



Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology

Estado de Ciencia de la Misión NASA-ISRO SAR (NISAR)

Paul Rosen
Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology

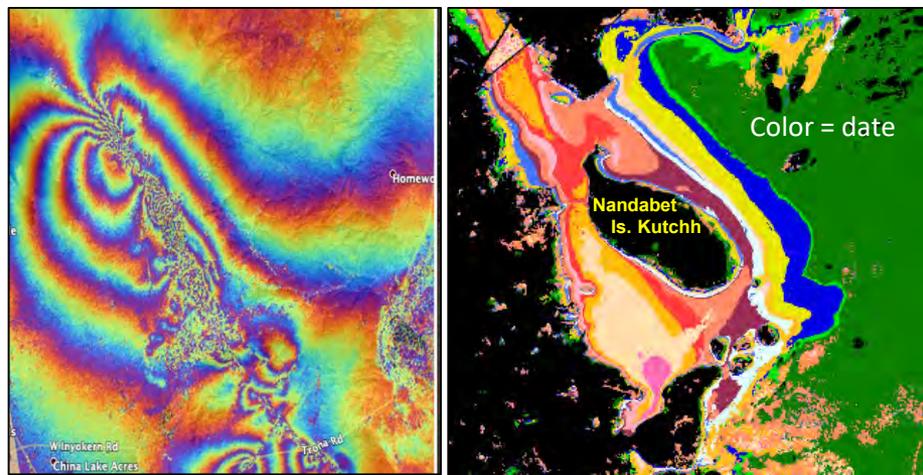
Presentador: Franz J Meyer; Equipo de Ciencia NISAR
Geophysical Institute
University of Alaska Fairbanks

Raj Kumar
National Remote Sensing Centre
Indian Space Research Organisation

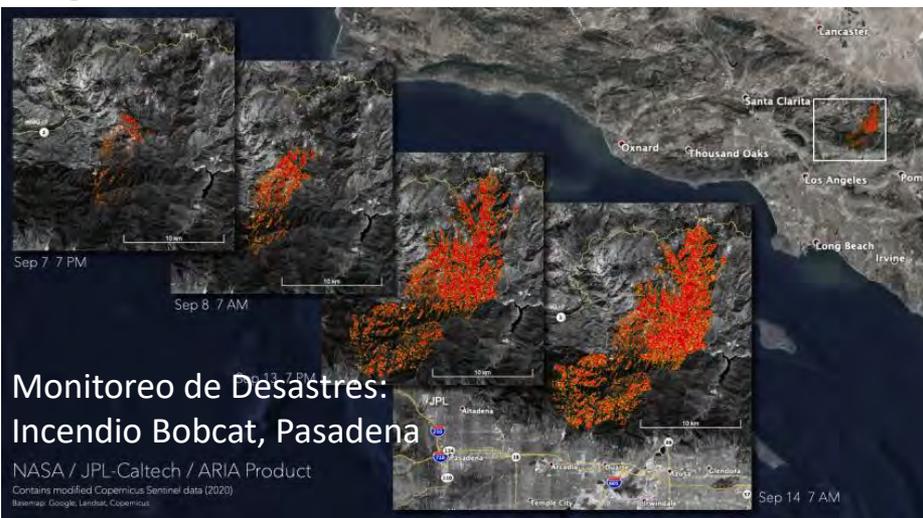
Esquema del Proyecto

- Resumen de la Misión de Radar de Apertura Sintética NASA-ISRO (NISAR)
- NISAR Ciencia y Algoritmos
- Estado de NISAR
- Algunas Visualizaciones

<http://nisar.jpl.nasa.gov>



Dinámicas de Terremotos, Inundación de humedales, India Ridgecrest



Monitoreo de Desastres:
Incendio Bobcat, Pasadena

- Dinámica del hielo: capas de hielo, glaciares y nivel del mar
 - ¿Habrá un colapso catastrófico de las principales capas de hielo, incluidas Groenlandia y la Antártida occidental, y de ser así, con qué rapidez ocurrirá?
 - ¿Cuáles serán los patrones de tiempo resultantes del aumento del nivel del mar?
 - ¿Cómo están cambiando los glaciares alpinos en relación con el clima?

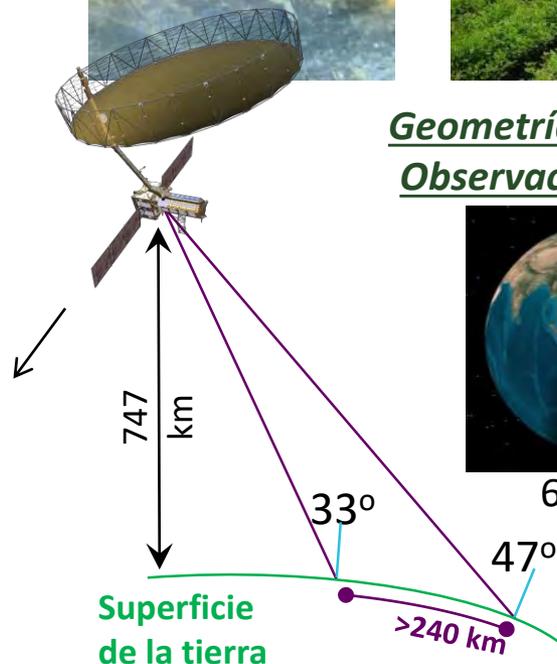
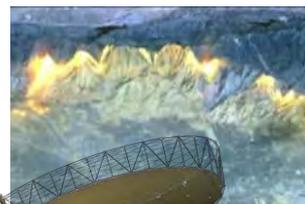
- Ecosistemas y cambio de biomasa
 - ¿Cómo se ven afectados el ciclo del carbono y los hábitats de las especies por el cambio climático y el cambio de uso de la tierra en los bosques, humedales y regiones agrícolas?
 - ¿Cuáles son los efectos de la perturbación en las funciones y servicios de los ecosistemas?

- Deformación de tierra sólida: respuesta al peligro
 - ¿Qué sistemas de fallas importantes se están acercando a la liberación de tensión a través de fuertes terremotos?
 - ¿Podemos predecir futuras erupciones de volcanes?
 - ¿Cuáles son las estrategias óptimas de teledetección para mitigar desastres y monitorear / gestionar la extracción y el uso de agua e hidrocarburos?

- Procesos costeros: India
 - ¿Cuál es el estado de los manglares importantes?
 - ¿Cómo están cambiando las costas de la India?
 - ¿Cuál es la batimetría superficial alrededor de la India?
 - ¿Cuál es la variación de los vientos en las aguas costeras de la India?

Característica NISAR :	Habilitaría:
Banda-L (24 cm longitud de onda)	Decorrelación temporal baja y penetración de vegetación
Banda-S (9.4 cm longitud de onda)	Sensibilidad a la vegetación ligera
Técnica SweepSAR con Franja de Imagen > 240 km	Recopilación global de datos
Polarimetría (Singular/Dual/Quad)	Caracterización de superficie y estimación de biomasa
Repetición exacta de 12-días	Muestreo Rápido
Resolución SAR 3 – 10 metros dependiente del modo	Observaciones a escala pequeña
Operaciones científicas de 3 años (NASA) / 5 años (ISRO)	Análisis de serie de tiempo
Control de apuntar < 273 Segundos de arco	Interferometría de deformación
Control de orbita < 500 mtrs	Interferometría de deformación
> 10% (S) / 50% (L) ciclo de trabajo de observación	Cobertura completa de tierra y hielo
Apuntar solo a la izquierda (Capacidad der./izq.)	Serie de tiempo sin interrupción Usar Sentinel-1 para el Ártico

