



Teledetección de Ecosistemas Costeros

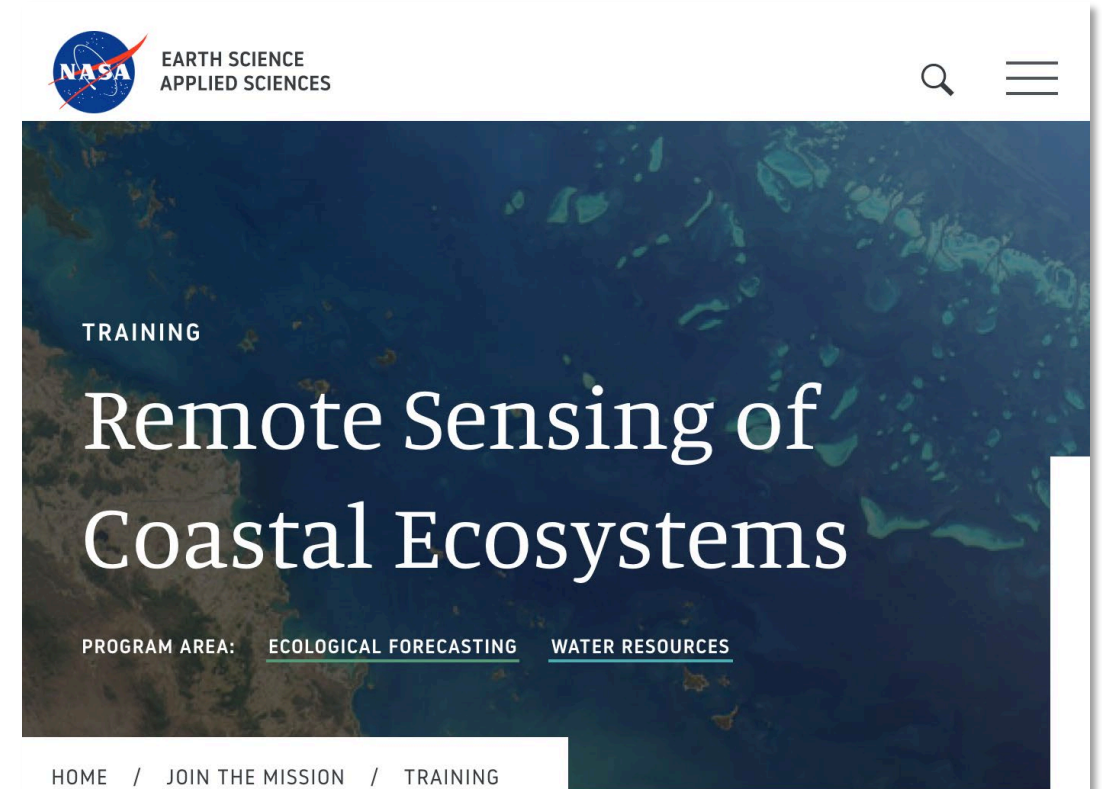
Juan L. Torres-Pérez y Amber McCullum

25 de agosto – 8 de septiembre de 2020



Estructura y Materiales del Curso

- Tres sesiones de una hora cada una el 25 de agosto, 1^{ro} de septiembre y el 8 de septiembre
- Se presentará el mismo contenido en dos diferentes horarios cada día:
 - Sesión A: 11h-12h Hora Este de EEUU (UTC-4) (inglés)
 - Sesión B: 14h-15h Hora Este de EEUU (UTC-4) (español)
 - **Por favor inscribese y asista a solo una sesión cada día.**
- Podrá encontrar grabaciones de las presentaciones, los archivos PowerPoint y la tarea después de cada sesión en la siguiente página:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/spanish/teledeteccion-de-ecosistemas-costeros>
- Preguntas y Respuestas después de cada presentación y/o por correo electrónico:
 - juan.l.torresperez@nasa.gov o
 - amberjean.mccullum@nasa.gov



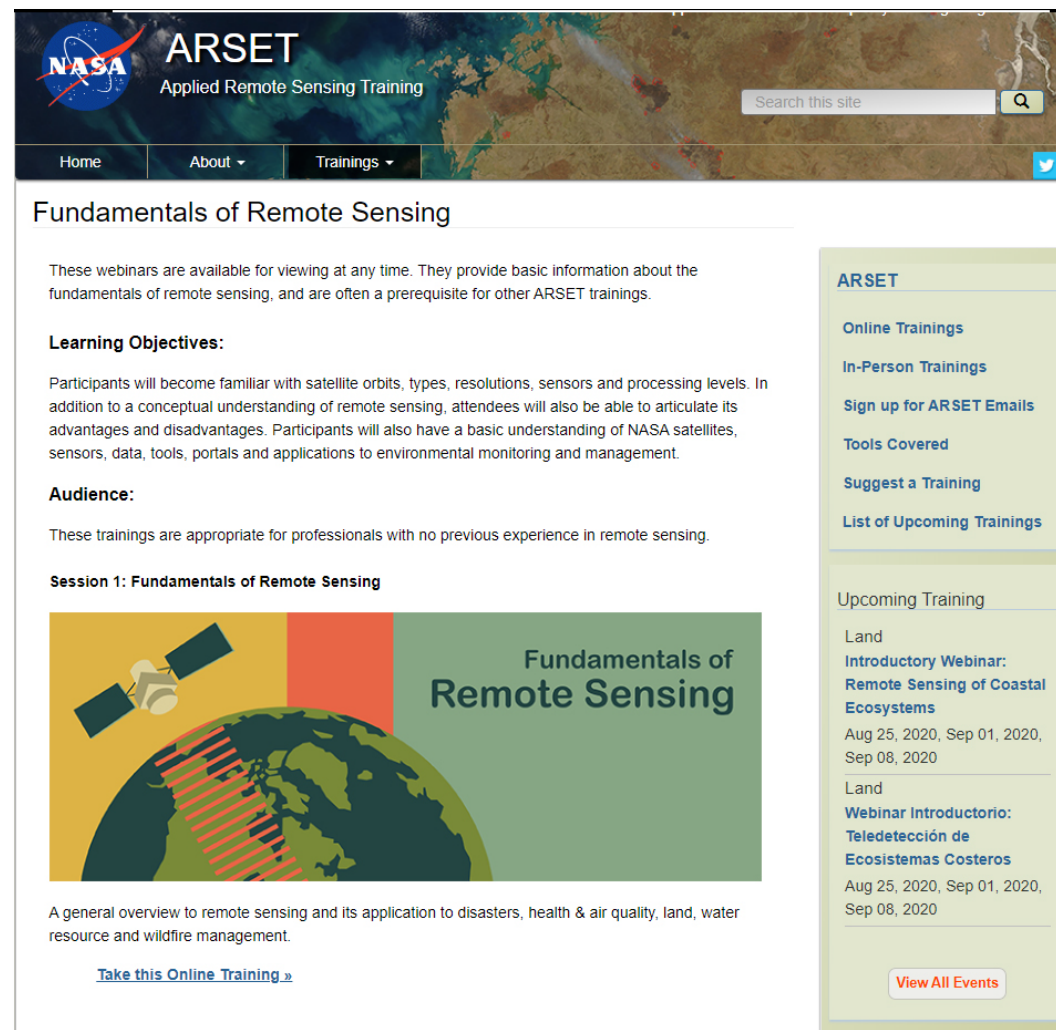
Tarea y Certificados

- **Tarea:**
 - Se asignará una tarea
 - Debe enviar sus respuestas vía Google Forms
 - **Fecha límite para la tarea: Martes 22 de septiembre**
- **Certificado de Terminación de Curso:**
 - Asista a las tres sesiones en vivo
 - Complete la tarea asignada dentro del plazo estipulado (acceso desde la página de ARSET)
 - Recibirá su certificado 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](#) o tenga experiencia equivalente.
- Material del Curso:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/spanish/teledeteccion-de-ecosistemas-costeros>



NASA ARSET
Applied Remote Sensing Training

Search this site

Home About Trainings

Fundamentals of Remote Sensing

These webinars are available for viewing at any time. They provide basic information about the fundamentals of remote sensing, and are often a prerequisite for other ARSET trainings.


Learning Objectives:

Participants will become familiar with satellite orbits, types, resolutions, sensors and processing levels. In addition to a conceptual understanding of remote sensing, attendees will also be able to articulate its advantages and disadvantages. Participants will also have a basic understanding of NASA satellites, sensors, data, tools, portals and applications to environmental monitoring and management.

Audience:

These trainings are appropriate for professionals with no previous experience in remote sensing.

Session 1: Fundamentals of Remote Sensing



Fundamentals of Remote Sensing

A general overview to remote sensing and its application to disasters, health & air quality, land, water resource and wildfire management.

[Take this Online Training »](#)

ARSET

- Online Trainings
- In-Person Trainings
- Sign up for ARSET Emails
- Tools Covered
- Suggest a Training
- List of Upcoming Trainings

Upcoming Training

Land
Introductory Webinar: Remote Sensing of Coastal Ecosystems
Aug 25, 2020, Sep 01, 2020, Sep 08, 2020

Land
Webinar Introductorio: Teledetección de Ecosistemas Costeros
Aug 25, 2020, Sep 01, 2020, Sep 08, 2020

[View All Events](#)



NASA Applied Remote Sensing Training Program (ARSET)

(Programa de Capacitación de Teledetección Aplicada de la NASA)

<http://appliedsciences.nasa.gov/arset>


- Parte del Programa de Fomento de Capacidades Científicas Aplicadas de la NASA
- Empoderando a la comunidad global a través de la capacitación de teledetección
- Anhela fomentar el uso de las ciencias terrestres en la toma de decisiones a través de capacitaciones para:
 - Formuladores de políticas
 - Gestores ambientales
 - Otros profesionales en los sectores público y privado



Esquema del Curso



Sesión 1: Una Mirada a los Ecosistemas Costeros y la Teledetección



Sesión 2: Penetración de la Luz en la Columna de Agua



Sesión 3: Teledetección de Componentes de la Línea de Costa



Objetivos de Aprendizaje

Al final de esta sesión, usted podrá:

- Identificar ecosistemas costeros mayores, particularmente de regiones tropicales y templadas
- Identificar los principales satélites y sensores utilizados en el estudio de ecosistemas costeros



Arrecife de Coral en Papúa Nueva Guinea. Fuente: USGS



¿Por Qué es Importante Estudiar los Ecosistemas Costeros?

