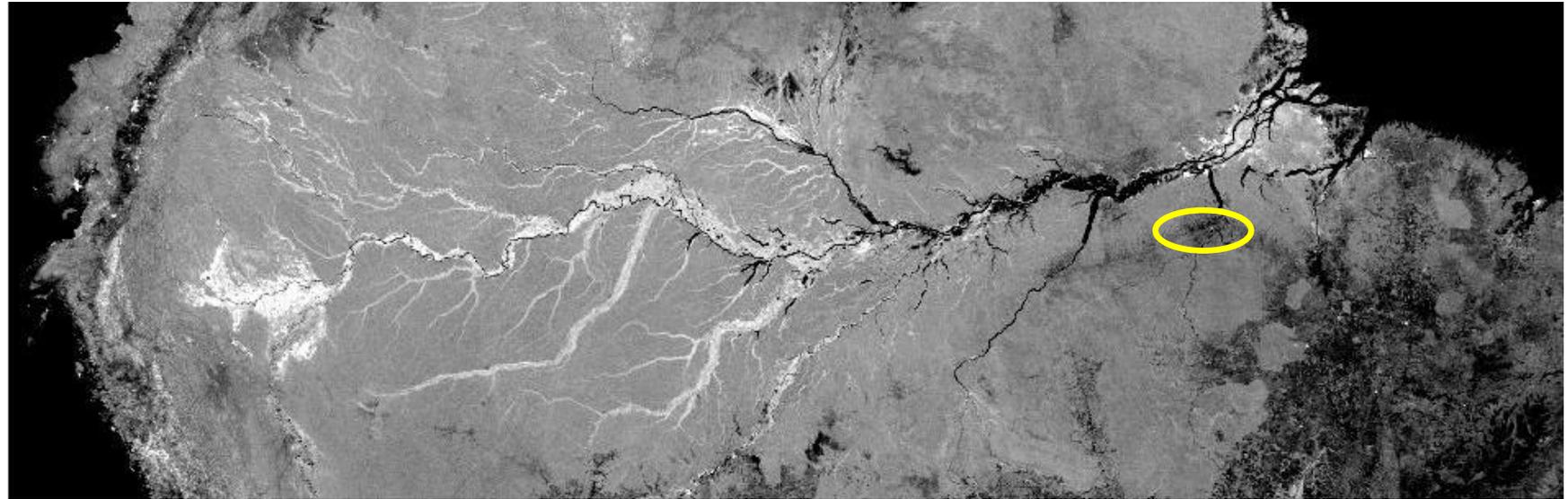
Ejemplos de Interacción de la Señal de Radar

Dispersión por Superficie Rugosa



**Superficie Rugosa,
Expuesta**
(Áreas Deforestadas,
Campos Agrícolas
Arados)

Mosaico de Radar de SMAP de la Cuenca Amazónica
Abril 2015 (L-Band, HH, 3 km)

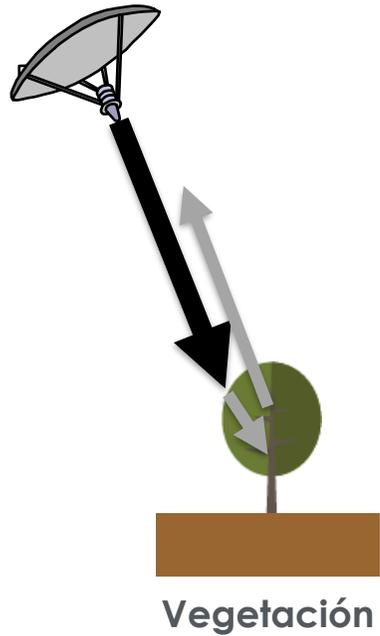


Color de Píxel

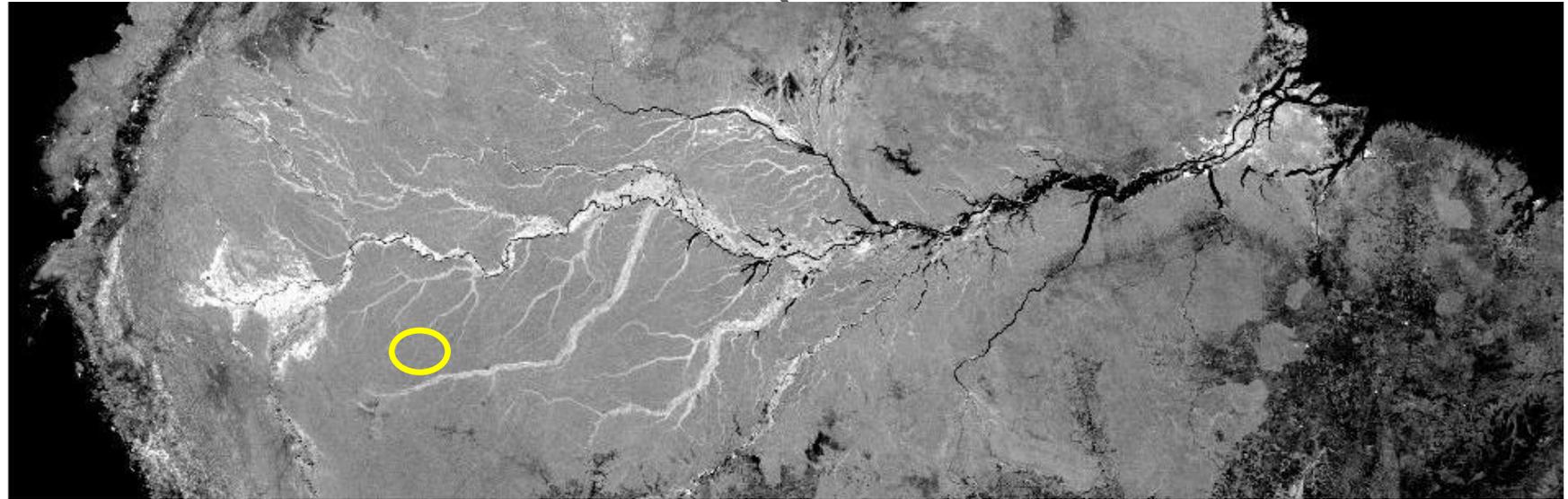


Ejemplos de Interacción de la Señal de Radar

Dispersión por Volumen por Parte de la Vegetación



Mosaico de Radar de SMAP de la Cuenca Amazónica
Abril 2015 (L-Band, HH, 3 km)

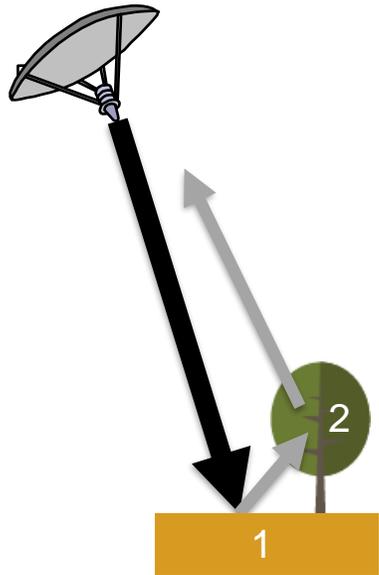


Color de Píxel



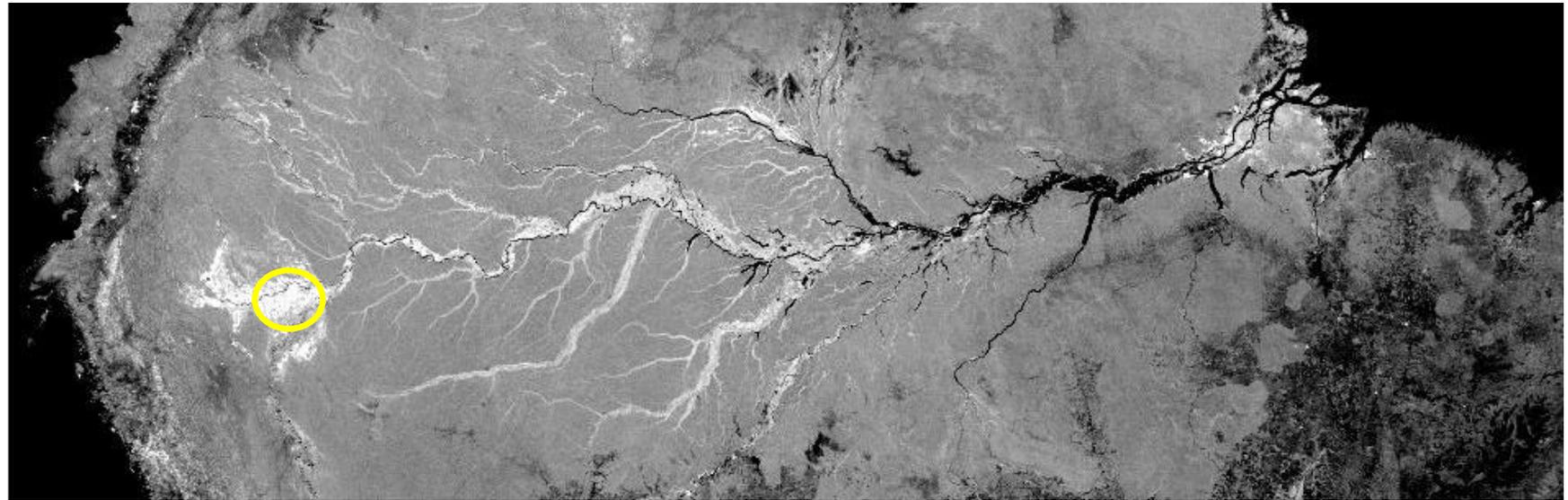
Ejemplos de Interacción de la Señal de Radar

Dispersión Doble Rebote



Vegetación Inundada

Mosaico de Radar de SMAP de la Cuenca Amazónica
Abril 2015 (L-Band, HH, 3 km)



Color de Píxel



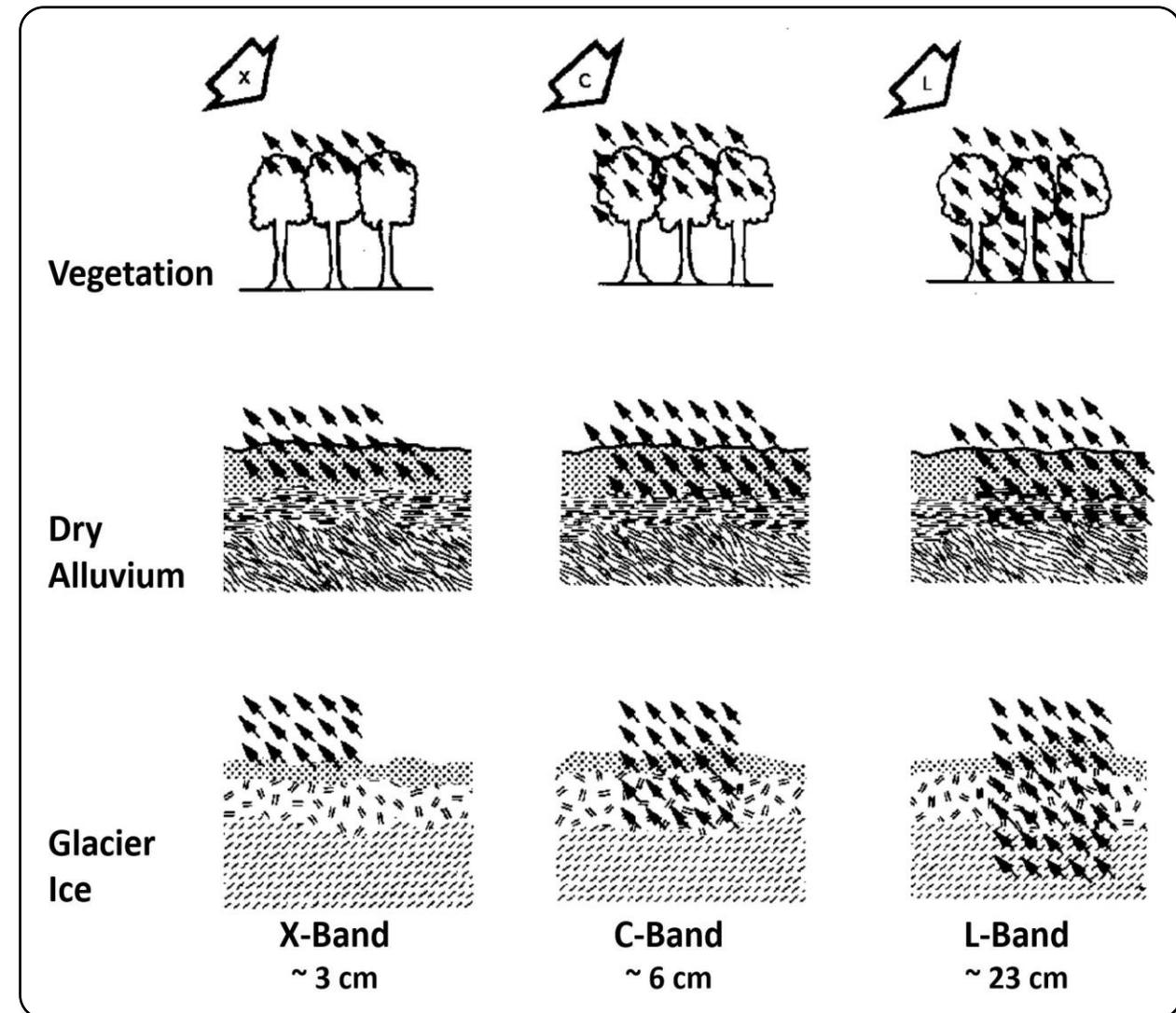
Influencia de la Longitud de Onda en la Penetración de la Señal

La penetración en la vegetación y los suelos aumenta con la longitud de onda del sensor.

Penetración Banda-L > Banda-C > Banda-X

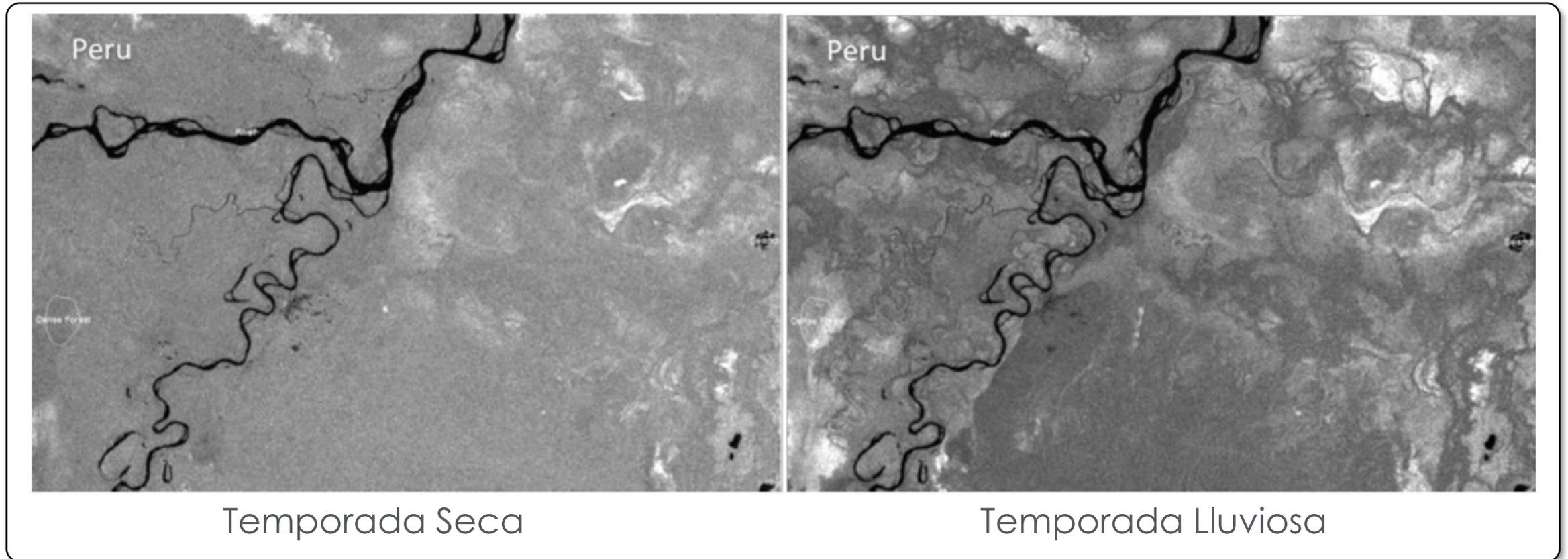
Para el monitoreo de inundaciones:

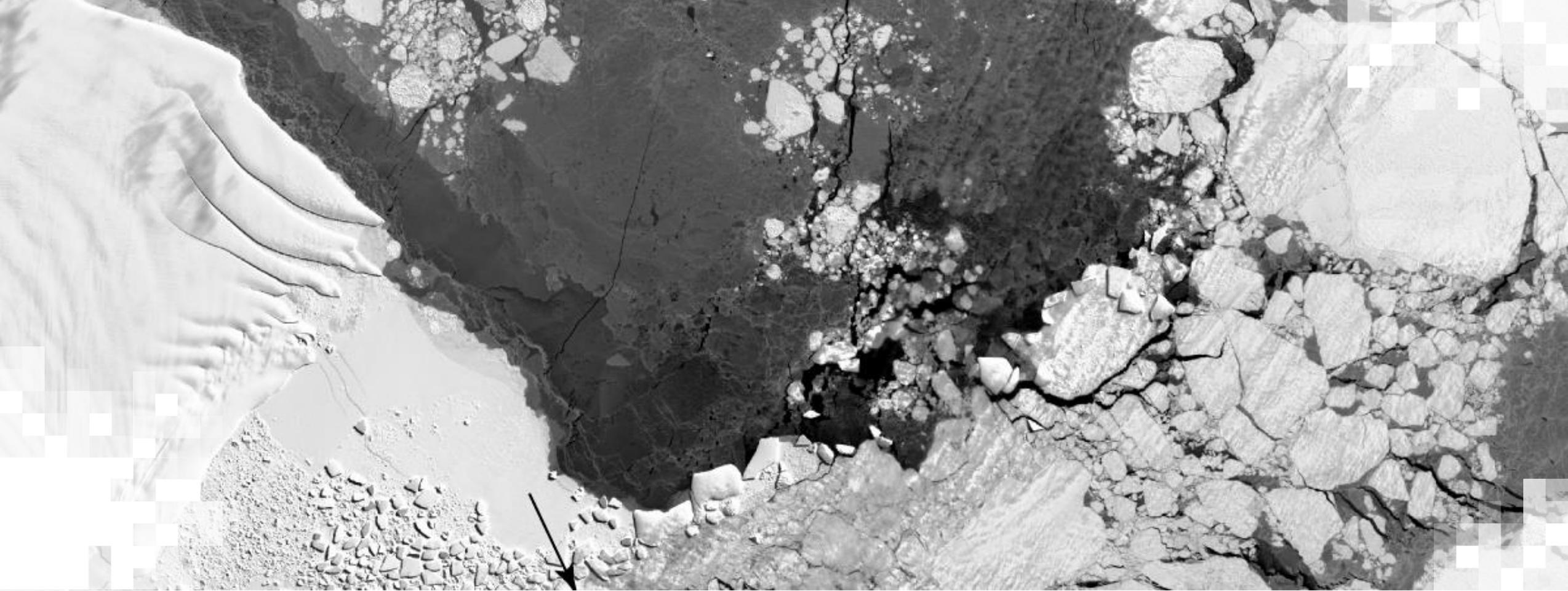
- El SAR de banda-X se dispersa principalmente en la parte superior del dosel.
- Las señales de banda-C y -L tienen una mayor penetración.
- Longitud de onda más larga → **Mejora el mapeo de la vegetación inundada.**



Inundación Debajo de la Vegetación en la Banda-L

- **Aumenta el Doble Rebote Debido a la Inundación Debajo del Dosel (L-HH ALOS-1):**
 - Note que los bosques se ven más brillantes durante la inundación.