NISAR Capturará la tierra en movimiento de manera única

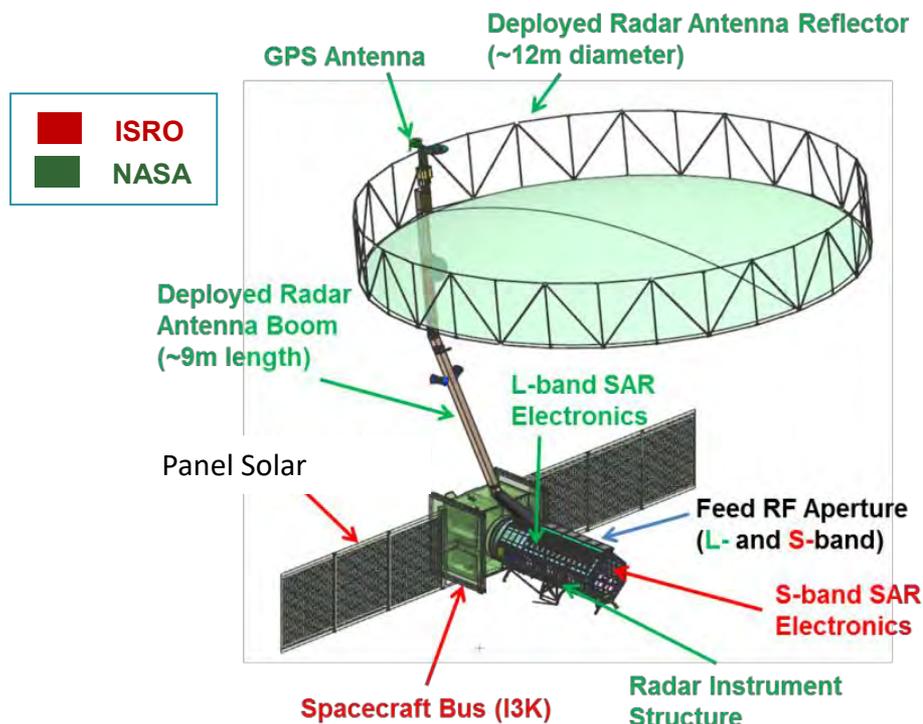


Geometría de Observación



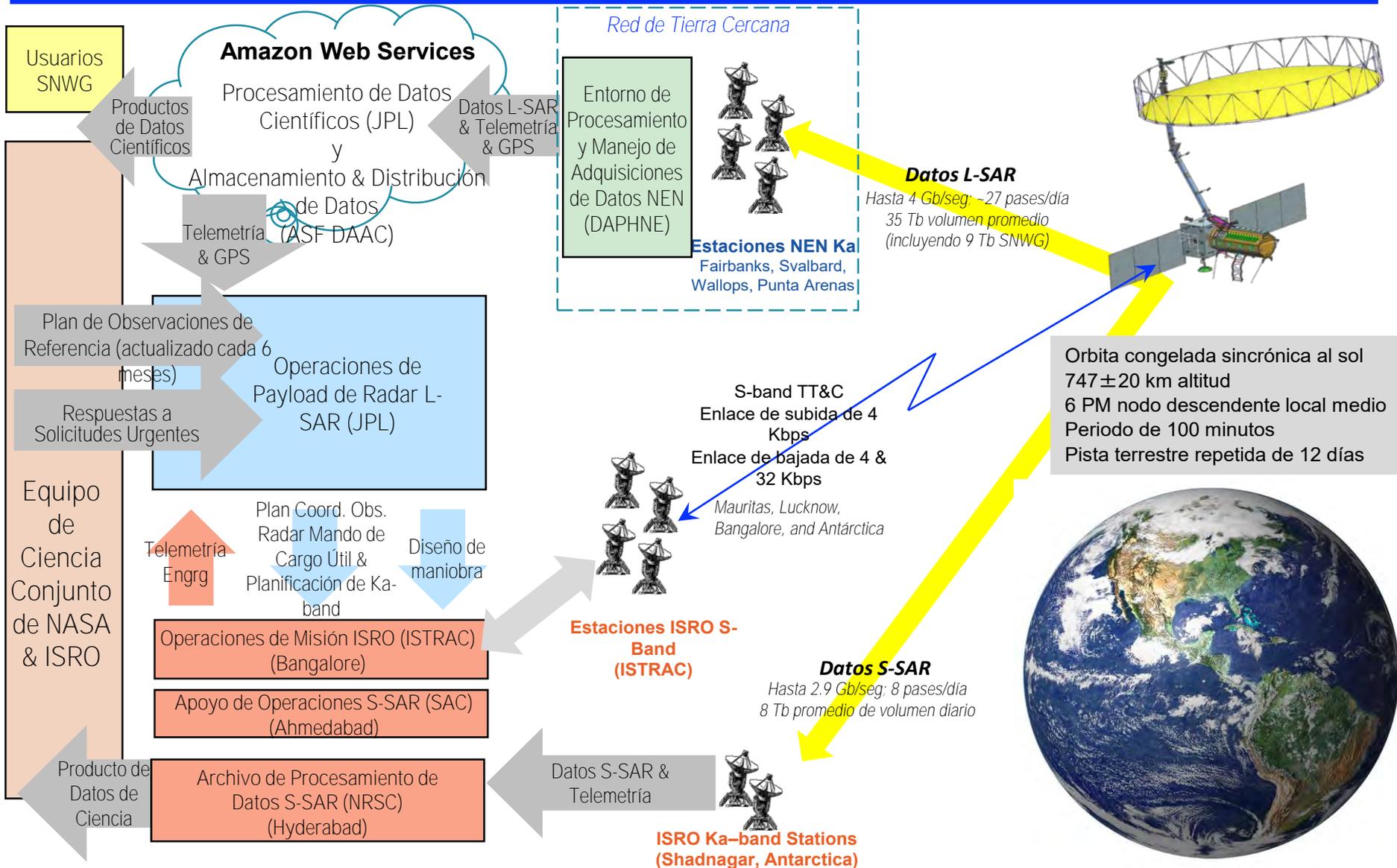
6 AM / 6 PM

Integración cercano con colaborador internacional



	Mass (kg)	Power (W)
Spacecraft Mainframe	920	1312
Engineering Payload	134	640
L-SAR	283	1515
S-SAR	314	2757
Common Instrument Structure	466	
Reflector and Boom	292	
Propellant	269	
Total	2678	6224

NASA Proporciona:	ISRO Proporciona:
<ul style="list-style-type: none"> L-band SAR Estructura P/L structure compartida & reflector y boom de 12m 	<ul style="list-style-type: none"> S-band SAR S-SAR manejo de datos baseband (BDH)
<ul style="list-style-type: none"> Carga útil de ingeniería <ul style="list-style-type: none"> GPS, Poder & Pyro Sistema de Datos Payload con grabador 12 Tb Sistema de banda-Ka de tasa alta compatible con NEN 	<ul style="list-style-type: none"> Spacecraft Bus (I3K) Sistema de banda-Ka de tasa alta y compatible con ISRO Observatorio I&T Vehículo de lanzamiento GSLV
Planeamiento de observaciones de radar integradas y operaciones	Operaciones de nave espacial (enlace de subida de mando, telemetría y trazo)
Enlace de bajada para datos L-SAR a estaciones NEN Ka-band	Enlace de bajada para S-SAR y ciertos datos L-SAR selectos a estaciones ISRO
Procesamiento de datos L-band y distribución	Procesamiento de datos S-SAR y distribución
Equipo de ciencia de NASA	Equipo de ciencia ISRO



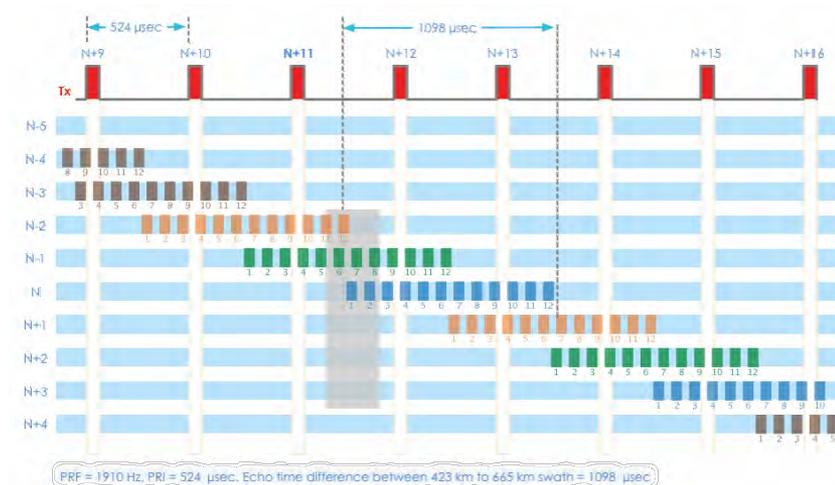
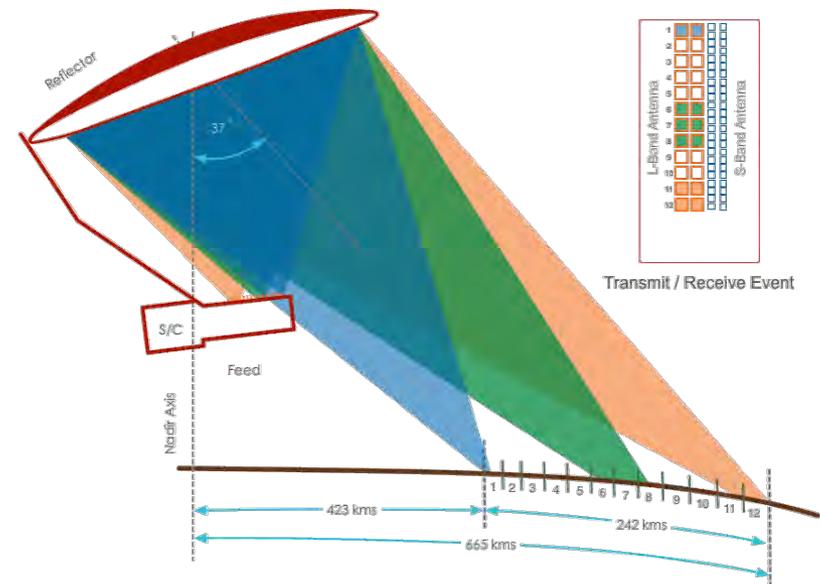
Técnica de Medición SweepSAR