- Servicios Ecosistémicos:
 - Son el hábitat de miles de especies, incluso algunas de importancia comercial
 - Protegen las costas contra la acción de las olas
 - Áreas de recreo
 - Brindan sustento para millones de personas alrededor del mundo
 - Conservación/Patrimonio Cultural



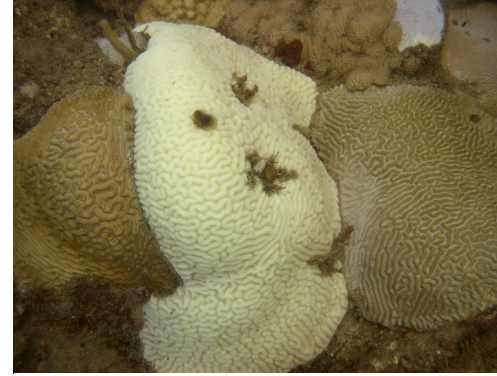
Fuente Imagen: Juan L. Torres-Pérez



Factores Principales Afectando los Ecosistemas Costeros

Clima

- Ocurrencia de eventos extremos
- Aumento en el nivel del mar
- Acidificación de los océanos
- Aumentos en las temperaturas superficiales marinas y globales
- Cambios en las corrientes oceánicas
- Nuevas enfermedades o un incremento de casos de enfermedades conocidas



Coral Blanqueado; Fuente Imagen: Juan L. Torres-Pérez



Huracán María (2017); Fuente Imagen: Naval Research Laboratory NOAA



Factores Principales Afectando los Ecosistemas Costeros

Locales

- Escorrentía costera
- Daños mecánicos
- Arrojar residuos ilegales
- Plásticos
- La introducción de especies invasoras



Fuente Imágenes: (Izq.) Juan L. Torres-Pérez; (Der.) Tom Moore NOAA



Los Ecosistemas Costeros Templados y Tropicales Más Comunes

Zonas Templadas:

- Orillas Rocosas
- Bosques de Kelpos



Orilla rocosa en Nueva Zelanda. Fuente: Pixabay

Zonas Tropicales:

- Arrecifes de Coral
- Praderas de Yerbas Marinas
- Bosques de Manglares



Arrecifes de Coral, Bahía Kaneohe, Hawái.
Fuente: Juan L. Torres-Pérez



Ecosistemas Costeros Templados

Orillas Rocosas

- Las orillas rocosas expuestas albergan algunos de los conjuntos de especies más diversos y productivos en zonas templadas.
- Son de 2 a 5 veces más productivas que los bosques perennes templados
- Son ecosistemas altamente heterogéneos
- Más de 300 especies descritas en la costa oeste de Norteamérica, en particular moluscos y otros invertebrados



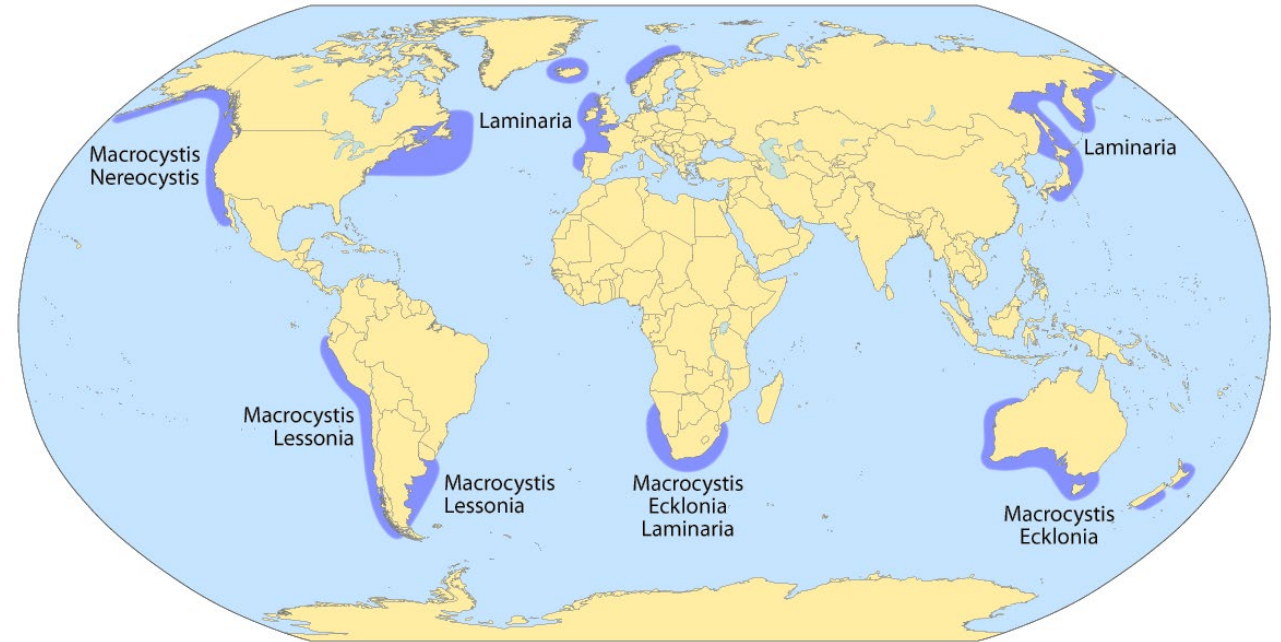
Fuente: Juan L. Torres-Pérez



Ecosistemas Costeros Templados

Bosques de Kelpos

- Ocurren en aguas abiertas, poco profundas ricas en nutrientes en océanos templados y polares
- Cubren aproximadamente el 25% de las áreas costeras del mundo
- Como todo organismo marino fotosintético, el kelpo restringe su distribución a las primeras decenas de metros (usualmente hasta 40m), pero algunas especies se han encontrado a hasta 260m de profundidad en aguas excepcionalmente claras del Océano Índico y el Mediterráneo.
- Crecen bien en aguas turbulentas, pues la acción de las ondas y las corrientes oceánicas suplen nutrientes para su desarrollo y la dispersión de propágulos



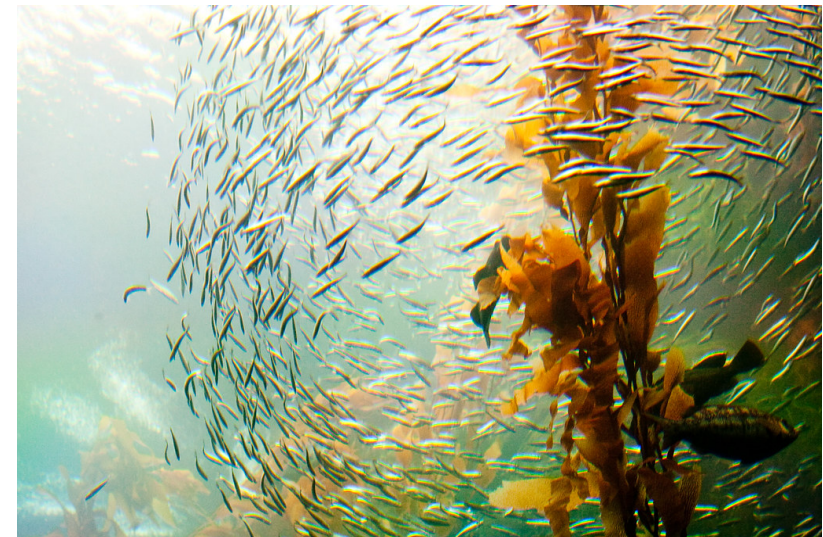
Fuente: www.commons.Wikimedia.org



Ecosistemas Costeros Templados

Bosques de Kelpos

- Bajo condiciones ideales, los individuos pueden crecer hasta 45 cm (18 pulgadas) al día.
- Varias especies tienen neumatocistos (“globitos” llenos de gas) que ayudan con la flotabilidad
- Albergan una diversidad de otros organismos.
- Muchos mamíferos y aves usan el bosque de kelpo como protección y fuente de alimentos.
- Son reconocidos como uno de los ecosistemas más productivos y dinámicos del planeta.

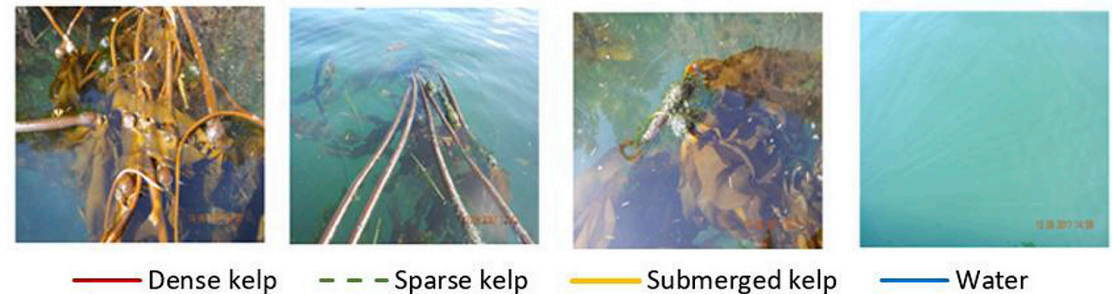
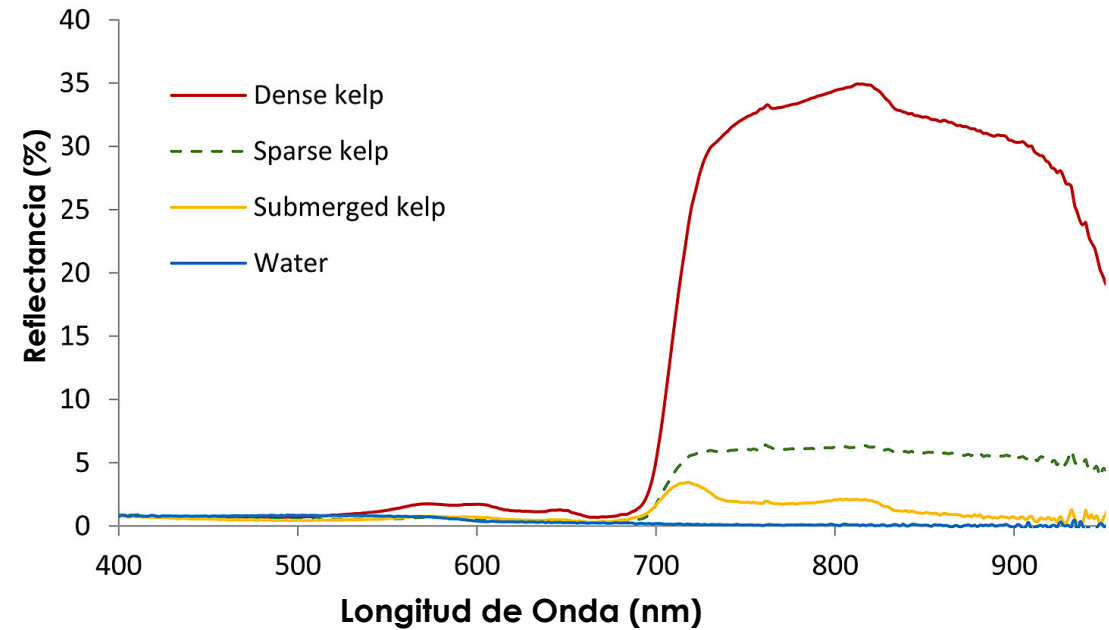


