

Monitoreo de la Calidad de Aguas Costeras y Estuarinas Usando Datos de Teledetección e In Situ

Instructores: Amita Mehta, Sean McCartney y Juan Torres-Pérez

30 de noviembre de 2021

Objetivos de Esta Capacitación

Al concluir esta capacitación, las/los participantes podrán:

- Seleccionar datos in situ de la calidad del agua de ¹SeaBASS
- Validar datos de clorofila-a de imágenes de ²MODIS y ³VIIRS usando mediciones de ⁴SeaDAS e in situ
- Preparar sus propios datos in situ para utilizar junto con imágenes satelitales en SeaDAS para desarrollar algoritmos
- Validar/derivar parámetros de la calidad del agua para una región costera/estuarina determinada

¹SeaBASS: Datos in situ del sistema SeaWiFS* Bio-optical Archive and Storage System

²MODIS: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer

³VIIRS: Visible Infrared Imaging Radiometer Suite

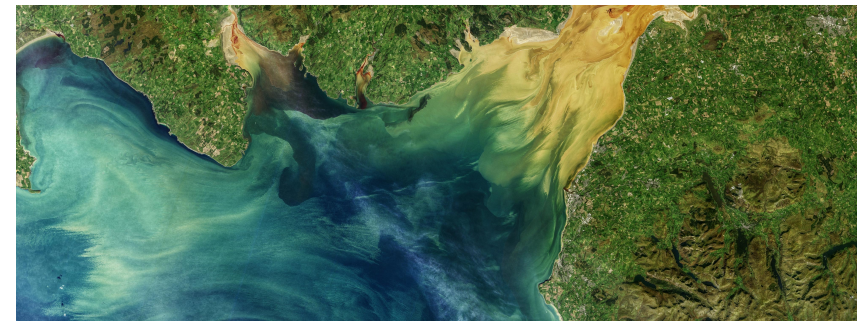
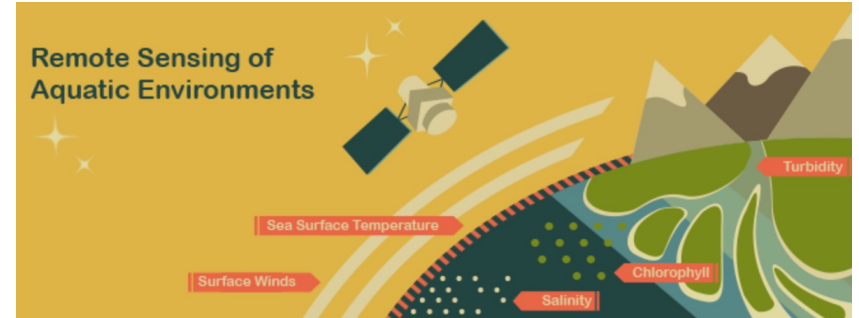
⁴SeaDAS: SeaWiFS Data Analysis System

*SeaWiFS: Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor



Prerrequisitos

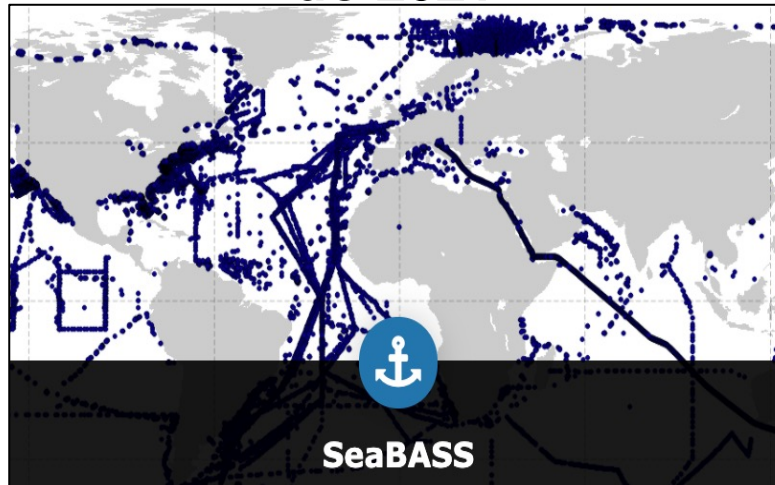
- Fundamentos de la Percepción Remota (Teledetección), Sesión 2C:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/english/arset-fundamentals-remote-sensing>
- Monitoreo de la Calidad de Aguas Costeras y Estuarinas: La Transición de MODIS a VIIRS:
 - <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/spanish/arset-monitoreo-de-la-calidad-de-aguas-costeras-y-estuarinas-la>
- Instalar SeaDAS:
 - https://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/2021-11/Install_SeaDAS_Edited_AM_SC_JO.pdf



