

Índices Espectrales para Aplicaciones Terrestres y Acuáticas

Sesión 1: Resumen General de los Índices Espectrales

Amber McCullum (BAERI), Britnay Beaudry (BAERI), Juan Torres-Pérez (NASA ARC), Sativa Cruz (BAERI)

26 de octubre de 2023



Sesión 1 – Formadores

Britnay Beaudry
Instructora
Conservación
Ecológica



Amber Jean McCullum
Jefa de Equipo
Conservación
Ecológica



Juan Torrez-Perez
Instructor
Conservación
Ecológica



Sativa Cruz
Instructora
Conservación
Ecológica



Acerca de ARSET*

- ARSET ofrece capacitación accesible, relevante, sin costo sobre satélites, sensores, métodos y herramientas de teledetección.
- Las capacitaciones incluyen una variedad de aplicaciones de datos de satélite y se personalizan para audiencias con diferentes niveles de experiencia.



AGRICULTURA



CLIMA Y RESILIENCIA



DESASTRES



CONSERVACIÓN ECOLÓGICA



SALUD Y CALIDAD DEL AIRE



RECURSOS HÍDRICOS

*Siglas de **A**ppplied **R**emote **S**ensing **T**raining Program
(Programa de Capacitación de Teledetección Aplicada en inglés)



EARTH SCIENCE
APPLIED SCIENCES



CAPACITY BUILDING



Acerca de las Capacitaciones de ARSET

- En línea o presenciales
- En vivo, dirigidas por instructores o autodirigidas por uno a su propio ritmo
- Sin ningún costo
- Opciones bilingües y multilingües
- Solo usan software y datos de fuente abierta
- Acomodan diferentes niveles de experiencia
- Visite la [página de ARSET](#) para aprender más.

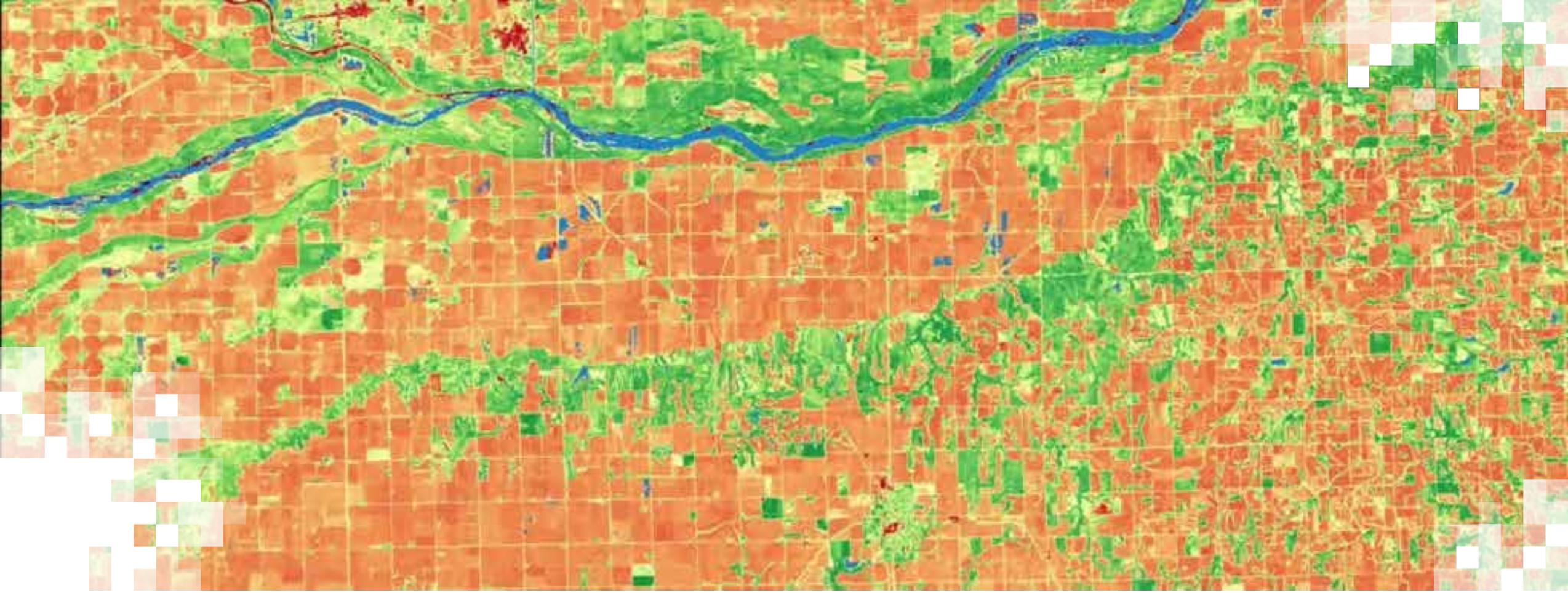


EARTH SCIENCE
APPLIED SCIENCES

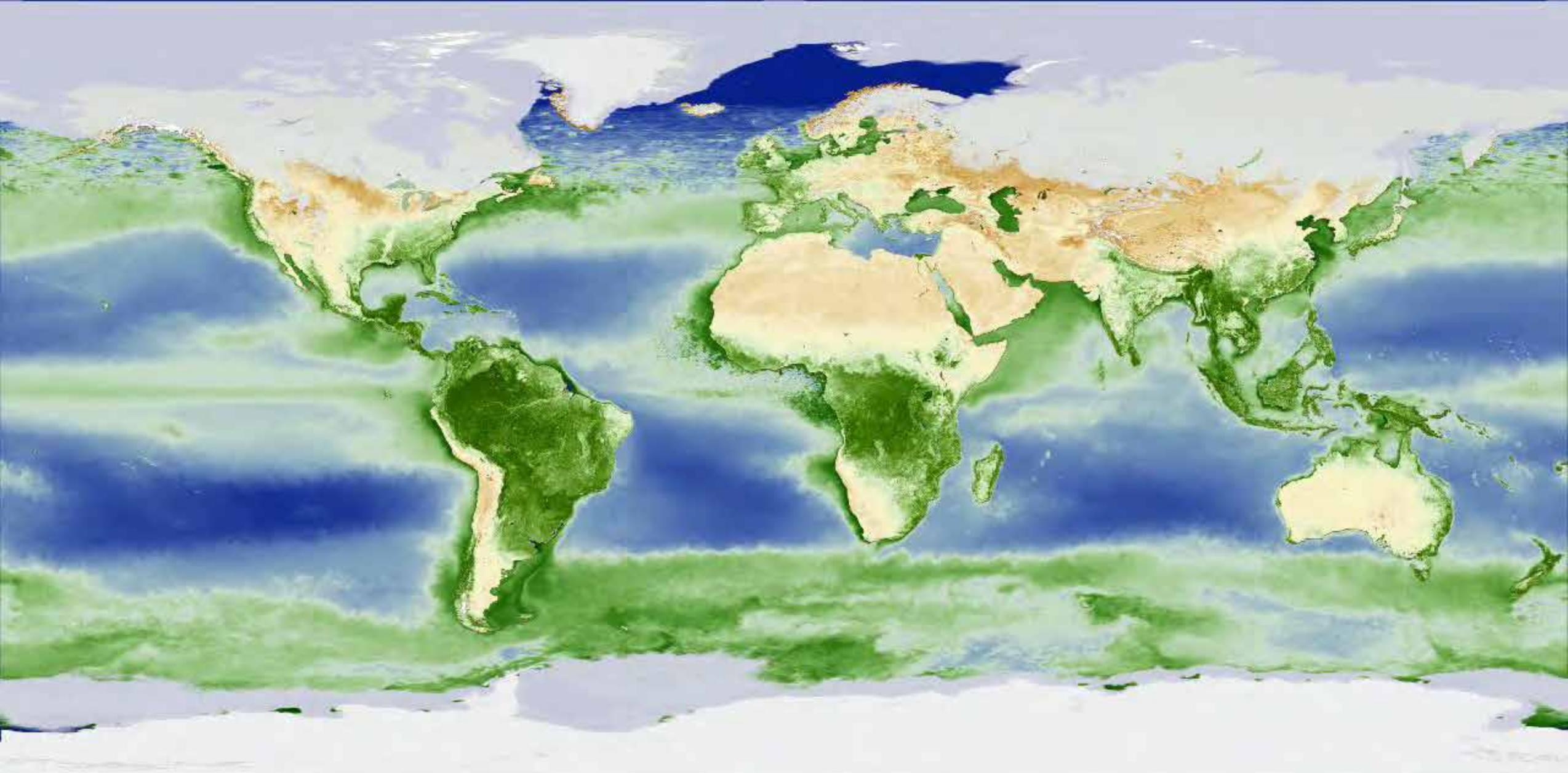


CAPACITY BUILDING





Índices Espectrales para Aplicaciones Terrestres y
Acuáticas
Sinopsis



Land Vegetation (NDVI)

Ocean Chlorophyll Concentration (mg/m³)

Jan

Dec

0.1

0.9

0.01

0.1

1

10

20

Propósito de esta Capacitación

- Proporcionar una visión general de los índices espectrales comúnmente utilizados para aplicaciones terrestres y acuáticas.
- Los participantes verán ejemplos de cálculos de índices espectrales con diversos sensores, incluidos Landsat 9 (OLI-2), Sentinel-2 MSI y los conjuntos de datos Landsat Sentinel-2 armonizados.
- Habrá demostraciones con Google Earth Engine para aplicaciones terrestres y acuáticas.



Prerrequisitos

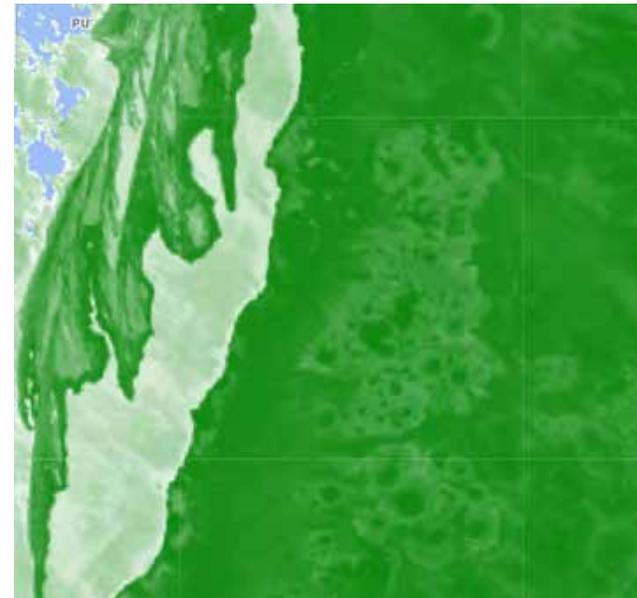
- Fundamentos de la Percepción Remota (Teledetección)
 - O contar con experiencia equivalente



Objetivos de Aprendizaje de la Capacitación

Al final de capacitación en serie, las/ los participantes podrán:

- Reconocer los índices espectrales de uso común en ambientes terrestres y acuáticos.
- Distinguir entre índices espectrales para seleccionar los más adecuados para un sistema terrestre o acuático determinado de interés
- Realizar los cálculos de índices espectrales en áreas de interés apropiadas
- Adquirir productos de índices espectrales de una variedad de fuentes



Esquema de la Capacitación

Sesión 1

Resumen General
de los Índices
Espectrales

26 de octubre de
2023

11-12 y 15-16 ET

Sesión 2

Índices Espectrales
para Aplicaciones
Acuáticas

2 de noviembre de
2023

11-12 y 15-16 ET

Sesión 3

Índices Espectrales
para Aplicaciones
Terrestres

9 de noviembre de
2023

11-12 y 15-16 ET

Tarea

Abre el 9 de noviembre – Fecha límite: 23 de noviembre – Publicada en la Página Web de la Capacitación

Se otorgará un certificado de finalización de curso a quienes asistan a las tres sesiones en vivo y completen la tarea dentro del plazo estipulado.



Esquema de la Capacitación

Sesión 1

Resumen General
de los Índices
Espectrales

26 de octubre de
2023

11-12 y 15-16 ET

Sesión 2

Índices Espectrales
para Aplicaciones
Acuáticas

2 de noviembre de
2023

11-12 y 15-16 ET

Sesión 3

Índices Espectrales
para Aplicaciones
Terrestres

9 de noviembre de
2023

11-12 y 15-16 ET

Tarea

Abre el 9 de noviembre – Fecha límite: 23 de noviembre – Publicada en la Página Web de la Capacitación

Se otorgará un certificado de finalización de curso a quienes asistan a las tres sesiones en vivo y completen la tarea dentro del plazo estipulado.



Esquema de la Capacitación

Sesión 1

Resumen General
de los Índices
Espectrales

26 de octubre de
2023

11-12 y 15-16 ET

Sesión 2

Índices Espectrales
para Aplicaciones
Acuáticas

2 de noviembre de
2023

11-12 y 15-16 ET

Sesión 3

Índices Espectrales
para Aplicaciones
Terrestres

9 de noviembre de
2023

11-12 y 15-16 ET

Tarea

Abre el 9 de noviembre – Fecha límite: 23 de noviembre – Publicada en la Página Web de la Capacitación

Se otorgará un certificado de finalización de curso a quienes asistan a las tres sesiones en vivo y completen la tarea dentro del plazo estipulado.