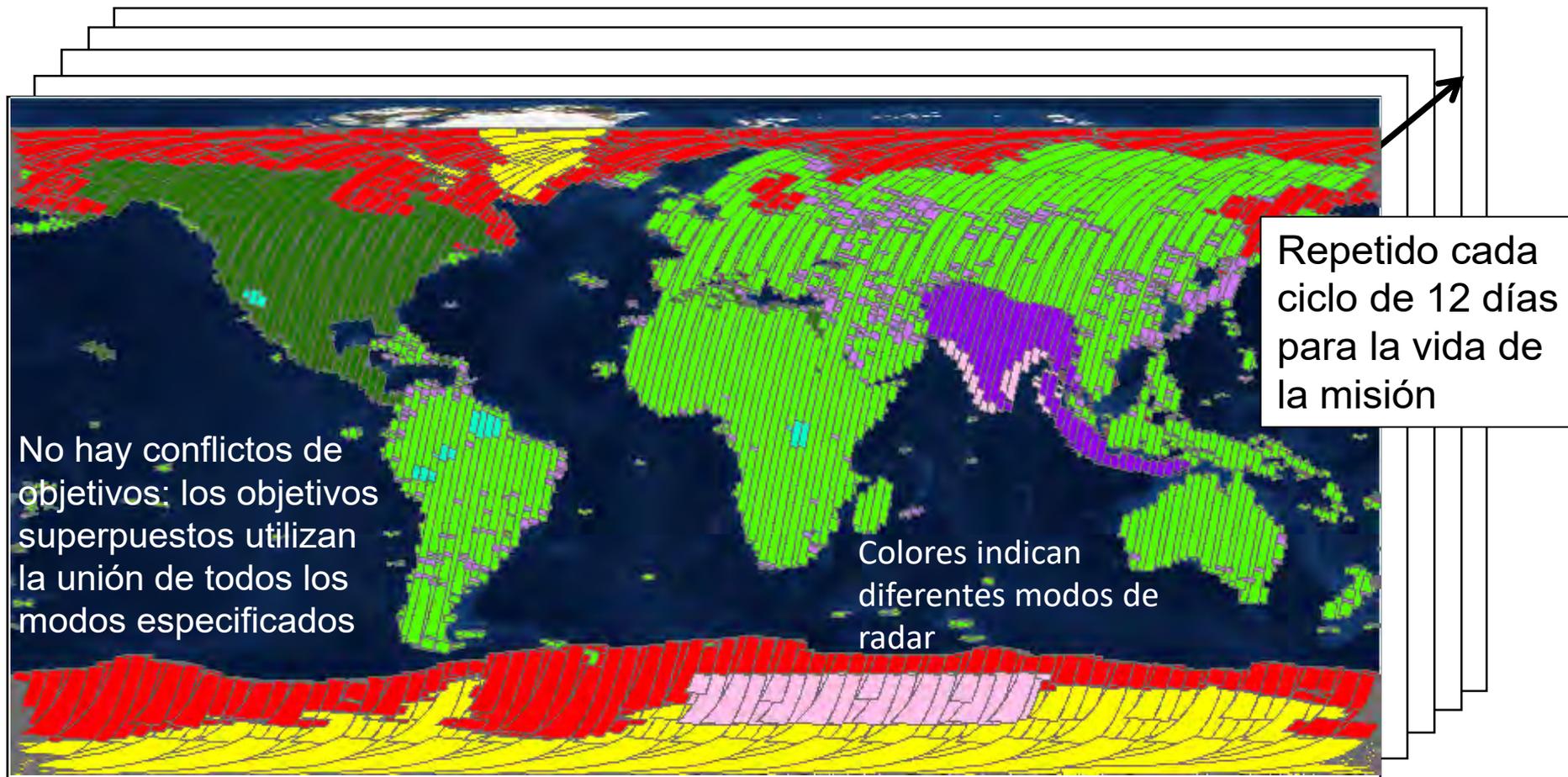
• Conceptos Básicos de SweepSAR

- En *Transmitir*, iluminar la franja de interés entera (haz roja)
- En *Recibir*, dirigir el rayo en tiempo rápido para seguir el ángulo del eco que regresa para maximizar el SNR de la señal y rechazar ambigüedades de rango
- Permita que el eco cubra mas de 1 Periodo de Inter Pulso (IPP)

• Consecuencias

- 4 ecos pueden estar regresando simultáneamente al radar de 4 ángulos diferentes en 4 grupos de haces de antena
- Cada eco necesita ser muestreado, filtrado, 'Beam-formed', mas filtrado, y comprimido
- Procesamiento abordo no es reversible – Requiere calibración abordo antes de que los datos se combinen para obtener rendimiento optimo

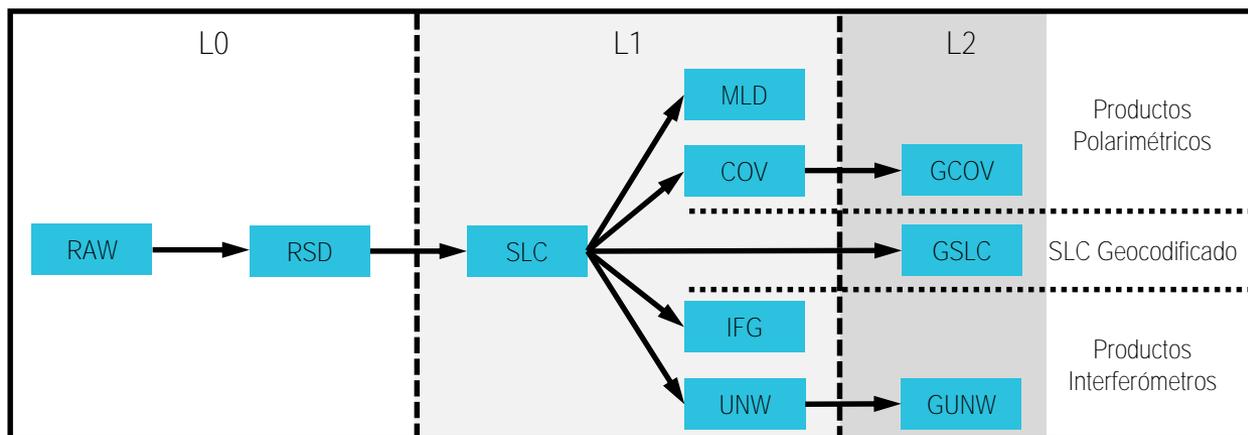


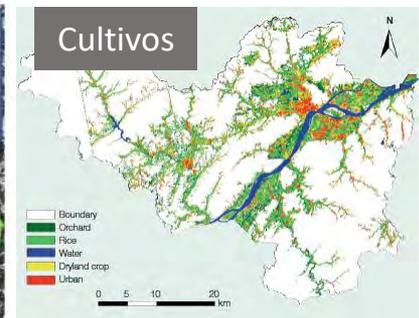
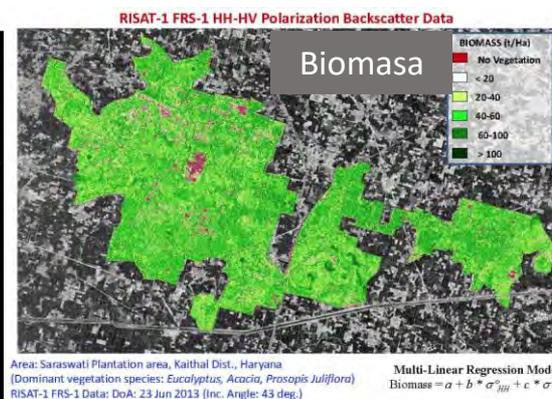
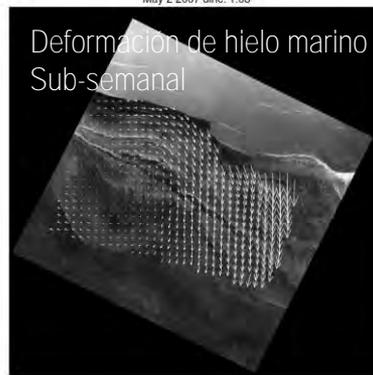
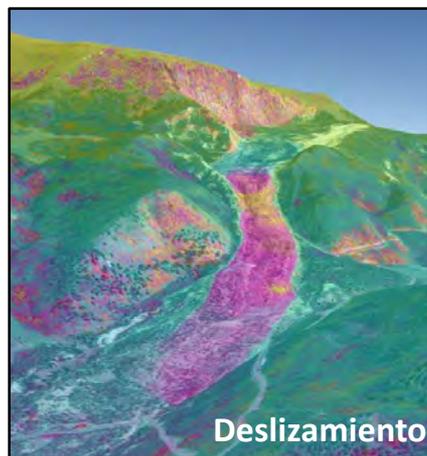
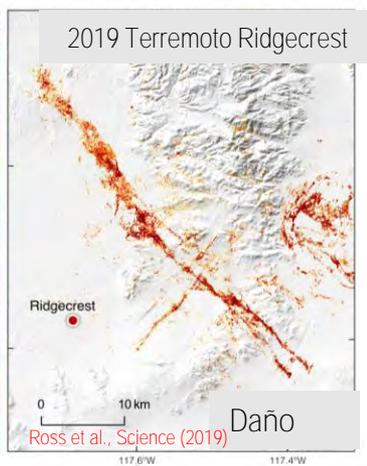
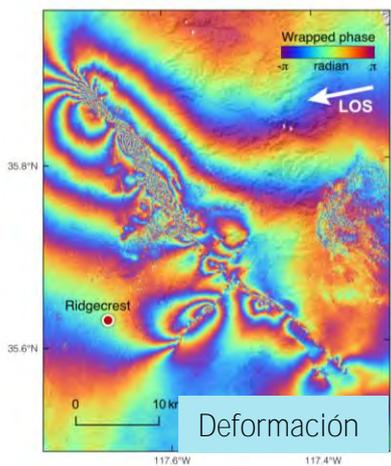