Esquema de la Capacitación

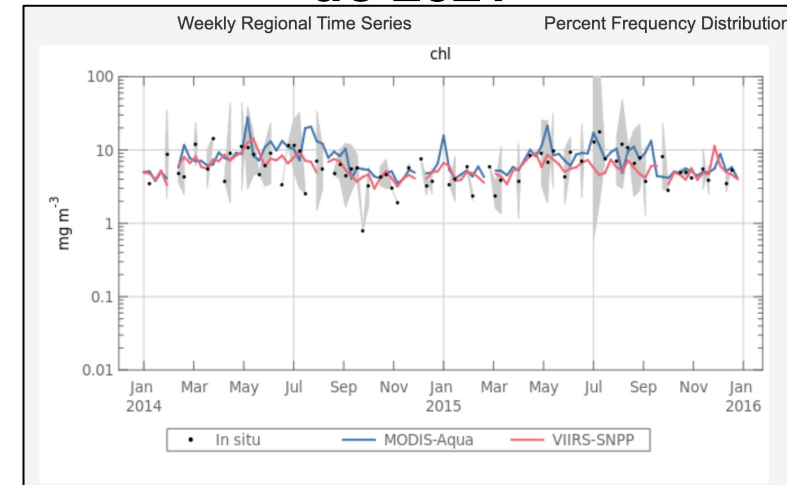
Dos sesiones de dos horas presentadas en inglés con el material disponible en español.

1ra Parte: 30 de noviembre de 2021



Adquisición de Datos In Situ y Mediante Teledetección

2da Parte: 7 de diciembre de 2021

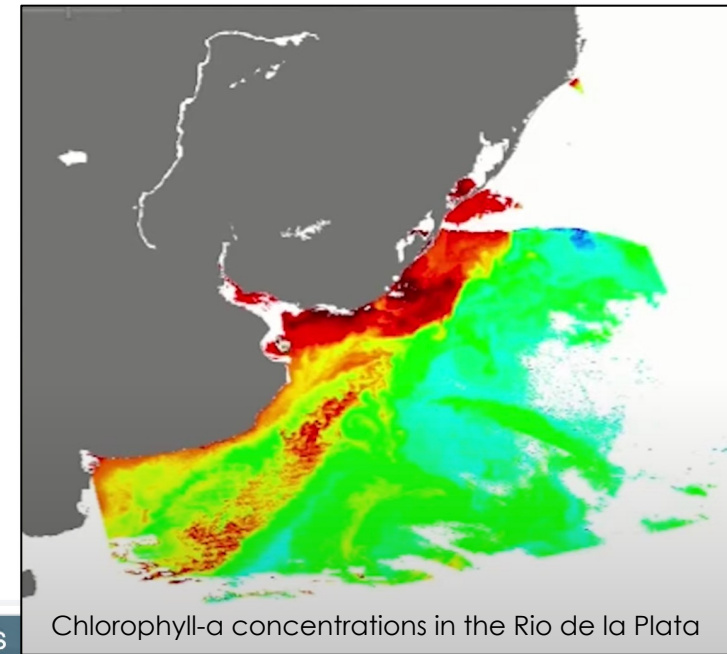


Derivar Datos de la Calidad del Agua en base a Datos de MODIS y VIIRS e In Situ para un Estuario/ Región Costera Determinada