Firmas de Aguas Superficiales en Imágenes SAR

Firmas del Agua Superficial en Imágenes de Amplitud SAR

- Mapeo de superficies de agua basado en las diferentes firmas de radar del agua y la tierra
 - Las superficies de agua tranquilas se ven lisas y provocan una reflexión especular que conduce a una baja retrodispersión
 - La superficie terrestre circundante se ve mucho más rugosa, lo que provoca una mayor retrodispersión

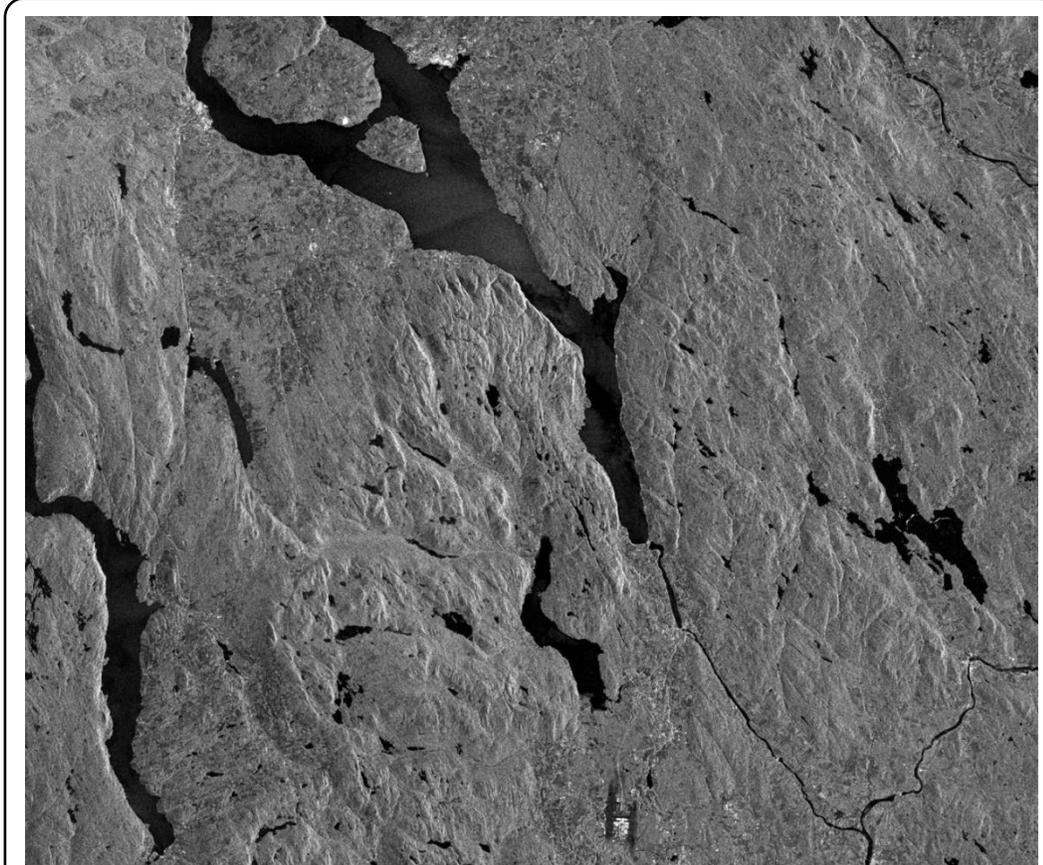
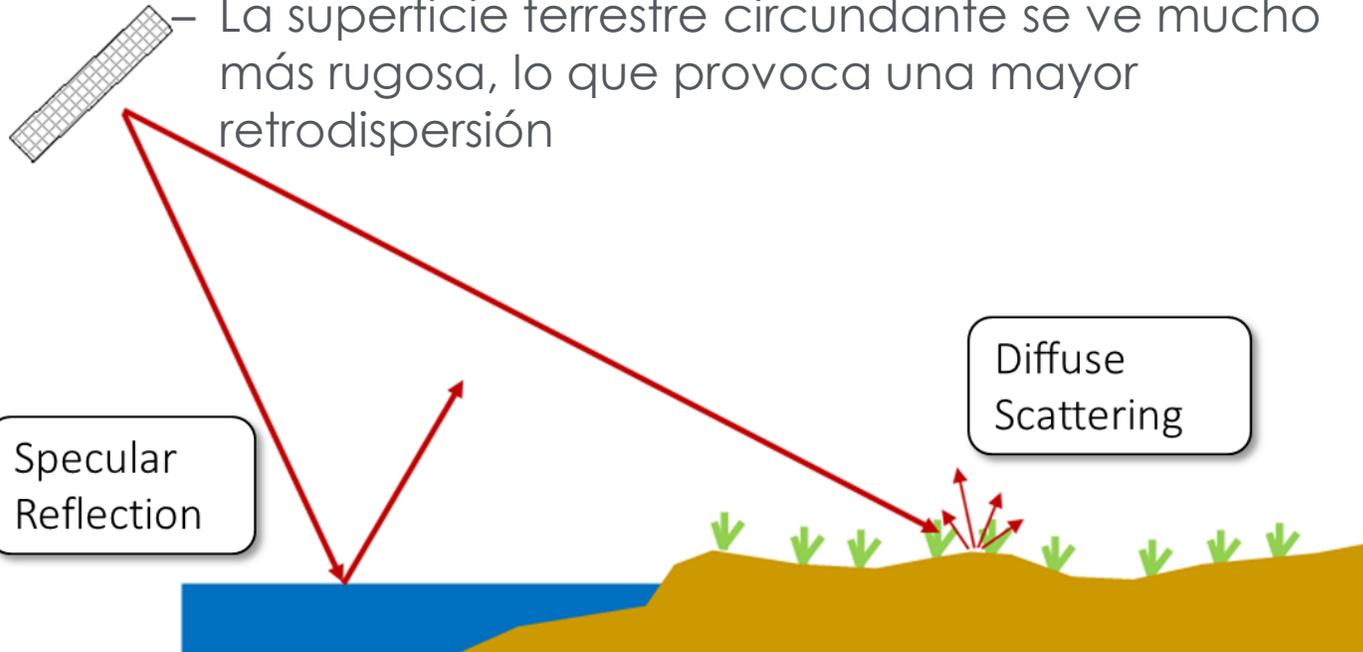


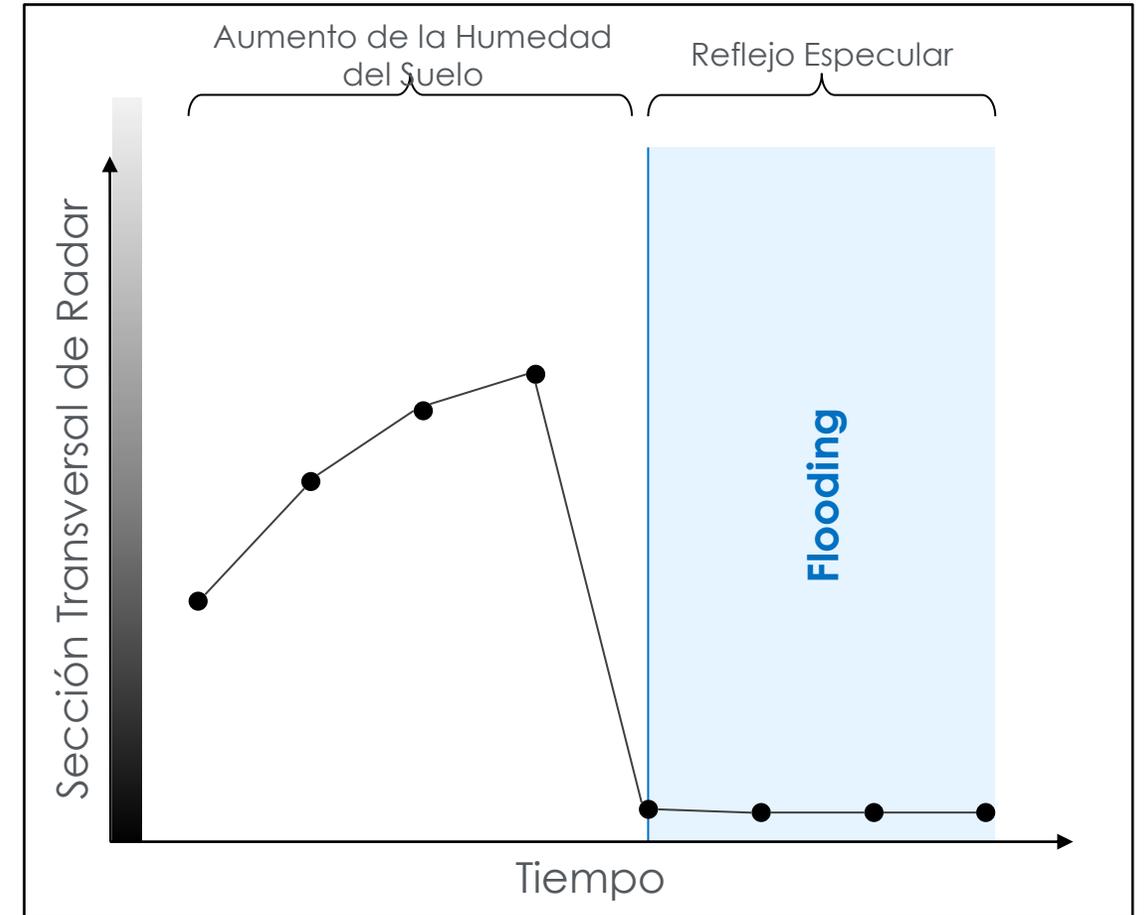
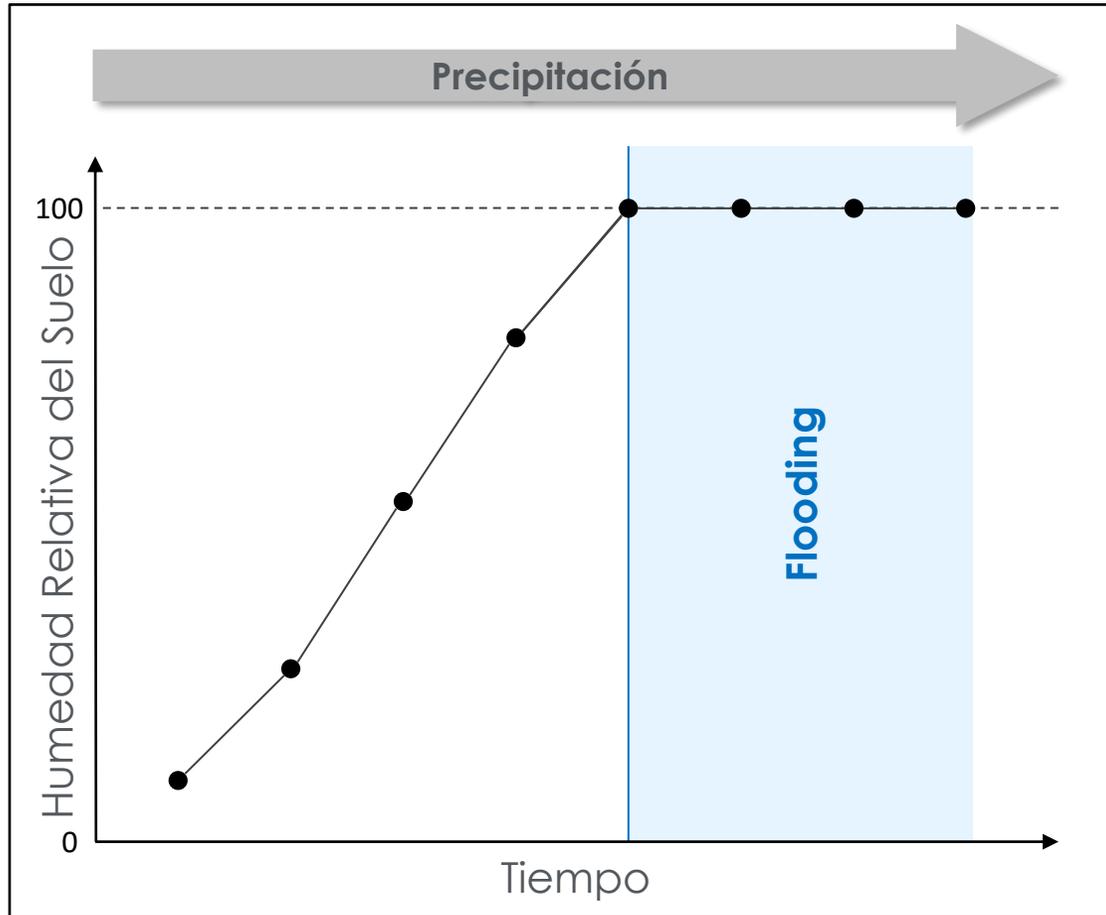
Fig.: El lago Mjosa, Noruega, observado por ENVISAT ASAR Modo Imagen, 12 dic 2003 (©ESA Multimedia Gallery)



Firmas del Agua Superficial en Imágenes de Amplitud SAR

1. Tierras Abiertas – Áreas con Poca Cobertura Vegetal

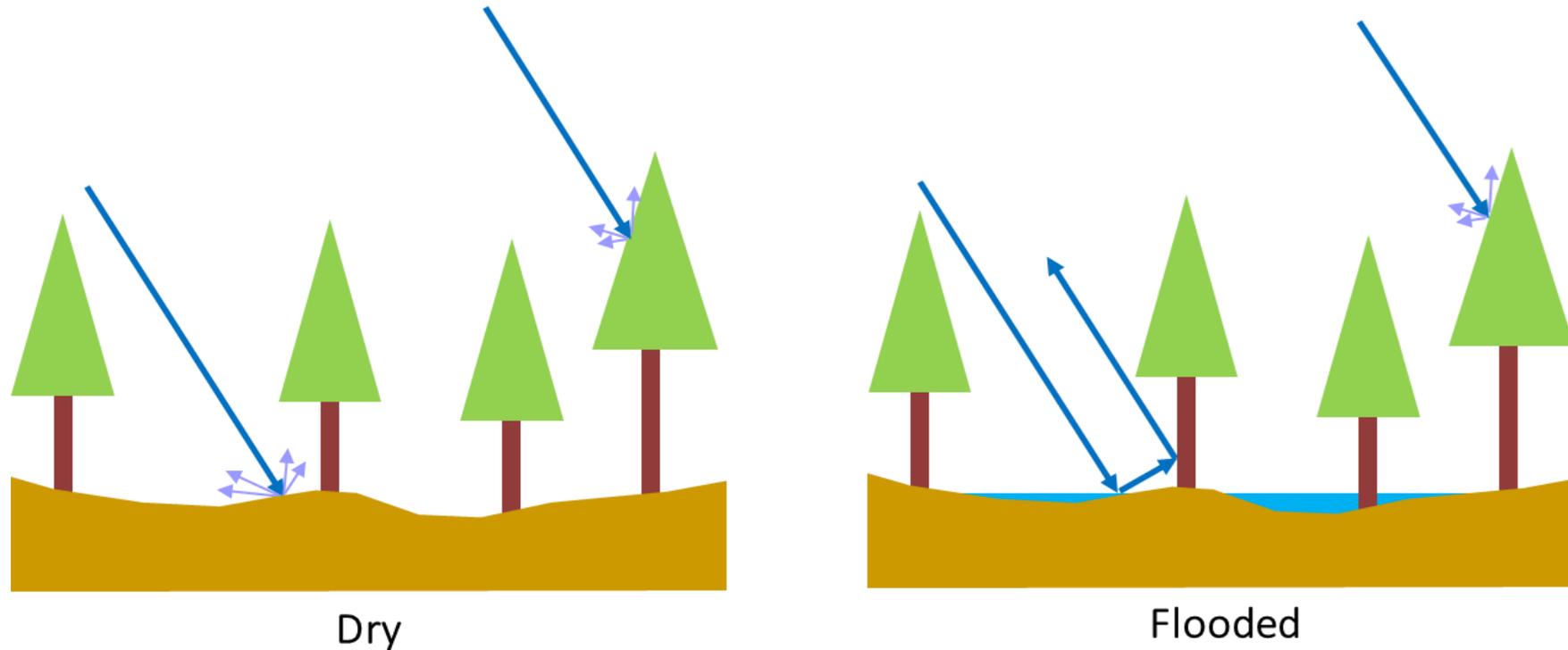
Respuesta relativa de SAR en tierras abiertas a medida que aumentan las precipitaciones:



Firmas del Agua Superficial en Imágenes de Amplitud SAR

2. Inundación bajo Doseles de Vegetación

- Mapeo de Inundaciones bajo doseles de vegetación:



Hay un retorno mejorado si la vegetación tiene agua por debajo (efecto doble rebote – superficie de agua lisa – estructuras verticales de vegetación)

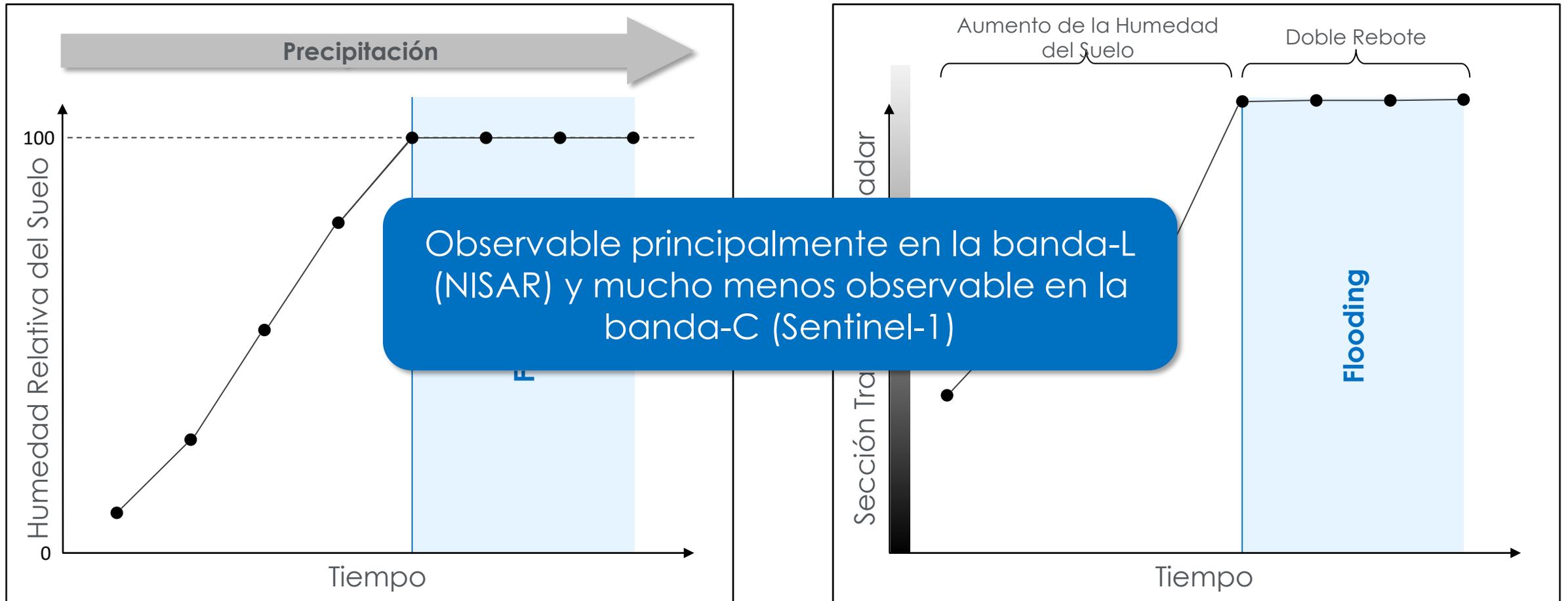
Fig.: Efectos de la inundación sobre la retrodispersión para rodales forestales (según Bourgeau-Chavez et al., 2009)



Firmas del Agua Superficial en Imágenes de Amplitud SAR

2. Inundación bajo Doseles de Vegetación

Respuesta relativa de SAR en doseles de vegetación a medida que aumenta la precipitación:



Firmas del Agua Superficial en Imágenes de Amplitud SAR

2. Inundación bajo Doseles de Vegetación – Ejemplo

Varzea- Tiempo Seco



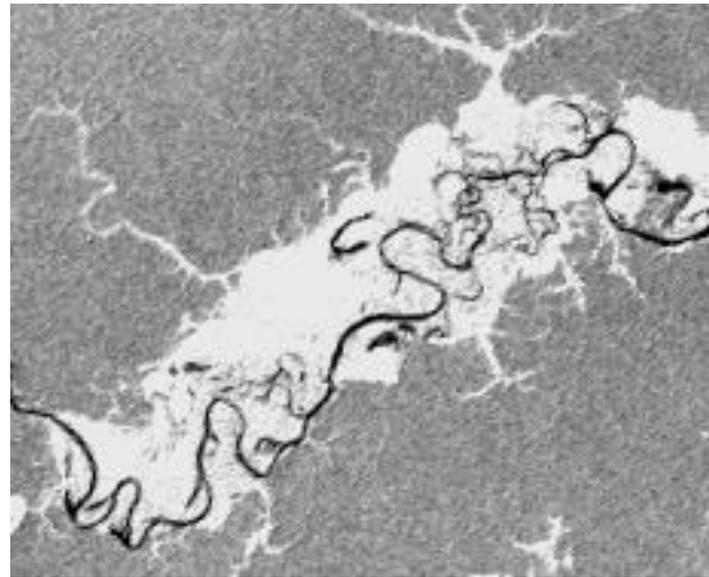
JERS-1 Tiempo Seco



Varzea Tiempo de Lluvia



JERS-1 Tiempo de Lluvia



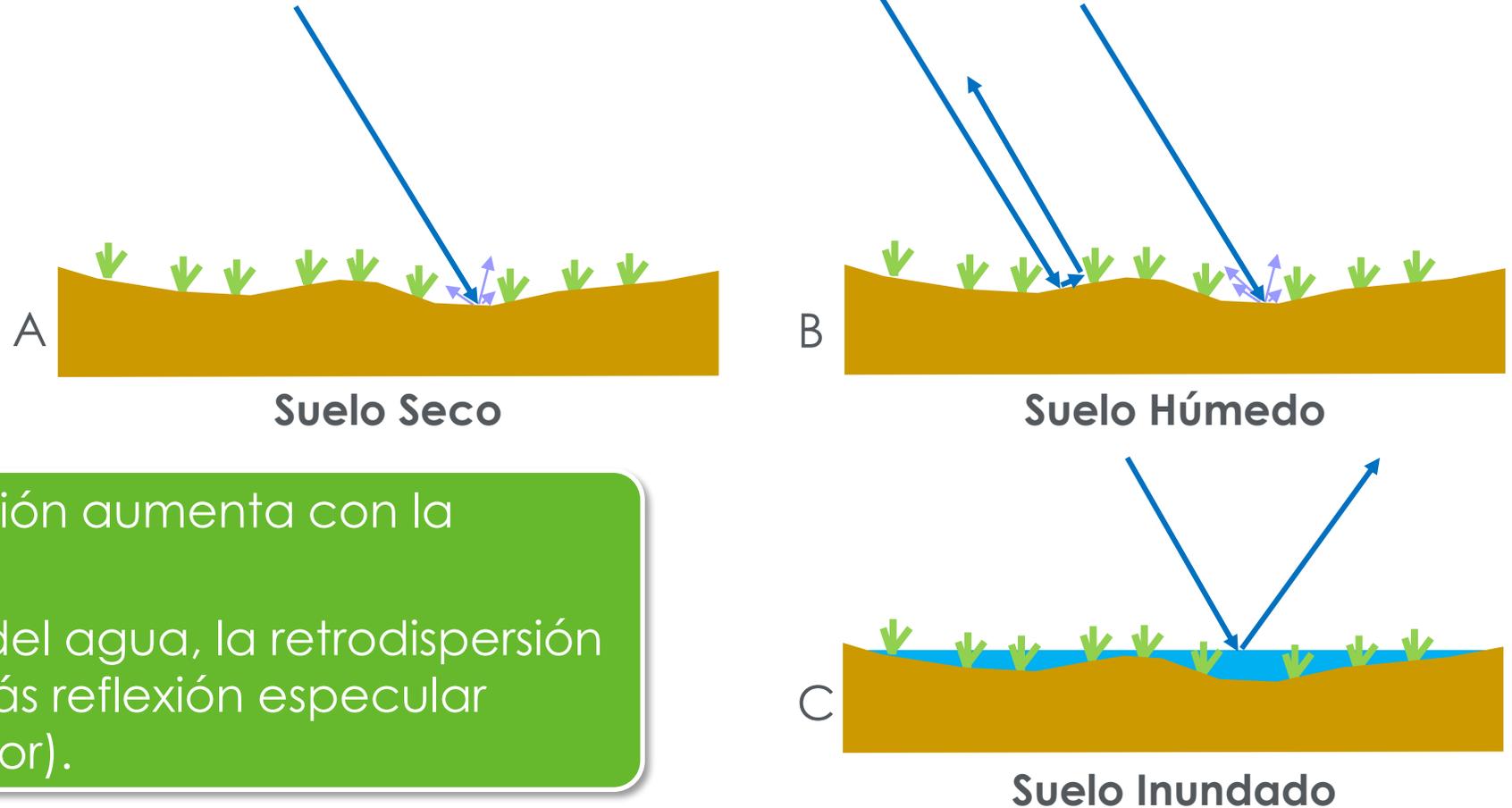
Ejemplo de Banda-L



Firmas del Agua Superficial en Imágenes de Amplitud SAR

3. Inundación en Tierras de Cultivos

- Mapeo de inundaciones en **Tierras de Cultivos y Praderas Húmedas**:



- **De A a B**: La retrodispersión aumenta con la humedad del suelo.
- **C**: Al aumentar el nivel del agua, la retrodispersión se debilita con más y más reflexión especular (dispersión lejos del sensor).

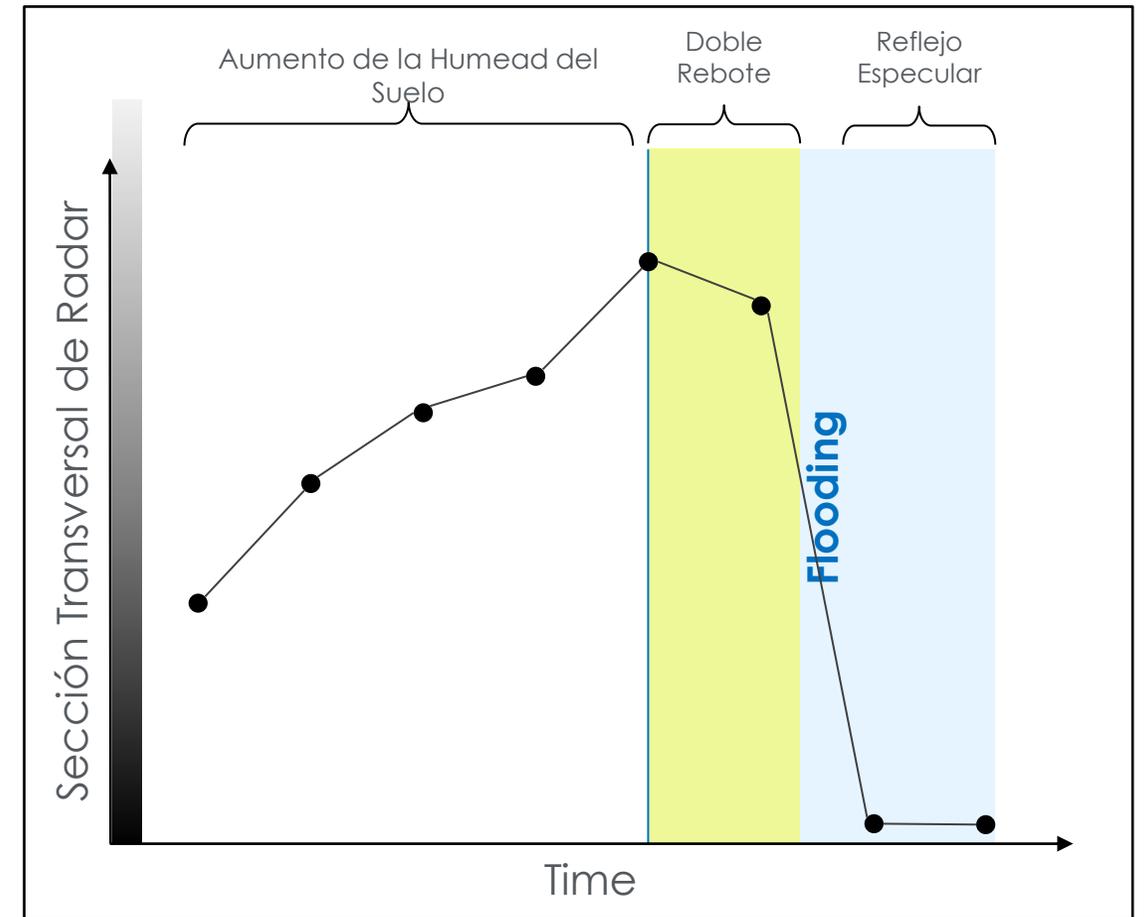
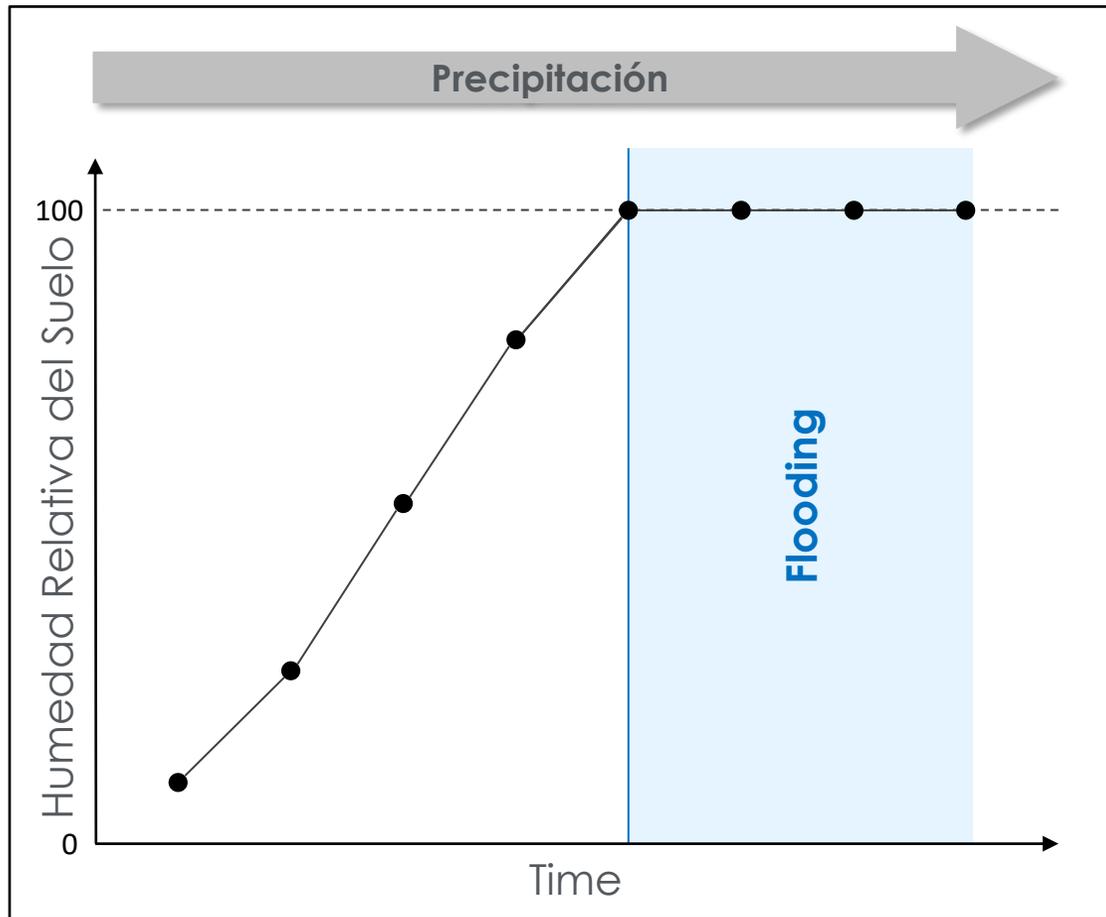
Fig.: Efectos de la inundación sobre la retrodispersión para rodales forestales (según Bourgeau-Chavez et al., 2009)



Firmas del Agua Superficial en Imágenes de Amplitud SAR

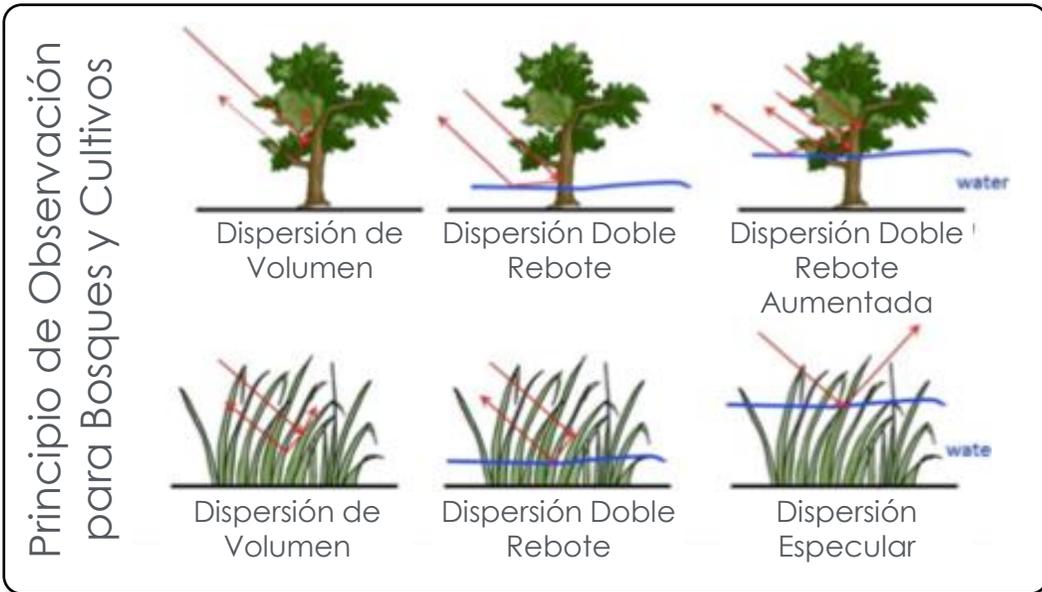
3. Inundación en Tierras de Cultivos

- Respuesta relativa de SAR en tierras de cultivo a medida que aumentan las precipitaciones:



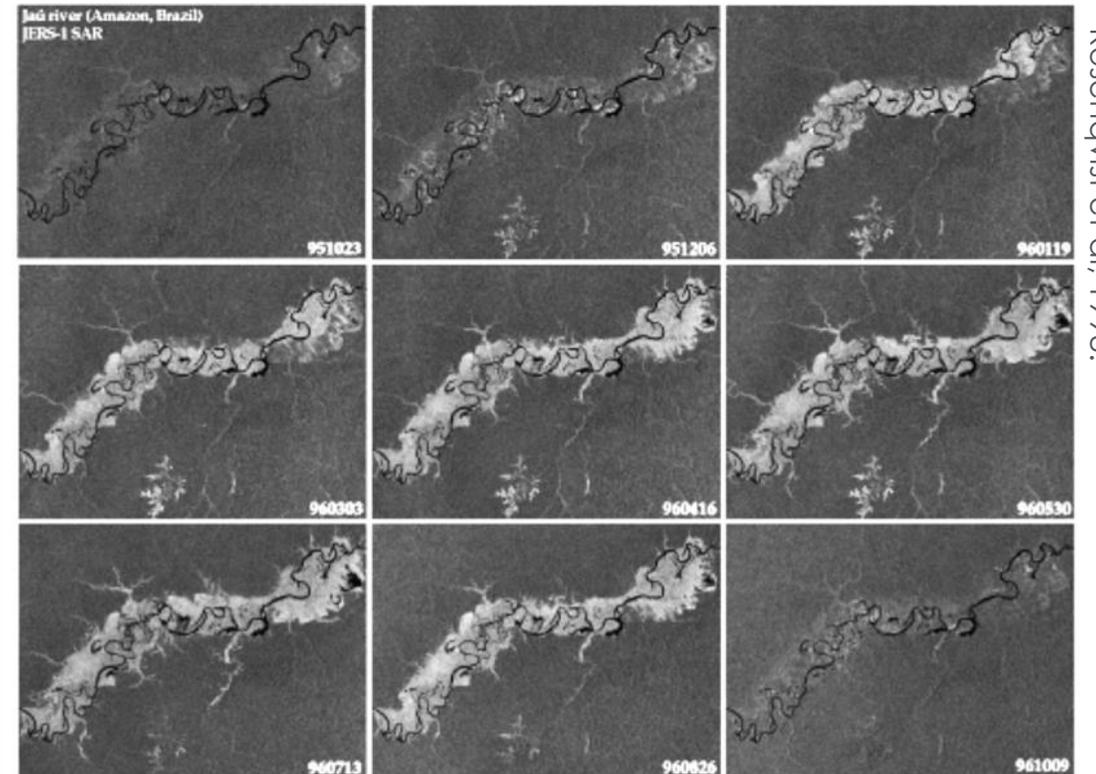
Mapeo de Vegetación Inundada usando SAR

Las observaciones SAR (especialmente en la banda L) se establecen como una herramienta confiable para mapear la inundación de vegetación.



- Los sensores de banda-C muestran un rendimiento limitado en áreas con mucha vegetación.
- Los sensores futuros, como NISAR, ayudarán a monitorear el agua debajo de los árboles y la hidrología de los humedales.

