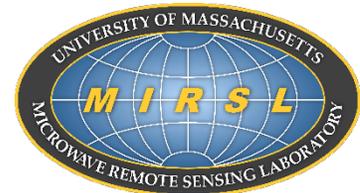


# Mapeo y Monitoreo de Bosques con Datos SAR: Procesamiento con InSAR y Altura de Rodales Forestales

Erika Podest

Paul Siqueira, Yang Lei, Tracy Whelen, Simon Kraatz (Universidad de Massachusetts)

21 de mayo de 2020



# Esquema del Curso

Parte 1: Análisis de Cambios en los Bosques con Series Temporales

Parte 2: Clasificación de la Cobertura Terrestre con Datos de Radar y Ópticos

Parte 3: Mapeo de Manglares

**Parte 4: Estimación de la Altura de la Vegetación**



# Algo sobre la Altura de Rodales Forestales (Forest Stand Height o FSH)

Existen algoritmos de complejidad variable

Clasificación simple (una imagen)

Series temporales y Aprendizaje automático

Polarimetría

Multifrecuencia y fusión de datos

Hasta el momento, han utilizado lo siguiente para el mapeo y monitoreo de bosques:

Análisis de Cambios Básicos con Series Temporales

Clasificación de la cobertura terrestre con datos de radar y ópticos

Mapeo de manglares usando la firma de doble rebote

FSH es otro nivel de complejidad que requiere un **buen** conocimiento de:

- Procesamiento de SAR
- InSAR
- Consultas de datos en los DAAC\* de la NASA

Hoy será una introducción a ese proceso

\*DAAC- siglas de “Distributed Active Archive Center”, Centro de Archivo Activo Distribuido en inglés



# Microwave Remote Sensing Laboratory (Laboratorio de Teledetección de Microondas)

Dpto. de Ingeniería Eléctrica e Informática



- 40 años desarrollando sensores de microondas
- Especializado en microondas y el desarrollo de sistemas de teledetección
- Experiencia en la investigación de radar, SAR, InSAR, lidar e imágenes hiperespectrales
- Áreas de aplicación incluyen el monitoreo de bosques, cultivos, la atmósfera y el océano



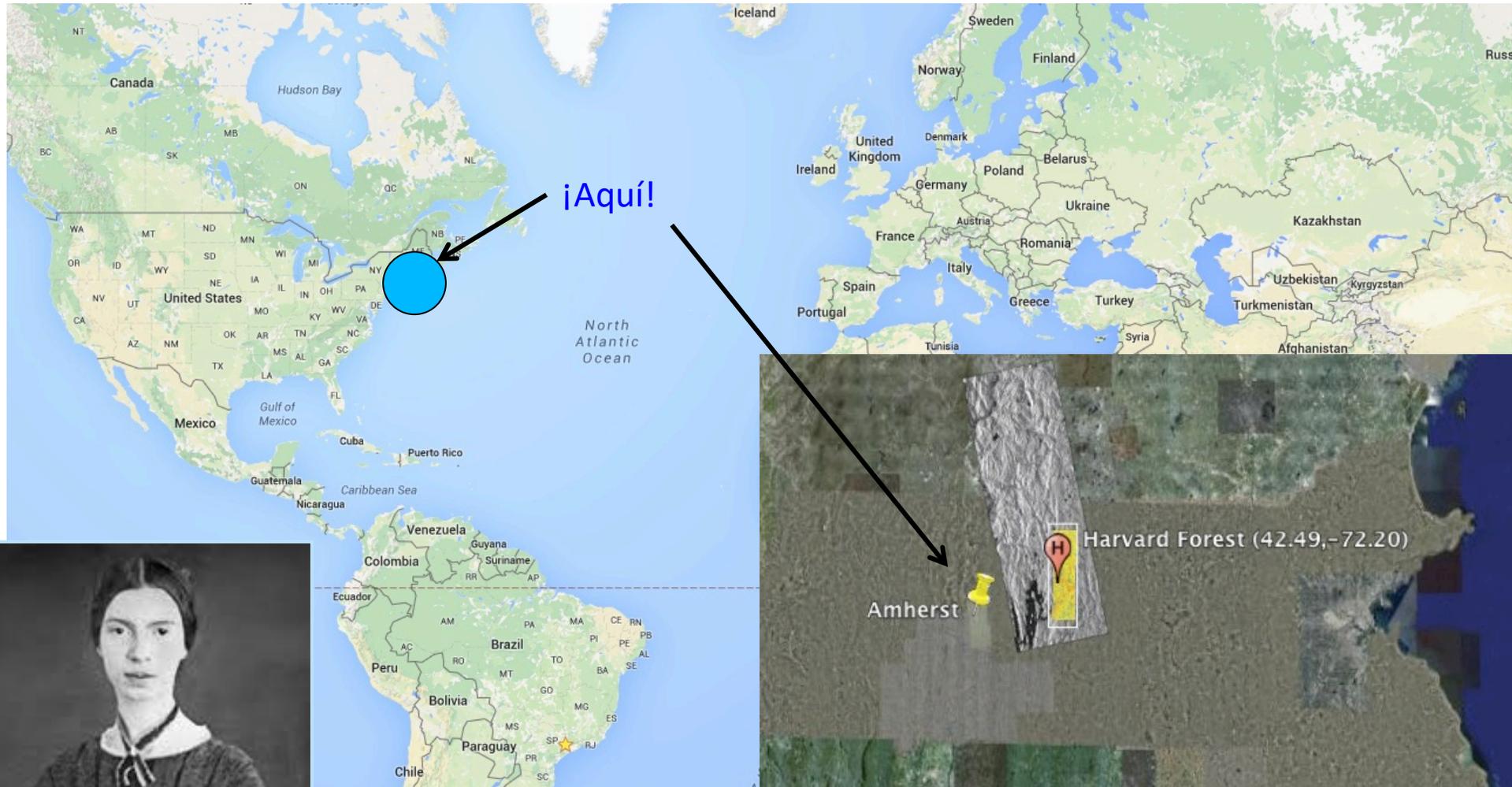
NASA's Applied Remote Sensing Training Program

- ✧ Colaboración estrecha con agencias espaciales nacionales, institutos de investigación e intereses comerciales
- ✧ Personal de renombre internacional en la ingeniería de microondas, ciencia hiperespectral y electromagnética



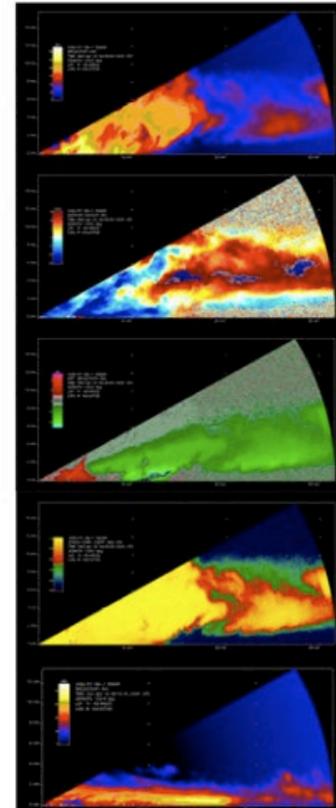


# ¿Dónde queda Amherst?



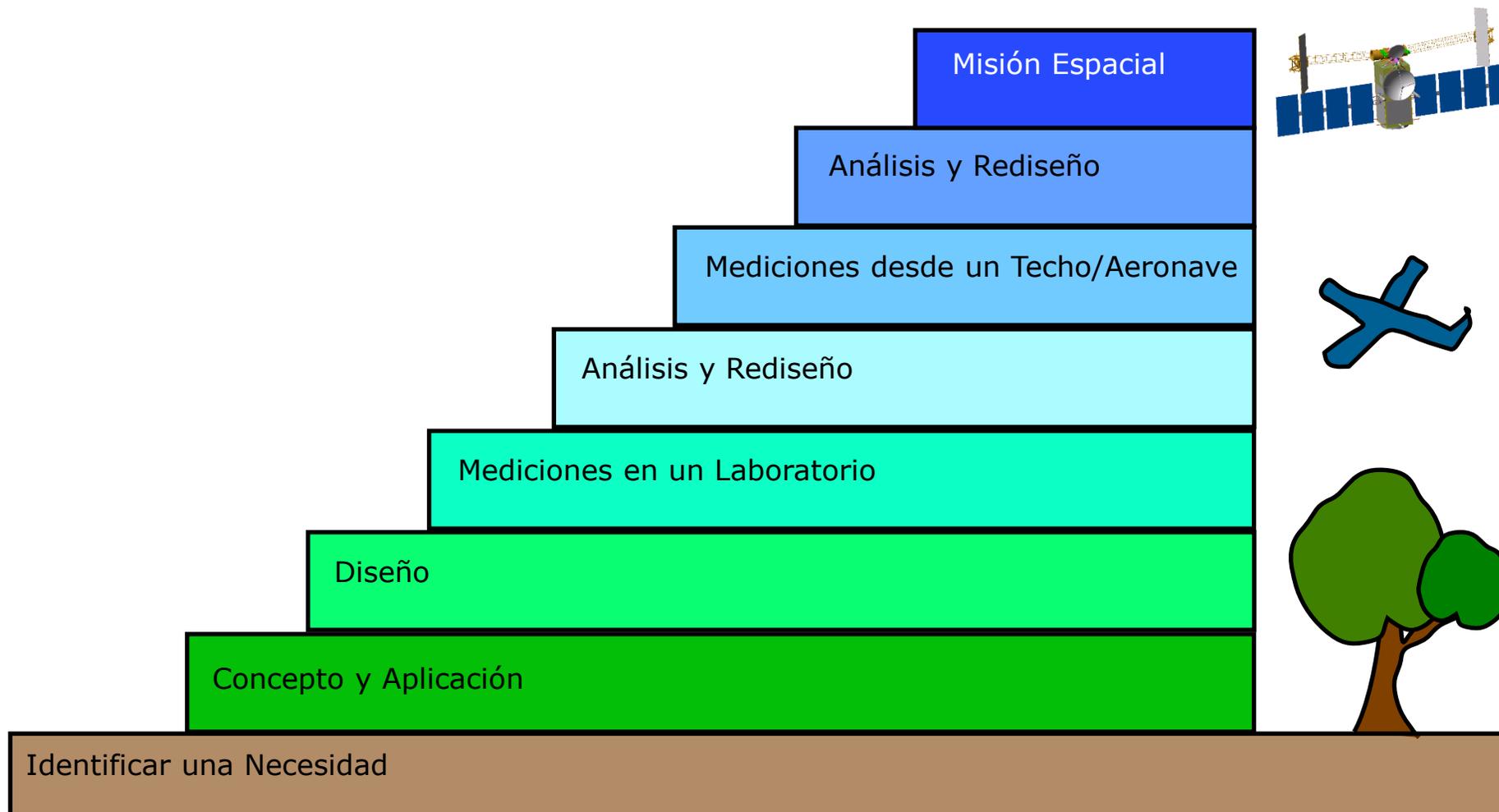
## Misión

- Diseñar, fabricar y utilizar sistemas de microondas para estudiar el medio ambiente.
- Instrumentos con capacidades de DC a 215 GHz (la mayoría de los sistemas entre 100 MHz y 100 GHz).





# La Escalera al Espacio

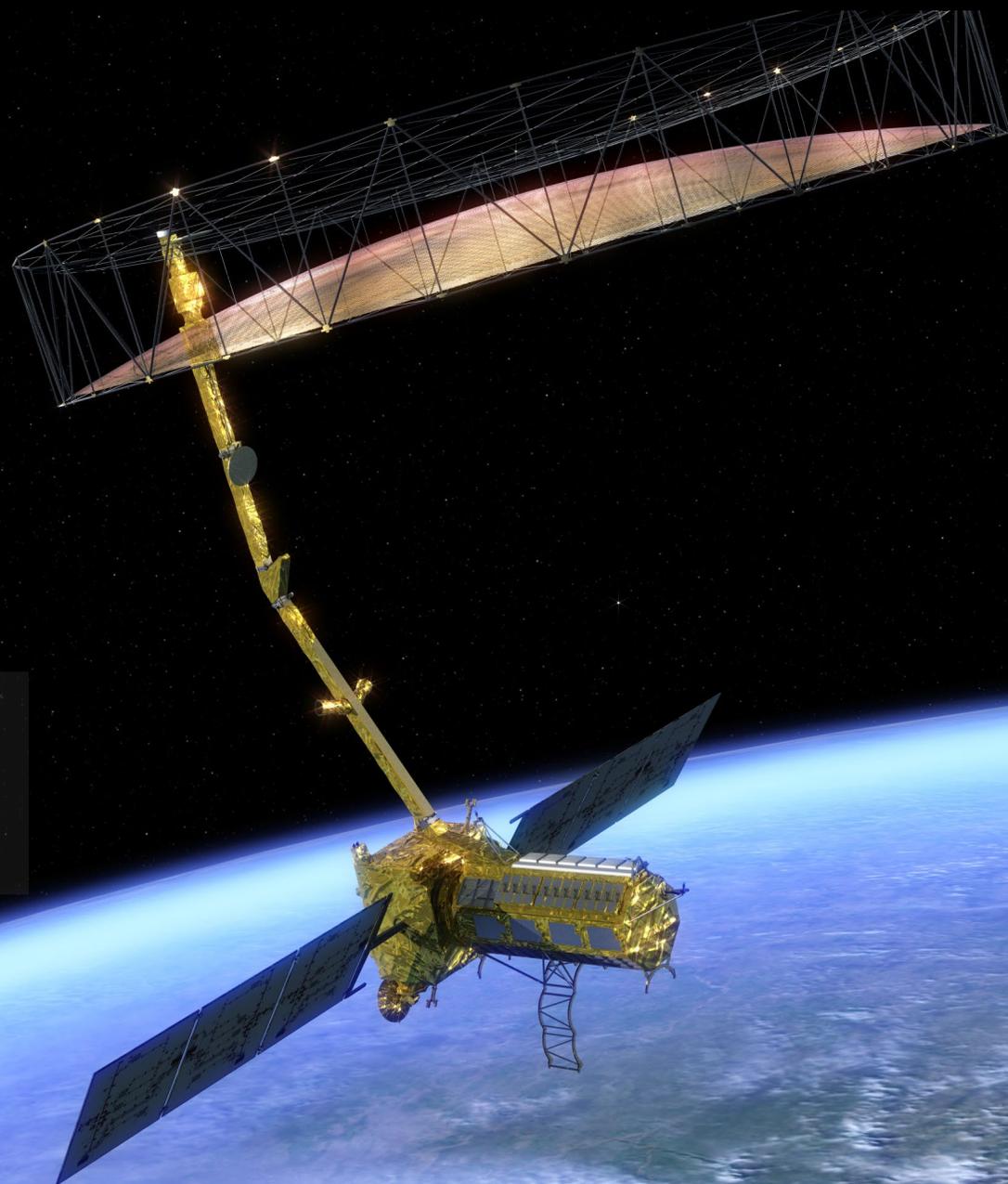
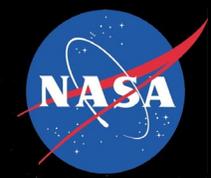




## Esquema de la Interacción de Hoy

---

- La diferencia entre InSAR y SAR
- El uso de datos SAR para el mapeo de la altura de rodales forestales (FSH)
- Ejercicio: Estimar la Altura de Rodales Forestales
- Sesión de Preguntas y Respuestas



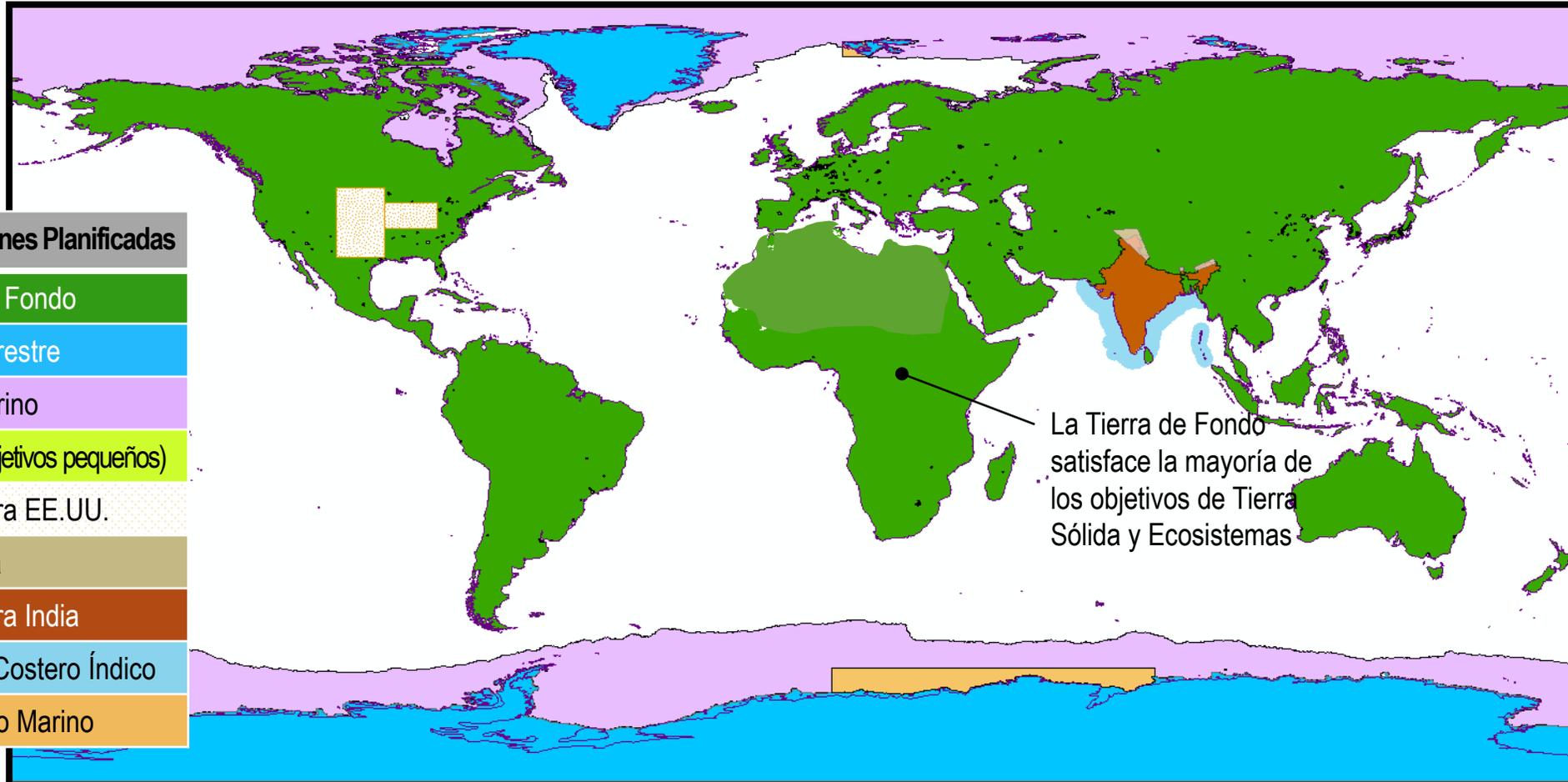
Paul Siqueira  
Científico Principal  
Equipo de Ciencias de  
Ecosistemas NISAR

...



# Objetivos Científicos de Modos Específicos en el Plan de Observación

- Cada región colorida representa un modo de radar elegido para satisfacer varios objetivos científicos sobre esa área.
- Evita la contención entre modos que interrumpiría las series temporales



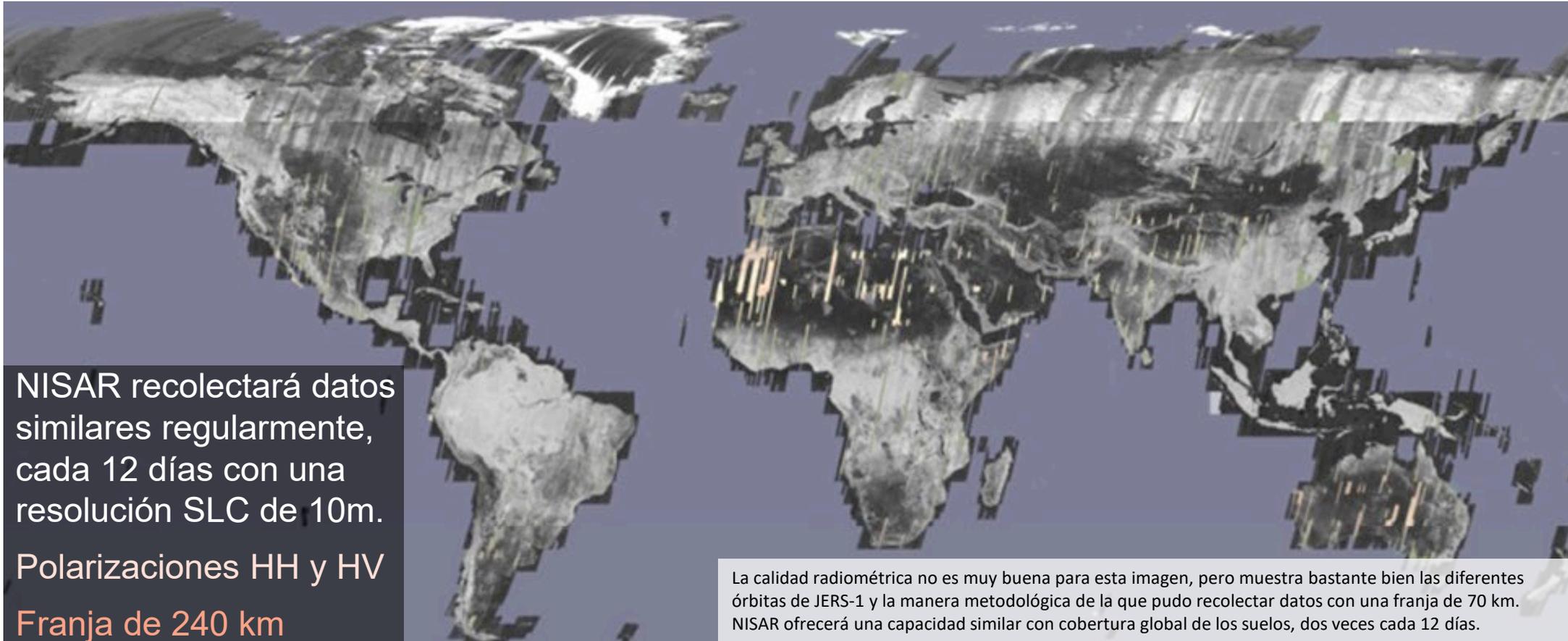
Es probable que a recolección quad-pol en EE.UU. ocurra para los estados de Illinois, Michigan, Ohio y partes de Alaska.





## Cobertura con SAR (JERS-1) Cómo se Ve la Banda-L Global

- Es un sensor activo y la tolerancia al clima lo hace mas fiable
- Con JERS-1, se podría hacer una vista parcial de la superficie de la Tierra cada 44 días



NISAR recolectará datos similares regularmente, cada 12 días con una resolución SLC de 10m.

Polarizaciones HH y HV

Franja de 240 km

La calidad radiométrica no es muy buena para esta imagen, pero muestra bastante bien las diferentes órbitas de JERS-1 y la manera metodológica de la que pudo recolectar datos con una franja de 70 km. NISAR ofrecerá una capacidad similar con cobertura global de los suelos, dos veces cada 12 días.





# Resumen Conceptual de la Observación con NISAR

Características de NISAR:	Permitiría:
Banda-L (Long. de onda 24 cm)	Baja Decorrelación Temporal y Penetración en el Follaje
Banda-S (Long. de onda de 9.4 cm)	Sensibilidad a la Vegetación Ligera
Técnica SweepSAR con franja de imágenes > 240 km	Recolección de Datos a Nivel Mundial
Polarimetría (Singular/Dual/Quad)	Caracterización de la Superficie y Estimación de Biomasa
Repetición exacta cada 12 días	Muestreo Rápido
Resolución de SAR de 3 a 10 metros dependiendo del modo	Observaciones a Pequeña Escala
3 años de operaciones científicas (5 años de consumibles)	Análisis con Series Temporales
Control de apuntamiento < 273 arcosegundos	Interferometría de Deformación
Control orbital < 500 metros	Interferometría de Deformación
Ciclo de observación > 30%	Cobertura Completa de Suelos/Hielo
Capacidad de apuntar a la derecha/izquierda	Cobertura Polar, Norte y Sur

## NISAR Captura la Tierra en Movimiento de Manera Única

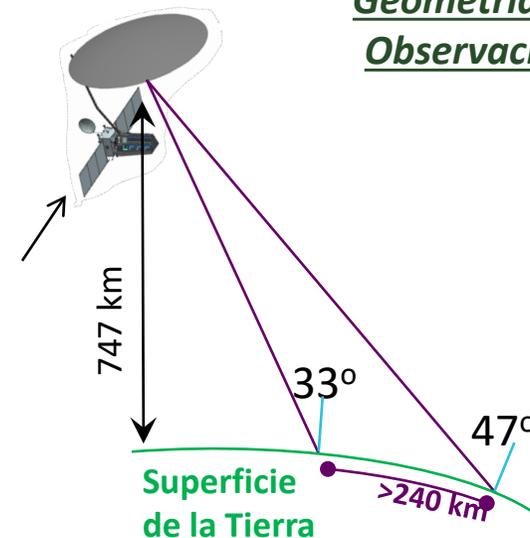


## Órbita



6 AM / 6 PM

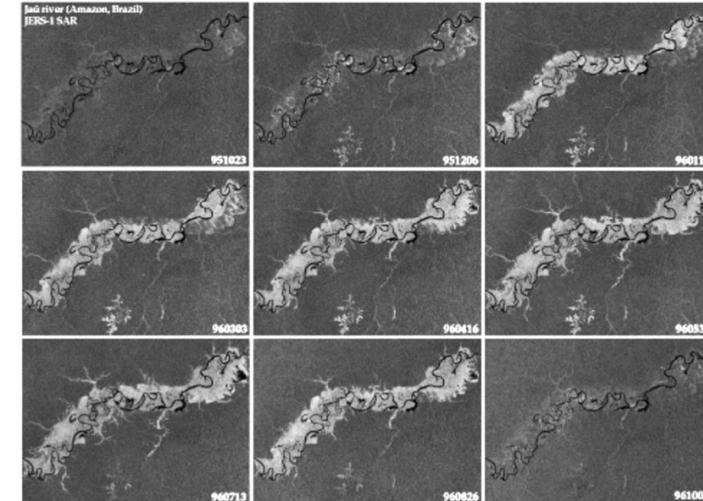
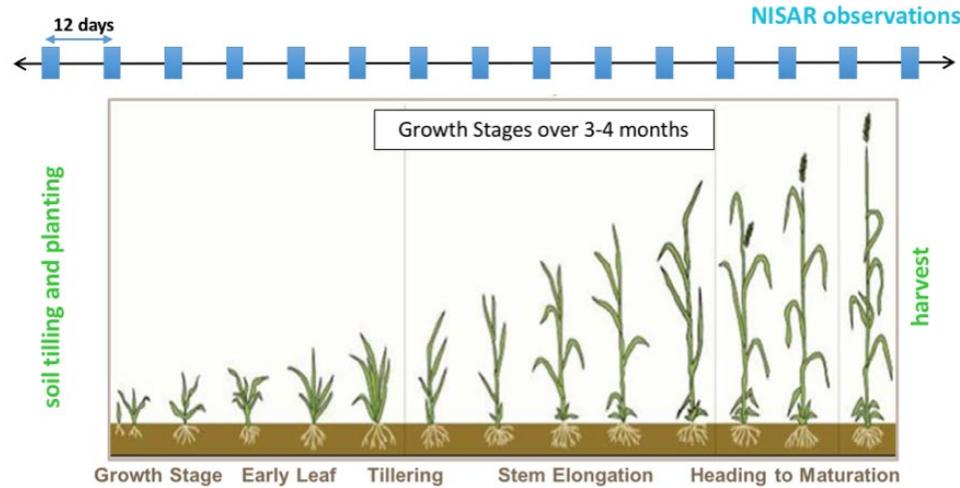
## Geometría de Observación





# Áreas de Estudio de Ecosistemas con NISAR

- Estimación de Biomasa
- Monitoreo de Disturbios
- Extensión de Inundación
- Mapeo de Áreas Agrícolas
- Humedales Costeros



Paul Siqueira



Sassan Saatchi



Josef Kelldorfer



Bruce Chapman



Ralph Dubayah



Kyle McDonald



Nathan Torbick





# Los Equipos “NISAR Ecosystems” de la NASA e ISRO



Paul Siqueira



Bruce Chapman



Josef Kellndorfer



Sassan Saatchi



Ralph Dubayah



Nathan Torbick



Kyle McDonald



Anup Das



C. Patnaik



K.R. Majunath



Hitendra Padalia



G. Rajashekar



K.V. Ramana



Saroj Maity



Praveen Kumar  
Gupta



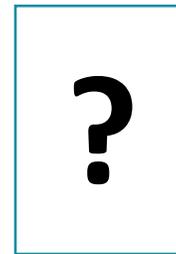
Shashi Kumar



Ratheesh  
Ramakrishnan



Darmendra  
Pandey



¿¿Más??



John Armston

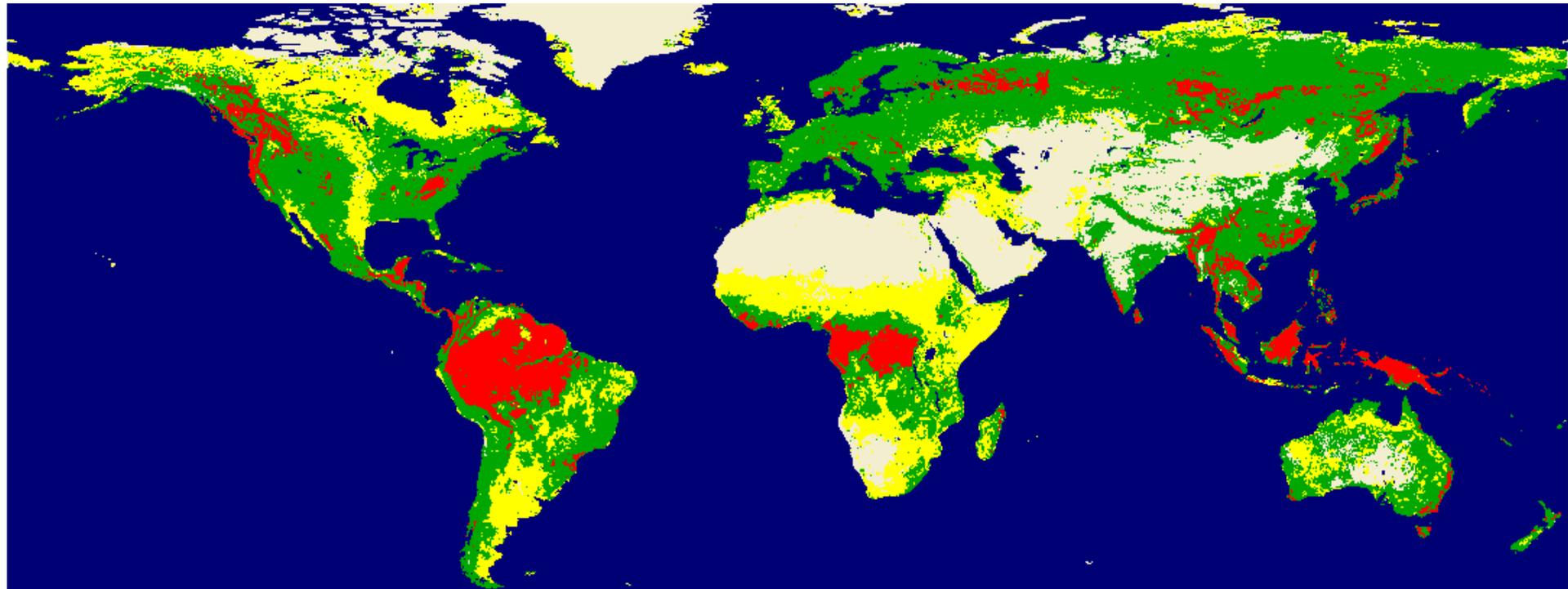


Erika Podest





# Áreas de Biomasa según NISAR (< 100 ton./ha)



La distribución global de regiones dominadas por biomasa leñosa < 100 Mg/ha



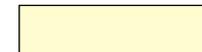
Regiones con  
AGB\* < 100 Mg/ha  
50% del área



Regiones con  
AGB > 100 Mg/ha  
50% del área



Regiones con  
AGB < 20 Mg/ha  
50% del área



Regiones sin  
vegetación  
leñosa



Aguas  
Abiertas

\*AGB- siglas de "Above Ground Biomass", Biomasa aérea en inglés





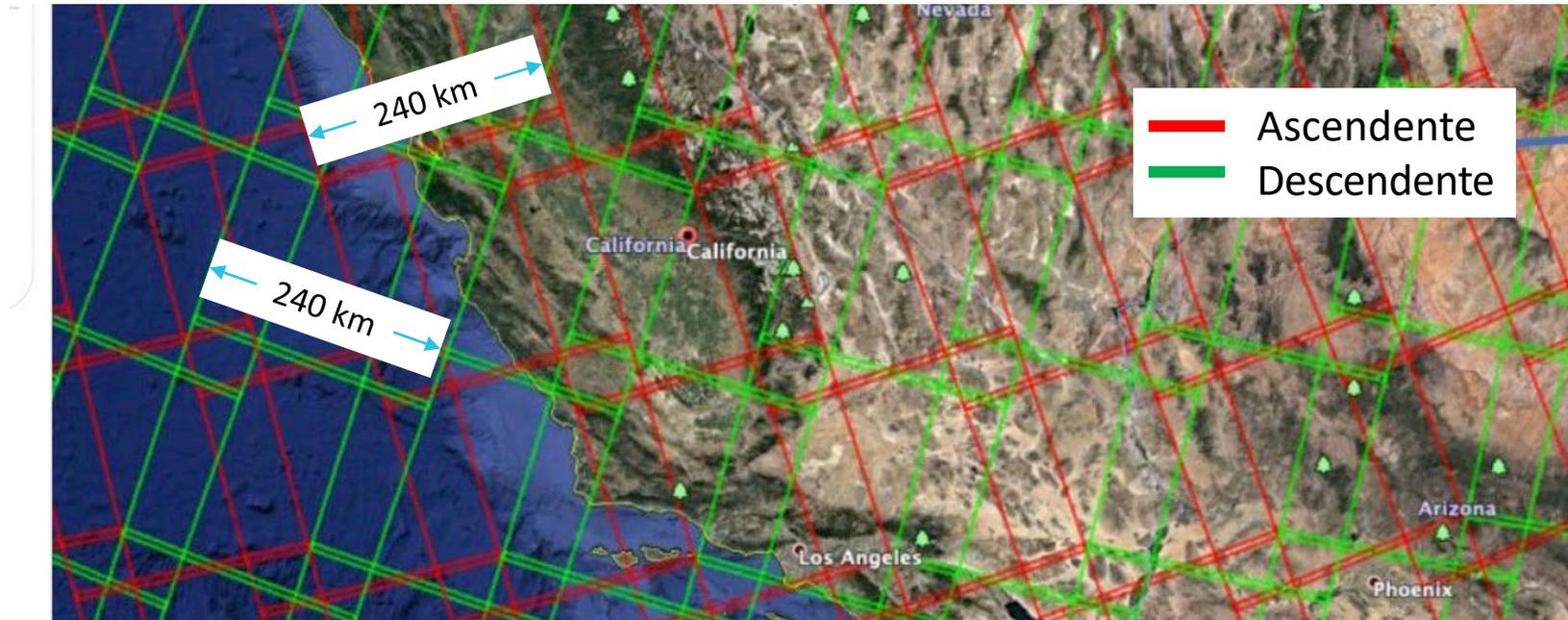
# Carcasa del Instrumento NISAR (2015)





## Recolección de Datos Trayectoria/Marco (Track/Frame)

- El plan es recolectar datos en un sistema de coordenadas trayectoria/marco
- 173 trayectorias únicas que cruzarán la línea ecuatorial de manera comprensiva
- Dentro de una sola trayectoria/marco, se recolectarán datos de modo uniforme, en el menor ancho de banda
- Los segmentos de mayor ancho de banda se entregaran por separado