Fuente: www.flickr.com



Discriminación de Kelpos en la Superficie del Agua

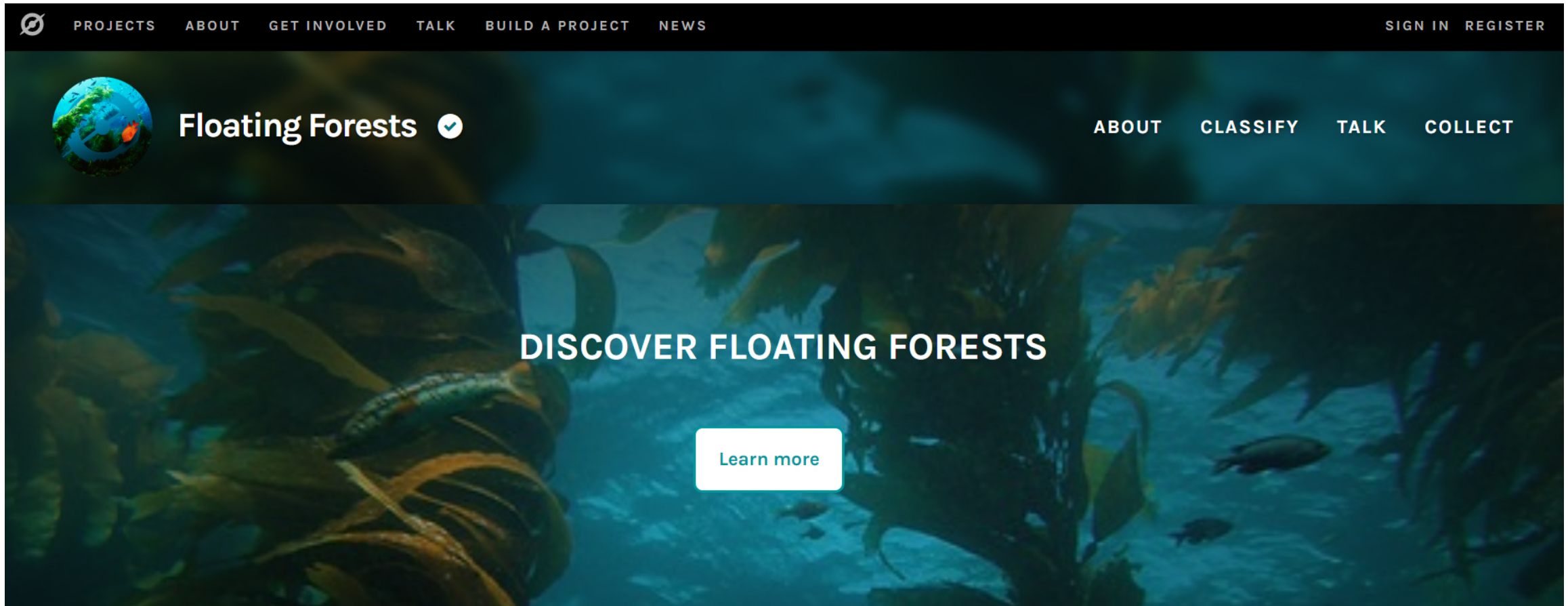
- El kelpo denso en la superficie acuática refleja fuertemente en el infrarrojo cercano.
- Las señales del kelpo disperso y sumergido muestran una alta influencia de la absorción del infrarrojo cercano por parte del agua aun en los primeros centímetros de la columna de agua.
- Las señales también son influenciados por la presencia de fitoplancton, sedimentos suspendidos y Materia Orgánica Disuelta Coloreada (CDOM).



Schroeder et al (2019) Global Ecol. Cons.



Floating Forests* – Un Proyecto de Ciencia Ciudadana Subvencionado por NASA



Get started ↓

Classify Kelp on the Edge: Baja

Classify Urban Kelp

Find Urban Kelp

<https://www.zooniverse.org/projects/zooniverse/floating-forests>

*Bosques Flotantes en inglés



Ecosistemas Costeros Tropicales

Arrecifes de Coral

- Son probablemente los ecosistemas más diversos del planeta
- Existen típicamente entre 30°N y 30°S de la línea ecuatorial
- Se desenvuelven en aguas claras relativamente cálidas (25 - 29°C)
- Son bastante difíciles de mapear debido a su alta heterogeneidad
- Normalmente se extienden más allá de las profundidades que se pueden observar de manera fiable mediante la teledetección

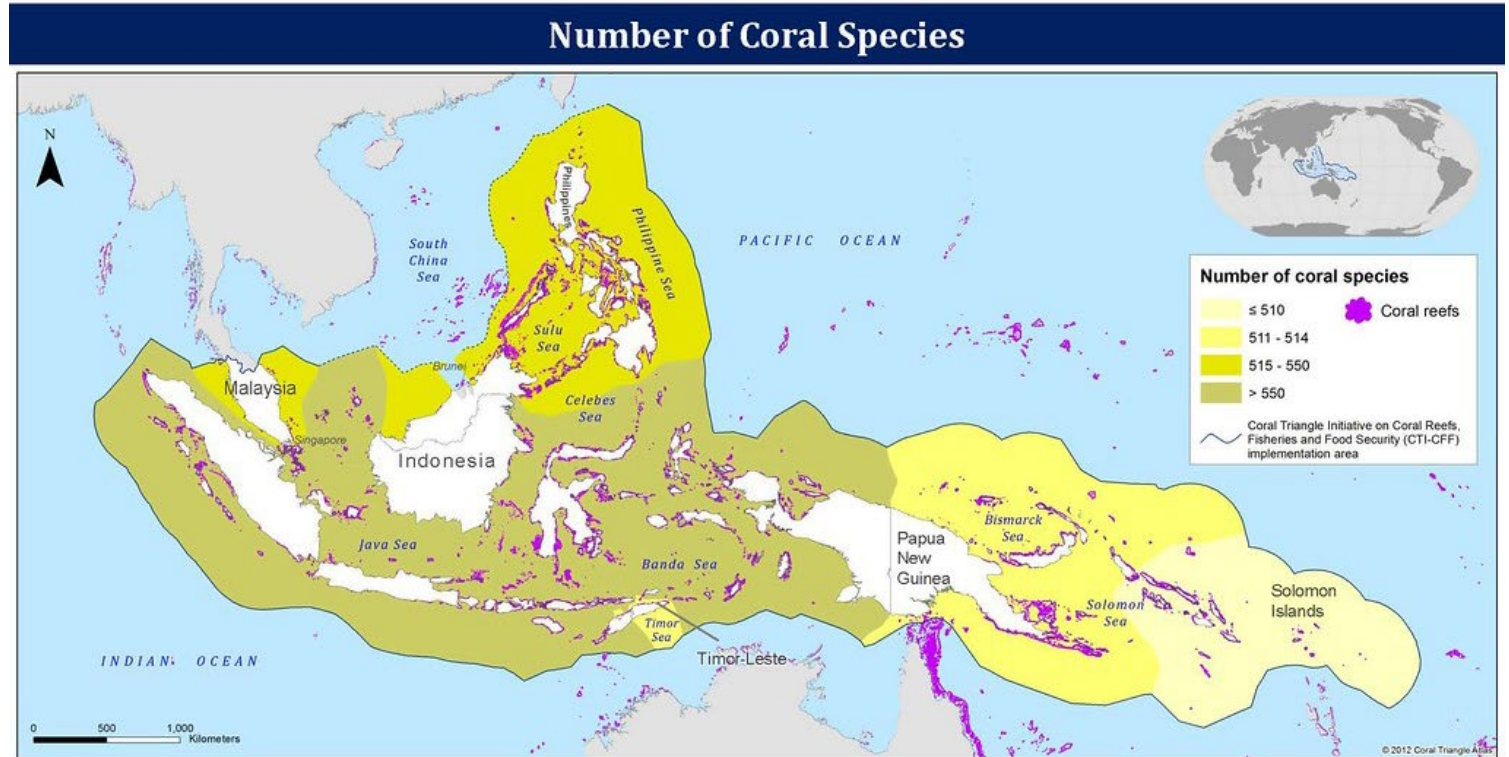


Imagen IKONOS de la Reserva Natural La Parguera.
Fuente: Laboratorio de Oceanografía Bio-óptica, U. de Puerto Rico



Arrecifes de Coral

- Hay más de 700 especies de corales duros descritas hasta el momento
- El Indo-Pacífico tiene el mayor número de especies
- El Caribe tiene aproximadamente la 10ª parte de especies de coral de las que tiene el Indo-Pacífico
 - Es una cuenca mucho menos antigua
 - El cierre del Istmo de Panamá en el Plioceno Tardío (hace ~6-7M de años) restringió el flujo de genes entre las cuencas del Caribe y el Pacífico



Sources: Number of coral species – Indonesia, Philippines, Papua New Guinea, Solomon Islands and Timor-Leste from Veron (2009) *Coral Geographic: a spatial database*; Malaysia from the *State of the Coral Triangle Report (SCTR) for CT countries*; Coral reefs – UNEP-WCMC (2010) *Global Distribution of Coral Reefs*.

Fuente: USAID

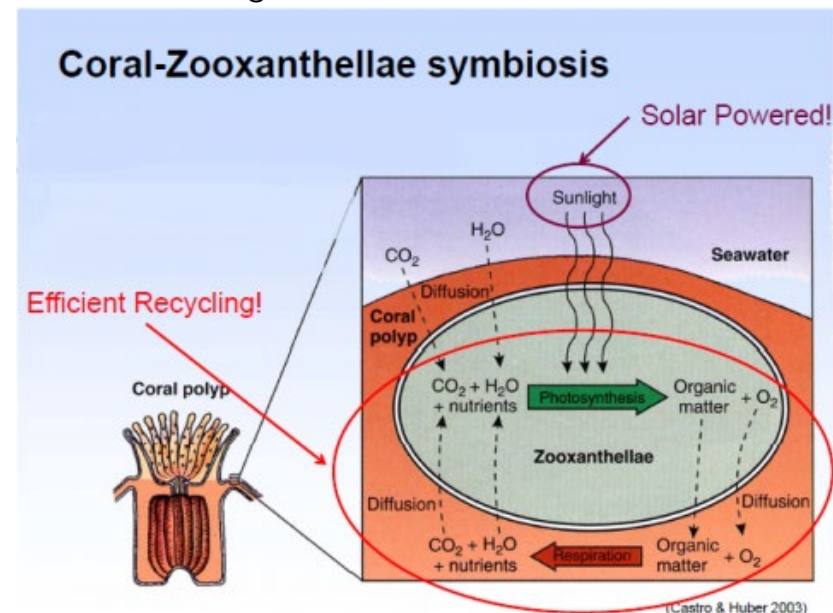


Arrecifes de Coral

- Los corales tienen la habilidad de crear ecosistemas complejos gracias a su relación simbiótica con un dinoflagelado microscópico, conocido comúnmente como zooxantelas.
 - Proveen la mayoría (80-90%) de los requisitos nutricionales del coral
- Muchos otros organismos dentro del ecosistema del arrecife también son fotosintéticos (p. ej., algas, yerbas marinas) y tienen pigmentos similares.
 - P. ej., clorofilas, carotenos y xantofilas



Colonia de *Montastraea cavernosa* (PR)
Fuente imagen: Juan L. Torres-Pérez



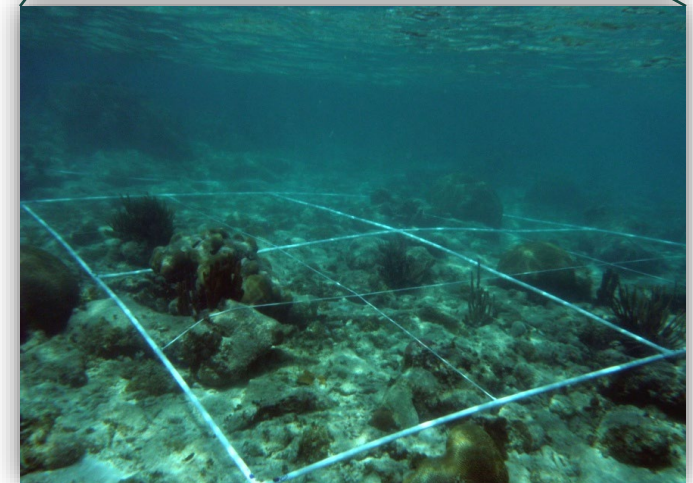
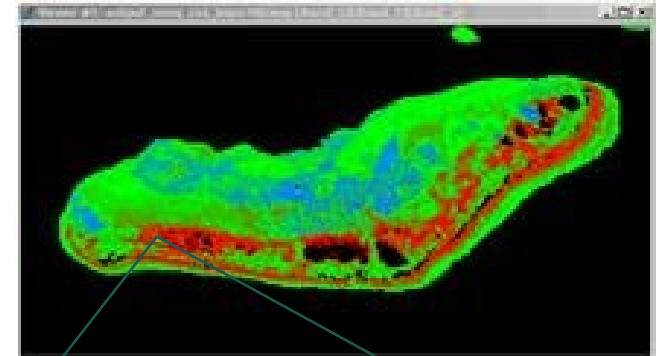
Arrecifes de Coral – Complejidad en Cada Pixel

Dentro de cualquier píxel, podría haber:

- Corales Duros
- Praderas de yerbas Marinas
- Corales blandos
- Algas
- Escombros de corales muertos
- Arena
- Esponjas
- Etc.