J. Doubleday
P. Sharma, JPL

Medidas persistentes actualizadas de la Tierra 1.6 PB de datos brutos por año - Productos globales nivel 2

- Ingerir 35 Tbits (4.4 TB) de datos brutos por día, en promedio
- Automáticamente generar productos de ciencia L-SAR L0a, L0b, L1, y L2 (> 70TB/día)
 - Generar producto de ciencia de datos S-SAR L0 conectado con enlace de bajada a través de NASA Ka-band
- Realizar reprocesamiento a granel dos veces durante la misión
 - 8 meses de datos después de validación de producto L2 a razón de 4x
 - 12 meses de datos al final de la misión a razón de 3x
 - Anticipar la evaluación de procesamiento adicional / opciones de reprocesamiento antes del lanzamiento
- SDS hace datos disponibles a usuarios del proyecto NASA/ISRO y DAAC
- Productos de muestro derivados de datos UAVSAR, procesados como NISAR, están disponibles
 - <https://uavsar.jpl.nasa.gov/science/documents/nisar-sample-products.html>
- Software de código abierto (github) ISCE3 ya esta disponible y comienza a apoyar estos productos y flujos de trabajo

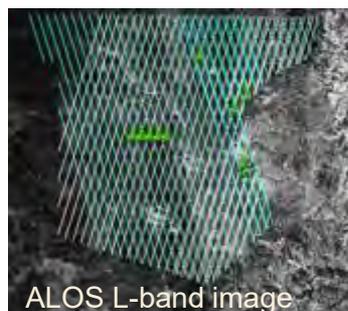




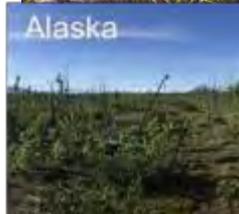
Medidas NISAR identificadas en Encuestas Decenales 2007 & 2018
Adicionalmente: Producto global de humedad de suelo de alta resolución recientemente añadido



2.8 m



ALOS L-band image



Alaska

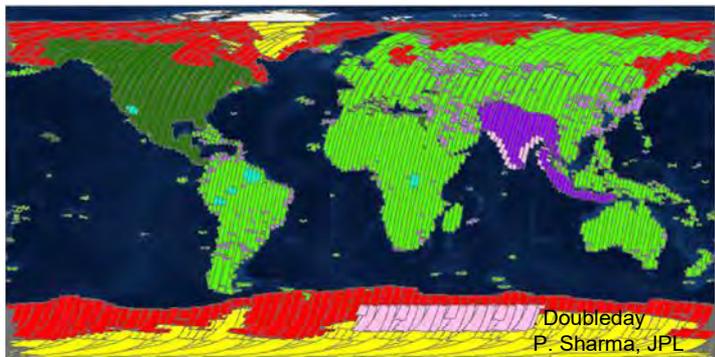


Oklahoma



- Horario de calibración de imagen durante servicio ('commissioning') y los primeros 5 meses de operación
 - C/R Sitios en Oklahoma, Alaska, India
- Equipo de ciencia ha definido conjuntos de datos globales de Cal/Val junto con sus colaboradores
- Flujo de trabajo de requisitos científicos de validación ha sido codificado en Jupyter notebooks
- Plan de calibración de fase UAVSAR se esta desarrollando

Plan de Misión de Muestra



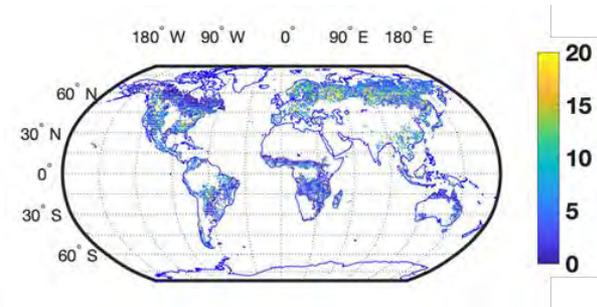
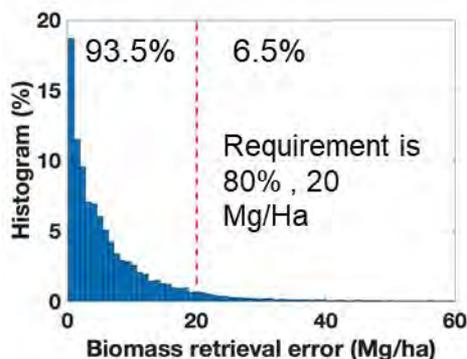
Medidas persistentes actualizadas de la Tierra

- Herramienta de Rendimiento Científico ahora utiliza mediciones de instrumentos tal y como están construidos
- Métricos de Rendimiento han sido estables a través de la Fase C
 - Métricos de **Tierra Firme** y **Biomasa** mostrados a mano derecha
 - También métricos para velocidad glacial y disturbio

Tierra Firme Rendimiento	Cobertura Req.	Cobertura Est.	Incertidumbre Req.	Incertidumbre Est.	Estado
Nivel 1 en mm	70%	82.5%	3.5 * (1+sqrt(L))	3.01 * (1+sqrt(L))	OK - OK
Cosismico (660) in mm	70%	81.0%	4 * (1+sqrt(L))	3.11 * (1+sqrt(L))	OK - OK
Transitorios (663) en mm	70%	86.6%	3 * (1+sqrt(L))	2.32 * (1+sqrt(L))	OK - OK
Activo (658) en mm/año	70%	93.7%	2	1.47	OK - OK
PermaFrost en mm	80%	84.9%	4 * (1+sqrt(L))	2.40 * (1+sqrt(L))	MARGIN-OK