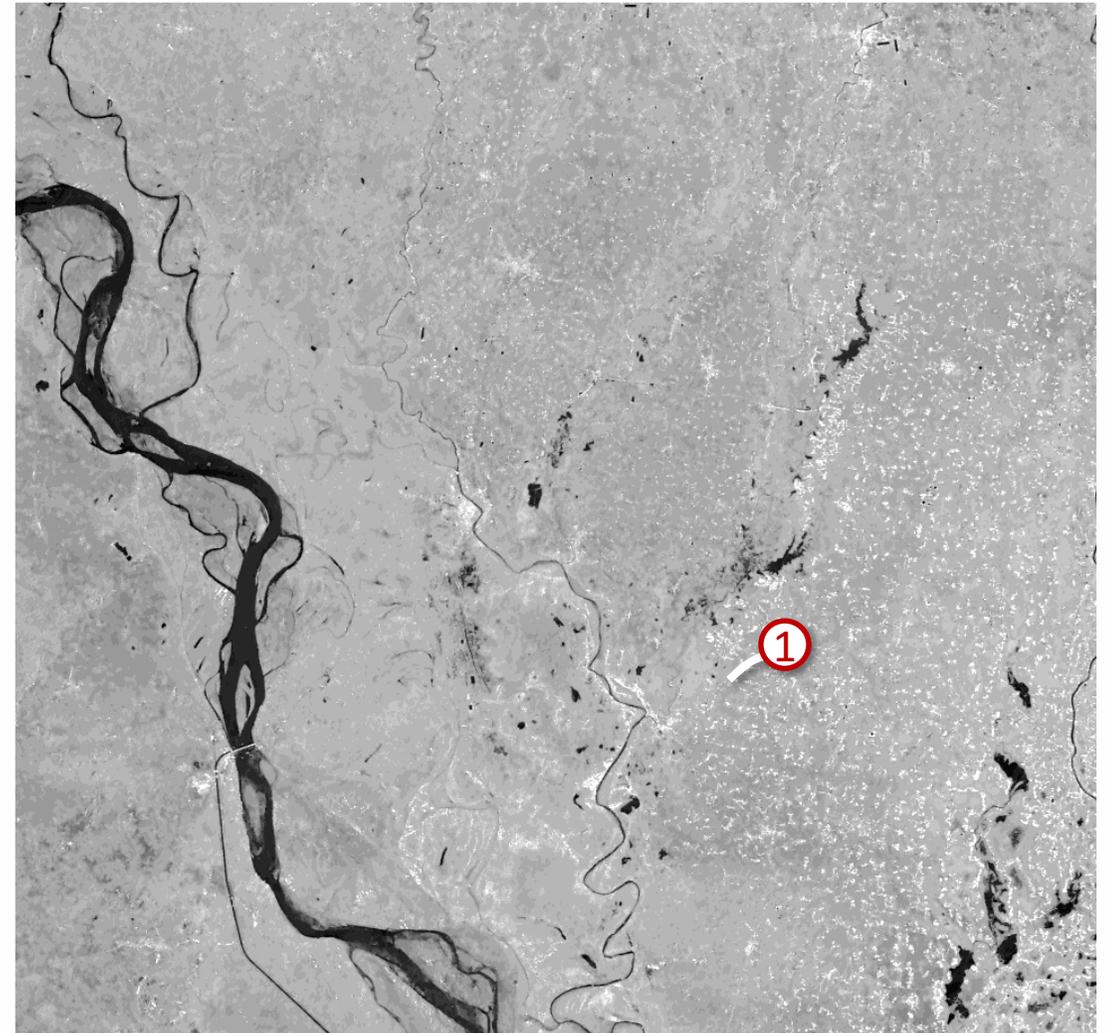
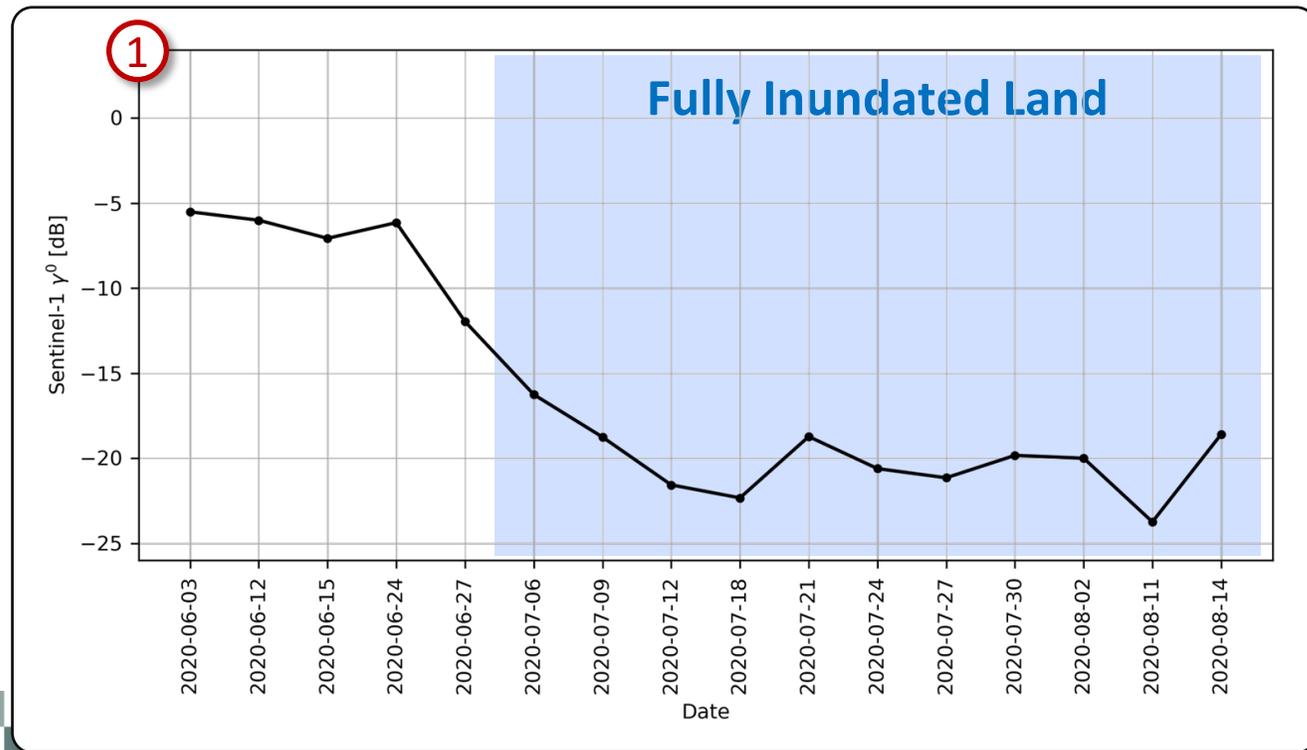
Datos SAR JERS-1 Banda-L Mostrando la Dinámica de Inundación (Río Jau, Brasil)



Ejemplos de Firmas de la Vegetación

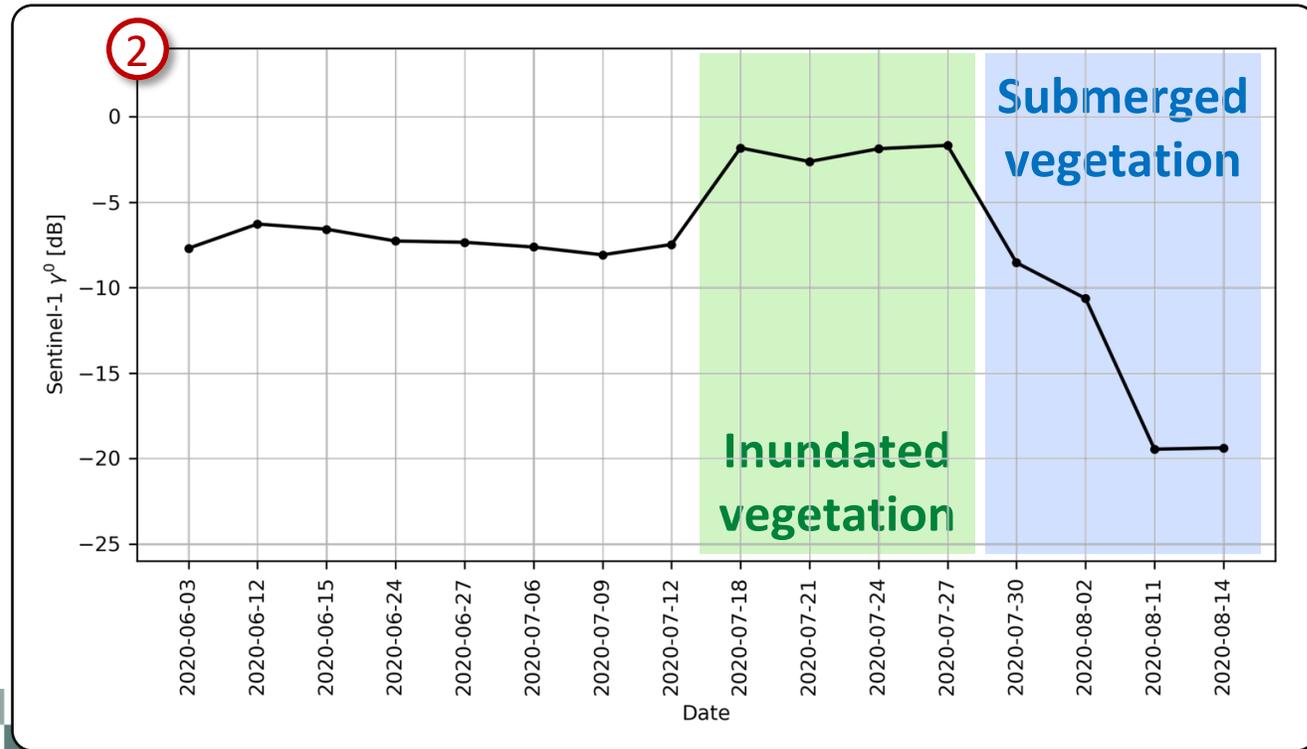
Inundaciones Monzónicas en el Sur de Asia de 2020 - Región de Bengala Occidental, India

2020-06-03



Ejemplos de Firmas de la Vegetación

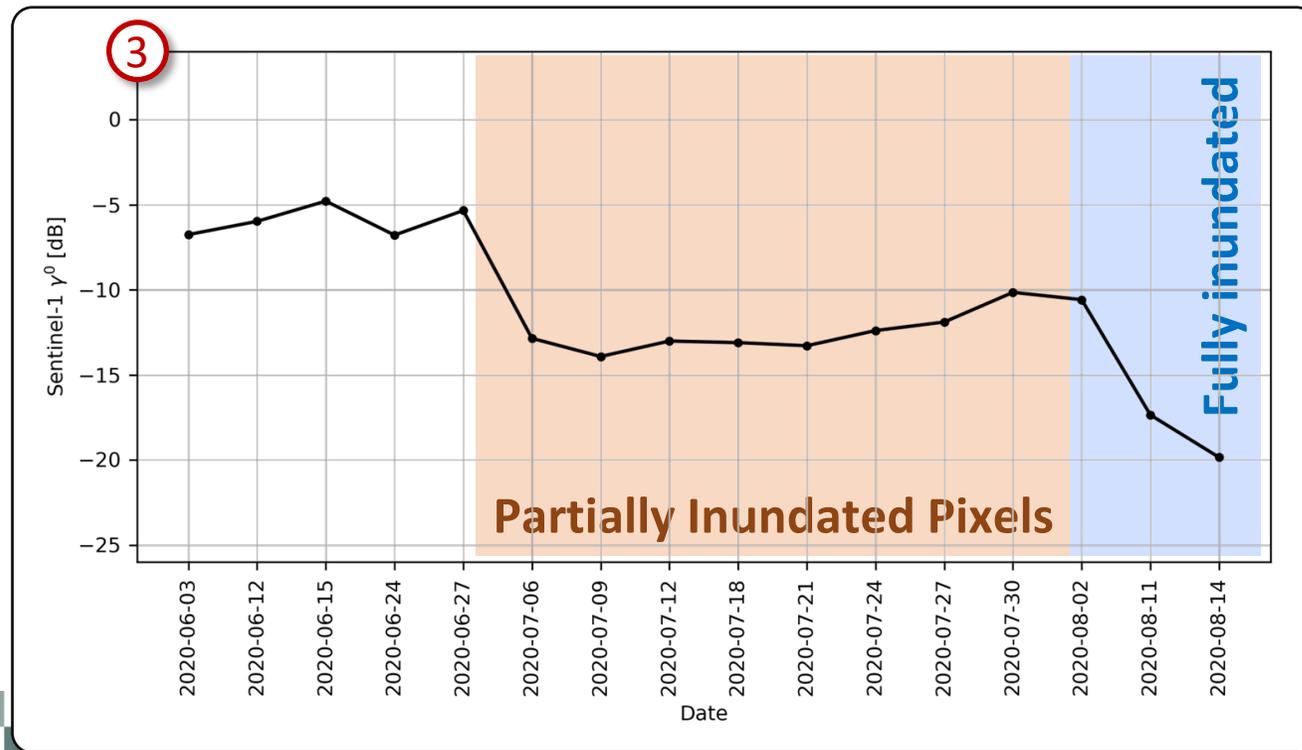
Inundaciones Monzónicas en el Sur de Asia de 2020 - Región de Bengala Occidental, India



Ejemplos de Firmas de la Vegetación

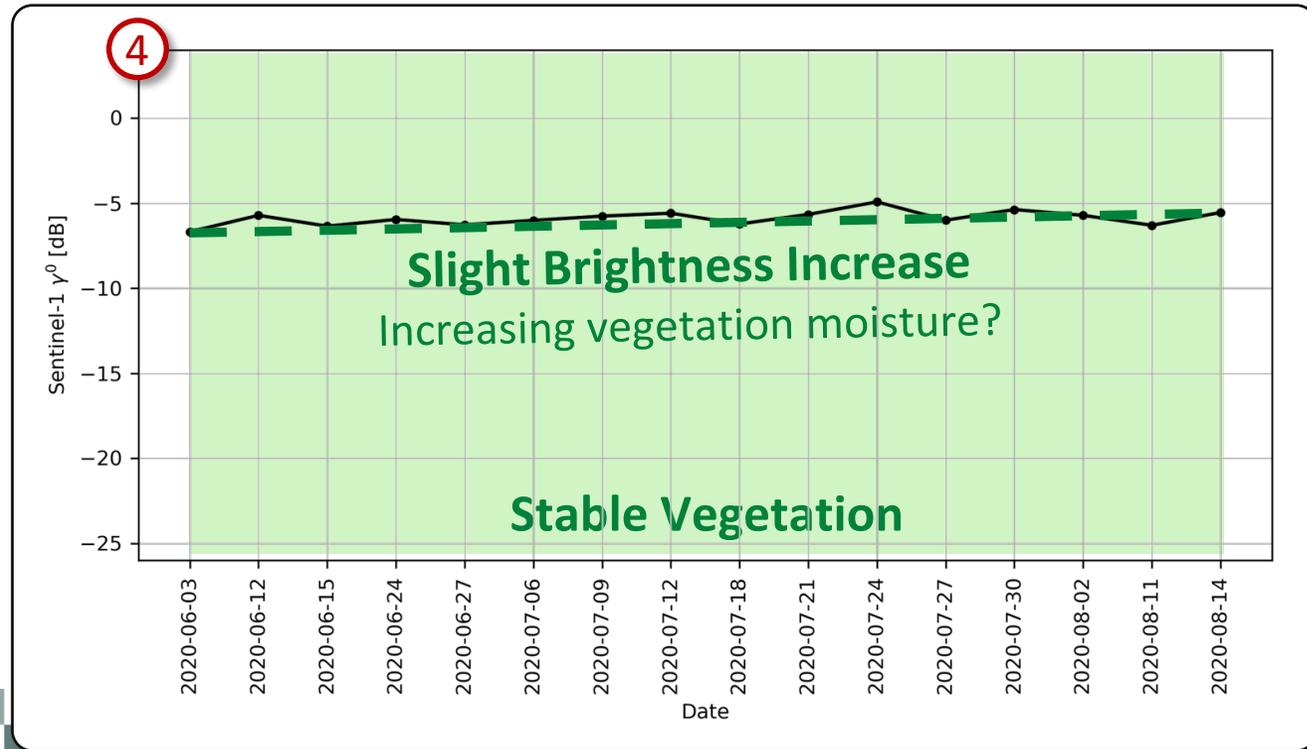
Inundaciones Monzónicas en el Sur de Asia de 2020 - Región de Bengala Occidental, India

2020-06-03



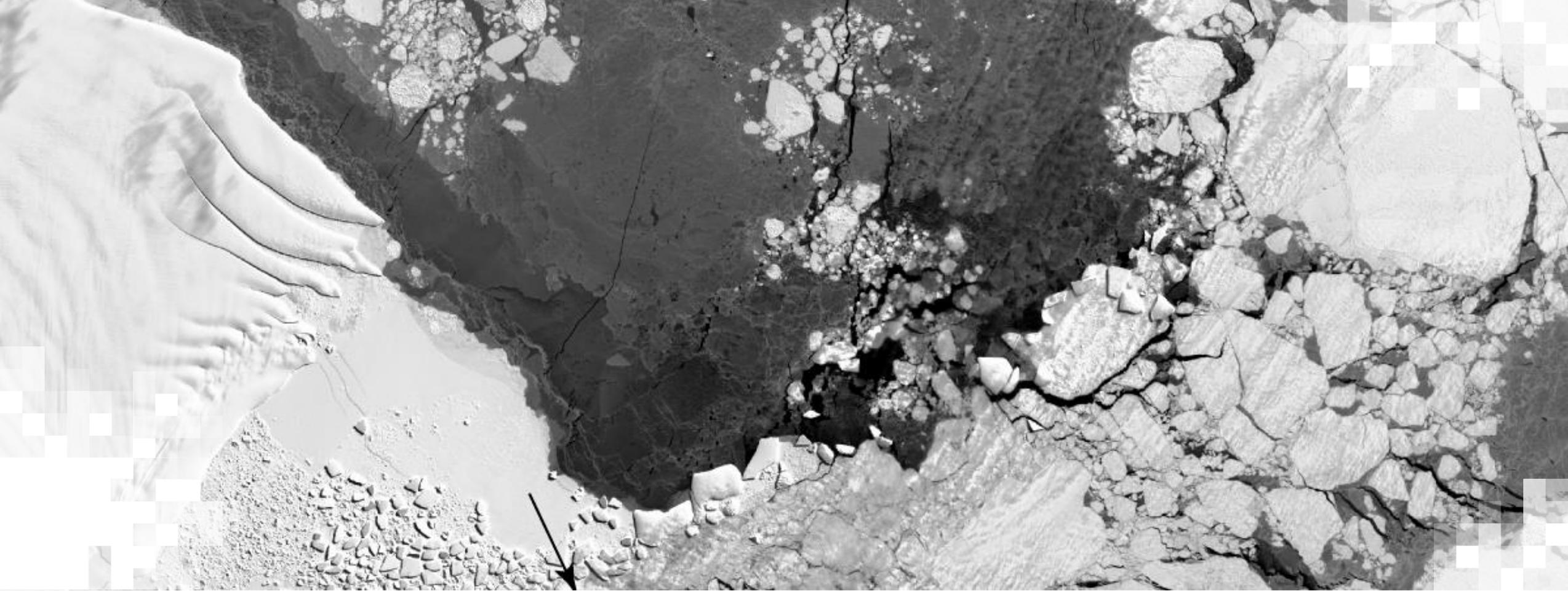
Ejemplos de Firmas de la Vegetación

Inundaciones Monzónicas en el Sur de Asia de 2020 - Región de Bengala Occidental, India



2020-06-03





Mapeo de Aguas Superficiales Basado en Umbrales – El Enfoque HydroSAR HYDRO30

Firmas del Agua Superficial en Imágenes de Amplitud SAR

- Mapeo de superficies de agua basado en las diferentes firmas de radar de agua y tierra
 - Las superficies de agua tranquilas se ven lisas y provocan una reflexión especular que conduce a una baja retrodispersión

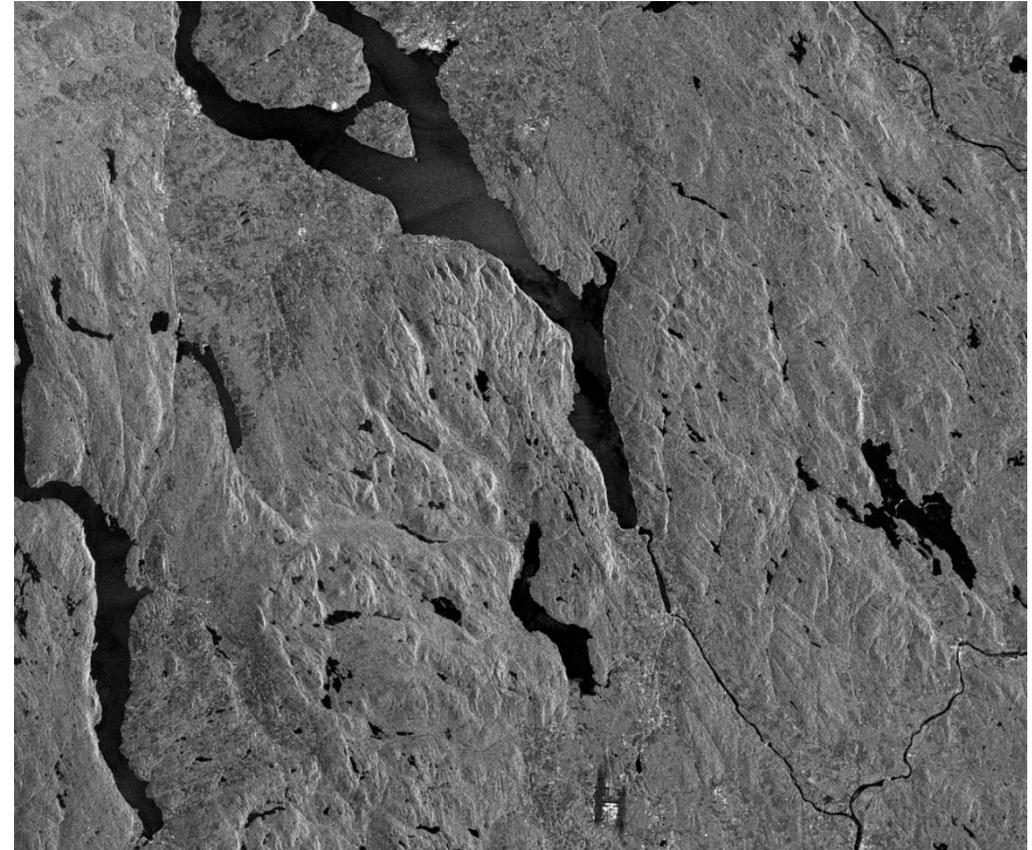
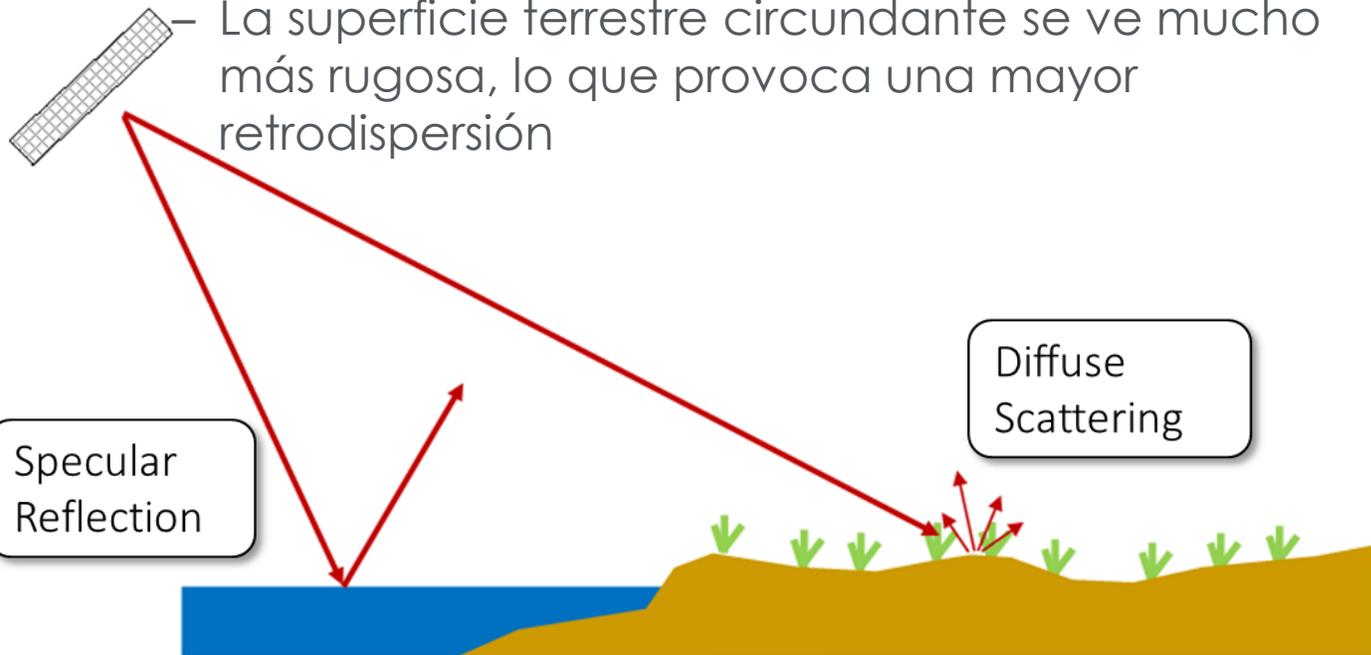