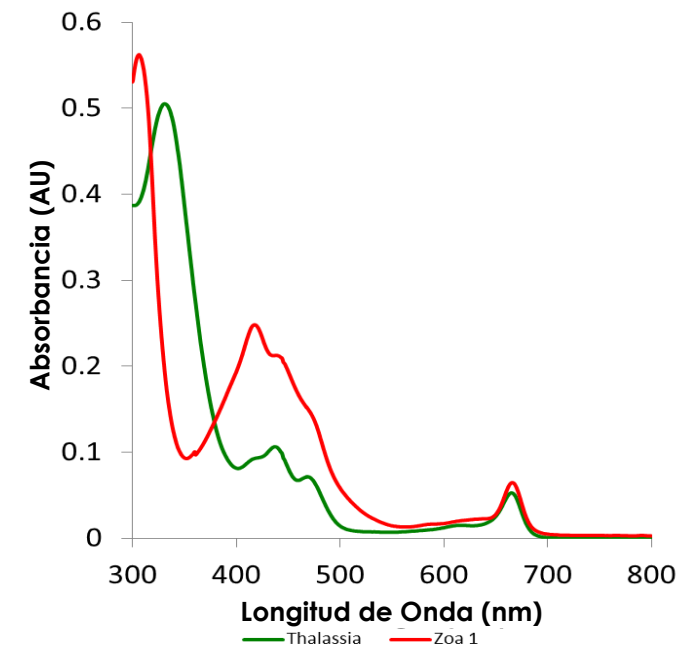
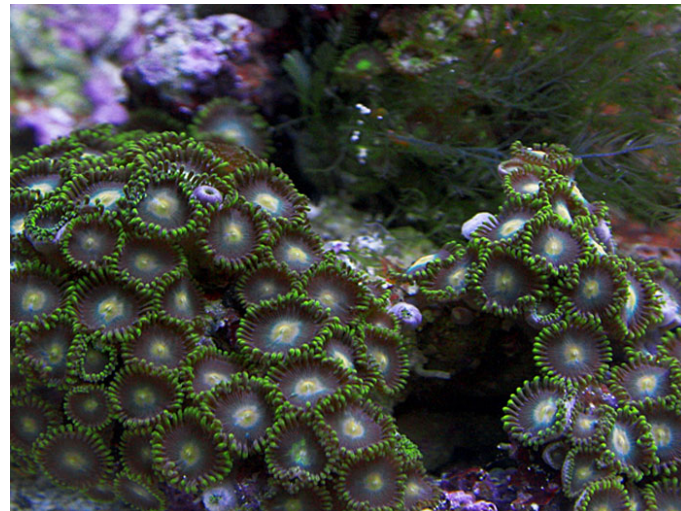
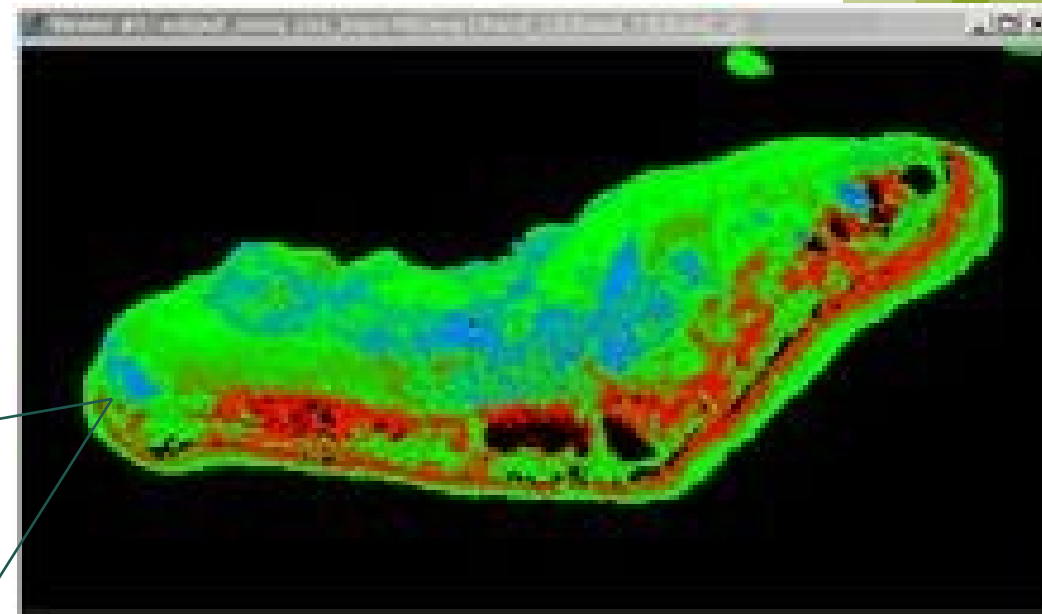


Fuente: Laboratorio de Oceanografía Bio-óptica, U. de Puerto Rico

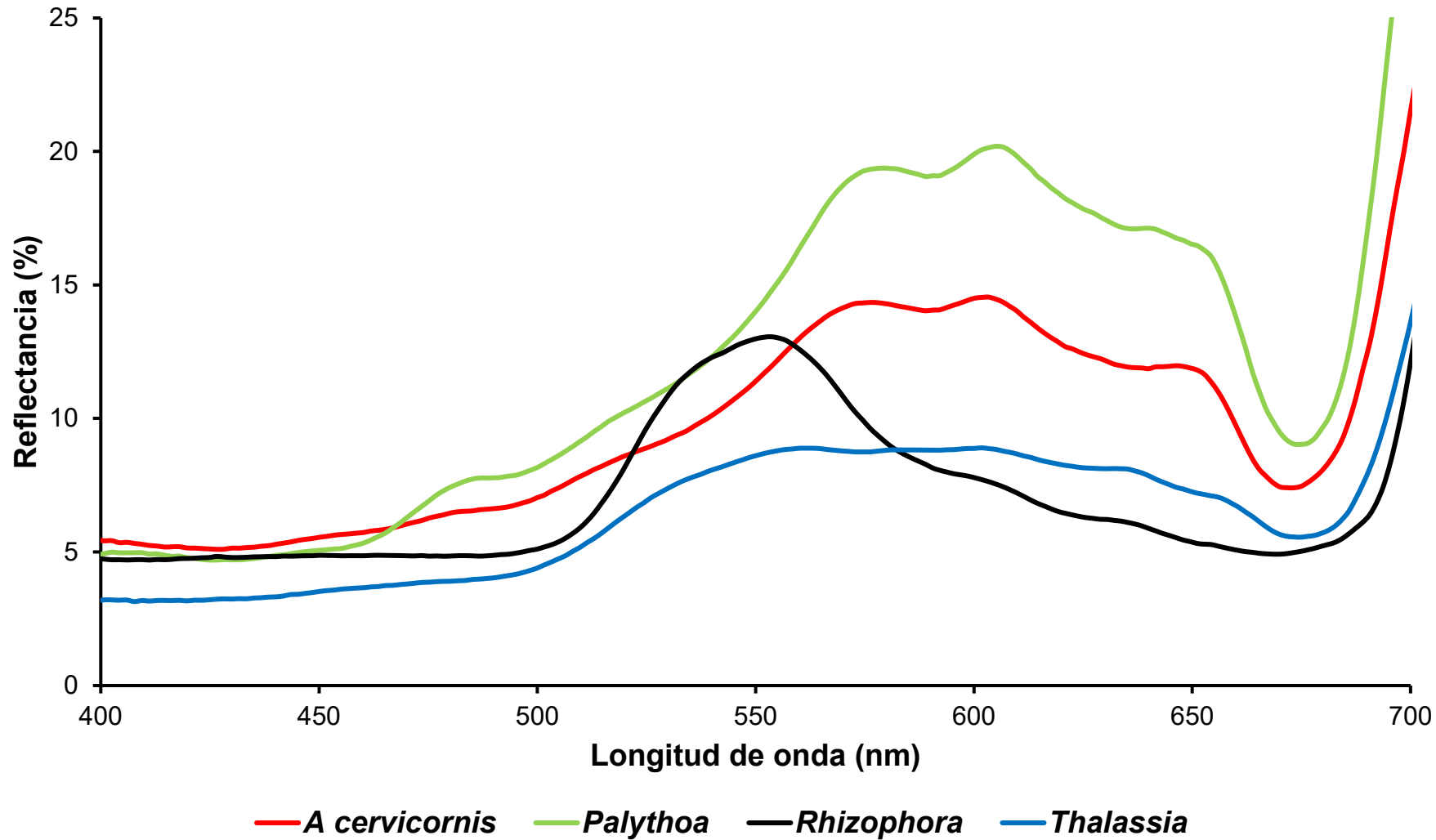


El Contenido de 1 Pixel

- Los componentes bénticos pueden tener colores similares pero puede que sean espectralmente diferentes.



Comparación Espectral de Diferentes Componentes de Arrecifes de Coral



Torres-Pérez (No publicado)



Praderas de Yerbas Marinas

- Ecosistemas muy importantes en aguas poco profundas en zonas tropicales
- Importantes para el secuestro de carbono
- Los sistemas de las raíces ayudan con la estabilización de sedimentos y nutrientes
- Proveen hábitat para la reproducción y criadero, así también como una fuente directa de alimentos para peces y mariscos comercial y ecológicamente importantes y especies en peligro



