

Evaluación de los Servicios Ecosistémicos con Teledetección

Amber McCullum, Juan L. Torres-Pérez

23 de agosto de 2022



Estructura y Materiales del Curso

- Tres sesiones de una hora y media los días 23, 25 y 30 de agosto de 11h a 12h30 Horario Este de EE.UU. (UTC-4) (English)
- Las grabaciones de las presentaciones, los archivos PowerPoint y la tarea asignada se pueden encontrar después de cada sesión en la siguiente página:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/english/arset-evaluating-ecosystem-services-remote-sensing>
 - Preguntas y respuestas después de cada presentación y/o por correo electrónico a:
 - amberjean.mccullum@nasa.gov o juan.l.torresperez@nasa.gov



Tarea y Certificados

- **Tarea:**

- Se asignará una tarea
- Debe enviar sus respuestas a través de Formularios de Google
- **Fecha límite para entregar la tarea: martes 13 de septiembre**

- **Certificado de Finalización:**
- Asista a las tres sesiones en vivo
- Complete la tarea asignada en el plazo estipulado (acceder desde la página web de ARSET)
- Recibirán sus certificados aproximadamente dos meses después de la conclusión del curso de: marines.martins@ssaihq.com



Prerrequisitos

- Prerrequisitos:
 - Por favor complete las [Sesiones 1 y 2A de Fundamentos de la Percepción Remota \(Teledetección\)](#) o contar con experiencia equivalente.
- Materiales del Curso:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/english/arset-evaluating-ecosystem-services-remote-sensing>



El Programa de Capacitación de Teledetección Aplicada de la NASA (ARSET)

<https://appliedsciences.nasa.gov/what-we-do/capacity-building/arset>

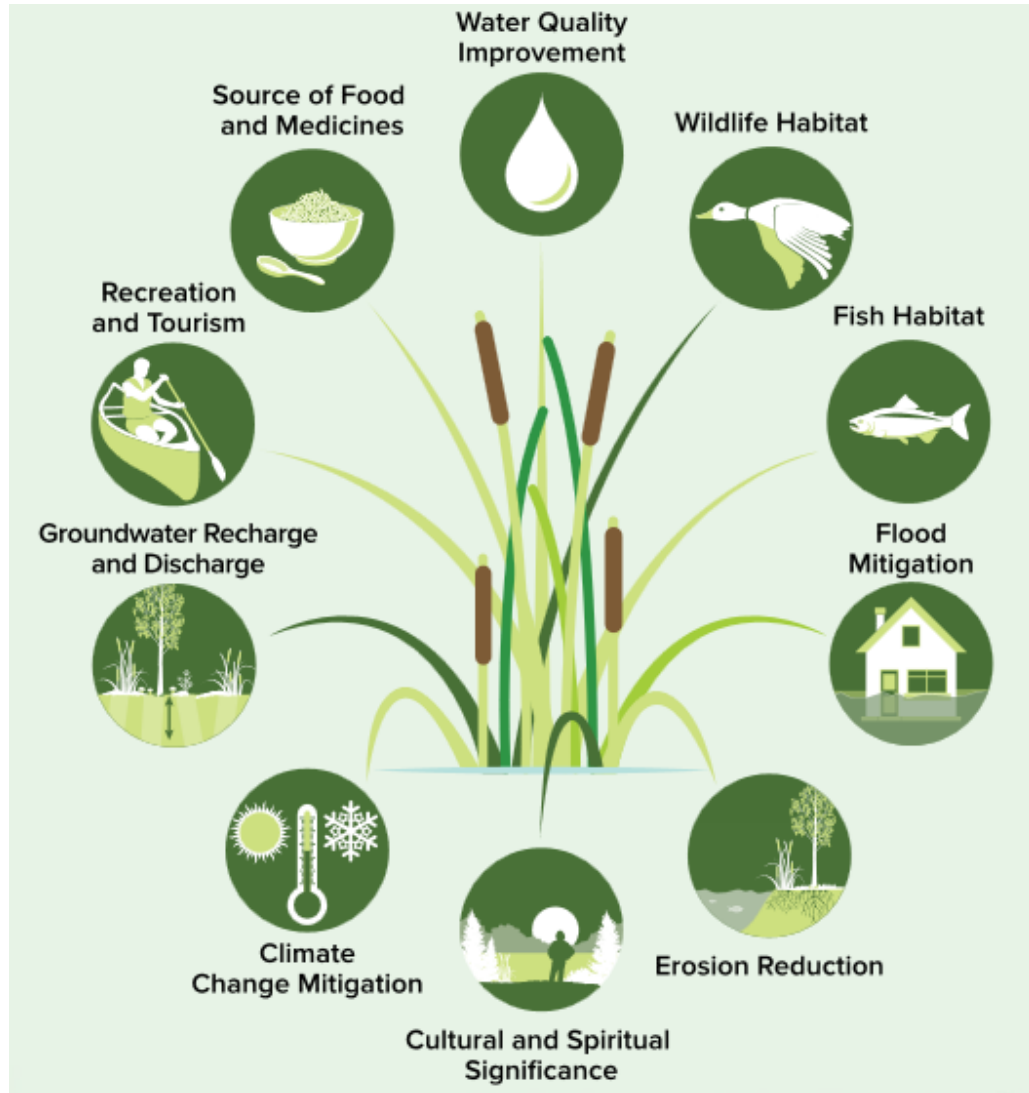
- Parte del Programa de Fomento de Capacidades Científicas Aplicadas de la NASA
- Empoderando a la comunidad mundial a través de capacitaciones en línea y presenciales
- Procura fomentar el uso de datos de teledetección y de modelos de las ciencias de la Tierra en la toma de decisiones a través de capacitaciones para:
 - Formuladores de políticas
 - Gestores ambientales
 - Otros profesionales en los sectores público y privado



Objetivos de Aprendizaje

Al final de esta sesión, Ud. tendrá un mejor entendimiento de:

- Los servicios ecosistémicos
- La valoración de los servicios ecosistémicos
- Los marcos e iniciativas a nivel mundial para evaluar el valor de los ecosistemas
- El papel de los datos de teledetección y los productos disponibles para los servicios ecosistémicos



Servicios Ecosistémicos: Fuente de la Imagen: Ministerio de Recursos Naturales y Silvicultura de Ontario. 2017.





Introducción a los Servicios Ecosistémicos

¿Qué son los Servicios Ecosistémicos?

- Los servicios ecosistémicos (también "servicios de ecosistemas" o "servicios ambientales") son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas.
- Existe una amplia gama de condiciones y procesos mediante los cuales los ecosistemas naturales, y las especies que forman parte de ellos, ayudan a sostener y enriquecer la vida humana.



Fuente de la Imagen: [IWIM](#)



Fuente de la Imagen: Upsplash



Fuente de la Imagen: [Science.com](#)



¿Cuáles son los Diferentes Tipos de Servicios Ecosistémicos?

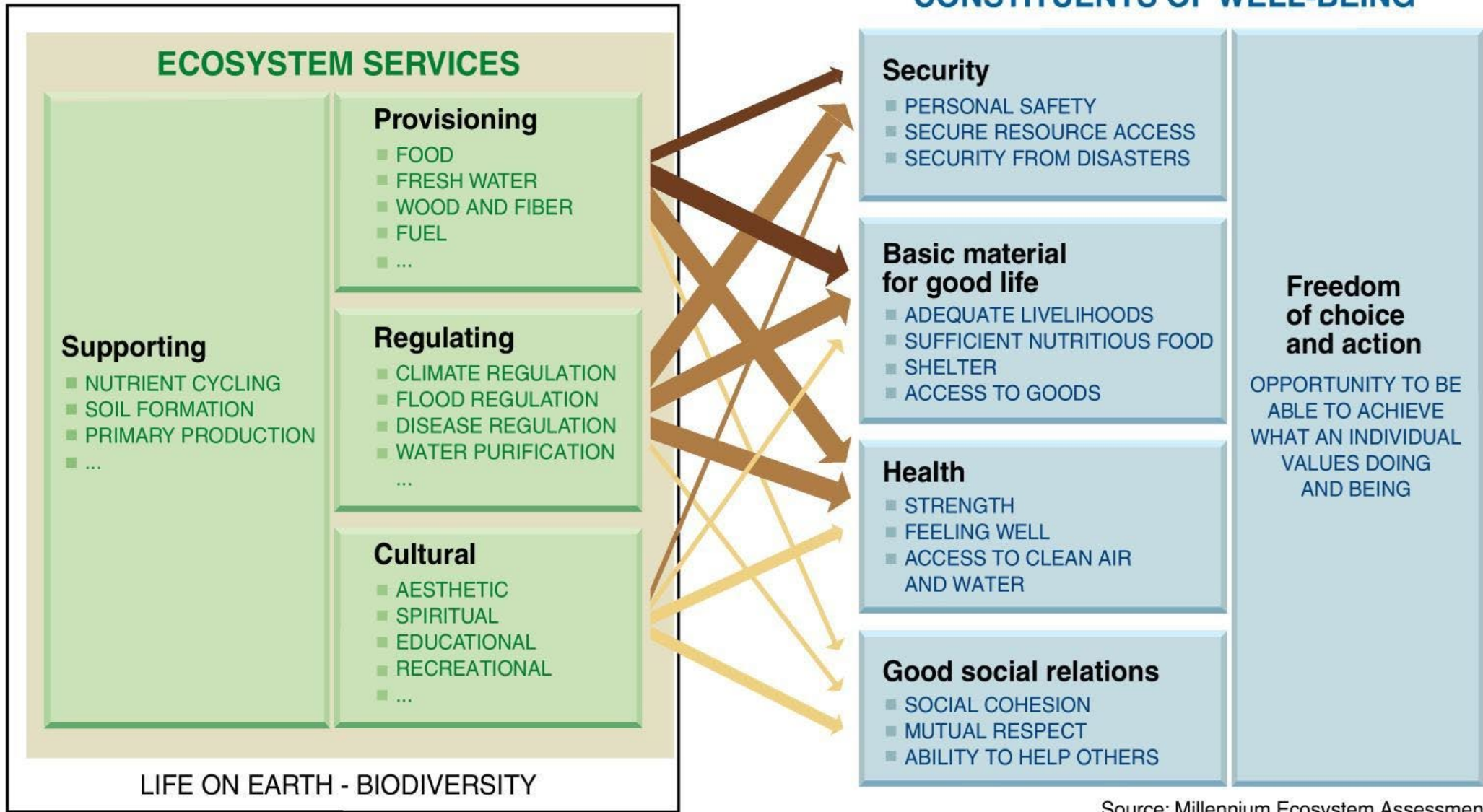
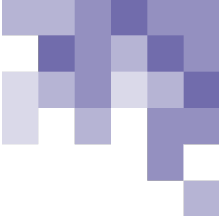
- **Provisión** (alimentos, agua, madera, leña, fibra, recursos genéticos, medicinas etc.)
- **Culturales** (educativos, belleza estética, patrimonio cultural, recreación, valores espirituales/religiosos y turismo)
- **Reguladores** (clima, calidad del aire, agua, regulación de enfermedades, control de plagas y polinización)
- **Soporte** (procesos necesarios para el funcionamiento correcto de otros servicios como la provisión de hábitat, producción primaria, formación de suelos y ciclado de nutrientes)



Fuente de la Imagen: MEA



Los Servicios Ecosistémicos y el Bienestar Humano

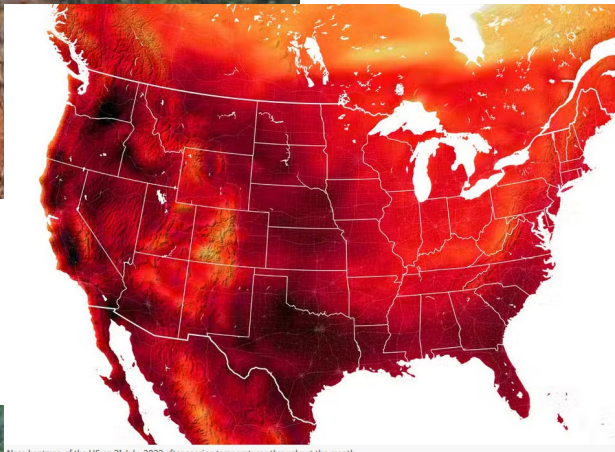


Source: Millennium Ecosystem Assessment



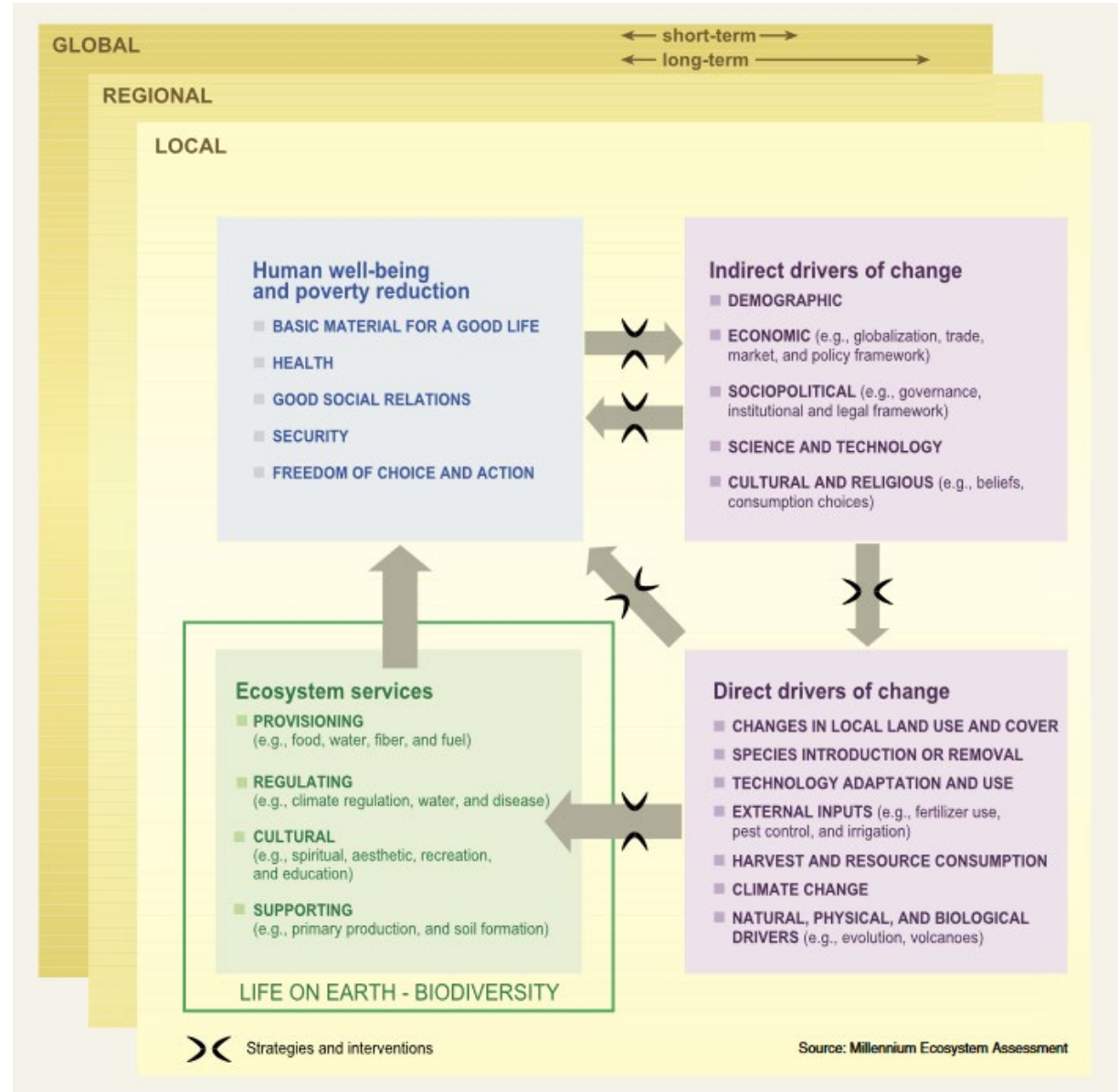
Los Servicios Ecosistémicos y el Bienestar Humano

Fuente de la Imagen: World Atlas



Nasa heatmap of the US on 31 July, 2022 after soaring temperatures throughout the month

Fuente de la Imagen: ABC News



Evaluación de los Ecosistemas del Milenio 2005

- Evaluó las consecuencias del cambio de los ecosistemas para el bienestar humano y para establecer la línea de base científica para las acciones necesarias para mejorar la conservación y el uso sostenible de los ecosistemas y sus contribuciones al bienestar humano.
- Cuatro Convenios Internacionales:
 - Convenio Sobre la Diversidad Biológica
 - Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra de la Desertificación
 - Convención Ramsar Sobre los Humedales
 - Convención sobre Especies Migratorias
- Además, fue diseñada para satisfacer las necesidades de otras partes interesadas, incluso la comunidad empresarial, el sector de salud, organizaciones no gubernamentales y pueblos indígenas



Cinco Preguntas de la MEA*

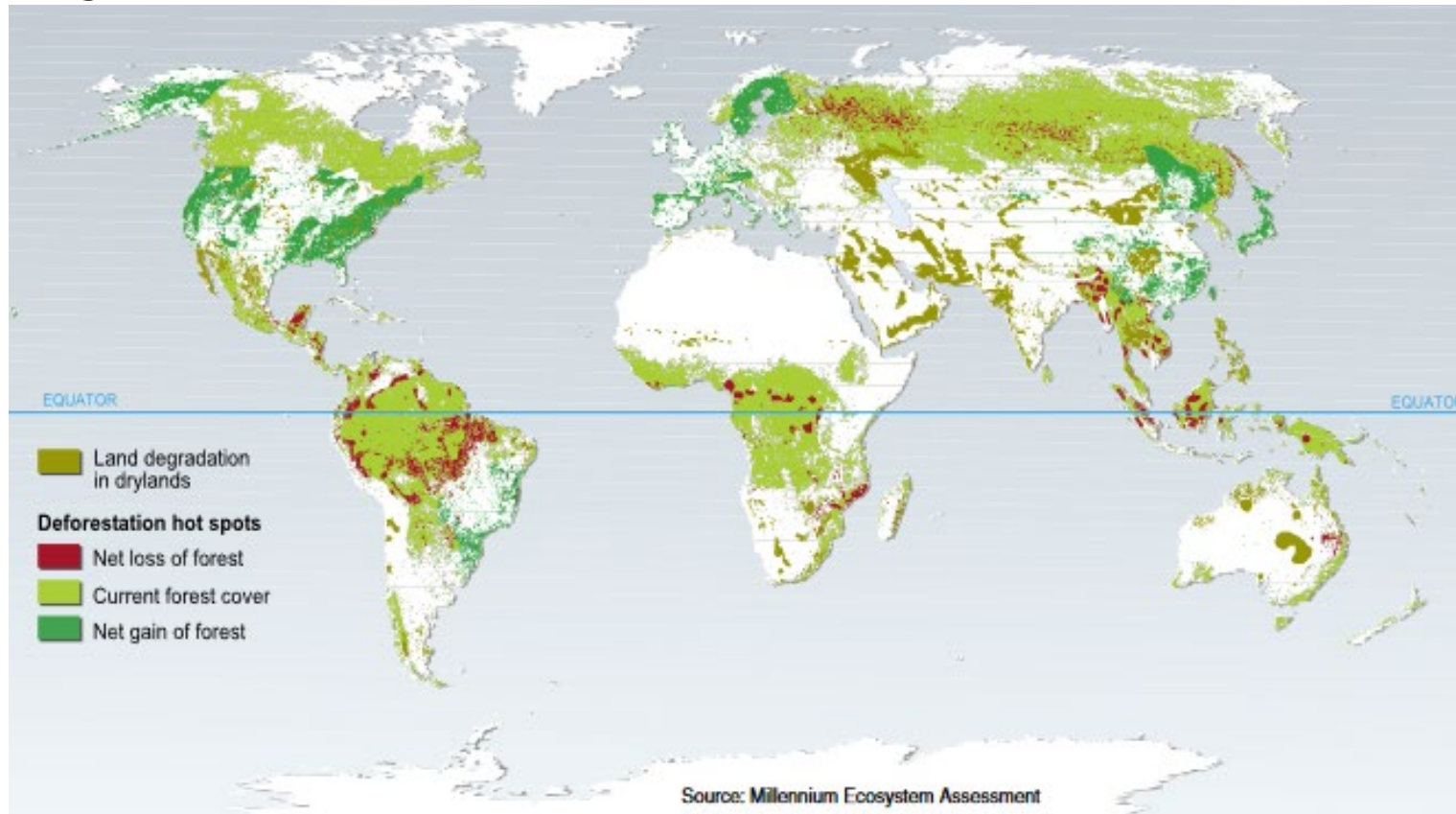
- ¿Cuáles son las condiciones y tendencias actuales de los ecosistemas, los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano?
- ¿Cuáles son los cambios futuros plausibles en los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos y los consiguientes cambios en el bienestar humano?
- ¿Qué se puede hacer para mejorar el bienestar y conservar los ecosistemas?
¿Cuáles son las fortalezas y debilidades de las opciones de respuesta que se pueden considerar para realizar o evitar futuros específicos?
- ¿Cuáles son las principales incertidumbres que dificultan la toma de decisiones efectivas sobre los ecosistemas?
- ¿Qué herramientas y metodologías desarrolladas y utilizadas en la MEA pueden fortalecer la capacidad para evaluar los ecosistemas, los servicios que brindan, sus impactos en el bienestar humano y las fortalezas y debilidades de las opciones de respuesta?
 - Las observaciones de la Tierra son una de esas herramientas