Objetivos de la 1^{ra} Parte

Al final de la Sesión 1, las/los participantes podrán:

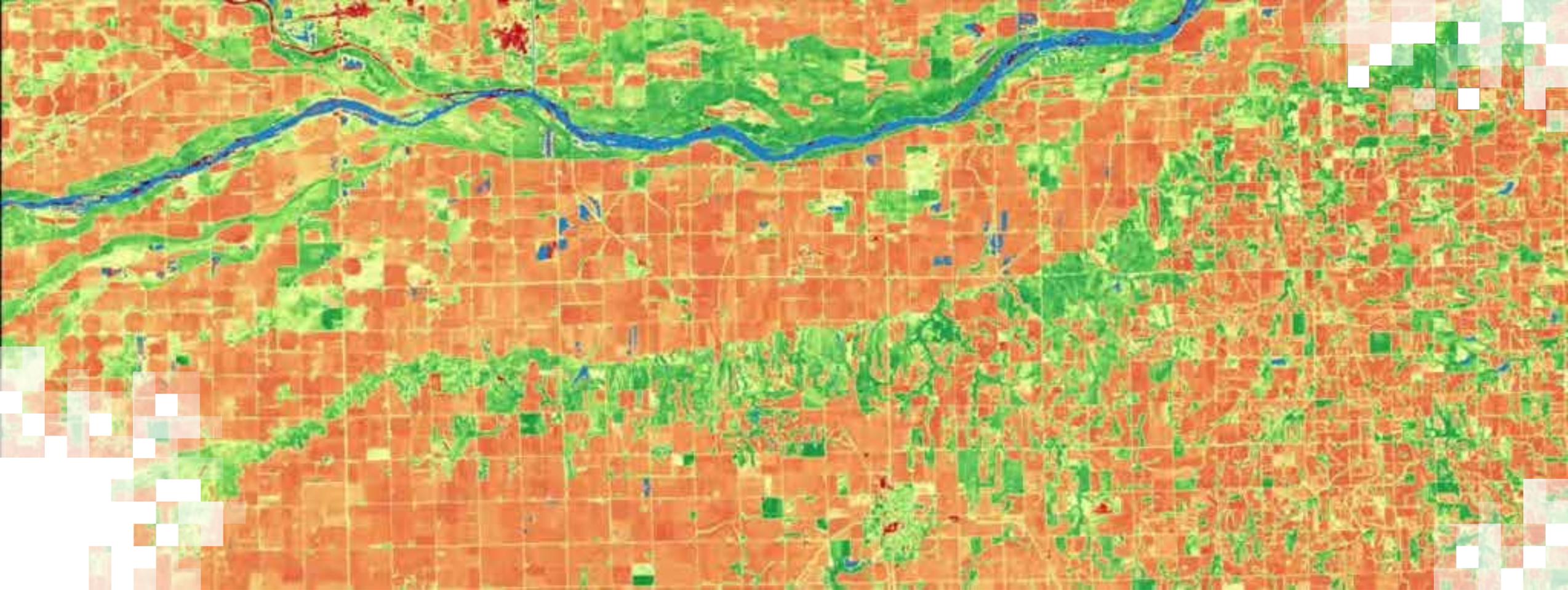
- Comprender las propiedades espectrales básicas de las imágenes
- Definir lo que es un "índice espectral"
- Describir el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés) y sus aplicaciones
- Identificar y acceder a los productos de datos del NDVI
- Calcular el NDVI en un área con Google Earth Engine



Cómo Hacer Preguntas

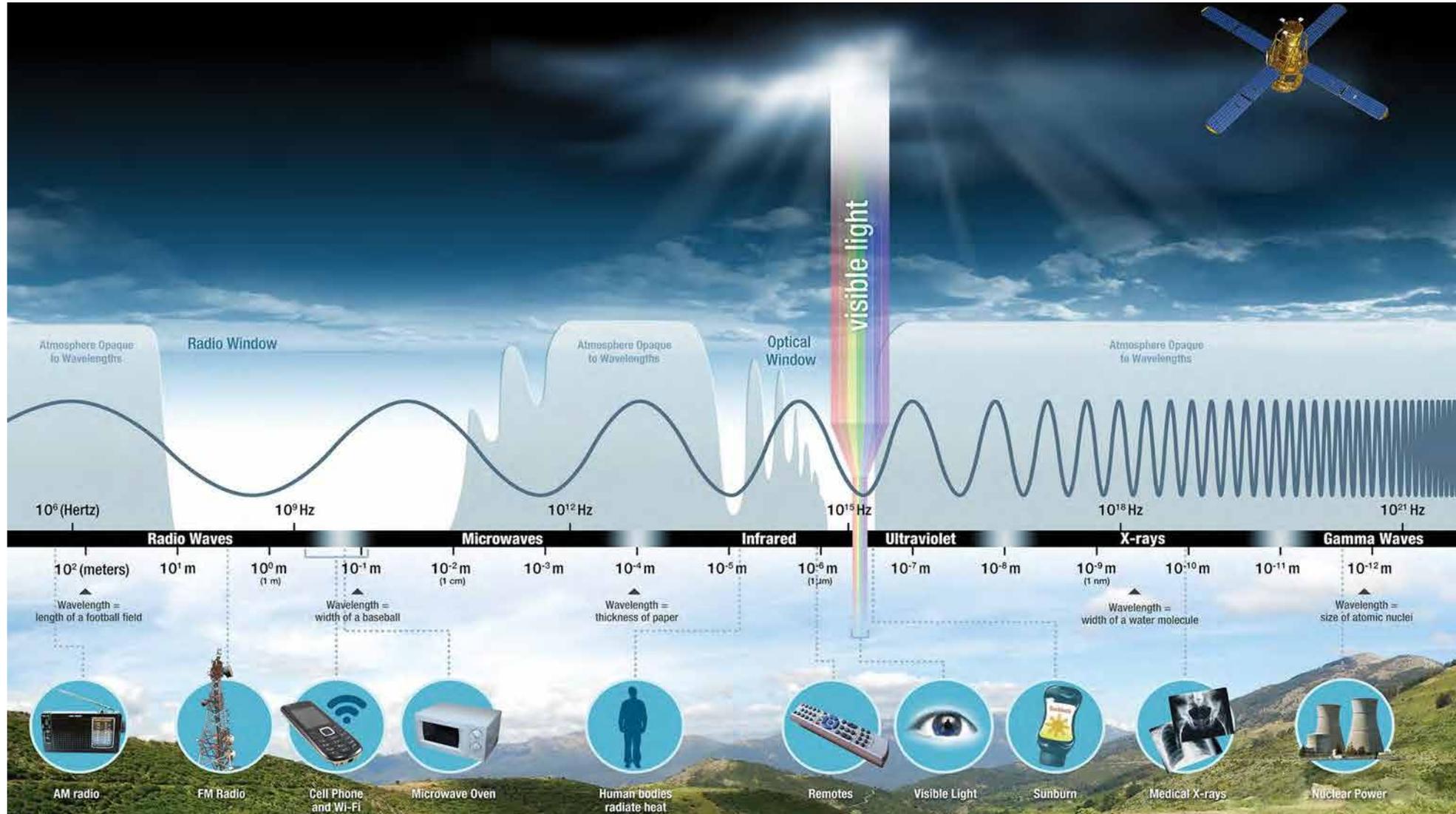
- Por favor escriba sus preguntas en la casilla denominada “Questions” y las responderemos al final de este webinar.
- No dude en escribir sus preguntas mientras vayamos avanzando. Intentaremos responder todas las preguntas durante la sesión para preguntas y respuestas después del webinar.
- Las demás preguntas las responderemos en el documento de preguntas y respuestas, el cual será publicado en la página web de la capacitación aproximadamente una semana después de esta sesión.



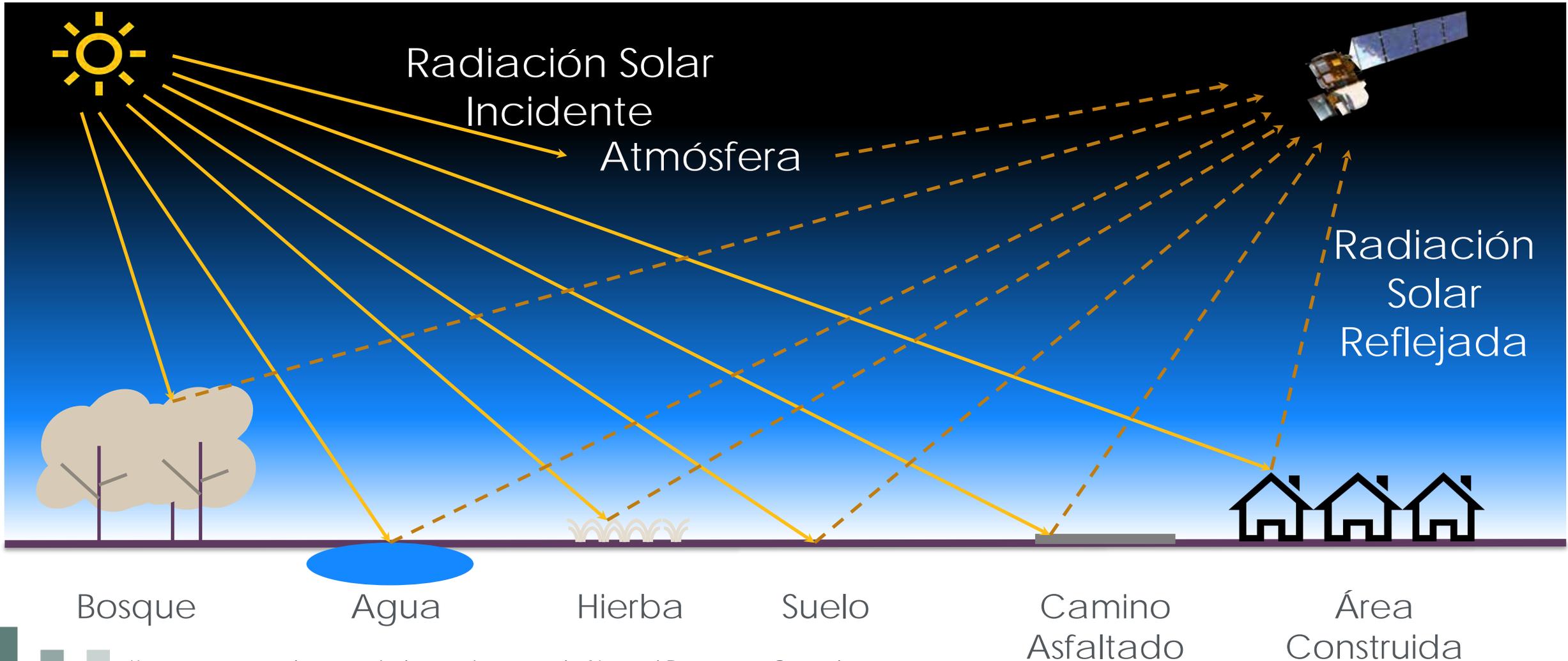


Parte 1:
Propiedades Espectrales de las Imágenes

Espectro Electromagnético



¿Qué se mide con los instrumentos de teledetección pasiva?