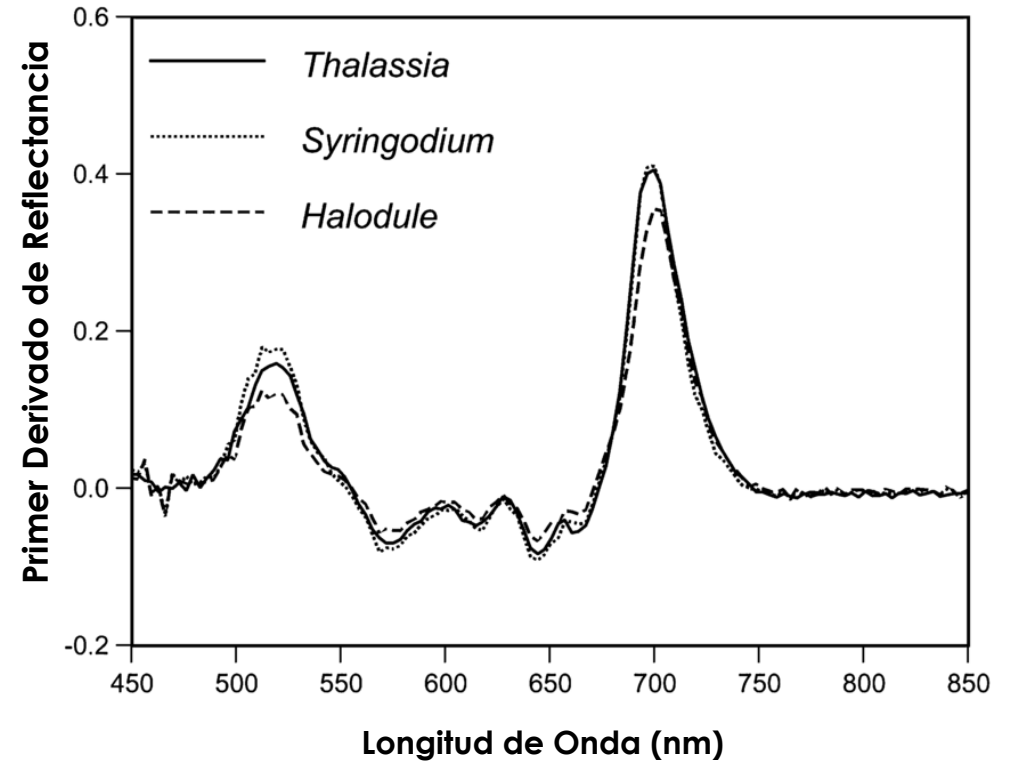
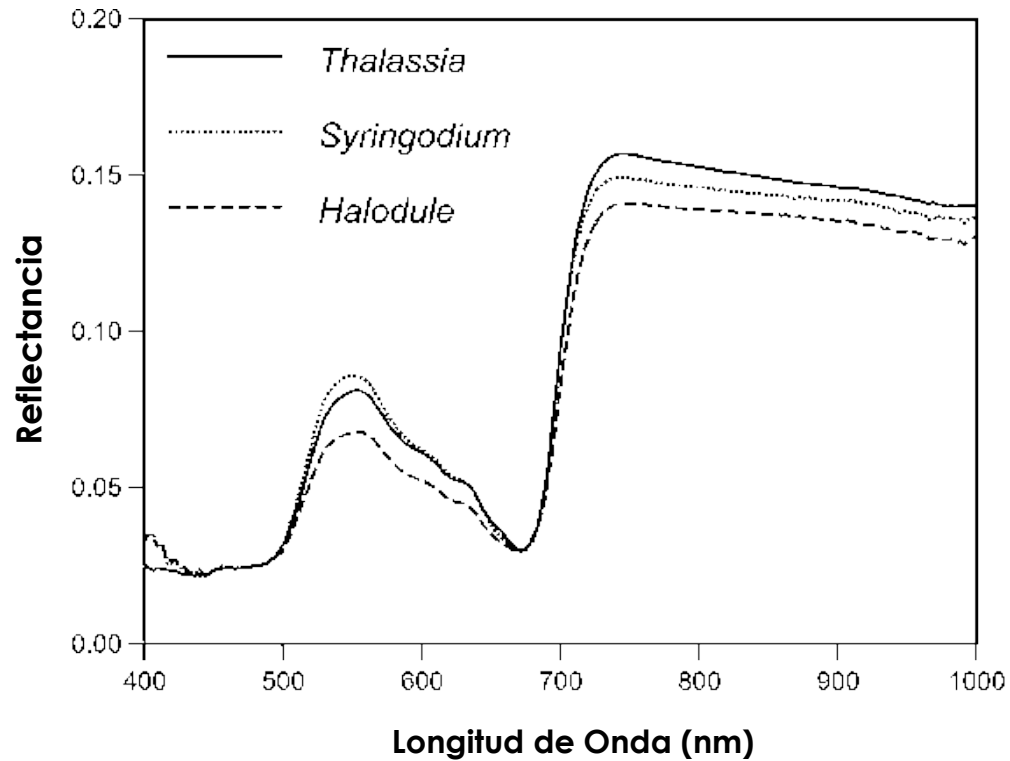
Izq.: Hierba de Tortuga (*Thalassia testudinum*); Der.: Hierba de Manatí (*Syringodium filiforme*). Fuente: Juan L. Torres-Pérez



Izq.: Coral Estrella (*Orbicella annularis*); Der. Estrella Cojín (*Oreaster reticulatus*). Fuente: Juan L. Torres-Pérez



Praderas de Yervas Marinas

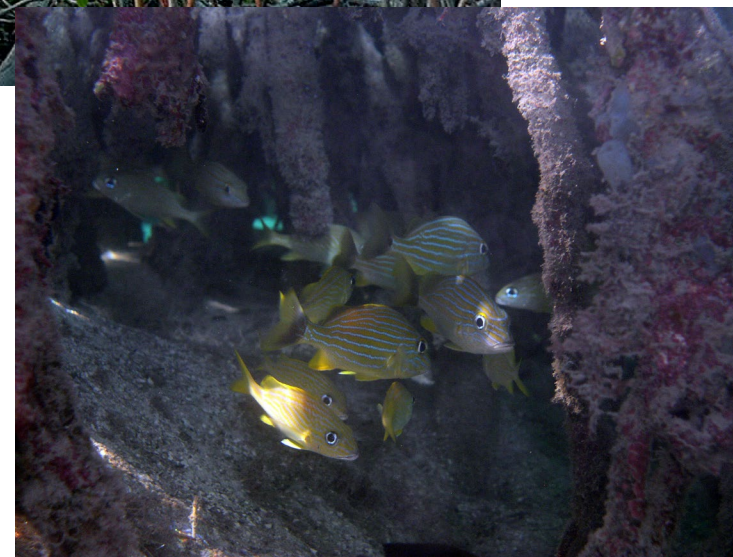


Extracto de: Thorhaug et al 2005 Int. J. Remote Sens.



Bosques de Manglares

- Los manglares son halófitos (plantas que toleran la sal) que se han adaptado para poder vivir en zonas costeras.
- Al igual que las praderas de yerbas marinas, los manglares proporcionan muchos servicios ecosistémicos (estabilización de sedimentos, áreas de crianza para especies de peces y mariscos y protección de la zona costera).
- Los manglares capturan más carbono que los bosques tropicales.
- Los manglares típicamente son dominados por unas cuantas especies con una zonación basada en la resistencia a la concentración de sal en el suelo.
- El manglar rojo normalmente vive en contacto con el océano.

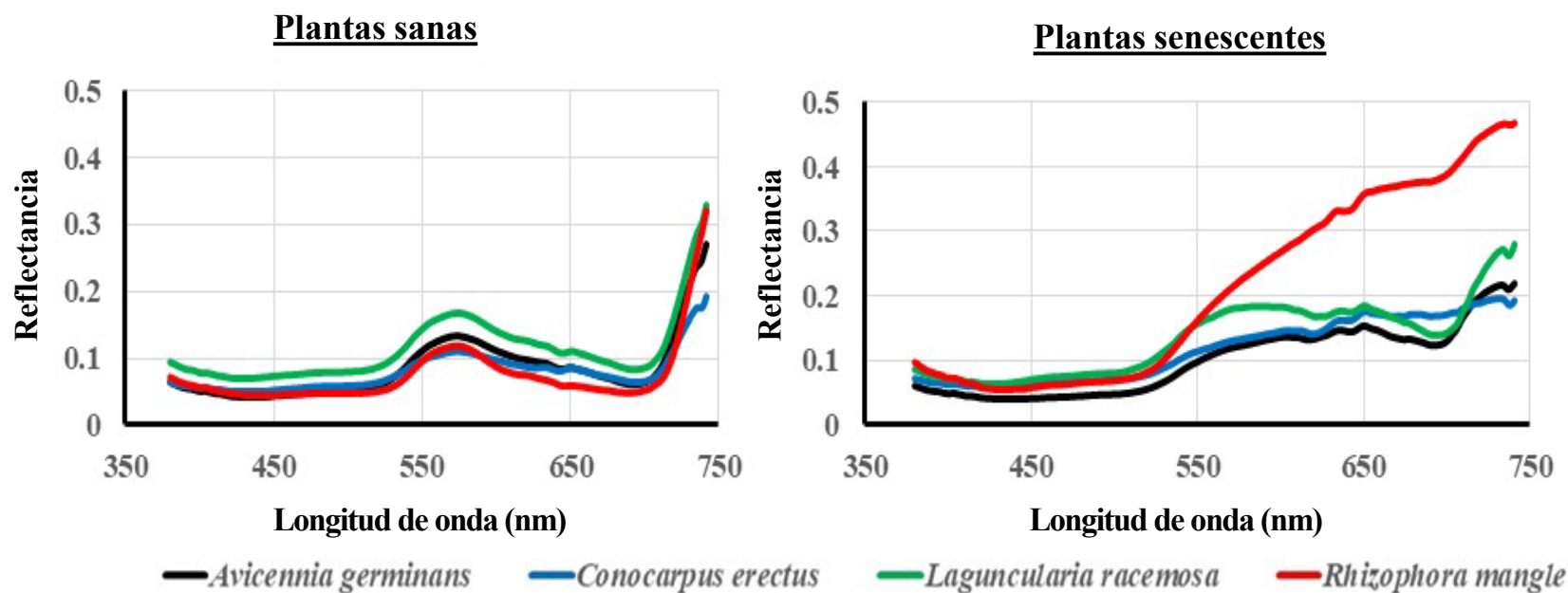


Superior: Manglar rojo (*Rhizophora mangle*);
Inferior: comunidad de peces en raíces de manglares. Fuente: Juan L. Torres-Pérez



Bosques de Manglares

- Las especies son espectralmente similares.
- Los datos espectrales sirven para discriminar entre doseles sanos y enfermos o senescentes.



Torres-Pérez (No publicado)





Satélites Comúnmente Utilizados para Evaluar
Ecosistemas Terrestres

Consideraciones al Elegir Datos Satelitales

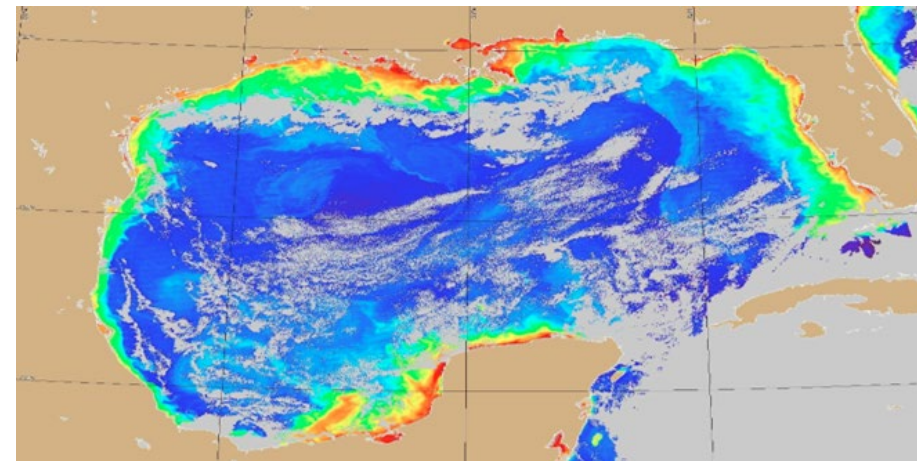
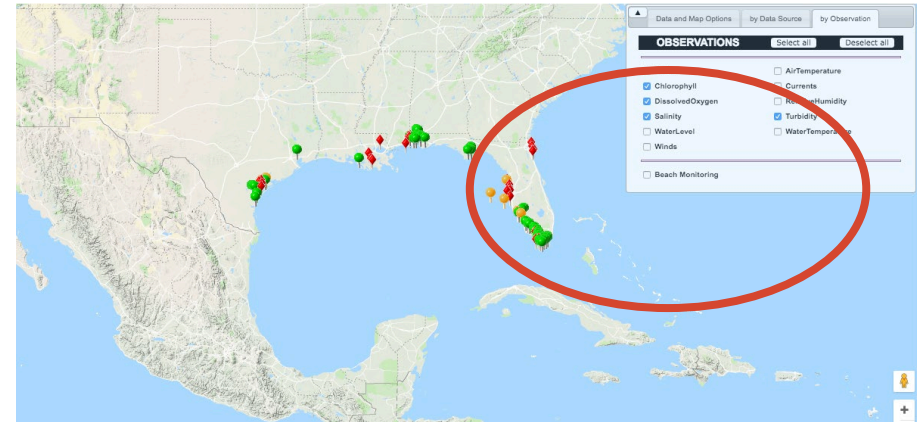
- Resolución temporal de la adquisición de datos – Diaria? Semanal? Mensual?
- Resolución espacial – depende del satélite: metros a km
- Resolución espectral – multispectral vs. hiperespectral
 - ¿Dónde en el espectro electromagnético están las bandas de los satélites? Visible? IR? IR onda corta?
- Longevidad de la misión satelital
 - Landsat tiene el historial de datos satelitales más largo (desde los 1970).
- Condiciones geográficas y atmosféricas en el sitio de estudio
 - Los ecosistemas costeros en general suelen ser pequeños (praderas de yerbas marinas) o angostos (playas)
 - Las zonas tropicales normalmente tienen una mayor cobertura de nubes durante todo el año
- ¿Los datos están libremente disponibles o hay algún costo asociado con su adquisición?
- ¿Están planificando misiones en el futuro?
 - Surface Biology and Geology (SBG)
 - Plankton, Aerosol, Cloud, Ocean Ecosystem (PACE)