*Siglas en inglés de "Evaluación de los Ecosistemas del Milenio"



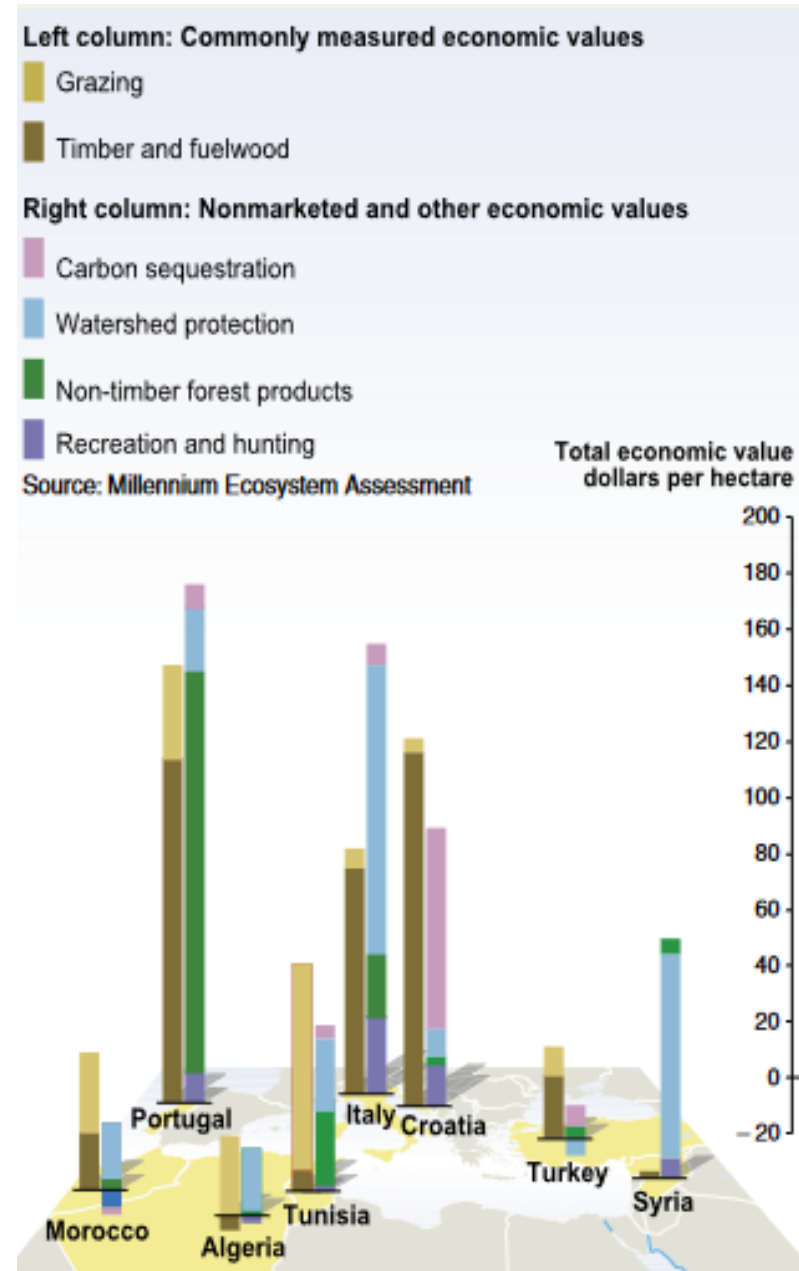
Hallazgos de la MEA

- Durante los últimos 50 años, los seres humanos han cambiado los ecosistemas más rápida y extensamente que en cualquier período comparable de la historia humana, en gran parte para satisfacer la creciente demanda de alimentos, agua dulce, madera, fibra y combustible. Esto ha resultado en una pérdida sustancial y en gran medida irreversible en la diversidad de la vida en la Tierra.



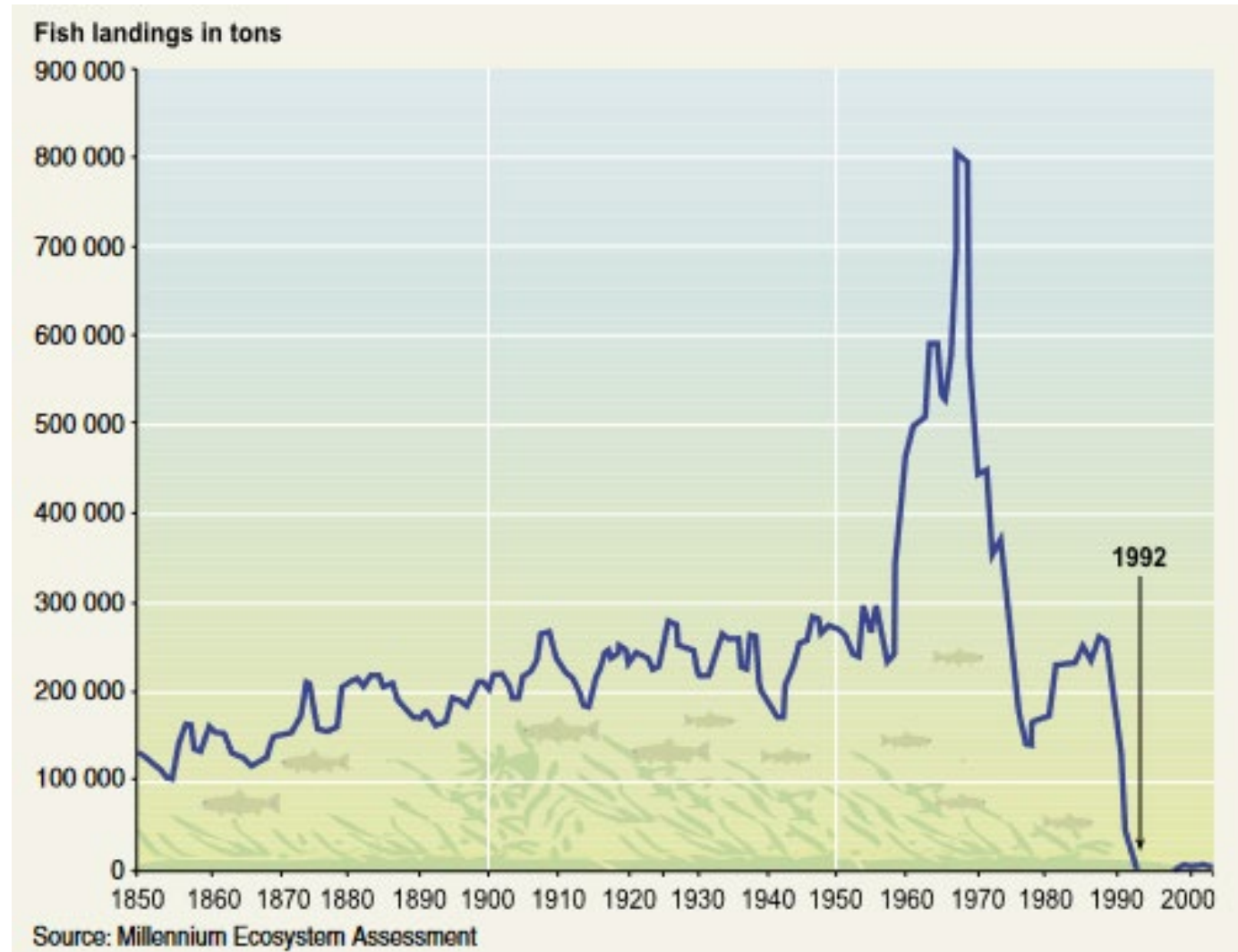
Hallazgos de la MEA

- Los cambios en los ecosistemas:
 - Contribuyeron a ganancias netas sustanciales en el bienestar humano y el desarrollo económico
 - Se han logrado ganancias a costos crecientes en forma de degradación de muchos servicios ecosistémicos, mayores riesgos de cambios no lineales y la exacerbación de la pobreza para algunos grupos de personas



Hallazgos de la MEA

- La degradación de los servicios de los ecosistemas podría empeorar significativamente durante la primera mitad de este siglo y es una barrera para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio.



Hallazgos de la MEA

- El desafío de revertir la degradación de los ecosistemas mientras se satisfacen las crecientes demandas de sus servicios puede cumplirse parcialmente bajo algunos escenarios que ha considerado la MEA, pero estos implican cambios significativos en las políticas, instituciones y prácticas que actualmente no están en marcha.
 - Ha habido progreso significativo en políticas, instituciones y prácticas desde 2005

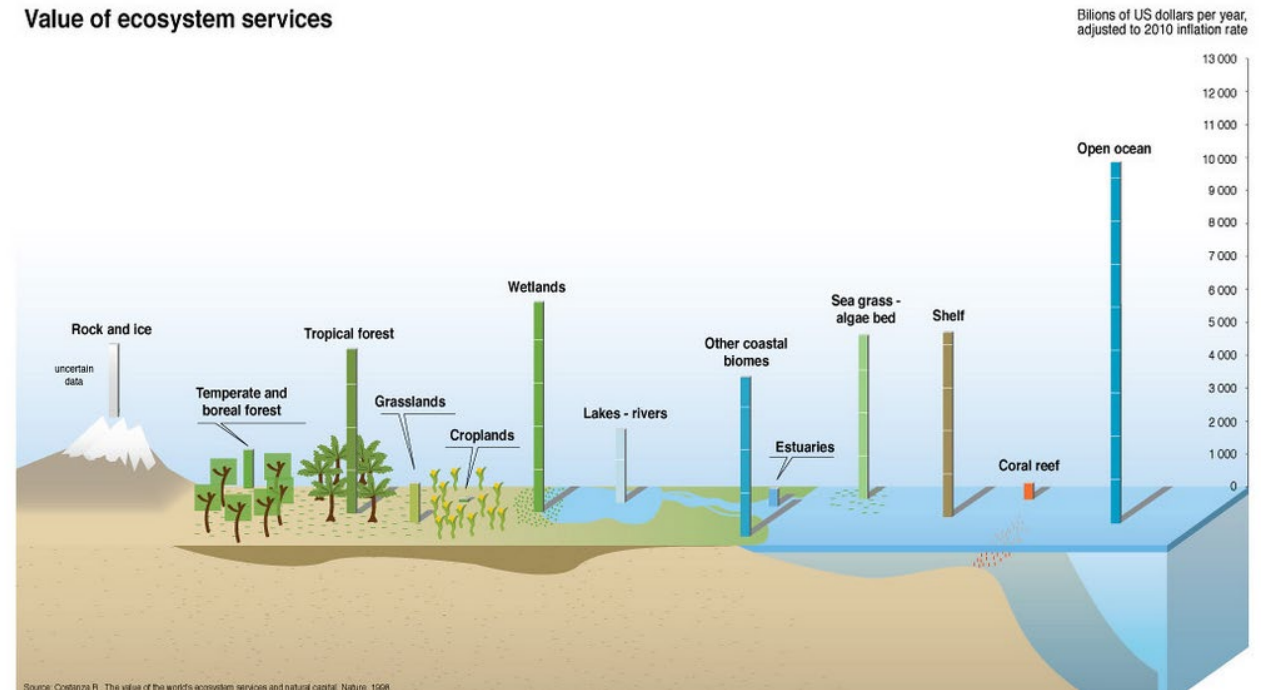




Valuación de los Servicios Ecosistémicos

Valuación de los Servicios Ecosistémicos

- El proceso de cuantificar el valor de los beneficios de los servicios ecosistémicos para las personas proporcionados por un determinado paisaje o tipo de hábitat en un lugar definido:
 - Puede ser desafiante y controvertido
 - Es importante definir el propósito de la valuación
 - Debe reconocer que al participar en el proceso de valoración, está haciendo una especie de compromiso ético.
 - Las comunidades indígenas ya tienen sistemas de valores: solo reconociendo el valor, espiritual etc.
- El valor puede ser económico o no económico



Fuente de la Imagen: Modificada de Constanza, et al 1997



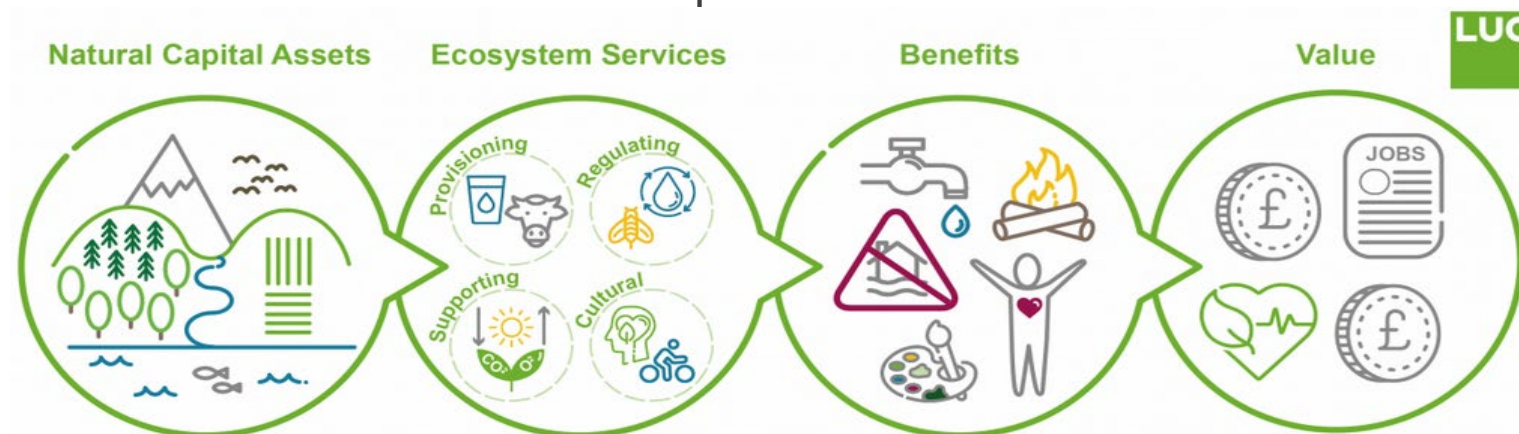
Valoración Económica de los Servicios Ecosistémicos

- La atribución de valores monetarios, de cantidades económicas a lo que la naturaleza ofrece en términos de servicios ecosistémicos y biodiversidad
 - Hay que ver a nivel local
 - La valoración no es asignar un precio
 - El valor es lo que uno recibe. El precio es lo que se paga.
- La valoración es específica para cada localidad y contexto
- La dinámica del ecosistema puede cambiar con el tiempo debido a cosas como el cambio climático o una mayor gestión/uso
- Marco “Total Economic Value” (TEV)
 - Ver [Department for Environment, Food and Rural Affairs, Publicación 2007](#)



¿Qué es el Capital Natural?

- La Natural Capital Coalition define el capital natural como "el inventario de recursos naturales renovables y no renovables que, al ser combinados, brindan beneficios a las personas".
 - Bosques = Activo del Capital Natural
 - Brindan beneficios y servicios ecosistémicos valiosos como la mitigación del riesgo de inundaciones y captura de carbono
- Los datos geoespaciales y de teledetección pueden desempeñar un papel en las evaluaciones del capital natural.

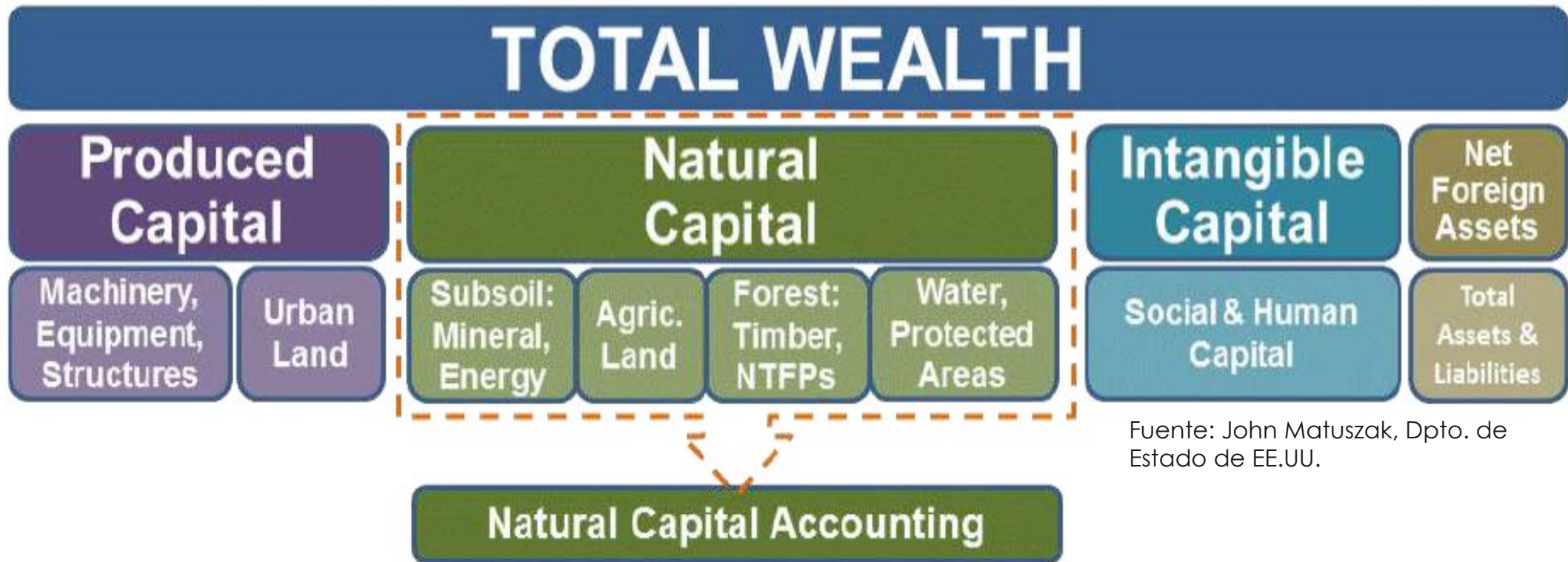


¿Qué es la Contabilidad del Capital Natural (NCA)?

- “Un enfoque coherente e integrado para la evaluación del medio ambiente a través de la medición de los ecosistemas y la medición de los flujos de servicios de los ecosistemas hacia la actividad económica y humana” (SEEA EEA 2012).
 - Mide el valor de los ecosistemas (reservas) y los servicios que brindan (flujos)
 - Integra esta información en los sistemas de contabilidad que los gobiernos ya utilizan en su toma de decisiones
 - Proporciona una visión más completa de los activos de un país



¿Qué es la Contabilidad del Capital Natural (NCA)?



Fuente: John Matuszak, Dpto. de Estado de EE.UU.