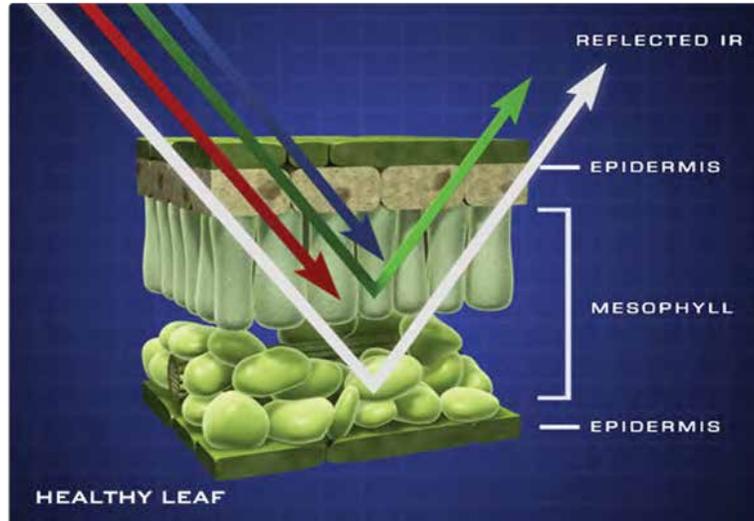


*Imagen recreada a partir de una imagen de Natural Resources Canada

NASA ARSET - Spectral Indices for Land and Aquatic Applications



Interacción con La Superficie Terrestre: la Vegetación



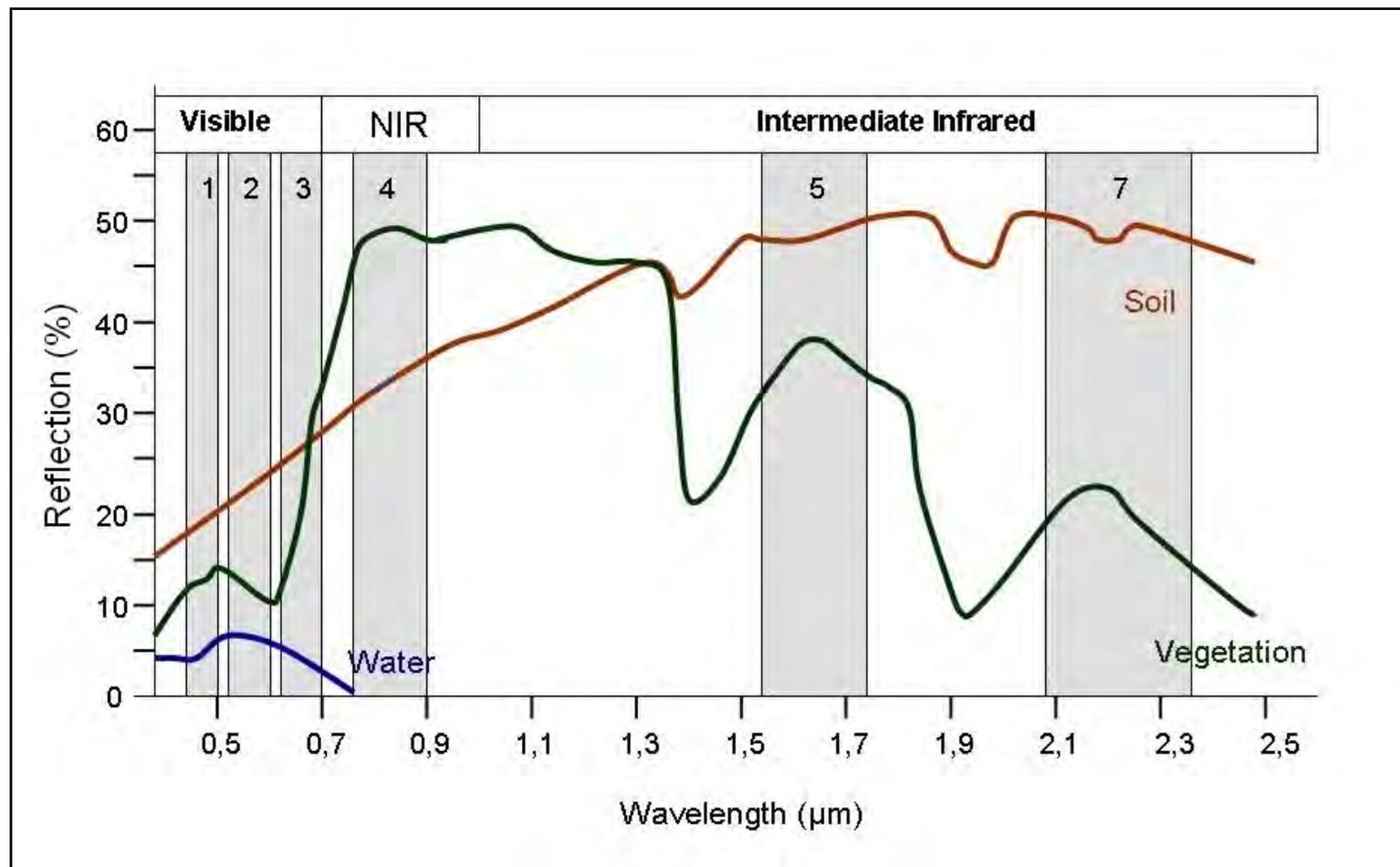
Fuente de la Imagen: NASA/Jeff Carns y Ginger Butcher

- Ejemplo: La vegetación sana y verde **absorbe** las longitudes de onda **Azules** y **Rojas** (utilizadas por la clorofila para la fotosíntesis) y **refleja** las **Verdes** e **Infrarrojas**.
- Como no podemos ver la radiación infrarroja, vemos la vegetación sana como verde.
- La cantidad de energía reflejada depende de la salud de la vegetación, el contenido de agua y la etapa fenológica.



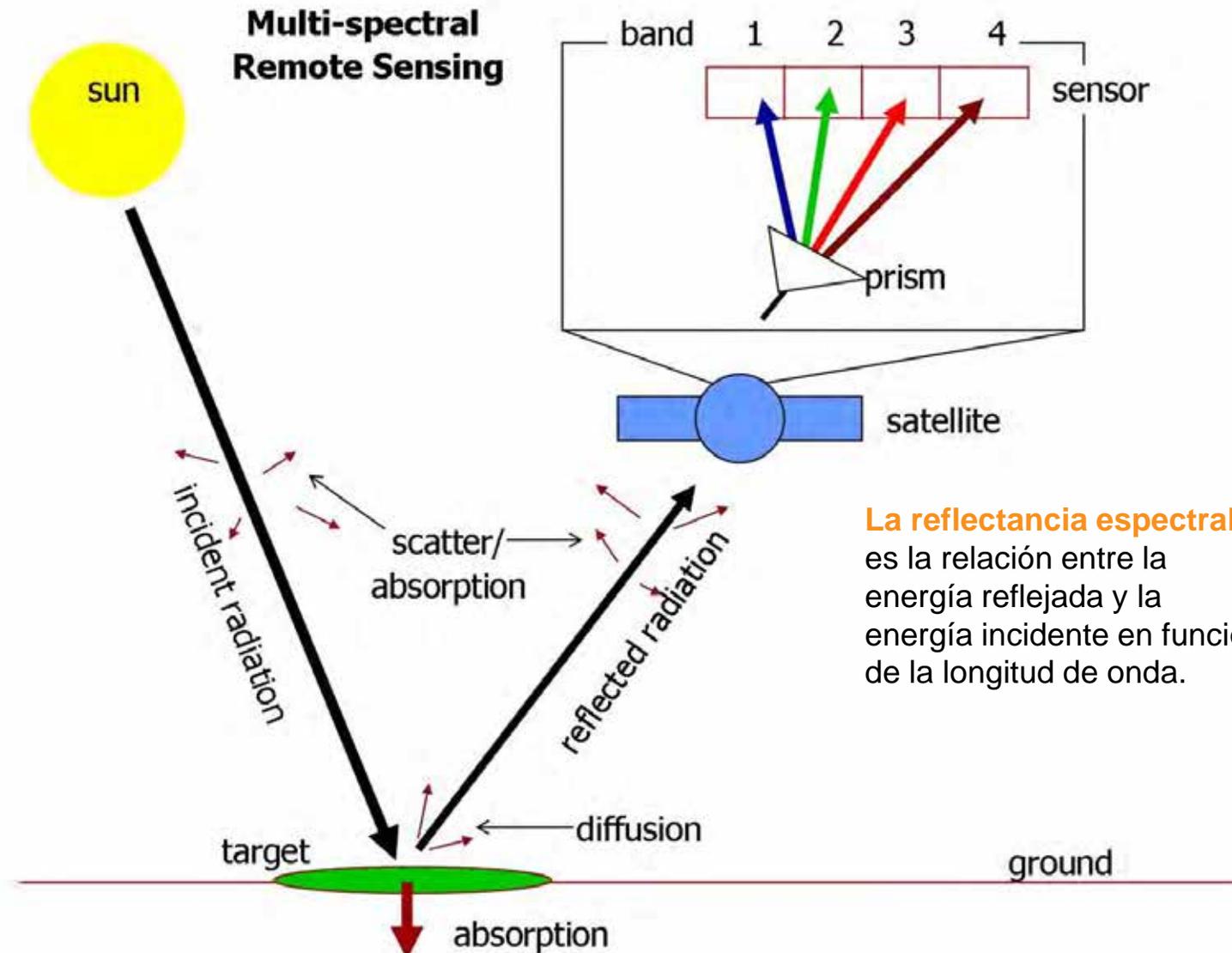
Firmas Espectrales

- Cada superficie de la Tierra refleja y absorbe energía de diferentes maneras.
- Diferentes superficies tienen diferentes firmas espectrales.
- En este ejemplo, se puede ver las diferencias entre las firmas del agua, la vegetación y el suelo.



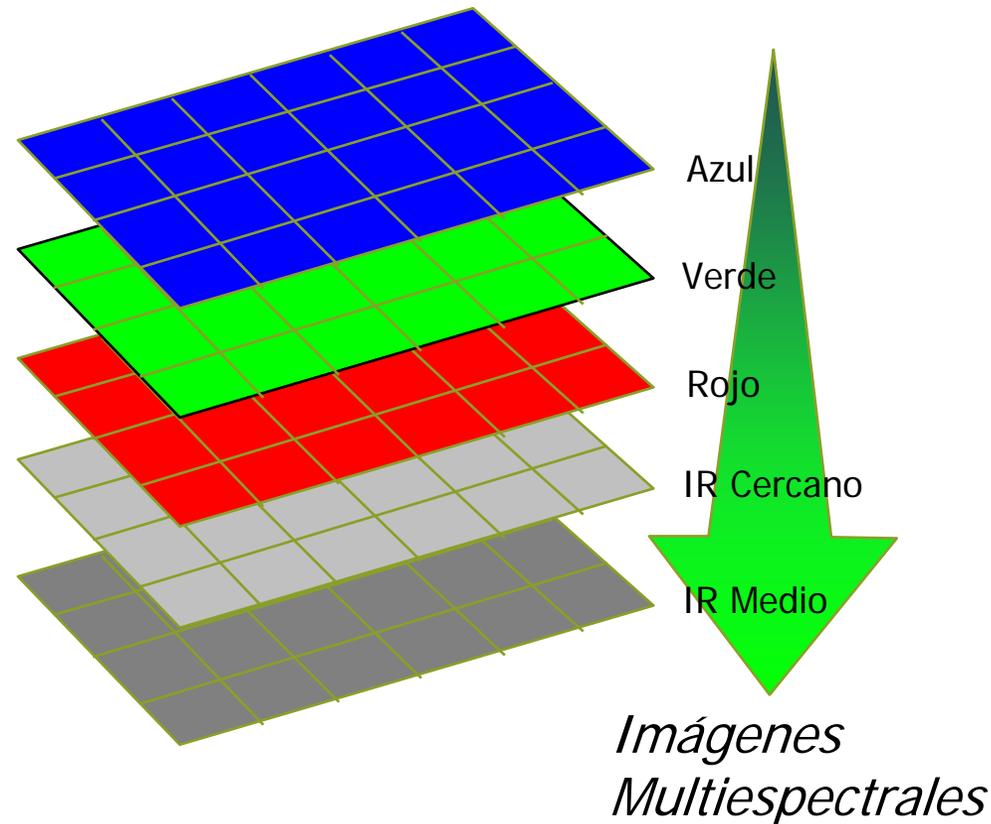
Resolución Espectral

- La capacidad de un sensor para definir intervalos de longitud de onda.
- Cada "banda" representa una parte diferente del espectro electromagnético.