Esquema para la 1^{ra} Sesión

- Acerca de ARSET
- Repaso: Monitoreo de la Calidad del Agua con Teledetección
- Introducción: Datos In Situ de SeaBASS
- Demostración: La Costa del Golfo de México
 - Adquisición y Preparación de Datos In Situ
 - Adquisición de Datos con MODIS y VIIRS
- Laboratorio: **Ejercicio 1**



SeaBASS

Home About SeaBASS Get Data Contribute Data Wiki Lists Login

Search Type:

The File Search allows visitors to search the bio-optical archive for in situ measurements of apparent and inherent optical properties, phytoplankton pigment concentrations, and other oceanographic viewed, downloaded, mapped and plotted. Data access and use are governed by the SeaBASS [Data Access Policy](#).

The following search settings are very broad by default. Edit these parameters if you want to limit or refocus the results. [More info.](#)

General Search Parameters:

Measured between the dates of and

Archived between the dates of and

Within the coordinates:

N: E:

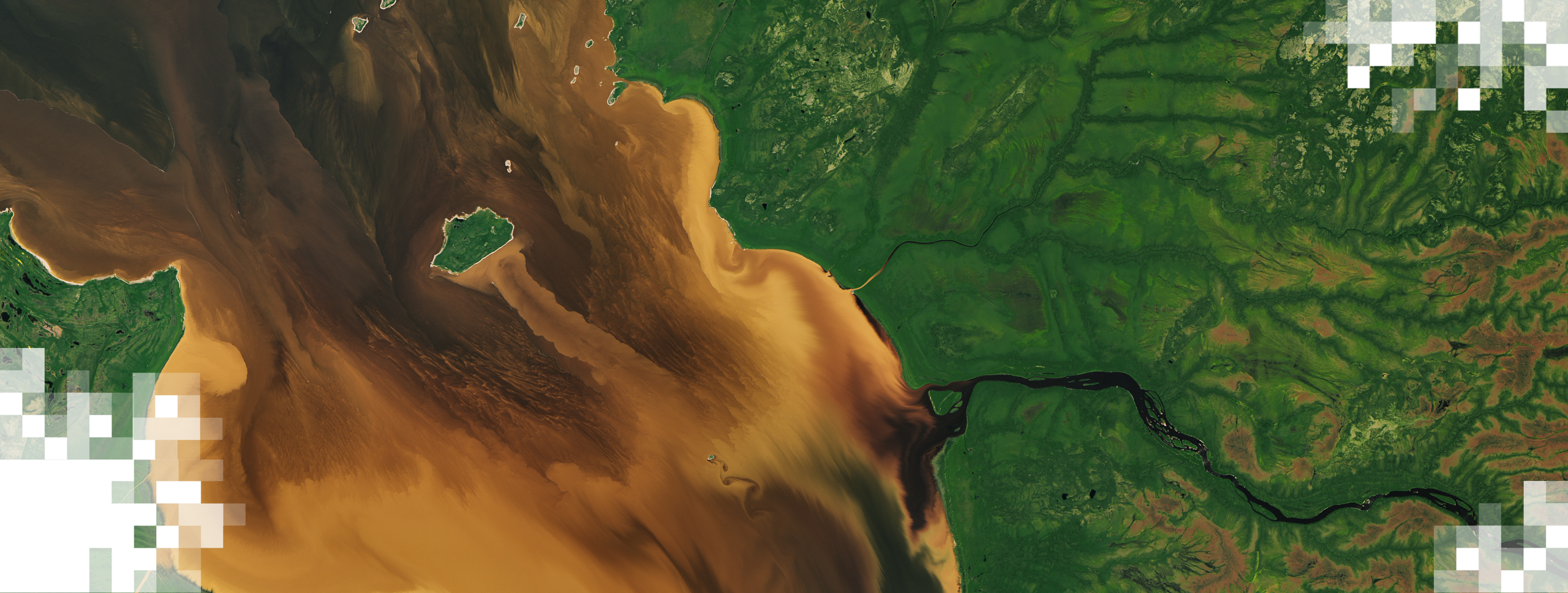
W: S:



Tarea y Certificado

- Se asignará una tarea:
 - Debe enviar sus respuestas vía Formularios de Google. Acceso desde la [página web](#) de ARSET y por correo electrónico.
 - La tarea estará disponible a partir del 7 de diciembre de 2021.
 - Fecha límite para la tarea: 5 de enero de 2022.
- Se otorgará un certificado de finalización de curso a quienes:
 - Asistan a ambas en vivo
 - Completen la tarea en el plazo estipulado
 - Recibirán sus certificados aproximadamente dos meses después de la conclusión del curso de: marines.martins@ssaihq.com





Acerca de ARSET

Acerca de ARSET

- *ARSET brinda capacitación accesible, relevante y sin costo sobre satélites, sensores, métodos y herramientas de teledetección.*
- Nuestras capacitaciones son:
 - En línea y presenciales*
 - Abiertas a todos
 - En vivo, dictadas por instructores, o autoguiadas
 - Personalizadas para quienes tienen diferentes niveles de experiencia con la teledetección, de nivel **introductorio** a **avanzado**

*ARSET actualmente no ofrece capacitaciones presenciales debido a la pandemia de COVID-19.

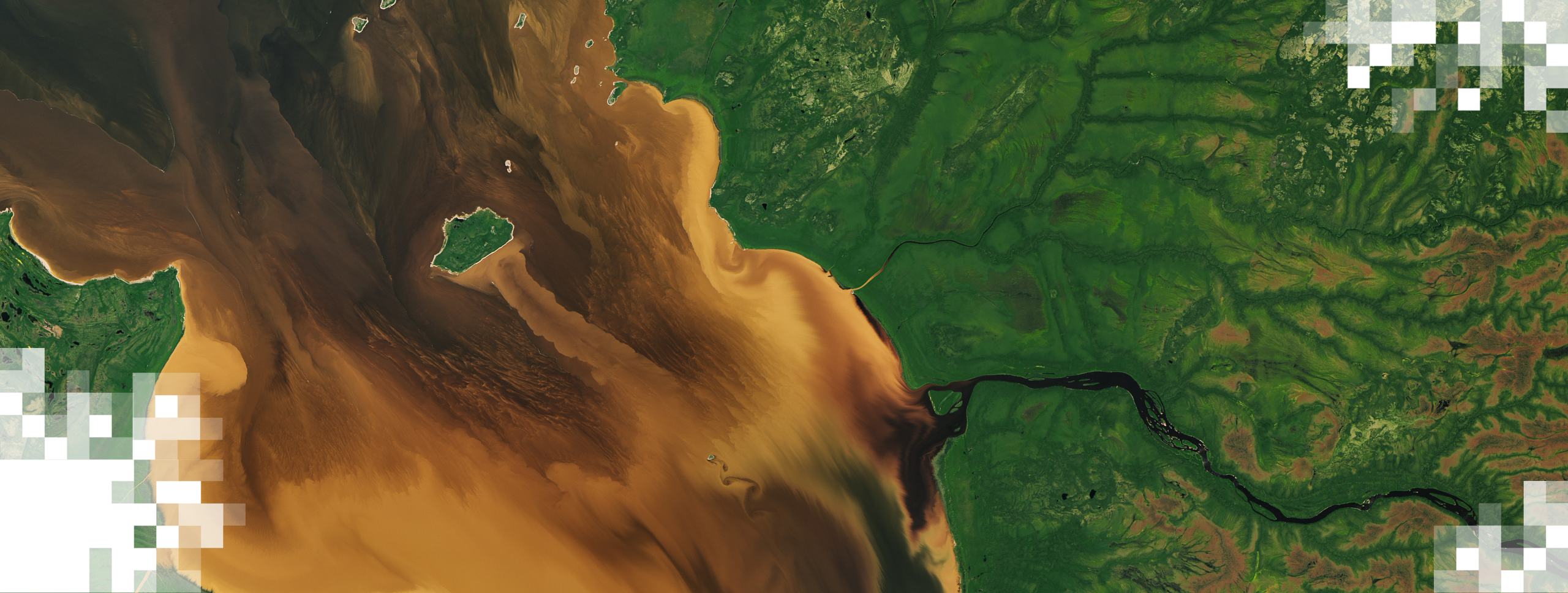
NASA's Applied Remote Sensing Training Program