Beneficios de la Contabilidad del Capital Natural

- Permite que los gobiernos se den cuenta del papel de la naturaleza en la economía y el bienestar humano
 - Indicadores para el monitoreo del desarrollo sostenible
- Herramientas para la gestión del capital natural para promover el crecimiento y la reducción de la pobreza
- Permite que las empresas se vuelvan más eficientes y sostenibles



Fuente de la Imagen: National Geographic



Fuente de la Imagen: Thoughtco



Fuente de la Imagen: Nationaltoday

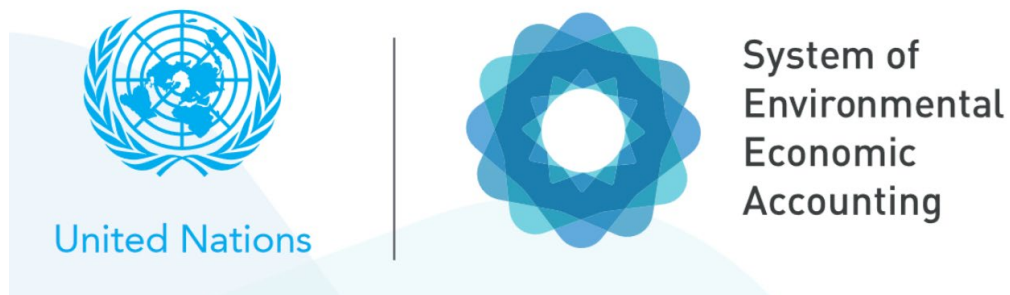




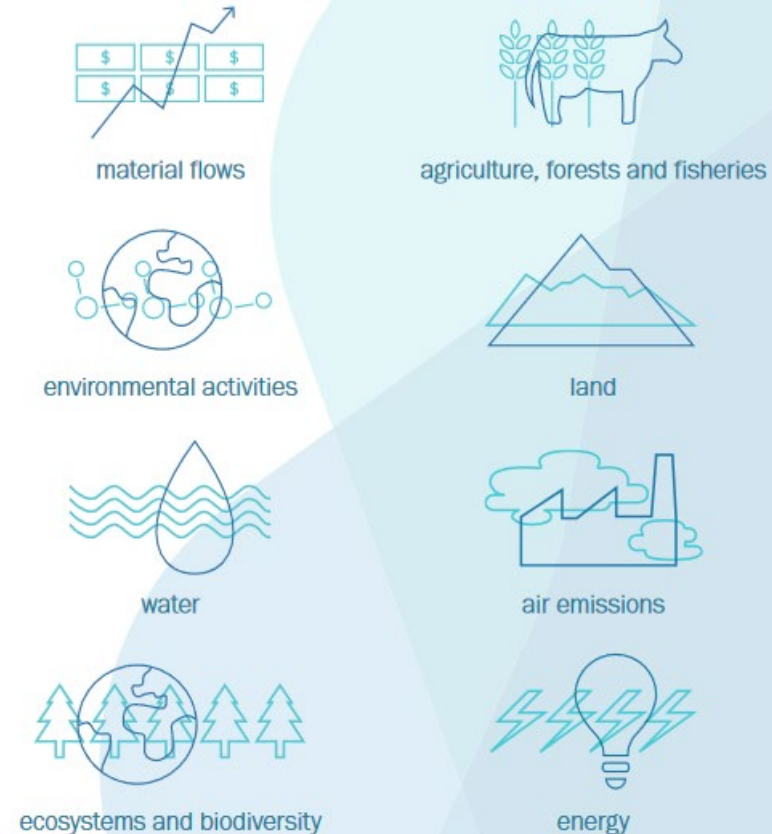
Marcos e Iniciativas Globales para Evaluar el Valor de los Ecosistemas

El Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE) de la ONU

- Una metodología para la contabilidad del capital natural
- El SCAE es el marco estadístico internacionalmente aceptado para medir el medio ambiente y sus interacciones con la economía y, como tal, es una herramienta de políticas de planificación fundamental para los gobiernos nacionales que aspiran a un desarrollo sostenible.



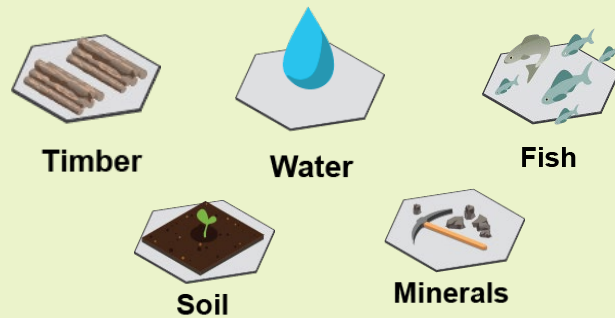
The SEEA provides frameworks for producing accounts in **eight thematic areas**:



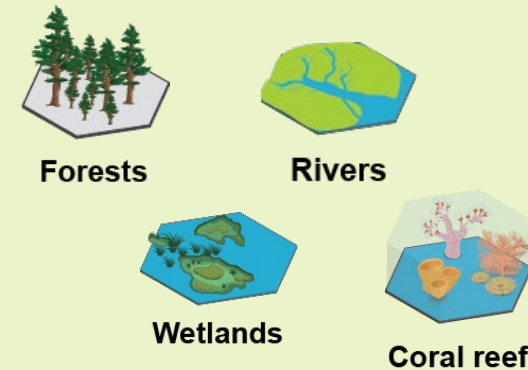
Marco Central del SCAE y Contabilidad de los Ecosistemas

Activos y Recursos + Ecosistemas = SCAE

Mide activos ambientales y recursos individuales y cómo la economía los ha utilizado.



Mide los ecosistemas y los servicios que proporcionan a la actividad económica y humana.



Fuente: Modificado de Alfieri, A.
Presentación al África NCA CoP (Junio 2020)



Contabilidad de Ecosistemas (EA por sus siglas en inglés)

- El marco sistemático para medir las contribuciones de los ecosistemas a la actividad económica
 - Depende de datos espaciales para evaluar sistemáticamente la salud y el estado de los ecosistemas y los beneficios de los flujos de los ecosistemas para el bienestar humano y la economía



Fuente de la Imagen: [SEEA](#)



Contabilidad de Ecosistemas de SCAE (SEEA EA por sus siglas en inglés)

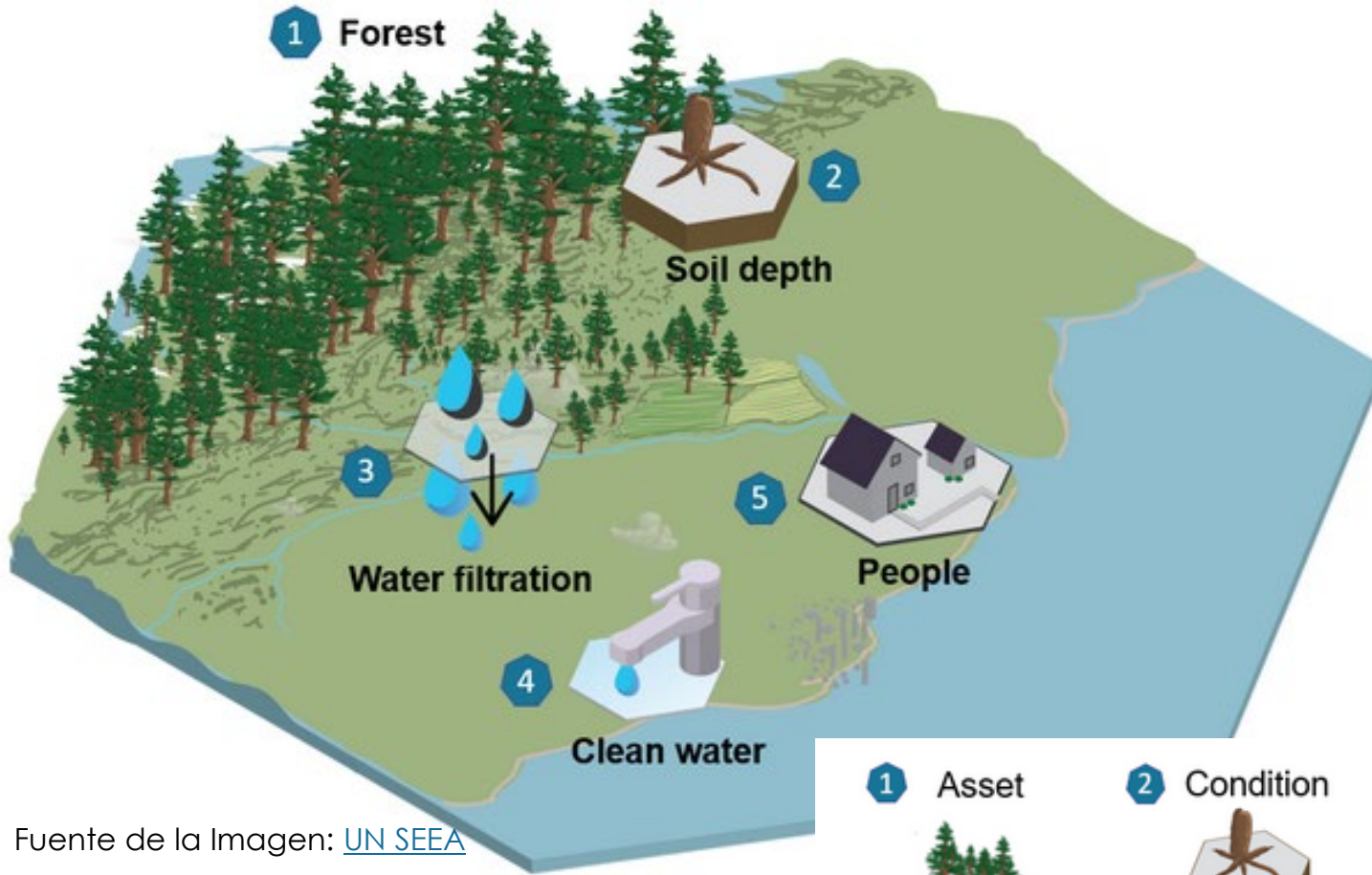
- Marco estadístico integrado y comprensivo para organizar datos de hábitats y paisajes, midiendo los servicios ecosistémicos, rastreando cambios en los activos de los ecosistemas, y vinculando esta información con la economía y otras actividades humanas.
 - Aplica principios de la contabilidad nacional: el uso de datos ambientales sobre ecosistemas en las decisiones económicas



Fuente de la Imagen:
[System of Environmental
Economic Accounting
\(SEEA\) Water](#)



SEEA EA: Un Enfoque Espacial



- Enfoque espacial: los beneficios dependen de dónde se encuentren los activos en el paisaje en relación con los beneficiarios
- Usar mapas: teledetección
- Se puede recopilar en diferentes escalas espaciales

Fuente de la Imagen: [UN SEEA](#)

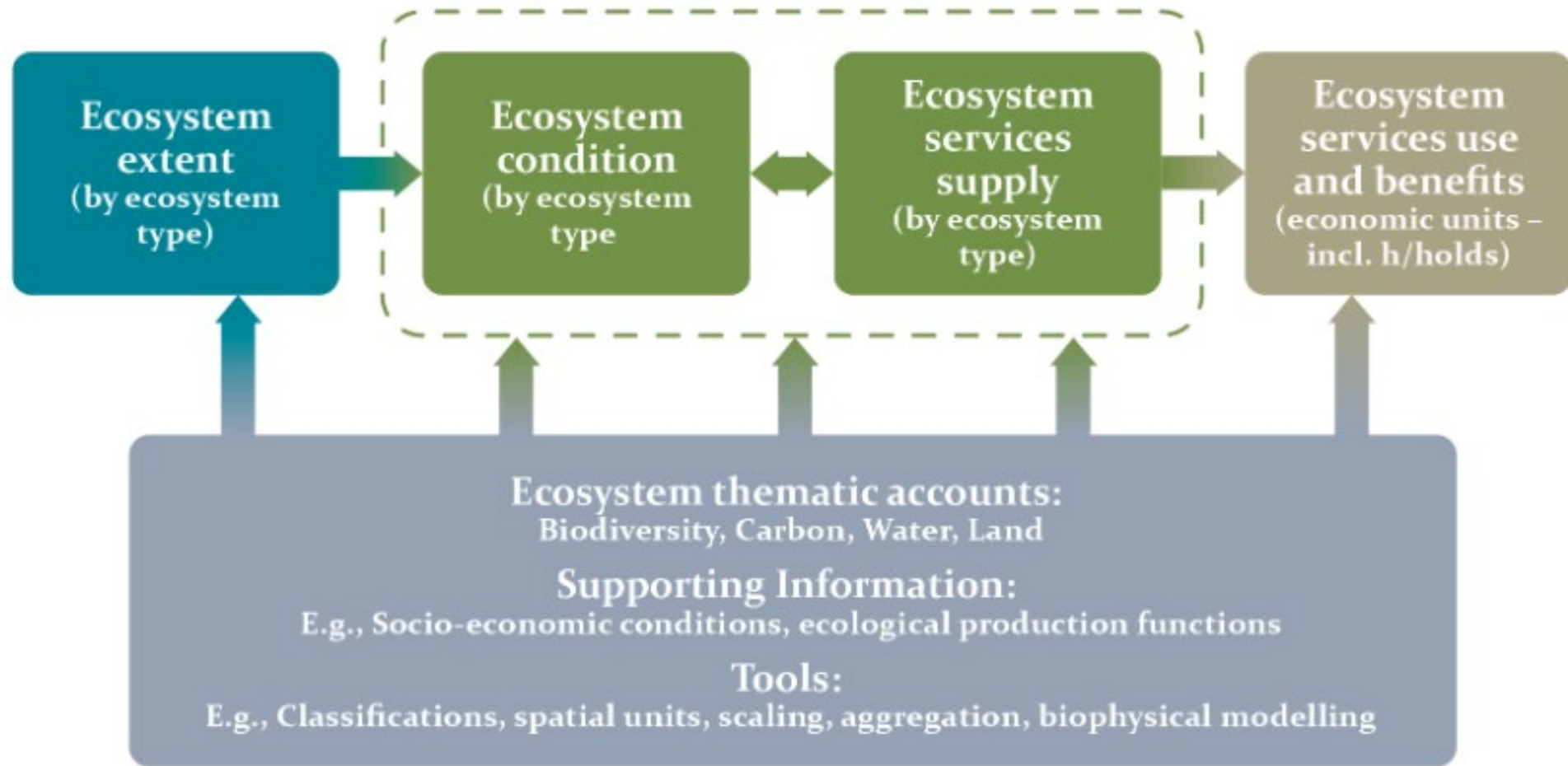


Componentes Principales de la SEEA EA

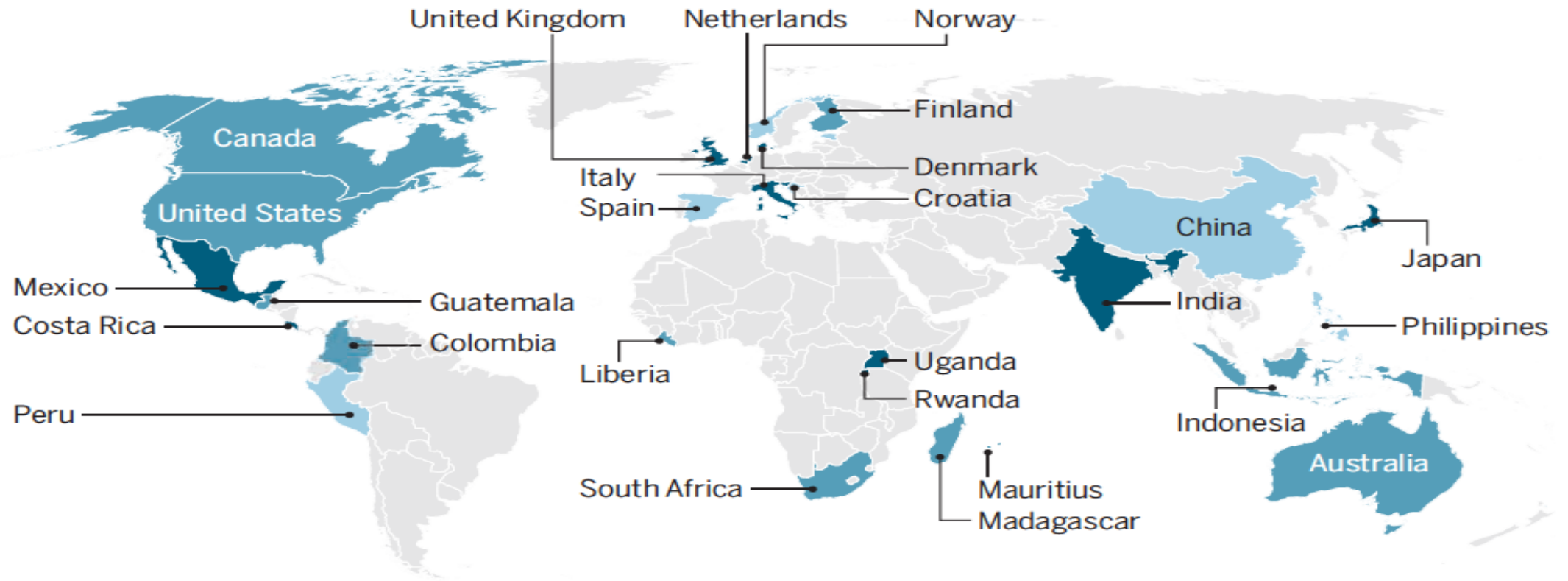
- 1. EXTENSIÓN DEL ECOSISTEMA-** un registro del área total de cada ecosistema, clasificados según el tipo, dentro de una zona específica (área de contabilidad de ecosistemas), medida a lo largo del tiempo.
- 2. CONDICIÓN DEL ECOSISTEMA-** registro de la condición de los activos del ecosistema en términos de características seleccionadas en puntos específicos en el tiempo. Con el tiempo, se registran los cambios en su condición y brindan información valiosa sobre la salud de los ecosistemas.
- 3. y 4. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS** las cuentas de los flujos (físicos y monetarios) registran la provisión de servicios ecosistémicos por activos de los ecosistemas y el uso de esos servicios por parte de las unidades económicas (incluso hogares).
- 5. ACTIVOS ECOSISTÉMICOS MONETARIOS-** la contabilidad de estos registra información sobre reservas de activos ecosistémicos y los cambios en estas (aumentos o reducciones). Esto incluye una contabilidad de la degradación y mejoría de los ecosistemas.