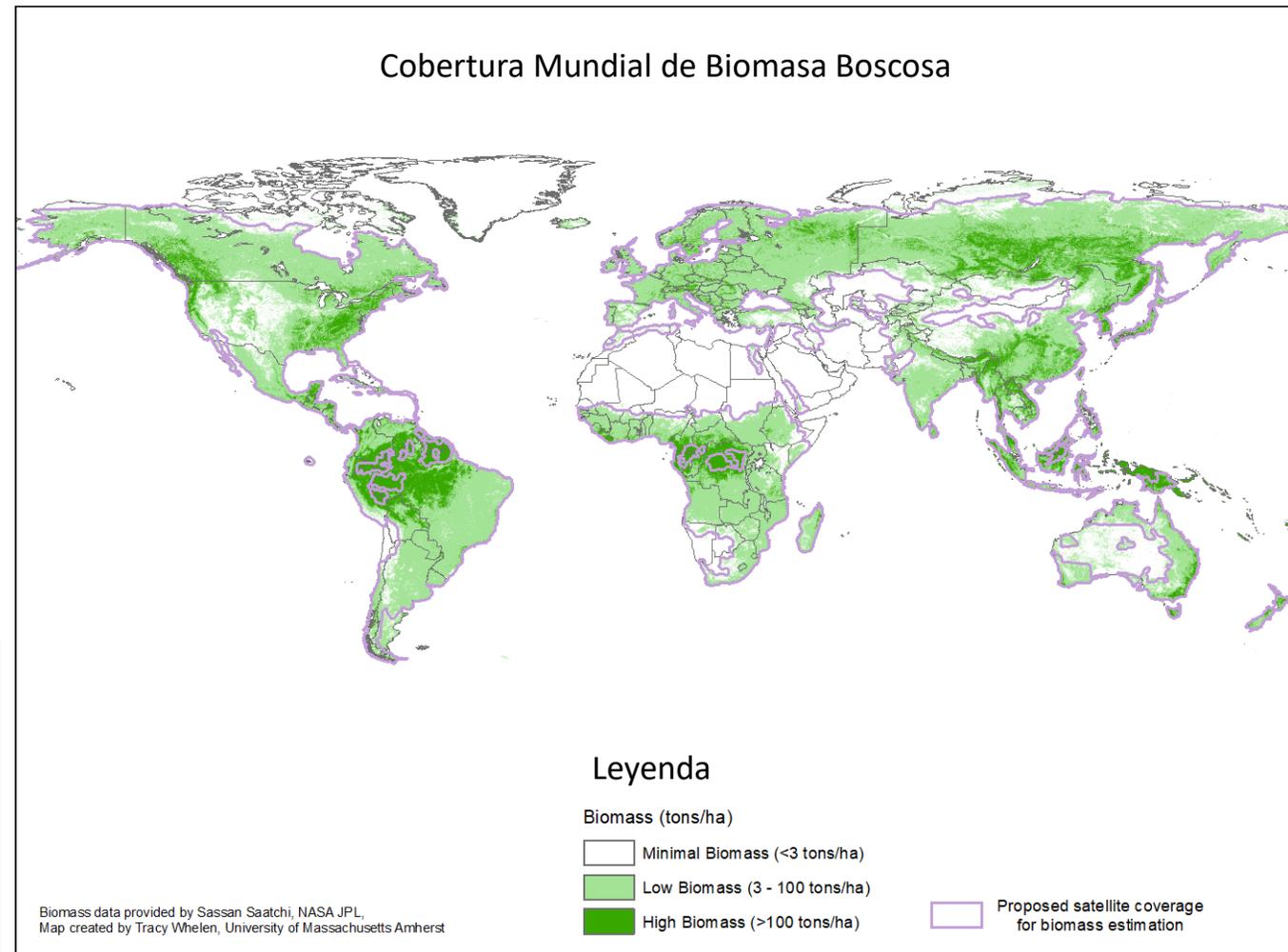




## Requisito de Biomasa para NISAR

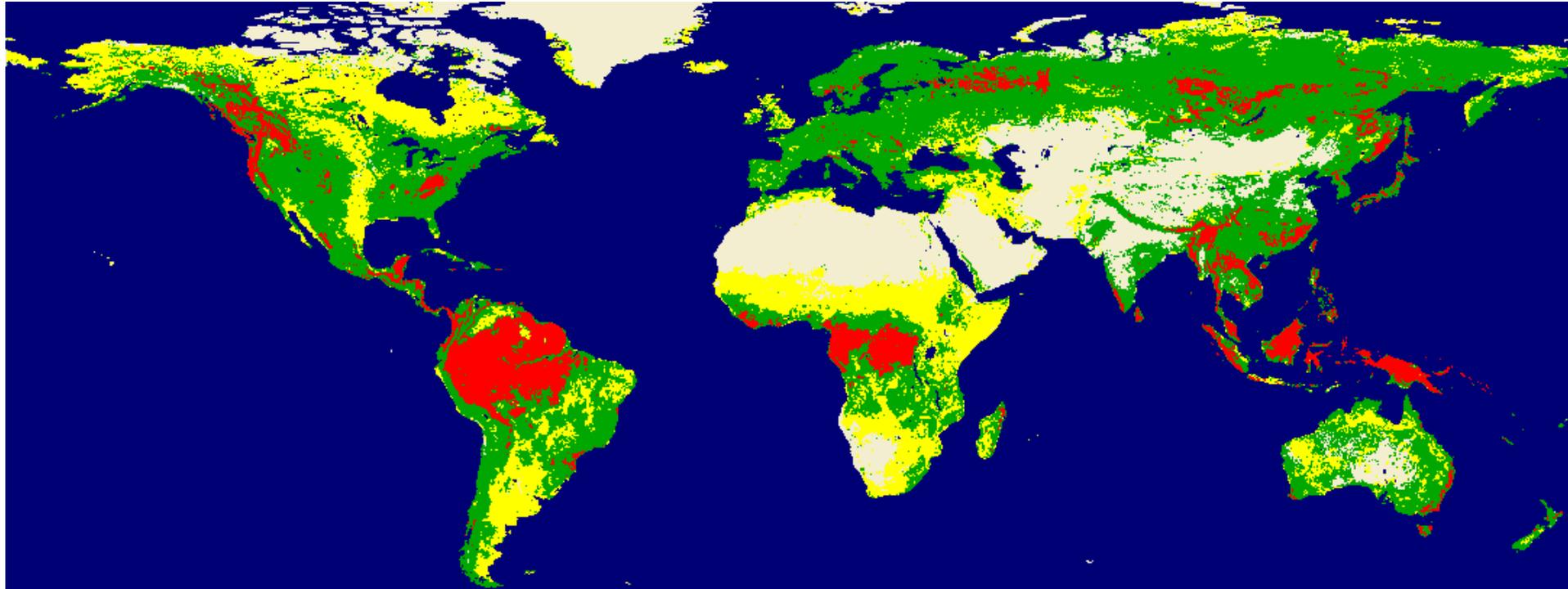
- Mide la biomasa de vegetación leñosa aérea **anualmente** a nivel de **hectárea** (1 ha) con una exactitud con RMS de **20 Mg/ha** para el **80%** de las áreas de biomasa menor a **100 Mg/ha**.
- Este requisito debe ser **validado** después del lanzamiento.
- Este es un requisito de la NASA para el SAR banda-L.

Las observaciones del suelo con NISAR de **60 observaciones HH/HV al año** sobre toda la superficie de la tierra tienen como objetivo ser un conjunto de datos que facilite varios algoritmos diferentes y aplicaciones relevantes al mapeo de la biomasa y la vegetación.





# Áreas de Biomasa según NISAR(< 100 ton./ha)



La distribución global de regiones dominadas por biomasa leñosa < 100 Mg/ha



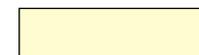
Regiones con  
AGB\* < 100 Mg/ha  
50% del área



Regiones con  
AGB > 100 Mg/ha  
50% del área



Regiones con  
AGB < 20 Mg/ha  
50% del área



Regiones sin  
vegetación  
leñosa



Aguas  
Abiertas

\*AGB- siglas de "Above Ground Biomass", Biomasa aérea en inglés

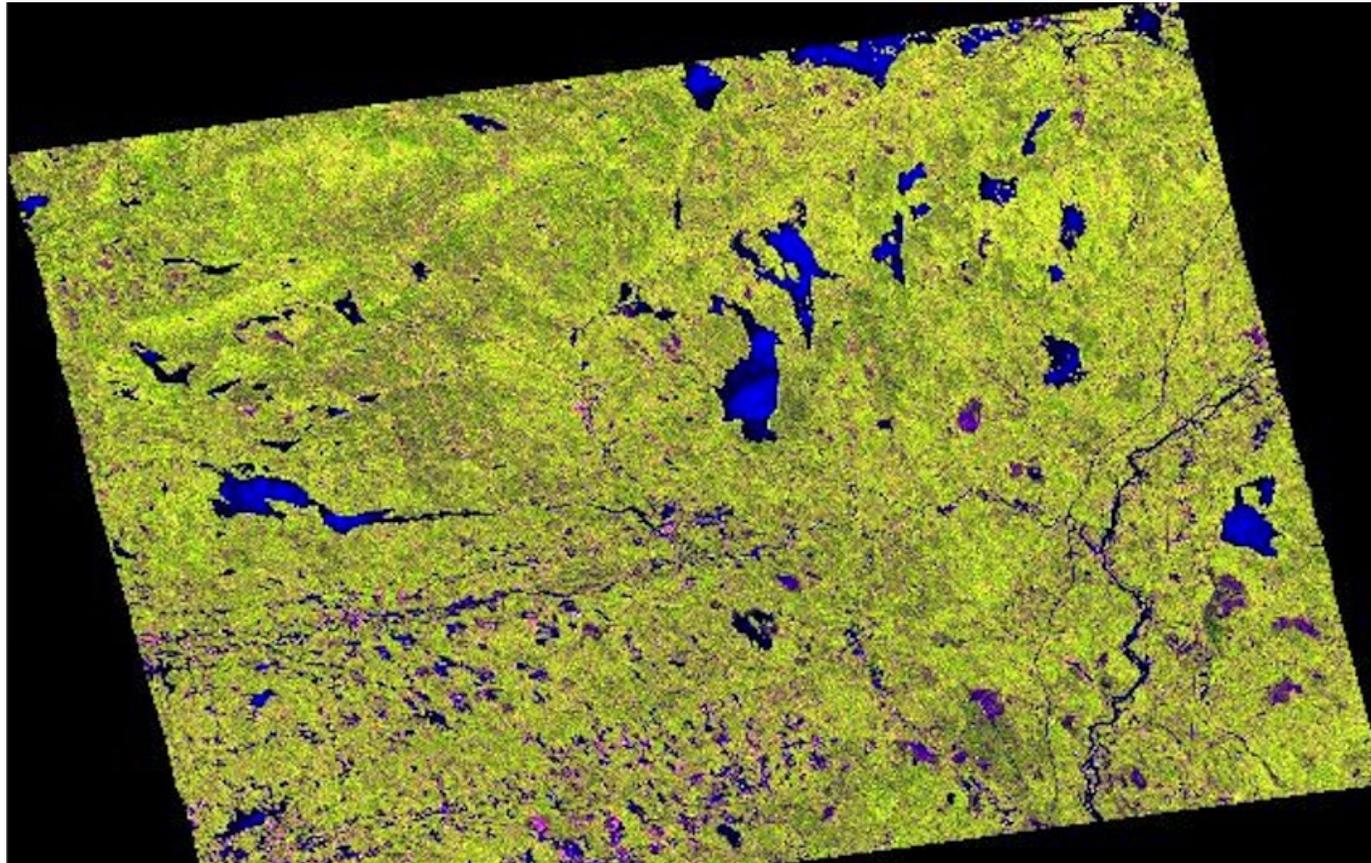




# Visualización de Datos de Doble Polaridad (Dual-pol)

**HH, HV, HH/HV**

- La vegetación es verde (HV – Dispersión de volumen)
- El agua es azul (HH/HV – las superficies lisas son bien brillantes)

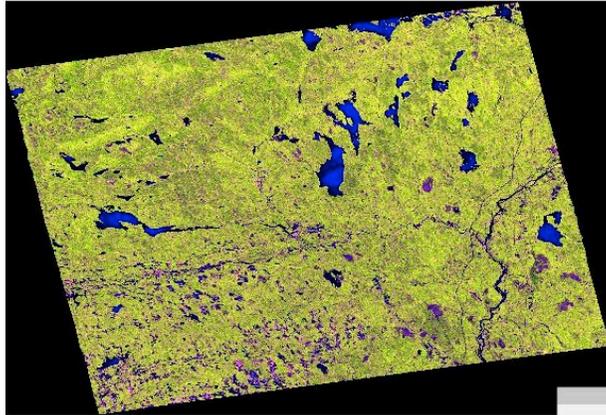




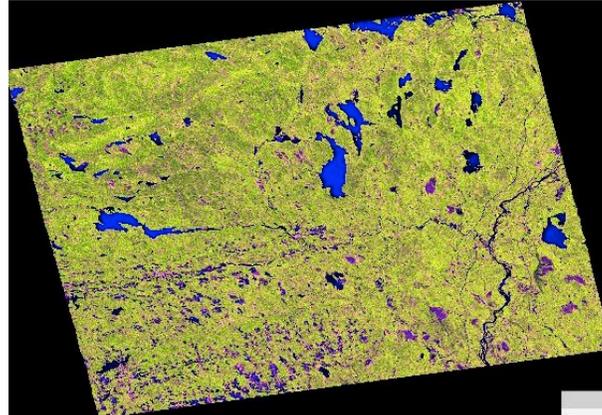
# Series Temporales

- Sensores como Sentinel-1 y NISAR están creando series temporales de datos SAR fiables y sin precedente.

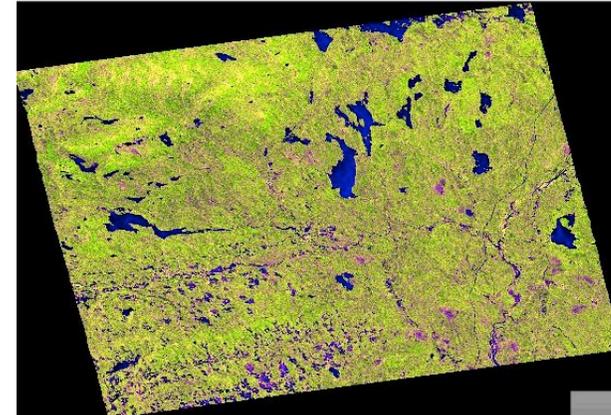
140917



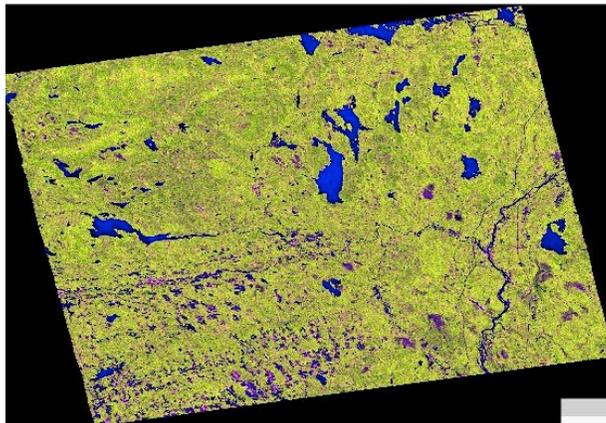
141126



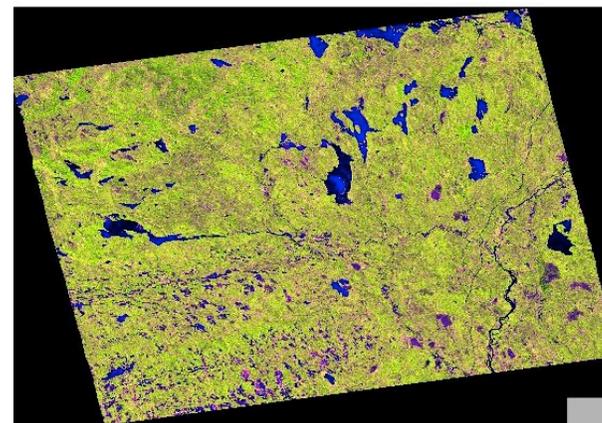
150204



150708



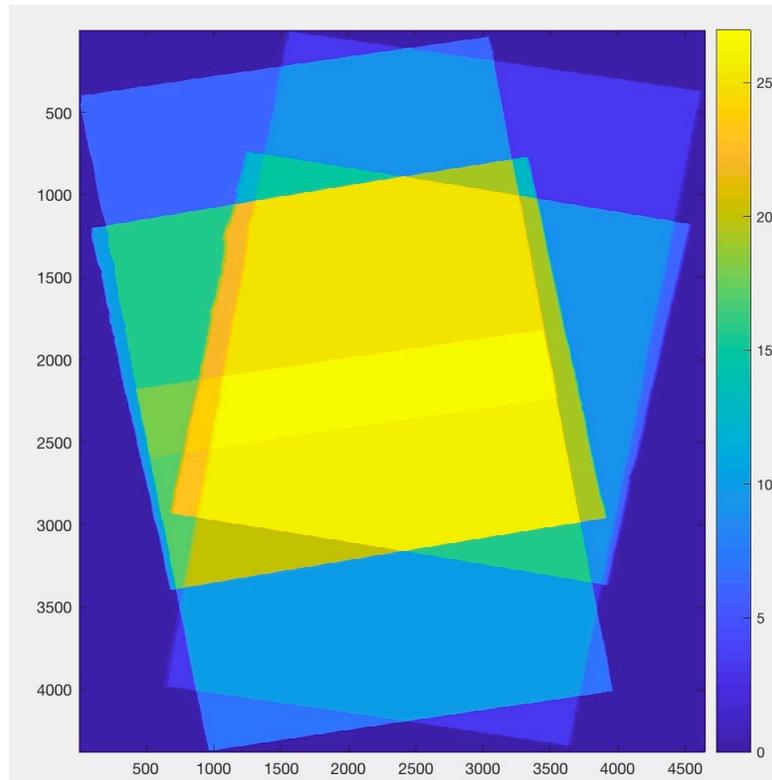
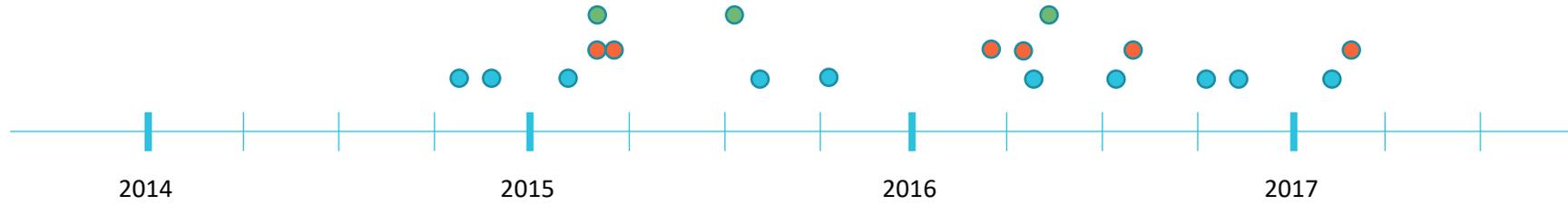
160203





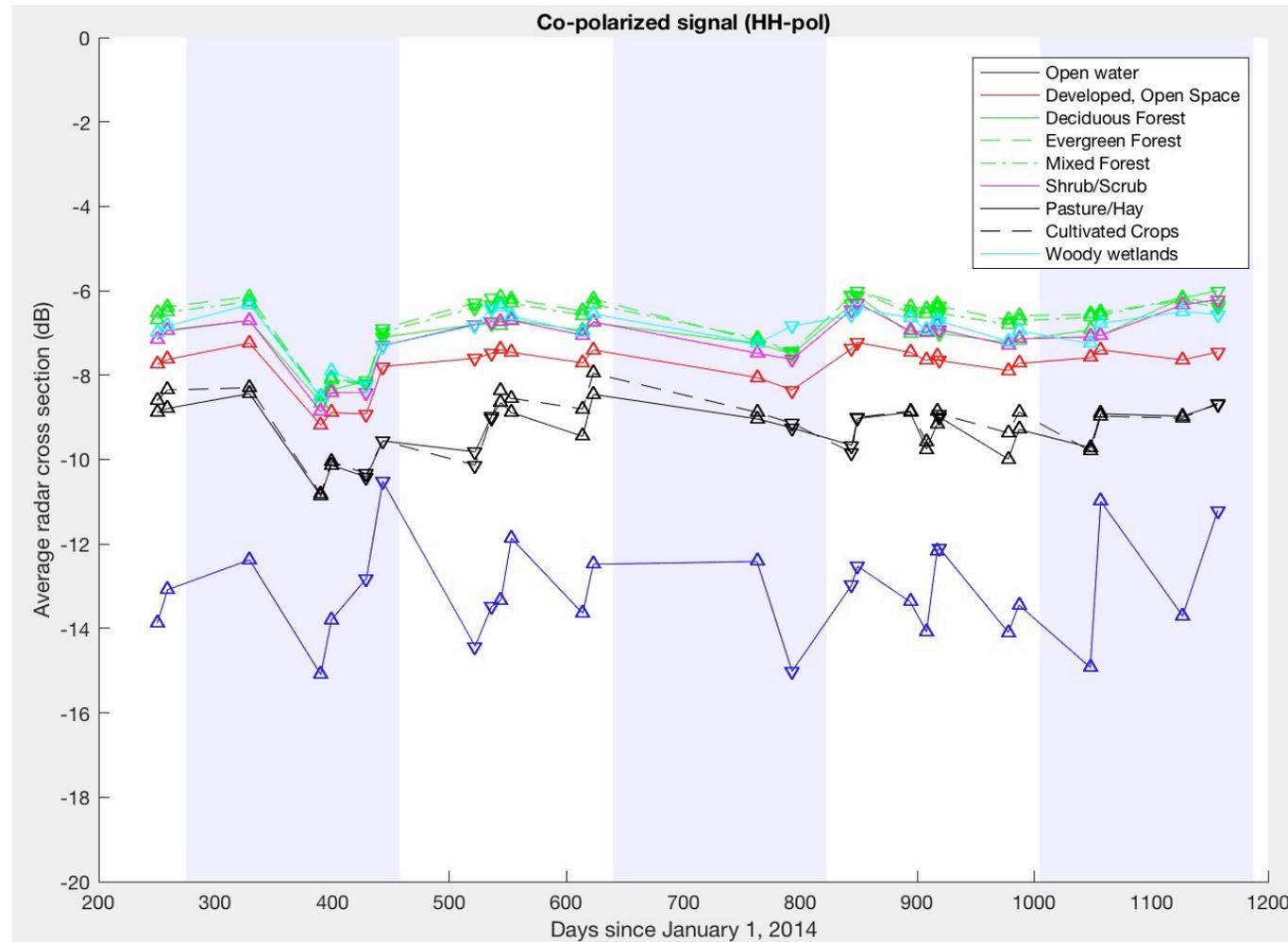
# Resumen de Ecosistemas

## Observaciones de ALOS-2 en Howland/Penobscot





- Compare RCS\* HH y HV para diferentes coberturas terrestres

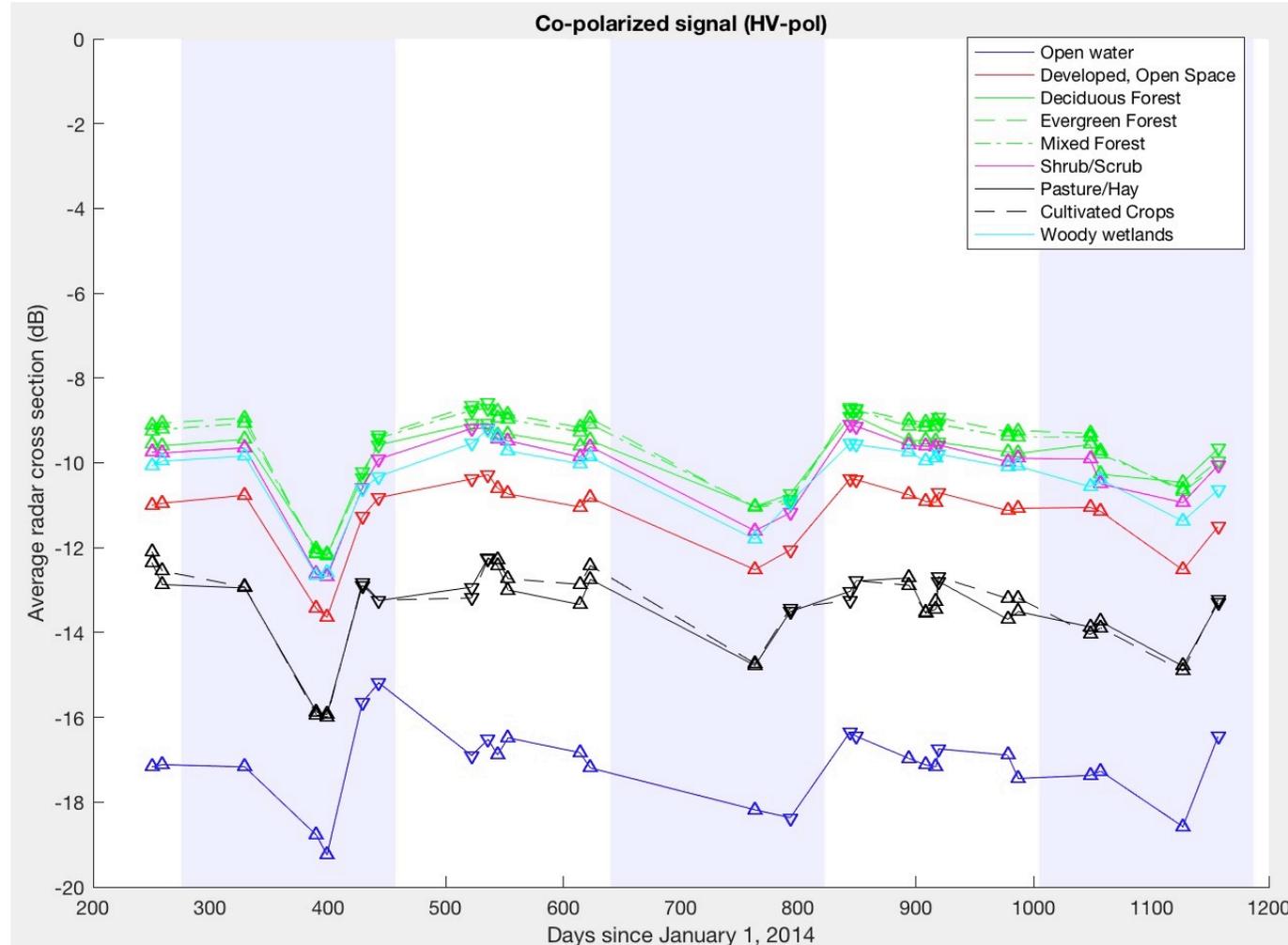


\*Siglas de “Radar Cross Section”, Sección Transversal de Radar en inglés





- Compare RCS\* HH y HV para diferentes coberturas terrestres

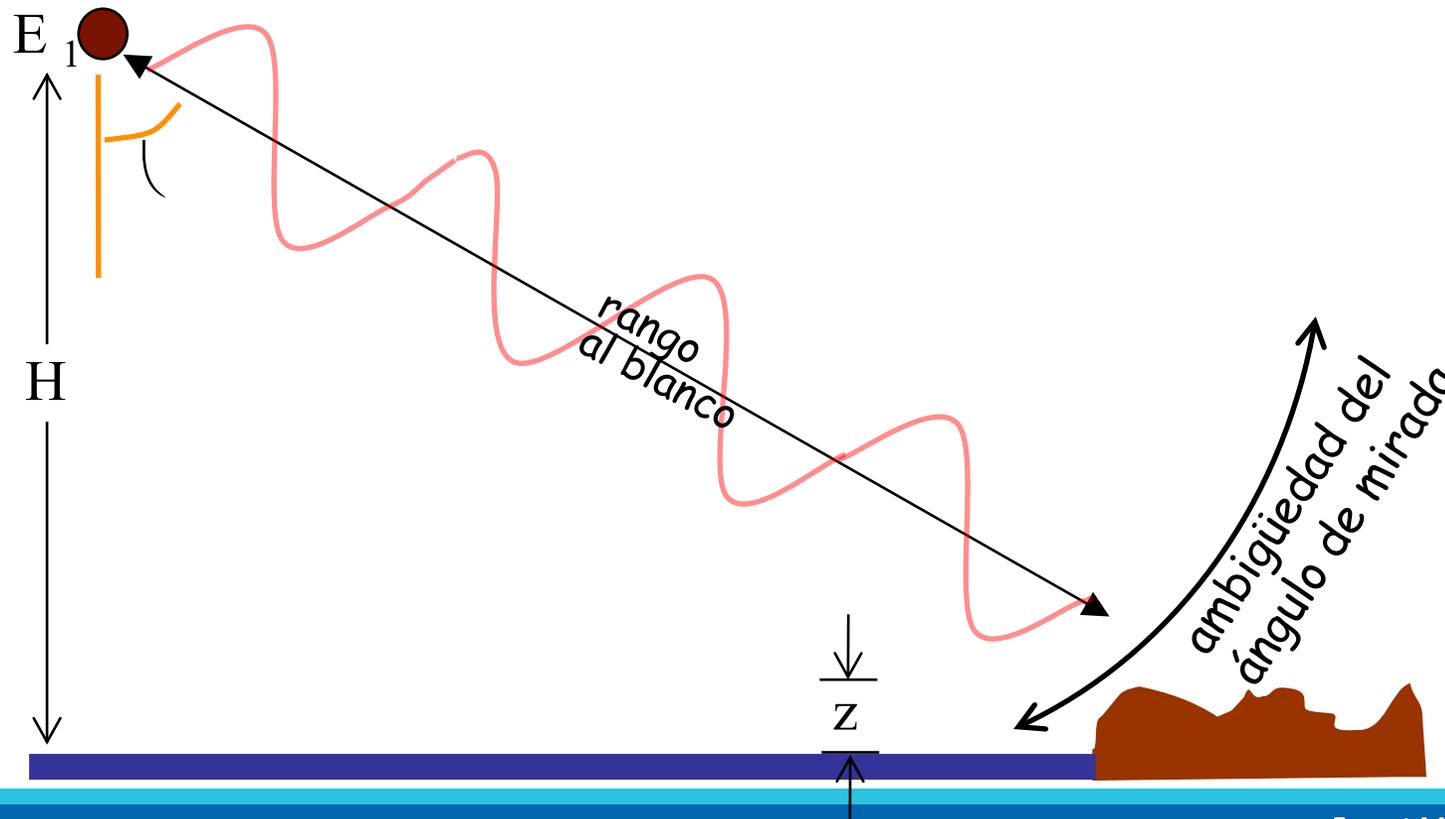
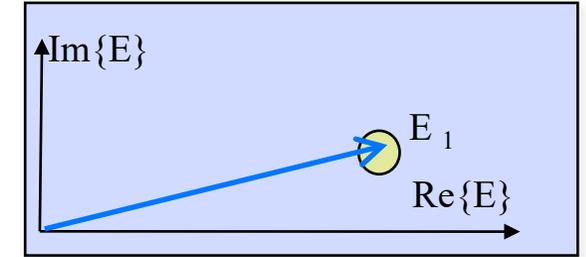


\*Siglas de "Radar Cross Section", Sección Transversal de Radar en inglés

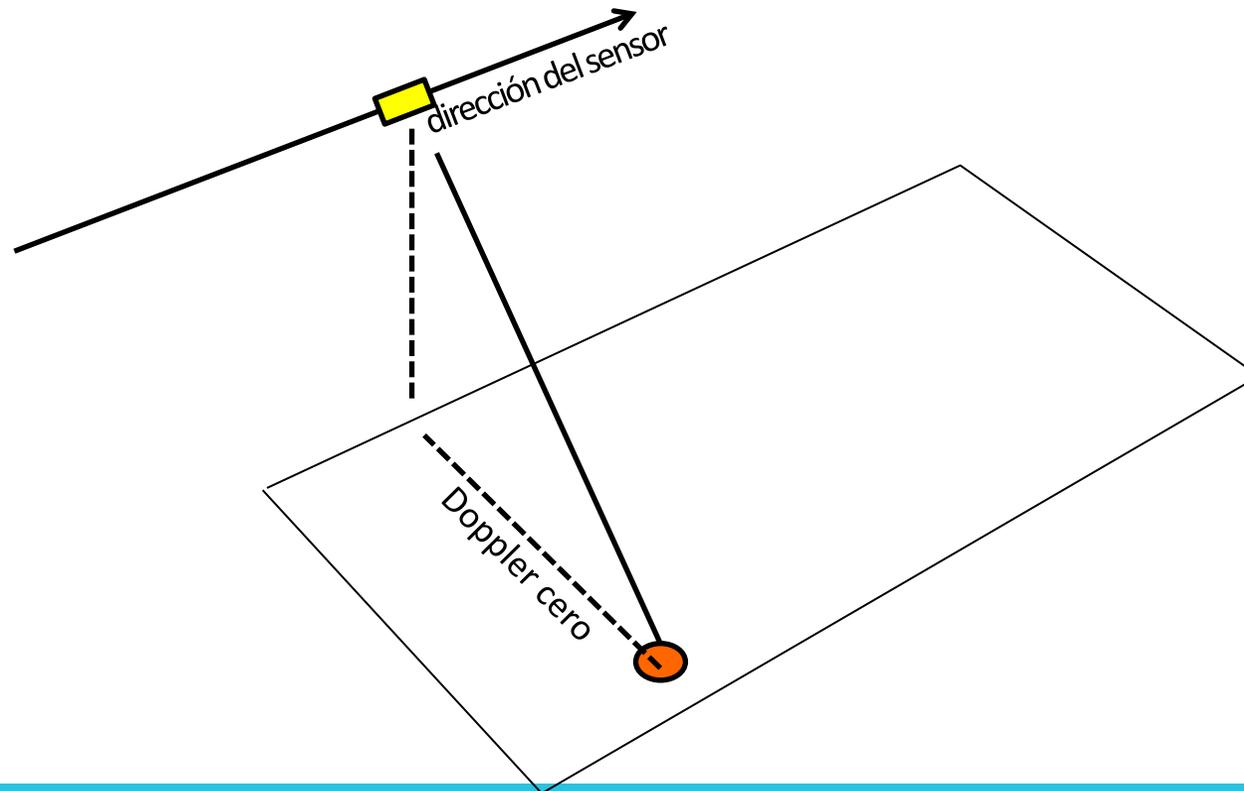


# Imágenes Single-Look Complex (SLC)

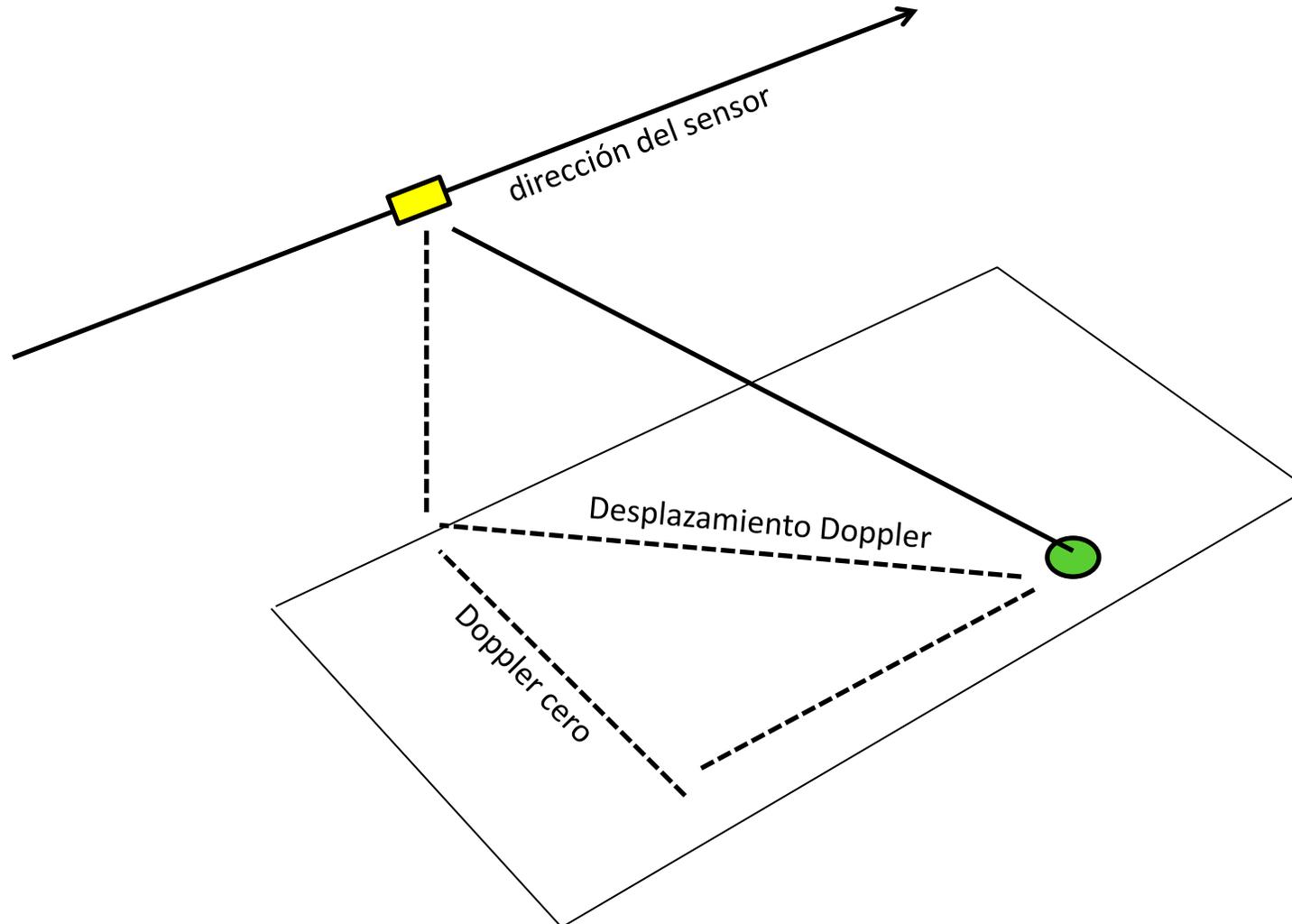
- Las imágenes Single-Look Complex (SLC) son datos de radar que han sido procesados y están en su resolución completa.
- Las unidades de cada píxel en una SLC son el campo eléctrico complejo.
- La magnitud del campo es proporcional a la sección transversal de radar y la distancia al objetivo, medido en fase (fracciones de una longitud de onda; 360 grados = 24 cm para banda-L).