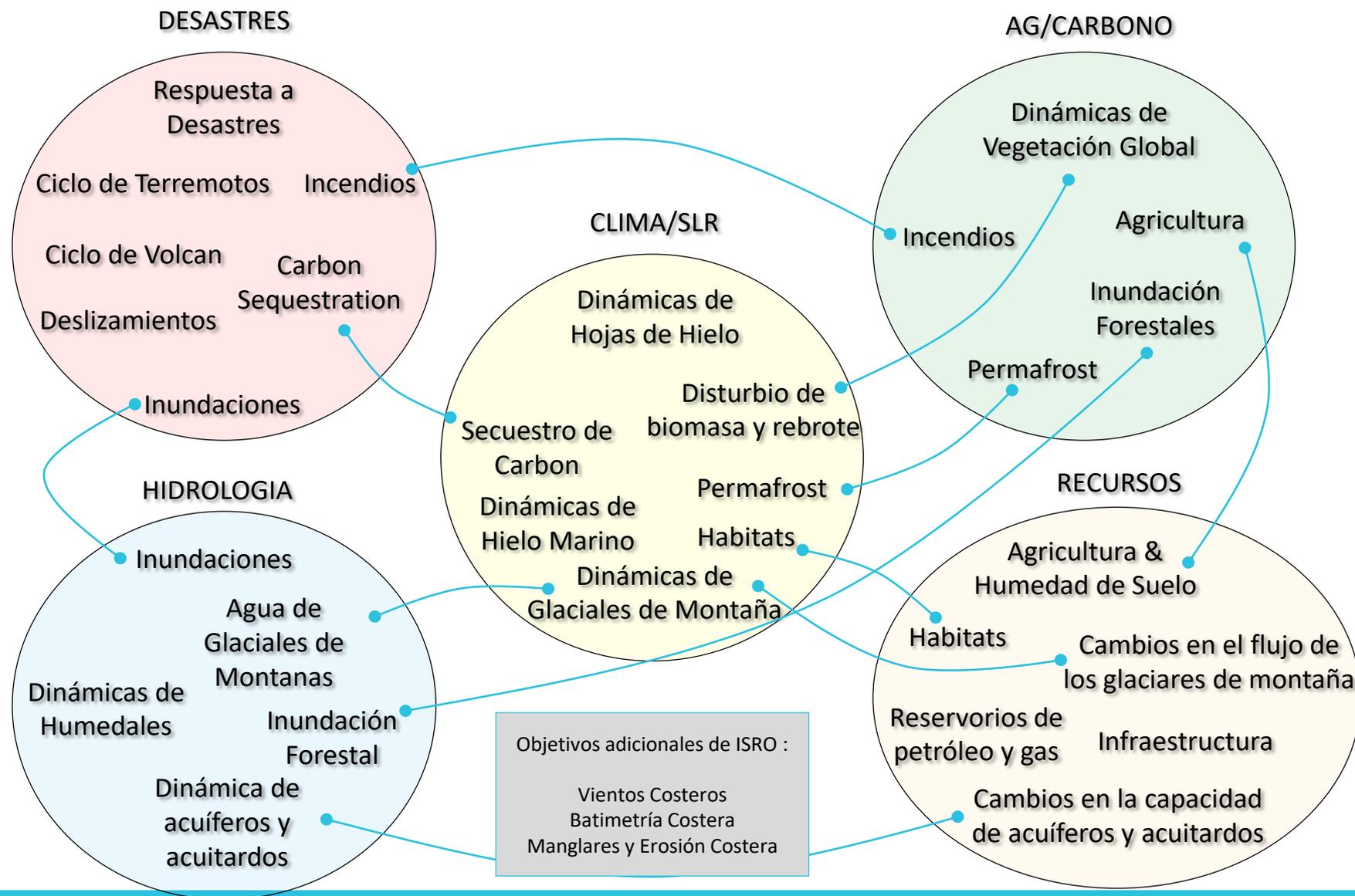
Nivel 2

0.1 km < L < 50 km) Cumple requisitos con > 10% margen / < 10% margen



Métricos de Muestra – Biomasa

- Ciencia participará en V&V por un proceso interactivo con ingeniería de Sistemas de Radar y Misión para actualizar el rendimiento del instrumento con plan de misión en estimaciones de rendimiento de herramienta.



- Interferometría de paso repetido: deformación y coherencia de la superficie
- Polarimetría– Estudios de Ecosistemas
- Formas de onda de espectro dividido para la corrección de la ionosfera
- Frecuencia de pulso variable para la continuidad de la franja
- Mediciones de series de tiempo en ciclos repetidos de 12 días, ascendente y descendente
- Longitud de Onda Banda S y L
- Selección de Modo dependiente de objetivo

Water: VV

Soil: HH & VV



Sacramento Delta / false color UAVSAR-POL-SAR image / 7 m resolution

Vegetation: HV

Red = HH, Blue = VV, Green = HV
(HH => Horizontal Transmit, Horizontal Receive)

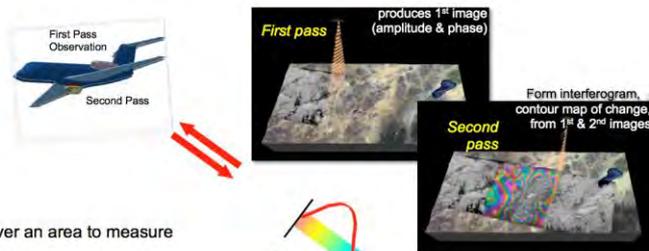
Saturated Soil: HH + VV -> VV

SAR Polarimétrico

Uso de polarización para determinar propiedades de superficie

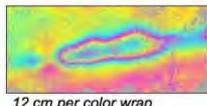
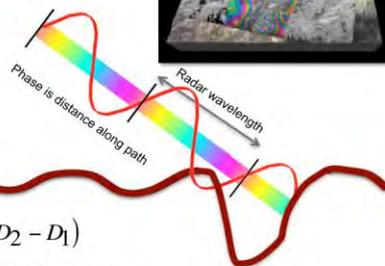
Aplicaciones:

- Extensión de inundación (con o sin vegetación)
- Perdida o ganancia de terreno
- Batimetría Costera
- Biomasa
- Tipo de Vegetación, estado
- Polución y sus impactos (agua, costas)
- Flujo de agua en algunas islas deltaicas



Radar flies over an area to measure reflection

Radar flies again over the area to measure new reflection and change of distance through phase change



$$\Delta\phi = \frac{4\pi}{\lambda} (D_2 - D_1)$$

λ = wavelength of radar

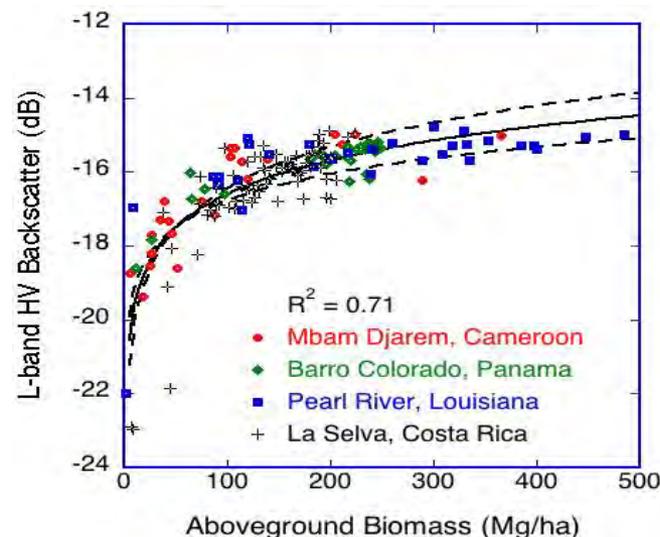
SAR Interferómetro

Uso de cambio de fase para determinar desplazamiento superficial

Aplicaciones:

- Modelos Geofísicos
- Subsidencia dado a la extracción de líquidos
- Inundación (con vegetación)
- Cambio en extensión de inundación
- Flujo de agua a través de humedales

- Experimentos en diferentes biomas muestran que la retrodispersión del radar está relacionada con la cantidad de biomasa viva
- Retrodispersión de L-band HV es muy sensible a biomasa hasta 100 Mg/ha
- Observaciones multitemporales permiten mayor precisión en estimación de biomasa



El modelo de rendimiento para la estimación de biomasa utiliza la relación basada físicamente entre las mediciones de retrodispersión de radar polarimétrico y la biomasa:

$$\sigma_{pq} = f\sigma_{pq}^{vol}(1 - e^{-B_{pq}b}) + f\sigma_{pq}^{vs}e^{-B_{pq}b} + \sigma_{pq}^s[1 - f(1 - e^{-B_{pq}b})]$$

$$\sigma_{pq} = A_{pq}(1 - e^{-B_{pq}b}) + C_{pq}b^{a_{pq}}e^{-B_{pq}b} + \sigma_{pq}^{bare}e^{-B_{pq}b}$$

Donde

$f = 1$ para píxeles completamente cubiertos por vegetación

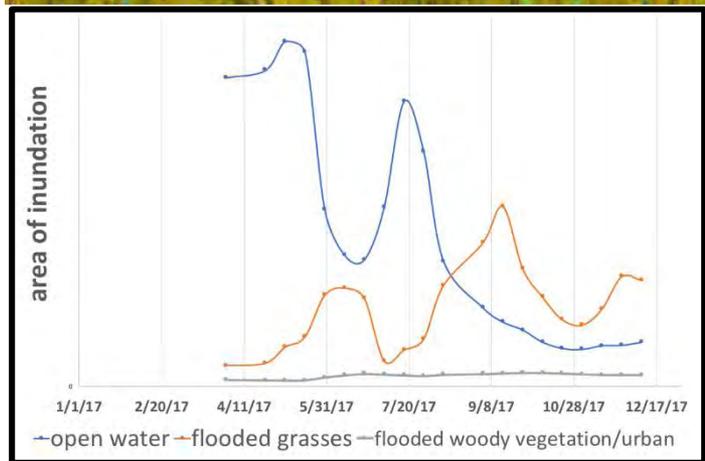
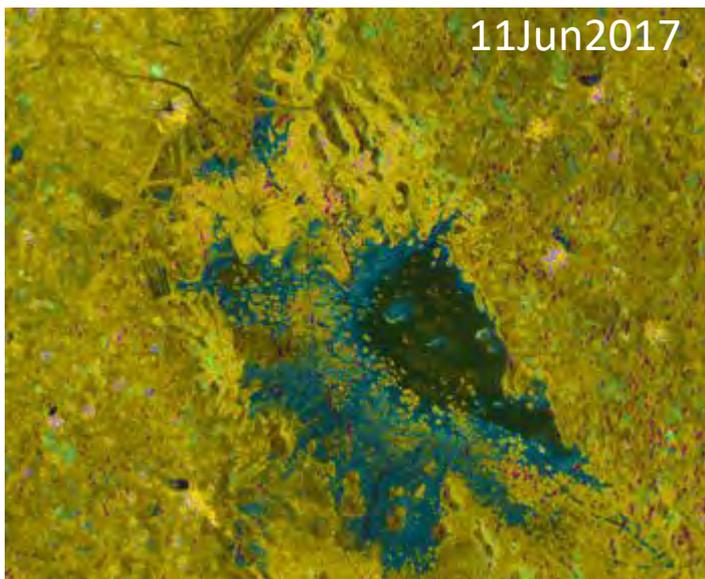
$p, q = H, V$ polarización