SEEA EA- Aplicaciones y Políticas



Progreso de la Implementación de la SEE EA



Type of ecosystem accounts compiled

- National
- National and subnational
- Subnational

Hein et al., 2020.
Science, 367: 514-515



Desafíos y Oportunidades de la SEEA EA

Desafíos:

- Variabilidad en el alcance y el nivel de los datos espaciales
- Requiere datos sustanciales y el uso de múltiples modelos biofísicos
- Los datos pueden estar en formatos incompatibles o puede que haya poca voluntad para compartirlos
- Diferentes enfoques de medición en comparación con otros sistemas
- La diversidad de los ecosistemas dificulta la selección de indicadores de condición y biodiversidad
 - Las contabilidades de los ecosistemas actuales no incluyen la resiliencia del ecosistema o las probabilidades de colapso del ecosistema por uso excesivo
- Refleja los precios y los mercados actuales

Oportunidades:

- El Consejo de Seguridad de la ONU está estableciendo estándares estadísticos
- Hay grupos de trabajo abordando los demás problemas técnicos
- El Grupo de Observaciones de la Tierra (Group on Earth Observations o GEO) está examinando el uso de la teledetección (más información en las siguientes diapositivas)
- Se crean grandes conjuntos de datos para muchos usuarios, modelos y computación en la nube
- El sistema permite análisis e informes completos y de alta resolución sobre los ecosistemas y el uso de estos



Group on Earth Observations (GEO)

- El Grupo de Observaciones de la Tierra (GEO) es una asociación intergubernamental que mejora la disponibilidad, el acceso y el uso de las observaciones de la Tierra, incluso imágenes satelitales, datos de teledetección e in situ data para impactar políticas y la toma de decisiones en una amplia gama de sectores.
- GEO promueve el intercambio de datos abiertos, coordinados y sustentados para una mejor investigación, formulación de políticas, decisiones y acciones en muchas disciplinas.
- Se centra en tres áreas de participación prioritaria a nivel mundial:
 - La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible
 - El Acuerdo de París
 - El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres



Fuente de la Imagen: [GEO](#)



Global Earth Observation System of Systems* (GEOSS)

- GEOSS es un conjunto de sistemas de procesamiento e información de observación de la Tierra coordinados e independientes que interactúan y brindan acceso a información diversa para una amplia gama de usuarios en los sectores público y privado
- Facilita el intercambio de datos ambientales e información recopilada de la gran variedad de sistemas de observación
- Garantiza que estos datos sean accesibles, de calidad y procedencia identificadas, e interoperables para respaldar el desarrollo de herramientas y la prestación de servicios de información

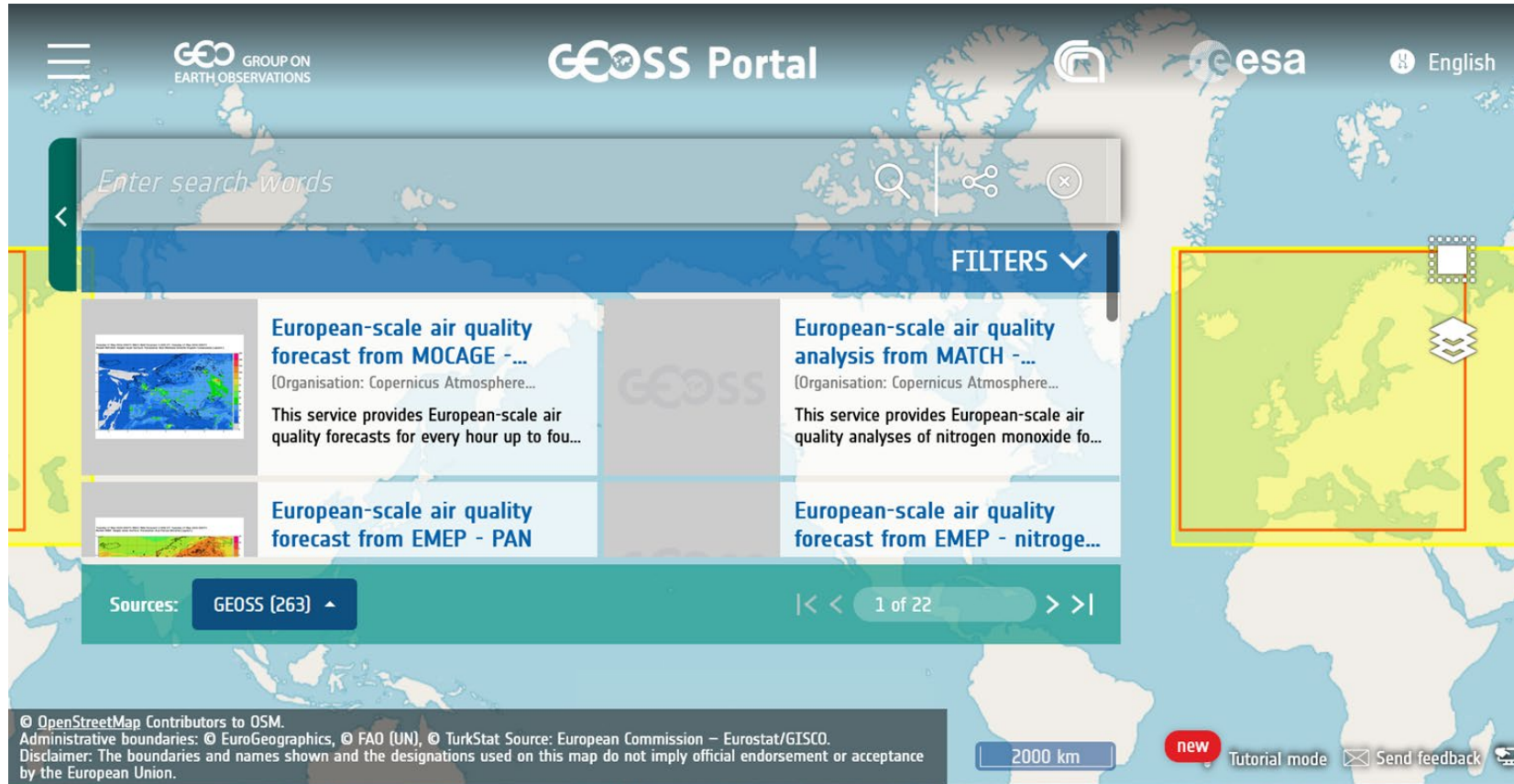


*"Sistema de Sistemas de Observación Global de la Tierra" en inglés



El Portal de GEOSS

- Una interfaz de usuario en línea basada en mapas que permite a los usuarios descubrir y acceder a datos y recursos de observación de la Tierra de diferentes proveedores de todo el mundo.



<https://www.geoportal.org/>



Earth Observations for Ecosystem Accounting* (EO4EA)

Usando el poder de las Observaciones de la Tierra (EO) para establecer sistemas de contabilidad para la naturaleza

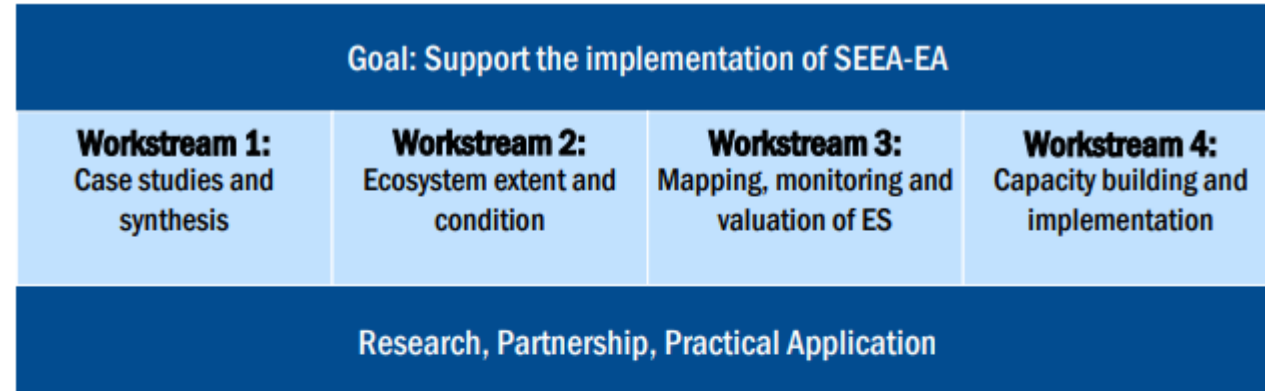
- **Visión:** Un futuro en el que las EO potencien la transparencia ambiental y el verdadero valor de los ecosistemas se incorpore en las cuentas económicas convencionales y la toma de decisiones, lo que conducirá a un cambio radical en la apreciación y valoración de los recursos naturales.
- **Misión:** Documentar, ser pioneros, desarrollar y probar los métodos y herramientas que permitirán que la tecnología de observación de la Tierra promueva de manera más efectiva la adopción generalizada de la contabilidad de ecosistemas.
- **Membrecía:** Incluir gobiernos nacionales, instituciones académicas, organizaciones intergubernamentales y ONGs.

*Observaciones de la Tierra para la Contabilidad de Ecosistemas

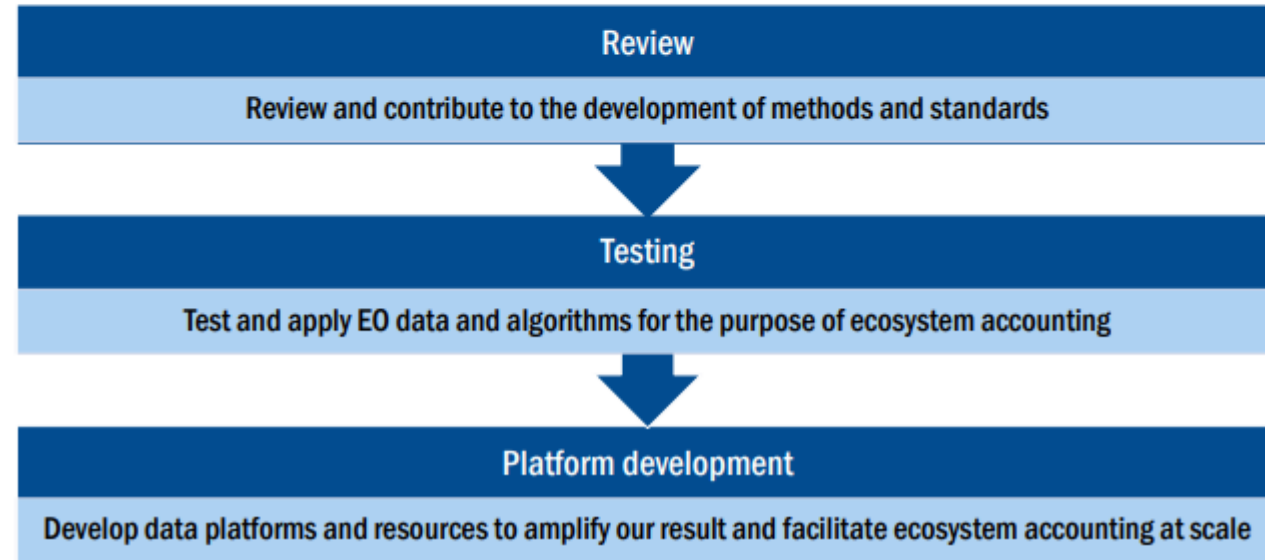


Earth Observations for Ecosystem Accounting (EO4EA)

Flujos de Trabajo



Productos Entregables

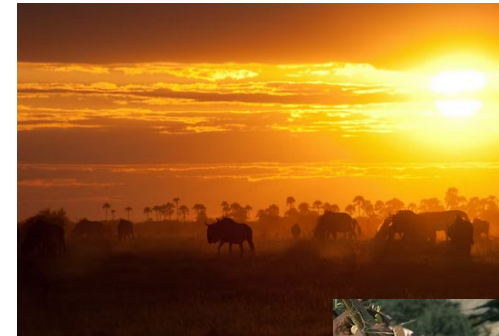


Declaración de Gaborone para la Sostenibilidad en África (GDSA)

- Una apuesta por un nuevo modelo de desarrollo que, por primera vez, tiene en cuenta el papel del capital natural en el desarrollo al llevar el valor de los recursos naturales desde la periferia al centro de todas las decisiones económicas.



Fuente de la Imagen: [Conservation International](#)



Fuente de la Imagen: Rod Mast



Fuente de la Imagen: Will Turner



Fuente de la Imagen: CI/John Martin



Declaración de Gaborone para la Sostenibilidad en África (GDSA)

1. Los países deben **integrar el valor de la naturaleza en sus políticas y programas nacionales**, reconociendo que la naturaleza es necesaria para el crecimiento económico y la sostenibilidad.
2. Los países deben reducir la pobreza **mediante la transición de la agricultura, las industrias extractivas, la pesca y otros usos económicos de la naturaleza a prácticas que promuevan el empleo sostenible, la seguridad alimentaria, la energía sostenible y la protección de la naturaleza**, incluso áreas protegidas.
3. Los países deben construir redes de conocimiento, capacidad y políticas para **promover el liderazgo y un nuevo modelo en el campo del desarrollo sostenible** para aumentar el impulso para un cambio positivo.



La GDSA y Conservación Internacional (CI)

- Conservación Internacional (CI) es la Secretaría de la GDSA y brinda:
 - Divulgación y comunicaciones a países y socios
 - Un marco para la implementación
 - Oportunidades de financiamiento
 - Apoyo en el desarrollo de proyectos y seguimiento de avances
 - Promoción de éxitos y fomento de nuevos esfuerzos para incorporar el valor de la naturaleza en las decisiones de desarrollo económico y social

<https://www.conservation.org/projects/gaborone-declaration-for-sustainability-in-africa>



Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services* (WAVES)

<https://www.wavespartnership.org/en>

- Una alianza global liderada por el Banco Mundial que busca promover el desarrollo sostenible mediante la integración de los recursos naturales y su valuación económica a la planificación de políticas de desarrollo y a la economía nacional.
- Parte del Programa Mundial para la Sostenibilidad (GPS por sus siglas en inglés)
 - Anhela integrar consideraciones medioambientales y otras sobre la sostenibilidad en las decisiones públicas y privadas, al brindar métricas y herramientas



Tsefaye Kidane, un cafetalero de 40 años de la Reserva de la Biosfera de Kafa en el sudoeste de Etiopía. [Fuente de la imagen: Kaia Rose, Connect4Climate – World Bank Group](#)



*"Contabilidad de la Riqueza y la Valoración de los Servicios Ecosistémicos" en inglés



Objetivos de WAVES

- Apoyar a los países a adoptar e implementar cuentas relevantes para sus políticas y para que recopilen sus experiencias al respecto.
- Desarrollar diferentes enfoques para enriquecer la metodología de contabilidad de los ecosistemas.
- Establecer una plataforma global de capacitación e intercambio de conocimientos.
- Construir consensos internacionales sobre la contabilidad del capital natural

Trabajamos con muchos países socios como:

- Botsuana
- Colombia
- Costa Rica
- Guatemala
- Indonesia....¡y muchos más!



Indonesia (sup.) y
Costa Rica (izq.):
Fuente de la
Imagen: [Banco
Mundial](#)

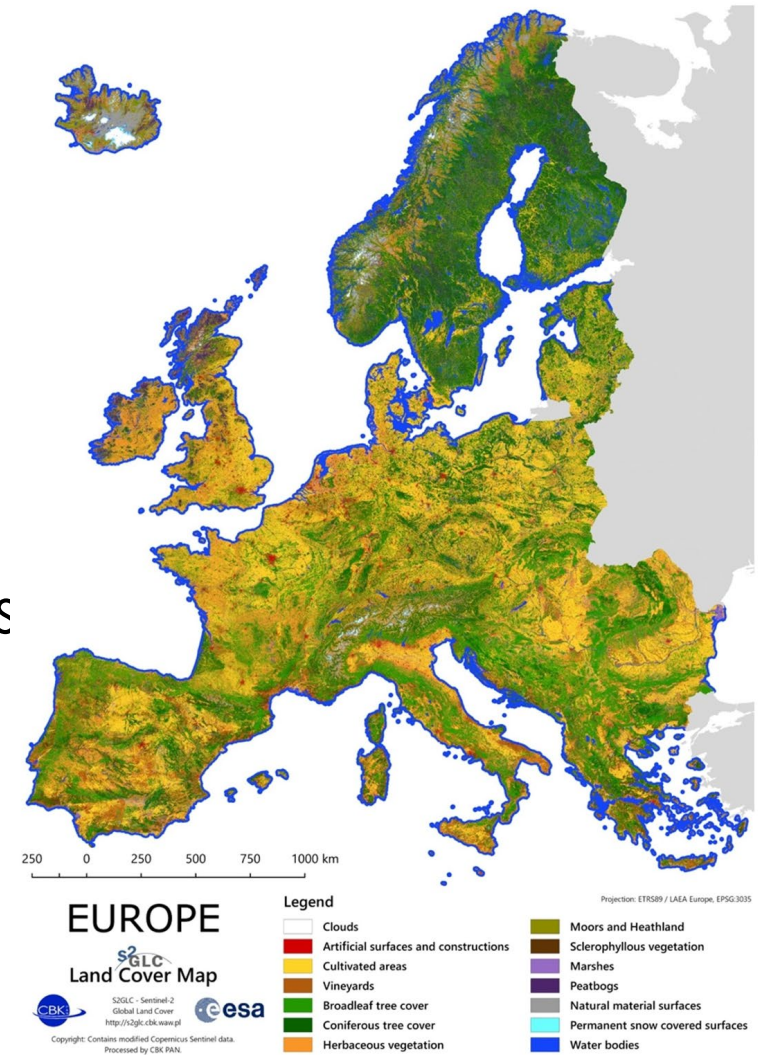




Datos de Teledetección para Servicios Ecosistémicos

Datos de Teledetección para Servicios Ecosistémicos

- Se utilizan datos espaciales en el 80% de las evaluaciones
- Las Observaciones de la Tierra (EO) son una herramienta importante
- Beneficios de utilizar EO:
 - Son espacialmente explícitas
 - Evaluación Rápida: Están cada vez más fácilmente disponibles en varias plataformas
 - Son efectivas en cuanto al costo
 - Observaciones Regulares, Repetibles
 - Acceso a Lugares Remotos
 - (Mayormente) Mundiales



Datos de Teledetección para Servicios Ecosistémicos

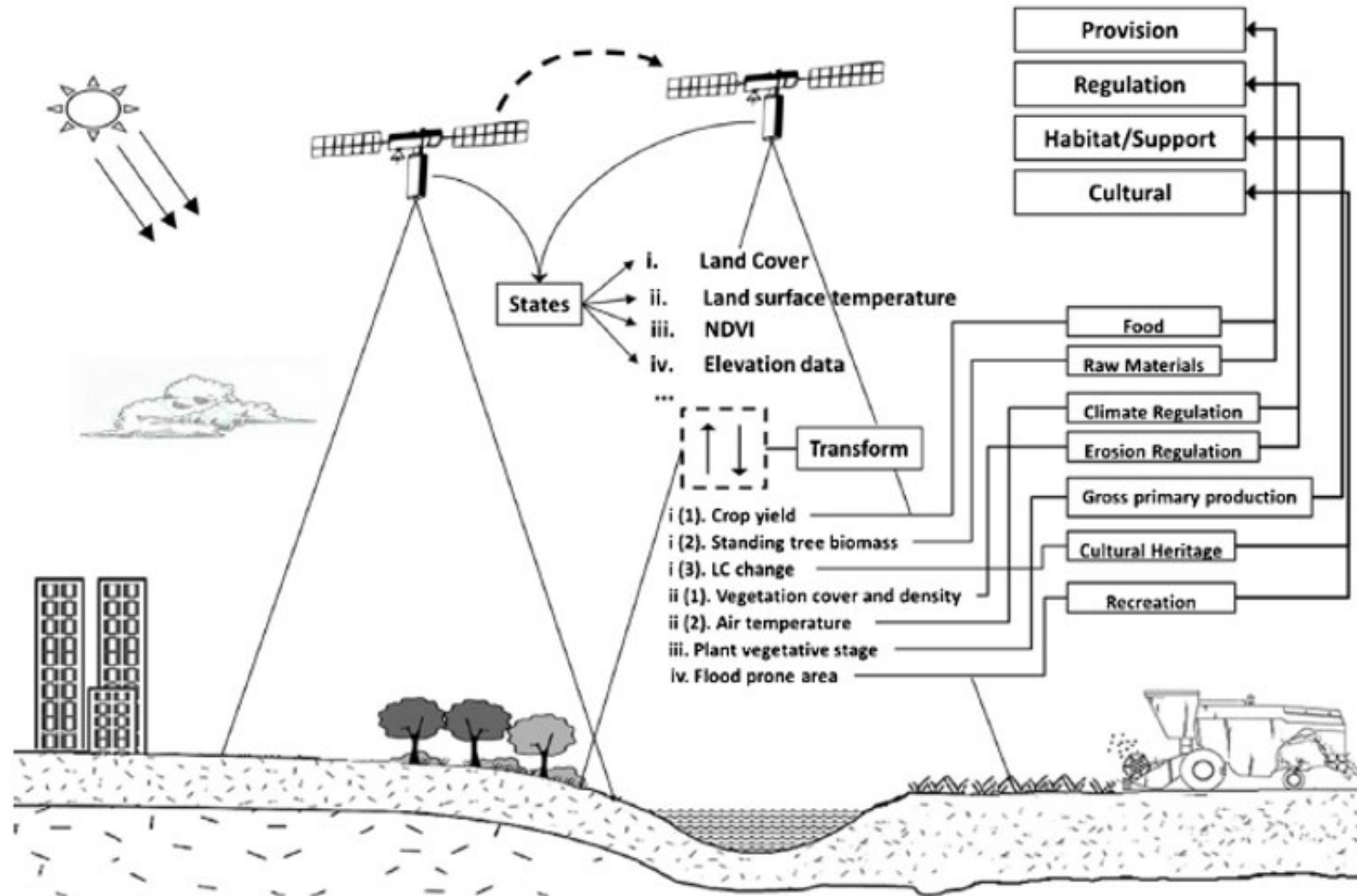
- Mapeo de la Cobertura Terrestre: Evaluación indirecta de las características de los ecosistemas
- Monitoreo de Cambios
- Información Biofísica Adicional:
 - Elevación
 - Variables climáticas
 - Precipitación
 - Temperatura
 - Hidrología/Ciclo Hidrológico
 - Productividad Primaria
 - Reservas de Carbono
 - Estructura del Dosel
 - Biomasa Leñosa