- Otra forma de interpretar la resolución de SAR es mediante el concepto del **Efecto Doppler**.
- Cuando un objetivo se acerca al radar, la frecuencia se desplaza hacia arriba.
- Cuando un objetivo se aleja del radar, la frecuencia se desplaza hacia abajo.
- Cuando el objetivo está al costado del radar, el efecto Doppler es nulo, lo que también se llama **Doppler Cero**.

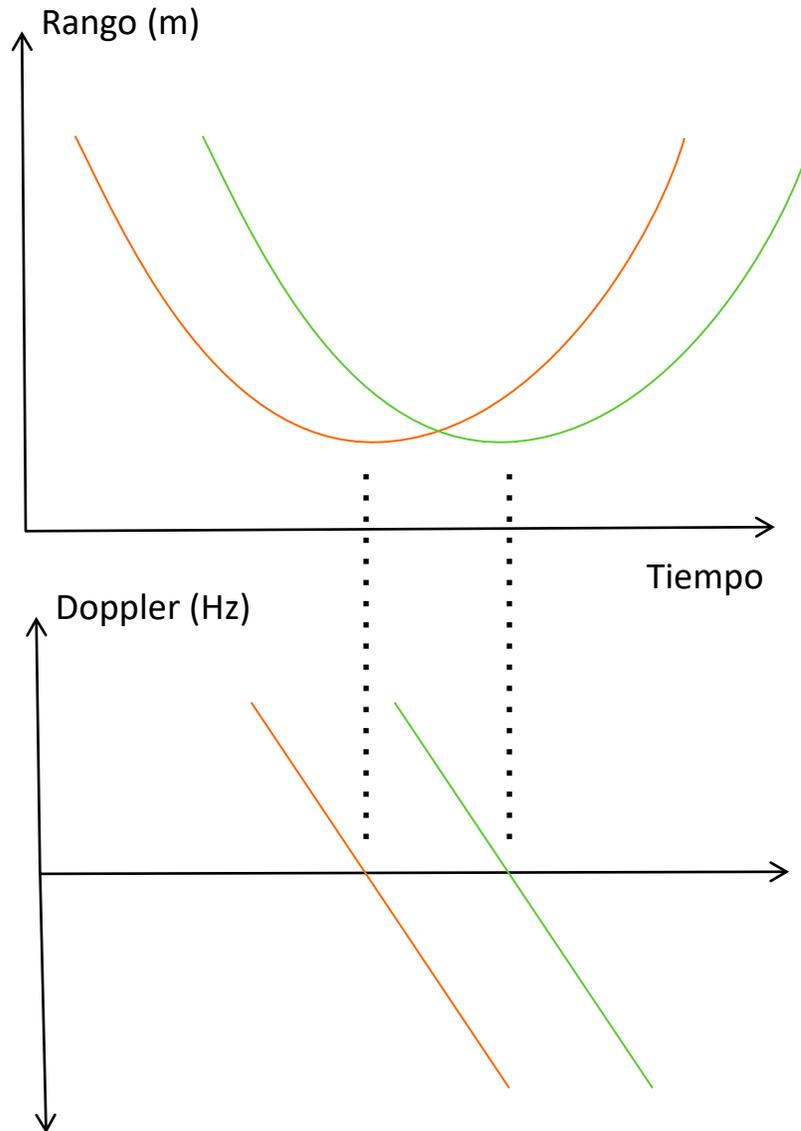


- Cada blanco en una escena de radar determinada tendrá un rango e historia Doppler únicos.





## Rango e Historias Doppler

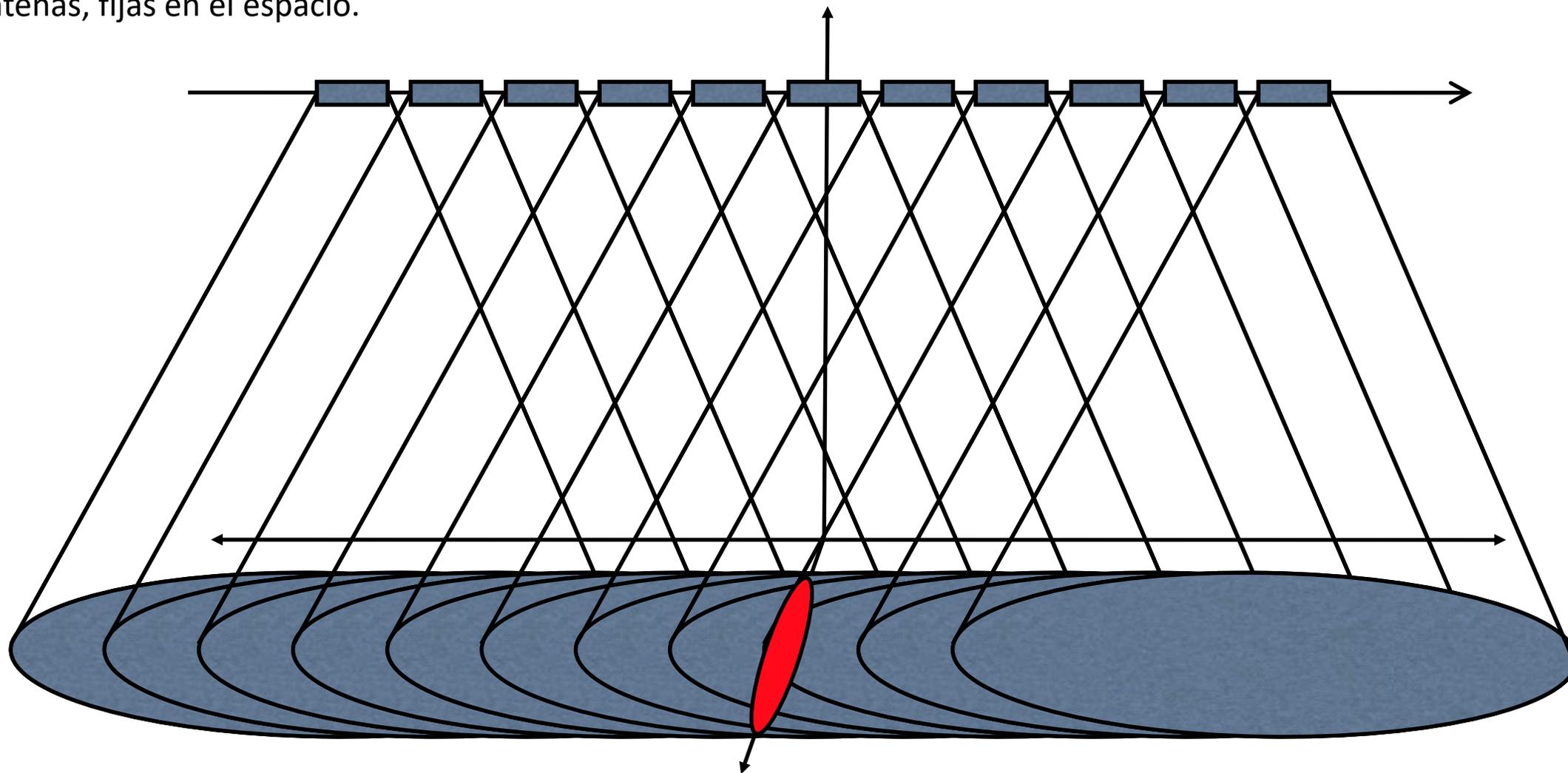


- Todos los blancos en la región capturada en una imagen tendrán rangos e historias Doppler únicos.
- Con un filtrado adaptado estas historias se pueden extraer para crear una imagen de alta resolución.
- Los resultados están basados en métricas bien conocidas como el teorema de muestreo de Nyquist y la relación entre ancho de banda y resolución ( $\Delta f$  y  $\Delta t$ ).



## Síntesis de Apertura

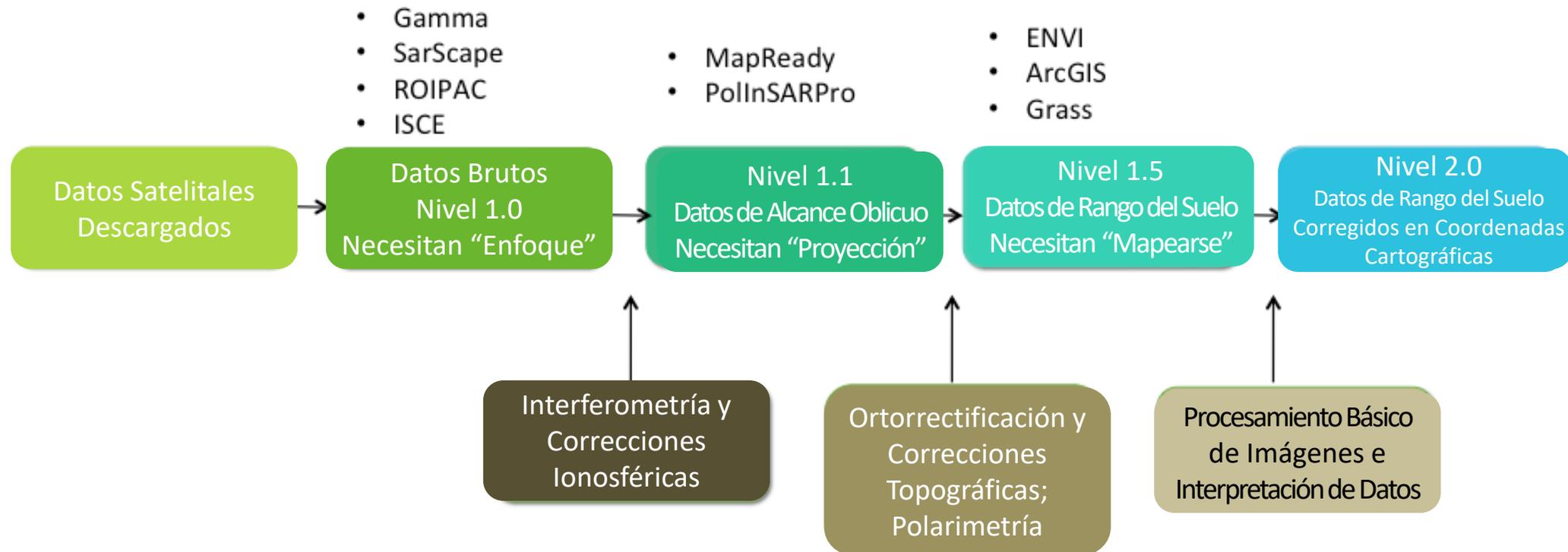
La información cronológica a bordo de un satélite se puede utilizar para mimetizar (o sintetizar) un gran conjunto de antenas, fijas en el espacio.





# Flujo de Procesamiento

- El flujo de procesamiento de datos de radar brutos (recolectados como números fluyendo de un conversor analógico-digital) es la transformación de estos en imágenes SLC y otros productos de nivel superior
- Se utilizan diferentes paquetes de procesamiento para transportar los datos al siguiente nivel de procesamiento.
- Estos niveles, junto con algunos paquetes de procesamiento comunes, los listamos aquí.





# Datos Brutos de Radar

Información de  
Cabecera (720 bytes)

Muestras IQ A/D (10800 bytes)

DATOS SAR BRUTOS





# Compresión de Rango

Magnitud

Fase

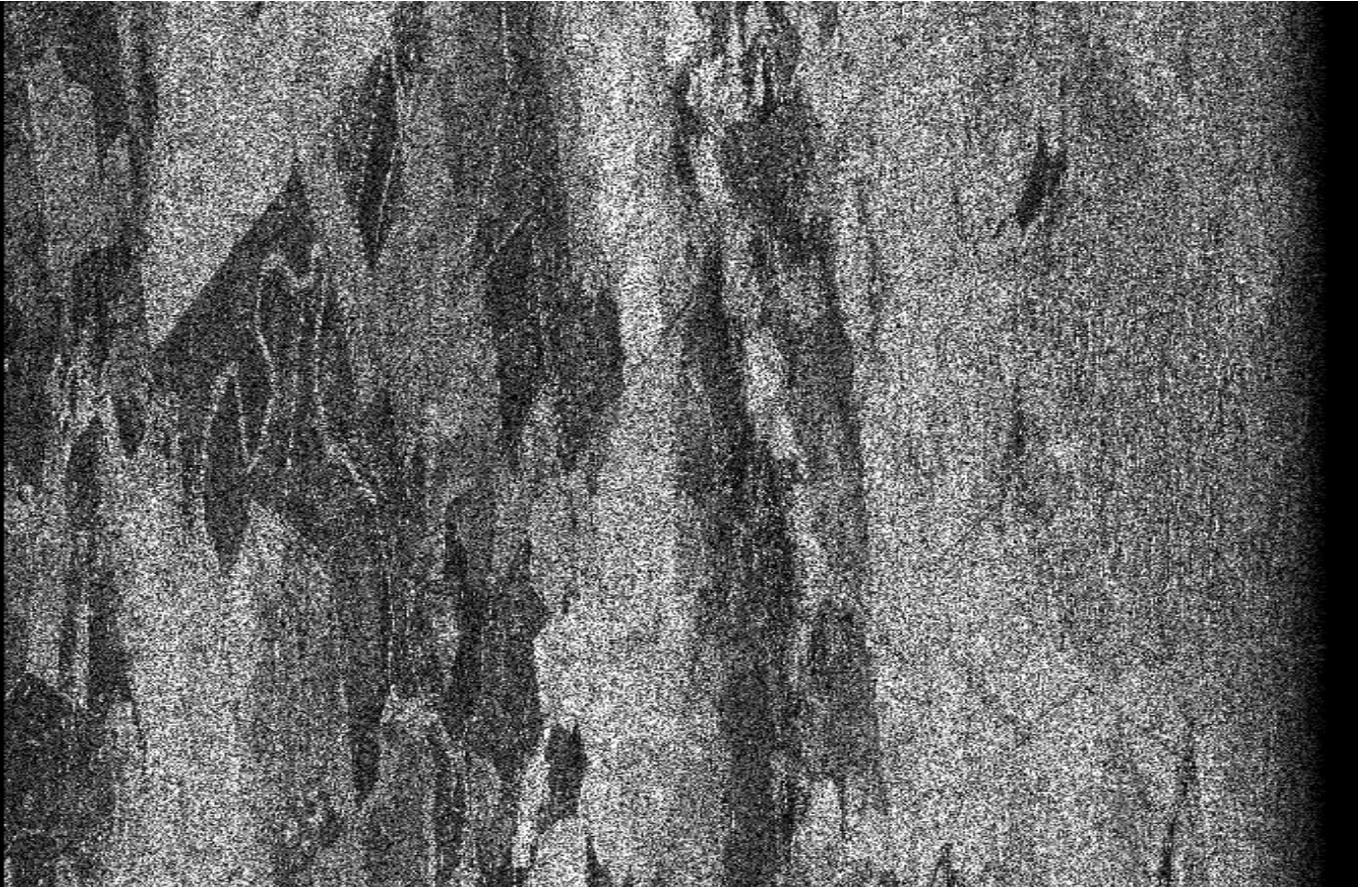
COMPRESIÓN DE RANGO



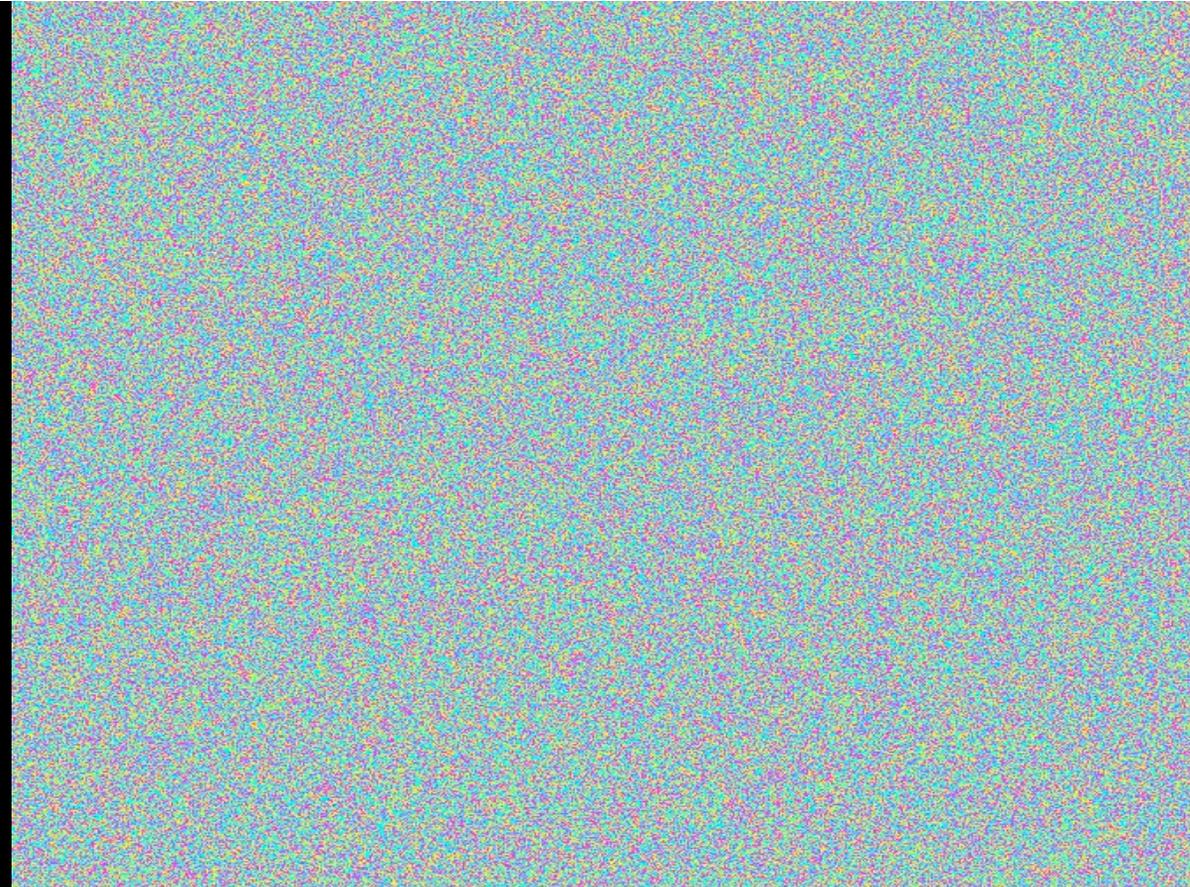
## Slant Range (Alcance Oblicuo), Imagen SLC

- Después de una compresión de rango y corrección de la migración del rango en la dirección del azimut, produciendo una imagen SLC que tiene tanto magnitud como fase.

Magnitud



Fase



- Cuando se proyecta sobre el **rango del suelo (ground range)**, las características en las imágenes se vuelven mucho más aparentes.
- Debido a la proyección, se pierde algo de información en el proceso.



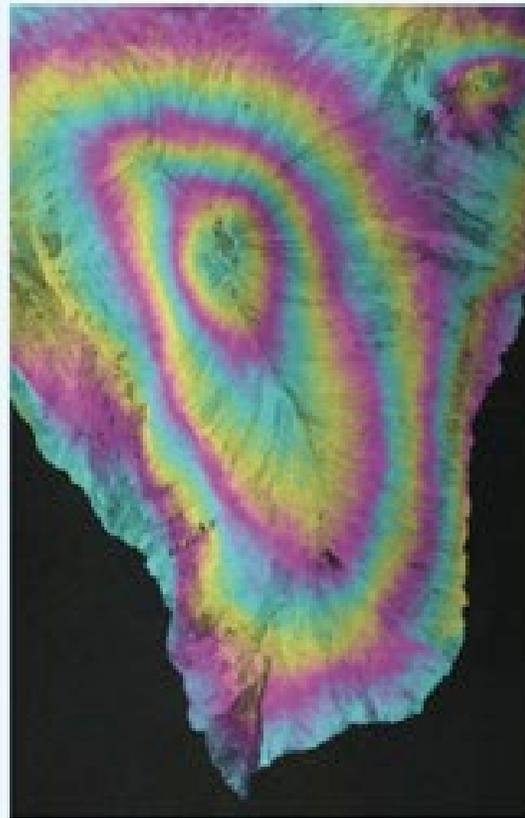


## Productos de Salida

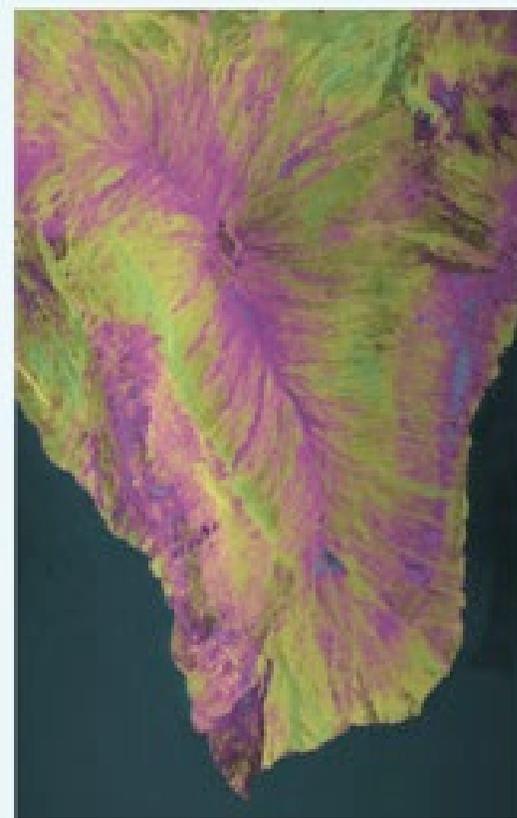
Sección Transversal  
de Radar



Fase Topográfica



Magnitud de  
Correlación

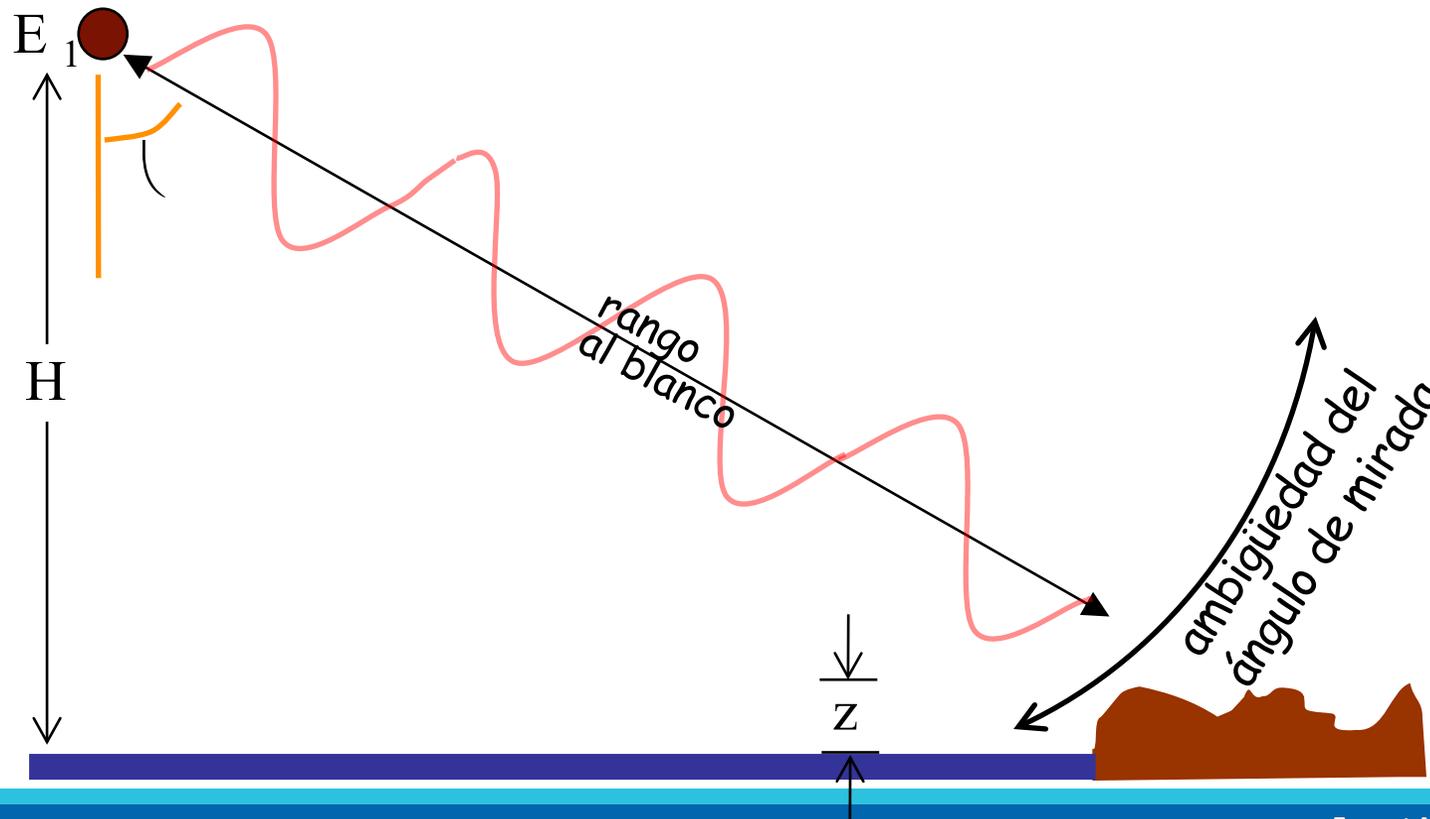
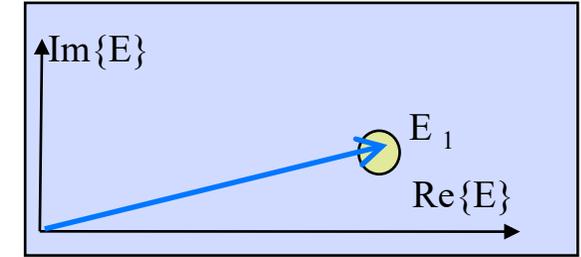


Interferograma  
Diferencial

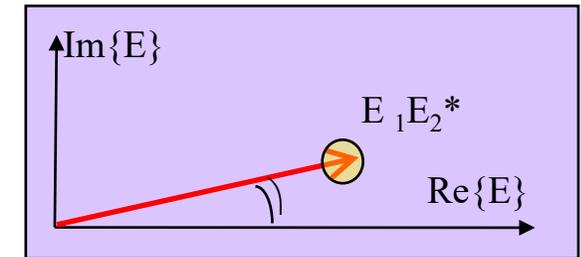
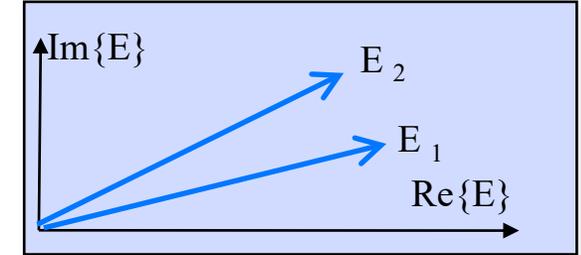
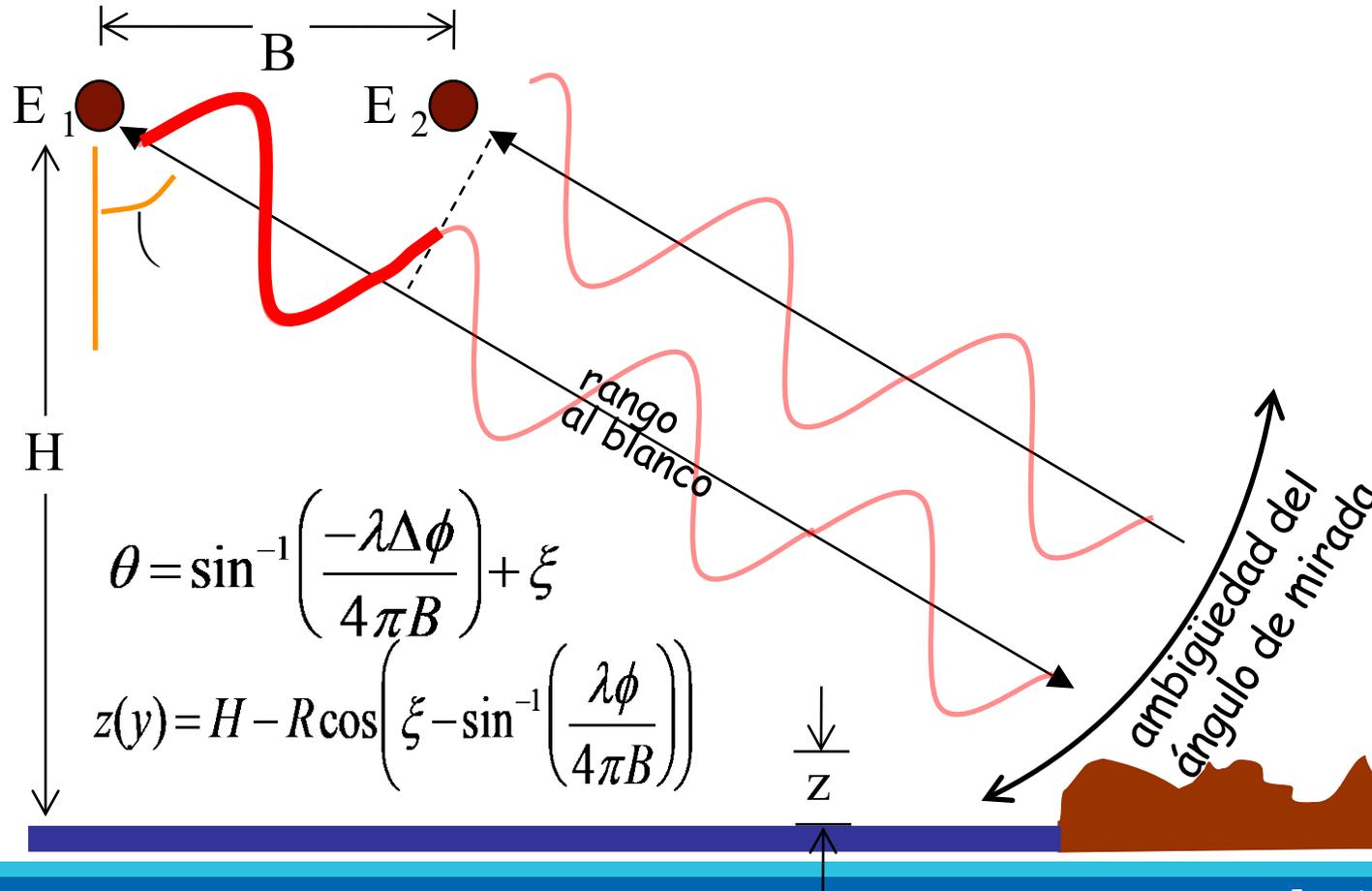


# Imágenes Single-Look Complex (SLC)

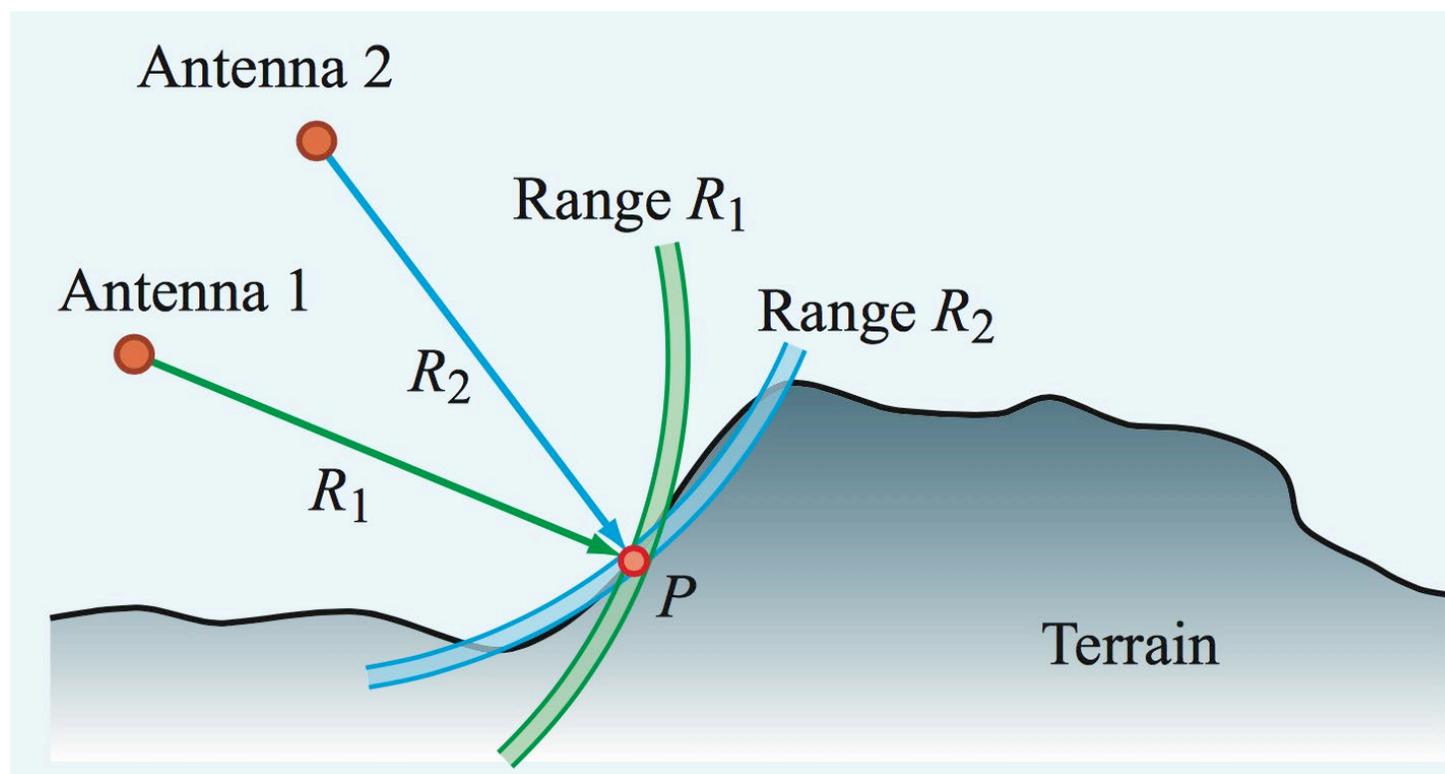
- Las imágenes Single-Look Complex (SLC) son datos de radar que han sido procesados y están en su resolución completa.
- Las unidades de cada píxel en una SLC son el campo eléctrico complejo.
- La magnitud del campo es proporcional a la sección transversal de radar y la distancia al objetivo, medido en fase (fracciones de una longitud de onda; 360 grados = 24 cm para banda-L).



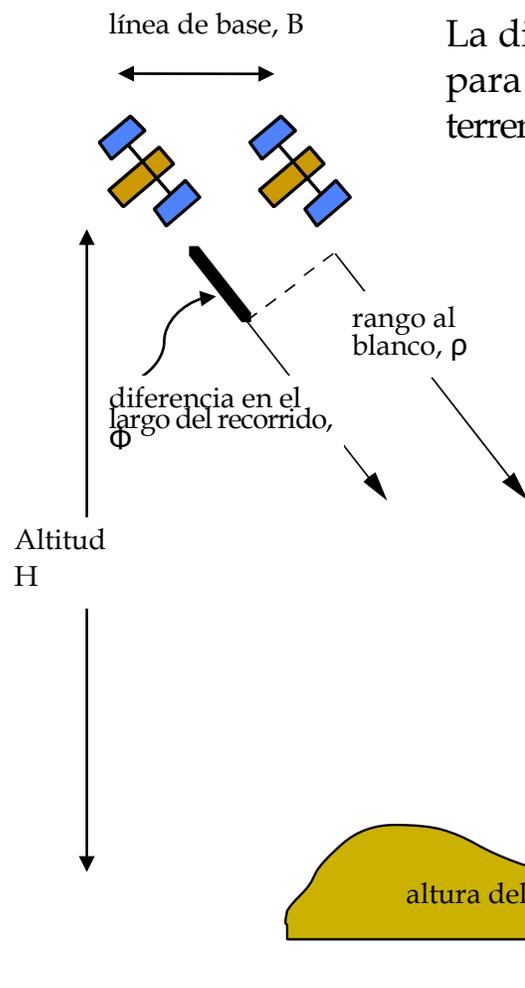
- Cuando se trabaja con interferometría, el retorno de un blanco a una distancia determinada se compara para dos antenas al final de una línea de base.
- Esto proporciona la fase interferométrica.