Ventajas de las Observaciones Satelitales

- Están disponibles para regiones grandes
 - Son la única fuente a nivel mundial para algunos parámetros
- Hay series temporales largas y continuidad de datos
 - Hacen seguimiento al progreso
 - Establecen líneas de base y tendencias
- Consistencia y comparabilidad
 - Entre múltiples países
- Diversidad de mediciones
 - Muchos diferentes parámetros
- Complementan los métodos estadísticos tradicionales
 - Corroboración con datos tomados *in situ*
- Por lo general de acceso gratuito y abierto

Muestreo en el Agua en Ubicaciones Limitadas



Fuente Imágenes (sup.) <http://data.gcoos.org>; (inf.)
Imagen de 2013 de MODIS mostrando niveles
elevados de clorofila-a



Misiones Satelitales Anteriores para la Zona Costera

Coastal Zone Color Scanner (CZCS)

- Fue lanzado en 1978 a bordo del satélite Nimbus-7 (órbita casi polar heliosíncrona)
- Hasta 1986
- Diseñado específicamente para el seguimiento a los océanos y otros cuerpos de agua
- Principalmente para color oceánico y temperatura
- Cobertura global cada 6 días
- 6 bandas: 4 visibles, IR cercana, térmica
- Resolución espacial de 825m

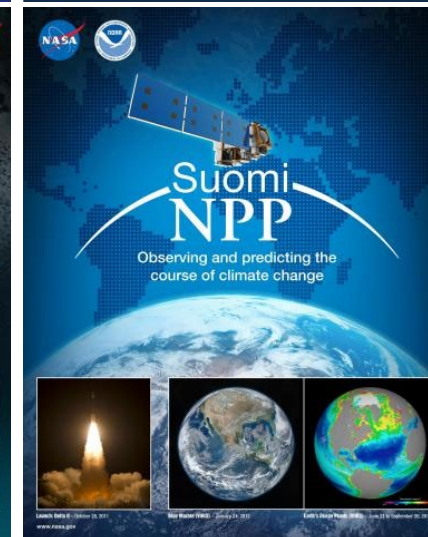
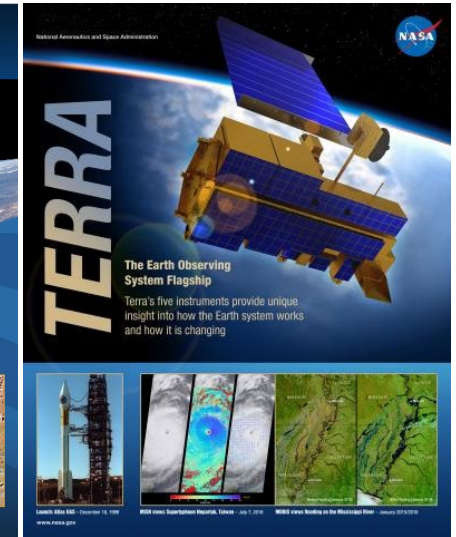
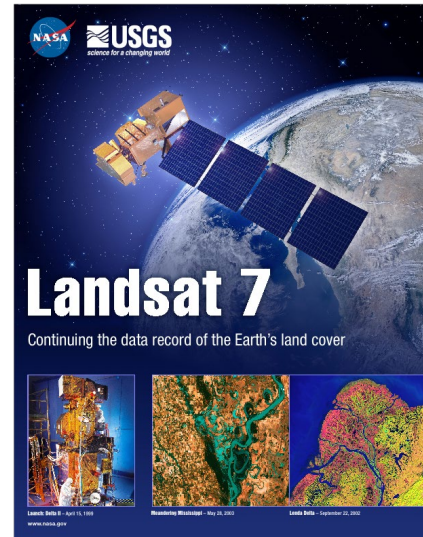
Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor (SeaWiFS)

- Fue lanzado en 1997 a bordo de la plataforma SeaStar
- La misión terminó en diciembre de 2010
- Diseñado para monitorear el océano
- 8 bandas espectrales: 6 visibles (400-700nm) y 2 IR cercanas
- Resolución espacial disponible a 1.1 y 4.5 km
- Tiempo de revisita: 1 día
- Se utilizó para estimar la producción primaria, los procesos de los fitoplanctones y otros



Misiones Satelitales Actuales

- Landsat 7 (15/4/1999 – Hoy)
- Landsat 8 (1/2/2013 – Hoy)
- Terra (18/12/1999 – Hoy)
- Aqua (4/5/2002 – Hoy)
- Suomi National Polar Partnership (SNPP) (21/11/2011 – Hoy)
- Sentinel-2A (23/6/2015 - Hoy)
- Sentinel-2B (7/3/2017 – Hoy)
- Sentinel-3A (16/2/2016 – Hoy)



Satélites y Sensores para el Monitoreo de Ecosistemas Costeros

Satélites	Sensores	Resolución
Landsat 7	Enhanced Thematic Mapper (ETM+)	Franja de 185 km; 15 m, 30 m, 60 m; tiempo de revisita de 16 días
Landsat 8	Operational Land Imager (OLI)	Franja de 185 km; 15 m, 30 m, 60 m; tiempo de revisita de 16 días
Terra & Aqua	MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)	Franja de 2330 km; 250 m, 500 m, 1 km; tiempo de revisita 1-2-días
Suomi NPP	Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)	Franja de 3040 km; 375 m – 750 m; tiempo de revisita de 1 a 2 días
Sentinel 2A y 2B	Multi Spectral Imager (MSI)	Franja de 290 km; 10 m, 20 m, 60 m; tiempo de revisita de 5 días
Sentinel 3A	Ocean and Land Color Instrument (OLCI)	Franja de 1270 km; 300 m; tiempo de revisita de 27 días



Multispectral vs. Hiperespectral

Multispectral

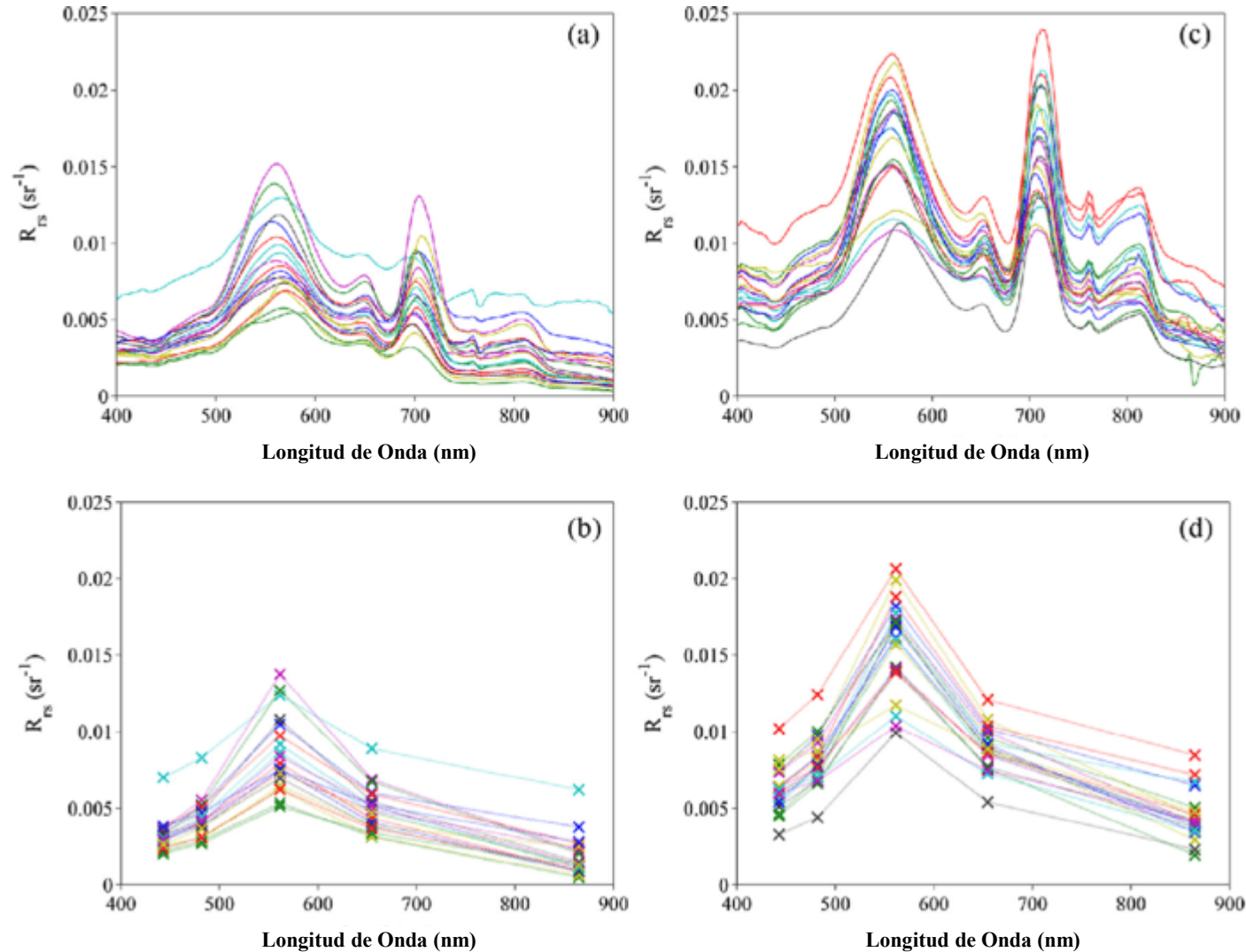
- Ha sido lo normal para sensores satelitales
- Limitado en cuanto al número de bandas espectrales que se pueden utilizar
- Tiene la ventaja de la longevidad de los conjuntos de datos en algunos casos (Landsat, MODIS)
- Resolución temporal bastante alta (días a semanas)