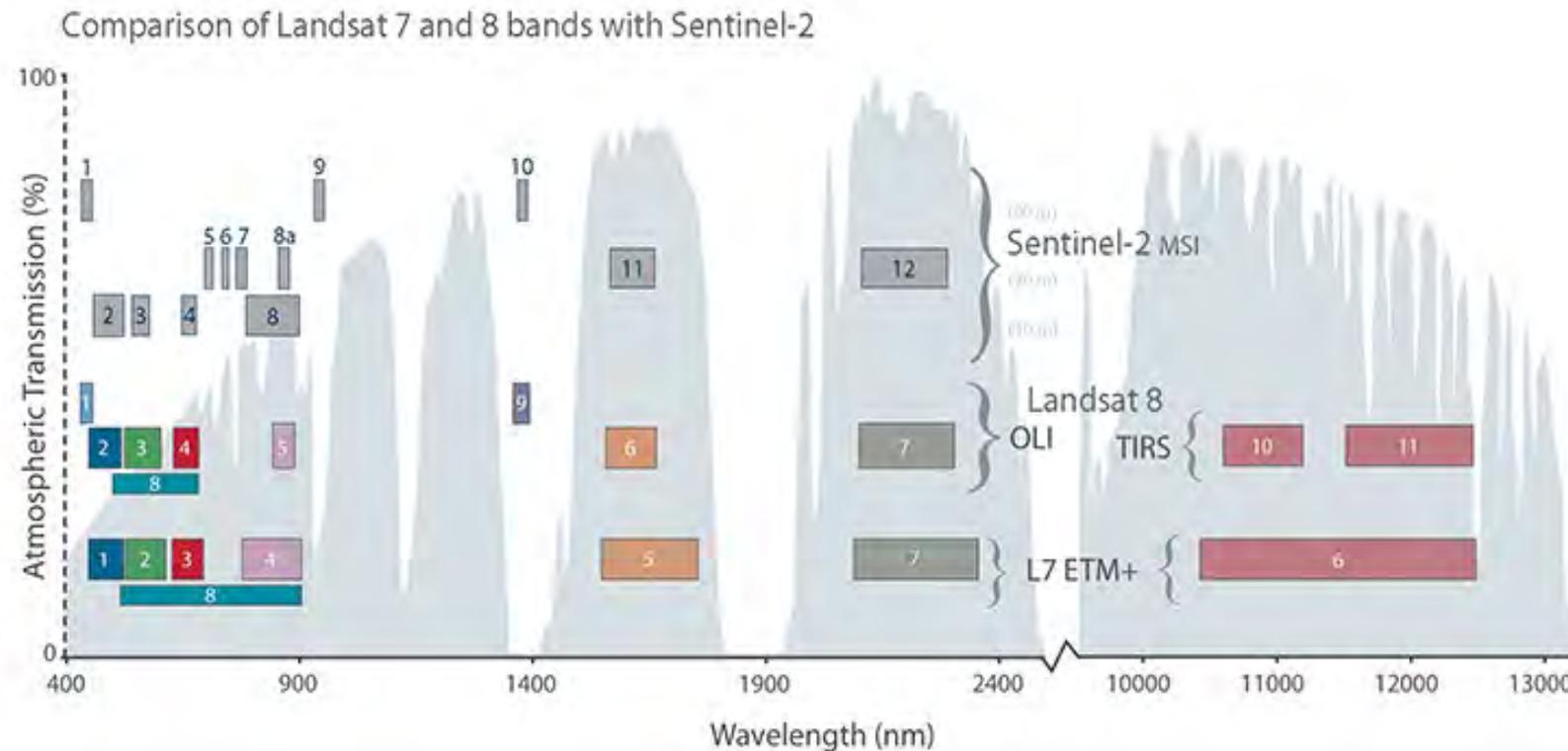
Resolución Espectral: Bandas de Imagen

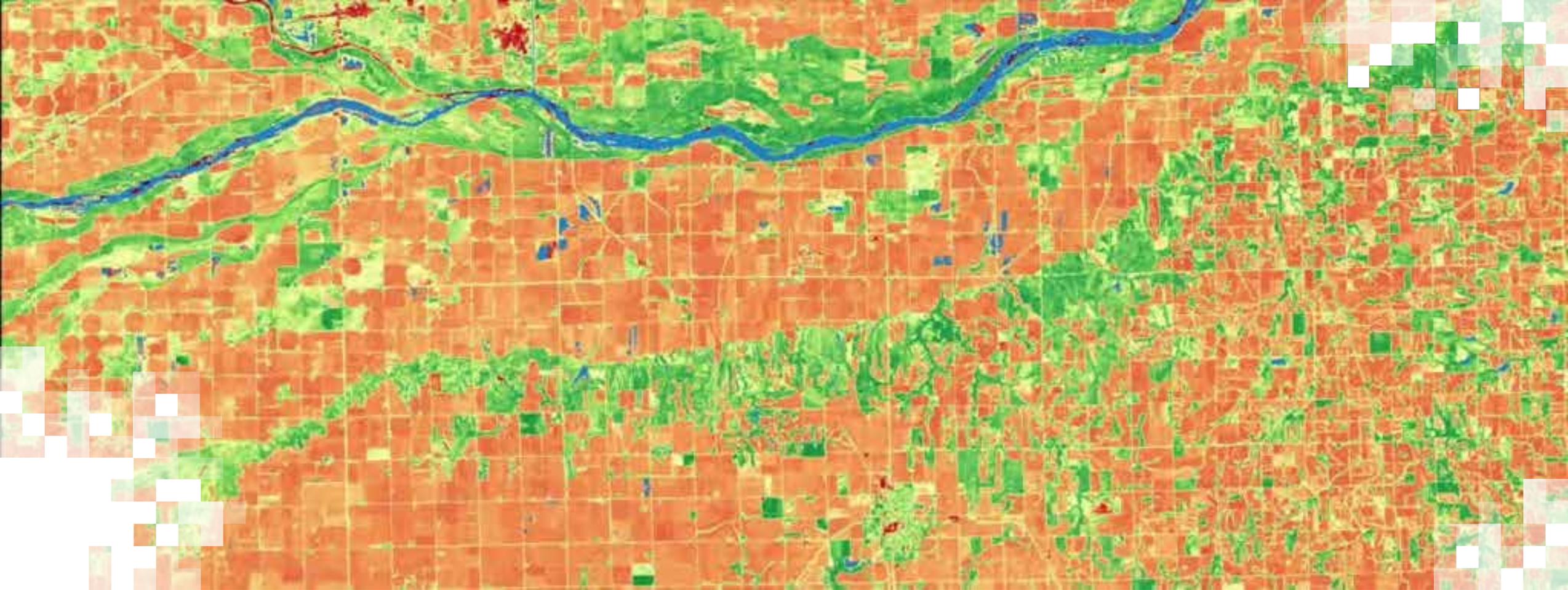
Cada banda de una imagen es una capa diferente en la imagen.



Características Espectrales de Landsat y Sentinel-2

- Los instrumentos de Landsat miden principalmente la luz reflejada desde la superficie de la Tierra (con una excepción).
- Los instrumentos de Landsat están diseñados para detectar longitudes de onda visibles e infrarrojas (cercanas y medias).





Parte 2:
Los Índices Espectrales y el NDVI

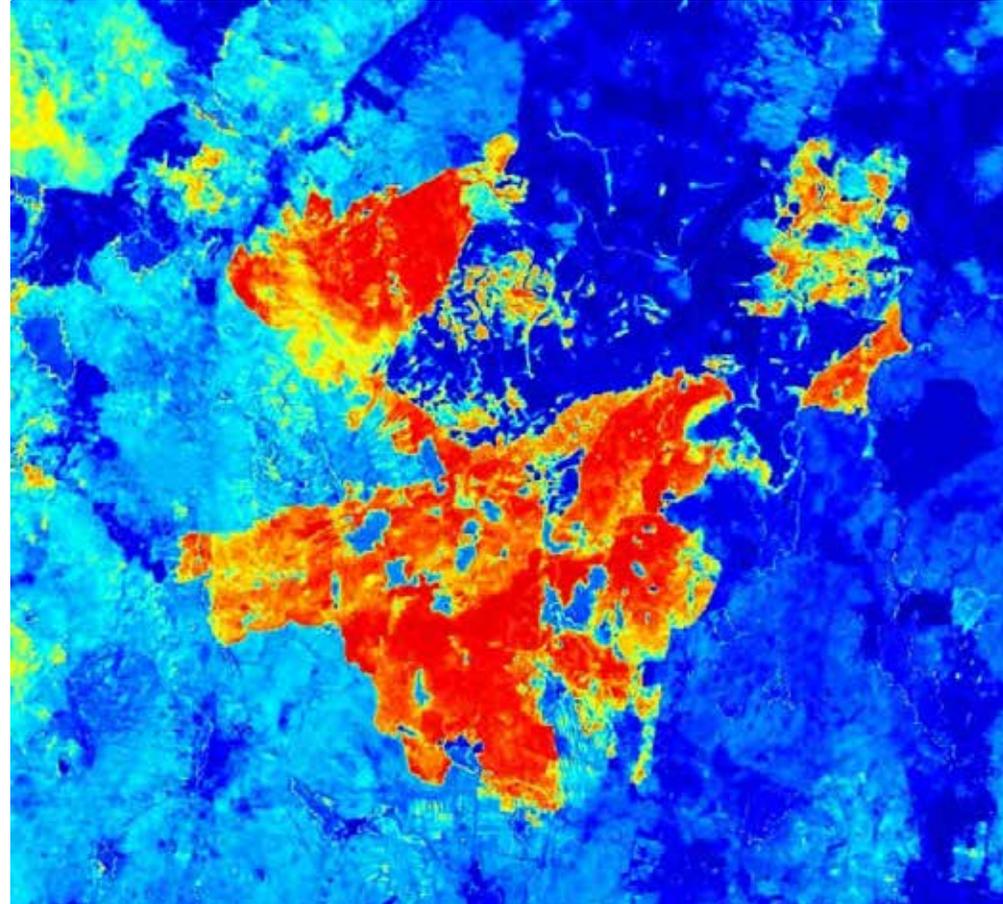
¿Qué es un Índice Espectral?

- Una ecuación matemática que se aplica en las distintas bandas espectrales de una imagen, píxel por píxel
- Relaciones de banda simples que resaltan un proceso o propiedad específica en la superficie terrestre
- Reduce los efectos de la atmósfera, el ruido de los instrumentos, el ángulo del sol: permite comparaciones espaciales y temporales coherentes



Aplicaciones de los Índices Espectrales

- Salud de la vegetación
- Mapeo del área quemada y gravedad del incendio
- Contenido de humedad
- Parámetros biofísicos (es decir, biomasa)
- Mapeo geológico

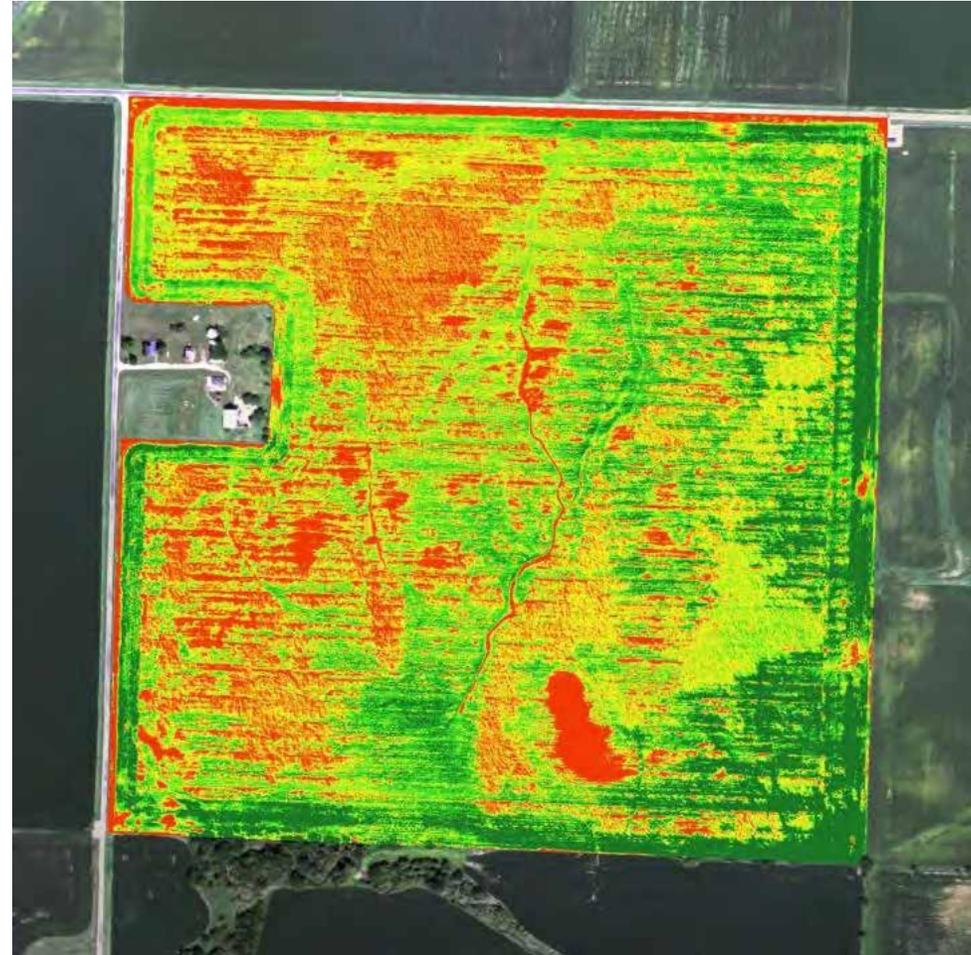


Índice de Humedad de un Incendio Forestal (Incendio en rojo, anaranjado)



Aplicaciones del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index o NDVI)

- Salud de la vegetación
 - Sanidad de los cultivos
- Fenología
- Indicador de sequía
 - Humedad del suelo
- Índice de área foliar (Leaf Area Index o LAI)
- Monitoreo de carbono



Fuente: <http://geovantage.com/applications/precision-agriculture/crop-health/>



Índices Espectrales que cubriremos en Esta Capacitación

- **NDVI** - Normalized Difference Vegetation Index
- **NDTI** - Normalized Difference Turbidity Index
- **NDCI** - Normalized Difference Chlorophyll Index
- **FAI** - Floating Algae Index
- **AFAI** - Alternate Floating Algae Index
- **NDAVI** - Normalized Difference Aquatic Vegetation Index
- **EVI** - Enhanced Vegetation Index
- **SAVI** - Soil-Adjusted Vegetation Index
- **NBR** - Normalized Burn Ratio