- Se utilizan antenas en diferentes posiciones separadas por una línea de base para determinar el ángulo de llegada para la señal de retorno de manera única.



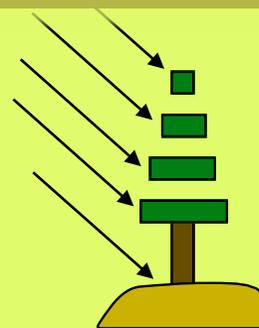
# Sensibilidad a la Dispersión de Volumen



La diferencia entre la longitud de los recorridos se puede utilizar para resolver la ambigüedad posicional y determinar la altura del terreno. La exactitud es del orden de metros con una resolución de 25m.

$$h = H - \rho \cos \left( \sin^{-1} \left( \frac{\lambda \phi}{4\pi B} \right) \right)$$

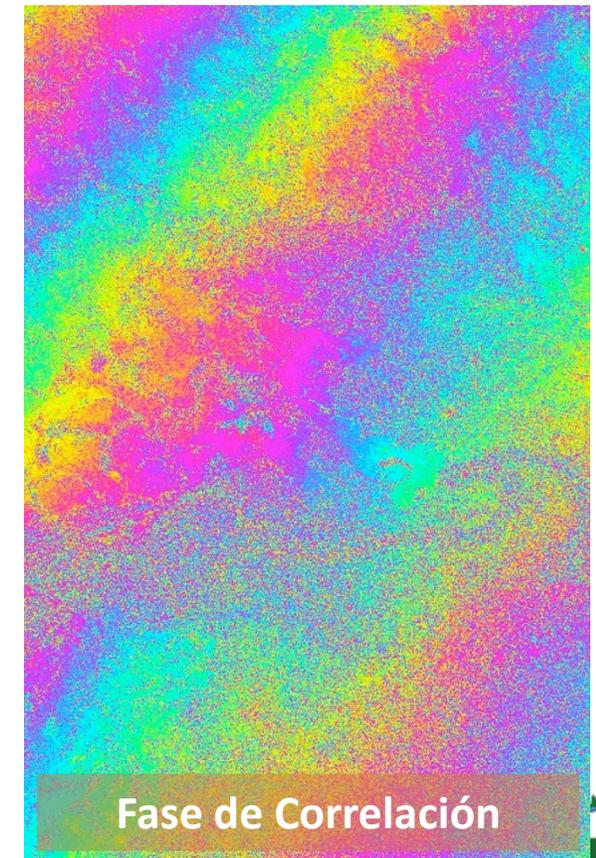
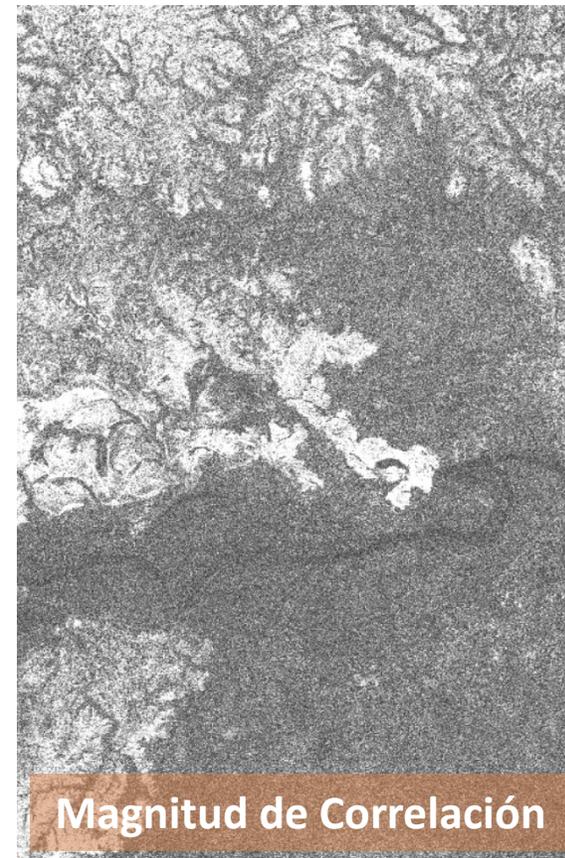
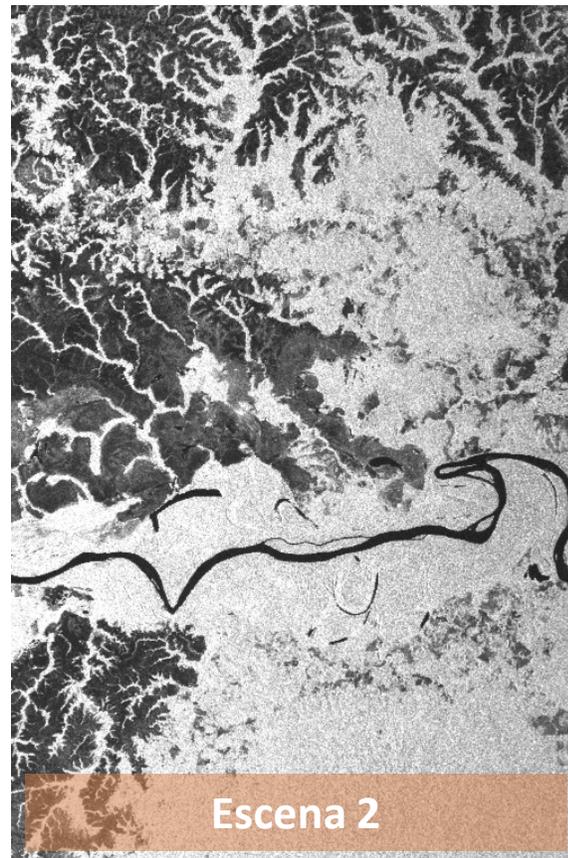
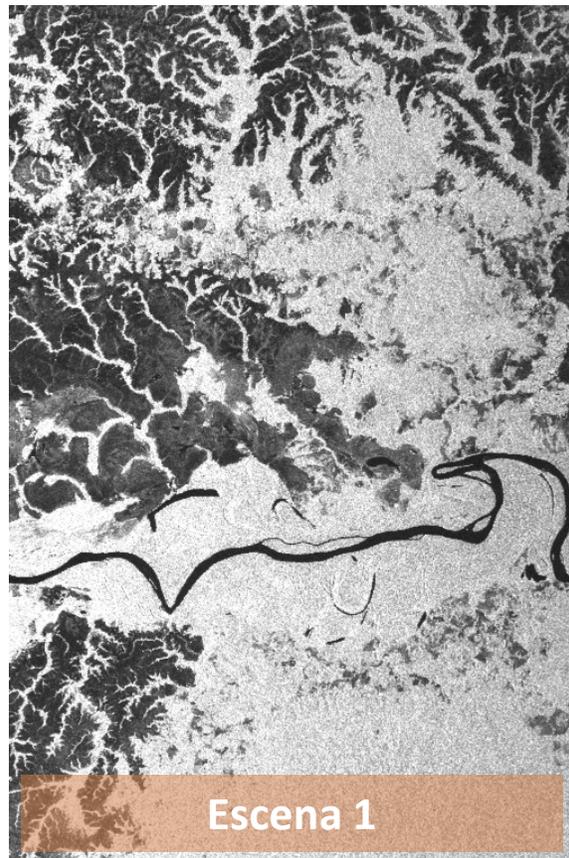
Cuando la señal de retorno procede de diferentes alturas, el interferómetro observa una firma única.



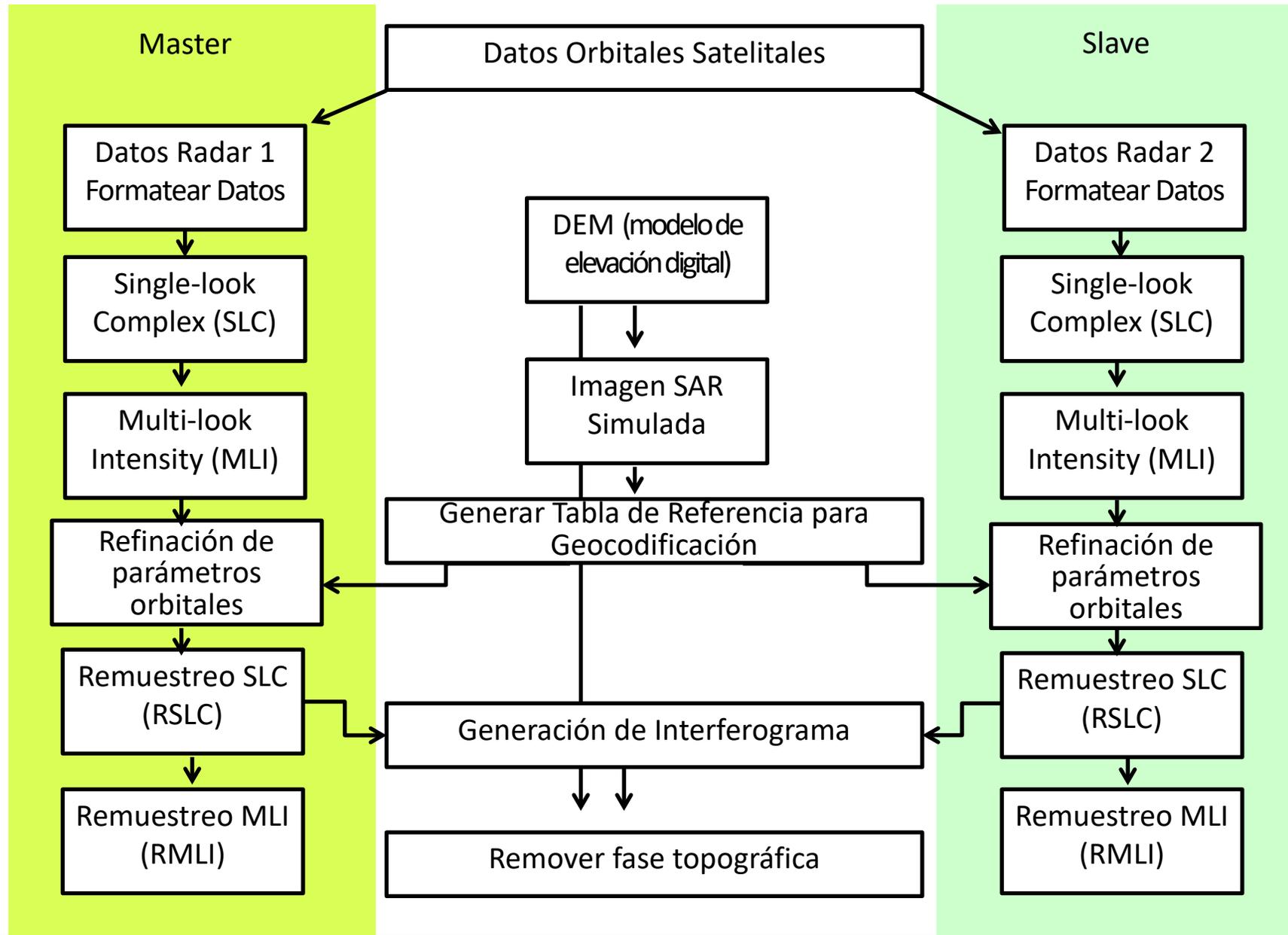


# Interferometría

- La interferometría combina dos escenas de radar para crear una que contiene números complejos (magnitud y fase)
- La magnitud interferométrica se llama la "coherencia".
- La fase interferométrica está relacionada con la topografía



# Cadena del Procesamiento Interferométrico

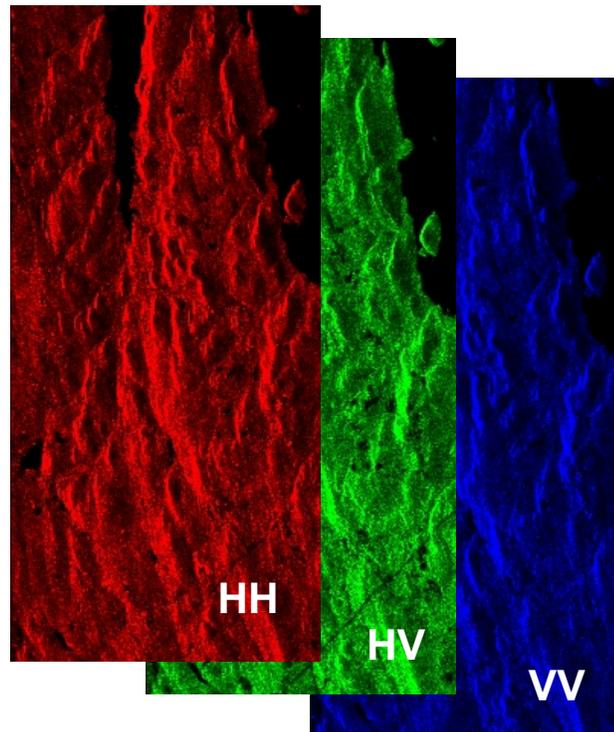




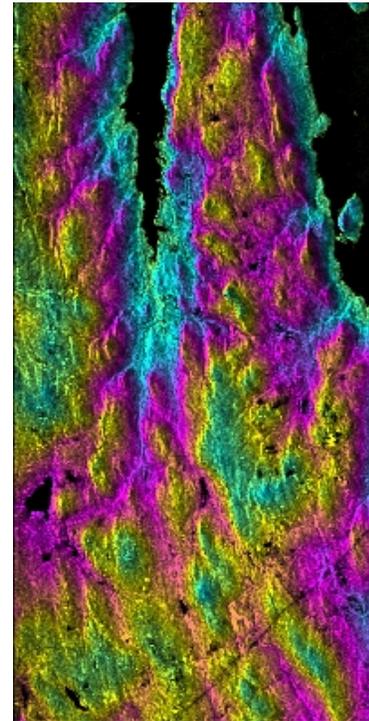
## Más Productos de Salida



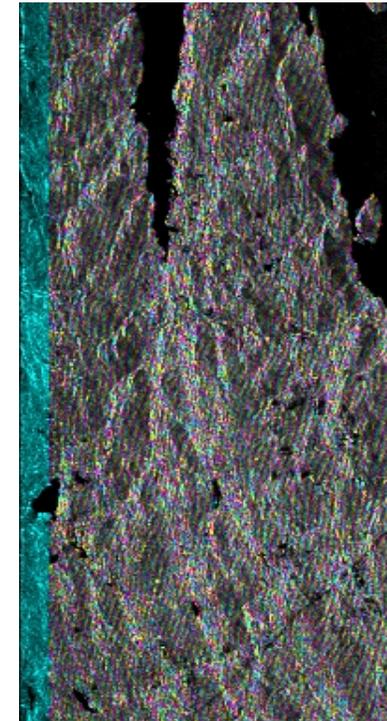
Imágenes Ópticas



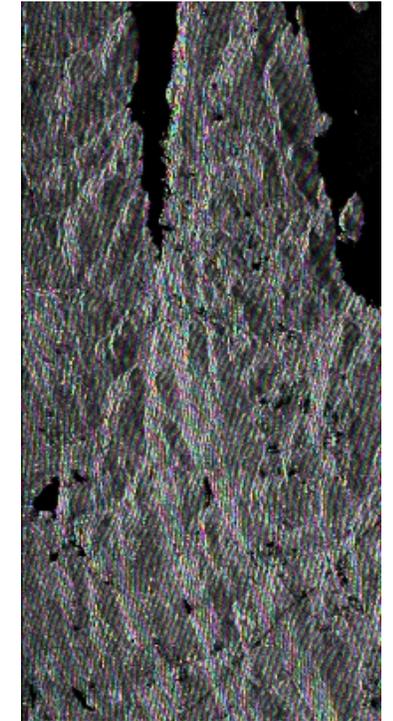
Polarizaciones



DEM



Interferograma

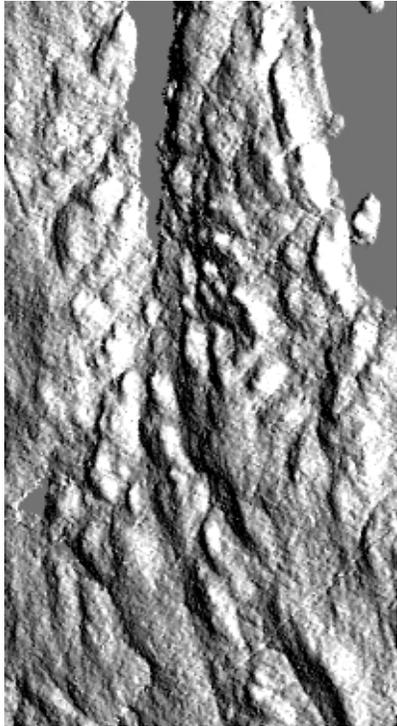


Interferograma Simulado

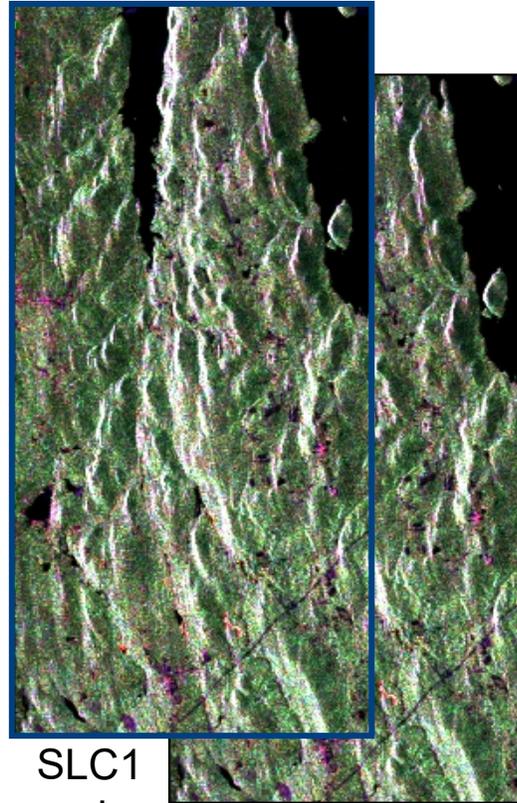




# Más Productos de Salida

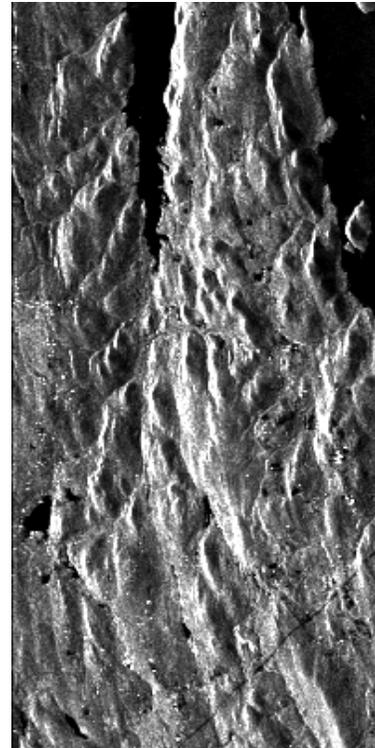


Corrección de Superficie

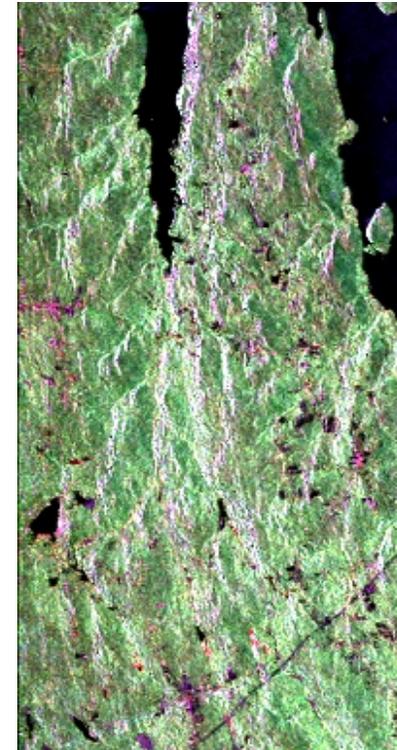


SLC1-pol

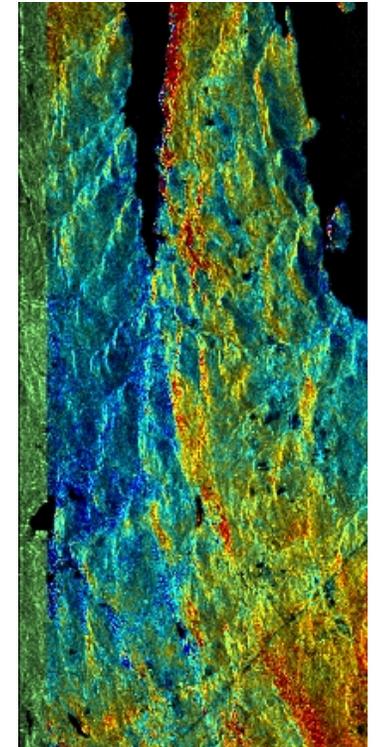
SLC2-pol



RCS Simulado



NRCS1-pol



Interferograma Diferencial





## Calculando la Altitud de Rodales Forestales a partir SAR

Nos enfocamos en la banda-L debido a su frecuencia relativamente baja y sensibilidad a las estructuras leñosas más permanentes del bosque

Posibles métodos para medir la estructura vertical de la vegetación para el componente SAR/InSAR de la misión propuesta **NISAR** y las misiones ALOS existentes:

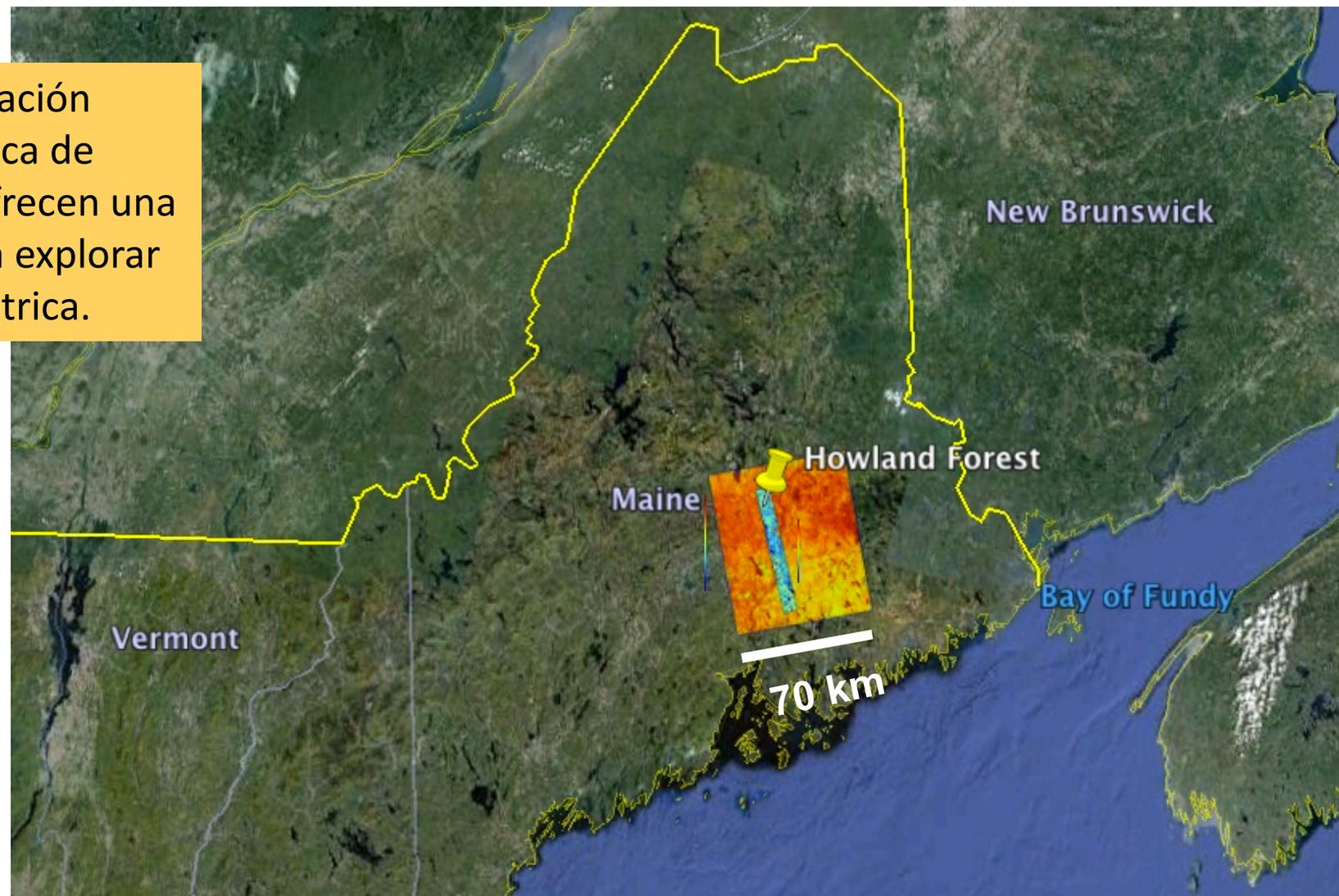
- Relacionar retrodispersión con biomasa (cuenta de dispersores)
- Si pudiéramos medir la altura, como lidar, esa también es una posibilidad.
- Esto requiere dos satélites o una observación de paso repetido
- Decorrelación Temporal → “La pregunta de 500 millones de dólares”





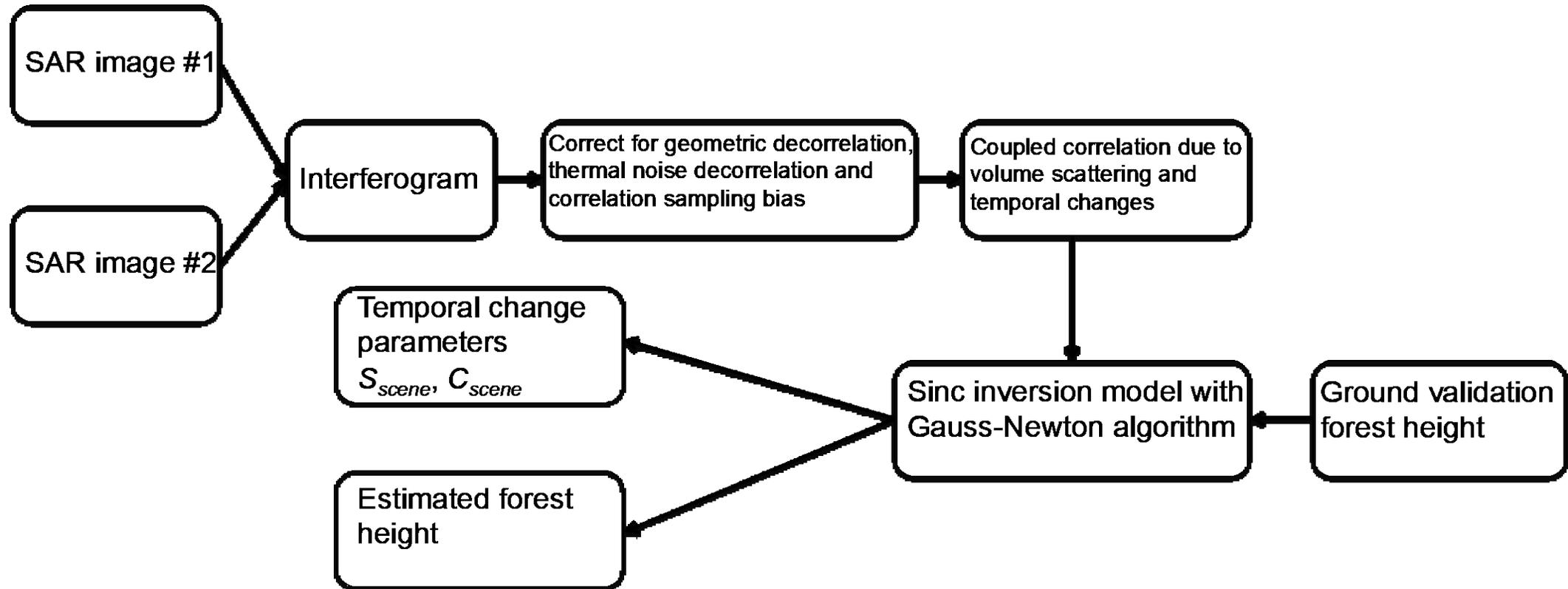
## Un Lugar para Comenzar: Maine Central

La Estrategia de Observación Básica ALOS-1 y la política de datos recién abiertos ofrecen una gran base de datos para explorar correlación interferométrica.

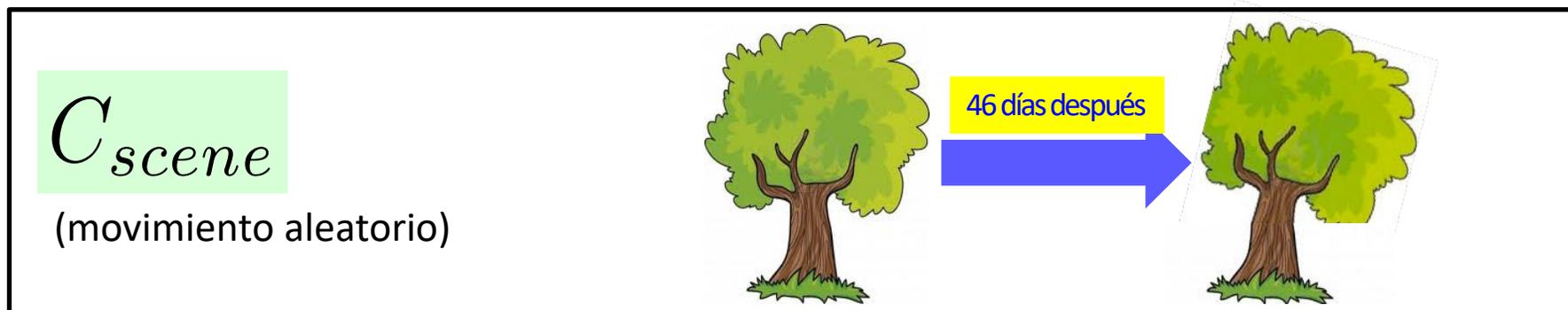
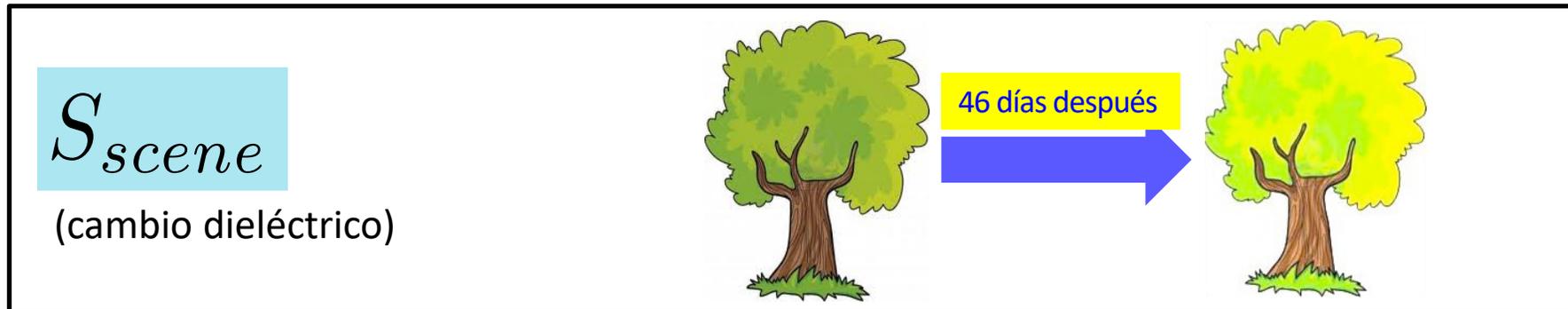


# Flujo de Trabajo de la Inversión de la Altura de Rodales Forestales

$$\gamma_{obs} = \gamma_{SNR} \cdot \gamma_{vol} \cdot \gamma_{temporal} \cdot \gamma_{geom} \quad \Rightarrow \quad \gamma_{v\&t} \approx \frac{\gamma_{obs}}{\gamma_{SNR} \gamma_{geom}} \propto (h_v)^{-1}$$

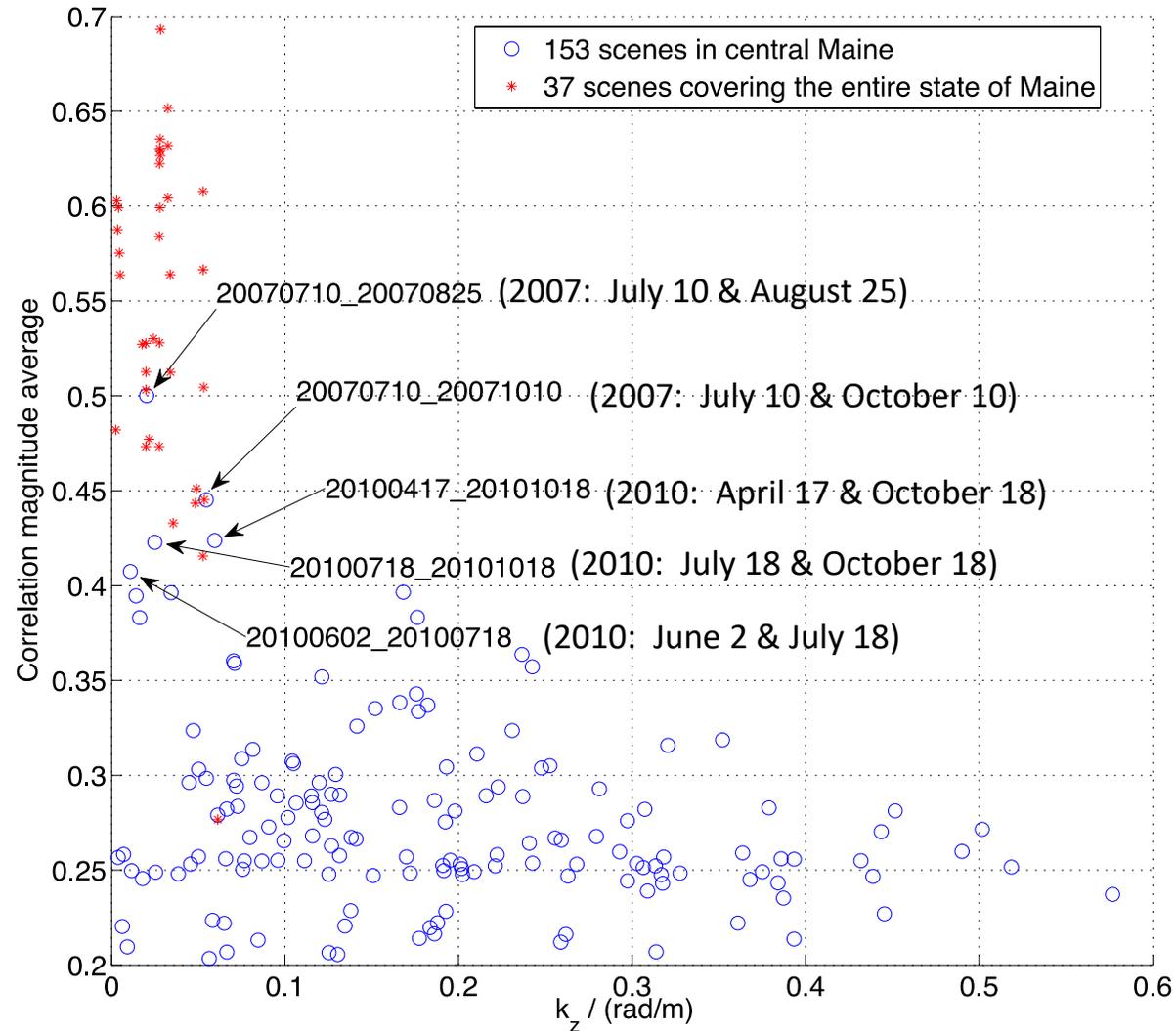


$$|\gamma_{v&t}| = S_{scene} \operatorname{sinc} \left( \frac{h_v}{C_{scene}} \right)$$