Manglares, Fuente de la Imagen: ESA



Datos Espaciales y de Teledetección para Servicios Ecosistémicos



La generación de datos remotamente detectados en los valores y flujos de los ecosistemas (De Araujo Barbosa *et al.*, 2015)



Satélites y Sensores para Servicios Ecosistémicos

- Landsat
- Sentinel-2
- MODIS
- VIIRS
- AVHRR
- Hyperion
- Sentinel-1
- ALOS/PALSAR



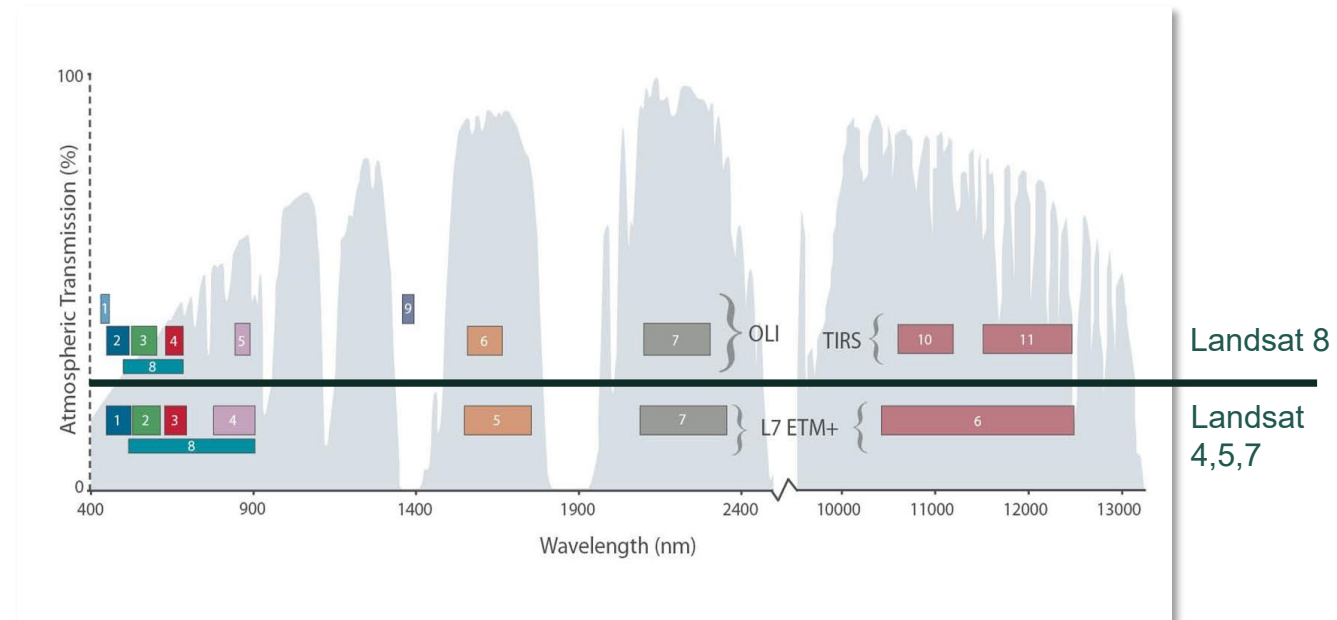
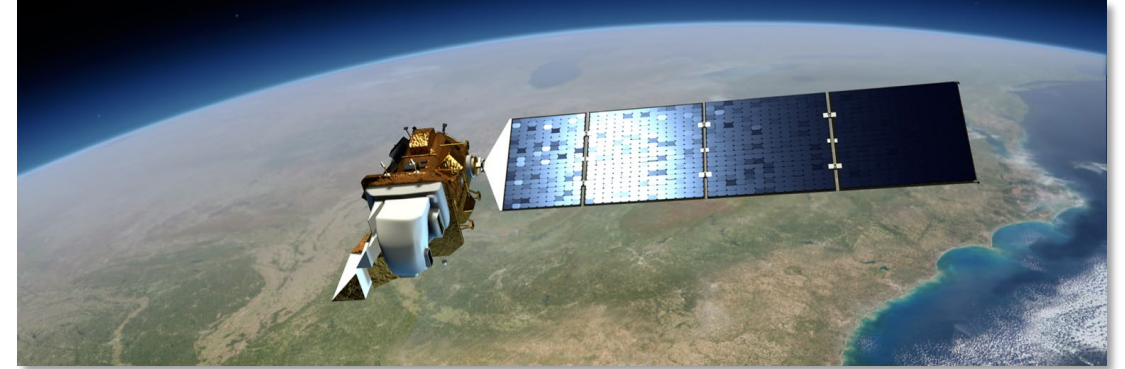
Sentinel-2 (sup),
Terra MODIS (der.)



Landsat

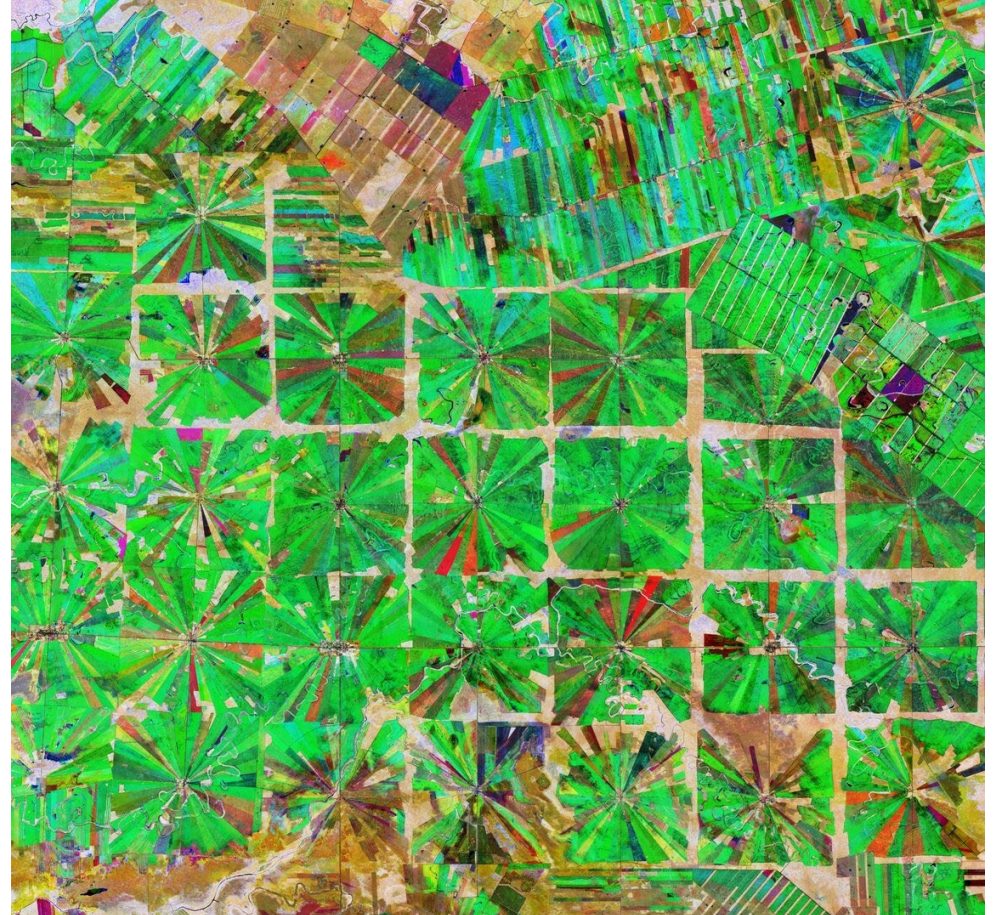
- El primer Landsat fue lanzado en 1972
- Landsat 8 fue lanzado en 2013
- Creado y lanzado por la NASA
 - El USGS* mantiene los datos
- Sensor Pasivo - Obtiene valores de reflectancia de la superficie de la Tierra
- Píxeles de 30 metros, banda pancromática de 15 metros
- Imagen de la Tierra completa cada 16 días

*USGS: US Geological Survey = Servicio Geológico de EE.UU.



Sentinel-2

- Lanzado en 2015
- 13 bandas espectrales
- Resolución Espacial:
 - Rojo, Verde, Azul (RGB) a 10 metros
 - Infrarrojo Cercano e Infrarrojo Onda Corta a 20 y 60 metros
- Tiempo de Revisita: ~5 días
- A menudo se combina con Landsat para que haya continuidad
 - [Sentinel-2 y Landsat armonizados](#): productos de reflectancia de superficie disponibles

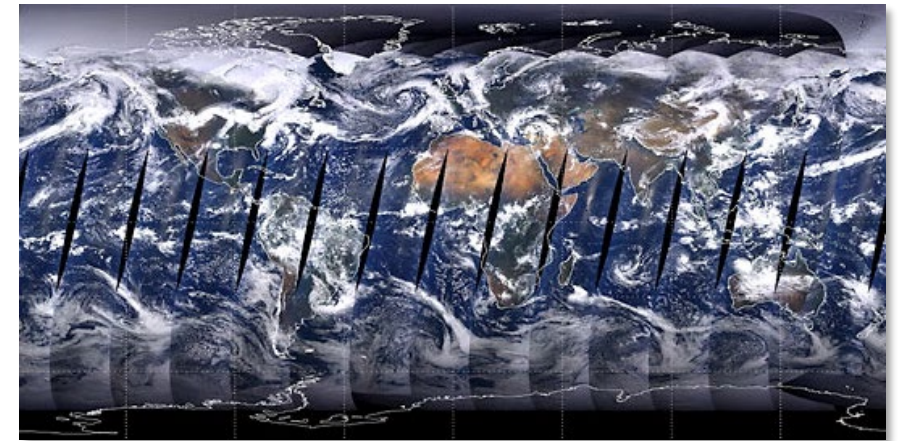
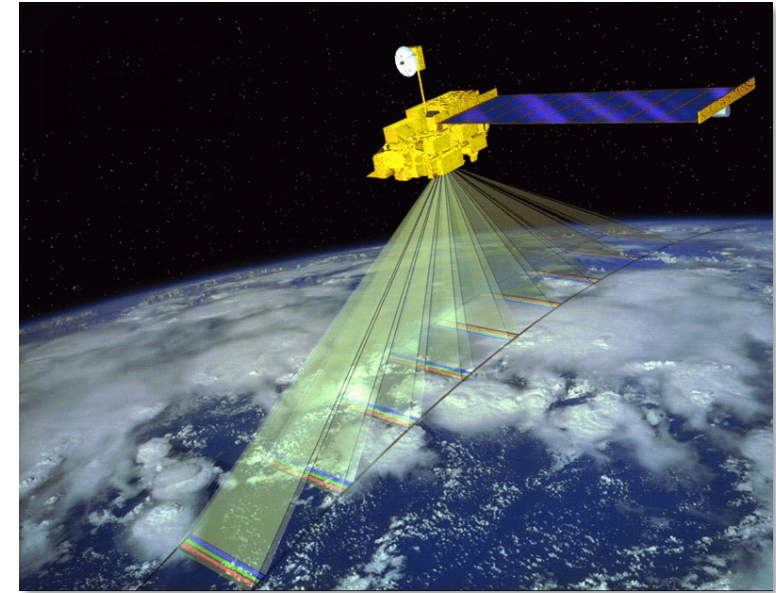


Composite Sentinel-2 image of forests converted to farmland in Brazil, 2019. Fuente de la Imagen: [ESA](#)



Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS)

- Resolución Espacial:
 - 250 m, 500 m, 1 km
- Resolución Temporal:
 - Diaria, 8 días, 16 días, mensual, trimestral, anual
 - 2000 – Hoy
- Formato de Datos:
 - Hierarchical Data Format – Earth Observing System (HDF–EO8)
- Cobertura Espectral:
 - 36 bandas (bandas principales incluyen azul, verde, roja, IR, IR cercana, IR media)
 - Bandas 1-2: 250 m
 - Bandas 3-7: 500 m
 - Bandas 8-36: 1000 m

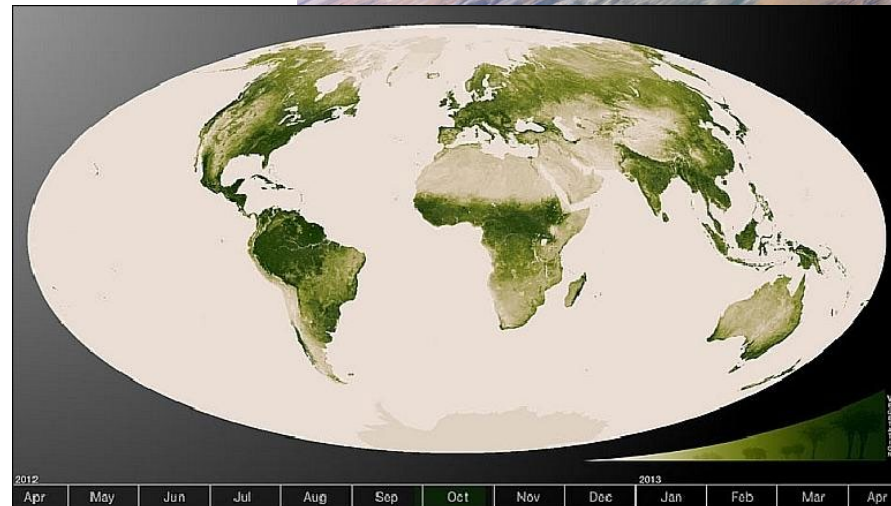


*Espectrorradiómetro de Imágenes de Media Resolución



Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)

- Un sensor a bordo del Suomi National Polar-Orbiting Partnership (NPP)
- Datos disponibles a nivel mundial desde enero 2012 hasta hoy
- Tiempo de Revisita: 1 Día
- Resolución espacial: 375 m y 750 m
- Similar a MODIS (con algunas diferencias)
- Canales visibles e infrarrojos cercanos (reflectancia)
- Infrarrojo onda corta y onda larga (temperatura de luminosidad)
- Productos:
 - Reflectancia de Superficie
 - Índices de Vegetación
 - Anomalías Térmicas



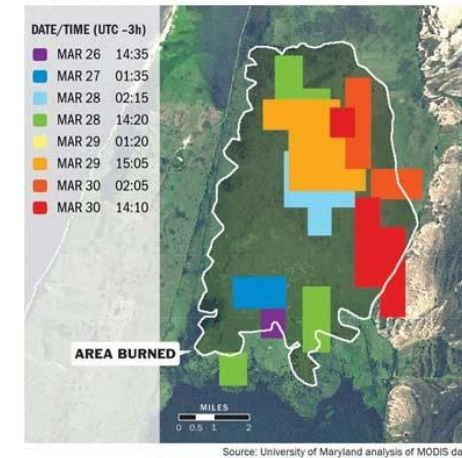
El satélite Suomi NPP (superior); Mapa de la Vegetación Global (izquierda). Fuente de la Imagen: NASA/NOAA



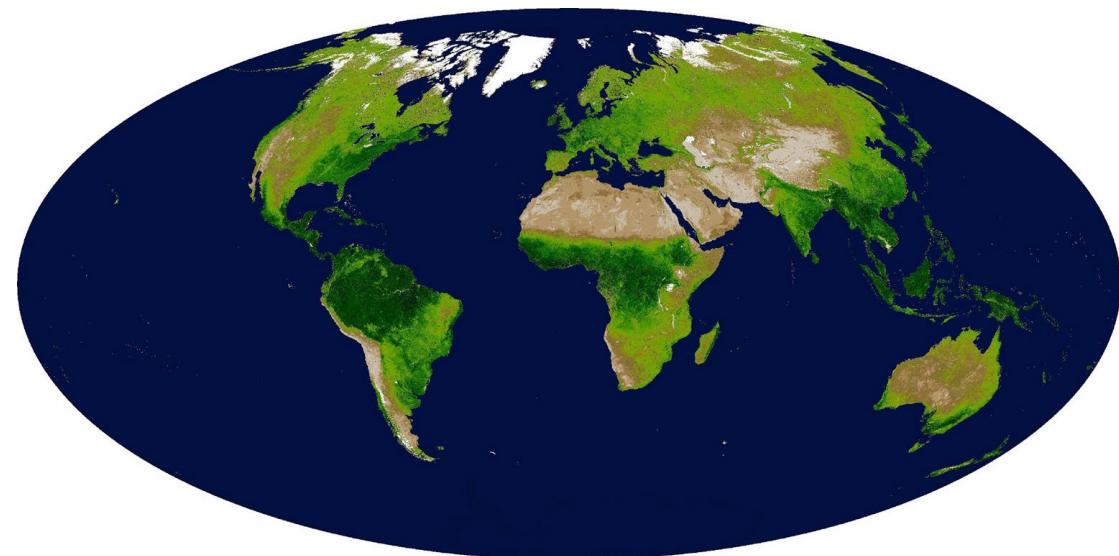
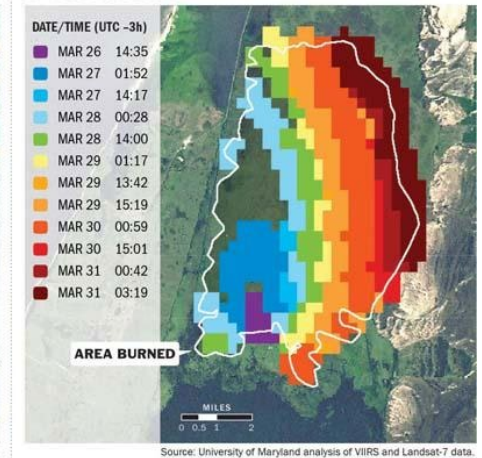
La Transición de MODIS a VIIRS

- Resolución Espacial Mejorada -
 - De 500 m y 1000 m a 375 m y 750 m
- Cobertura Espectral un Poco Menor -
 - De 0,412 – 14 micrones a 0,412 -- 12 micrones
- Menos Bandas -
 - De 36 a 22
- Órbita más alta – Cobertura global completa absoluta en un día
- Calidad Radiométrica y Espectral Comparables -
 - Datos de 12 bits
 - Calibradores similares abordo

AQUA/MODIS



S-NPP/VIIRS



Área quemada de MODIS vs. VIIRS de Brasil en 2013 (superior), Fuente de la Imagen: [Universidad de Maryland](http://www.umd.edu);