Parte 1

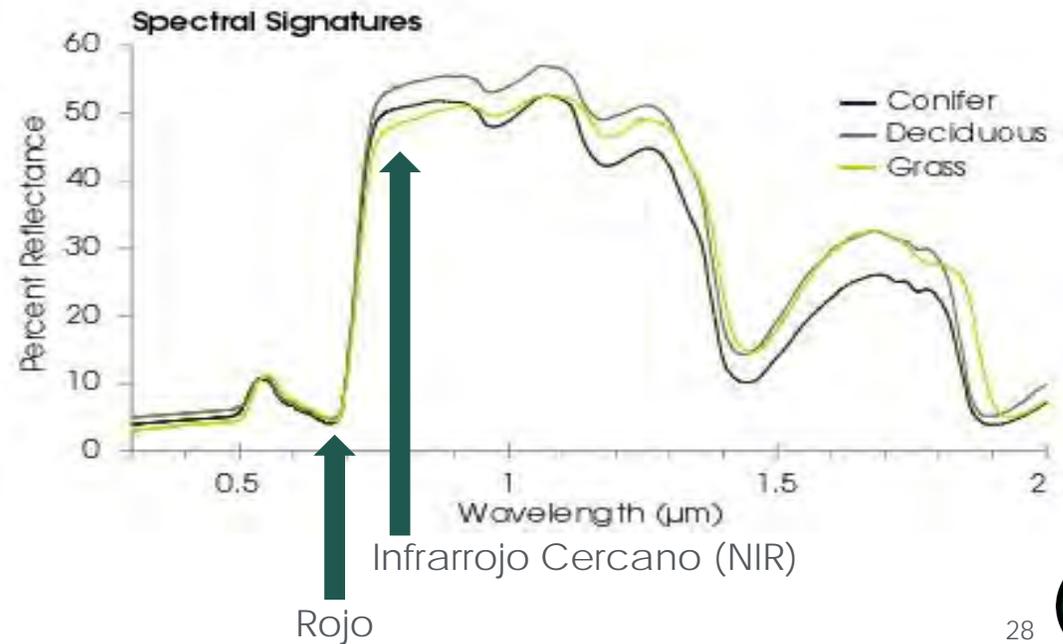
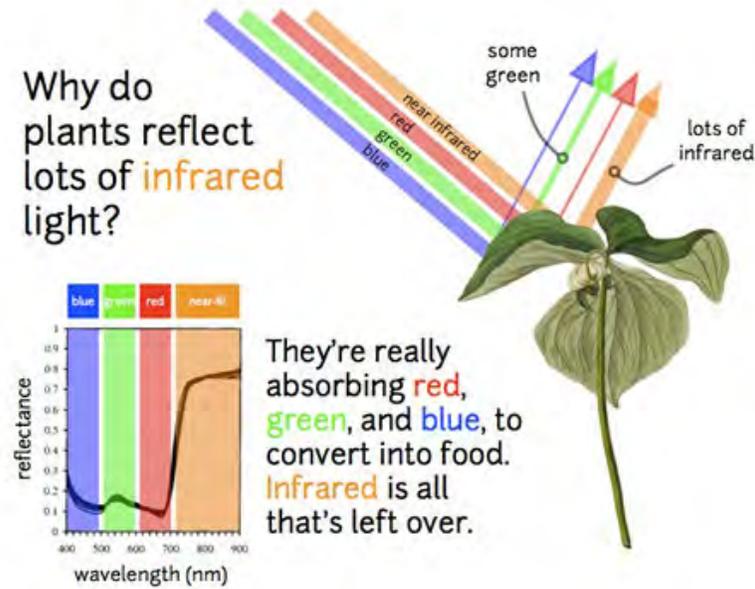
Parte 2

Parte 3



¿Qué es el NDVI?

- Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index)
 - Está basado en la relación entre las longitudes de onda del rojo y el infrarrojo cercano
 - La clorofila absorbe fuertemente lo visible (rojo)
 - La estructura de la planta refleja fuertemente el infrarrojo cercano

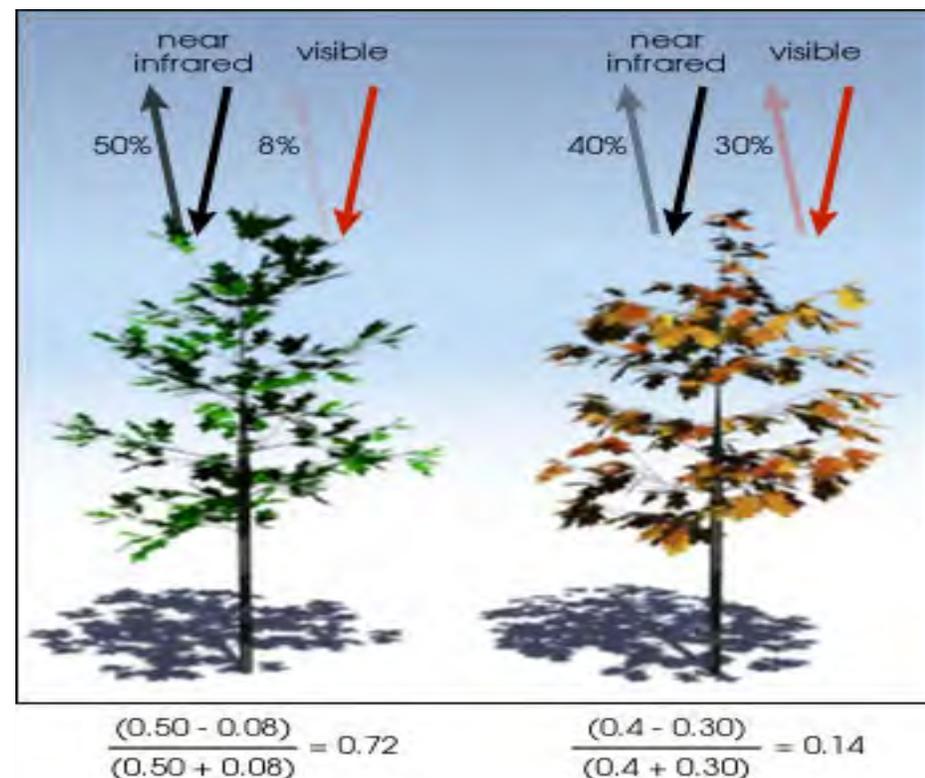


NDVI: Resumen

- Formula del NDVI:

$$\frac{\text{Infrarrojo Cercano} - \text{Rojo}}{\text{Infrarrojo Cercano} + \text{Rojo}}$$

- Los valores varían del -1,0 al 1,0.
 - Los valores negativos a 0 significan que no hay hojas verdes.
 - Los valores cercanos a 1 indican la mayor densidad posible de hojas verdes.

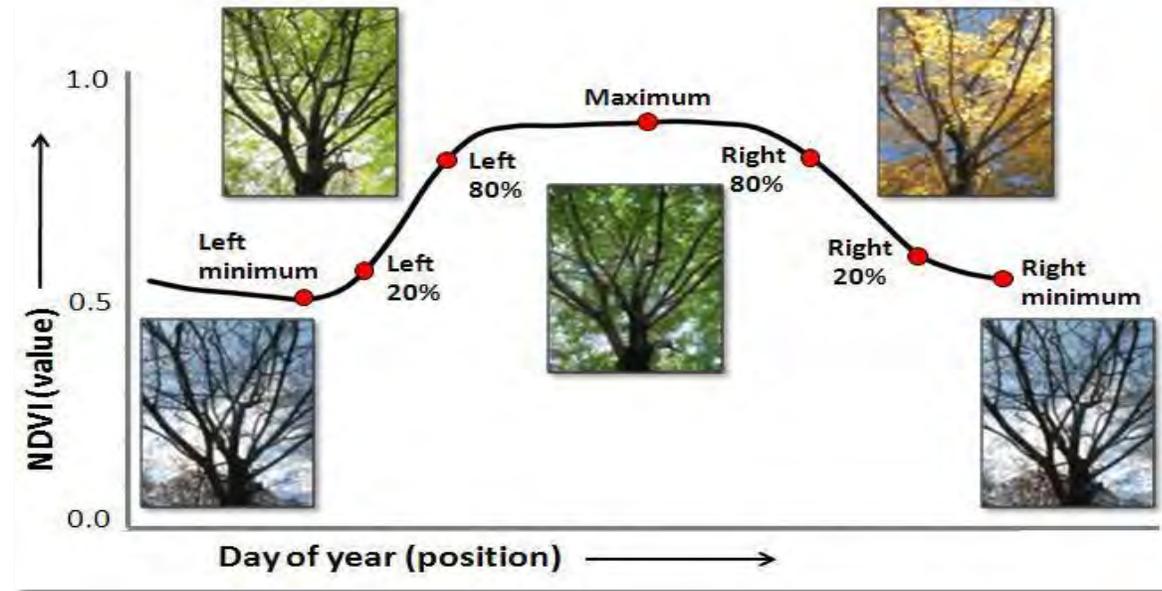


Fuente de la Imagen: Robert Simmon



NDVI y Estacionalidad

- La teledetección se utiliza para monitorear los cambios estacionales en la vegetación.
- Las imágenes mensuales del NDVI de MODIS o Landsat se pueden utilizar para monitorear la fenología.



Imágenes del NDVI de Norteamérica en Invierno y Verano

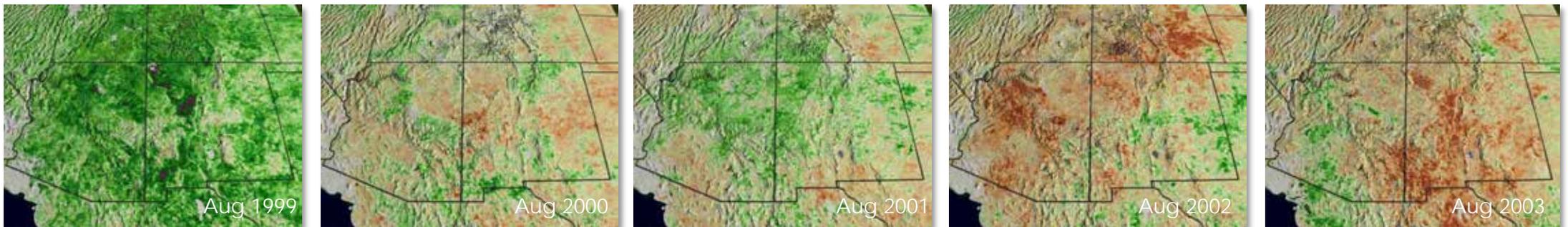
Credit: spacegrant.montana.edu



NDVI: Anomalías

- Desviación del NDVI de la media a largo plazo, normalizada por la variabilidad a largo plazo
- Se genera restando la media a largo plazo del valor actual para ese mes del año para cada celda de la cuadrícula
- Indica si el verdor de la vegetación en un lugar en particular es típico de ese período o si la vegetación está más o menos verde

Anomalías del NDVI en el Sudoeste de Estados Unidos



Bandas de Landsat

Bandas de OLI y TIRS de Landsat 8 y 9 OLI (μm)			Bandas de Landsat 7 ETM+ (μm)		
Banda 1	30 m Costera/Aerosoles	0.43-.045			
Banda 2	30 m Azul	0.45-.051	Banda 1	30 m Azul	0.44-0.51
Banda 3	30 m Verde	0.53-0.60	Banda 2	30 m Verde	0.52-0.60
Banda 4	30 m Roja	0.63-0.68	Banda 3	30 m Roja	0.63-0.69
Banda 5	30 m NIR	0.85-0.88	Banda 4	30 m NIR	0.77-0.90
Banda 6	30 m SWIR-1	1.57-1.65	Banda 5	30 m SWIR-1	1.55-1.75
Banda 10	100 m TIR-1	10.60-11.19	Banda 6	60 m TIR	10.40-12.50
Banda 11	100 m TIR-2	11.50-12.51			
Banda 7	30 m SWIR-2	2.11-2.29	Banda 7	30 m SWIR-2	2.08-2.35
Banda 8	15 m Pan	0.5-0.68	Banda 8	15 m Pan	0.52-0.90
Banda 9	30 m Cirrus	1.36-1.38			