- ARSET ofrece capacitaciones para:
 - Desastres
 - Salud y Calidad del Aire
 - Gestión de la Tierra
 - Recursos Hídricos



Para mayor información, visitar appliedsciences.nasa.gov/arset





Repaso: Monitoreo de la Calidad del Agua Usando la Teledetección

Satélites y Sensores para el Monitoreo de la Calidad del Agua

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

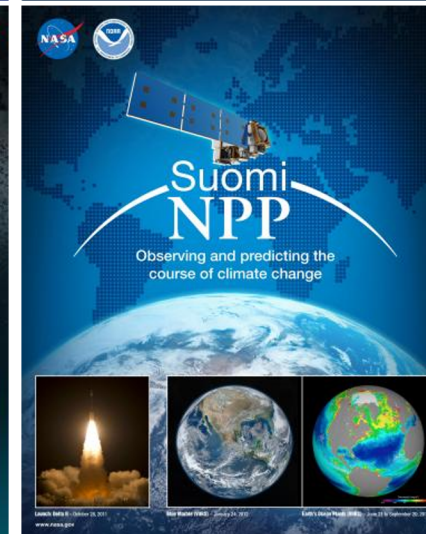
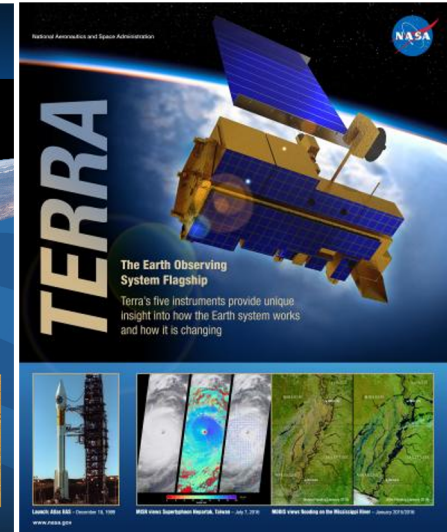
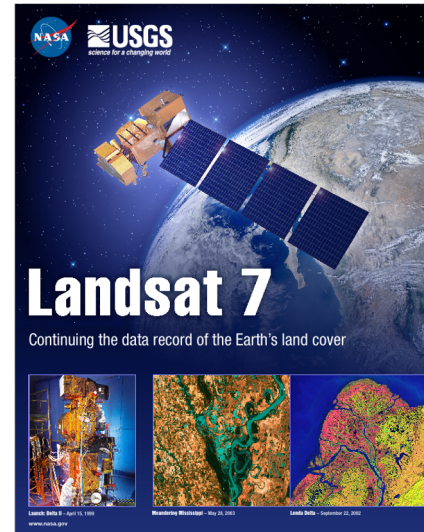
¹SNPP: Suomi National Polar-orbiting Partnership

²JPSS: Joint Polar Satellite System



Misiones Satelitales Actuales para el Monitoreo de la Calidad del Agua

- Landsat 7 (4/15/1999 – Hoy)
- Landsat 8 (2/1/2013 – Hoy)
- Terra (12/18/1999 – Hoy)
- Aqua (5/4/2002 – Hoy)
- SNPP (11/21/2011 – Hoy)
- JPSS (11/18/2017 – Hoy)
- Sentinel-2A (6/23/2015 – Hoy)
- Sentinel-2B (3/7/2017 – Hoy)
- Sentinel-3A (2/16/2016 – Hoy)
- Sentinel-3B (4/25/2018 – Hoy)



Productos de Datos de MODIS y VIIRS

<https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/products/>

Datos de Nivel 1A: Datos de instrumentos sin procesar en resolución completa, referenciados en el tiempo y anotados con información auxiliar, incluyendo coeficientes de calibración radiométrica y geométrica y parámetros de georreferenciación (ej. datos de efemérides de las plataformas).