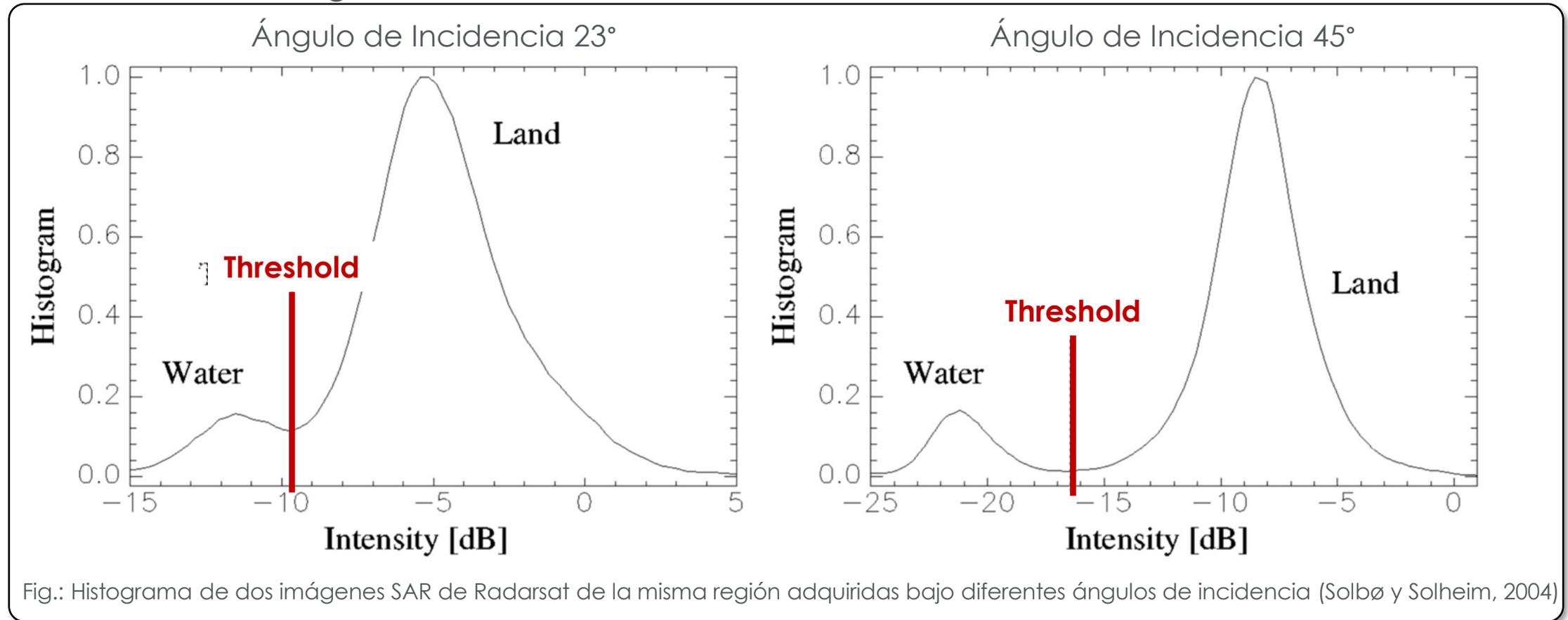
Fig.: El lago Mjosa, Noruega, observado por ENVISAT ASAR Modo Imagen, 12 dic 2003 (©ESA Multimedia Gallery)



Mapeo de Aguas Superficiales Basado en Umbrales

El Enfoque HydroSAR HYDRO30

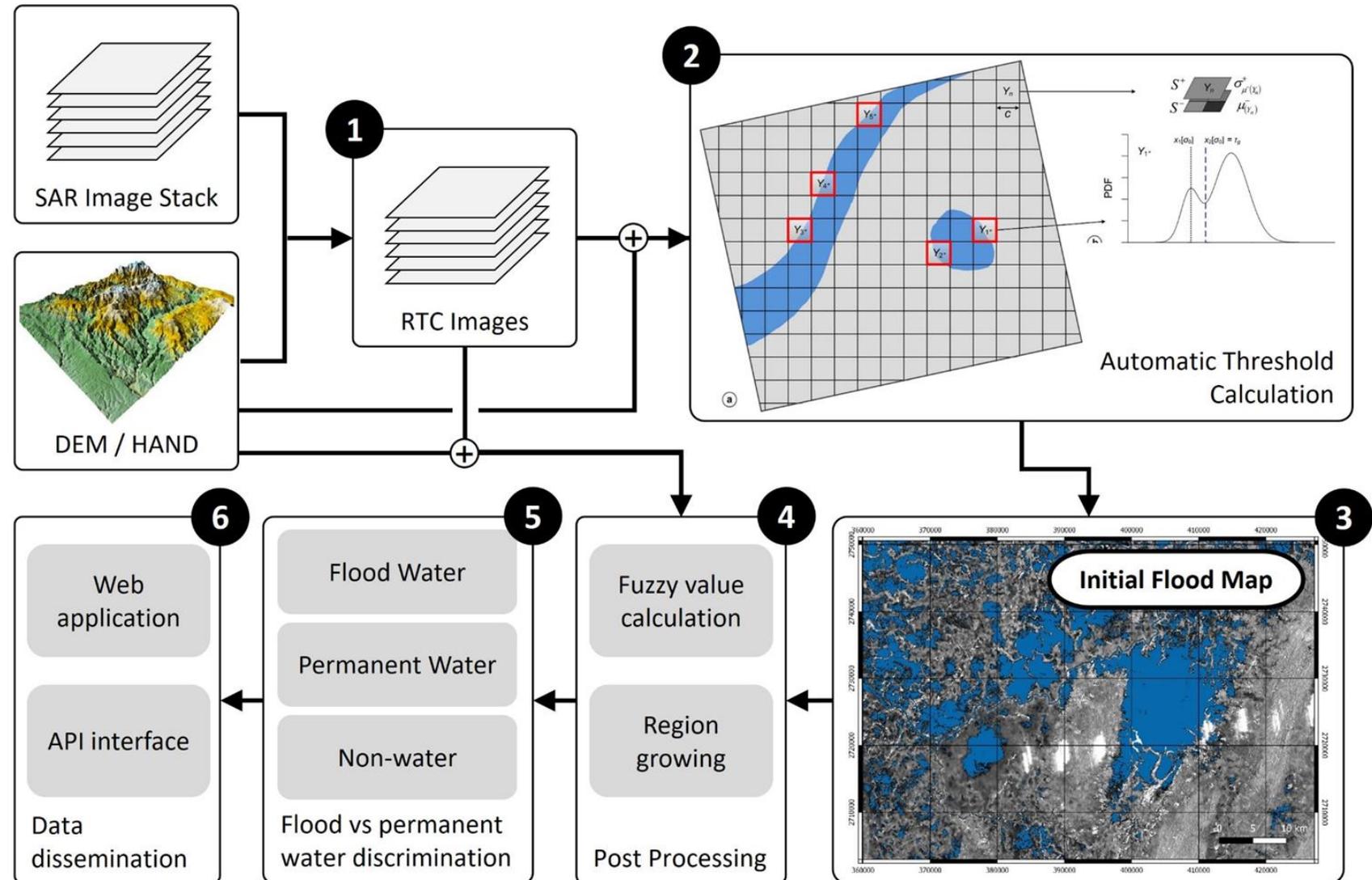
- Un método simple y común para el mapeo de cuerpos de agua es **el umbralado**.
 - El contraste entre la superficie terrestre y la superficie de agua abierta aumenta con el incremento del ángulo de incidencia



HYDRO30: Mapeo de Aguas Superficiales Basado en Umbrales Adaptivos

Enfoque de Mapeo del Agua de 6 Pasos HydroSAR:

1. Geocodificación y calibración de imágenes
2. Cálculo automático y adaptativo de umbrales
3. Identificación de candidatos a inundaciones
4. Post-procesamiento para eliminar falsas alarmas
5. Extracción permanente de agua
6. Difusión de datos



Modificado de : S. Martinis et al. "A fully automated TerraSAR-X based flood service." *ISPRS Journal of Photo. & RS* 104 (2015): 203-212.

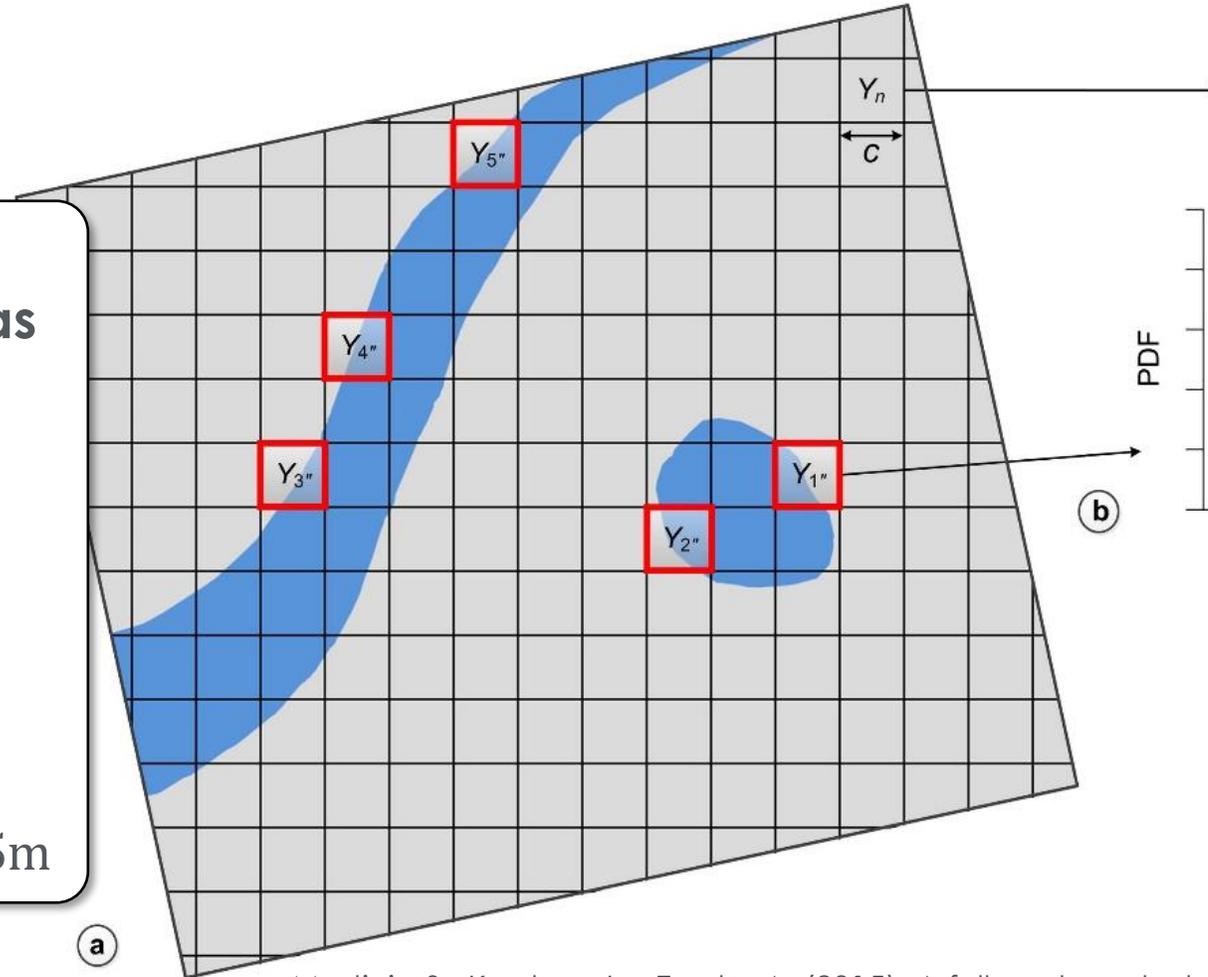


Mapeo de Aguas Superficiales Basado en Umbrales Adaptivos

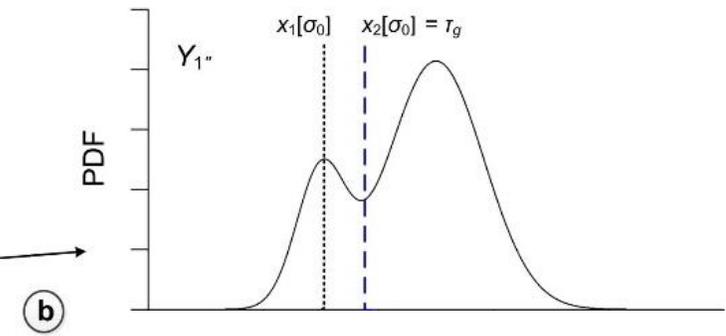
2^{do} Paso: Cálculo automático y adaptativo de umbrales

Mosaico y celdas transicionales selectas (las mejores celdas para el cálculo de umbrales) usando

- La media μ_n
- La desviación estándar para la celda σ_n
- Altura sobre el drenaje más cercano $HAND < 15m$



$$\begin{matrix} S^+ & Y_n & \sigma_{\mu^+(Y_n)} \\ S^- & & \mu_{\mu^-(Y_n)} \end{matrix}$$



Martinis, S., Kersten, J. y Twele, A. (2015). A fully automated TerraSAR-X based flood service. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 104, 203-212.

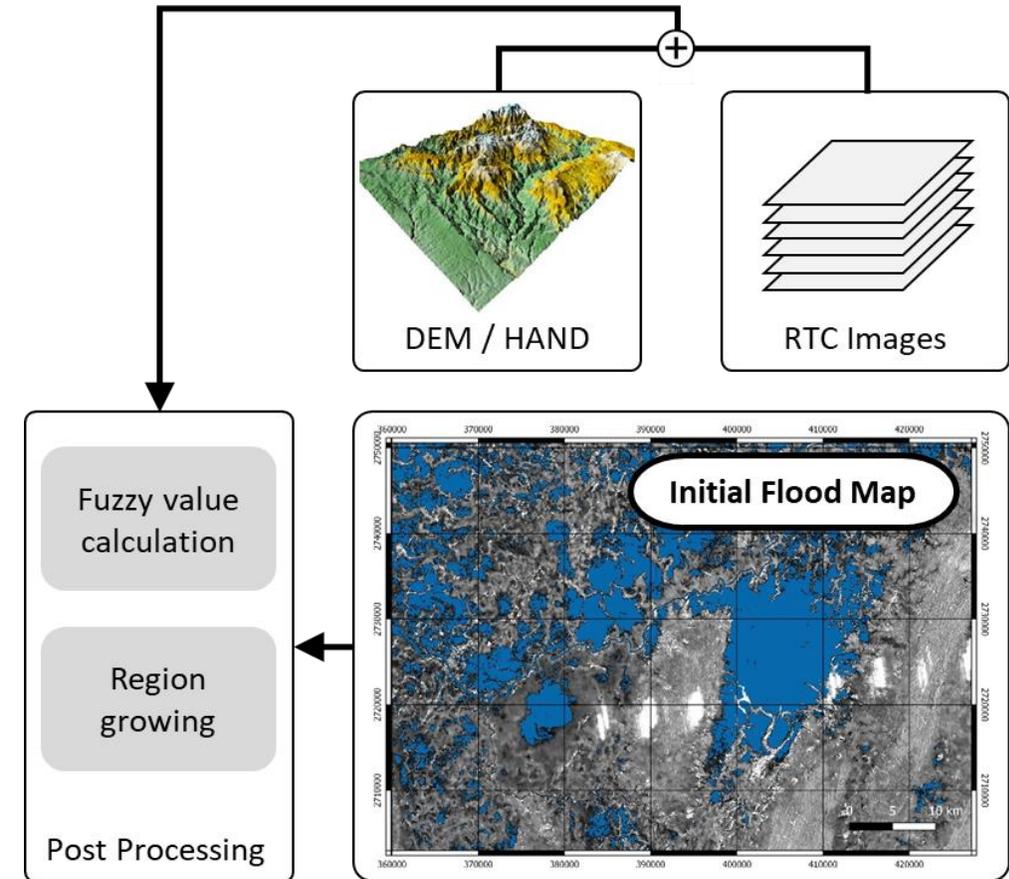


Mapeo de Aguas Superficiales Basado en Umbrales Adaptivos

4^{to} Paso: Post-Procesamiento para Remover Falsas Alarmas

Reglas de lógica difusa para eliminar detecciones falsas y mejorar el producto de mapeo de inundaciones:

- **Regla - Sección Transversal de Radar (RCS):** Reduce la ponderación para píxeles con retrodispersion cerca del umbral
- **Regla de Elevación HAND*:** Baja ponderación para píxeles con elevaciones HAND >> que este promedio
- **Regla de Pendiente de la Superficie α :** Los píxeles ubicados sobre pendientes reciben una menor ponderación
- **Regla de Tamaño de Parcela Inundada A:** Las parcelas pequeñas reciben una menor ponderación



*HAND- siglas de "Height Above Nearest Drainage",
Altura Sobre el Desagüe Más Cercano, en inglés