# 18 Escenas SAR en Maine Central (119\_890)



18 fechas diferentes  
recolectadas utilizando el  
mismo modo de observación  
(FBD, path 119, frame 890) en  
Maine Central

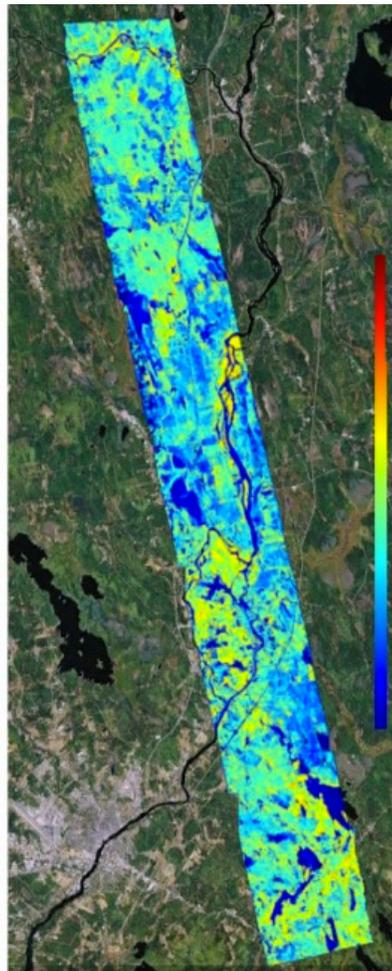
Esto crea un total de  
**153 combinaciones únicas**



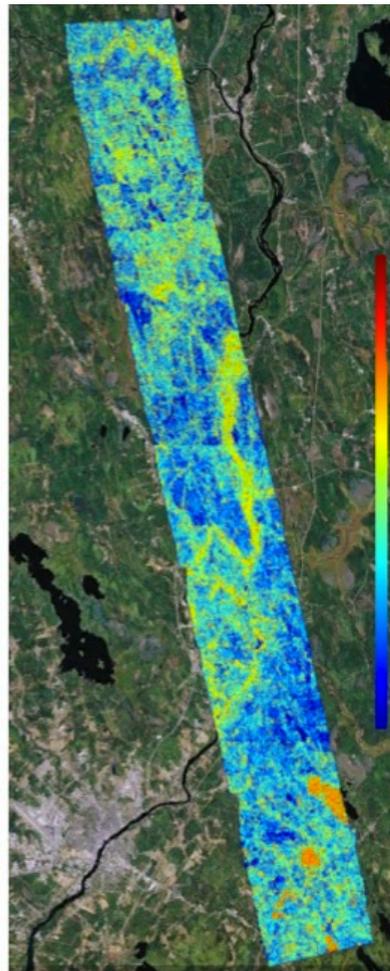
# Resultados (El Bosque de Howland)



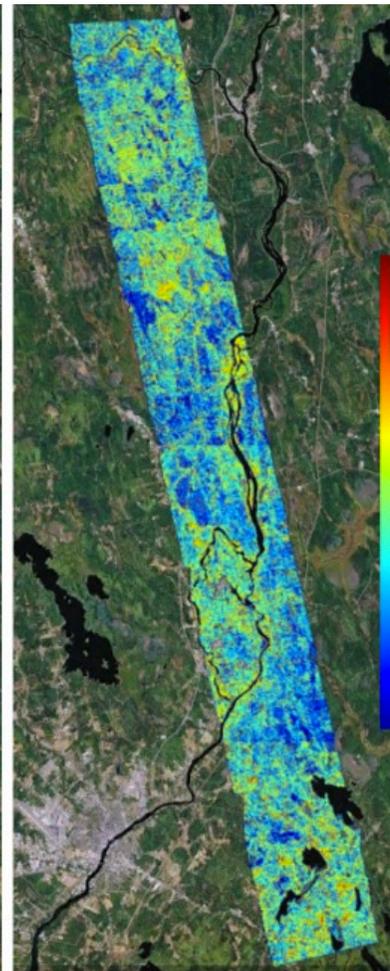
Óptica



LVIS



Magnitud de correlación InSAR

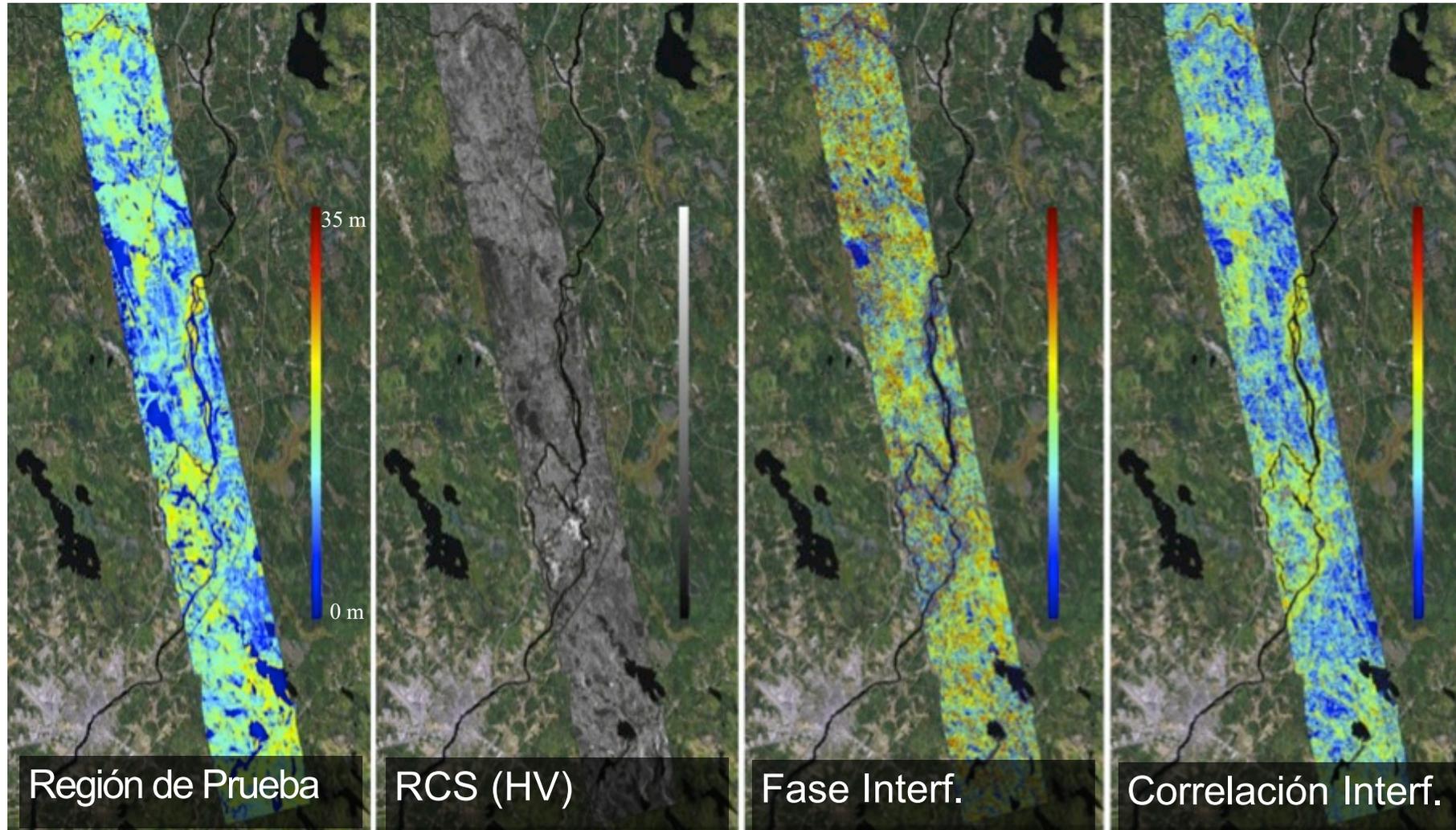


Magnitud de correlación InSAR sin agua

Cuerpos de agua removidos utilizando NLCD 2006



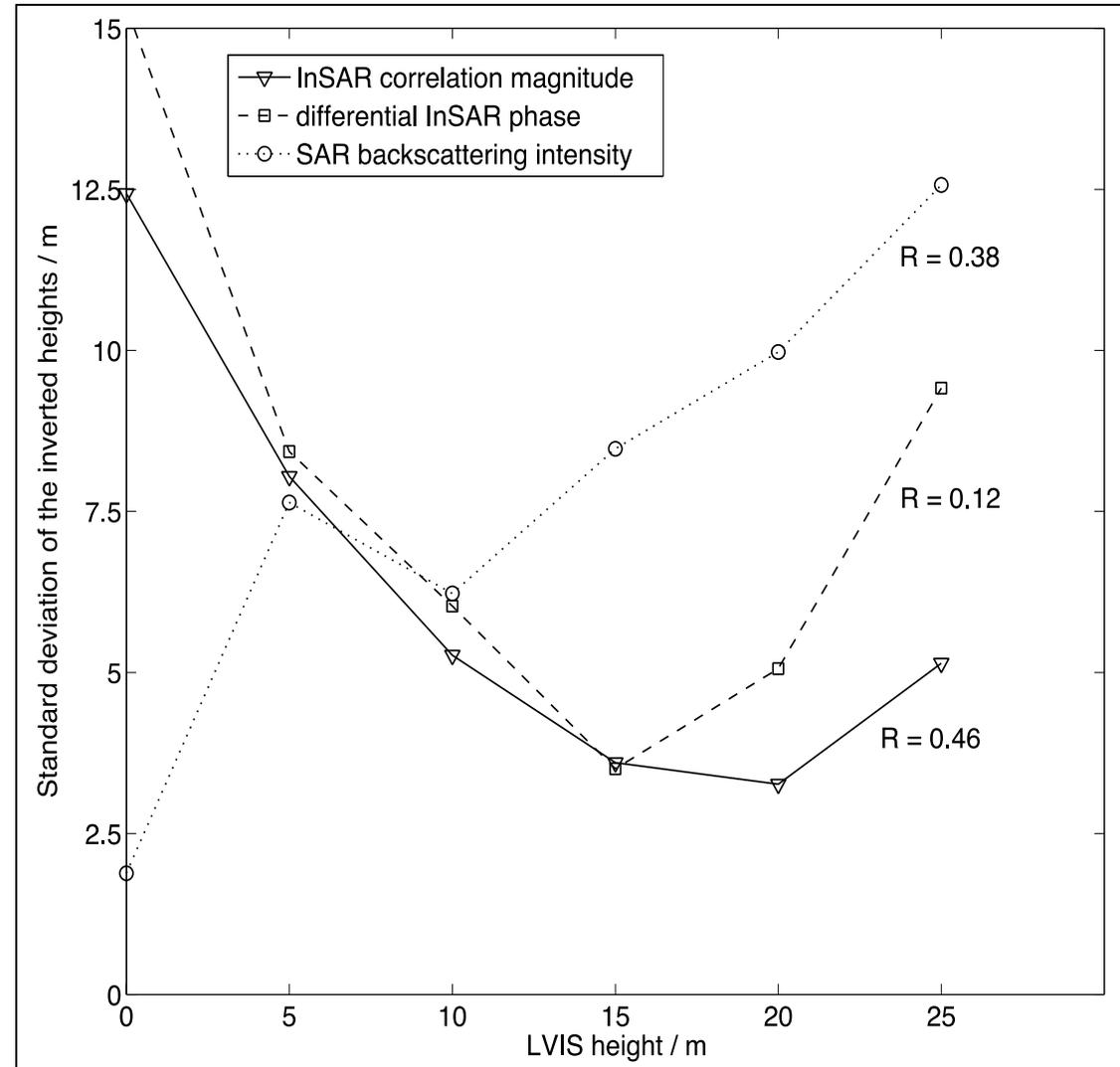
# Comparación Cualitativa de Métodos





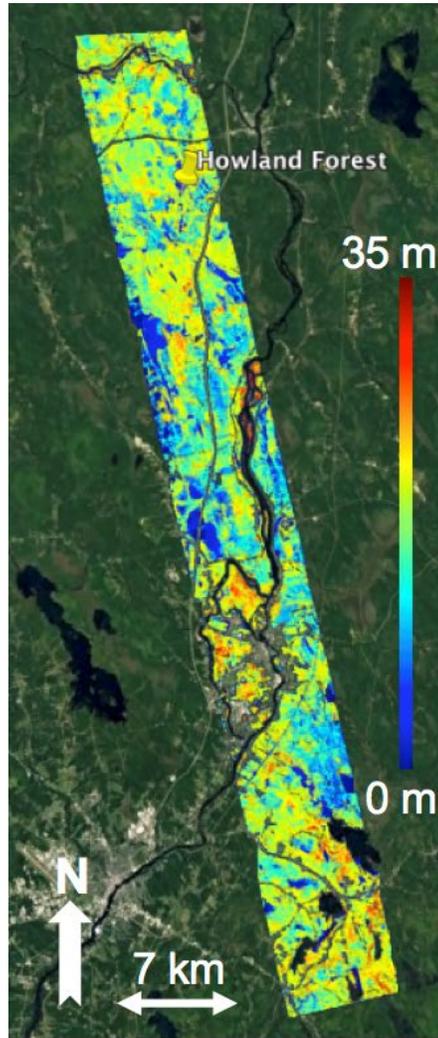
## Comparación Cuantitativa

- Suponiendo que la altura de rodales forestales (forest stand height o FSH) es un proxy para biomasa, podemos incluir observaciones de RCS, altura diferencial del DEM conocido de InSAR (fase) y la altura de magnitud de correlación a las alturas observadas LVIS.
- Las alturas bajas funcionan mejor con RCS.
- Las grandes alturas funcionan mejor con la magnitud de correlación de InSAR.

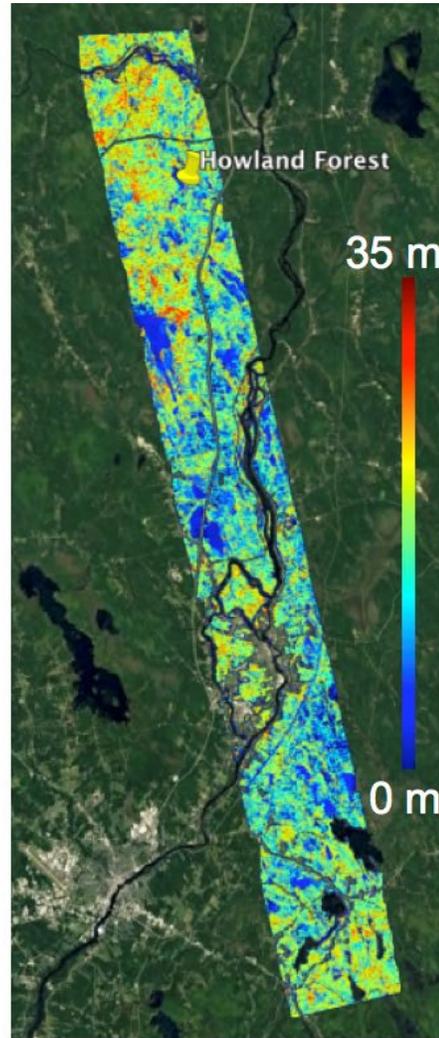




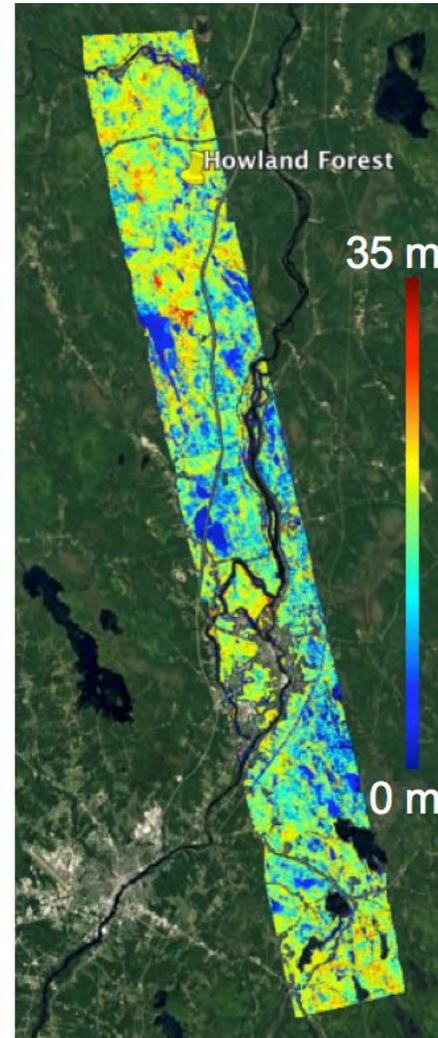
# Resultados de ALOS-1 y ALOS-2 Comparados con Lidar



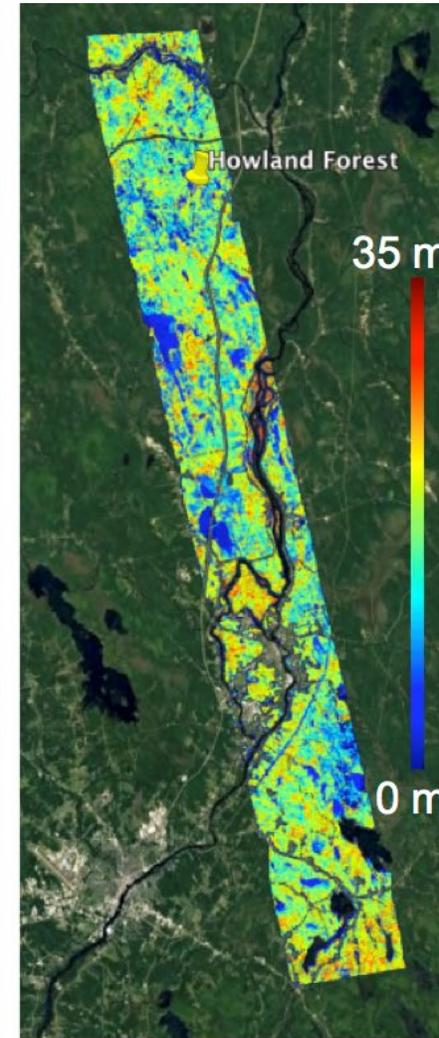
Lidar RH100



ALOS-1 singular

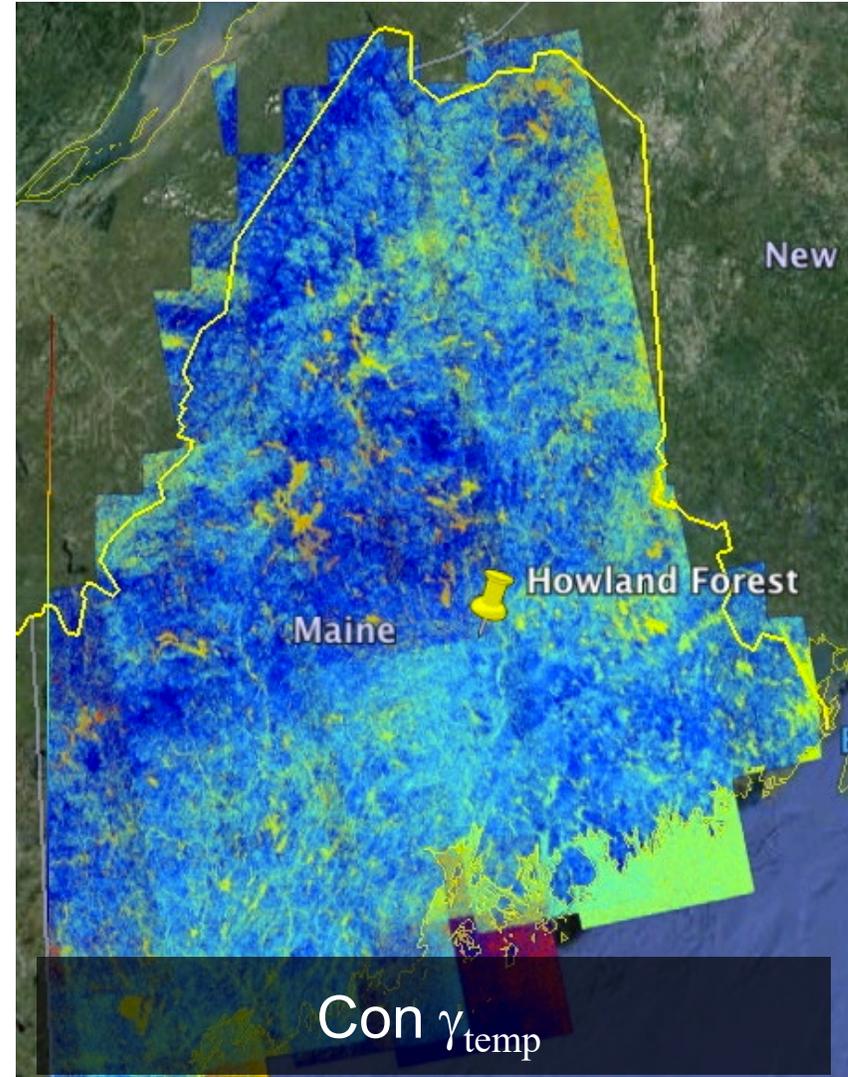
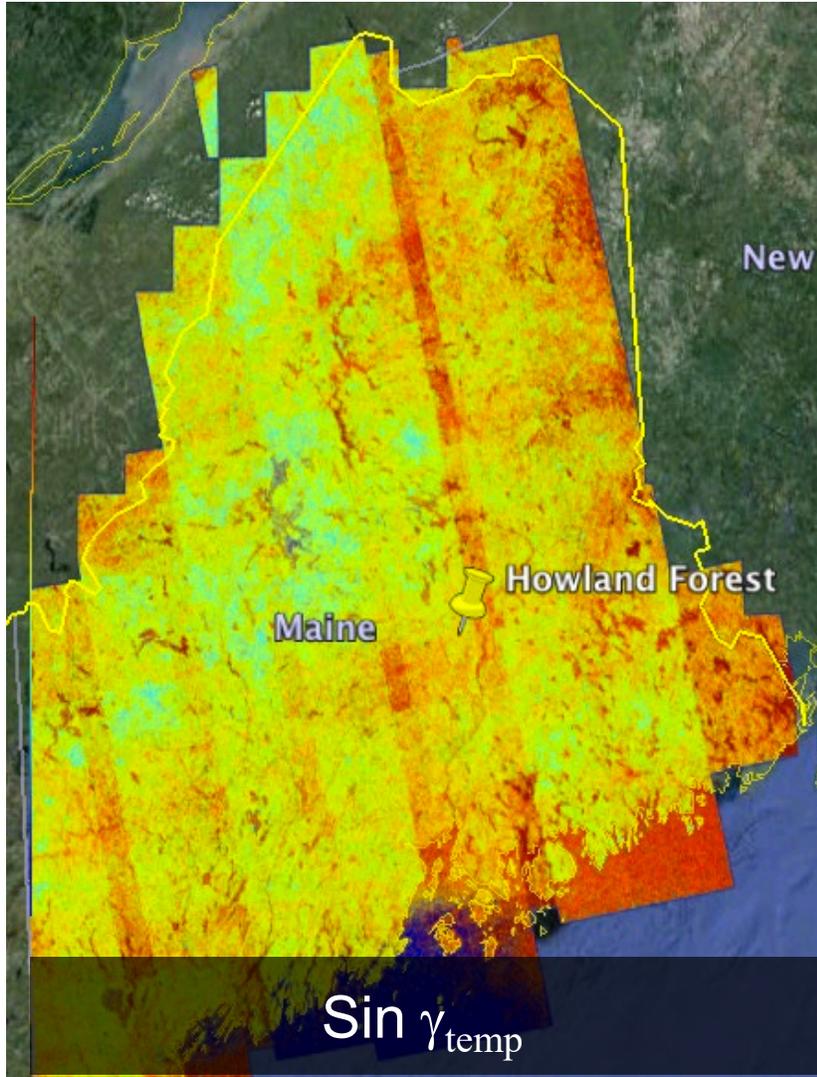


ALOS-1 mosaico



ALOS-2 singular







# Conjunto de Datos (Estado Entero de Maine)

Se seleccionaron 94 imágenes ALOS/PALSAR para cubrir el estado entero de Maine, de las cuales se forman 37 interferogramas que se identifican porque tienen una magnitud de correlación relativamente alta.

Pares interferométricos utilizados para la generación del mosaico de altura del bosque para el estado

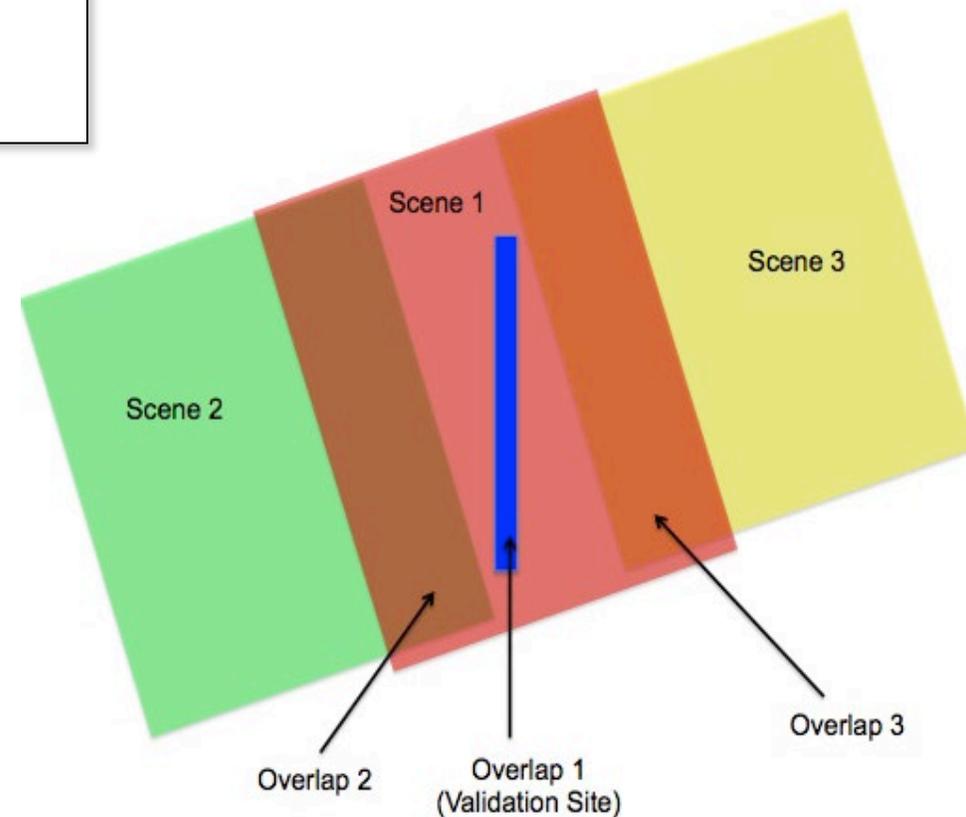
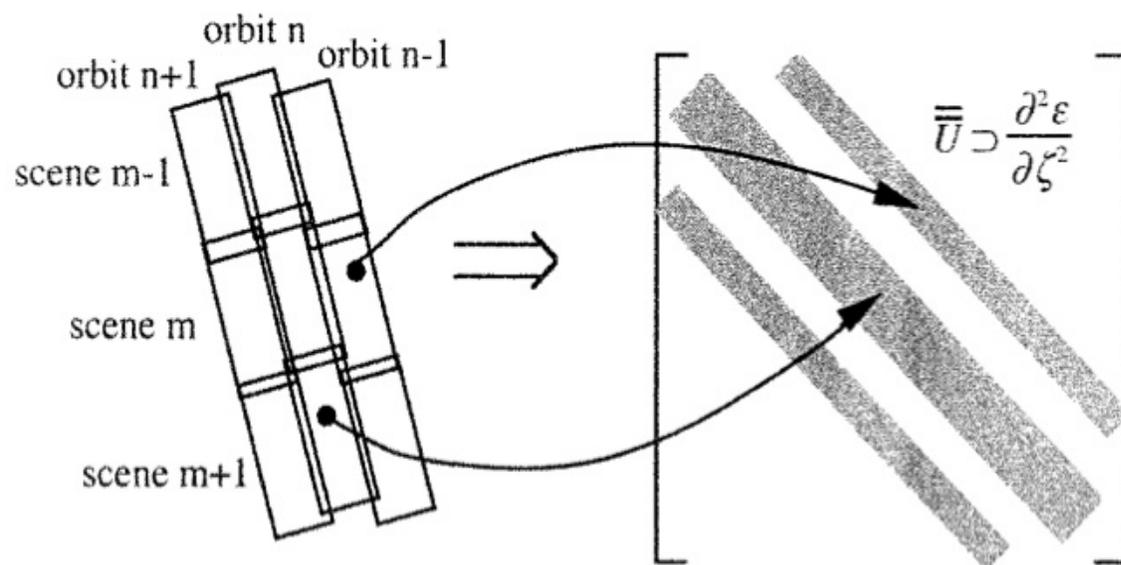
Orbit # Frame #	124	123	122	121	120	119	118	117
930					20070727_ 20070911	20070710_ 20070825	20070808_ 20070923	
920				20100706_ 20100821	20070727_ 20070911	20070710_ 20070825	20070808_ 20070923	
910				20100706_ 20100821	20070727_ 20070911	20070710_ 20070825	20070808_ 20070923	
900			20070715_ 20070830	20100706_ 20100821	20070611_ 20070727	20070710_ 20070825	20070808_ 20070923	
890		20070616_ 20070801	20070715_ 20070830	20100706_ 20100821	20070727_ 20070911	20070710_ 20071010	20070808_ 20070923	20070722_ 20070906
880	20070703_ 20071003	20070616_ 20070801	20070715_ 20070830	20100706_ 20100821	20070611_ 20070727	20070710_ 20071010	20070808_ 20070923	
870	20070703_ 20071003	20070616_ 20070801	20100723_ 20100907	20100706_ 20100821	20070611_ 20070911			
860	20070818_ 20071003	20100809_ 20100924						



2 Article

3 **An automatic mosaicking algorithm for the generation of a**  
 4 **large-scale forest height map using spaceborne repeat-pass**  
 5 **InSAR correlation magnitude**

6 Yang Lei <sup>1</sup>, and Paul Siqueira <sup>1\*</sup>

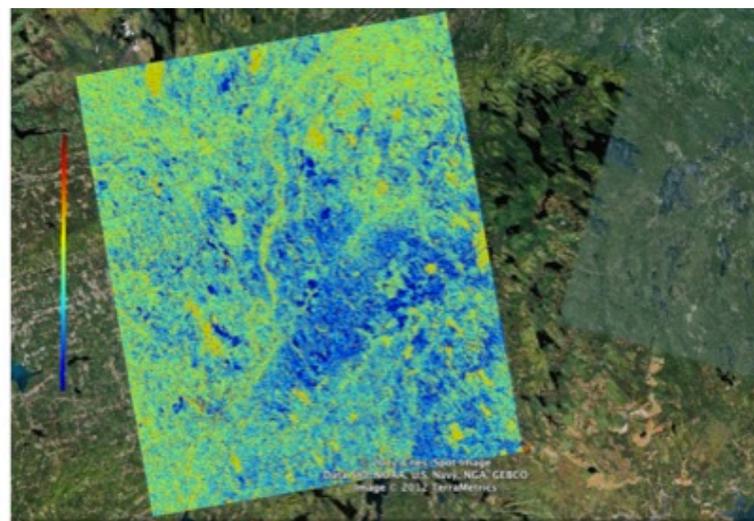




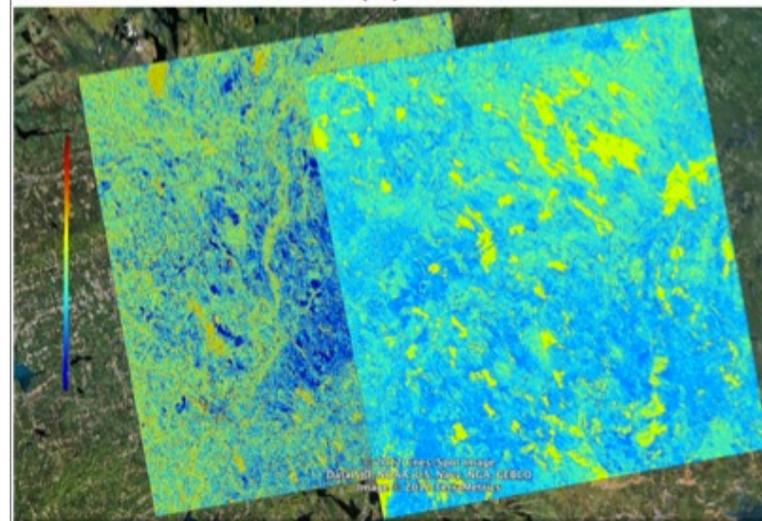
## Resultados (De Maine Central al Mosaico del Estado)



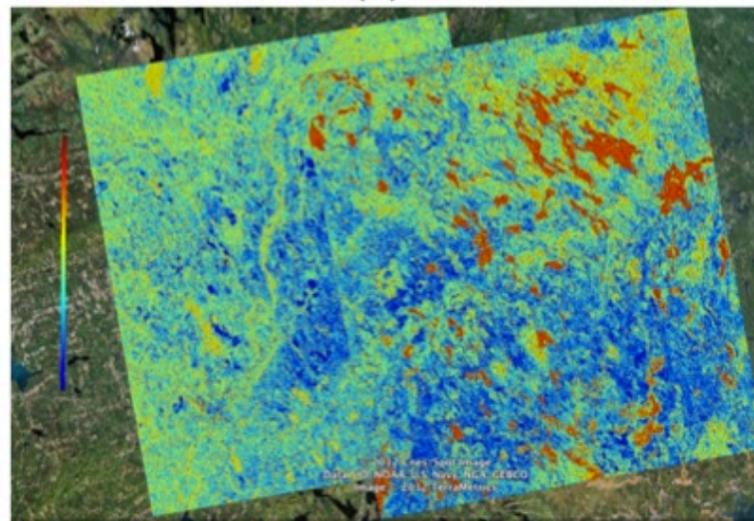
(a)



(b)



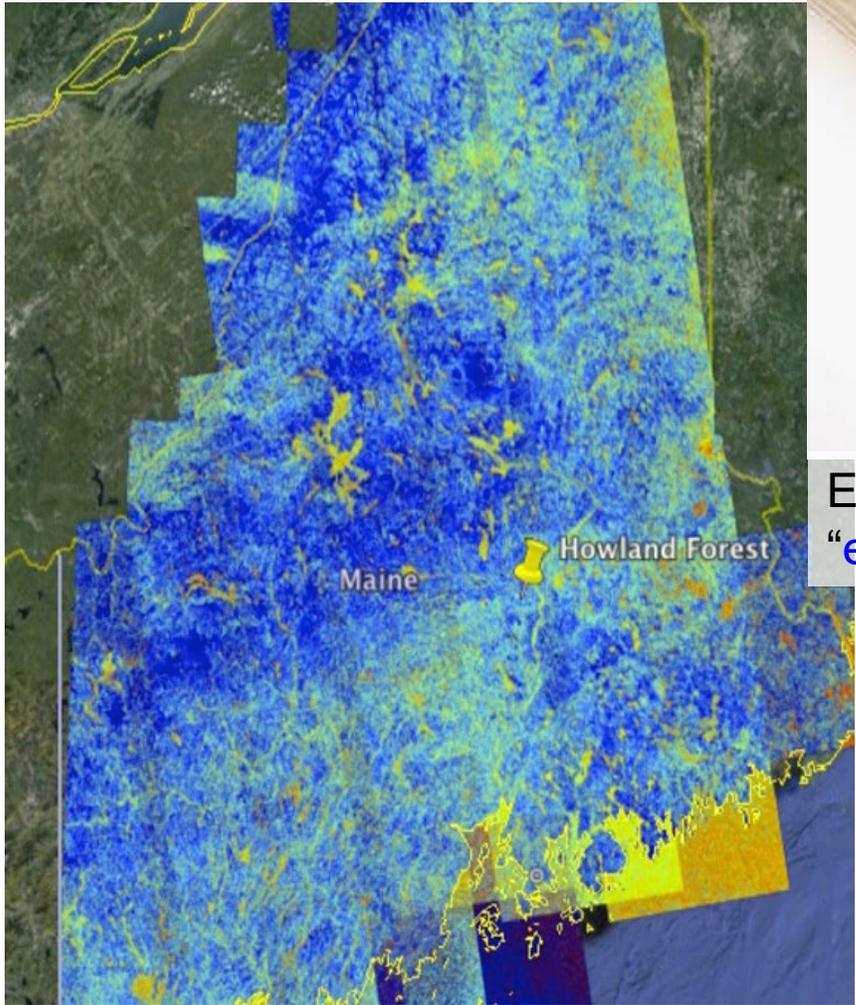
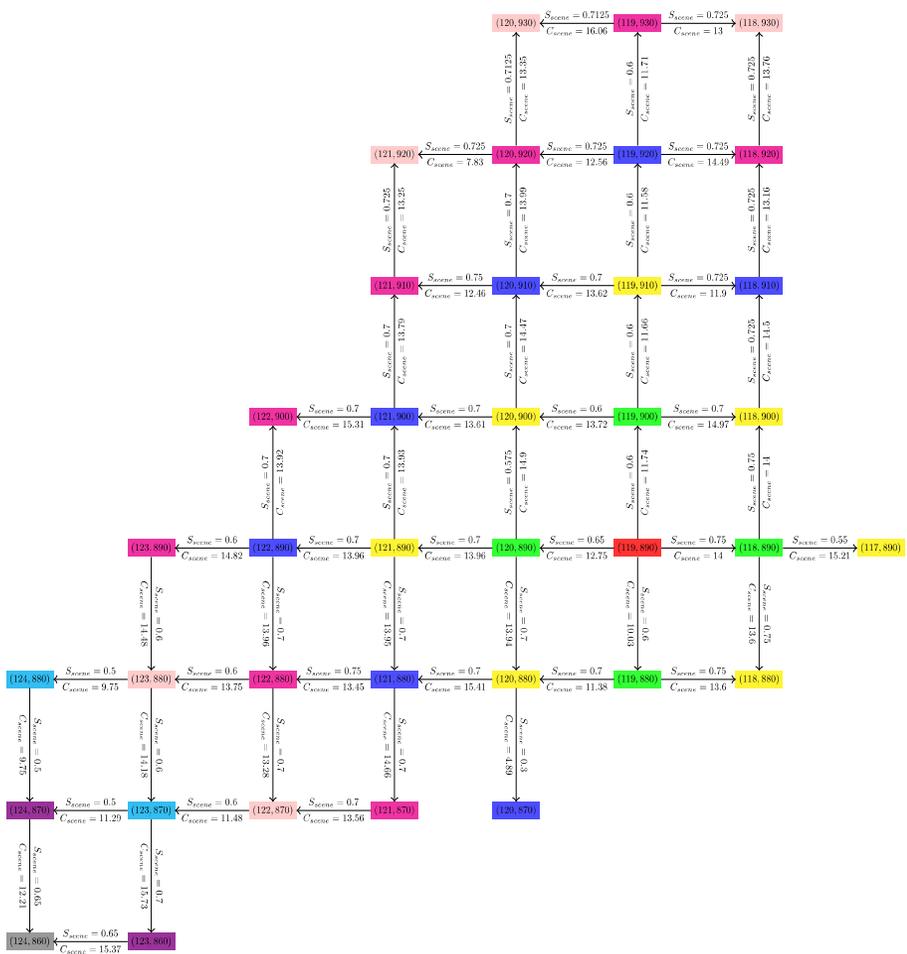
(c)