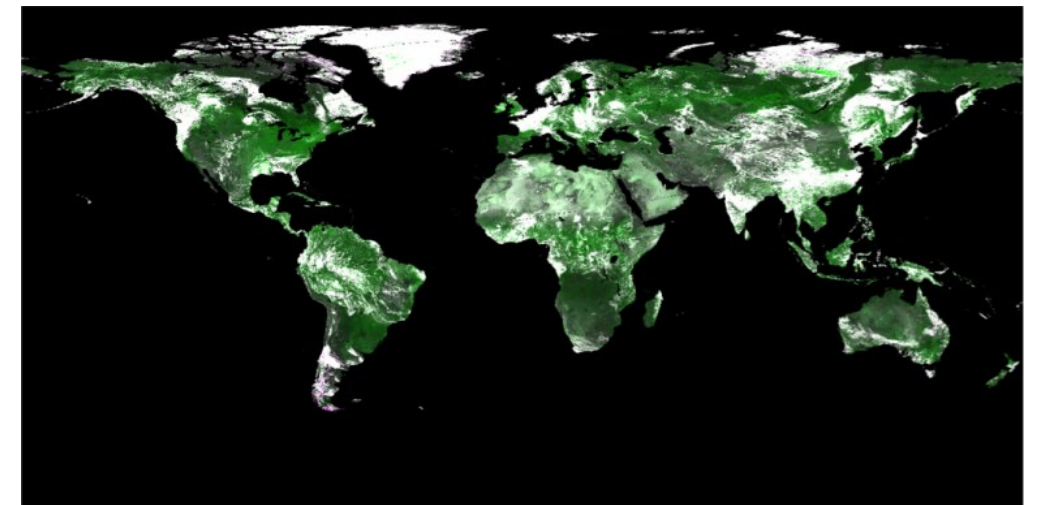
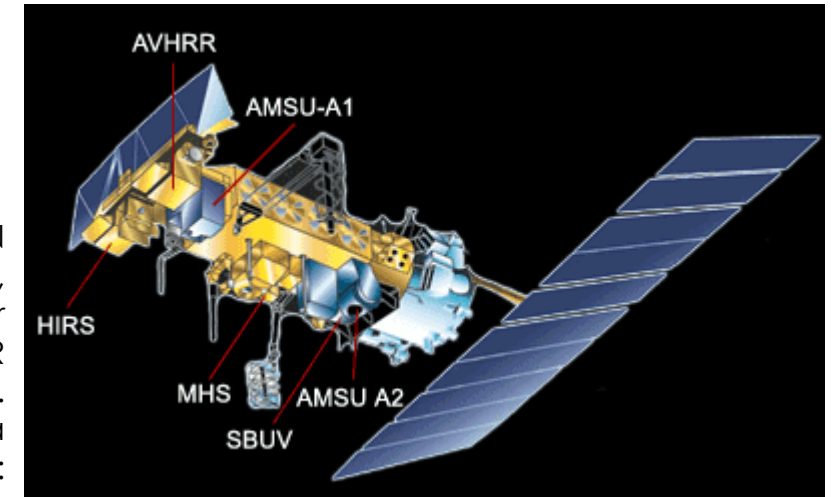
EVI de MODIS (izq.), Fuente de la Imagen: [NASA](http://www.nasa.gov)



Advanced Very High-Resolution Radiometer (AVHRR)

- Producido y operado por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)
- A bordo de varios satélites NOAA “Polar Orbiting Environmental Satellites” (POES)
 - Datos disponibles desde 1978 hasta hoy
- Resolución Espacial: 1 km
- Resolución Temporal: Cobertura global disponible dos veces al día (mañana y tarde)
- Resolución Espectral: 4 a 6 bandas, multispectral, visible, infrarroja cercana y térmica
- Productos de cobertura terrestre e índices de vegetación disponibles

Instrumento N de la NOAA, con el sensor AVHRR incluido.
Fuente de la Imagen: NOAA



Reflectancia de superficie de AVHRR (global, 1km). Fuente de la Imagen: NOAA



SPOT y MERIS

- **SPOT (Varios Satélites)**
 - Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES), agencia nacional espacial francesa
 - Spot 6 (2012), 7 (2014)
 - Resolución espacial de 6 metros
 - Tiempo de Revisita : ~2-3 días
- **Medium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS)**
 - Sensor de la ESA a bordo del satélite Envisat
 - Lanzado en 2002, cesó operaciones en 2012
 - Datos de Resolución Completa: Resolución de 300 m, adquiridos a nivel regional
 - Cobertura global cada 3 días
 - Mapeo de la cobertura terrestre, aplicaciones de salud de la vegetación, sequías
 - El índice "MERIS Global Vegetation Index" (MGVI), el cual corresponde a la Fracción de Radiación Fotosintéticamente Activa Absorbida (Fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation o FAPAR)



© 2006 ESA/EC-JRC

FAPAR sobre Europa de 2006. Fuente de la Imagen: [ESA](http://esa.esa.int)



EO-1 Hyperion

- Rango de Fechas: 2000-2017
- 220 bandas espectrales
- 357 a 2567 nm
- Ancho de banda de 10 nm
- Resolución espacial de 30 m
- Franja de 7,75 km
- 12 bits

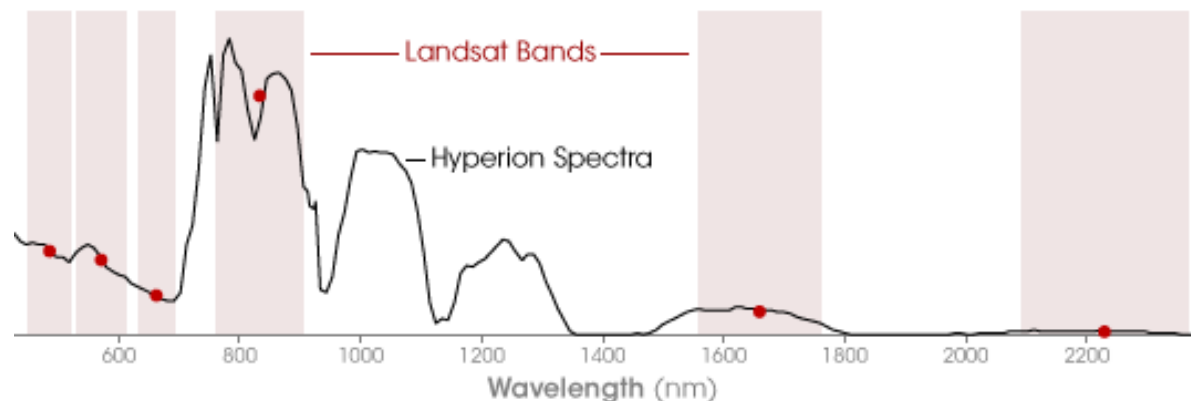


Imagen Hyperion del Monte Fuji, 2000 (izq.), el sensor Hyperion (sup.) y una comparación de las bandas de Landsat y espectros de Hyperion. Fuente de la Imagen: [USGS](https://www.usgs.gov/)

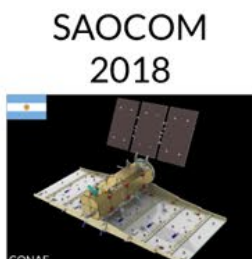


Datos de Radar Disponibles

Anteriores:



Actuales:



Futuros:



Acceso Libre





Productos de Datos de Teledetección para Servicios Ecosistémicos

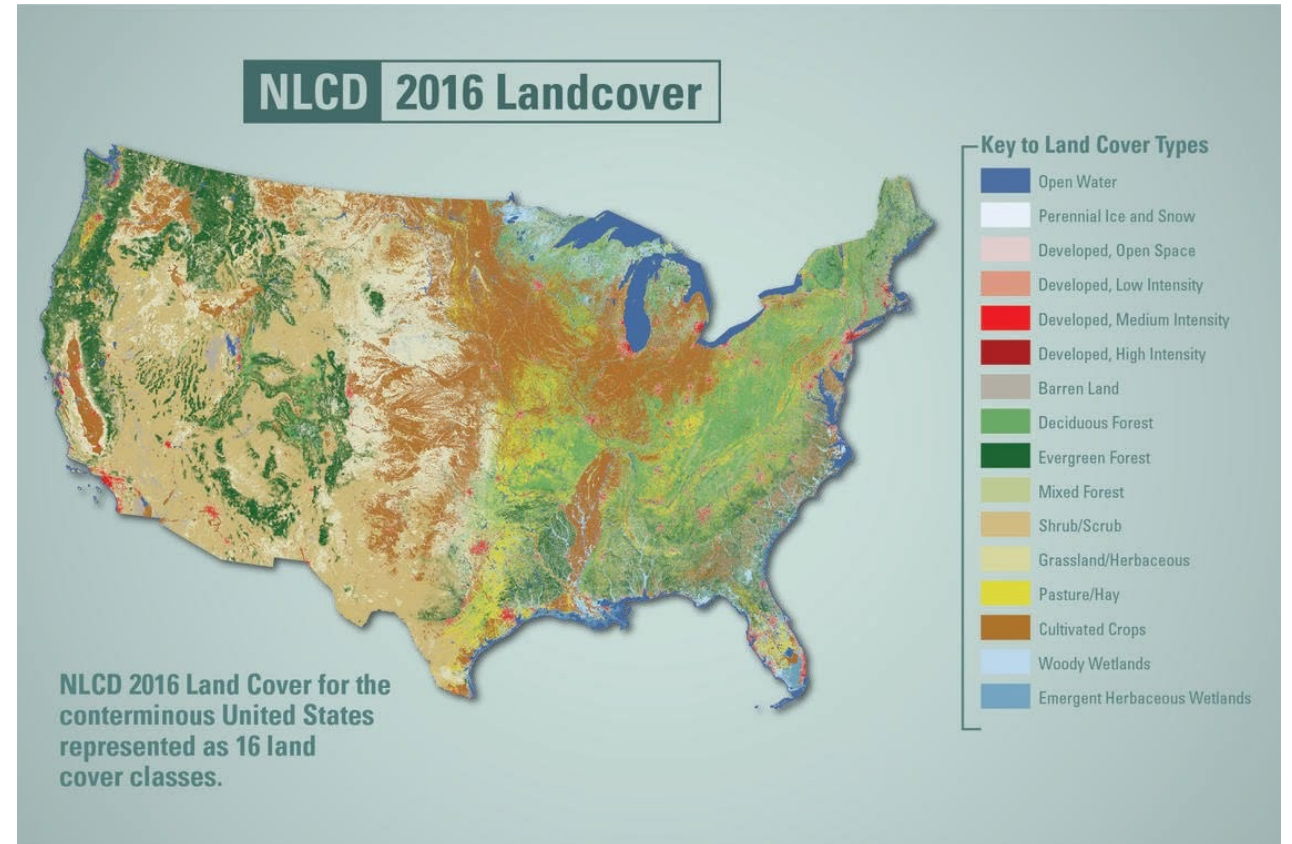
Productos de Datos para Servicios Ecosistémicos

- Mapas de la Cobertura Terrestre para Extensión de Ecosistemas
- Condiciones de Ecosistema
 - Fenología
 - NDVI, EVI
 - Área Foliar/ Índice
 - NPP (Productividad Primaria Neta)
 - Pendiente/Elevación
 - Impactos de Daños
 - Estructura del Ecosistema (LiDAR, SAR)
 - Altura de la vegetación (productos estandarizados limitados, uno para bosques boreales)
 - Uno puede hacer sus propios análisis:
 - Guía del usuario SERVIR SAR:
<https://servirglobal.net/Global/Articles/Article/2674/sar-handbook-comprehensive-methodologies-for-forest-monitoring-and-biomass-estimation>



Sobre la Clasificación de la Cobertura Terrestre

- Es importante para poder establecer una línea de base ambiental
- La clasificación de la cobertura terrestre es el proceso de agrupación de clases espectrales y la asignación de nombres de clases informativos a estas.
- Clases espectrales:
 - Grupos de píxeles que son uniformes respecto a sus valores de píxel en varias bandas espectrales
- Clases Informativas:
 - Categorías de interés para los usuarios de los datos (como agua, bosque, agricultura urbana etc.)

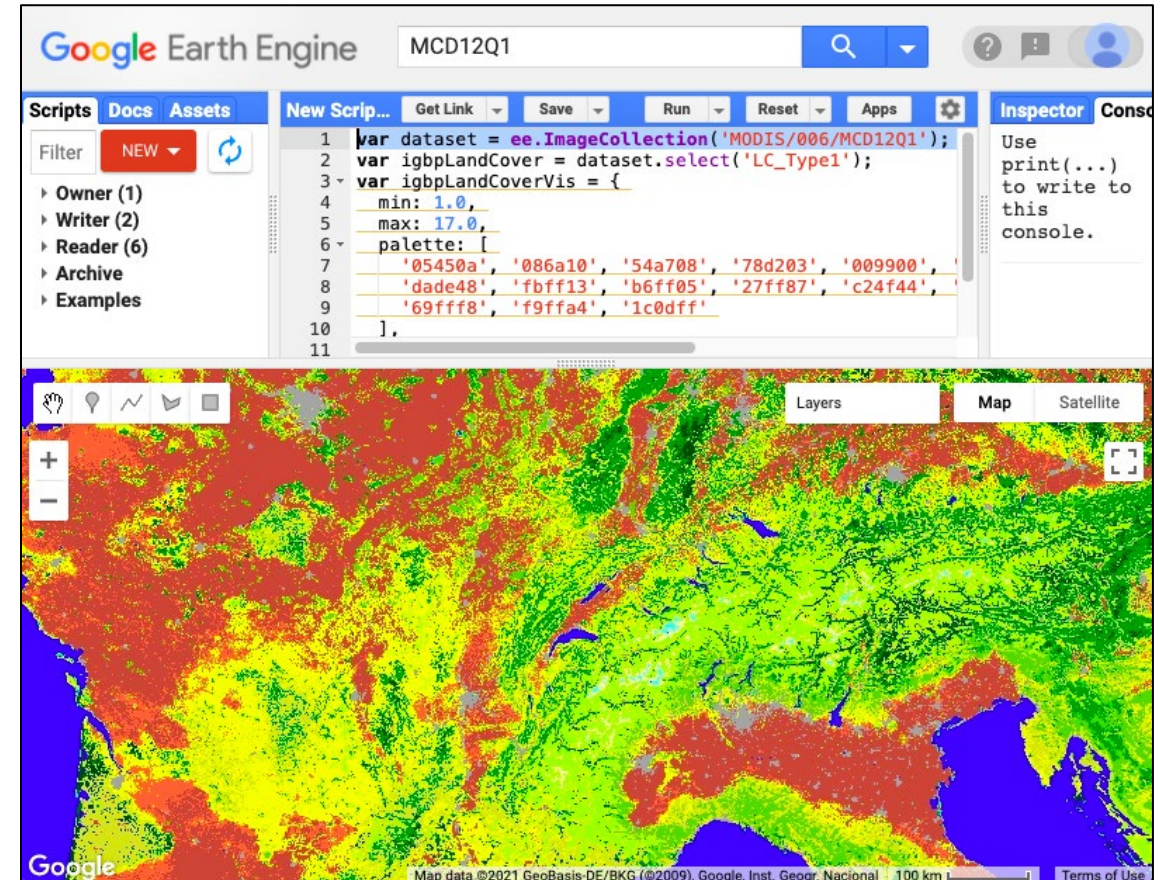


Ejemplo clásico de una evaluación de la cobertura terrestre de la USGS National Land Cover Database. Fuente de la Imagen: [USGS](https://www.usgs.gov/)



Crear Su Propio Mapa de la Cobertura Terrestre

- Ayuda si uno tiene datos/conocimiento locales
- Se puede realizar en una variedad de softwares de sistemas de información geográfica (GIS) o en Google Earth Engine
- Capacitaciones de ARSET anteriores:
- [Clasificación de la Cobertura Terrestre con Imágenes Satelitales](#)
 - [Evaluación de la Precisión de una Clasificación de la Cobertura Terrestre](#)
 - [Using Google Earth Engine for Land Monitoring Applications](#)
(material solo en inglés)



Cobertura terrestre anual. Fuente: [GEE Developers](#)

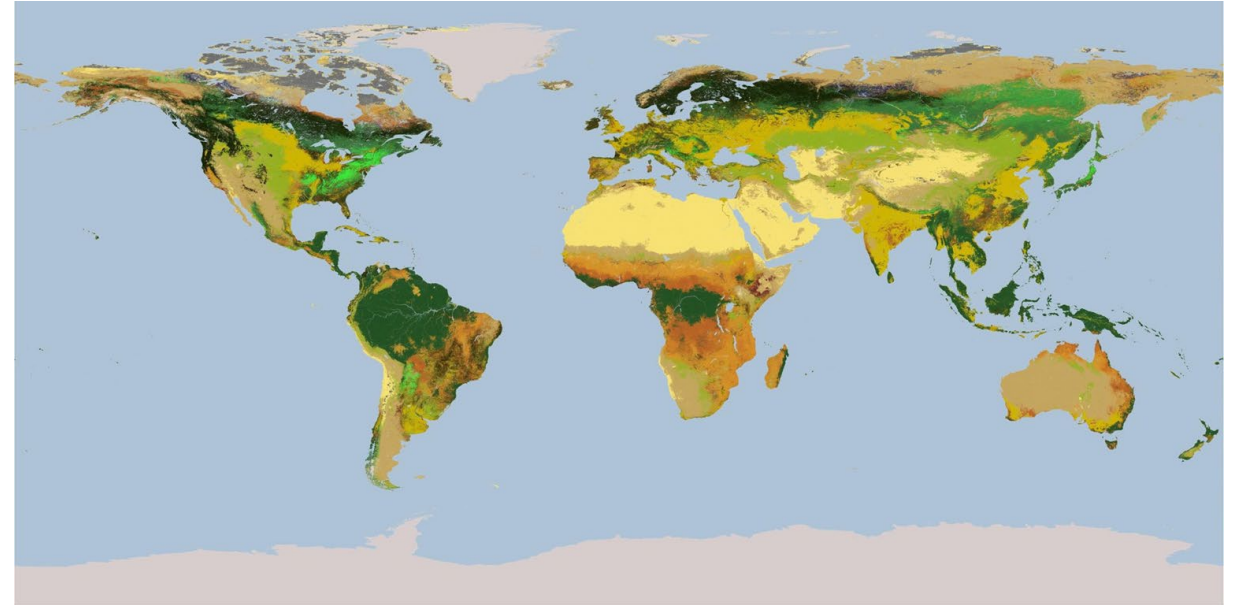


Mapas de la Cobertura Terrestre Globales y Regionales

MODIS Land Cover

- Contiene 5 esquemas de clasificación
 - Identifica 17 clases de cobertura terrestre nombradas por el Programa Internacional Geosfera Biosfera que incluyen 11 clases de vegetación natural, 3 clases de suelo construido y tipo mosaico y tres clases de suelo no vegetal
- Resolución Espacial: 500 m
- Cobertura Temporal: 2001 – 2019 anualmente
- Datos descargados del NASA Earthdata Search:
<http://search.earthdata.nasa.gov>

Global

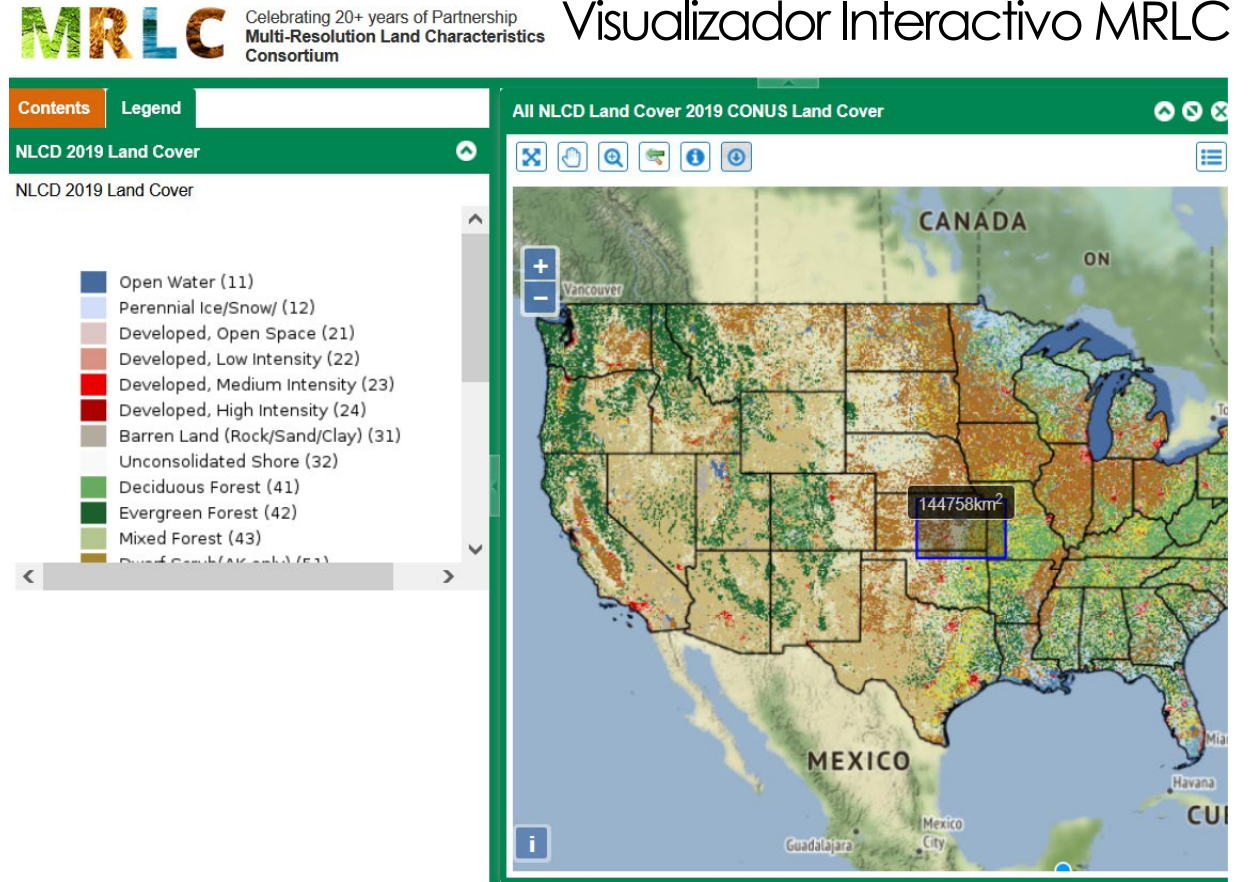


Mapas de la Cobertura Terrestre Globales y Regionales

El Consorcio "Multi-Resolution Land Characteristics" (MRLC)

Estados Unidos

- National Land Cover Database (NLCD)
- Basado en Landsat, resolución de 30 m
- 16 clases de cobertura terrestre
- 2001, 2006, 2011, 2013, 2016, 2019
- Otros productos incluyen:
 - Porcentaje de Dosel Arbóreo (2011, 2016)
 - Descriptor Impermeable (2001, 2004, 2006, 2008, 2011, 2013, 2016, 2019)
- Varios visualizadores interactivos para la cobertura terrestre, métricas de pastizales y análisis avanzado.