Mapeo de Aguas Superficiaales Basado en Umbrales Adaptivos

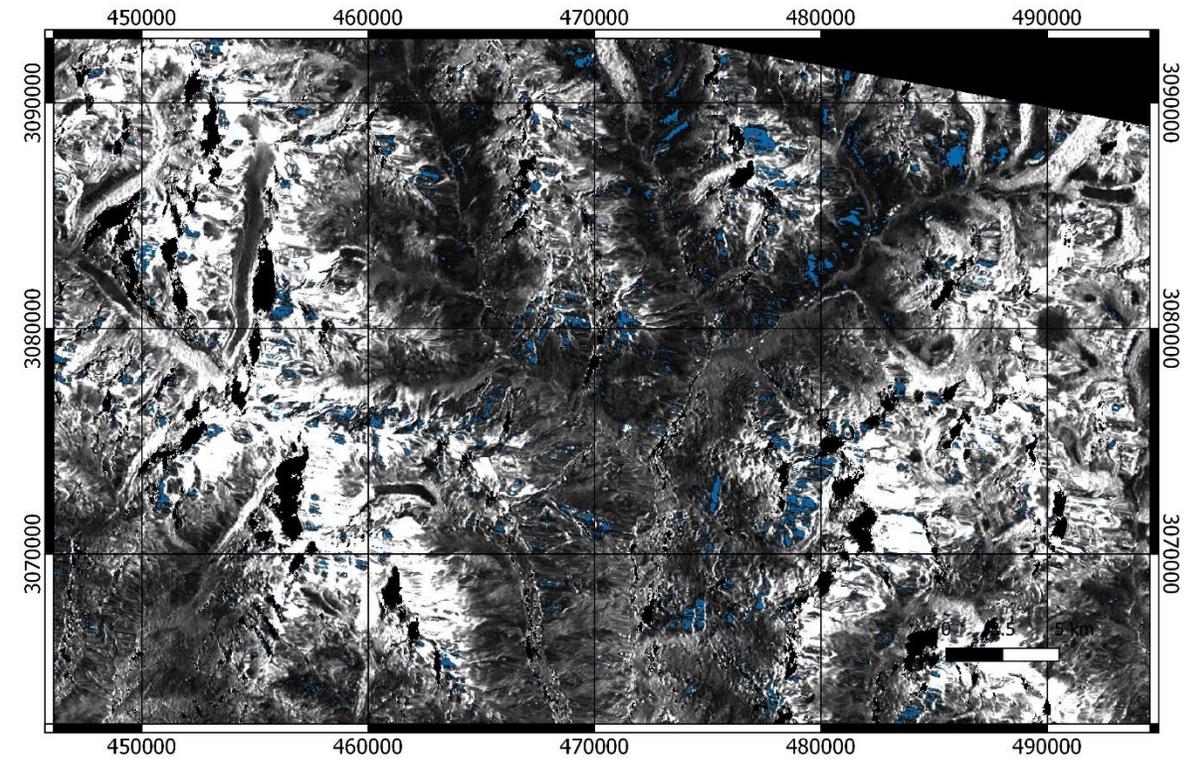
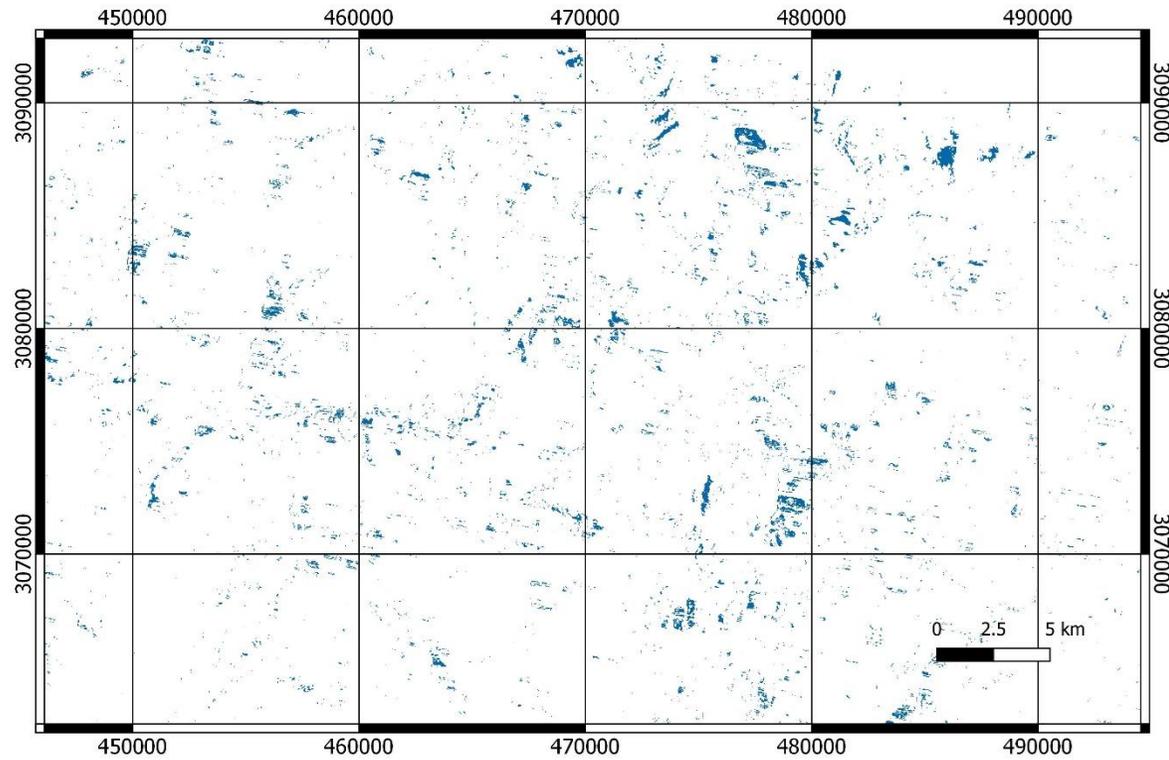
Beneficio de los pasos de post-procesamiento– 1er Caso: Terreno montañoso

- Terreno montañoso → Apariencia similar a las inundaciones debido a la superposición, las sombras, la nieve y el hielo

Falsas alarmas debido a sombras y deshielo

Producto HYDRO30 Nepal

Sin Post-Procesamiento



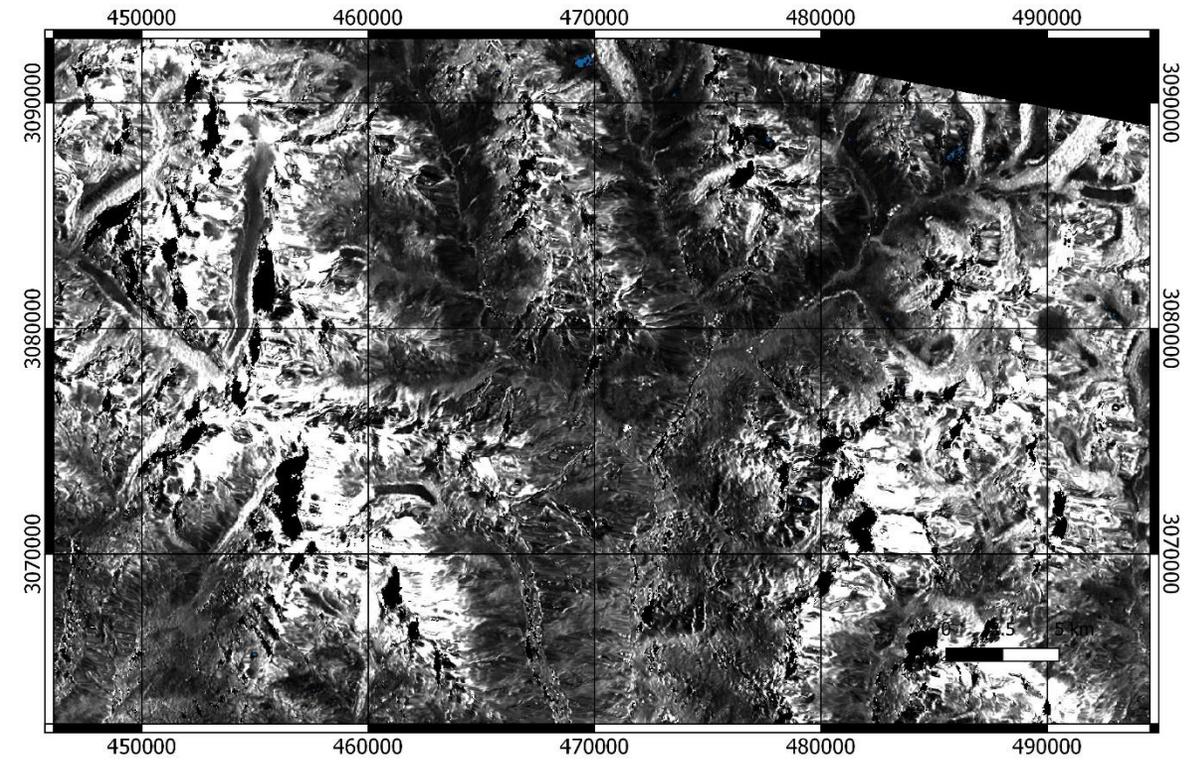
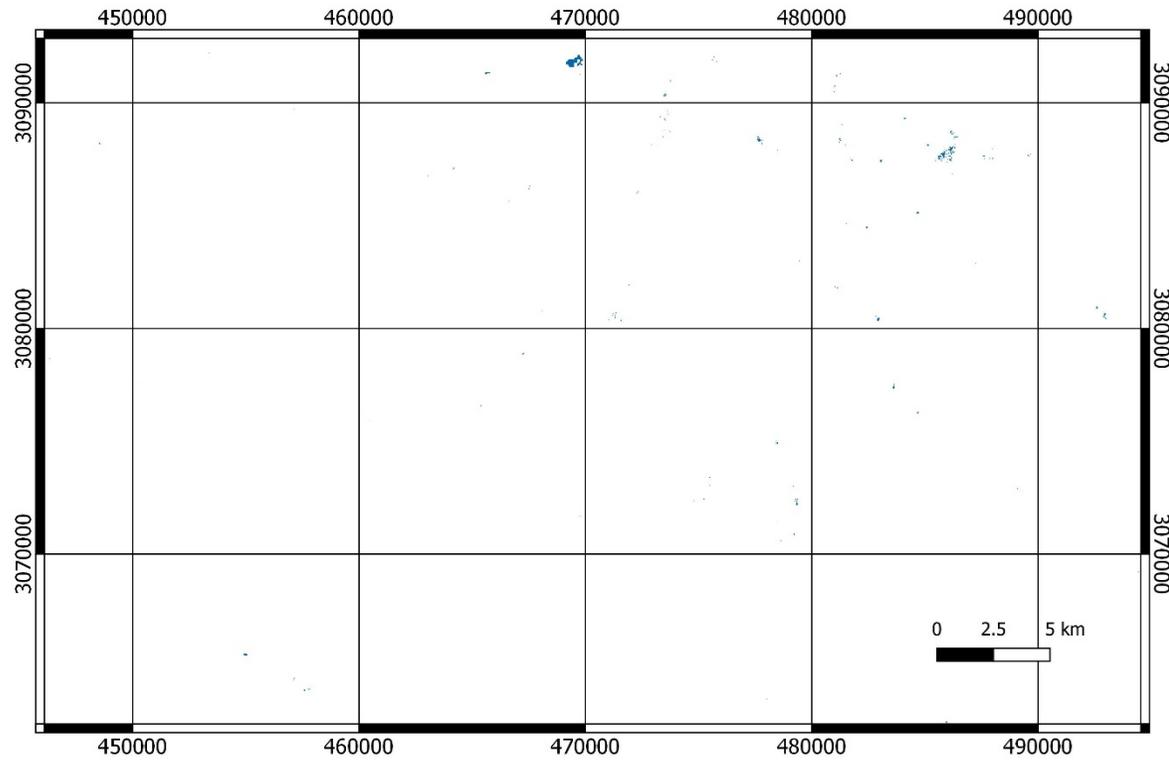
Mapeo de Aguas Superficiales Basado en Umbrales Adaptivos

Beneficio de los pasos de post-procesamiento– 1^{er} Caso: Terreno montañoso

- Terreno montañoso → Apariencia similar a inundaciones debido a la superposición, las sombras, la nieve y el hielo

Falsas alarmas removidas por post-procesamiento con lógica difusa

Producto HYDRO30 Nepal Después del Post-Procesamiento

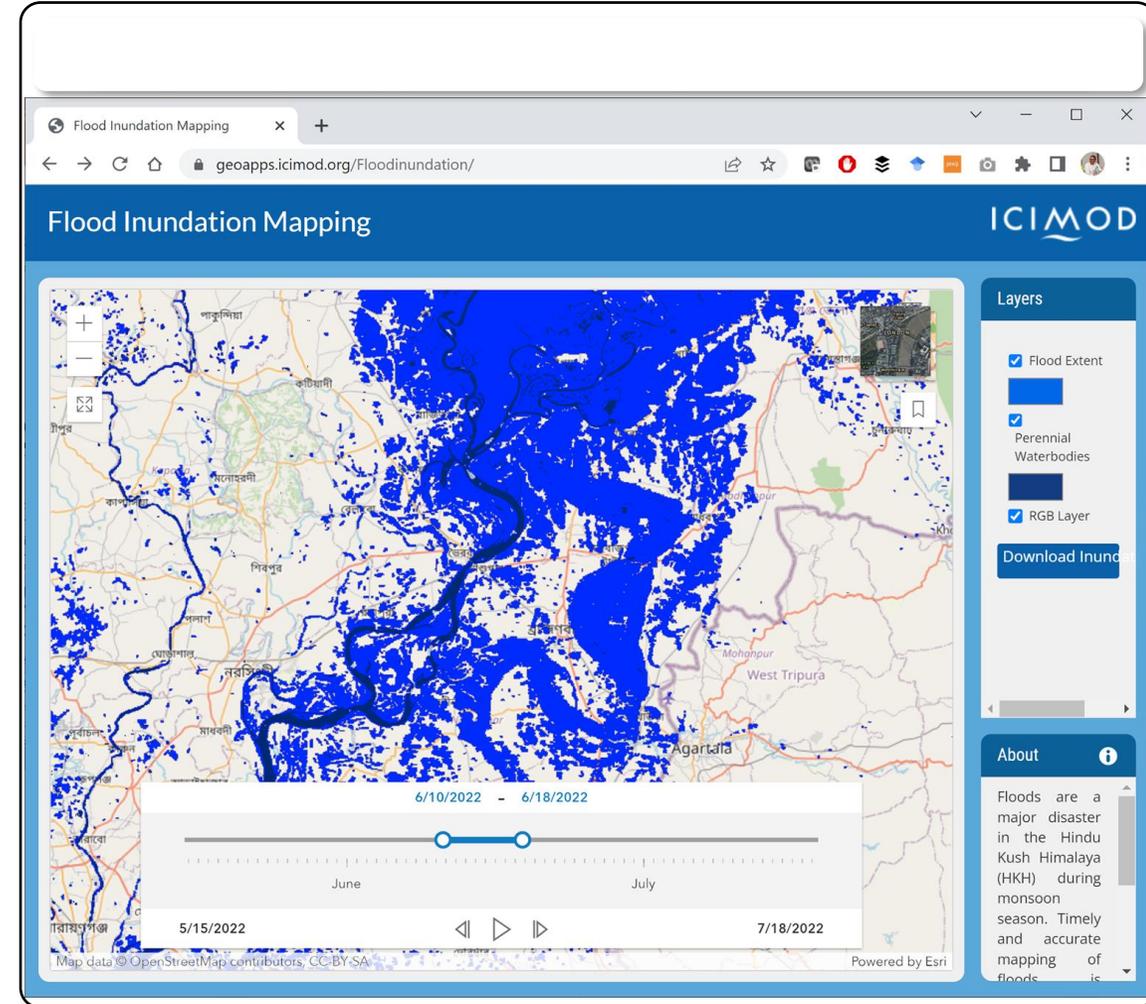
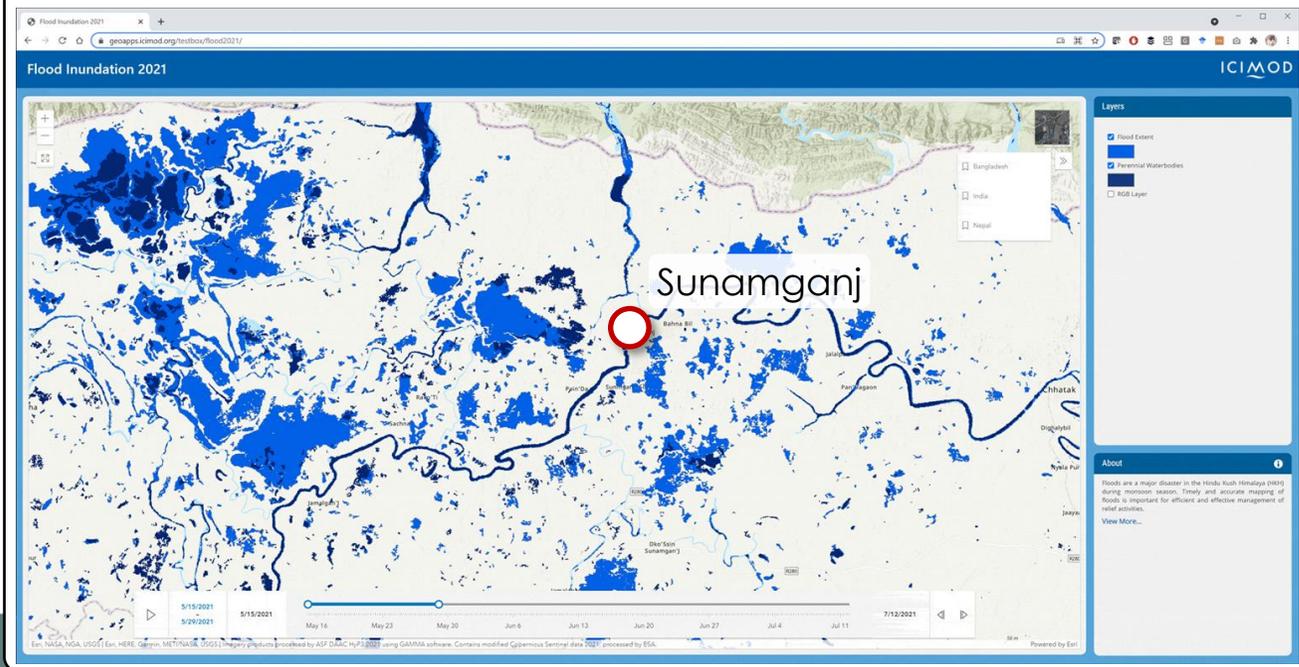


El HydroSAR/ICIMOD Flood Inundation Service

Cobertura: Bangladesh, Norte de la India, Sur de Nepal, Sur de Bután

- **Información de inundación** actualizada automáticamente con cada nuevo pase de satélite
- **Capa de agua permanente** incluida
- Opcional: Visualizar imágenes de fondo SAR

Ejemplo: Serie Temporal de Inundación Cerca de Sunamganj, Bangladesh



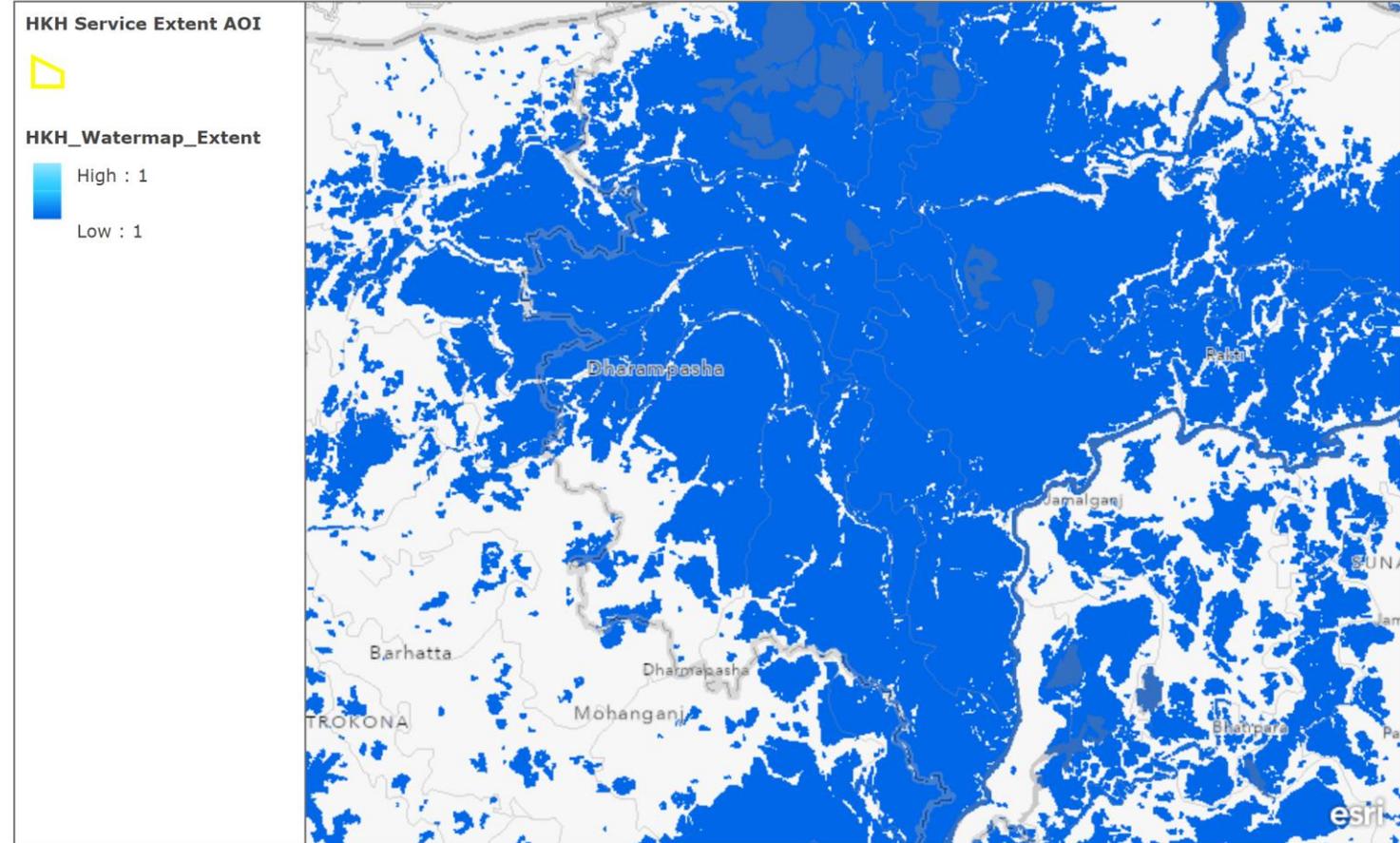
Aplicación: Respuesta a Inundaciones de Baja Latencia

2022 Estatus de Monzón HKH: Norte de Bangladesh, 22 de mayo de 2022



Una fotografía aérea muestra una gran área inundada después de lluvias fuertes en Companiganj, Bangladesh. [AFP]

HKH Monsoon Monitoring



This map displays RTC VV and VH products, RGB Decomposition products, and Water Extent products generated by ASF.