(d)



# Ensamblando el Mosaico

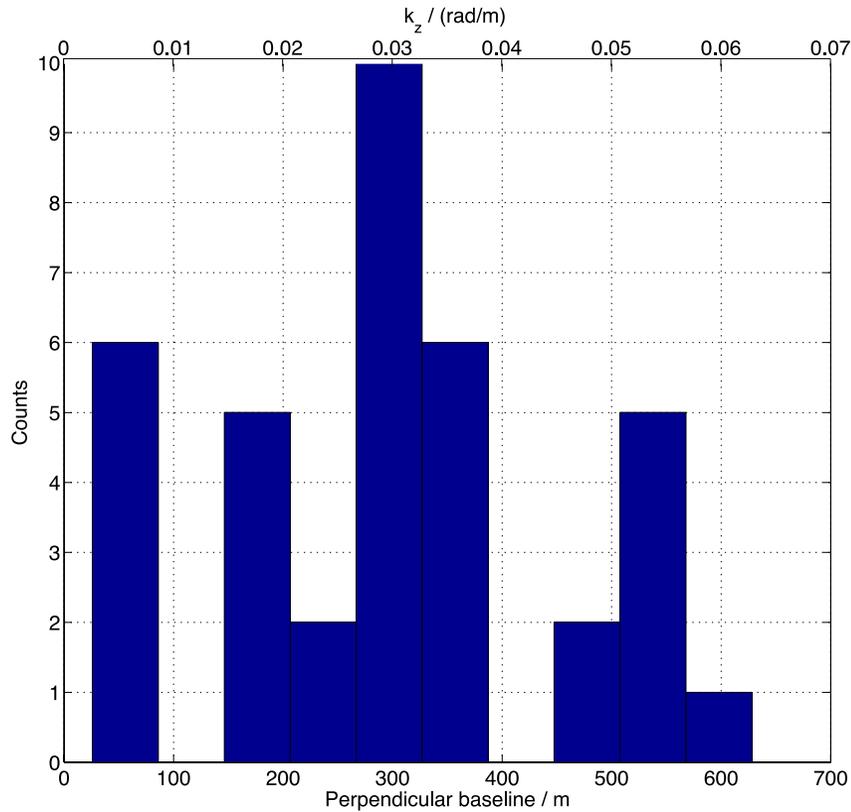


El problema del “empapelado”

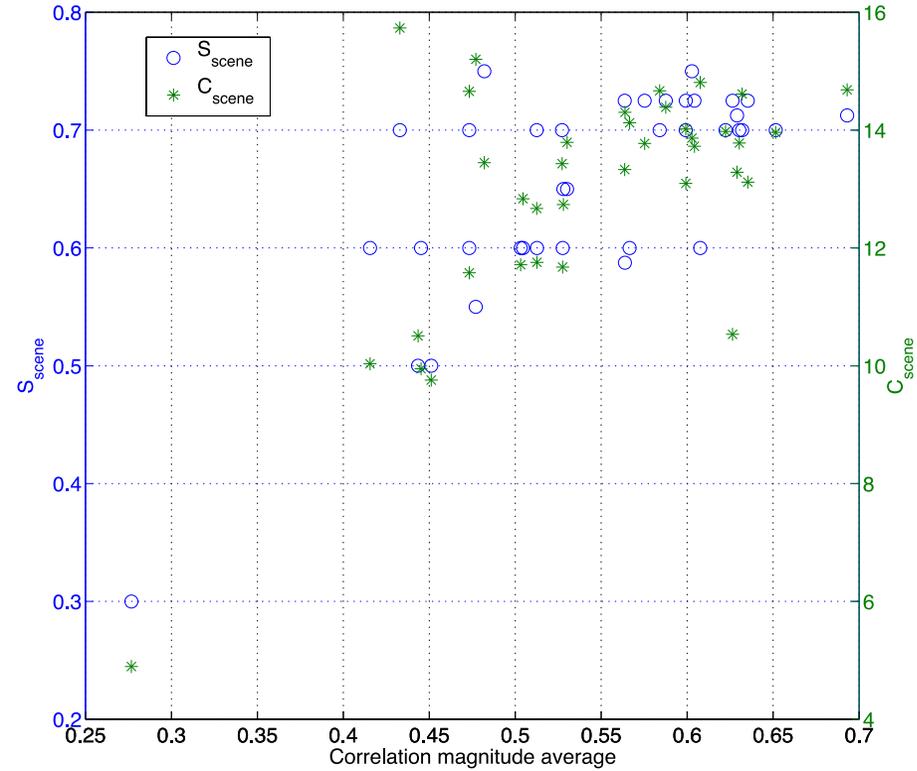




# Resultados (De Maine Central al Mosaico del Estado)

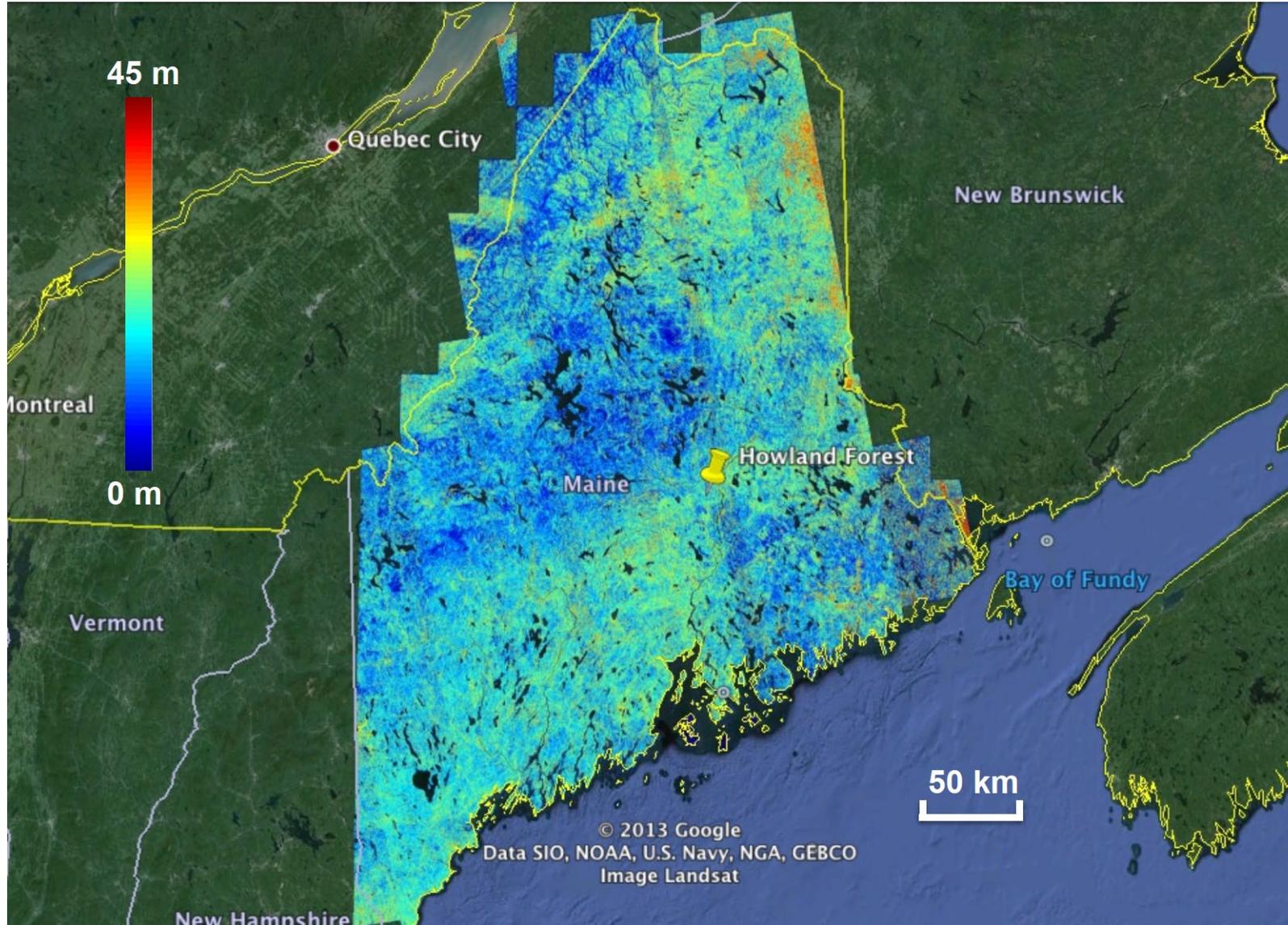


Parámetros Instrumentales



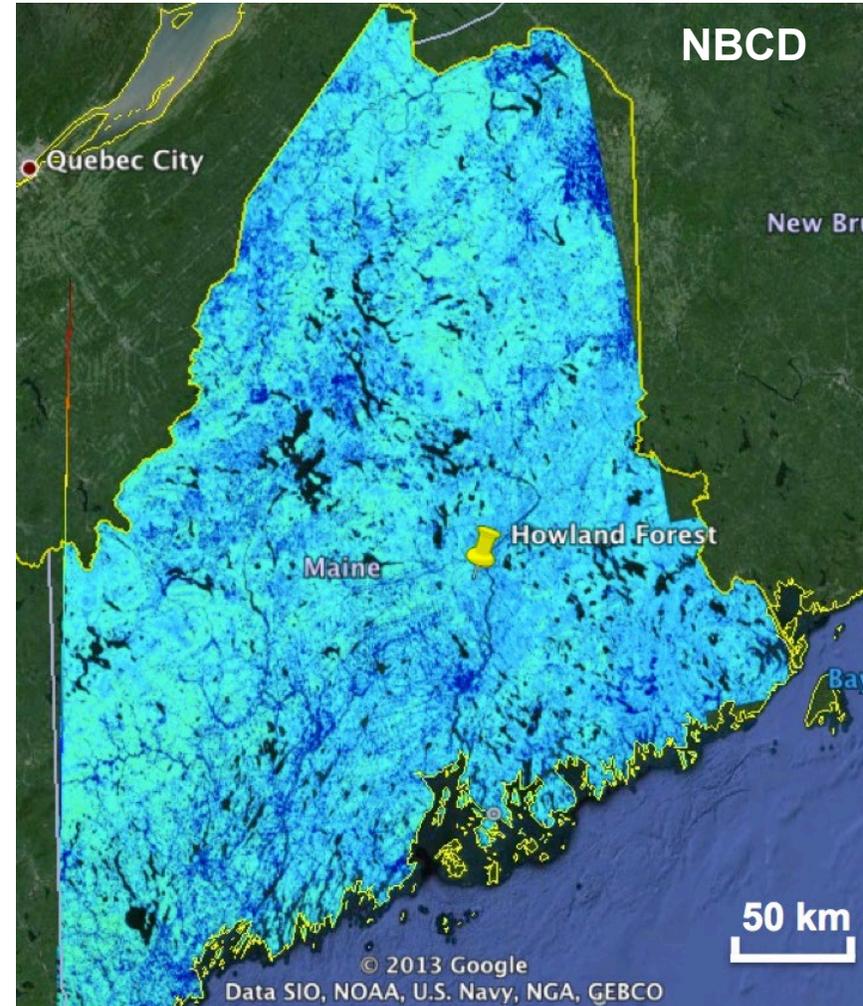
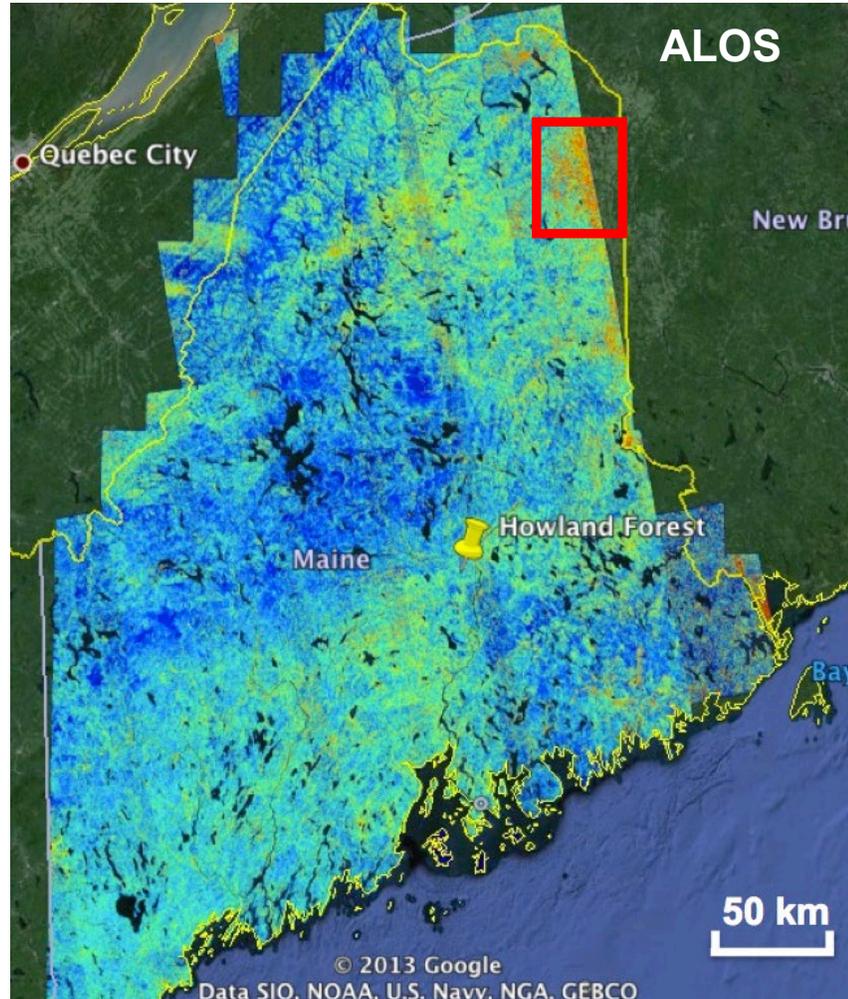
Parámetros Aptos para el Modelo

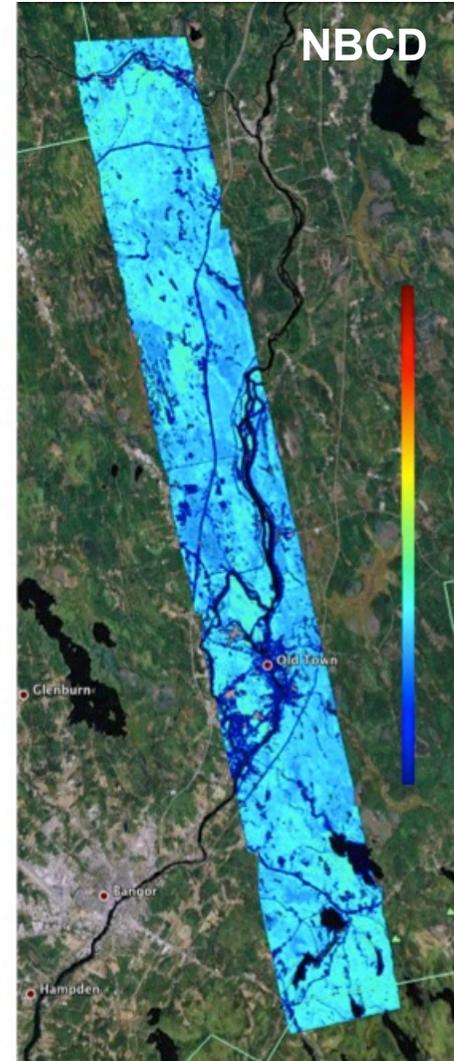
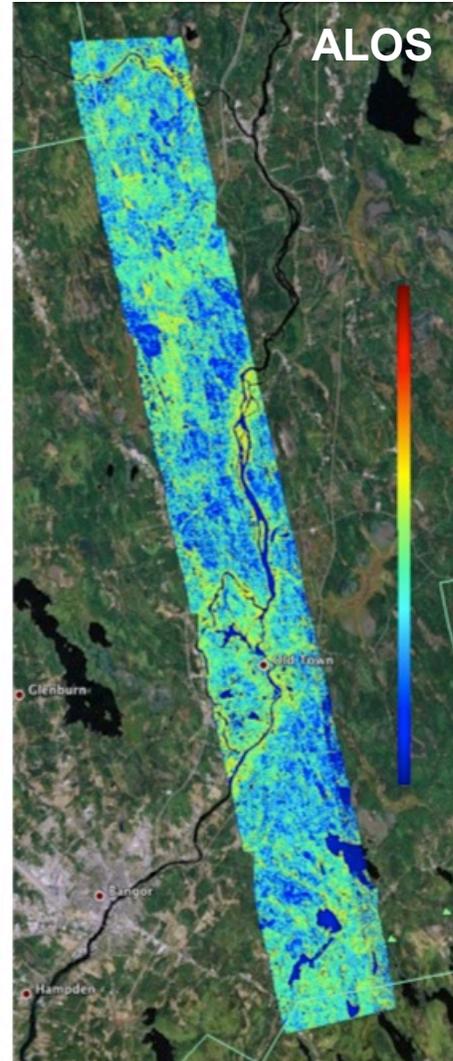
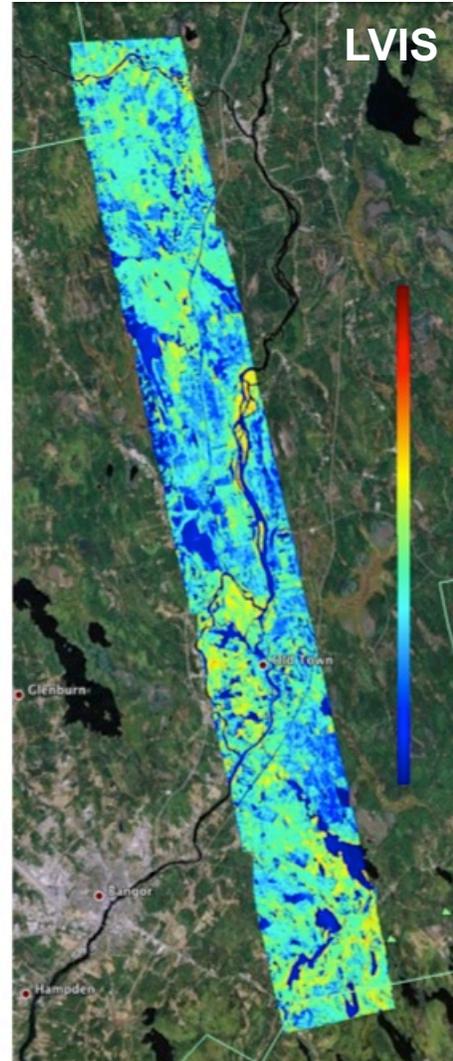






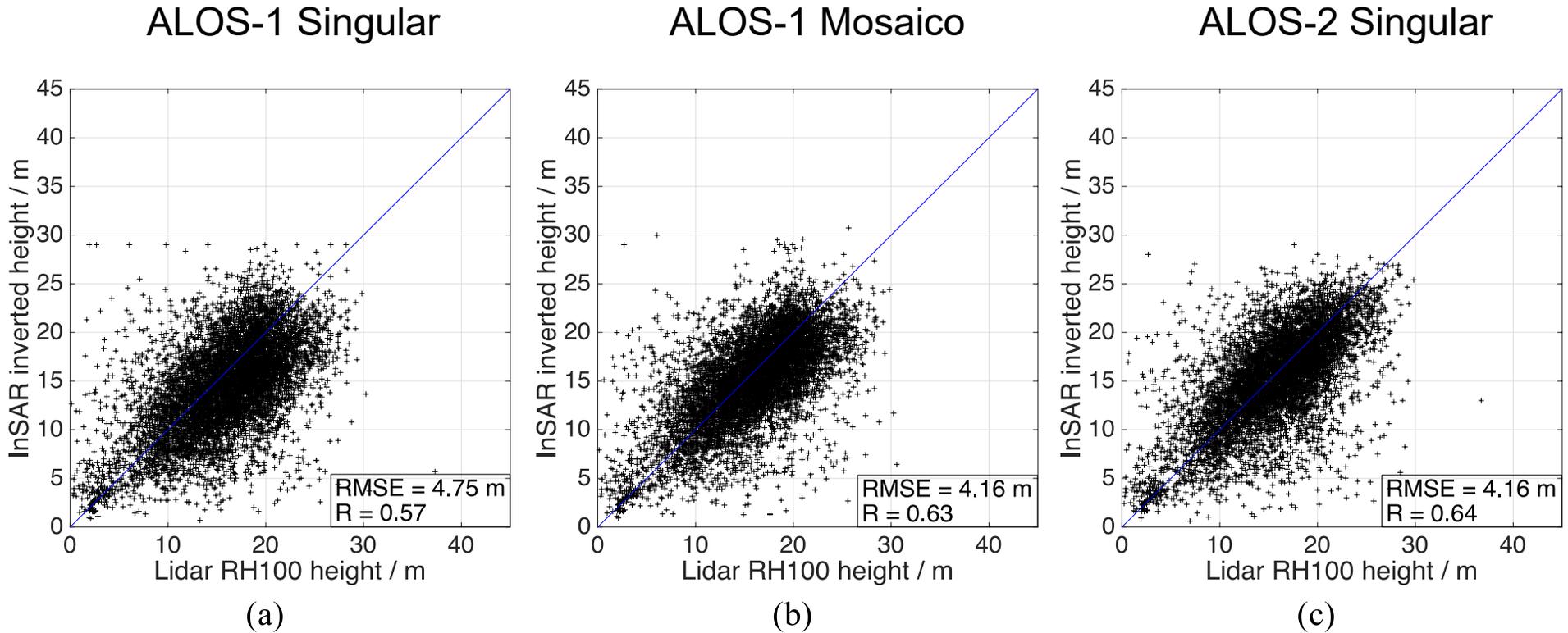
# Comparación con Otras Métricas a Nivel de Estado







# Diagramaciones por ALOS-1 y ALOS-2 con Lidar RH100



RMSE < 4 m a 6 ha de resolución

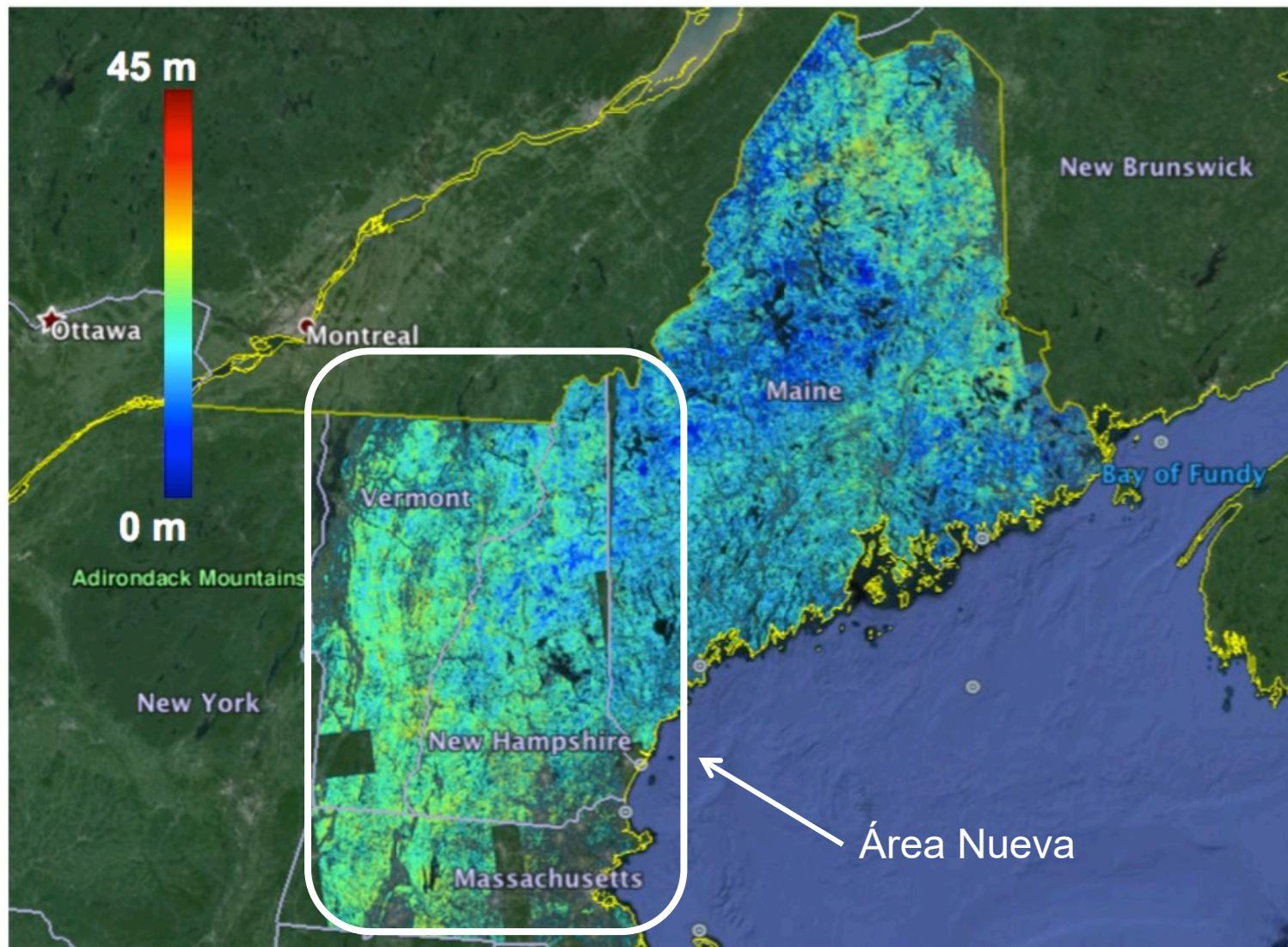
Para mejorar la exactitud:

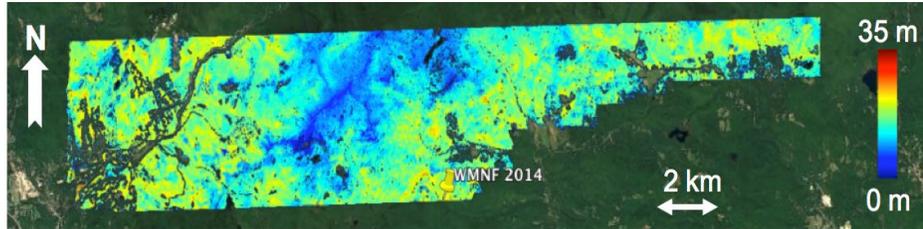
- Mosaicos de múltiples escenas
- Línea de base temporal más corta



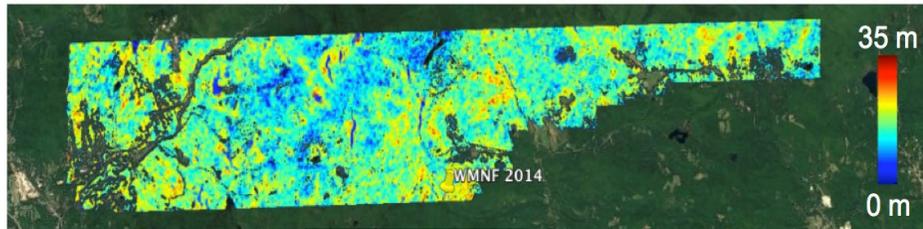


# Aplicación de la Producción de Mosaicos

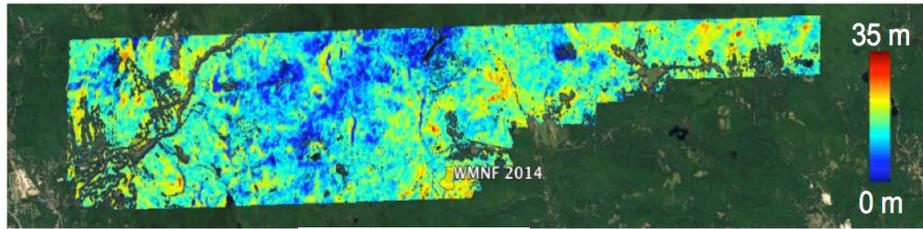




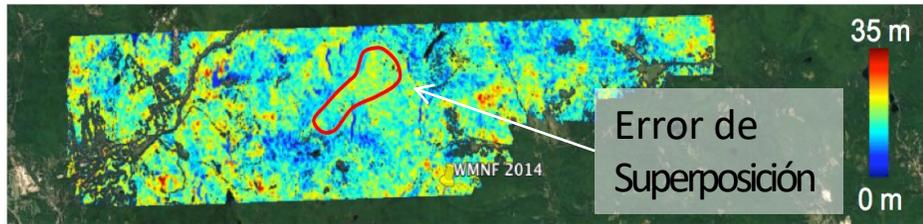
Lidar RH100



ALOS-1 single



ALOS-1 mosaic



ALOS-2 single

### Trabajo con AGS y Mark Ducey

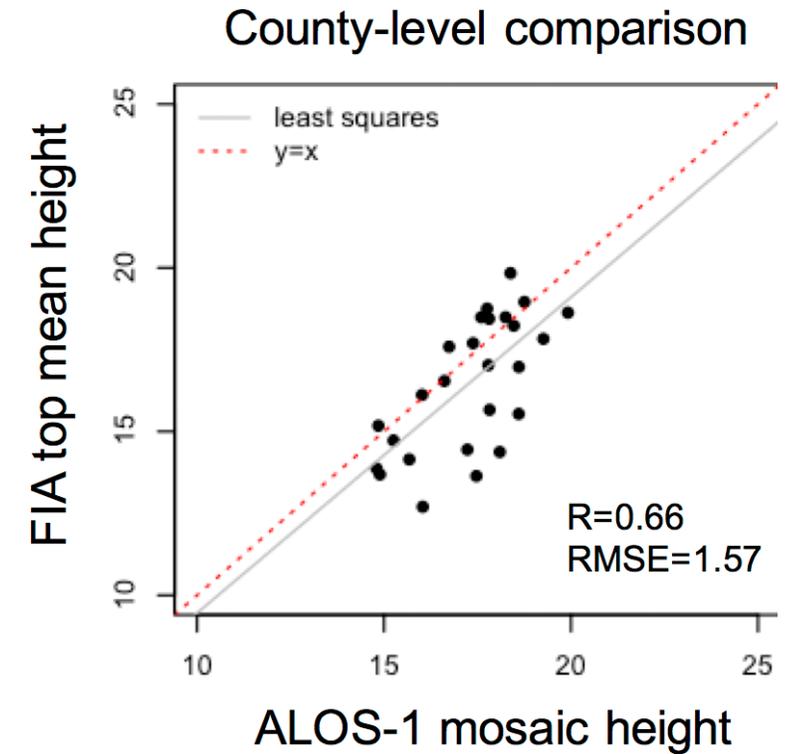
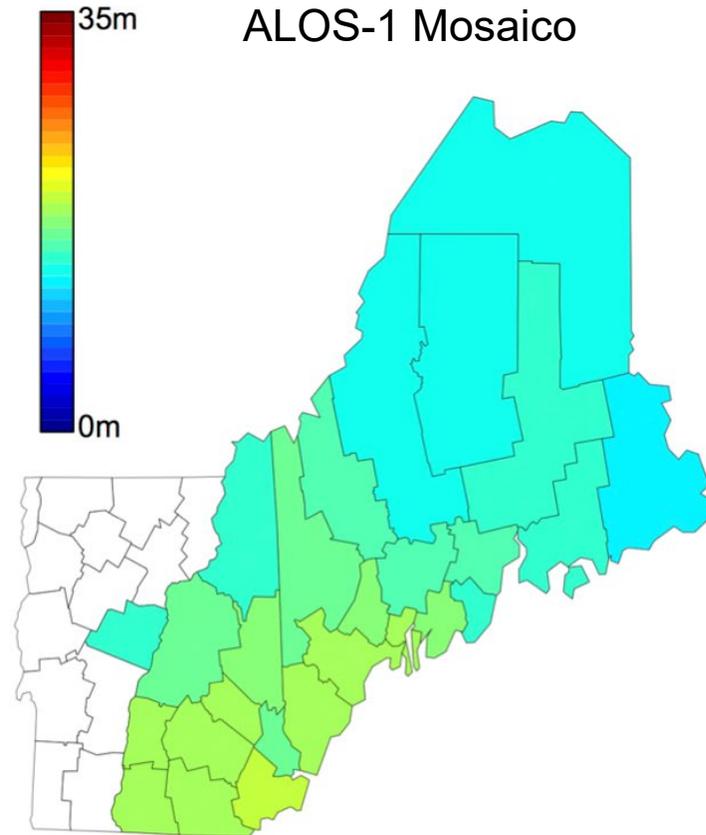
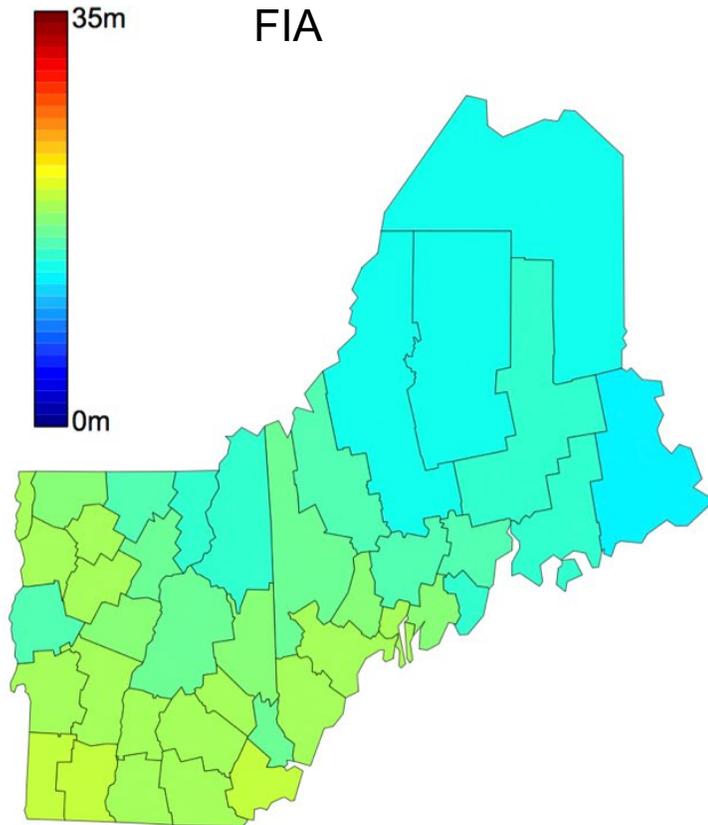
- Se utilizaron datos Lidar RH100 sobre el Bosque de Howland y correlación con ALOS-1 con mosaicos para propagar parámetros de la FSH al sitio de validación para Lidar, unos 300 km distante.
- Compare los resultados con la estimación de la FSH con una sola escena de ALOS-1 y ALOS-2.