Hiperespectral

- Hasta el momento, muy limitado en cuanto a los números de sensores de base satelital
- Hyperion – a bordo de la nave espacial EO-1 (retirado del servicio en 2017); resolución de 30m, 220 bandas @10nm de ancho de banda
- Algunos son para misiones específicas
 - (Hyperspectral Imager for the Coastal Ocean a bordo de la Estación Espacial Internacional)
 - Conjunto de datos limitados (2009-2014)
- Sensores aéreos
 - Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS)
 - AVIRIS-New Generation (AVIRIS-NG)
 - Portable Remote Imaging Spectrometer (PRISM)
- Ultimamente, se ve muy prometedor el desarrollo de cámaras hiperespectrales para aeronaves no tripuladas (Unmanned Airborne Systems o UAS)



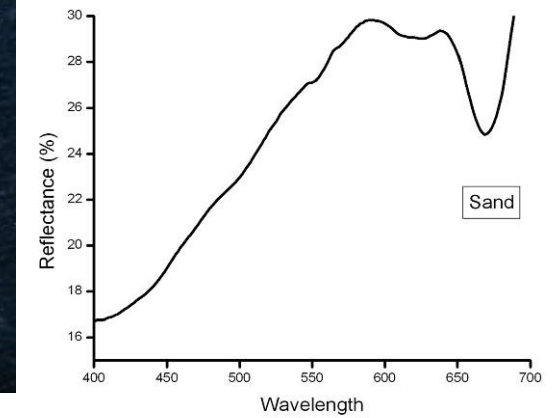
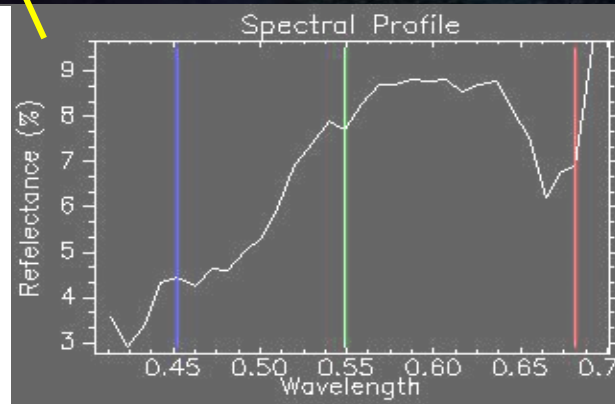
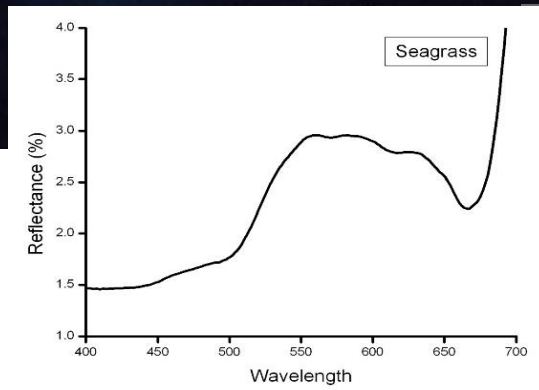
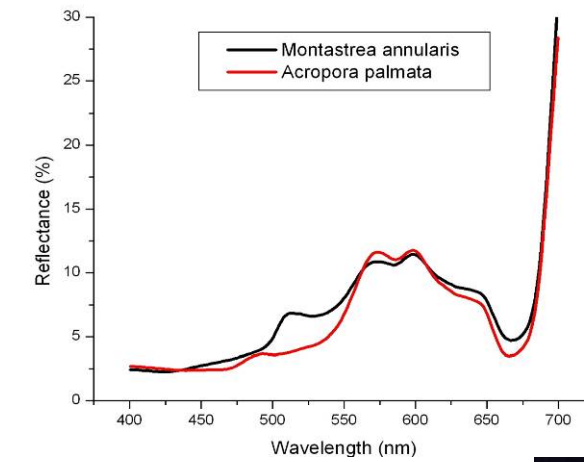
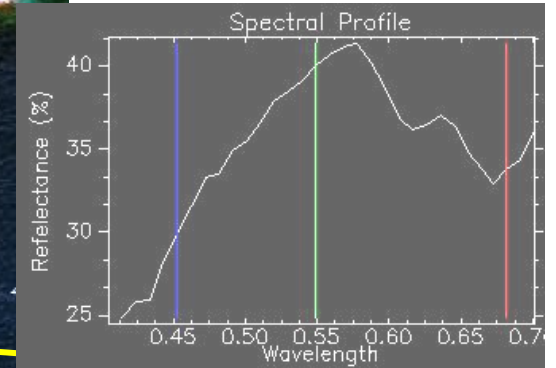
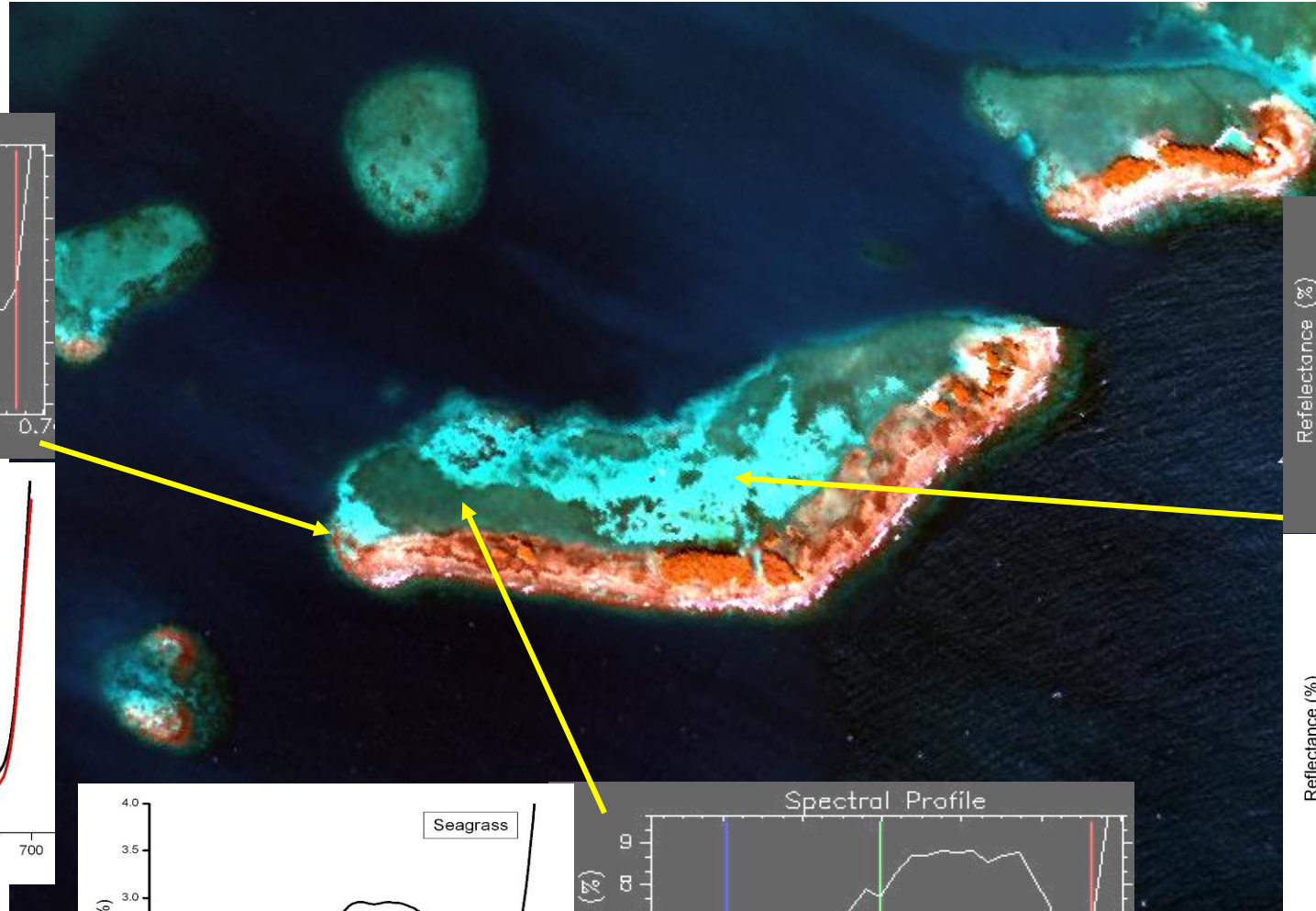
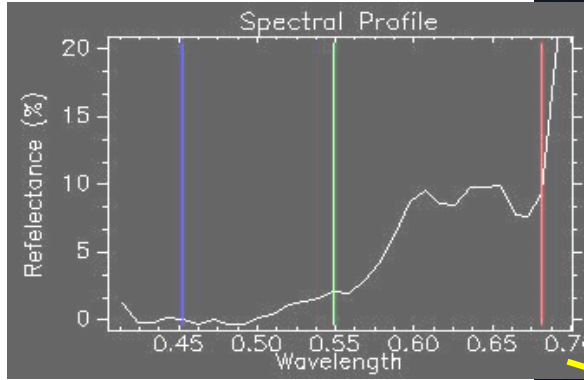
Multispectral vs. Hiperespectral



Comparación de Concentraciones de Material Suspendida Total. Fuente: Bernardo et al 2017 Adv. Space Res.