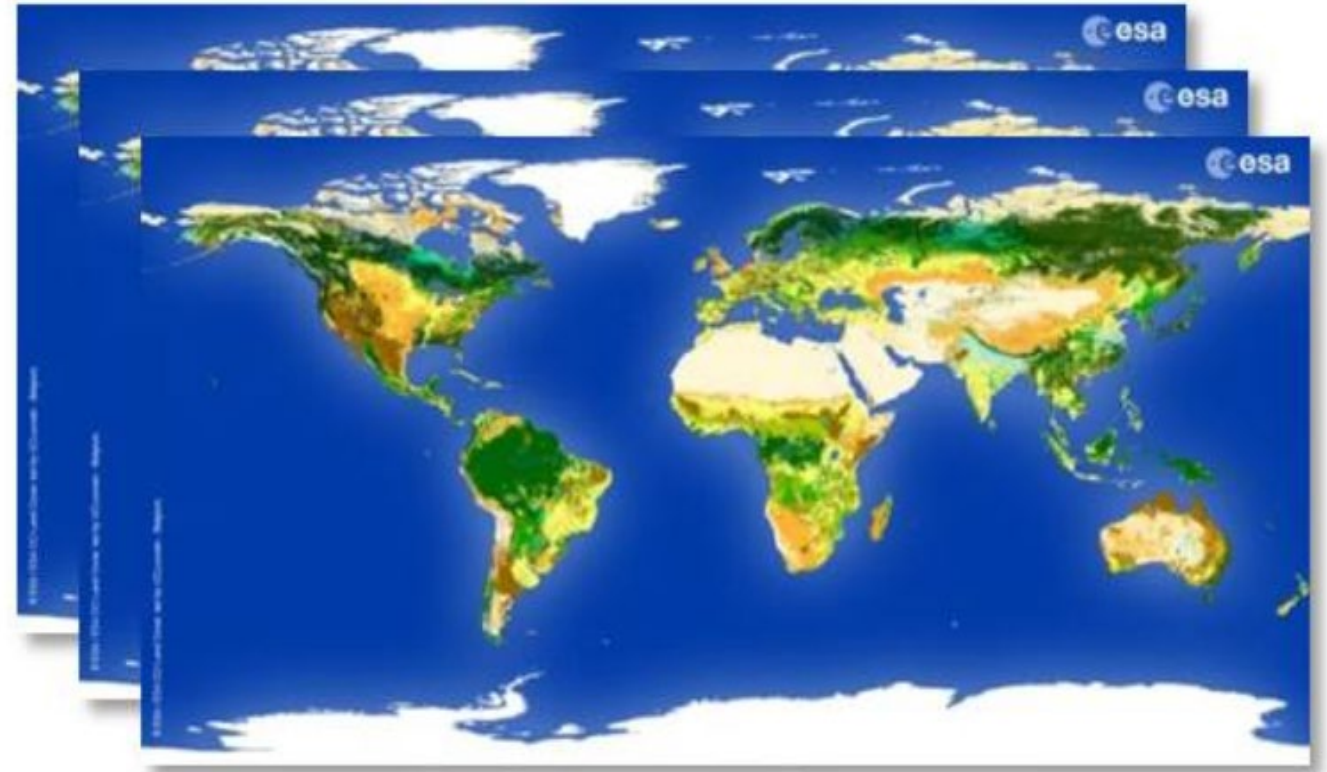
<https://www.mrlc.gov>



Mapas de la Cobertura Terrestre Globales y Regionales

ESA Climate Change Initiative (CCI)

- Mapas de la Cobertura Terrestre Mundiales (1992 – 2019)
 - Inscripción gratuita en línea para acceso a datos
- Productos Estacionales (NDVI, áreas quemadas)
- Producto "Global Water Bodies"
- <https://www.esa-landcover-cci.org/>



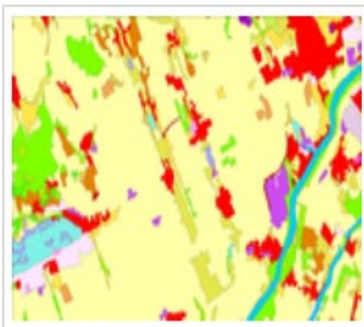
Fuente de la Imagen: [ESA](https://www.esa-landcover-cci.org/)



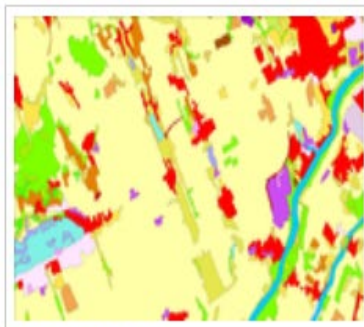
Mapas de la Cobertura Terrestre Globales y Regionales

Copernicus CORINE Land Cover (CLC)

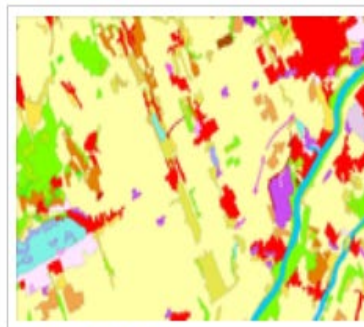
- Mapas de la Cobertura Terrestre de Países Europeos para 2000, 2006, 2012, 2018
- Mapas de Cambios
- Unidades de Mapeo de 25 a 5 Hectáreas
- Uso de Landsat, SPOT, Sentinel-2 etc.
- <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>



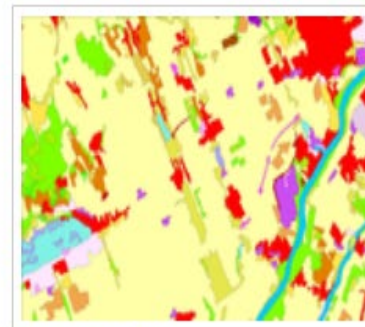
CLC 1990



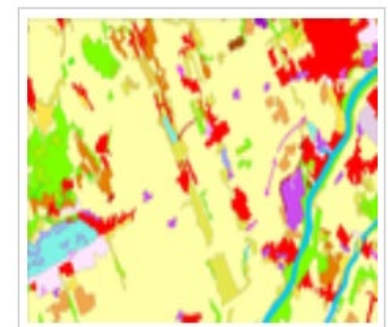
CLC 2000



CLC 2006



CLC 2012



CLC 2018



Land Surface Phenology* (LSP)

- Uso de satélites y sensores para rastrear patrones estacionales en superficies terrestres con vegetación
 - Monitoreo regular de toda la superficie terrestre mundial
 - Recopilar información sobre ecosistemas completos: tendencias a gran escala
 - Cronología de los patrones estacionales relacionados con la duración del día, la temperatura y los patrones de precipitación
 - Impactos en la distribución de especies
- Útil cuando se vincula con redes de observación en el suelo
- Ver capacitación de NASA ARSET de fenología anterior: <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/english/arset-understanding-phenology-remote-sensing>



Ciclo estacional de un árbol, Fuente de la Imagen: USGS/NPN

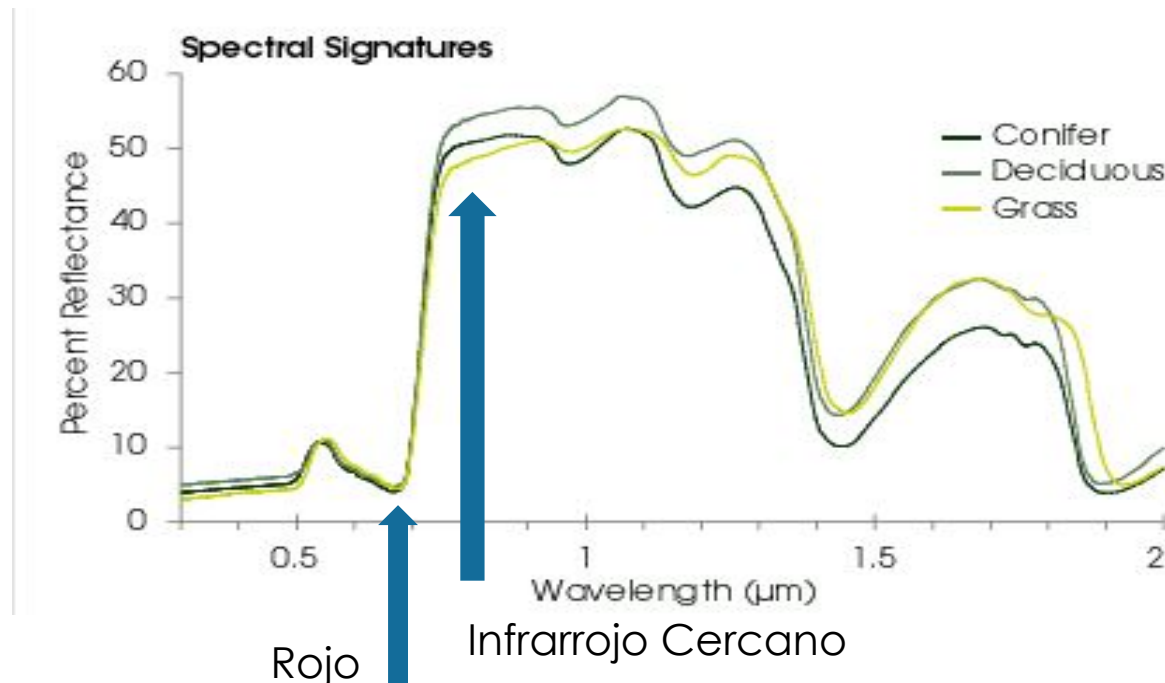
*Fenología de la Superficie Terrestre



Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

*Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada

- Basado en la relación entre el rojo y las longitudes de onda del infrarrojo cercano
- La clorofila absorbe fuertemente lo visible (rojo)
- La estructura de la planta refleja fuertemente el infrarrojo cercano



Infrarrojo Cercano – Rojo Infrarrojo Cercano + Rojo

- Los valores van del -1.0 al 1.0
 - Los valores negativos significan que no hay hojas verdes.
 - Los valores cercanos a 1 indican la mayor densidad posible de hojas verdes.



Enhanced Vegetation Index* (EVI)

*Índice de Vegetación Mejorada

$$EVI = G * \left(\frac{(NIR - R)}{(NIR + C1 * R - C2 * B + L)} \right)$$

Constants

$$G = 2.5$$

$$C1 = 6$$

$$C2 = 7.5$$

$$L = 1$$

- No se satura sobre regiones altas en biomasa
- L = Ajuste para el fondo del dosel
- C = Ajuste atmosférico
- Usa la banda azul



Productos del NDVI y EVI de MODIS

- Compuestos de 16 días
- Resoluciones de 250 m, 500 m y 1 km
- Recuperados de reflectancia superficial diaria, de atmósfera corregida, bidireccionales
- Nombres de Colecciones: MOD13 (Terra) y MYD13 (Aqua)
 - Varios subconjuntos basados en la resolución espacial
- Productos disponibles a través de las herramientas del Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC):
 - AppEEARS
 - Data Pool
 - Earthdata (búsqueda)
 - OPeNDAP

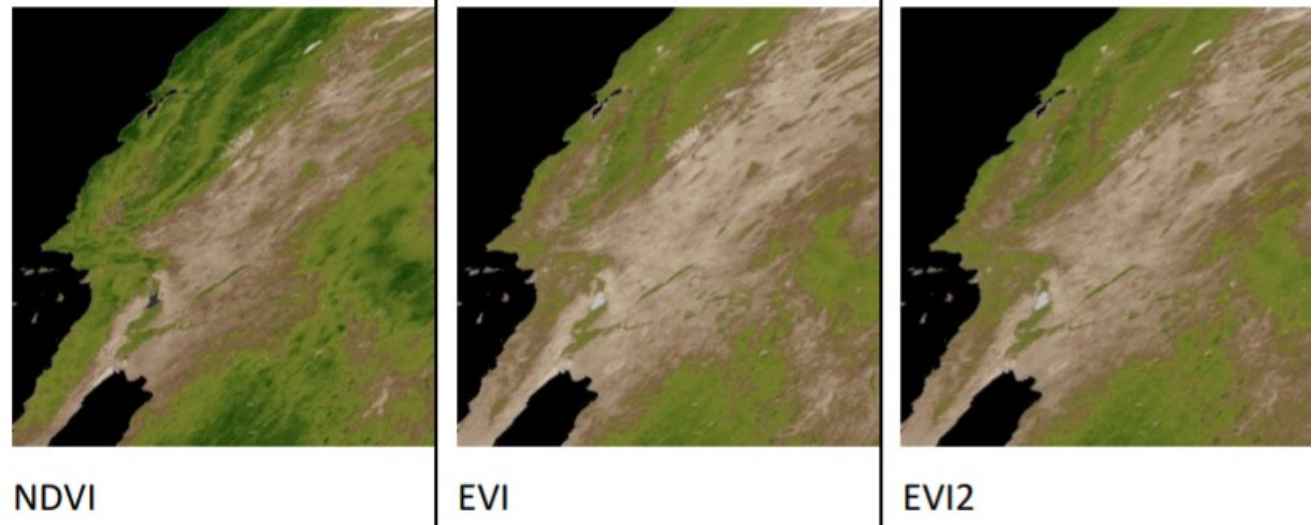


MODIS EVI de abril 2020 de la costa occidental de África. Fuente de la Imagen: [USGS/NASA](https://www.usgs.gov/)



Productos del NDVI y EVI de VIIRS

- Compuestos de 16 días del NDVI, EVI y EVI2
- Resoluciones de 500 m, 1 km y 0,05 grados
- Un algoritmo elije el mejor píxel disponible dentro de un lapso de 16 días
- Nombre de la colección: VNP13
 - Varios subconjuntos basados en resolución espacial
- Productos disponibles a través de las herramientas del Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC):
 - AppEEARS
 - Data Pool
 - Earthdata search
 - OPeNDAP



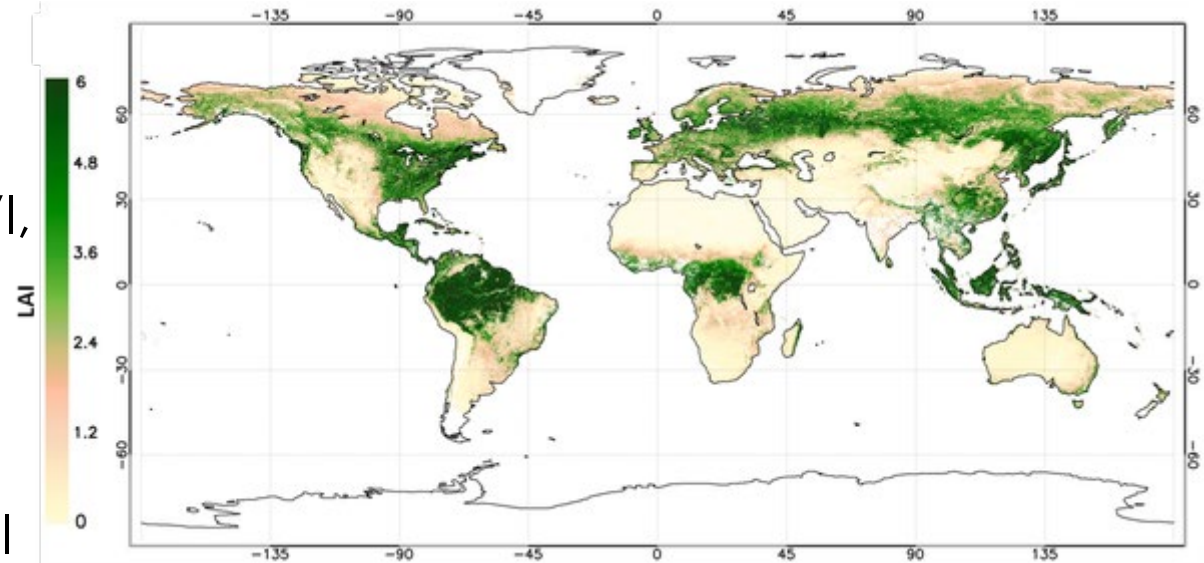
NDVI, EVI, y EVI2 de VIIRS sobre Norte América occidental
Fuente de la Imagen: [USGS/NASA](https://www.usgs.gov/)



Leaf Area Index* (LAI)

*Índice de Área Foliar

- Relación entre el área foliar y la superficie del suelo por unidad
 - Tiene que ver con la fotosíntesis, evapotranspiración, intercepción de lluvias y flujo de carbono
- Se puede calcular en función de una regresión y una relación espacial entre NDVI, EVI y otros índices de vegetación
 - Landsat, MODIS etc.
- Los índices de vegetación y las relaciones del LAI no siempre serán lineales debido a la saturación y la estructura complicada del dosel del bosque.
 - Las relaciones de regresión se aplican mejor a nivel regional
 - Son específicas en cuanto al tiempo y el sitio