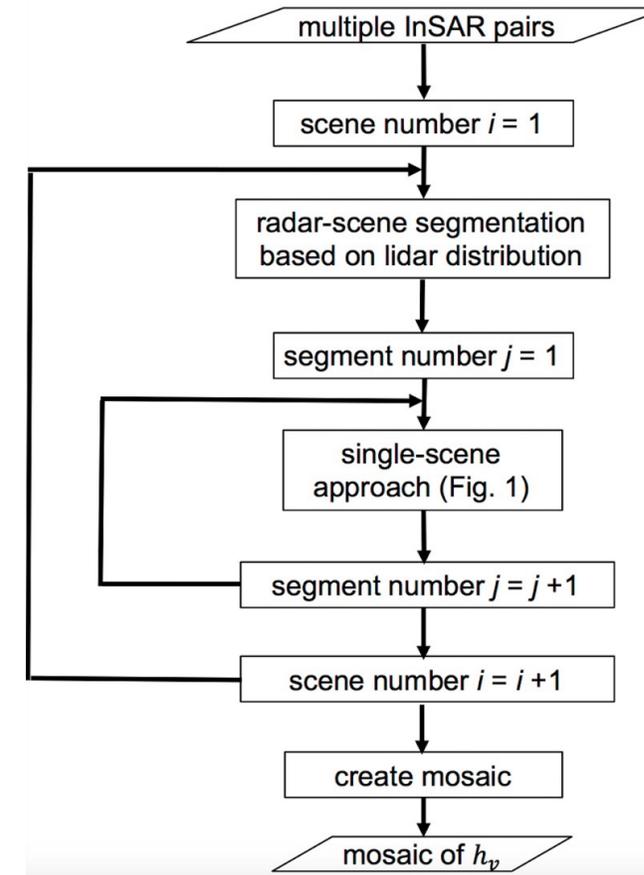


# FSH a Nivel de Condado

- La exactitud a nivel de condado (RMSE) es de 1.6 m, comparable con la exactitud de FIA



- El algoritmo es automatizado utilizando Python
- Está disponible en [github/leiyangleon/FSH](https://github.com/leiyangleon/FSH)



- Lei, Y. and Siqueira, P., 2014. Estimation of forest height using spaceborne repeat-pass L-Band InSAR correlation magnitude over the US State of Maine. Remote Sensing, 6(11), pp.10252-10285.
- Lei, Y. and Siqueira, P., 2015. An automatic mosaicking algorithm for the generation of a large-scale forest height map using spaceborne repeat-pass InSAR correlation magnitude. Remote Sensing, 7(5), pp.5639-5659.



# Para Encontrar Datos

**EARTHDATA** Other DAACs ▾ Feedback ⓘ

**ASF** Data Search **Vertex**

Search Type: Geographic Dataset: ALOS PALSAR Area of Interest: WKT POLYGON((-76.852 0.407 Start Date: End Date: Filters: 250 of 4,128 Files

File Types: L1.0,L1.1 Beam Modes: FBD

Map Projection: Zoom: View: Area of Interest: Selection Shape: lat 03.4979° lon -64.9319°

250 Scenes (250 of 4,128 Files) Scene Detail 1 File

	<b>ALPSRP248720040</b> September 25 2010 03:33:23	0/1	<b>ALOS PALSAR</b> • L-Band Start Time • 09/25/10, 03:33:23 Beam Mode • FBD Path • 142 Frame • 40 Flight Direction • ASCENDING		<b>Level 1.0</b> 427.35 MB	
	<b>ALPSRP248720030</b> September 25 2010 03:33:15	0/1				

Uno puede encontrar datos ALOS de paso repetido en el Alaska Satellite Facility Vertex Search Engine

[vertex.daac.asf.alaska.edu](http://vertex.daac.asf.alaska.edu)

Las mejores escenas para utilizar son las ALOS-1 FBD (doble polarización) que están cerca en el tiempo entre sí

(aunque ALOS-1 duró de 2006 a 2011 está disponible gratis y es una buena aproximación para datos ALOS-2y NISAR)





# Para Encontrar Datos

**EARTHDATA** Other DAACs - Feedback

ASF Data Search Vertex

Search Type: Geographic Dataset: ALOS PALSAR Area of Interest: WKT Start Date: End Date: Filters: 250 of 24 Files

Path: 142 - 142 Frame: 40 - 40 File Types: L1.0,L1.1 Beam Modes: FBD

Map Projection: Zoom: View: Area of Interest: Selection Shape: lat 11.9685° lon -64.5778°

12 Scenes (24 of 24 Files) Scene Detail 2 Files

<b>ALPSRP228590040</b> May 10 2010 03:34:57	0/2
<b>ALPSRP195040040</b> September 22 2009 03:35:45	0/2
<b>ALPSRP188330040</b> August 07 2009 03:35:34	0/2
<b>ALPSRP181620040</b> June 22 2009 03:35:16	0/2
<b>ALPSRP134650040</b> August 04 2008 03:31:10	0/2
<b>ALPSRP127940040</b>	0/2

**ALPSRP248720040**

ALOS PALSAR • L-Band

Start Time • 09/25/10, 03:33:23

Beam Mode • FBD

Path • 142

Frame • 40

Flight Direction • ASCENDING

Polarization • HH+HV

Off Nadir Angle • 34.3

Faraday Rotation • 2.493463

Absolute Orbit • 24872

Matching Frames • 21

Data courtesy of JAXA/METI

[Baseline Tool](#) [Citation](#) [More Like This](#)

Accessing this data requires you to log in. Some datasets also require a proposal, or agreement with a EULA which is presented after log in.

> **Level 1.1 Complex**

1.14 GB

> **Level 1.0**

427.35 MB

Se puede descargar datos Nivel 1.0 o Nivel 1.1 y procesarlos más aún para producir interferogramas usando

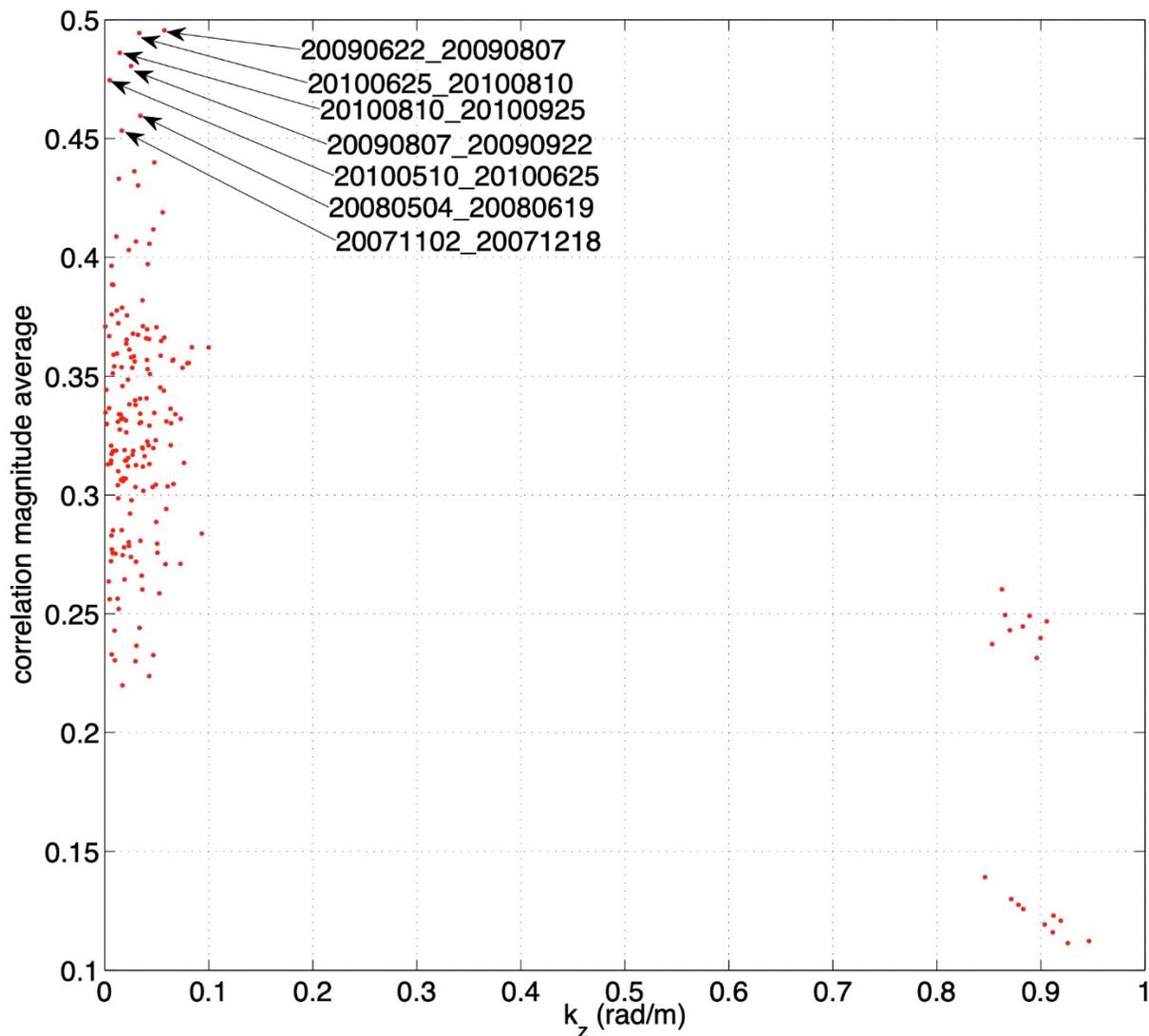
- ISCE
- ROI\_PAC
- Gamma
- SARscape
- Otros

Para esto, es preferible utilizar ISCE





# Calcular Coherencia de Escena Promediada (Scene-Averaged Coherence)



De 12 archivos elegidos, hay 66 combinaciones posibles (12 elija 2) para hacer interferogramas.

Hemos elegido esos interferogramas que tenían el mayor valor de magnitud de correlación (coherencia).

Aquí mostramos una colección de interferogramas semejantes

2009: 22 de junio y 7 de agosto

2010: 25 de junio y 10 de agosto

2010: 10 de agosto y 25 de octubre

2009: 7 de agosto y 22 de septiembre

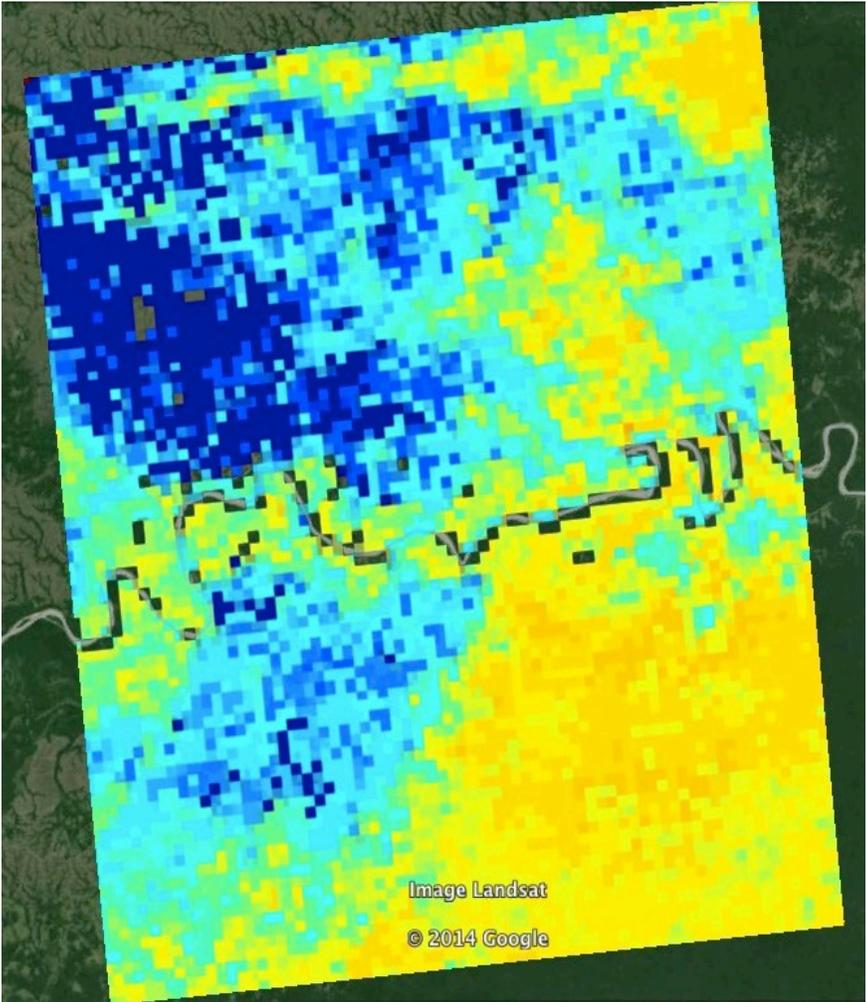
2010: 10 de mayo y 25 de junio

2008: 4 de mayo y 19 de junio

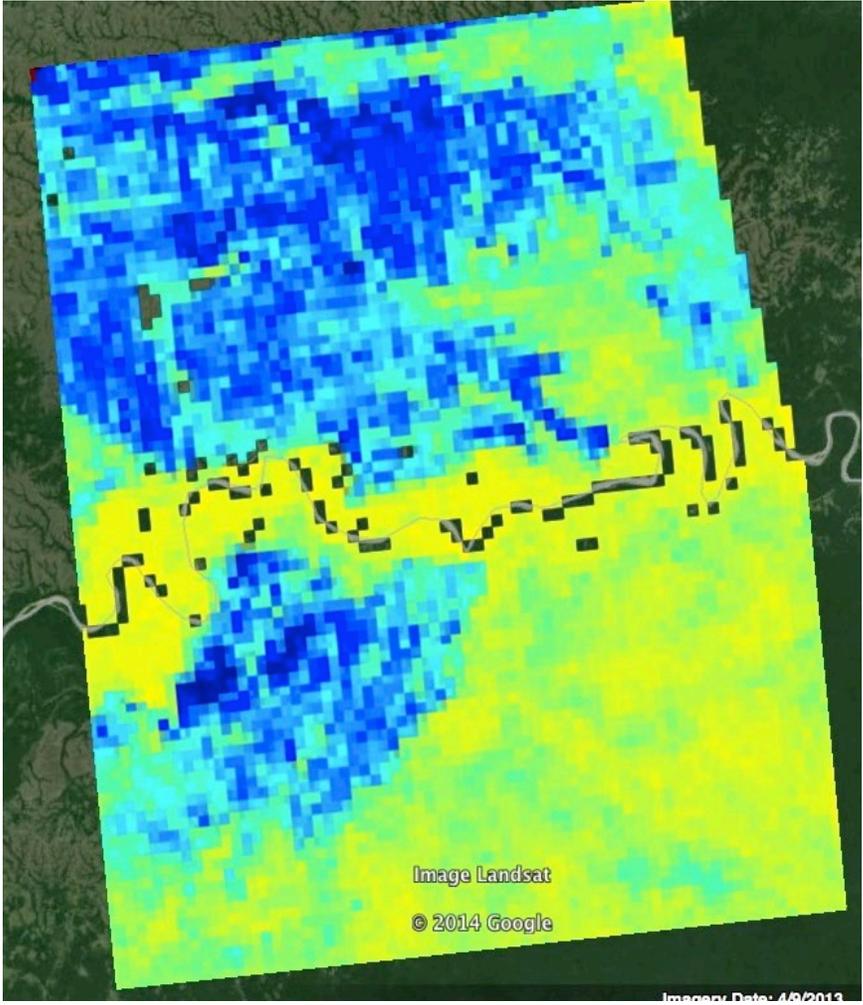
2007: 2 de noviembre y 18 de agosto



### ICESAT

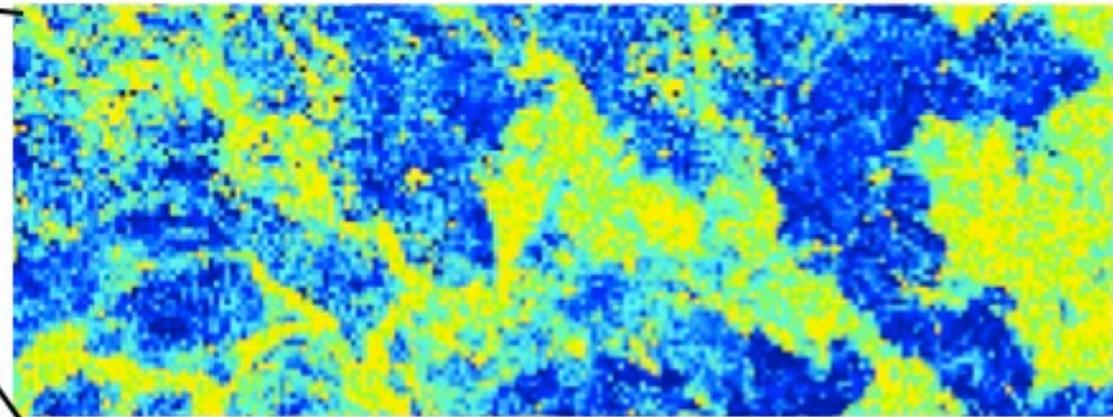
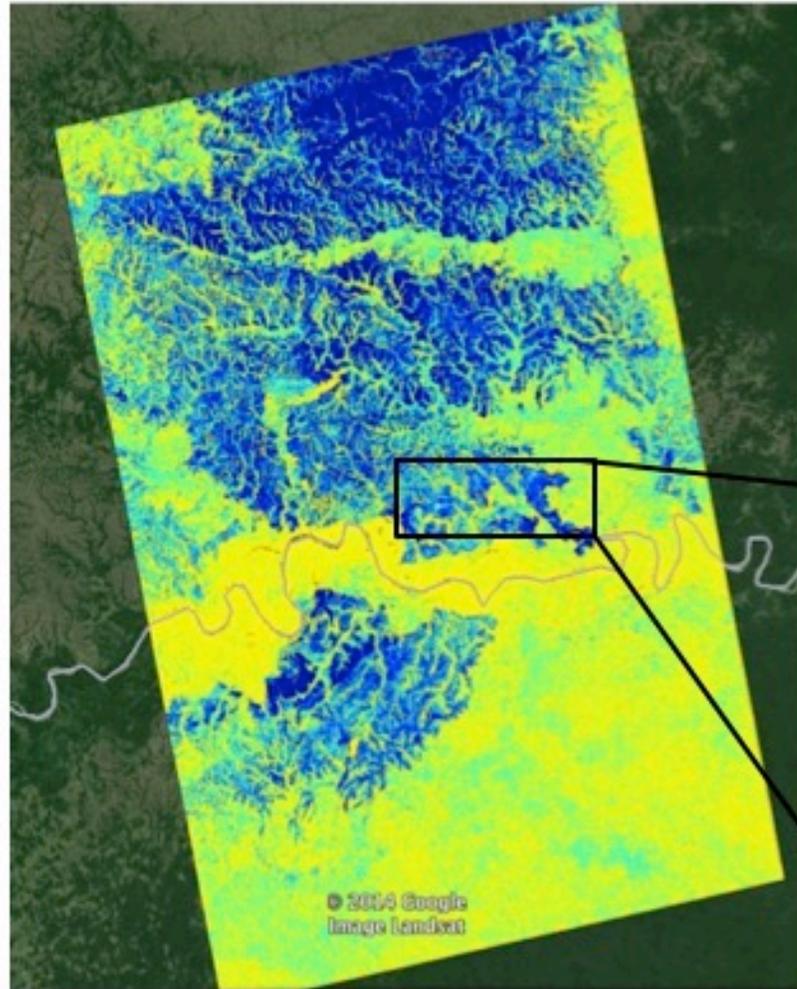


### Correlación ALOS-1





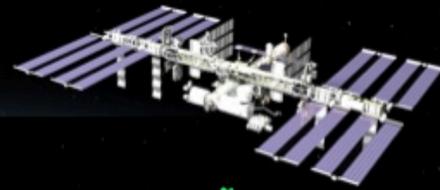
# Resolución Mejorada Comparado con ICESAT



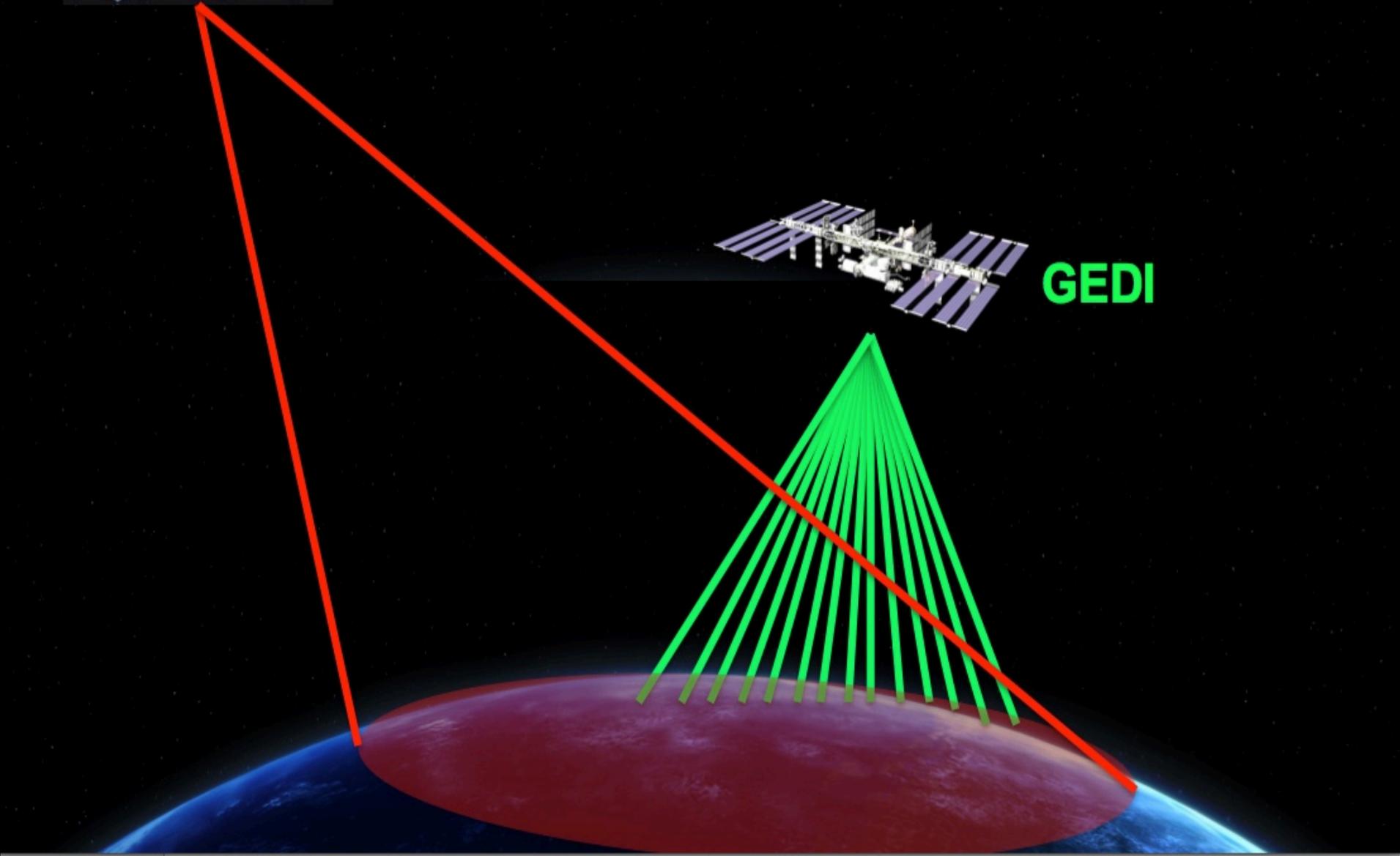
¿Qué sigue? Fusión de NISAR y GEDI



**NISAR**

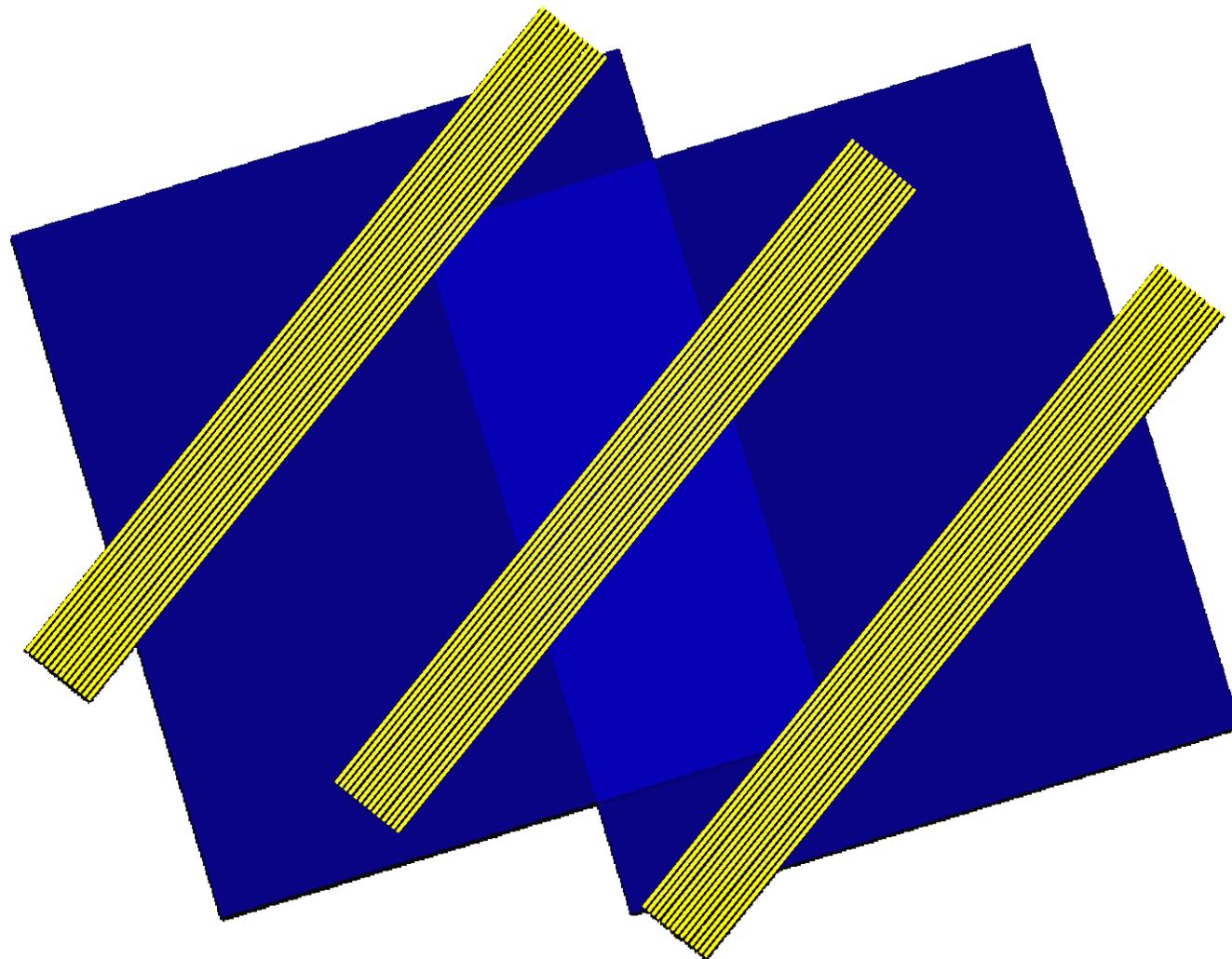


**GEDI**



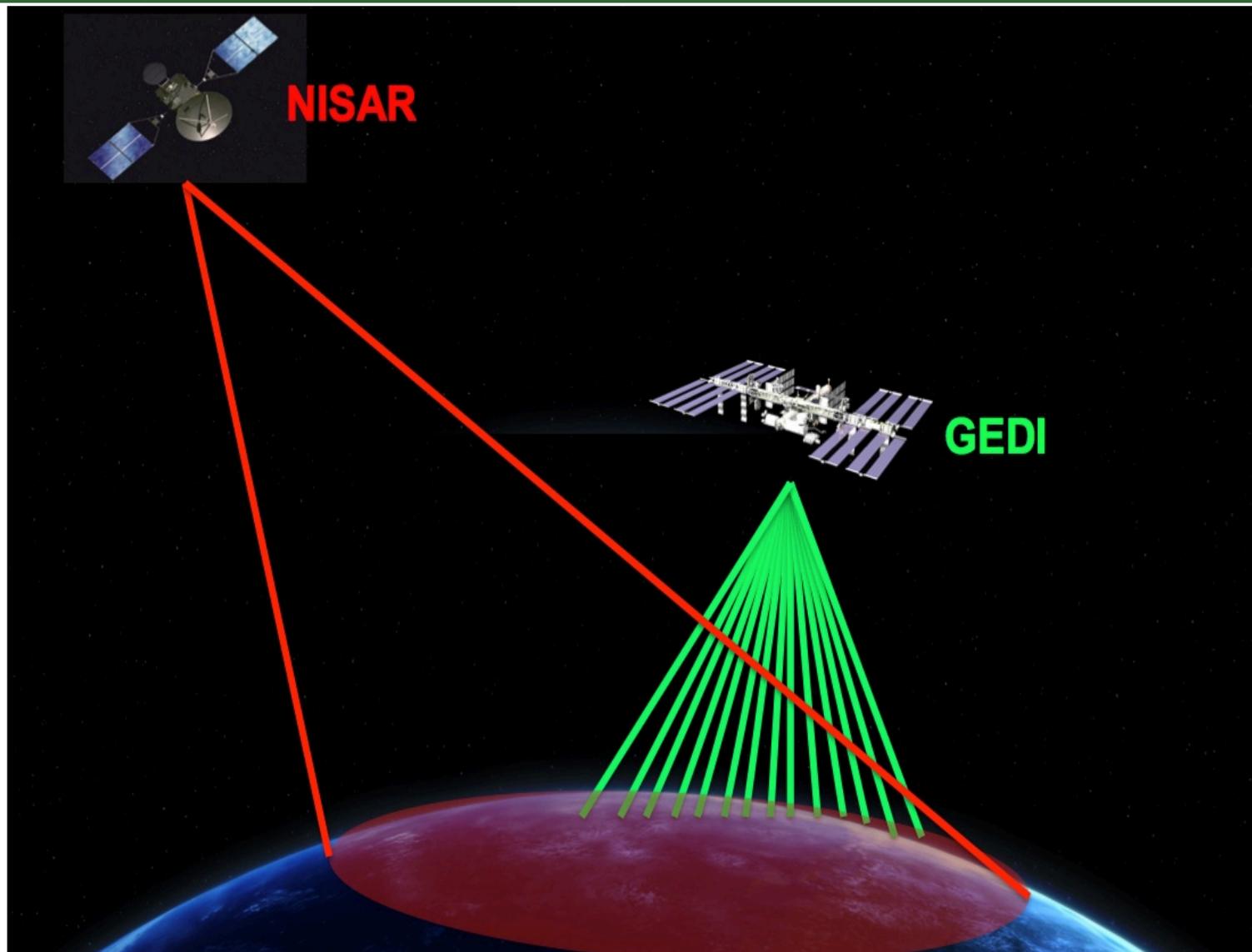


# Combinación de Datos ALOS/NISAR y GEDI





# FSH desde Sistemas Espaciales





# Cómo Encontrar Datos para la Demostración

Other DAACs - Feedback ?

ASF Data Search Vertex

Search Type: Geographic | Dataset: ALOS PALSAR | Area of Interest - WKT: POLYGON((-68.7545 45.1) | Filters: 250 of 283 Files | SEARCH

Map Projection | Zoom | View | Area of Interest | Selection Shape

lat 46.3612° lon -64.4942°

Map labels: Bathurst, Edmundston, Québec, Presque Isle, New Brunswick, Prince Edward Island, Fredericton, Moncton, Saint John, Maine, Windsor, Digby, Halifax, Bangor, Bar Harbor, Vermont, New Hampshire, Lewiston, Portland, Concord, Manchester, York.

This website uses cookies to ensure you get the best experience on our website. [Learn more](#) | Dismiss

- Level 1.0
- Level 1.1 Complex
- Level 1.5 Image
- Low-Res Terrain Corrected
- Hi-Res Terrain Corrected
- GoogleEarth KMZ

- DSN
- FBS
- FBD
- PLR
- WB1
- WB2

Use la selección de "Filters" para encontrar datos de Nivel 1.0 y FBD (polarización dual).

Puede utilizar filtros adicionales para seleccionar solo una escena.

Path and Frame Filters			
Path Start	Path End	Frame Start	Frame End
119	119	890	890



# Cómo Encontrar Datos para la Demostración

Se puede visualizar un área con todas las escenas que cumplen con estos criterios en el mapa.

The screenshot shows the EarthData ASF Data Search Vertex interface. At the top, there are navigation and search options. The search criteria are set to: Search Type: Geographic, Dataset: ALOS PALSAR, Area of Interest: WKT POLYGON((-68.7454 44.9). The search results show 250 of 10 Files. The map displays the Northeastern United States, including parts of Vermont, New Hampshire, Maine, New Brunswick, and Prince Edward Island. A red polygon highlights a specific area in Maine, near the border with New Brunswick. The map includes various geographical features like rivers, lakes, and cities. The interface also includes a toolbar with map controls and a footer with a cookie notice and a 'Dismiss' button.





# Demostración de Cómo Encontrar Datos

O se puede visualizar una lista de imágenes de mirada rápida y también se puede usar un carrito de compras para recolectar y descargar estos archivos.

Note que los archivos pueden ser bastante grandes (437.95 MB aquí).

Si hay 10 de estos archivos, eso significa 4.4 GB.

The screenshot shows the NASA EarthData ASF Data Search interface. At the top, there are navigation elements like 'Other DAACs', 'Feedback', and a search bar. The search criteria are set to 'Geographic', 'ALOS PALSAR', and a specific polygon area. A list of 10 SAR scenes is displayed on the left, each with a thumbnail and metadata. The right pane shows the details for the selected scene 'ALPSRP252070890', including its start time, beam mode, path, frame, flight direction, polarization, off-nadir angle, faraday rotation, absolute orbit, and matching frames. A thumbnail of the SAR image is also visible. At the bottom, there are buttons for 'Baseline Tool', 'Citation', and 'More Like This'. A footer note states that accessing this data requires logging in and possibly a proposal or EULA agreement.





- La entrada básica para el algoritmo de la FSH es la magnitud de correlación derivada de un interferograma de paso repetido.
- Cuando se usa ISCE y ROI\_PAC, se llama “[topophase.cor.geo](#)”
- Para descargar e instalar ISCE, vaya a la página web: <https://github.com/isce-framework/isce2>

### ISCE2

**PASSED**

This is the Interferometric synthetic aperture radar Scientific Computing Environment (ISCE). Its initial development was funded by NASA's Earth Science Technology Office (ESTO) under the Advanced Information Systems Technology (AIST) 2008 and is currently being funded under the NASA-ISRO SAR (NISAR) project.

THIS IS RESEARCH CODE PROVIDED TO YOU "AS IS" WITH NO WARRANTIES OF CORRECTNESS. USE AT YOUR OWN RISK.

This software is open source under the terms of the the Apache License. Its export classification is 'EAR99 NLR', which entails some restrictions and responsibilities. Please read the accompanying LICENSE.txt and LICENSE-2.0 files.

ISCE is a framework designed for the purpose of processing Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) data. The framework aspects of it have been designed as a general software development framework. It may have additional utility in a general sense for building other types of software packages. In its InSAR aspect ISCE supports data from many space-borne satellites and one air-borne platform. We continue to increase the number of sensors supported. At this time the sensors that are supported are the following: ALOS, ALOS2, COSMO\_SKYMED, ENVISAT, ERS, KOMPSAT5, RADARSAT1, RADARSAT2, RISAT1, Sentinel1, TERRASARX, and UAVSAR.