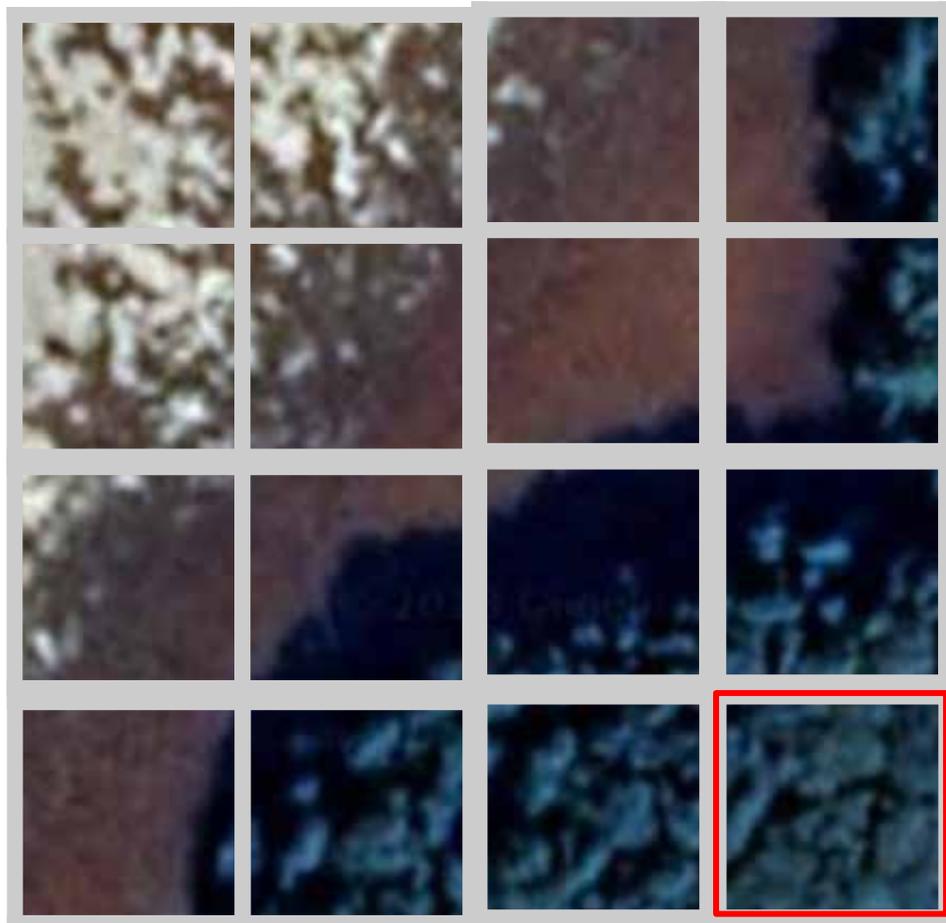


Bandas de Sentinel-2B

Bandas de Sentinel-2B Bands <i>Longitud de onda central (nm)</i>			
Banda 1	60 m	Azul (Costera y Aerosoles)	442
Banda 2	10 m	Azul	492
Banda 3	10 m	Verde	559
Banda 4	10 m	Roja	665
Banda 5	20 m	Visible e Infrarrojo Cercano(VNIR)	704
Banda 6	20 m	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)	739
Banda 7	20 m	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)	780
Banda 8	10 m	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)	833
Banda 8a	20 m	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)	864
Banda 9	60 m	IR de Onda Corta (SWIR)	943
Banda 10	60 m	IR de Onda Corta (SWIR)	1377
Banda 11	20 m	IR de Onda Corta (SWIR)	1610
Banda 12	20 m	IR de Onda Corta (SWIR)	2186



Ejemplo de Cálculo del NDVI



IR Cercano
(Landsat 9 Banda 5)



Rojo
(Landsat 9 Banda 4)



IR Cercano

.0214	.0313
.0031	.1144

-

Rojo

.0473	.0444
.0415	.0344

=

NDVI

-.377	-.174
-.862	.538



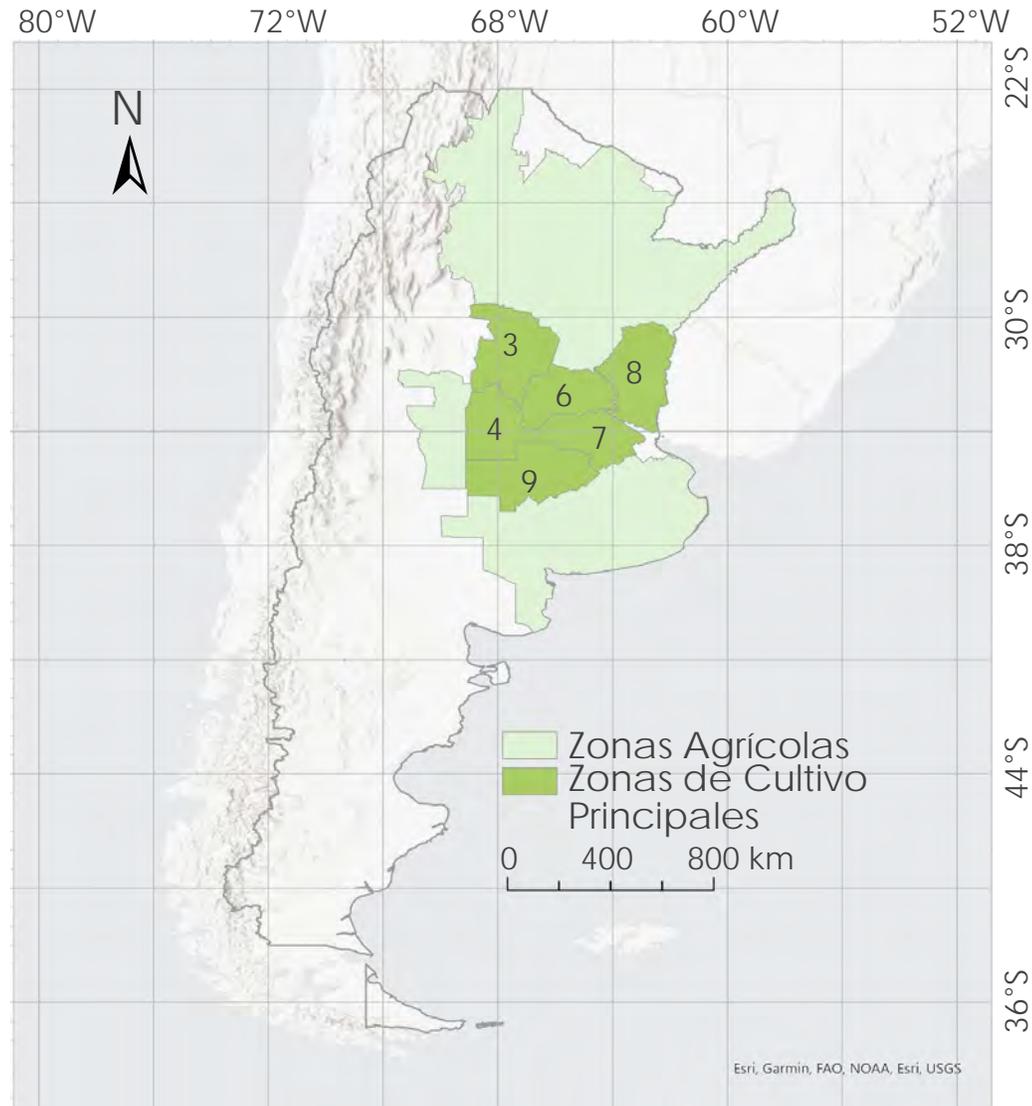
+

.0214	.0313
.0031	.1144

.0473	.0444
.0415	.0344



Ejemplo del NDVI: Argentina



Argentina Agricultura y Seguridad Alimentaria

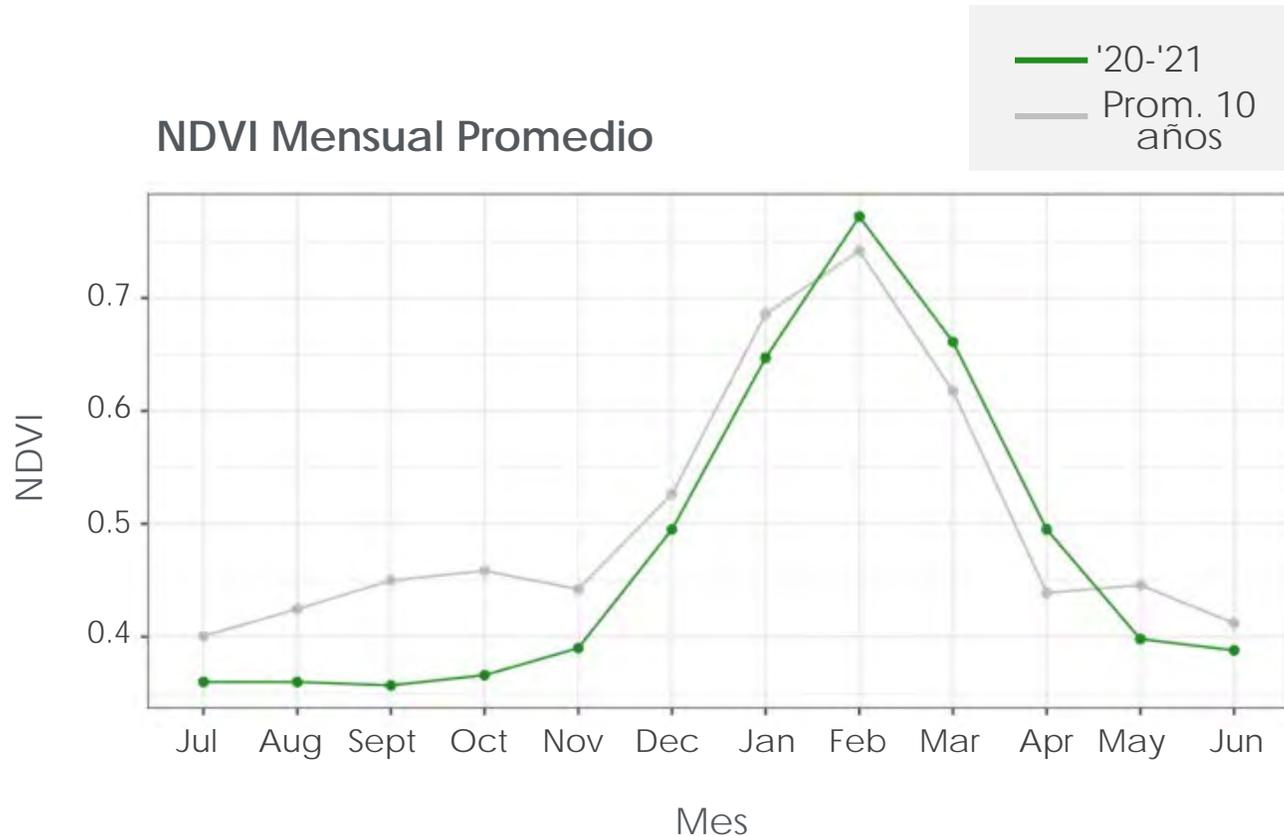
Monitoreo y Pronóstico de Cultivos
para la Argentina Utilizando
Observaciones de Satélites de la NASA

Equipo de Proyecto: Brooke Egley, Ryan Lam, Tyler Pantle, Sienna Templeman, y Caroline Williams
Consejeros: Dr. John D. Bolten, Dr. Nazmus Sazib
Investigadora Principal: Dra. Nicole Ramberg-Phil