a_{pq} = factor del poder de biomasa depende de la polarización

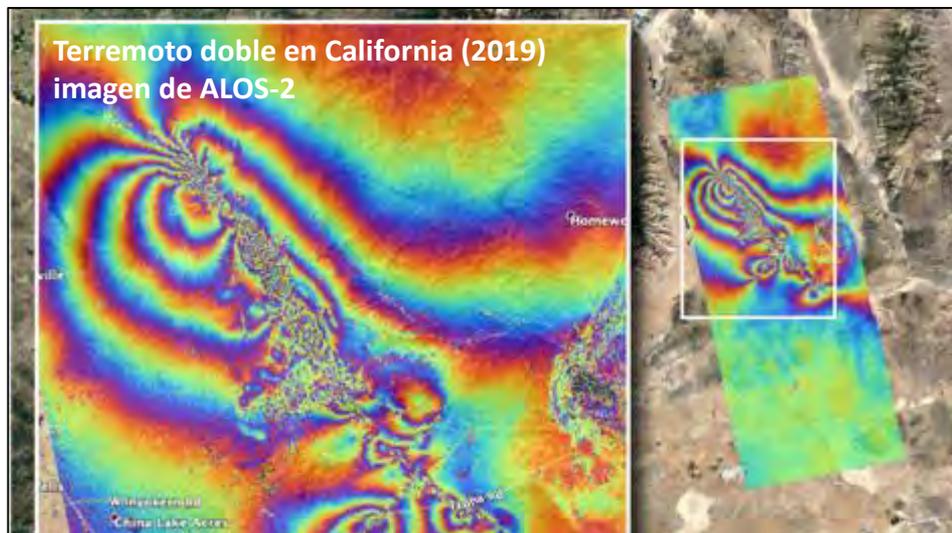
b = biomasa viva en la superficie (Mg/ha)

A_{pq}, B_{pq}, C_{pq} = coeficientes de calibración

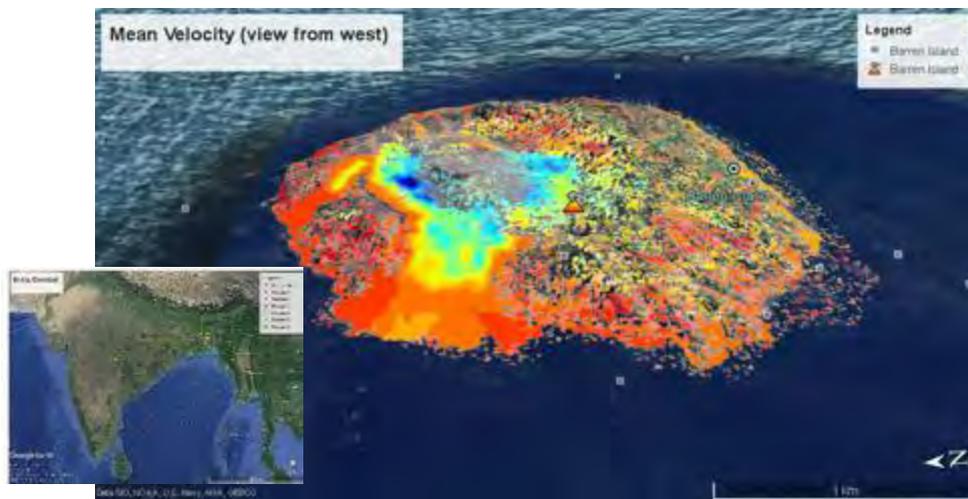
Inundación en Humedal Nalsarovar



B.Chapman (JPL), TVR Murty, A. Das (ISRO)



Con NISAR, eventos semanales globales para terremotos, inundaciones, erupciones...



K. Sreejith, R. Agarwal (ISRO) and P. Agram (JPL)

Estamos aquí

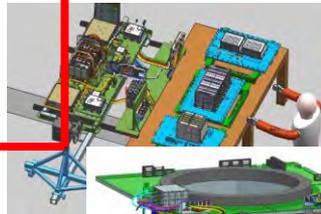
SIT-1
Radar I&T
Abril 2019-dic 2020

Engineering Payload Buildup (JPL)
Junio 2020 – Feb 2021

SIT-2/3 (JPL)
Radar Payload I&T
Dic 2020-Feb 2022

SIT-4 (URSC)
Observatory I&T
Mar-Oct 2022

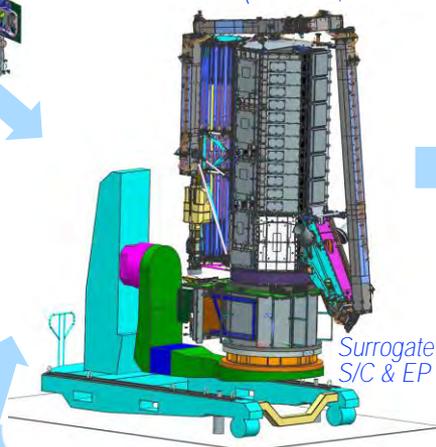
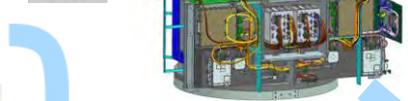
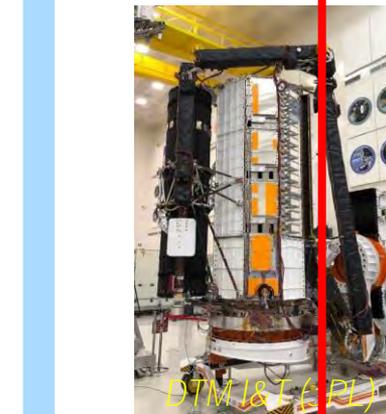
Launch Operations
(SHAR) & Launch
Oct 2022/Jan 2023



S/C sustituto con
carga útil de ingeniería
Elementos integrados

Carga util de Radar
(con BDH, GPS & SSR)

Alcance SIR



Surrogate
S/C & EP

NLT Feb '21



Establecimiento de
pruebas e integración
de satélites (ISITE)
Bangalore



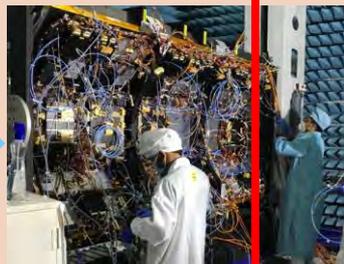
Vehículo de
lanzamiento
geosincrónico (GSLV)
Mark II

Satish Dhawan
Space Centre

Sriharikota



Entrega Clamshell a
SAC (Junio 2019)

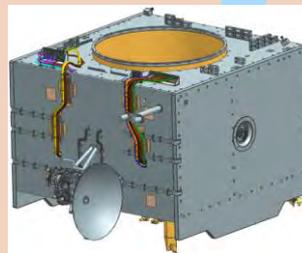


S-SAR I&T (SAC)