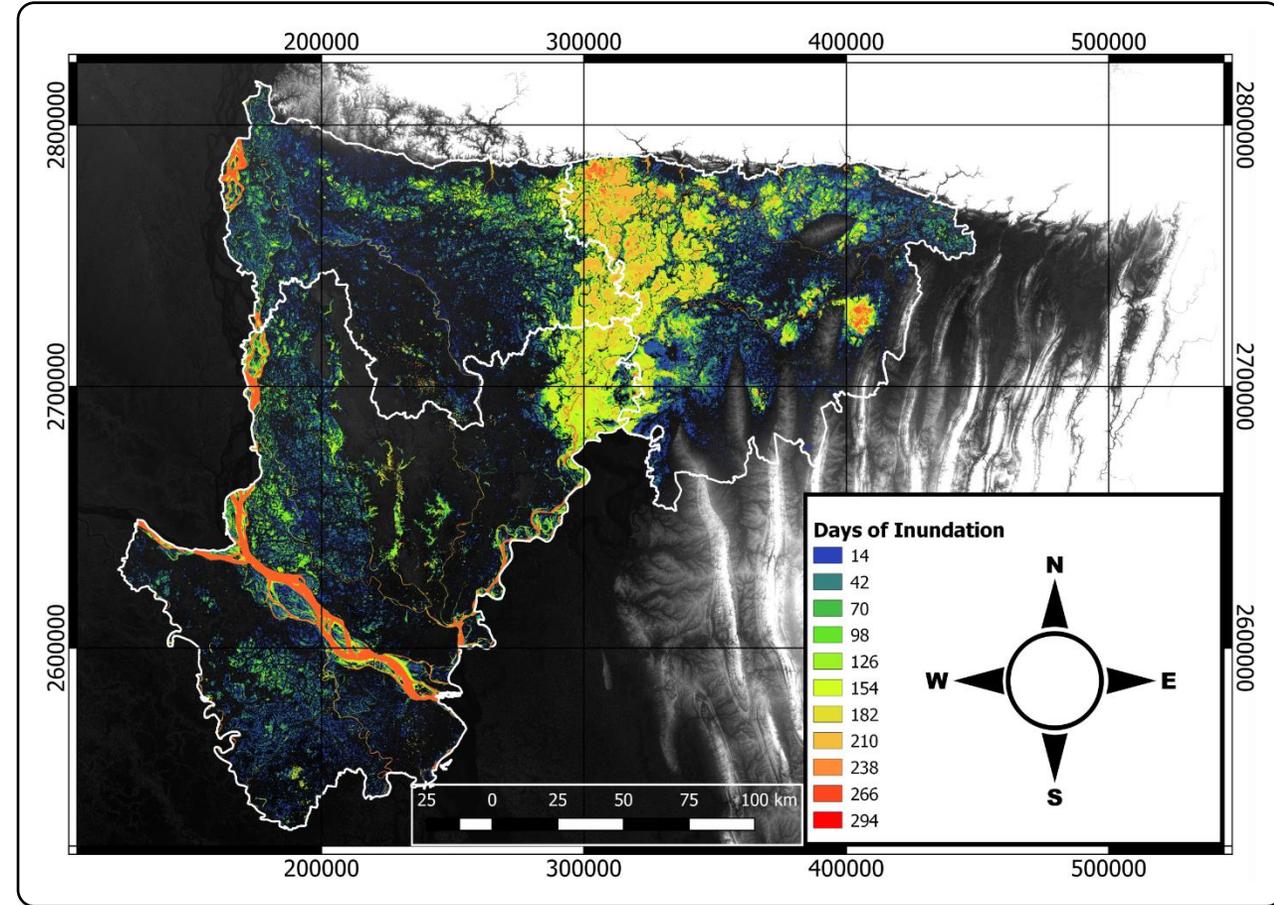
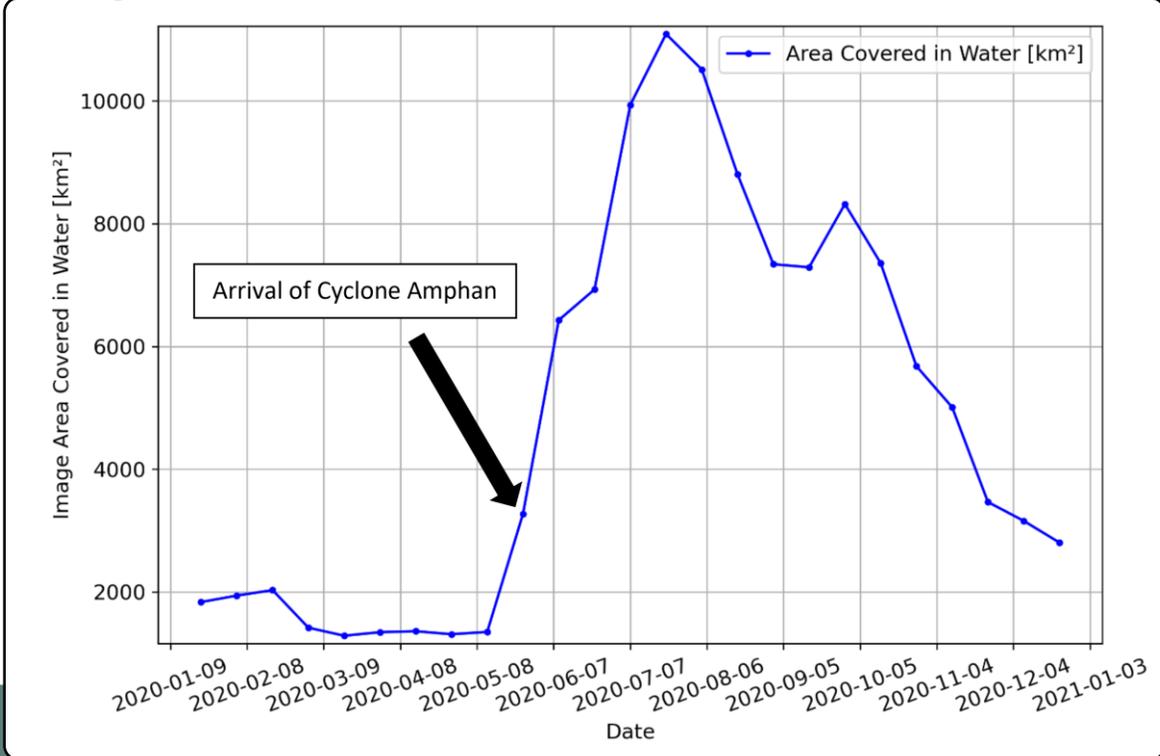
RTC products processed by ASF DAAC HyP3 2022 using GAMMA software. Contains modified Copernicus Sentinel data 2022, processed by ESA. | Imagery products processed by ASF DAAC HyP3 2022 using GAMMA software. Contains modified Copernicus Sentinel data 2022, processed by ESA. | Alaska Satellite Facility | Esri, HERE, Garmin, METI/NASA, USGS | Esri, HERE, Garmin, METI/NASA, USGS | Esri, HERE, Garmin, METI/NASA, USGS



Aplicación: Análisis Retrospectivo de Inundaciones

Análisis de Inundaciones de 2020 en las Provincias de Bangladesh

- Análisis de la temporada de inundaciones de 2020 en las provincias de Sylhet, Mymensing y Dhaka de Bangladesh
- Extensión máxima de la inundación a finales de julio de 2020
- Algunas áreas estuvieron inundadas hasta 200 días



La Validación de Mapas de Aguas Superficiaales

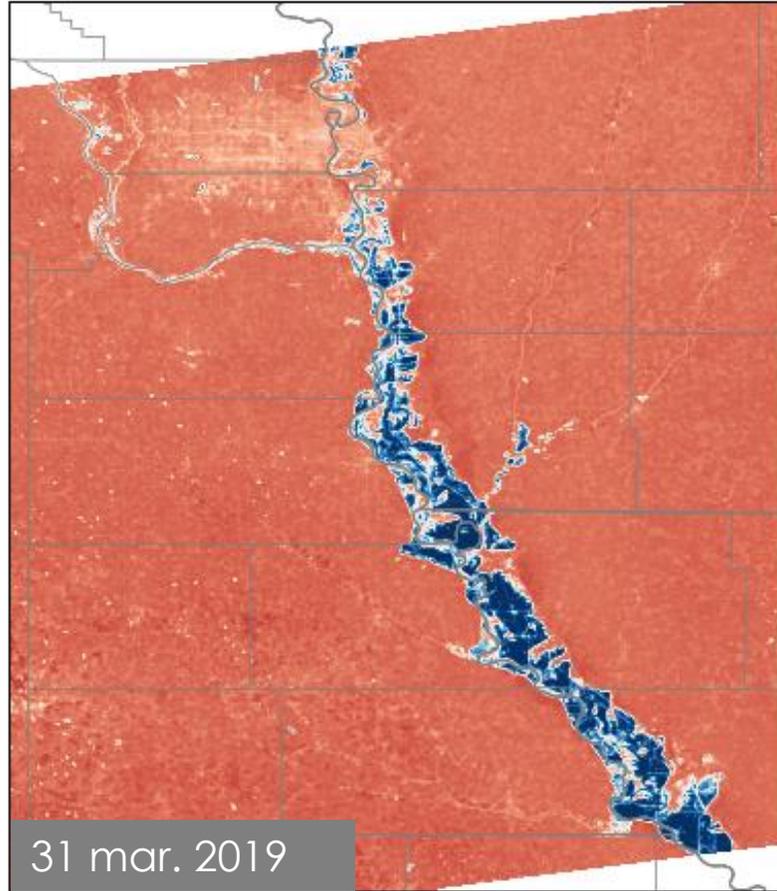
Comparación de HYDRO30 con Mapas de Aguas de Sentinel-2

Sentinel-2 False Color

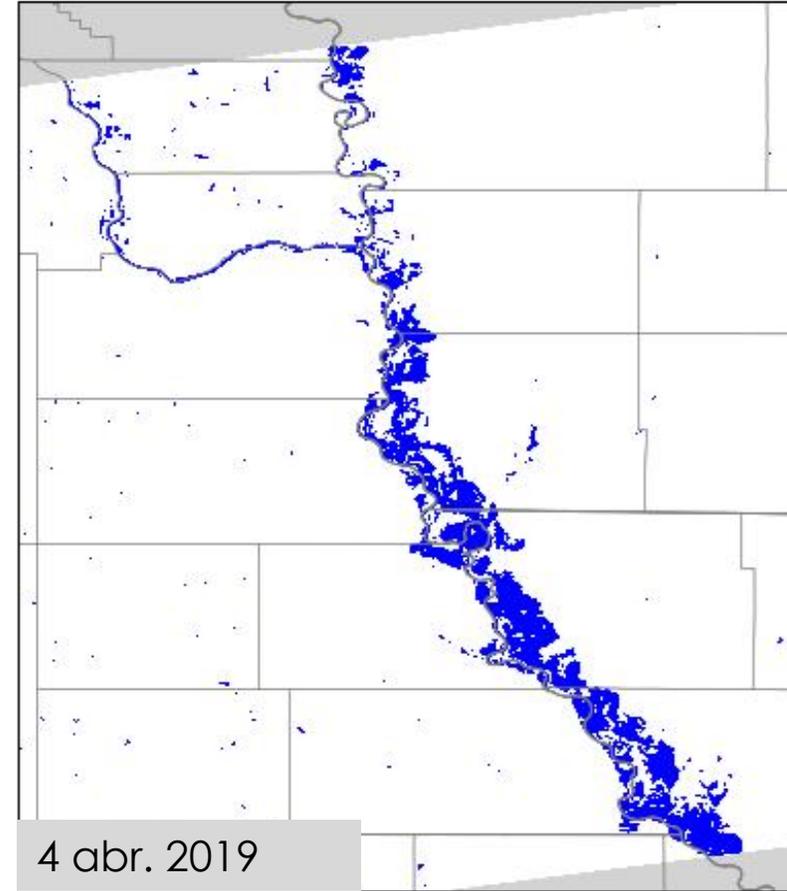
2019-03-31



Sentinel-2 mNDWI



Sentinel-1 Water Detections: 2019-04-04

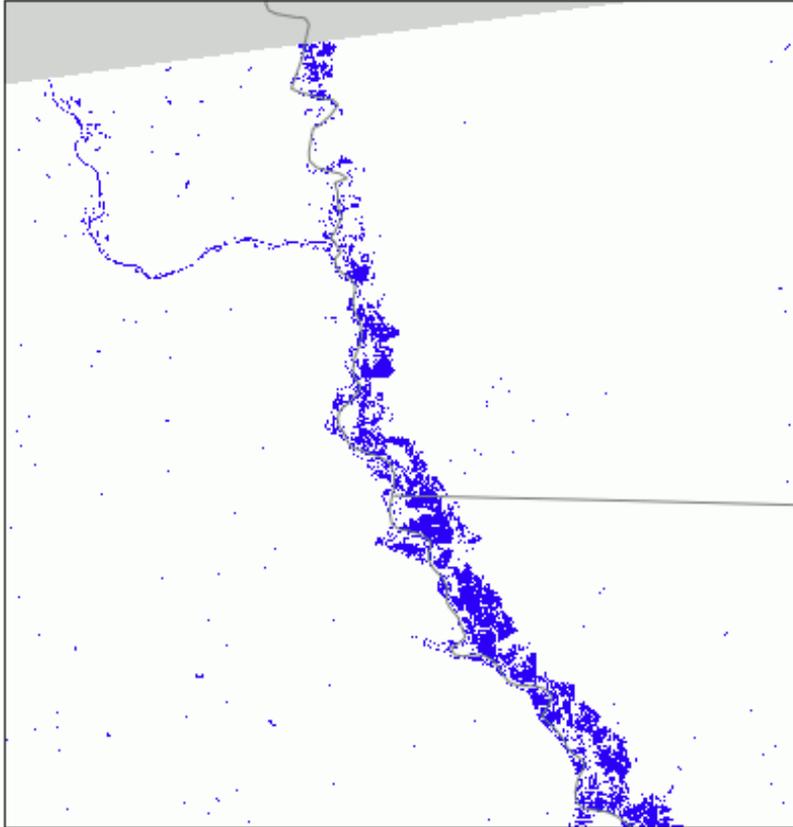


La Validación de Mapas de Aguas Superficiales

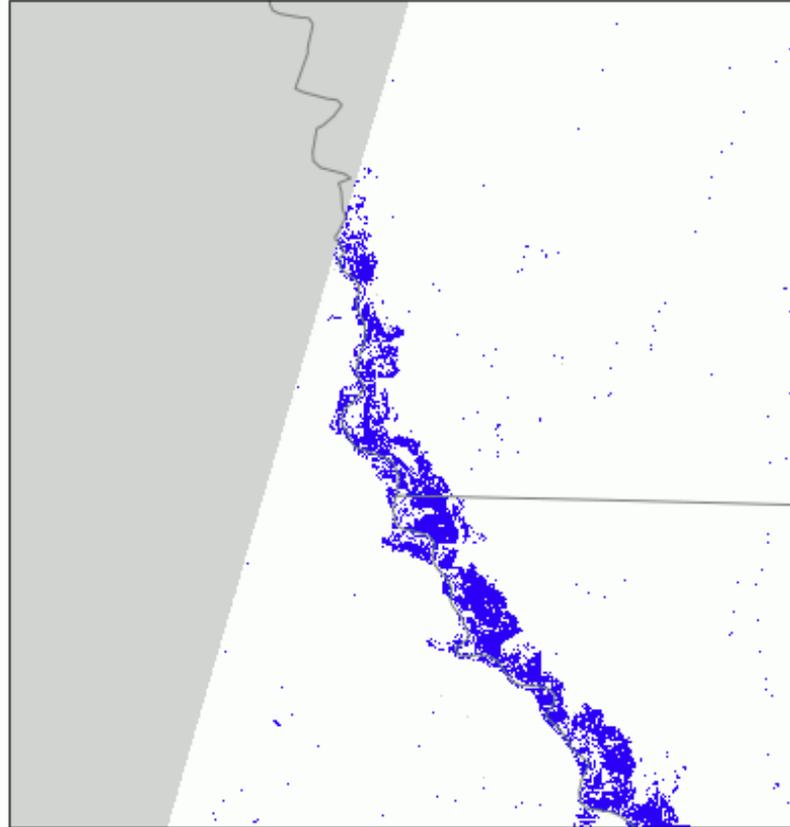
Comparación de HYDRO30 con Mapas de Aguas de Sentinel-2

Ejemplo del río Missouri: Más Comparaciones de HYDRO30 y Datos Casi Simultáneos de Sentinel-2

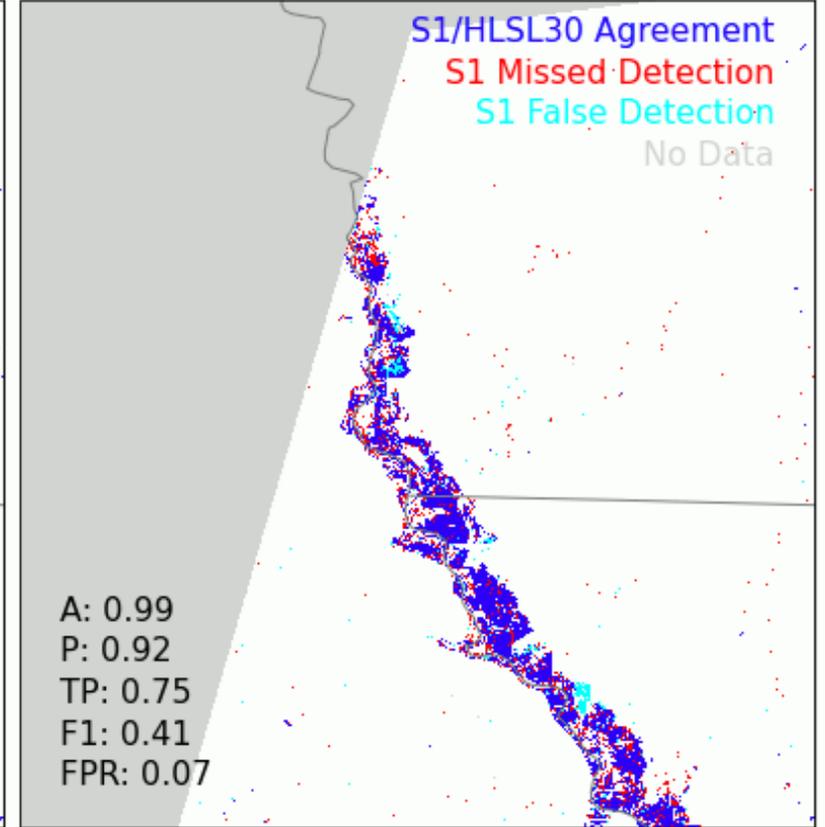
Sentinel-1 SAR Detections on 20190615



HL30 Water Detections (NDWI > 0) 20190613



Comparison Map



Validación de su Mapa de la Extensión de las Aguas

Comparación de Productos de HYDRO30 con los Pronósticos de Inundaciones de Google