Imagen (Hiperespectral de AVIRIS) con Corrección Atmosférica

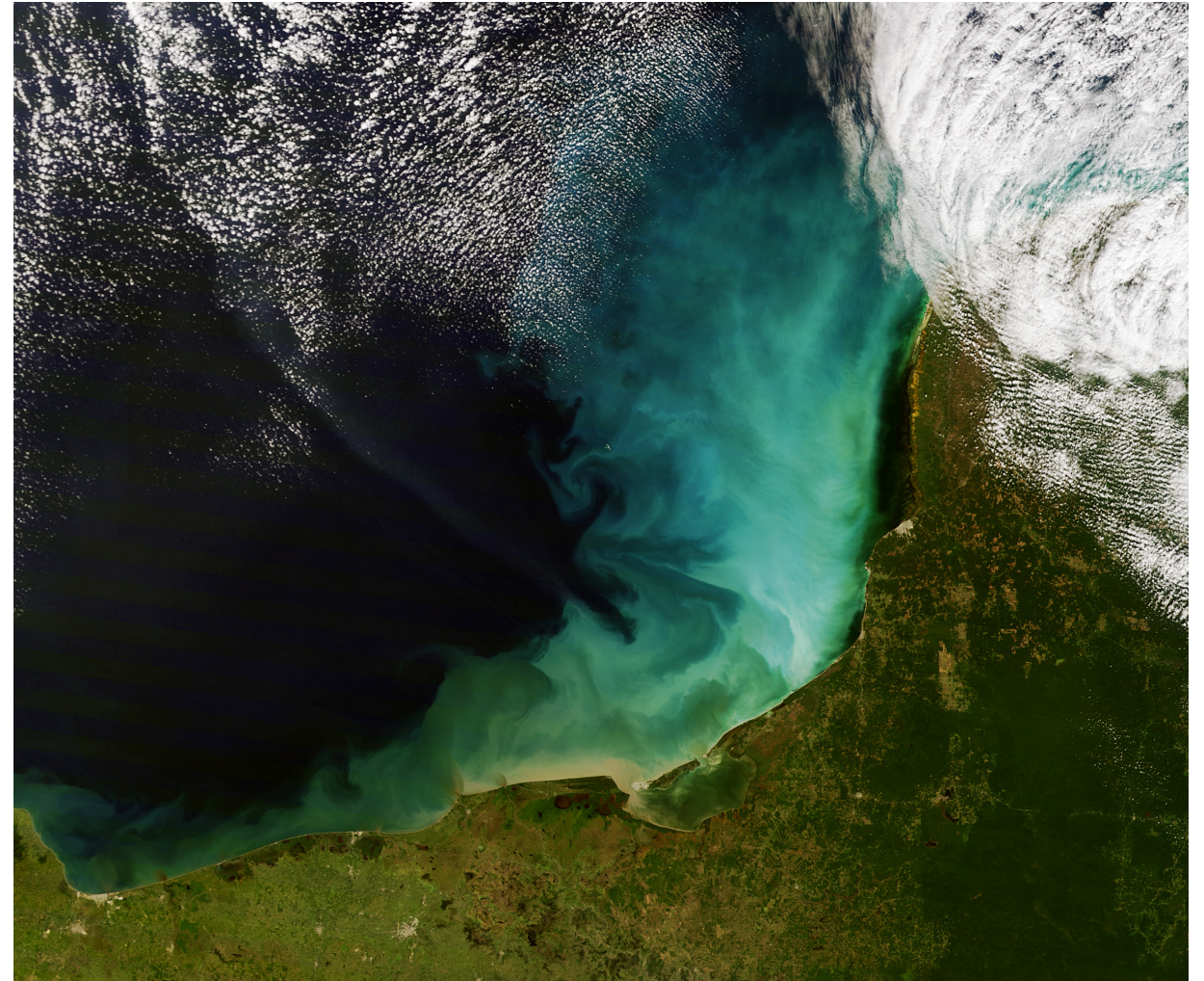




Evaluación Indirecta de Ecosistemas Sumergidos

Indicadores de la Calidad del Agua Medibles por Satélites

- Materia Orgánica Disuelta Coloreada (CDOM)
- Temperatura Superficial Marina (Sea Surface Temperature o SST)
- Clorofila-a (fitoplancton)
- Salinidad
- Sólidos Suspendidos Totales (TSS o Total Suspended Solids) o Material Suspendido Total (Total Suspended Matter o TSM)
- Altura de la Línea de Fluorescencia
- Profundidad Eufótica

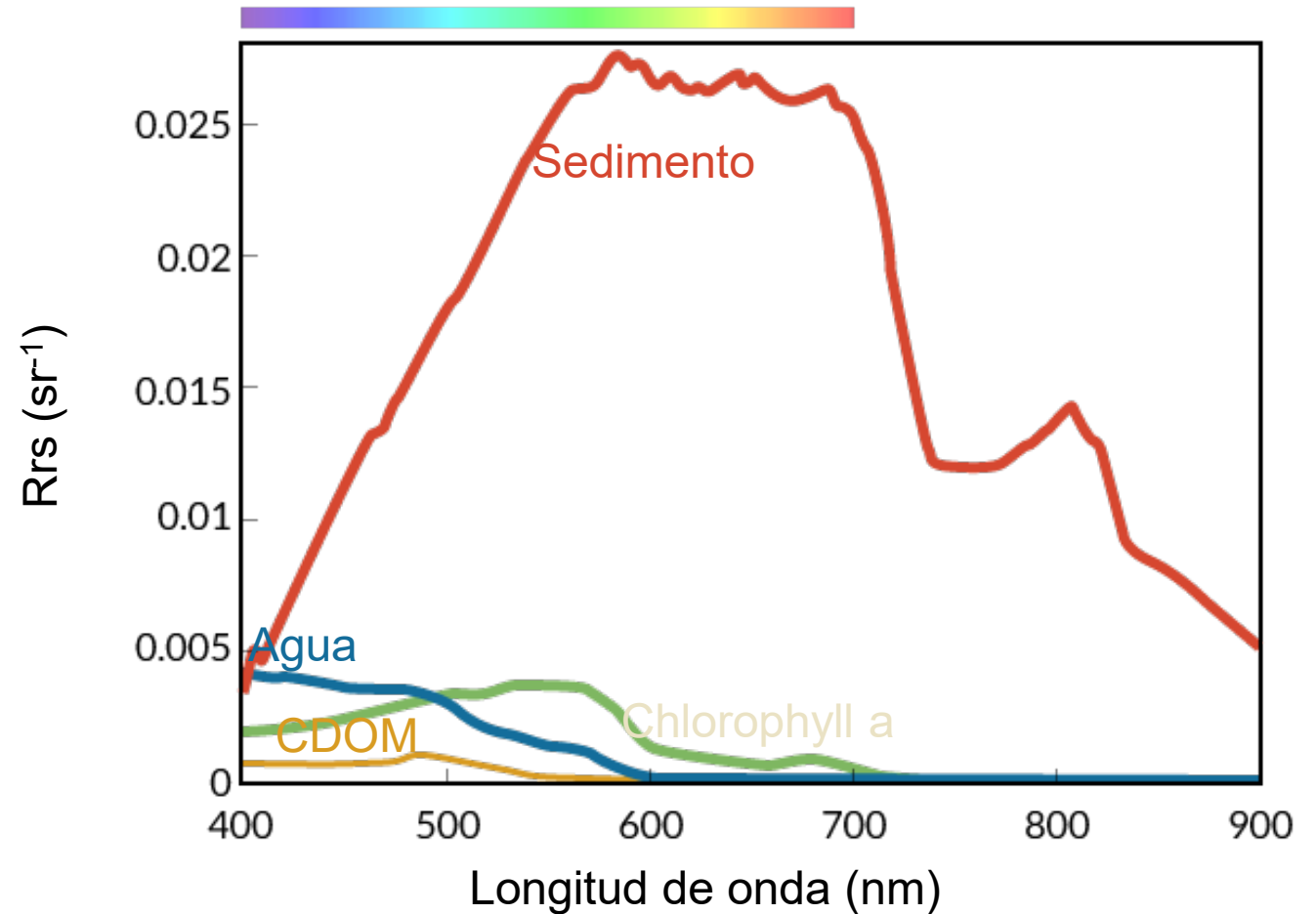


Península de Yucatán. Fuente: GSFC



Colección de Datos *In Situ* para la Caracterización de Cuerpos de Agua en Zonas Costeras

- Muestras de agua
 - Clorofila a
 - TSS/TSM
 - Materia Orgánica Disuelta Coloreada (CDOM)
- Espectrales
- Propiedades ópticas
 - Propiedades ópticas inherentes (IOP)
 - Propiedades ópticas aparentes (AOP)

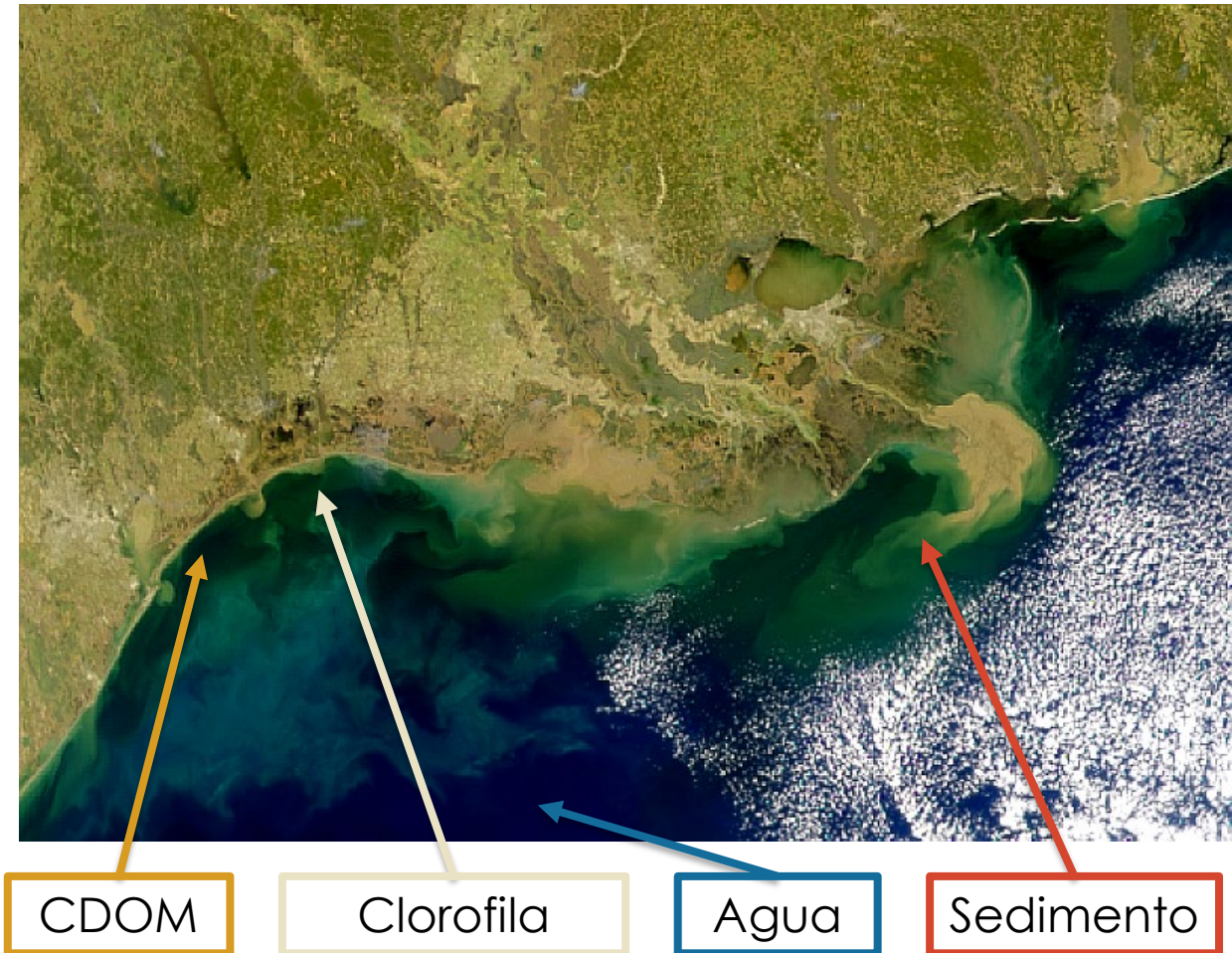


Propiedades Ópticas Inherentes (IOPs) y el 'Color' del Agua

Absorción de la luz (a) por parte de fitoplancton (a_{ph}), sedimento (a_s), agua (a_w) y CDOM

$$a = a_{ph} + a_s + a_{CDOM} + a_w$$

Dispersión de la luz (b) por partículas en dirección de avance (b_f) y en sentido contrario (b_b) $b = b_f + b_b$





Siguiente Sesión (1^{ro} de sept.): Penetración de la Luz en el Agua

Contactos

- Contactos de ARSET para el tema de hoy
 - Amber McCullum: AmberJean.Mccullum@nasa.gov
 - Juan Torres-Perez: juan.l.torresperez@nasa.gov
- Preguntas generales sobre ARSET
 - Ana Prados: aprados@umbc.edu
- Página web de ARSET:
 - <http://appliedsciences.nasa.gov/arset>



Preguntas

- Por favor teclee sus preguntas en la caja para preguntas.
- Publicaremos las preguntas y las respuestas en la página web de la capacitación después de la conclusión del curso.





¡Gracias!