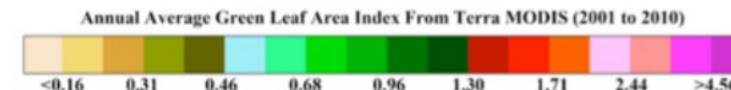
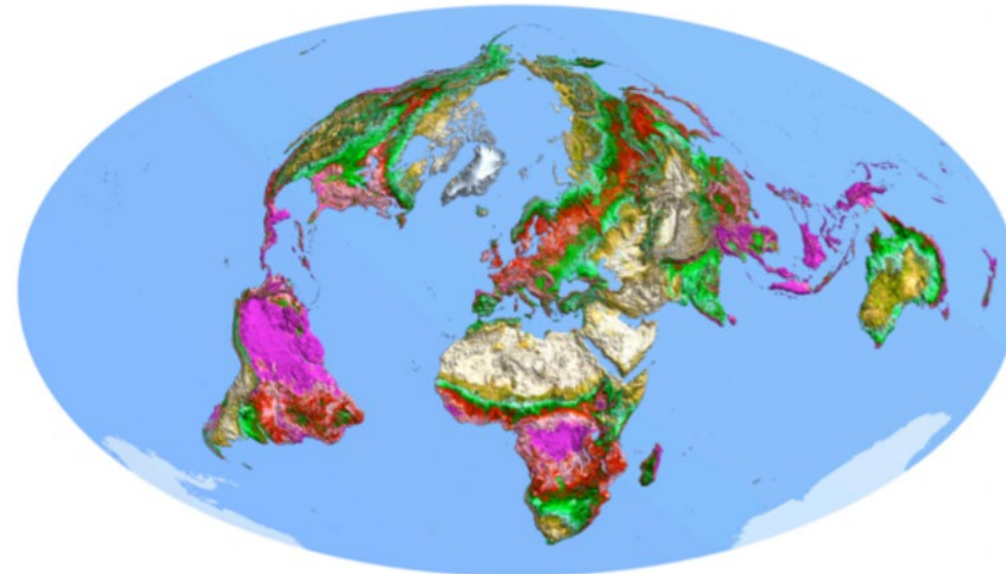
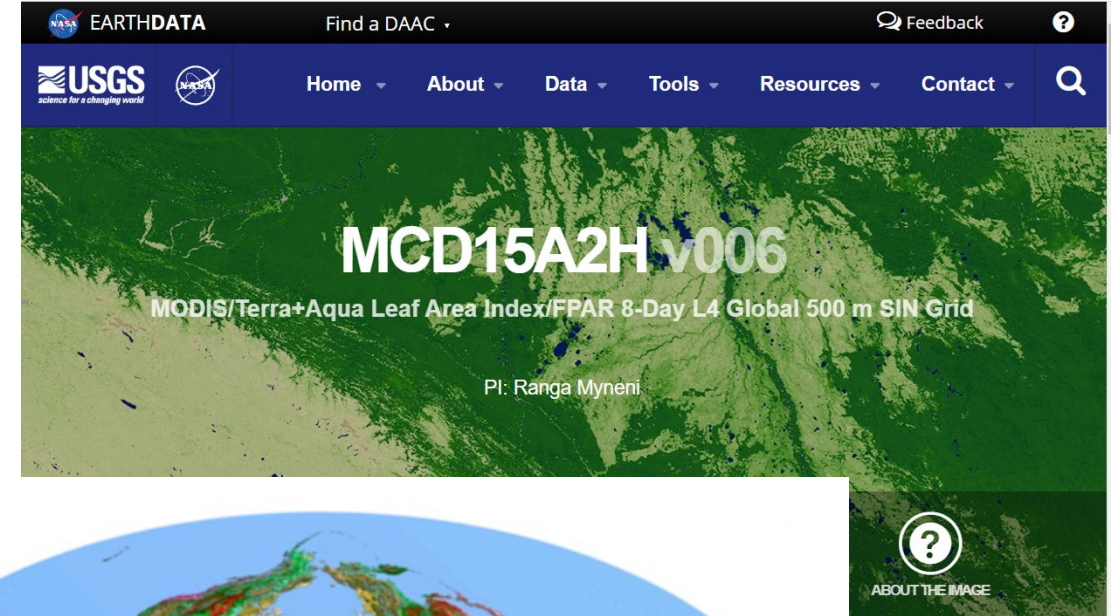


LAI global de 2017. Fuente de la Imagen: [ESA](#)



Productos de MODIS del LAI y fPAR

- Compuestos de 4 y 8 días
- Resolución Espacial: 500 m
- Nombres de colecciones: MCD15A2H (8 días), MCD15A3H (4 días)
- El algoritmo elige el mejor píxel disponible de los sensores de MODIS a bordo de los satélites de la NASA, Terra y Aqua, del período de 8 días.
- Productos disponibles a través de las herramientas del Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC):
 - AppEEARS
 - Data Pool
 - Earthdata search
 - OPeNDAP

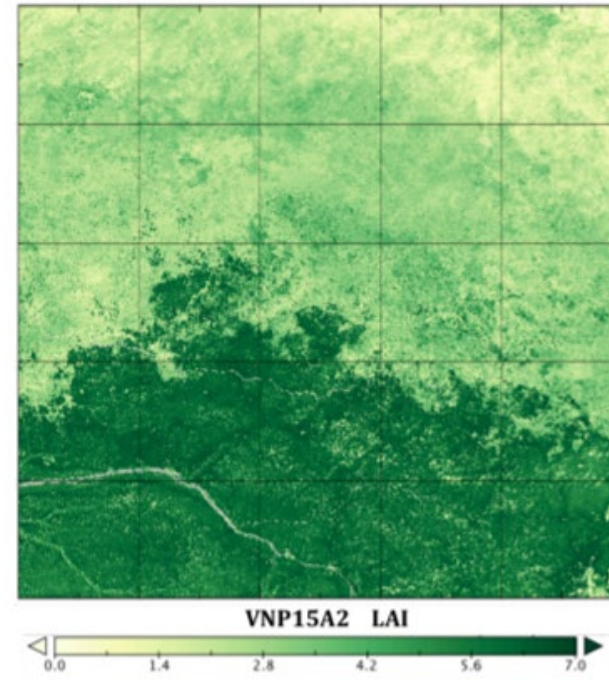


Sitio web de documentación del producto (sup.); LAI mundial anual promedio de 2001 a 2010. Fuente de la Imagen: [USGS/NASA](https://www.usgs.gov/nasa)

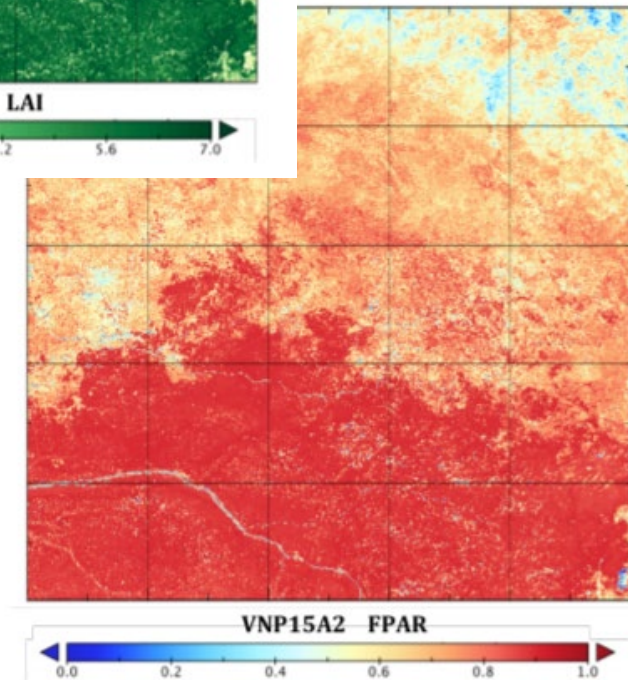


Productos de VIIRS del LAI y fPAR

- Compuestos de 8 días
- Resolución espacial de 500 m
- Nombre de colección: VNP15
- El algoritmo elige el mejor píxel disponible de VIIRS dentro del período de 8 días.
- Productos disponibles a través de las herramientas del Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC):
 - AppEEARS
 - Data Pool
 - Earthdata search
 - OPeNDAP

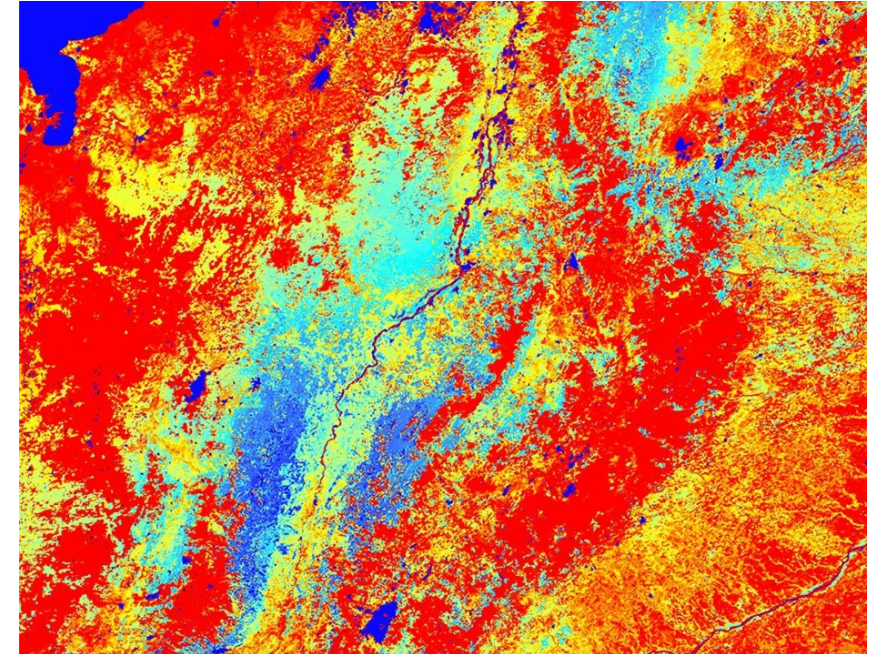


Imágenes de muestra de una sola teja del producto VIIRS V1 VNP15A2H : LAI (izq.) y FPAR (inf.). Los datos mostrados aquí se obtuvieron en julio 2015 y son de una teja de H20V08 cubriendo África norcentral. Fuente de la Imagen: [USGS/NASA](https://www.usgs.gov/nasa)



Productividad Primaria Bruta y Neta (GPP y NPP por sus siglas en inglés)

- **GPP:** La tasa global de producción de biomasa por parte de los productores.
- **NPP:** Carbono neto fijado por la vegetación mediante la fotosíntesis.
 - $GPP - \text{Respiración}$
 - El carbono necesario para el mantenimiento de la estructura de un ecosistema
- Se puede calcular como un producto de la fPAR y la eficiencia del uso de la luz (o radiación)
- Modelación Lineal: Correlaciona mediciones de campo o coberturas fraccionales con el NDVI
 - Modelos físicos: Incorporan parámetros relacionados con la fotosíntesis, evapotranspiración, estrés y descomposición de material vegetal
- También se utiliza comúnmente para monitorear clorofila oceánica

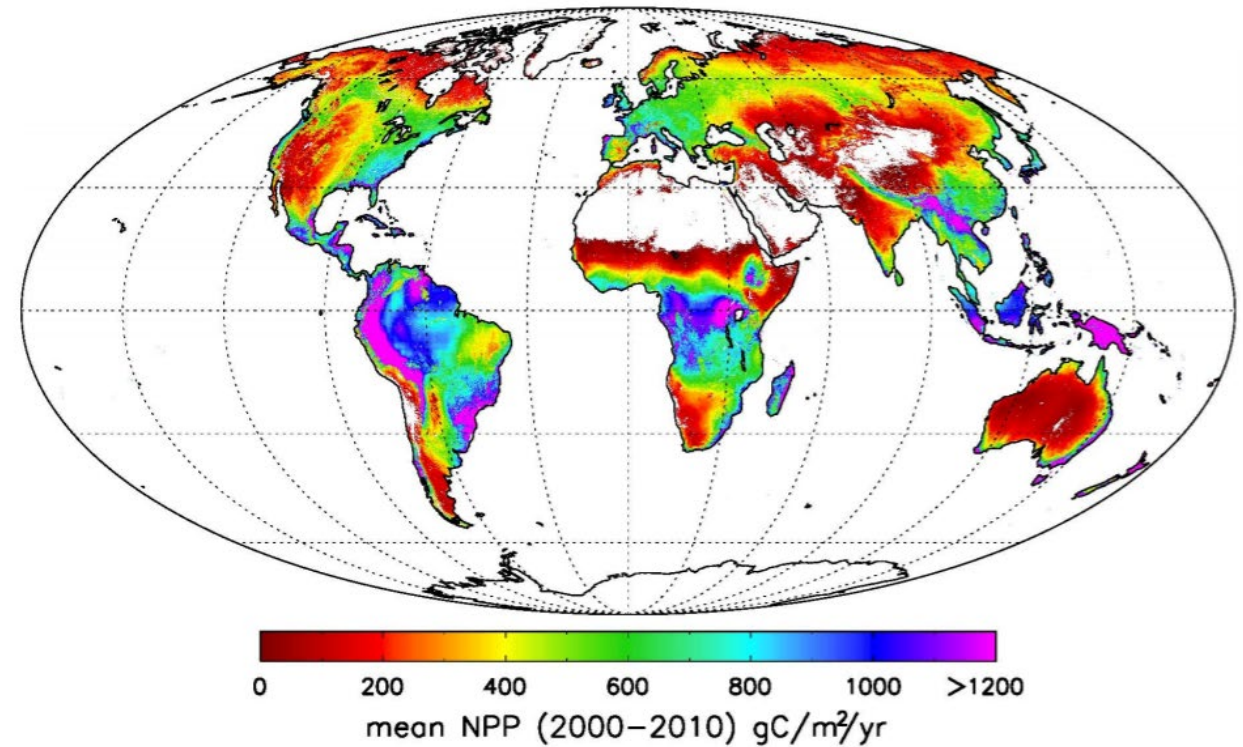


Productividad Primaria Bruta (GPP) del producto MYD17A2H sobre Sudamérica central del 29 de agosto al 5 de septiembre de 2018. Fuente de la Imagen: [USGS/NASA](https://www.usgs.gov/land-resources/remote-sensing/nasa)



Producto de MODIS de la NPP

- Anual
- Resolución espacial: 500 m
- Nombre de colección: MCD173HGF
 - Nueva versión 6 con lagunas llenadas
- Derivado de la suma de todo el producto de Fotosíntesis Neta (PSN) de 8 días ([MOD17A2H](#)) de un año determinado. El valor de la PSN es la diferencia de la Productividad Primaria Bruta (GPP) y la Respiración de Mantenimiento (MR).
- Producto disponible a través de las herramientas del Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC):
 - AppEEARS
 - Data Pool
 - Earthdata search
 - OPeNDAP



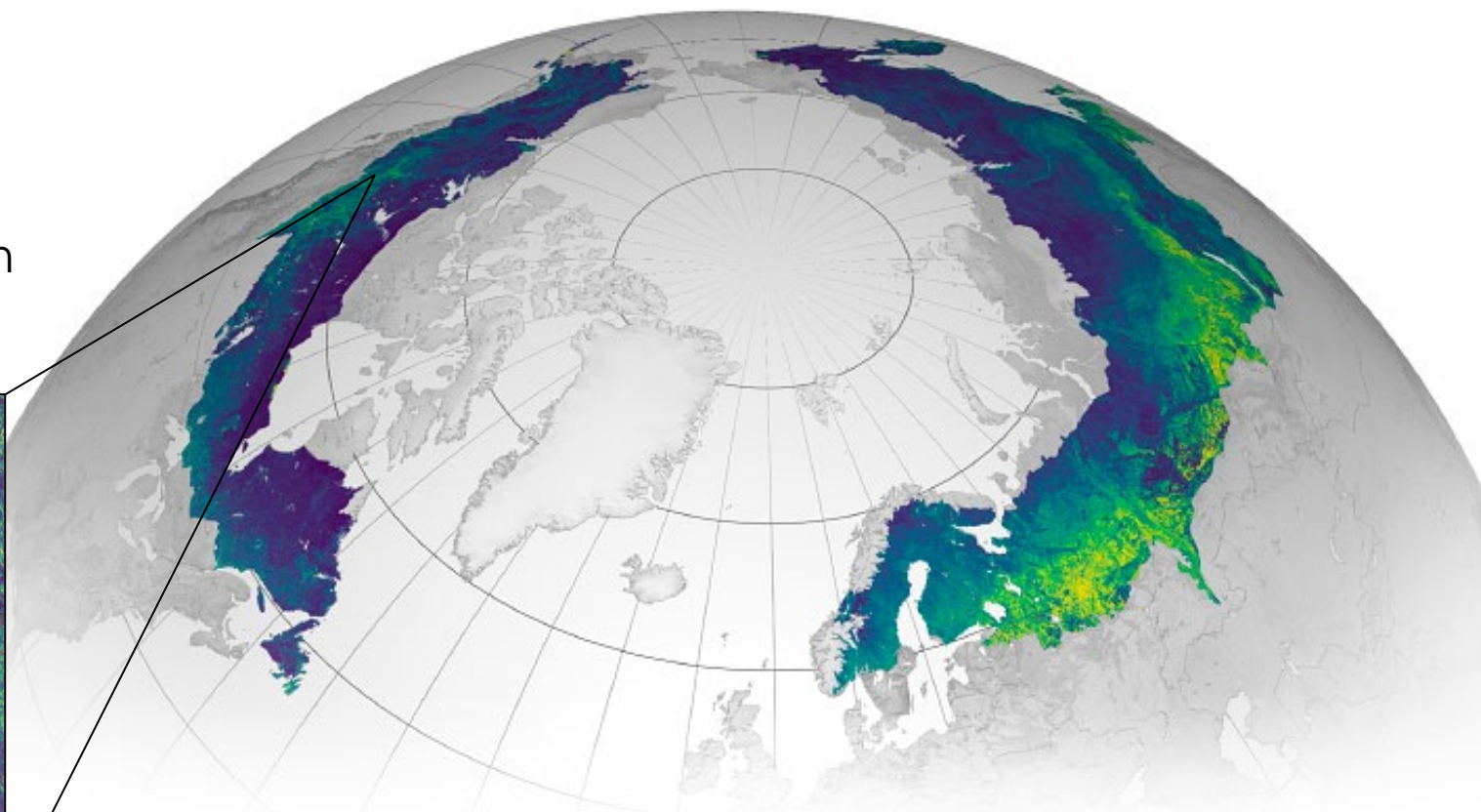
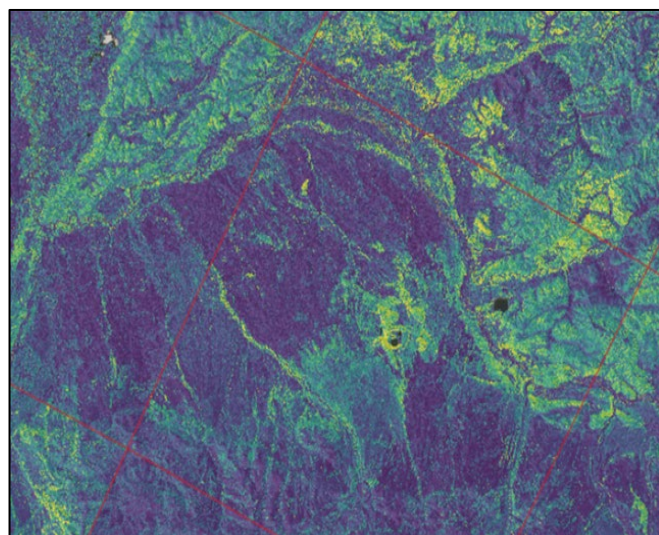
NPP global promedio de 2000 a 2010. Fuente de la Imagen: [USGS/NASA](#)



Nuevo Mapa de Biomasa Boreal

- El mapa utiliza el producto de altura de la vegetación de ICESat-2 en combinación con datos de 30 m de NASA/USGS Landsat 8 y el DEM de Copérnicus.
- Llena el vacío de datos del norte de GEDI para el mapeo de biomasa forestal aérea (AGB) para alrededor de 2020.
- Proporciona información sobre cuánto carbono se almacena actualmente en los ecosistemas árticos y boreales, y cómo puede cambiar en el futuro.

Producto científico abierto creado en el **NASA-ESA MAAP** (scimaap.net). Explore este mapa aquí: <https://earthdata.nasa.gov/maap-biomass>



Boreal Forest Aboveground Biomass Density (Mg/ha)



Resumen y Puntos Para la Próxima Sesión

- Los servicios ecosistémicos son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas.
- La cuantificación del valor del beneficio del servicio ecosistémico es importante.
- Muchos países están utilizando marcos establecidos para la contabilidad del capital natural .
 - Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica de la ONU (SCAE)
- La teledetección puede desempeñar un papel en la contabilidad ambiental económica.
 - Mapeo de la cobertura terrestre
 - Métricas y productos de la cobertura terrestre adicionales
 - Próxima Sesión:
 - Herramientas de apoyo para decisiones para la evaluación de los servicios ecosistémicos
 - El papel de la teledetección
 - Introducción a ARIES
 - Introducción al Natural Capital Project e InVest



Contactos

Síguenos en Twitter
[@NASAARSET](https://twitter.com/NASAARSET)

- Capacitadores:
 - Amber Jean McCullum: AmberJean.McCullum@nasa.gov
 - Juan Torres-Pérez: juan.l.torresperez@nasa.gov
- Página Web de la Capacitación:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/english/aset-evaluating-ecosystem-services-remote-sensing>

Échele un vistazo a nuestros programas hermanos:





¡Gracias!