Aquí puede encontrar materiales adicionales sobre ISCE

<https://www.unavco.org/education/professional-development/short-courses/course-materials/insar/2016-insar-isce-giant-course-materials/2016-insar-isce-giant-course-materials.html>





- Una vez que descargue e instale ISCE, debe crear interferogramas
- Empiece por editar el archivo `stripmapApp.xml`

```
<stripmapApp>
<component name="stripmapApp">
  <property name="sensor name">ALOS</property>
  <component name="Master">
    <property name="IMAGEFILE">
      /home/jovyan/siqueira_notebooks/ALOS_Colombia_data/ALPSRP242010040-L1.0/IMG-HV-ALPSRP242010040-H1.0__A
    </property>
    <property name="LEADERFILE">
      /home/jovyan/siqueira_notebooks/ALOS_Colombia_data/ALPSRP242010040-L1.0/LED-ALPSRP242010040-H1.0__A
    </property>
    <property name="OUTPUT">20100925</property>
  </component>
  <component name="Slave">
    <property name="IMAGEFILE">
      /home/jovyan/siqueira_notebooks/ALOS_Colombia_data/ALPSRP248720040-L1.0/IMG-HV-ALPSRP248720040-H1.0__A
    </property>
    <property name="LEADERFILE">
      /home/jovyan/siqueira_notebooks/ALOS_Colombia_data/ALPSRP248720040-L1.0/LED-ALPSRP248720040-H1.0__A
    </property>
    <property name="OUTPUT">20100810</property>
  </component>
</component>
</stripmapApp>
```

- Ejecute tecleando la línea (o Python): `stripmapApp.py stripmapApp.xml`

→ Esto puede tardar en ejecutarse

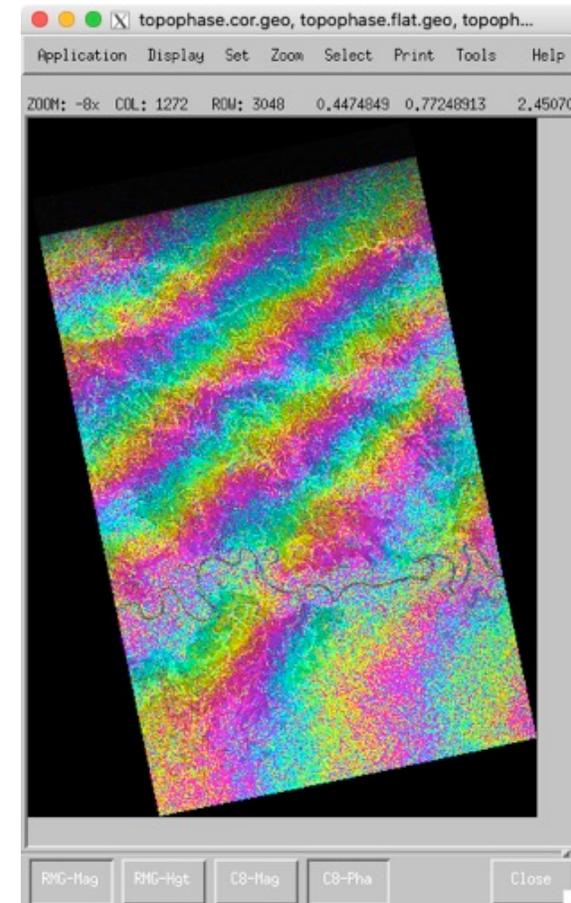
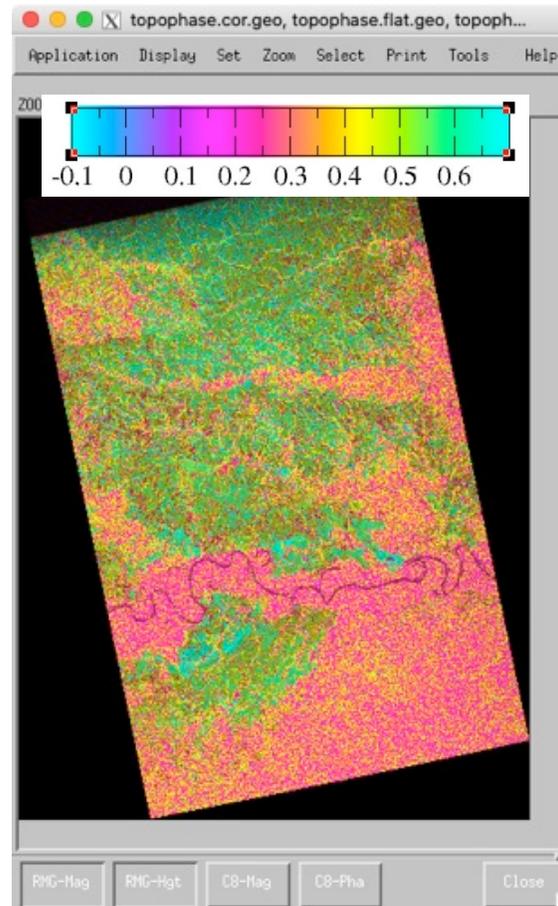
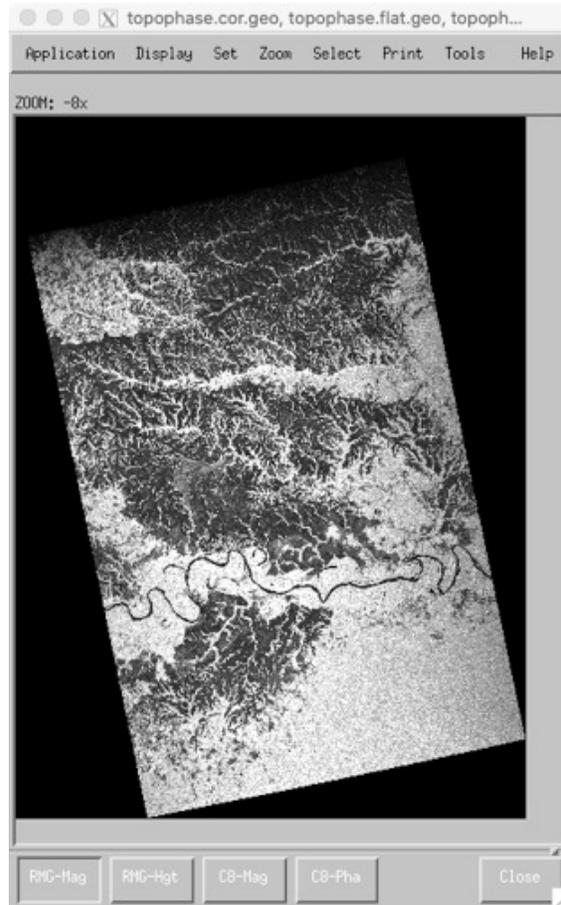




## Datos de Salida del Procesamiento con ISCE2

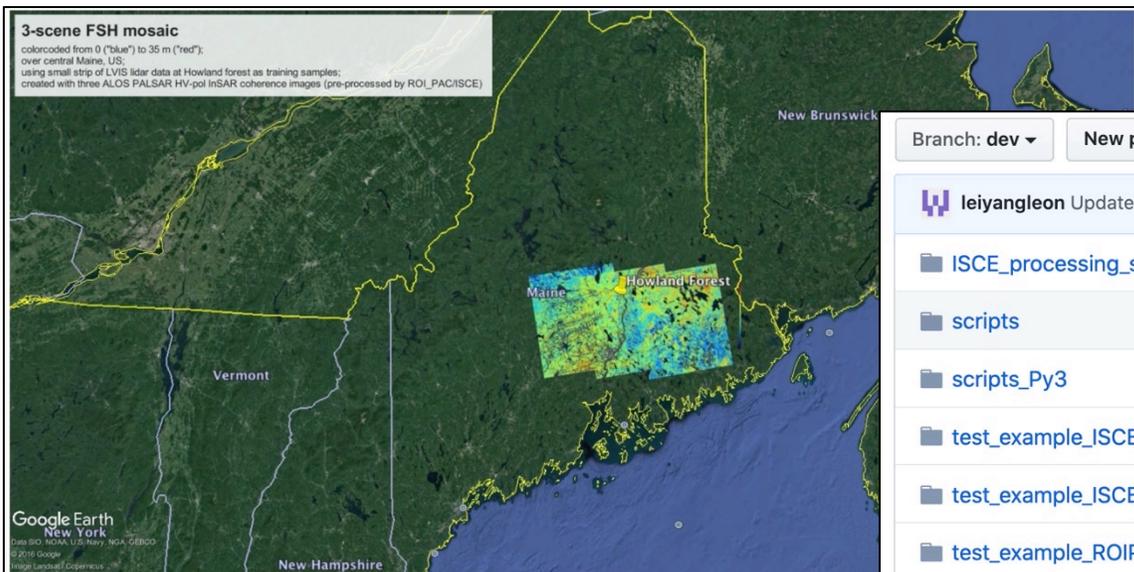
- Utilice la herramienta de ISCE2, `mdx`, para ver los archivos:

```
mdx -s 3026 topophase.cor.geo -rmg topophase.flat.geo -c8
```





- O descargue un subconjunto de estos archivos y los scripts de FSH de GitHub: [github.com/leiyangleon/FSH](https://github.com/leiyangleon/FSH)



Branch: dev ▾ New pull request

Create new file Upload files Find file **Clone or download ▾**

leiyangleon Update update.md Latest commit 4cac585 15 hours ago

ISCE_processing_scripts	Add files via upload	2 months ago
scripts	← Update mean_wo_nan.py	17 hours ago
scripts_Py3	← Update mean_wo_nan.py	16 hours ago
test_example_ISCE_insarApp	Update NOTES_ISCE_insarApp.txt	2 months ago
test_example_ISCE_stripmapApp	← Update NOTES_ISCE_stripmapApp.txt	2 months ago
test_example_ROIPAC	Update NOTES_ROIPAC.txt	2 months ago

## Forest Stand Height (FSH) Python Scripts

- Windows (Anaconda Prompt)
- Linux
- OSX

This software performs the automated forest height inversion and mosaicking from spaceborne repeat-pass L-band HV-pol InSAR correlation magnitude data (e.g. JAXA's ALOS-1/2, and the future NASA-ISRO's NISAR) that have been pre-processed by JPL's ROI\_PAC and/or ISCE programs.

Produced by the University of Massachusetts Microwave Remote Sensing Laboratory.

Yang Lei, ([ylei@caltech.edu](mailto:ylei@caltech.edu), [leiyangfrancis@gmail.com](mailto:leiyangfrancis@gmail.com)), Paul Siqueira ([siqueira@umass.edu](mailto:siqueira@umass.edu)).

Aquí encontrará las carpetas: • **scripts**, • **scripts\_Py3**  
 y • **test\_example\_ISCE\_stripmapApp**





- Dentro del directorio de datos, `test_example_ISCE_stripmapApp`, teclee el siguiente comando (indicado también en la página de GitHub)

```
python3 /Users/siqueira/Downloads/FSH-Master/scripts_Py3/forest_stand_height.py \  
3 2 2 5 "linkfile.txt" \  
"flagfile.txt" \  
"Howland_LVIS_NaN.tif" \  
"Maine_NLCD2011_nonwildland.tif" \  
"/Users/siqueira/Downloads/test_example_ISCE_stripmapApp/" \  
"gif json kml mat tif" --flag_proc=1
```

(o puede editar un archivo, `test_script.sh`, y ejecutarlo según sea necesario)

Hay varios archivos aquí que puede ver

- `Linkfile.txt` (un archivo sencillo indicando cuáles escenas están vinculadas entre sí)
- `Flagfile.txt` (un archivo de texto que informa números de índice, nombres de escenas y nombres de directorios)
- `Howland_LVIS_NAN.tif` (geotiff de alturas del bosque medidas de lidar, validación en el suelo, u otras)
- `Main_NLCD2011_nonwildland.tif` (una máscara de clasificación simple para remover cuerpos de agua y ciudades)



### Linkfile.txt

2 1  
2 3

### Flagfile.txt

001 890\_120\_20070727\_HV\_20070911\_HV 070727 070911 890 120 HV  
002 890\_119\_20070710\_HV\_20071010\_HV 070710 071010 890 119 HV  
003 890\_118\_20070808\_HV\_20070923\_HV 070808 070923 890 118 HV

```
[boreal 233 ] test_example_ISCE_stripmapApp : test_script.sh
```

```
Namespace(N_pairwise=20, N_self=10, Nd_pairwise=20, Nd_self=10, bin_size=100, edges=2, ...
```

```
19:36:00
```

```
auto_tree_height_many finished at 19:36:09
```

```
1 edge file(s) created at 19:42:07
```

```
2 edge file(s) created at 19:48:44
```

```
intermediate() complete - overlap areas calculated at 19:51:23
```

```
.... some intermediate updates ....
```

```
auto_mosaicking_new finished at 19:53:13
```

```
write_deltaSC completed at 19:53:13
```

```
all tree height map files written at 20:02:19
```

- Archivos de salida en varios formatos estándar

kml      geotiff      json      matlab      gif

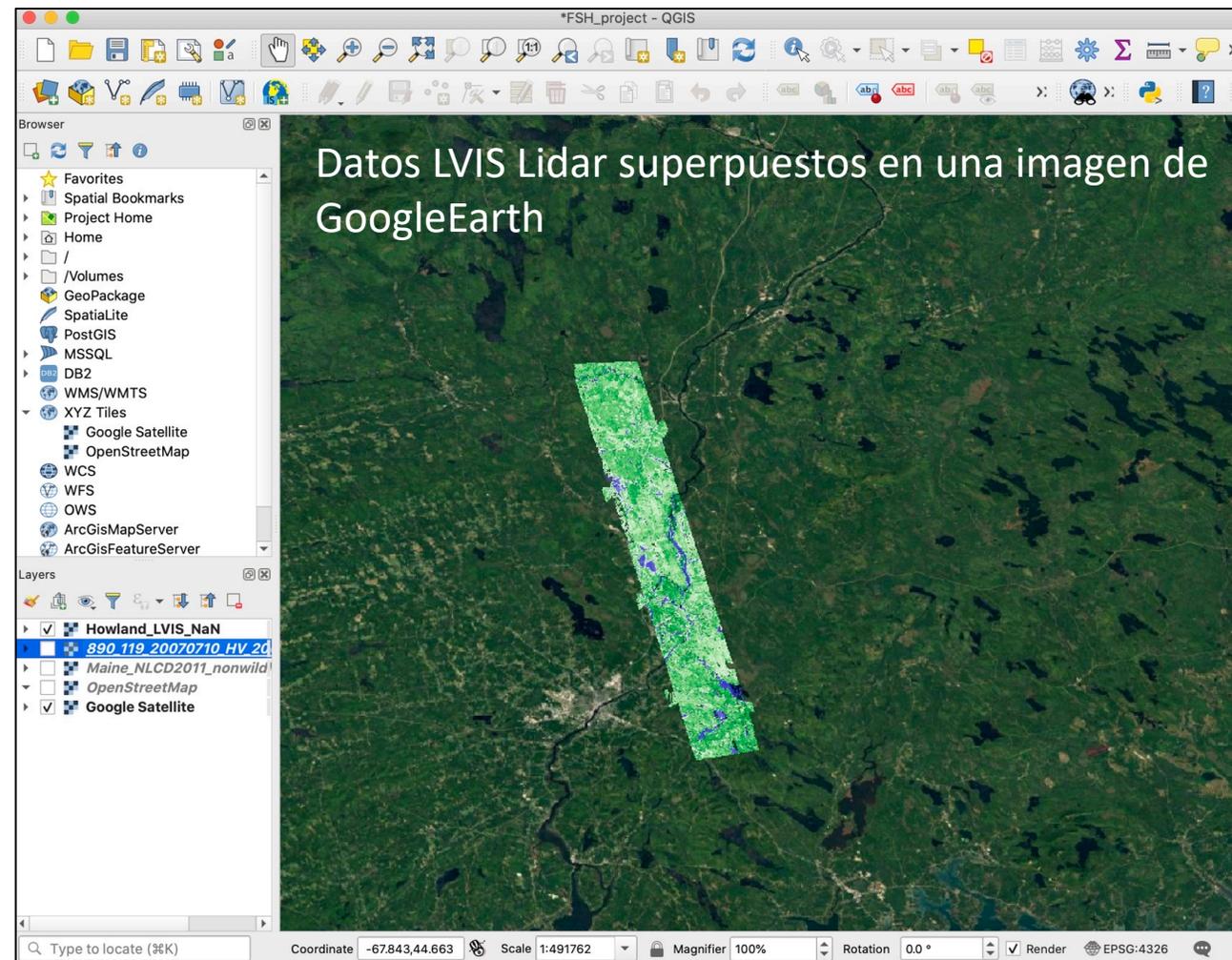
- Puede encontrar los archivos en los directorios de datos

```
[boreal 242 ] test_example_ISCE_stripmapApp : ls f890_o119
890_119_20070710_HV_20071010_HV_fsh.json           890_119_20070710_HV_20071010_HV_fsh_255.kml
890_119_20070710_HV_20071010_HV_fsh.mat           890_119_20070710_HV_20071010_HV_fsh_255.tif      int_070710_071010
890_119_20070710_HV_20071010_HV_fsh.tif           890_119_20070710_HV_20071010_HV_geo.txt
890_119_20070710_HV_20071010_HV_fsh_255.gif       890_119_20070710_HV_20071010_HV_orig.mat
```

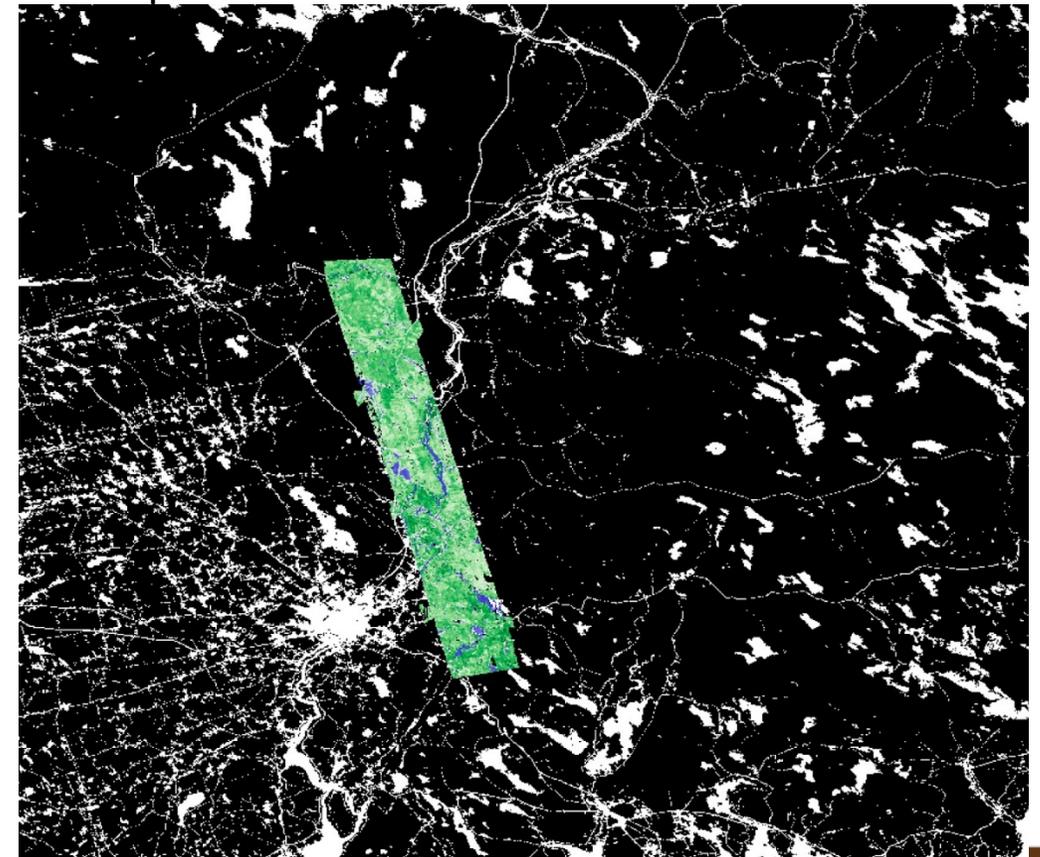
```
[boreal 243 ] test_example_ISCE_stripmapApp : more f890_o119/890_119_20070710_HV_20071010_HV_geo.txt
width: 4124
nlines: 4106
corner_lat: 45.739722
corner_lon: -69.167500
post_lat: -0.000278
post_lon: 0.000278
```

- Visualice los resultados y archivos de entrada en QGIS

- Una ilustración de algunos de los archivos intermedios visualizados en QGIS

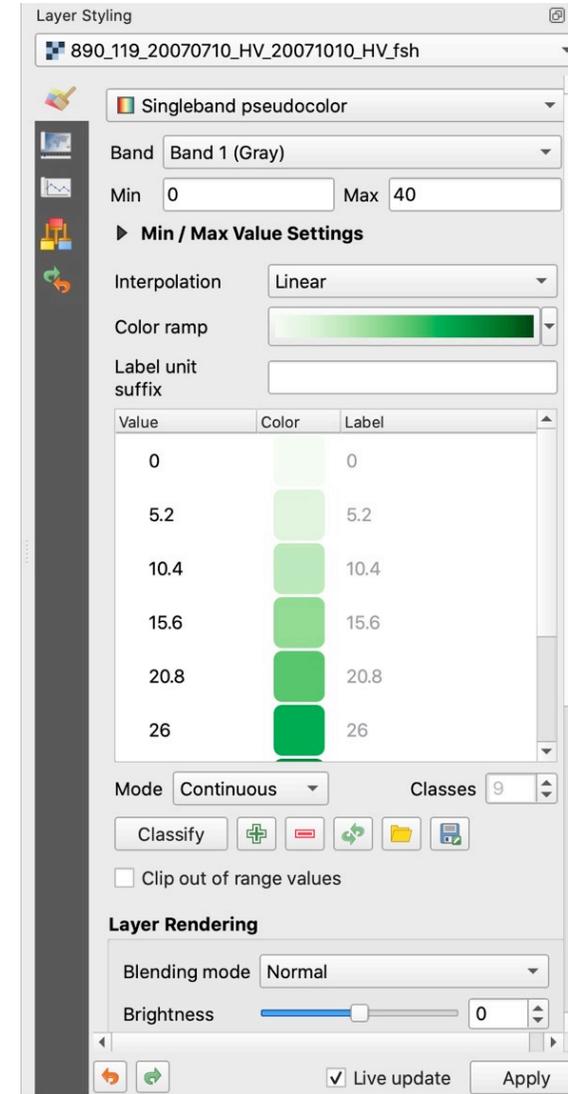
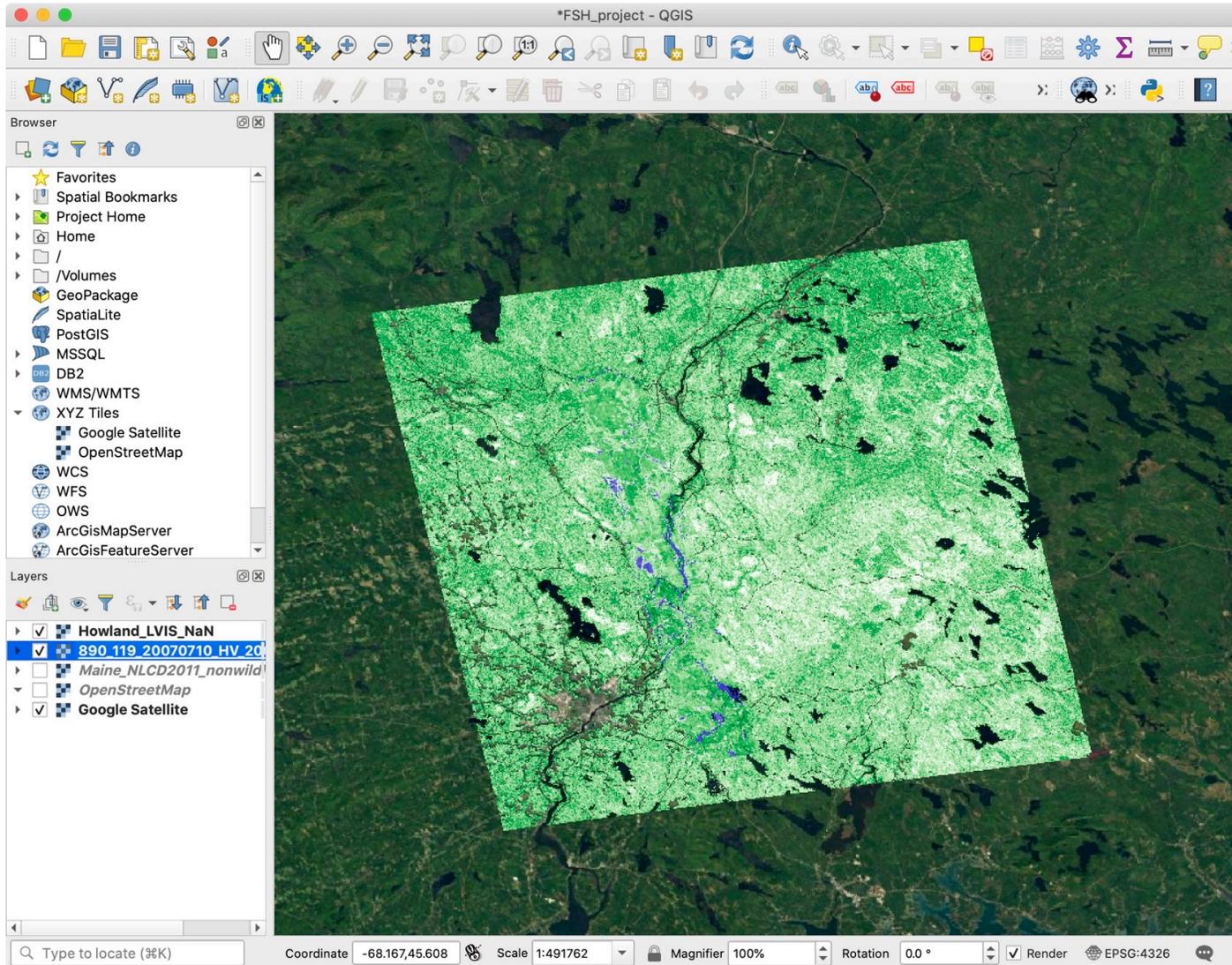


Datos LVIS Lidar superpuestos en una máscara de bosque derivada de NLCD





# Demo Archivos en QGIS





## Generation of large-scale moderate-resolution forest height mosaic with spaceborne repeat-pass SAR interferometry and lidar

Yang Lei, Paul Siqueira *Member, IEEE*, Nathan Torbick, Mark Ducey, Diya Chowdhury, and William Salas

2424

IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL. 56, NO. 4, APRIL 2018

## Detection of Forest Disturbance With Spaceborne Repeat-Pass SAR Interferometry

Yang Lei<sup>1</sup>, Richard Lucas<sup>1</sup>, *Member, IEEE*, Paul Siqueira<sup>1</sup>, *Member, IEEE*, Michael Schmidt, and Robert Treuhaft

*Remote Sens.* **2014**, 6, 10252-10285; doi:10.3390/rs61110252

OPEN ACCESS

*remote sensing*

ISSN 2072-4292

www.mdpi.com/journal/remotesensing

Article

### Estimation of Forest Height Using Spaceborne Repeat-Pass L-Band InSAR Correlation Magnitude over the US State of Maine

Yang Lei and Paul Siqueira \*

WAVES IN RANDOM AND COMPLEX MEDIA, 2017  
VOL. 27, NO. 1, 129–152  
<http://dx.doi.org/10.1080/17455030.2016.1209594>



### A physical scattering model of repeat-pass InSAR correlation for vegetation

Yang Lei<sup>a</sup>, Paul Siqueira<sup>a</sup> and Robert Treuhaft<sup>b</sup>

*Remote Sens.* **2015**, 7, 5639-5659; doi:10.3390/rs70505639

OPEN ACCESS

*remote sensing*

ISSN 2072-4292

www.mdpi.com/journal/remotesensing

Article

### An Automatic Mosaicking Algorithm for the Generation of a Large-Scale Forest Height Map Using Spaceborne Repeat-Pass InSAR Correlation Magnitude

Yang Lei and Paul Siqueira \*





# El Manual del Usuario de SAR

<https://servirglobal.net/Global/Articles/Article/2674/sar-handbook-comprehensive-methodologies-for-forest-monitoring-and-biomass-estimation>



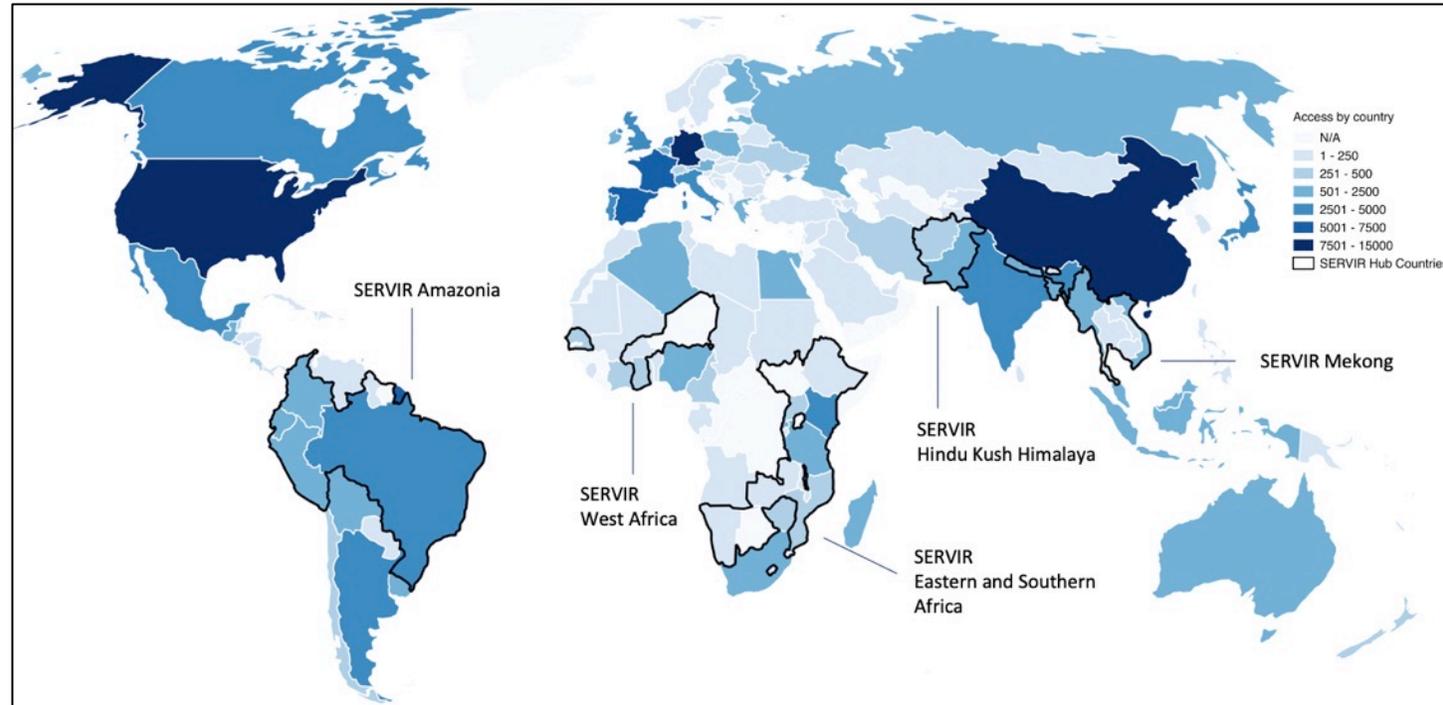
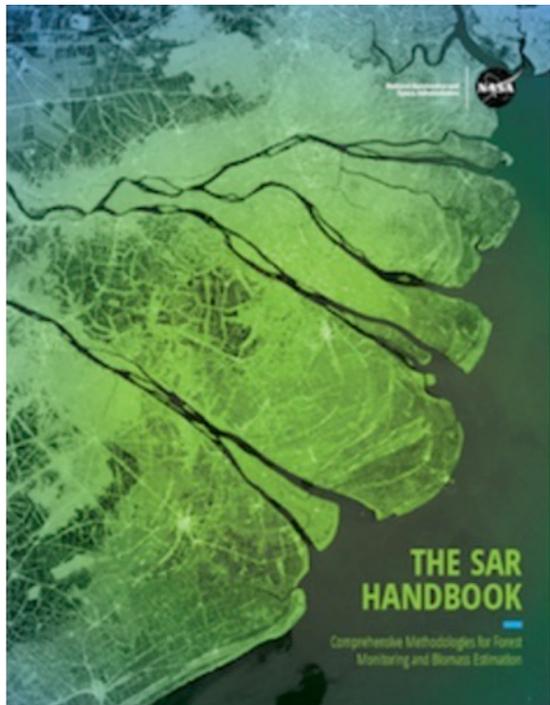
University of Massachusetts Amherst



EARTH BIG DATA  
Where Solutions Begin.



ICIMOD



Top countries by Handbook materials accessed:	
1. U.S.A.	14,280
2. Germany	9,615
3. China	8,543
4. Spain	6,142
5. France	5,175



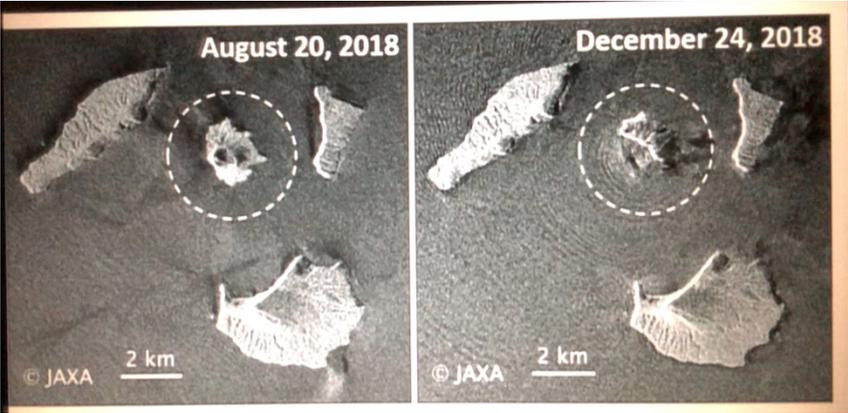
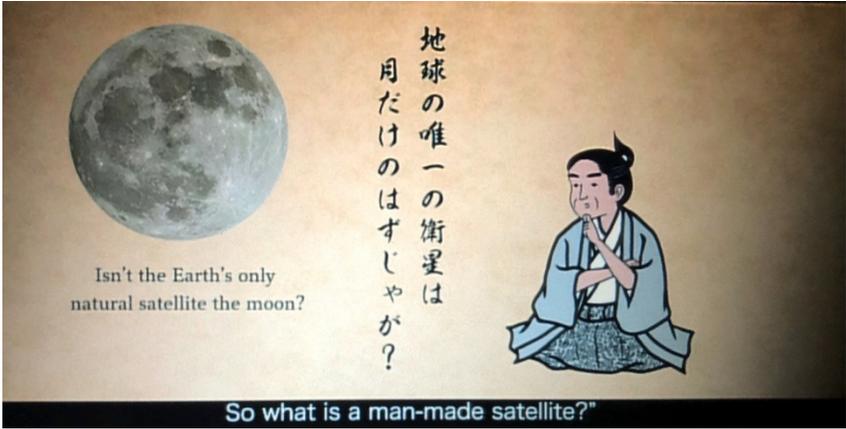


- Sabes que lo has logrado cuando tienes un video en YouTube





# Capturas de Pantalla de JAL



Japan satellites protect earth?/JAXA



Duration: 18 mins  
Genre: Documentary / Others  
Rating: NR  
Languages:  
🇯🇵 日本語  
🌐 English subtitles

Edo-era astronomer Goryu Asada looks into the role and development of JAXA's artificial satellites.

Play Movie



"Now, DAICHI's mission is done, so it has been replaced by DAICHI-2 ,





- Empezamos hablando de los diferentes niveles de uso de datos SAR
- FSH requiere SAR Interferométrico, que puede ser difícil
- FSH funciona mejor con datos HV banda-L recolectados con una línea de base espacial pequeña
- Puede encontrar datos en el DAAC (Centro de Archivo Activo Distribuido por sus siglas en inglés) del NASA Alaska Satellite Facility
- Resultados para el estado de Maine, EE.UU.
  - Error de estimación del altura RMSE < 4 m sobre rodales de 3 a 6 ha (~250 m)
  - Se creó un mosaico en gran escala (11.6 millones de ha) utilizando una pequeña pieza de las muestras de entrenamiento de LiDAR (44,000 ha)
- Se redujo aún más el error de estimación mediante 1) la producción de mosaicos, 2) un ciclo de repetición reducido y 3) el uso de una gran cantidad de muestras de LiDAR.
- Hay que estar consciente de los efectos del clima en la firma de decorrelación interferométrica
- Los softwares ISCE2 y FSH junto con datos de demostración de FSH se pueden descargar de GitHub
- Hicimos un "demo" de cómo procesar datos para estimaciones de la altura de rodales forestales (FSH)



# Preguntas

- Por favor envíe sus preguntas en la casilla para preguntas y respuestas (Q&A)
- Publicaremos las preguntas y respuestas en la página web de la capacitación después de la conclusión del curso





**Obrigado & Felicidades!**