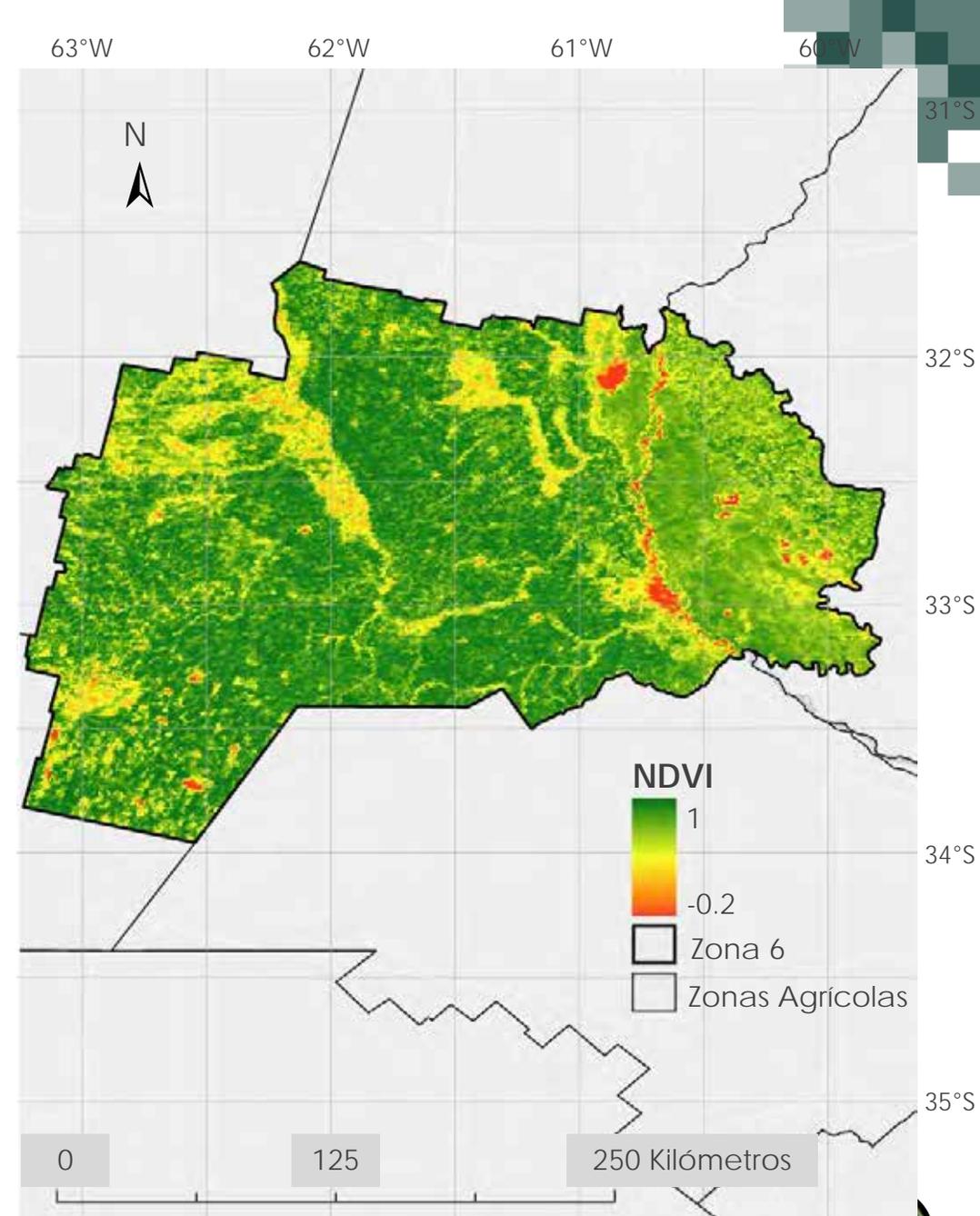
NASA DEVELOP: GSFC

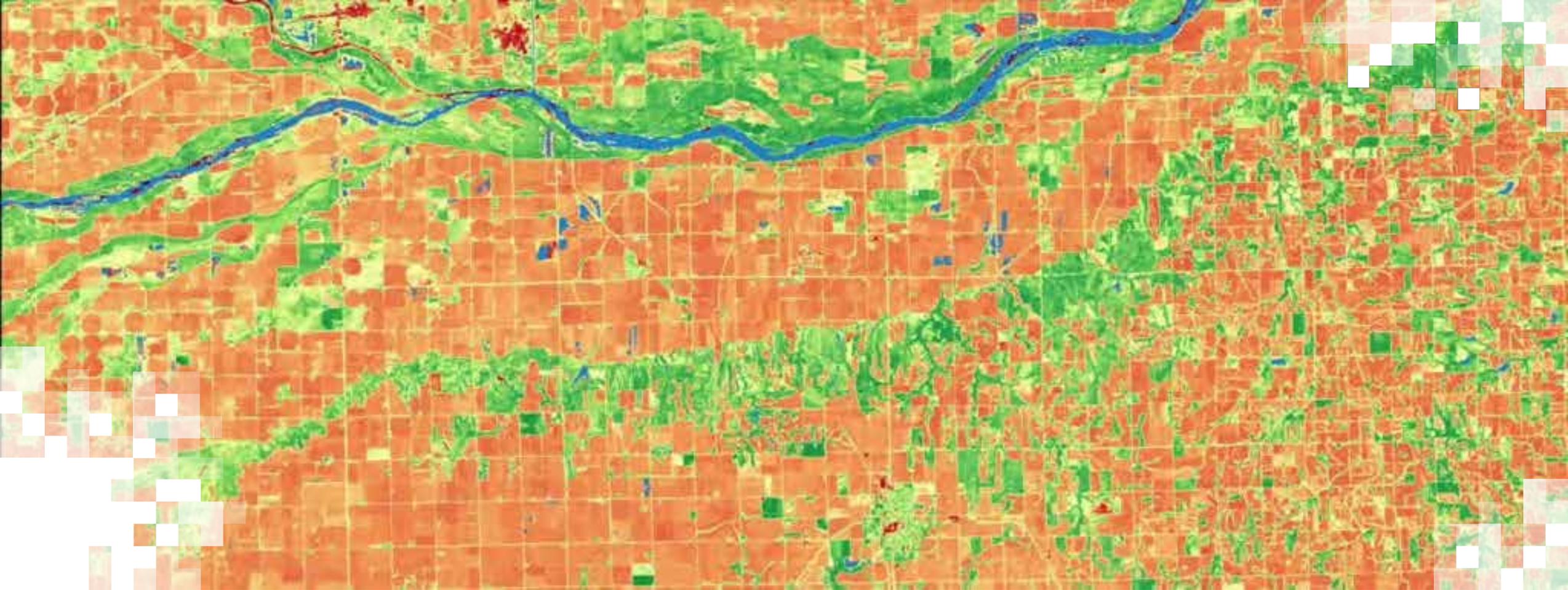


Resultados: Vegetación – Zona 6



https://appliedsciences.nasa.gov/what-we-do/projects/crop_monitoring_and_forecasting_for_argentina_using_nasa_satellite_observations





Parte 3:
Productos de Datos del NDVI

Productos del NDVI y EVI de MODIS

- Compuestos de 16 días
- Resoluciones de 250 m, 500 m y 1 km
- Extraídos de la reflectancia de superficie bidireccional diaria, efectos atmosféricos corregidos
- Nombres de las colecciones: MOD13 (Terra) y MYD13 (Aqua)
 - Múltiples subconjuntos dependiendo de la resolución espacial
- Productos disponibles a través de las herramientas del Centro de Archivos Activos Distribuido de Procesos Terrestres (Land Process Distributed. Archive Center o LP DAAC):
 - AppEEARS
 - Data Pool
 - Earthdata Search

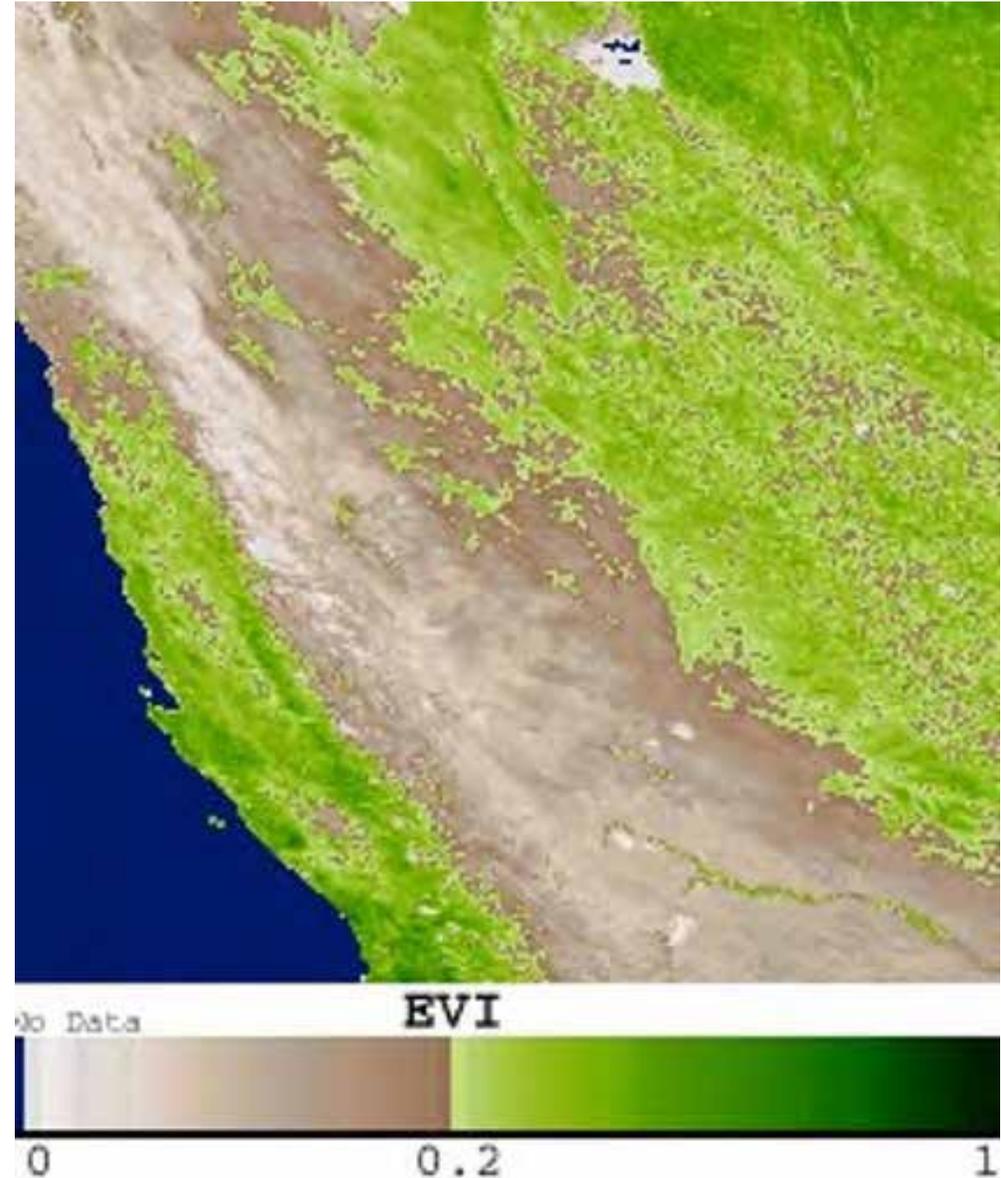
OPeNDAP

NASA ARSET – Spectral Indices for Land and Aquatic Applications

EVI de MODIS de abril 2020 de la costa oeste de África. Fuente de la

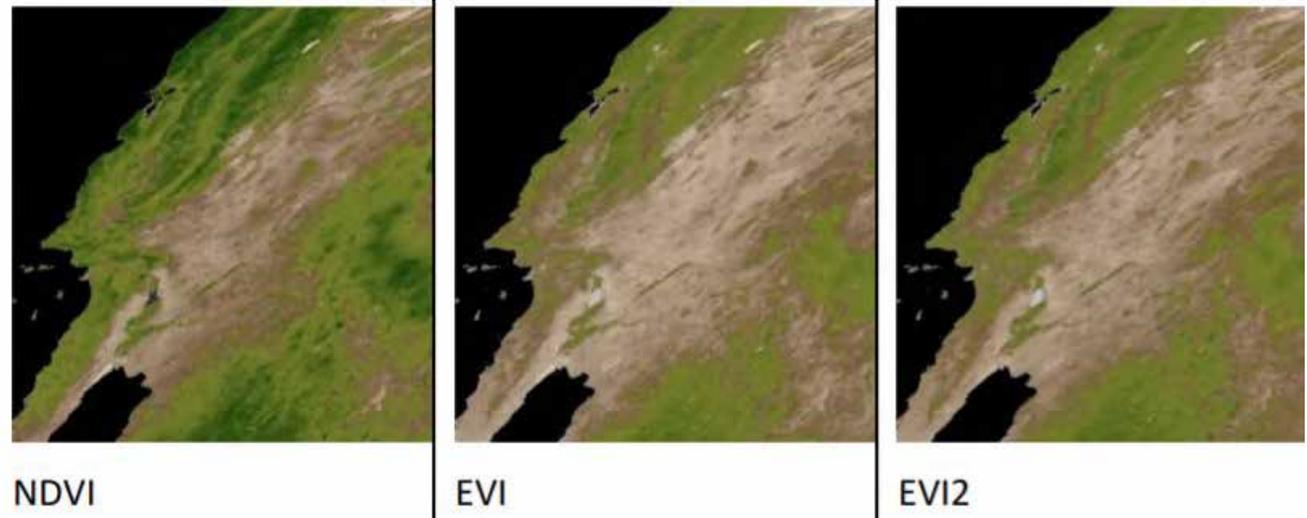
Imagen:

[USGS/NASA](https://www.usgs.gov/)



Productos VIIRS NDVI y EVI

- Compuestos de 16 días de NDVI, EVI y EVI2
- Resoluciones de 500 m, 1 km y 0,05 grados
- El algoritmo selecciona el mejor píxel disponible en un período de 16 días
- Nombre de la colección: VNP13
 - Múltiples subconjuntos dependiendo de la resolución espacial
- Productos disponibles a través de las herramientas del Centro de Archivos Activos Distribuido de Procesos Terrestres (Land Process Distributed. Archive Center o LP DAAC):
 - AppEEARS
 - Data Pool
 - Earthdata Search
 - OPeNDAP