Datos de Nivel 1B: Datos de Nivel 1A a los que no se han aplicado calibraciones de instrumentos o radiométricas.



Datos de Nivel 2: Variables geofísicas derivadas en la misma resolución que los datos fuente de Nivel 1.

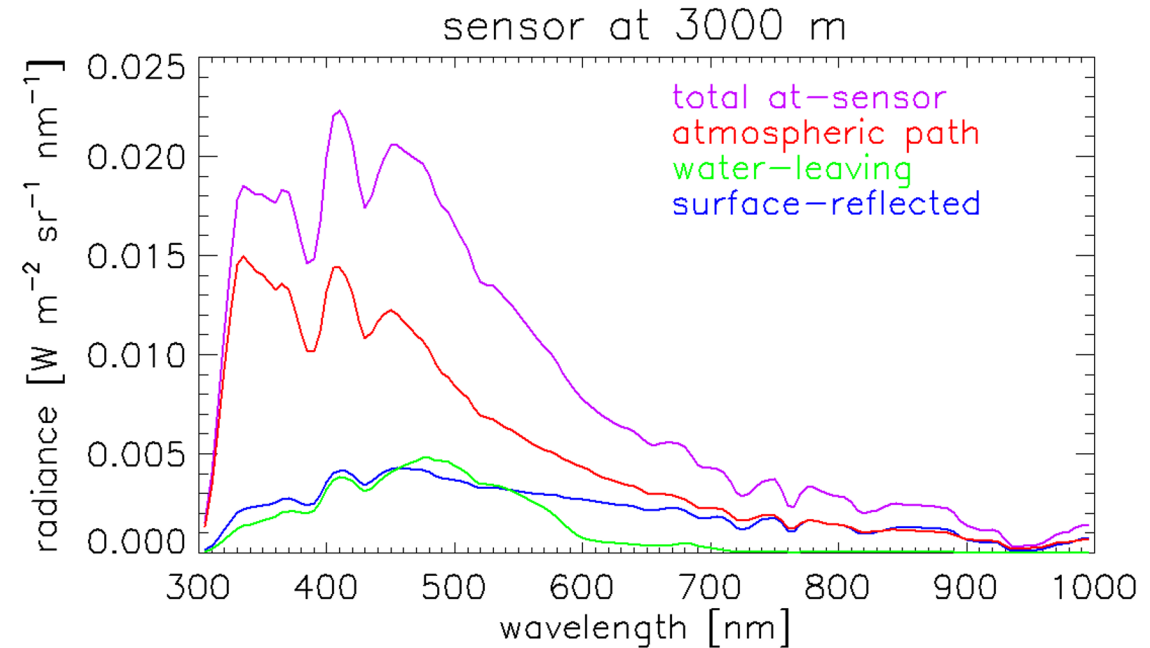


Datos de Nivel 3: Variables geofísicas derivadas que han sido agregadas/proyectadas sobre una cuadrícula espacial bien definida a lo largo de un período de tiempo bien definido.



Teledetección de la Calidad del Agua

- Los sensores satelitales miden las radiancias en la cima de la atmósfera (top of atmosphere o TOA) .
- Las radiancias TOA son el resultado de una combinación de condiciones superficiales y atmosféricas, incluyendo los efectos de las nubes y partículas de aerosoles.
- La reflectancia partiendo del agua depende de la retrodispersión y absorción de la radiación debido al agua, sedimentos, fitoplancton y materia orgánica disuelta coloreada (CDOM por sus siglas en inglés).