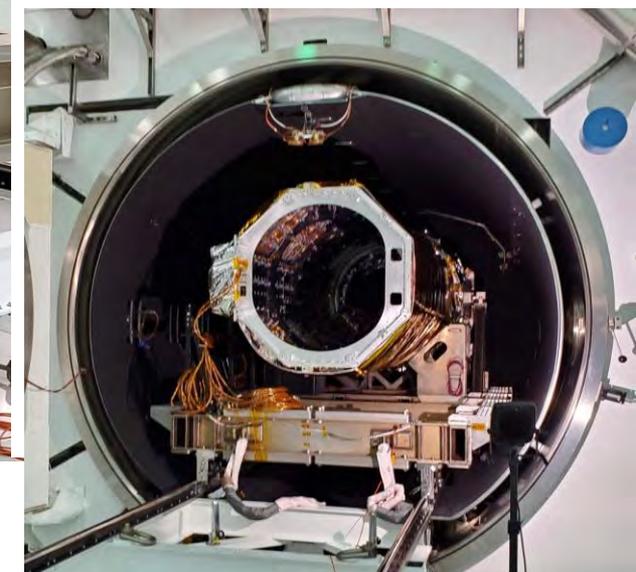
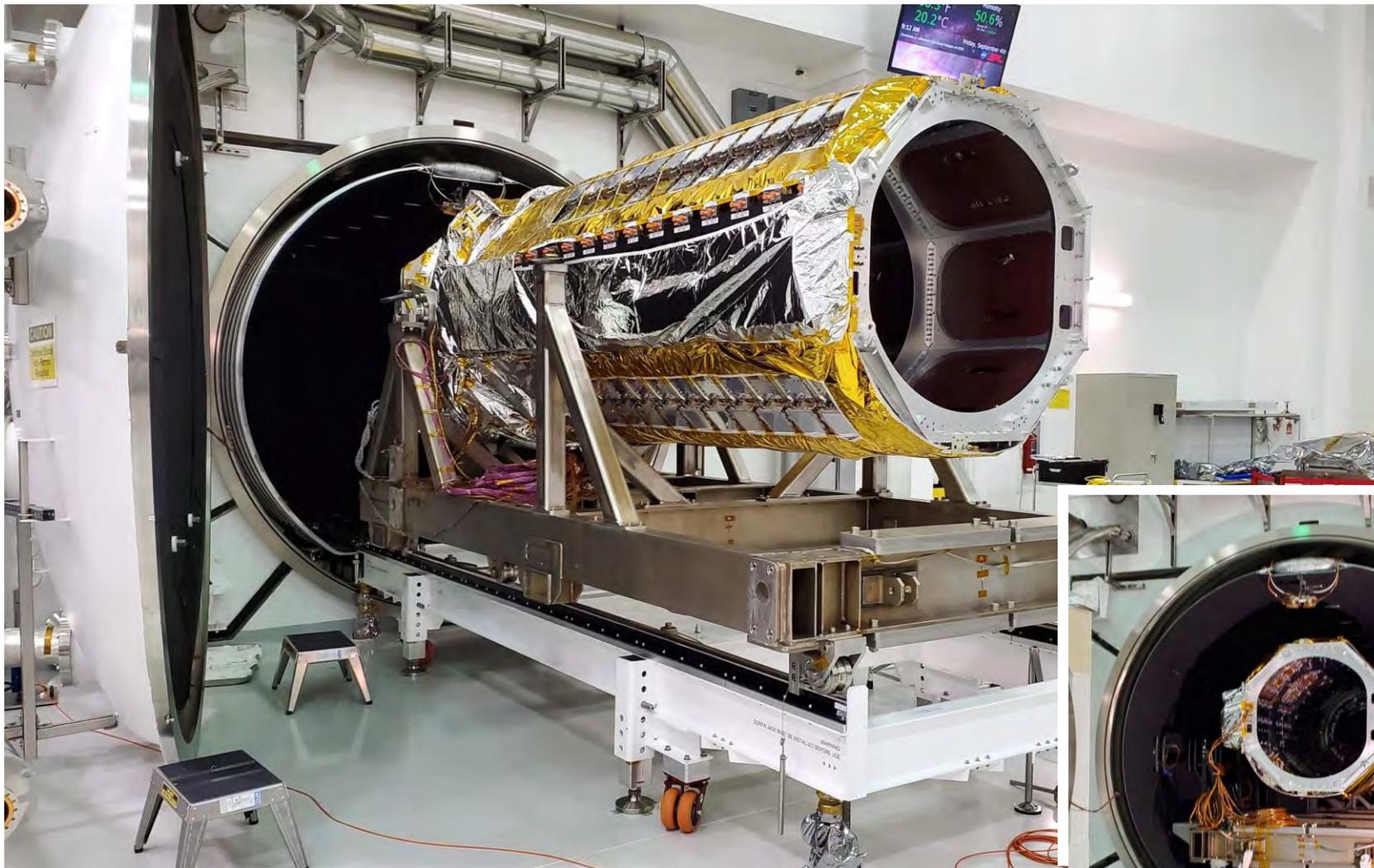
Manejador de datos
de banda base (BDH)
(URSC)

I&T de mainframe
satelital **Mar '21-
Feb '22**



ISITE, Bangalore

'Thermal Vacuum' L-SAR Completada Rendimiento/Calibración



Reflector & Boom Completados con Éxito Prueba de Primera Moción de 'Thermal Vacuum' en DTM

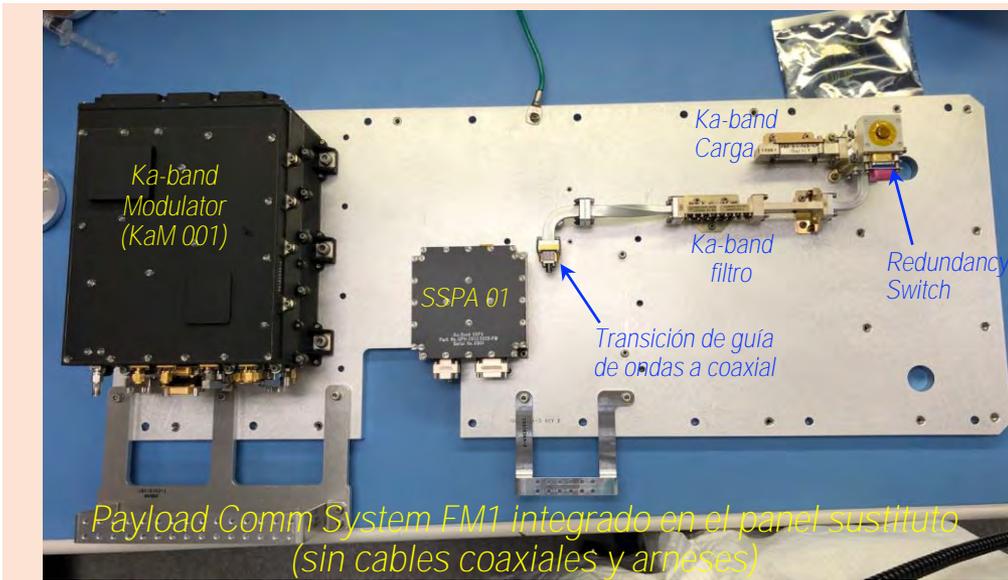


Acumulación de carga útil de ingeniería se está completando



14 Tb Solid State Recorder (Airbus)

Subsistema de manejo de datos de carga útil de radar



Unidad de Distribución de Poder



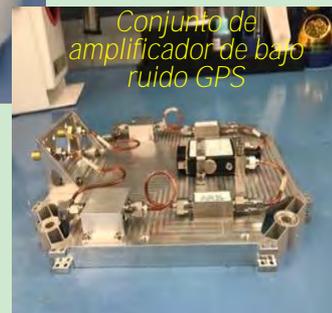
Pyro Firing Assy



GPS Receivers (Moog Broadreach)



2 Flight GPS Antennas Delivered



Conjunto de amplificador de bajo ruido GPS

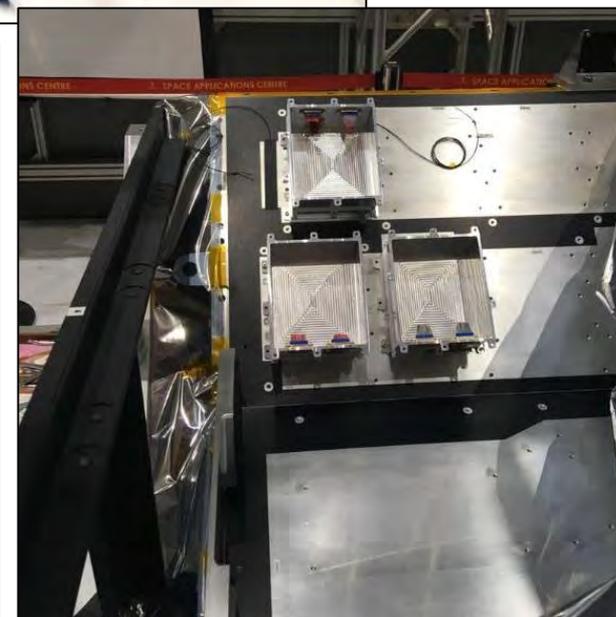
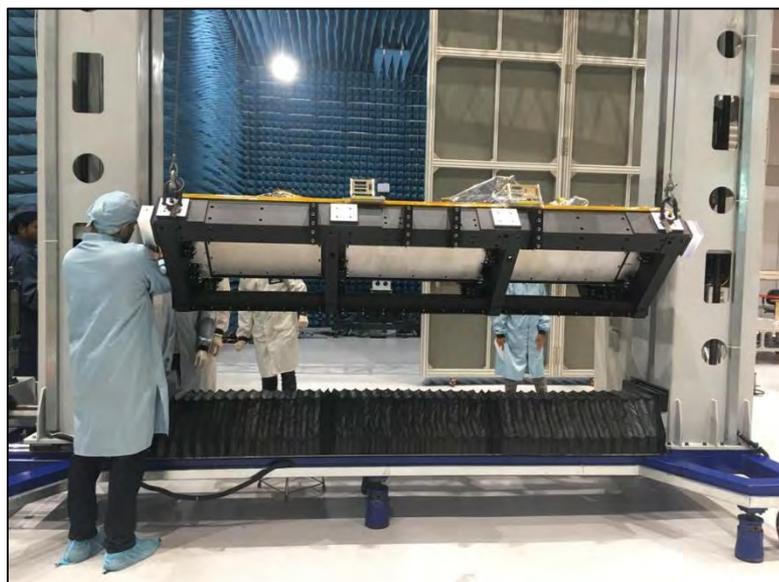
Precision Orbit Determination & Timing