- Comparación de HYDRO30 y el pronóstico de inundaciones de Google cerca de Dhubri, Assam, India
 - La comparación muestra características consistentes con la extensión de inundación pronosticada ligeramente mayor



SAR Watermap 2021-07-22

■ Water

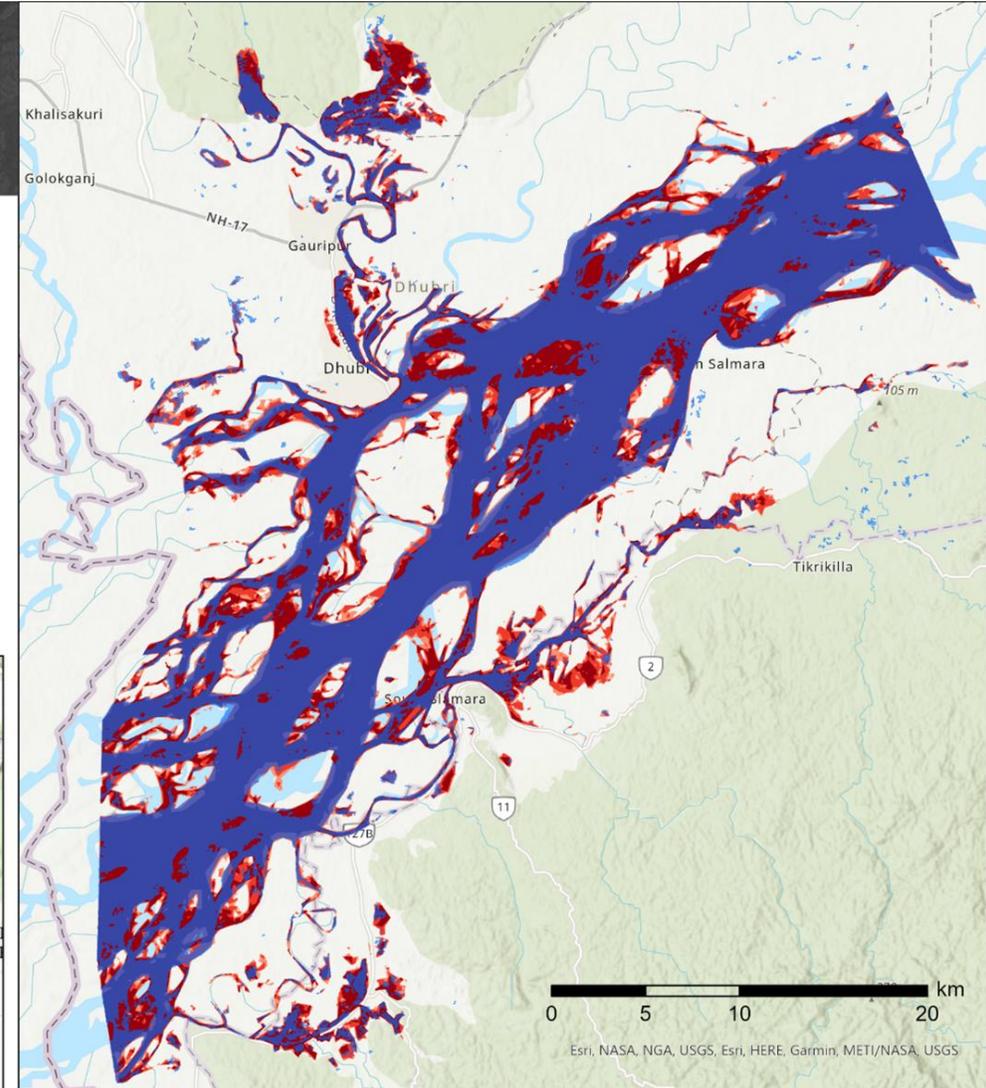
Persistent Water Map

Symbol ID

■ Some flood risk

■ Moderate flood risk

■ High flood risk



Limitaciones del Mapeo de Aguas Superficiales Basado en Umbrales



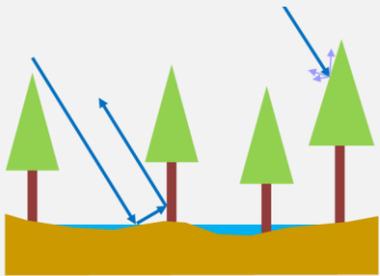
Limitaciones en Base a Sensores

Rugosidad del Viento en el Agua



- **Problema:** Aumenta la retrodispersion y puede que impida la detección de agua
- **Mitigación:** Usar VH aparte de VV para la detección de agua

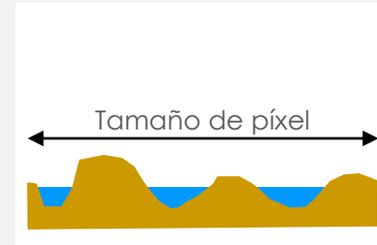
Agua Debajo de Vegetación Densa



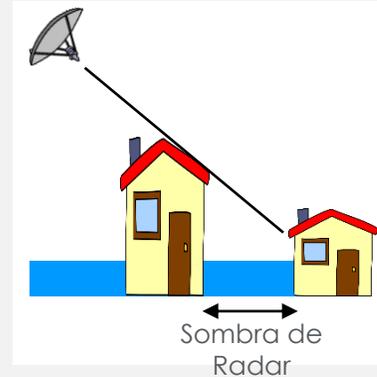
- **Problema:** Puede que el radar no pueda penetrar la vegetación
- **Mitigación:** Usar radar de onda más larga (p.ej., NISAR)

Limitaciones Ambientales

Píxeles Parcialmente Inundados



- **Problema:** Los píxeles no son lo suficientemente oscuros para la detección
- **Mitigación:** Radar de mayor resolución o combinar con un enfoque de detección de cambios



Agua en Entornos Urbanos

- **Problema:** Debido a su geometría lateral, los edificios impiden ver la superficie del agua
- **Mitigación:** Usar múltiples geometrías de visualización – usar datos ópticos

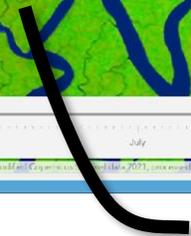
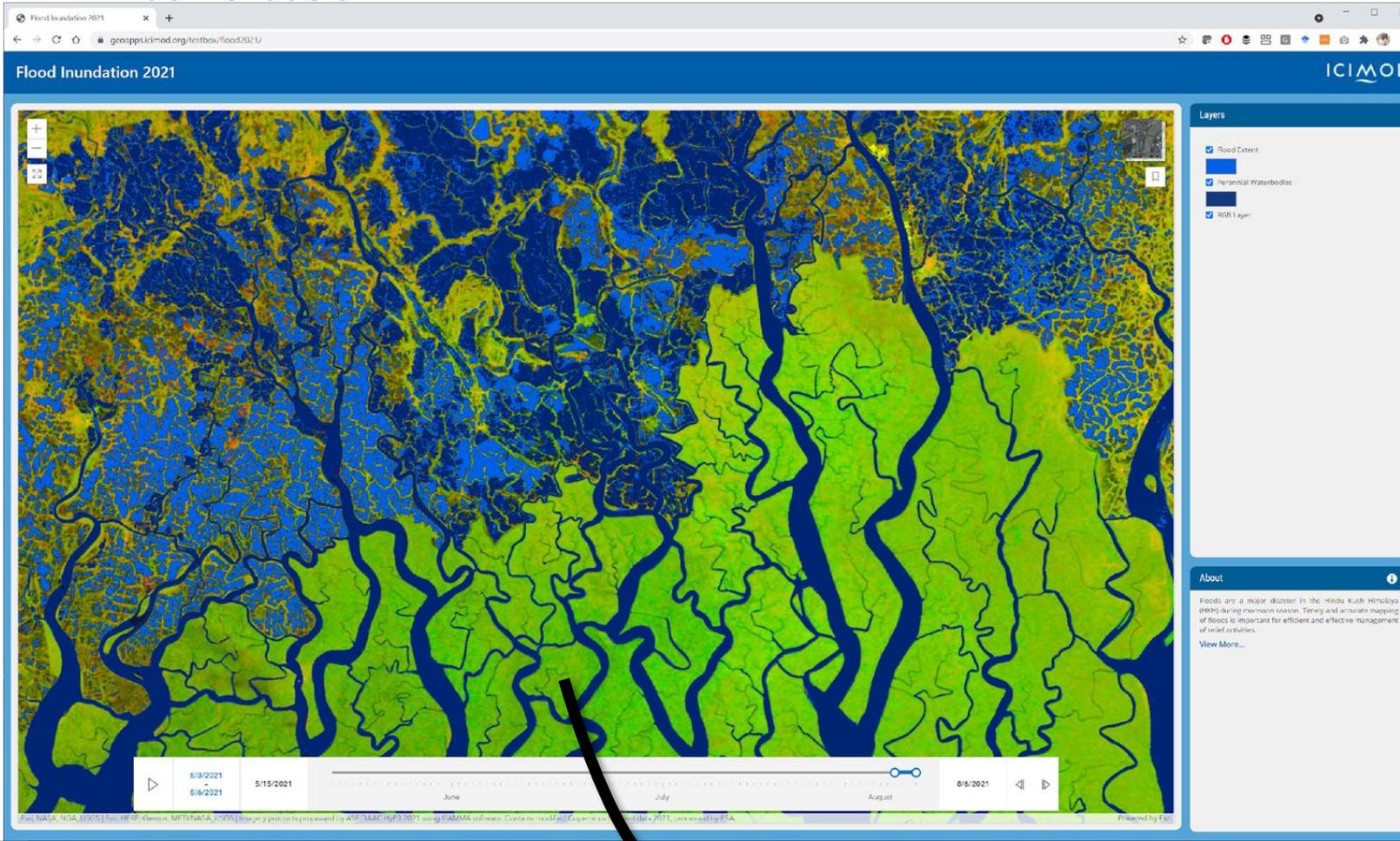


Limitaciones del Mapeo de Aguas Superficiales Basado en Umbrales

1. Detecciones perdidas en áreas de "agua bajo vegetación"

Detecciones de Aguas de Inundación

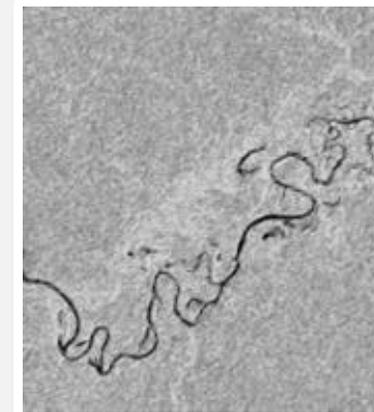
Mapa de Aguas Permanentes



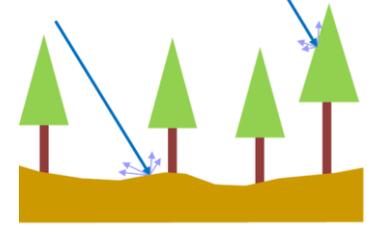
Detecciones de Aguas Faltantes en un Bosque de Manglares

Nota Adicional:

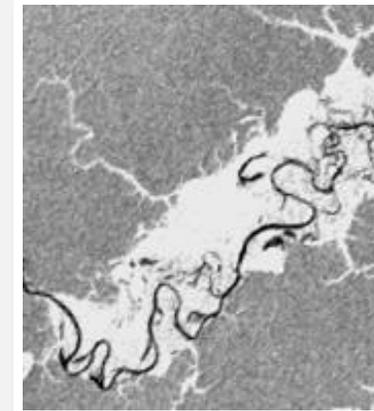
En la banda-L (NISAR) el agua bajo la vegetación aparece como áreas brillantes en la imagen.



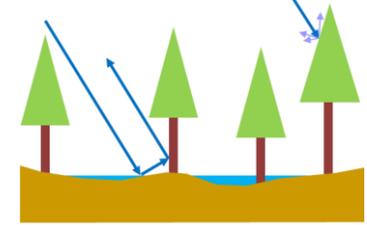
JERS-1 Tiempo Seco



Dry

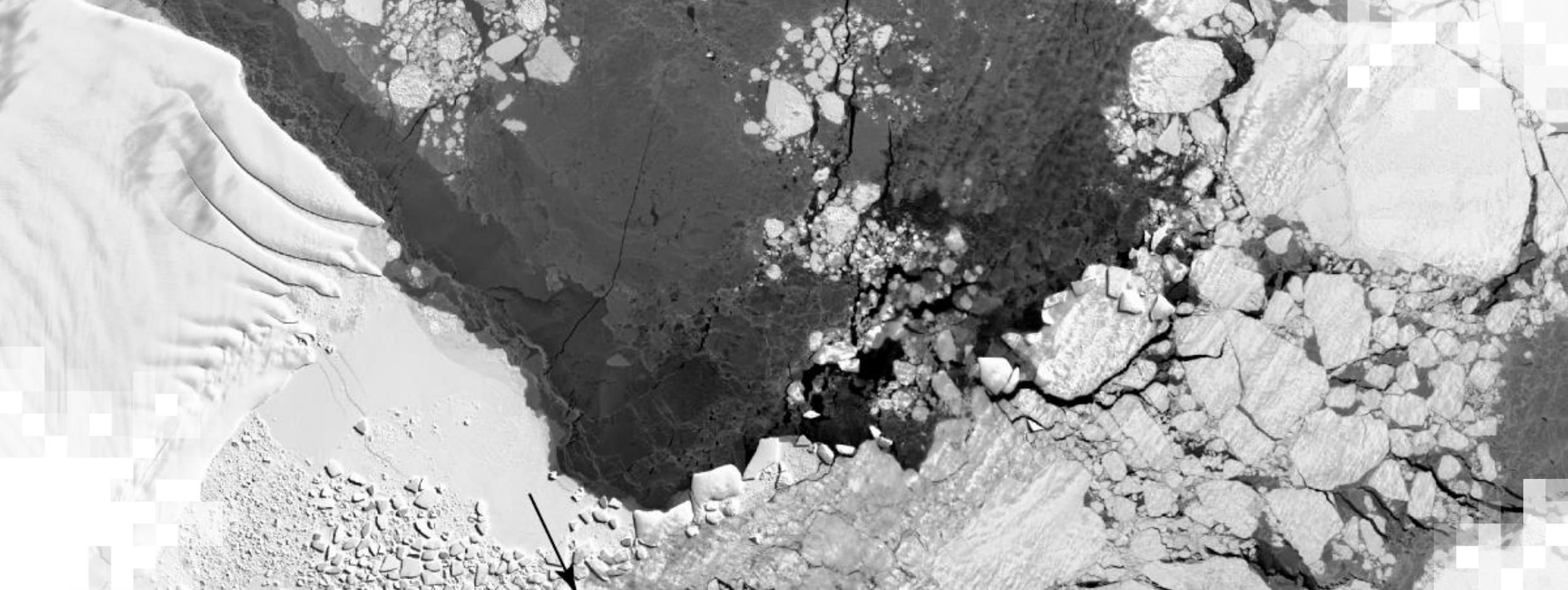


JERS-1 Tiempo de Lluvia



Flooded





Un Ejercicio de Mapeo de Aguas Superficiales Basado en Jupyter Notebook

Demostración: Mapeo de la Extensión de Inundación Usando el HYDRO30 Notebook

Para realizar esta demostración, por favor inicie el cuaderno HYDRO30 mediante Binder:

https://mybinder.org/v2/gh/ASFBinderRecipes/Binder_SAR_Hazards_Floods/main?labpath=SARHazards_Lab_Floods.ipynb

 launch binder



Resumen

- Los datos adquiridos a nivel mundial y regularmente de Sentinel-1 y NISAR son una base excelente para las aplicaciones de monitoreo de riesgos.
- SAR tiene excelentes capacidades para mapear el agua superficial en todas las condiciones climáticas.
- Los algoritmos de umbral son capaces de proporcionar de forma automatizada el mapeo del agua.
- Los datos SAR de banda L proporcionarán una mejor capacidad para mapear el agua debajo de la vegetación.
- Hoy en día existen varios servicios públicos de mapeo del agua que aprovechan las capacidades del SAR.



Agradecimientos

- Gracias a **Copernicus**, a la **Agencia Espacial Europea** y al **DAAC del Alaska Satellite Facility de la NASA** por el acceso a los datos SAR de Sentinel-1.
- Gracias a **NASA SERVIR** por financiar los esfuerzos de desarrollo de **HydroSAR**.
- Gracias a **Thomas Meyer**, **Lori Schultz** y otros por sus contribuciones.



Datos de Contacto

Instructores:

- Franz J Meyer
 - fjmeyer@alaska.edu

- [Página Web de ARSET](#)
- ¡Síguenos en Twitter!
 - [@NASAARSET](#)
- [ARSET en YouTube](#)

Visite Nuestros Programas Hermanos:

 [DEVELOP](#)

 [SERVIR](#)



Literatura Relevante

- Twele, André, Wenxi Cao, Simon Plank y Sandro Martinis. "Sentinel-1-based flood mapping: a fully automated processing chain." *International Journal of Remote Sensing* 37, no. 13 (2016): 2990-3004.
- Uddin, Kabir, Mir A. Matin y Franz J. Meyer. "Operational flood mapping using multi-temporal sentinel-1 SAR images: a case study from Bangladesh." *Remote Sensing* 11, no. 13 (2019): 1581.
- Li, Yu, Sandro Martinis, Simon Plank y Ralf Ludwig. "An automatic change detection approach for rapid flood mapping in Sentinel-1 SAR data." *International journal of applied earth observation and geoinformation* 73 (2018): 123-135.
- Martinis, Sandro, Jens Kersten y André Twele. "A fully automated TerraSAR-X based flood service." *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 104 (2015): 203-212.
- Amitrano, Donato, Gerardo Di Martino, Antonio Iodice, Daniele Riccio y Giuseppe Ruello. "Unsupervised rapid flood mapping using Sentinel-1 GRD SAR images." *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 56, no. 6 (2018): 3290-3299.
- Tay, Cheryl WJ, Sang-Ho Yun, Shi Tong Chin, Alok Bhardwaj, Jungkyo Jung y Emma M. Hill. "Rapid flood and damage mapping using synthetic aperture radar in response to Typhoon Hagibis, Japan." *Scientific Data* 7, no. 1 (2020): 1-9.
- Ulloa, Noel Ivan, Shou-Hao Chiang y Sang-Ho Yun. "Flood Proxy Mapping with Normalized Difference Sigma-Naught Index and Shannon's Entropy." *Remote Sensing* 12, no. 9 (2020): 1384.
- Grimaldi, Stefania, Jin Xu, Yuan Li, Valentijn RN Pauwels y Jeffrey P. Walker. "Flood mapping under vegetation using single SAR acquisitions." *Remote Sensing of Environment* 237 (2020): 111582.
- Chang, Chi-Hung, Hyongki Lee, Faisal Hossain, Senaka Basnayake, Susantha Jayasinghe, Farrukh Chishtie, David Saah, Hanwen Yu, Khem Sothea y Duong Du Bui. "A model-aided satellite-altimetry-based flood forecasting system for the Mekong River." *Environmental modelling & software* 112 (2019): 112-127.
- Chang, Chi-Hung, Hyongki Lee, Donghwan Kim, Euiho Hwang, Faisal Hossain, Farrukh Chishtie, Susantha Jayasinghe y Senaka Basnayake. "Hindcast and forecast of daily inundation extents using satellite SAR and altimetry data with rotated empirical orthogonal function analysis: Case study in Tonle Sap Lake Floodplain." *Remote Sensing of Environment* 241 (2020): 111732.



Enlaces a Servicios de Mapeo del Agua Basados en SAR Existentes y Futuros

- [HydroSAR Flood Mapping Service](#) para el Hindu Kush Himalaya
- [OPERA Dynamic Surface Water Extent](#) – Información de Productos
- El Servicio [GloFAS Global Flood Monitoring \(GFM\)](#) de Copernicus
- [HYDRAFloods](#) (HYDrologic Remote Sensing Analysis for Floods)





¡Gracias!