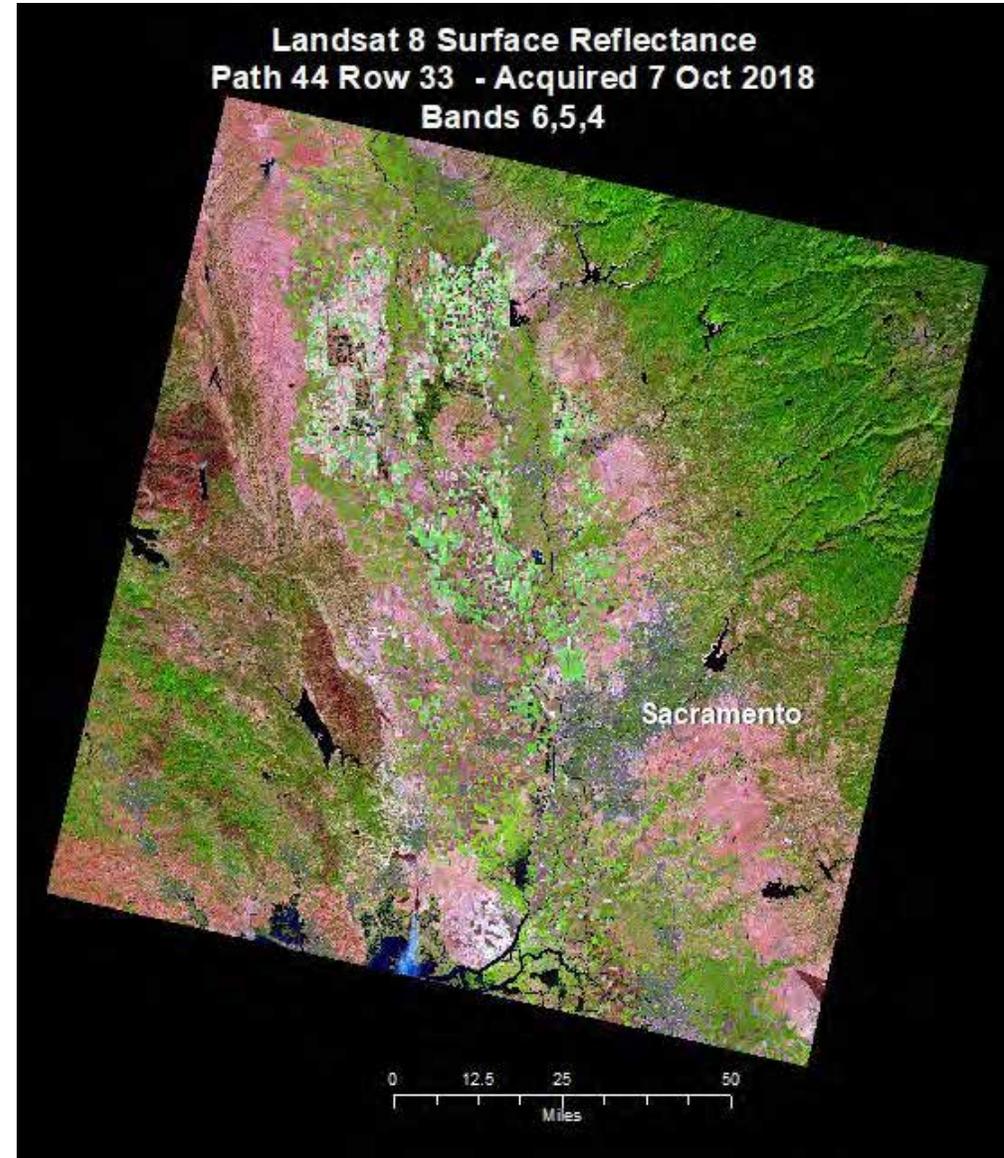
NDVI, EVI, y EVI2 de VIIRS sobre Norteamérica occidental

Fuente de la Imagen: [USGS/NASA](#)



Productos de Landsat

- Resolución Temporal: 16 días
- Resolución espacial: 30 m
- Múltiples productos disponibles: NDVI, EVI, SAVI, NDMI, NBR
- Disponible a pedido en: [USGS Earth Resources Observation and Science \(EROS\) Center Science Processing Architecture \(ESPA\) On Demand Interface](https://landsat.usgs.gov/eros-science-processing-architecture-espac)



Animación de los
varios índices de
vegetación de
Landsat disponibles.
Fuente de la
Imagen:
[USGS/NASA](https://landsat.usgs.gov/)



Productos Satelitales Combinados: NDVI y EVI

- El Índice de Vegetación y Fenología (Vegetation and Phenology Index o VPI)
- Diario, semanal, mensual, anual
- Resolución de 0,05 grados (5.600 m)
- NDVI, EVI, EVI2
- 34 años de un registro global consistente de índices de vegetación y fenología del paisaje.
- Están basados en datos de MODIS, AVHRR y el Satélite Para la Observación de la Tierra (SPOT)
- El Programa "Making Earth System Data Records for Use in Research Environments" ([MEaSUREs](#))



NDVI AVHRR Compuesto para el 17 al 30 de septiembre de 2013. Fuente de la Imagen: [USGS/NASA](#)

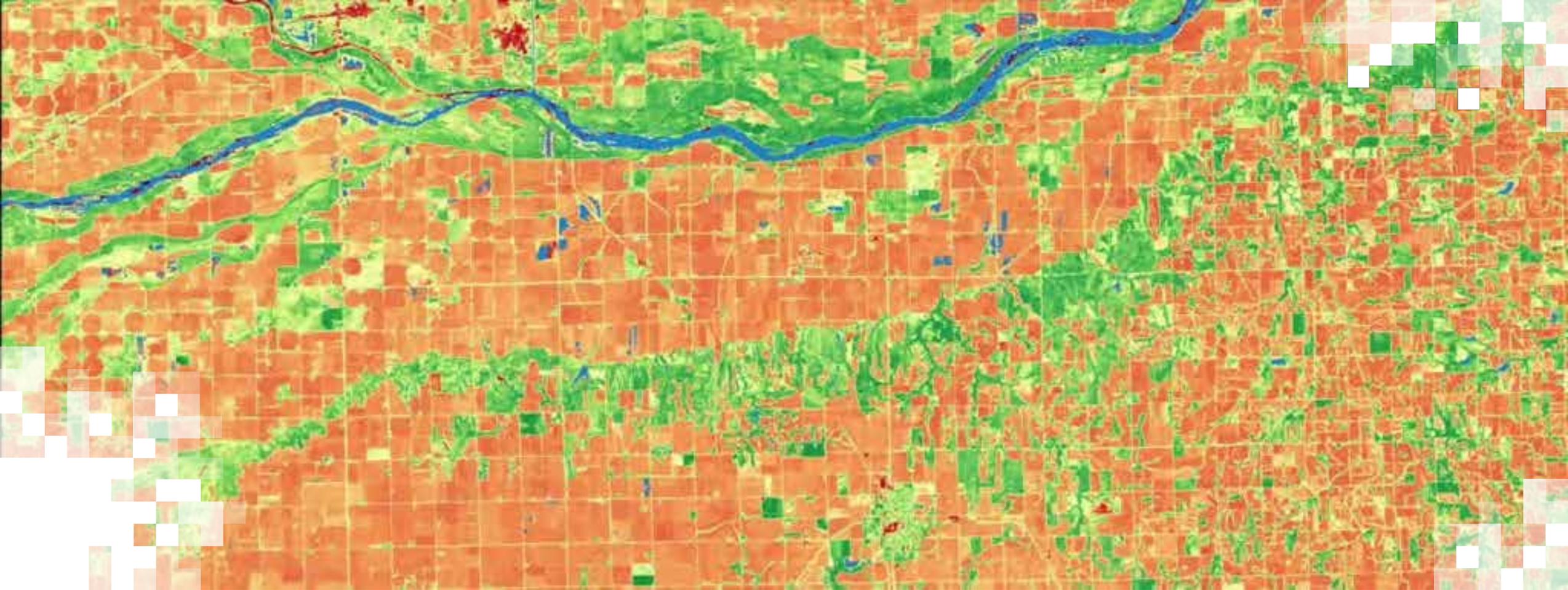


Satellite Needs Working Group* (SNWG)

- Realiza encuestas bienales para documentar las necesidades de observación de la Tierra de la NASA y otras agencias.
- Necesidades identificadas y nuevos productos de datos:
 - [Armonización de conjuntos de datos](#) de Landsat y Sentinel-2 (operativo)
 - [Productos multisatélite](#) para extensión de aguas superficiales, detección de disturbios/cambios en la superficie, y deformación de superficie (en desarrollo)
 - Productos [ICESat-2](#) de mirada rápida (Quick Look) (operativo)
 - Ancho de banda de descarga ampliado para la [Misión NISAR](#) (en desarrollo)
 - Acceso mejorado para agencias federales a [datos comerciales](#) comprados y evaluados por la NASA (operativo)

*Grupo de Trabajo para Necesidades Relacionadas con Satélites





Cálculo de índices en Google Earth Engine

LINK PARA EL CÓDIGO:

<https://code.earthengine.google.com/1c9a5811b4892272233def83baa7f902>

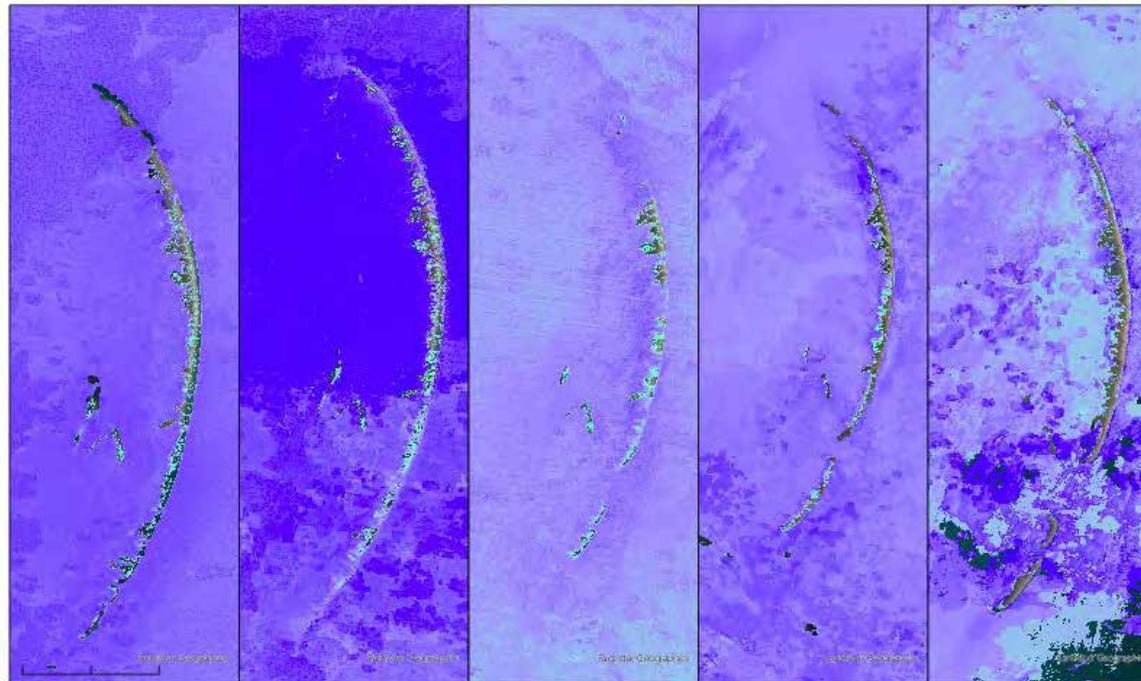
Resumen

- Cada superficie de la Tierra refleja y absorbe energía de diferentes maneras.
 - El uso de esta información en las diferentes bandas de una imagen satelital puede ayudarnos a comprender mejor las características de la Tierra.
- Un índice espectral es una ecuación matemática que se aplica a las distintas bandas espectrales de una imagen píxel por píxel.
 - Relaciones de banda simples que resaltan un proceso o propiedad específica en la superficie terrestre.
- El NDVI es el índice de vegetación más utilizado a nivel mundial.
 - Es una simple relación entre las bandas IR Cercana y Roja y se puede utilizar para identificar el vigor de la vegetación.
- Hay muchos otros índices espectrales que se pueden utilizar para aplicaciones acuáticas y terrestres – ¡estén atentos!



Mirando Hacia la 2^{da} Parte

- En la Parte 2 de esta serie de seminarios web, nos concentraremos en las **aplicaciones acuáticas de los índices espectrales**, incluidos, entre otros, el Índice de Turbidez de Diferencia Normalizada (NDTI), el Índice de Clorofila de Diferencia Normalizada (NDCI) y el Índice de Vegetación Acuática de Diferencia Normalizada (NDAVI).



NDAVI alrededor de las islas Chandeleur del verano del 2000 hasta el Verano del 2020



Tarea y Certificados

- **Tarea:**
 - Habrá una tarea asignada
 - Abre el 09/11/2023
 - Se puede acceder desde la [pagina web de la capacitación](#)
 - Debe enviar sus respuestas a través de Google Form
 - **Fecha límite el 23 de noviembre de 2023**
- **Certificado de Finalización de Curso:**
 - Asistir a las tres sesiones en vivo (su asistencia se registra automáticamente)
 - Completar la tarea dentro del plazo estipulado
 - Recibirán sus certificados aproximadamente dos meses después de la conclusión del curso .



Datos de Contacto

Formadores:

- Amber McCullum
 - amberjean.mccullum@nasa.gov
- Juan L. Torres-Pérez
 - juan.l.torresperez@nasa.gov
- Britnay Beaudry
 - britnay.beaudry@nasa.gov
- Sativa Cruz
 - sativa.cruz@nasa.gov

- [ARSET – Pagina Web](#)
- Síganos en Twitter!
 - [@NASAARSET](#)
- [ARSET YouTube](#)

Visite nuestros Programas Hermanos:

- [DEVELOP](#)
- [SERVIR](#)





¡Gracias!