Integración ISRO S-SAR esta Completa



Desenpaque de RIS/Clamshell y entrega a ISRO-SAC para S-SAR I&T (junio 2019)

*ISRO/SAC movió Clamshell a accesorio de rotación y comenzó a instalar cajas **electrónicas 'dummy'** para facilitar instalación de arnés S-SAR (agosto 2019). Instalación Electrónica en marcha*



Fecha de Lanzamiento– Oct 2022 a Enero 2023

- NASA / JPL e ISRO han acordado un nuevo plan de programación que, de manera realista, resulta en un lanzamiento a más tardar a fines de enero de 2023.
 - Retrasos de ingeniería y los impactos de COVID-19 han contribuido a los retrasos del lanzamiento
 - Apagón de lanzamiento de Eclipse desde octubre de 2022 hasta enero de 2023
- L-SAR esta completamente integrado y en modo de prueba
- S-SAR está completamente integrado y se entrega a JPL para su integración con L-SAR
- Las pruebas DTM exitosas redujeron significativamente el riesgo para el diseño de reflector / brazo envolvente
- Ensamblajes de EP hardware están contruidos y probados; Construcción EP esta en marcha
- S-SAR esta en camino I&T paralelo L-SAR – entregado a JPL en marzo del 2021 y casi integrado y completado

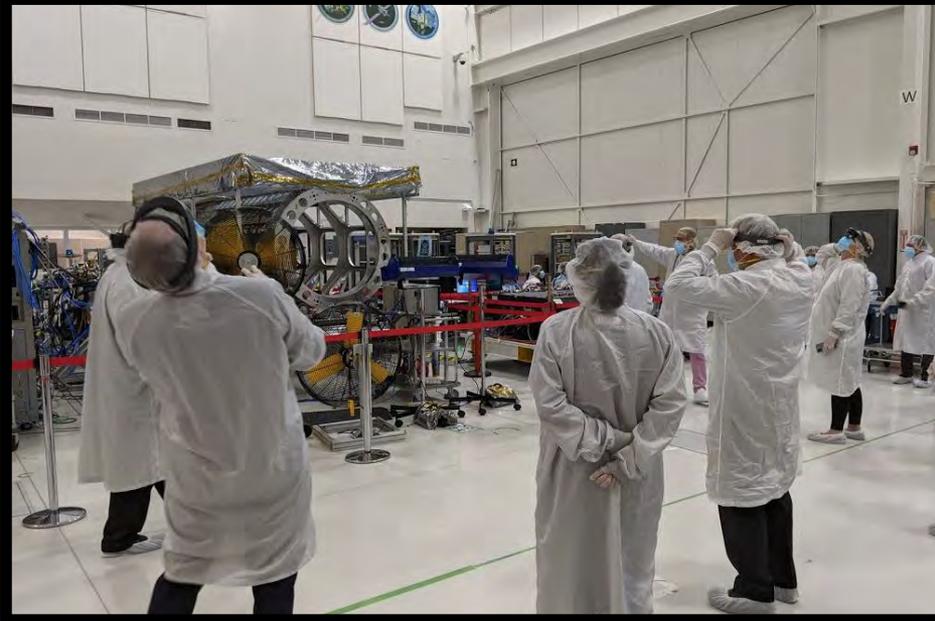


- Las observaciones de series de tiempo mundiales de NISAR en la banda L proporcionarán un muestreo interferométrico confiable de 6 días (12 días) de todas las superficies terrestres y cubiertas de hielo de la Tierra Global products to Level 2 fully and openly available to the global community
- Habilitar tecnologías y técnicas
- La cobertura completa y el muestreo rápido facilitarán la investigación interdisciplinaria al proporcionar datos que abarcan el rango de muestreo espacial y temporal que necesitan múltiples disciplinas.
- Lanzamiento anticipado de NISAR en el 2023

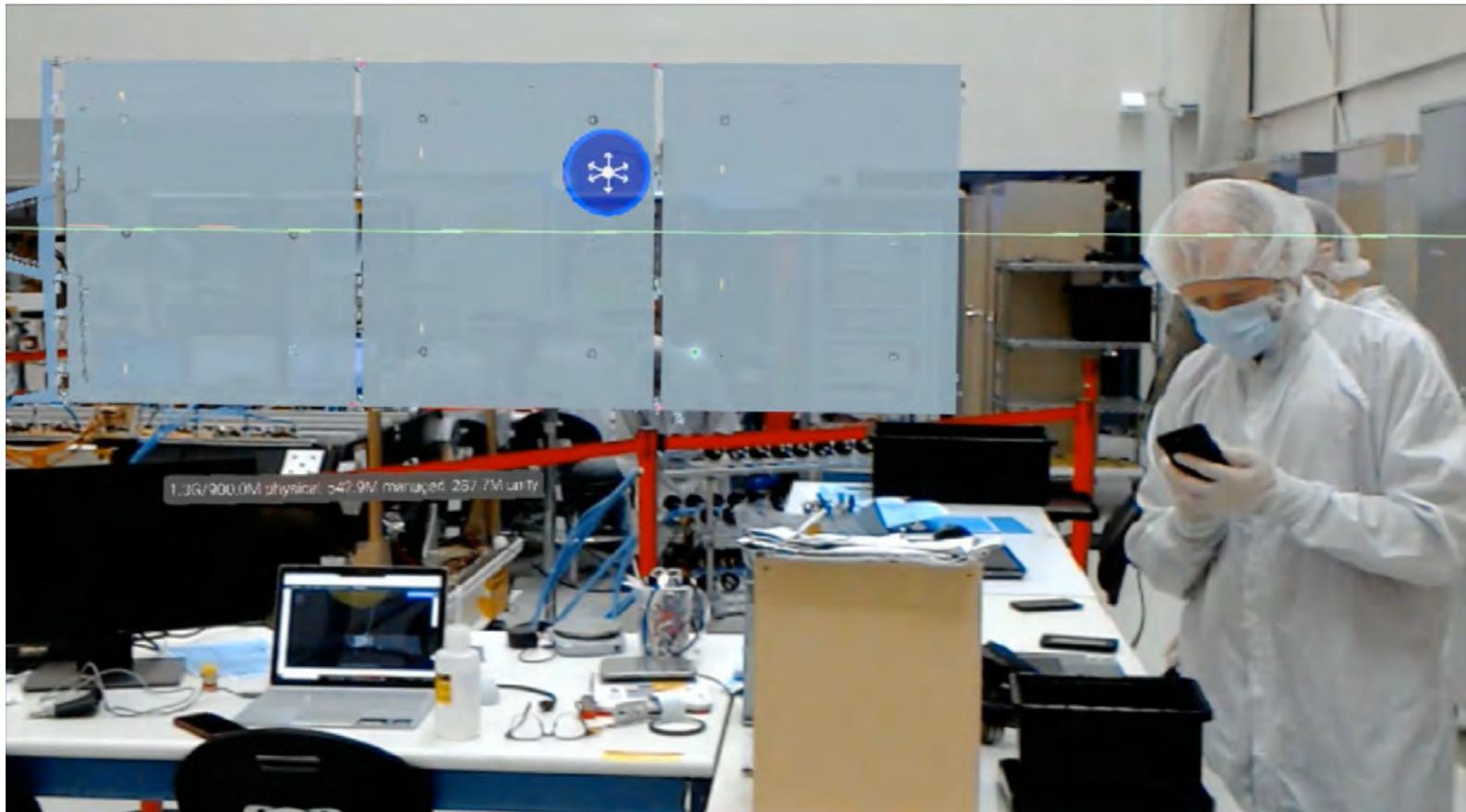
Para más información: <https://nisar.jpl.nasa.gov>



Visita a NASA HQ
Instalación de
montaje de naves
espaciales
April 8, 2021



Tur Virtual de NISAR





Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology

jpl.nasa.gov