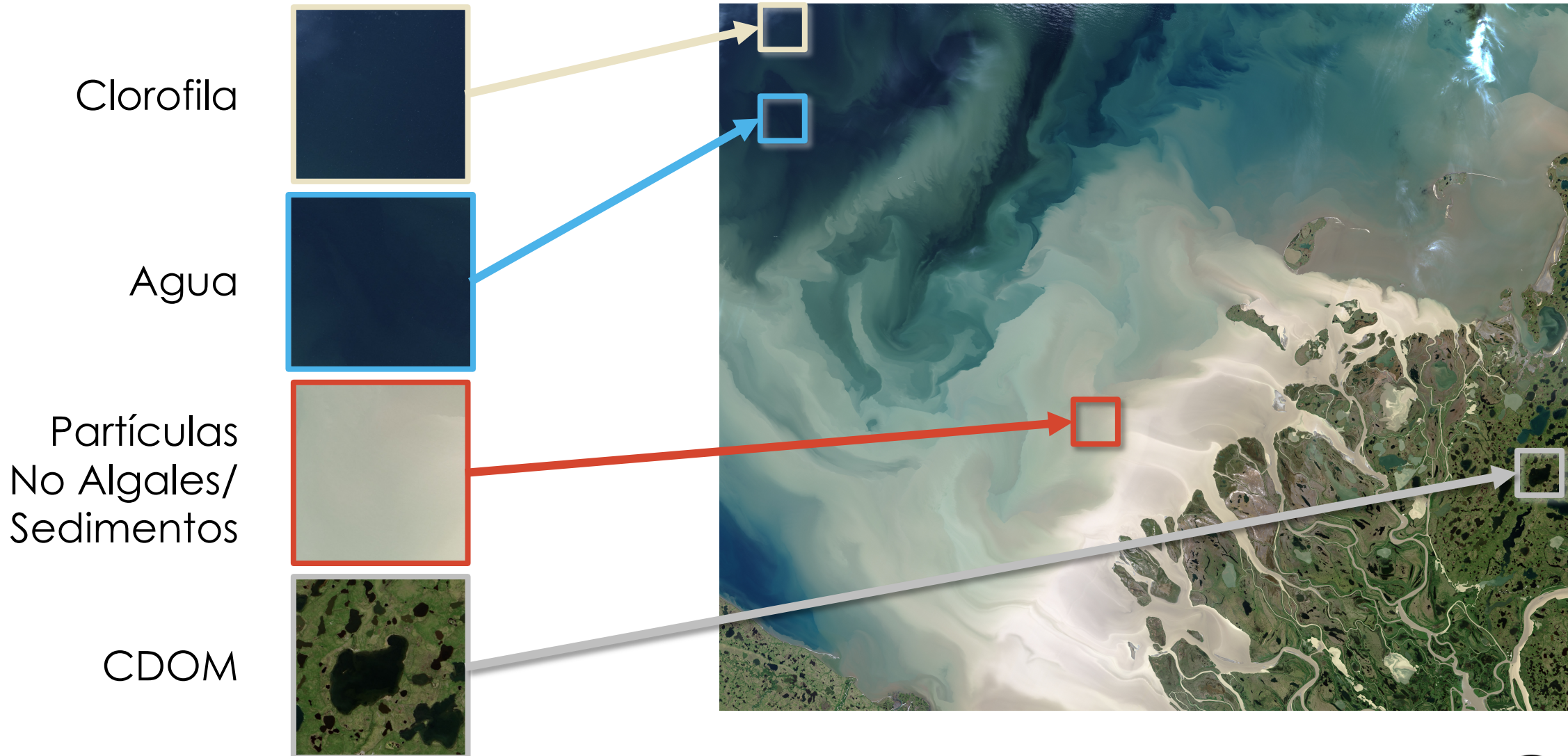


Fuente de la Imagen:

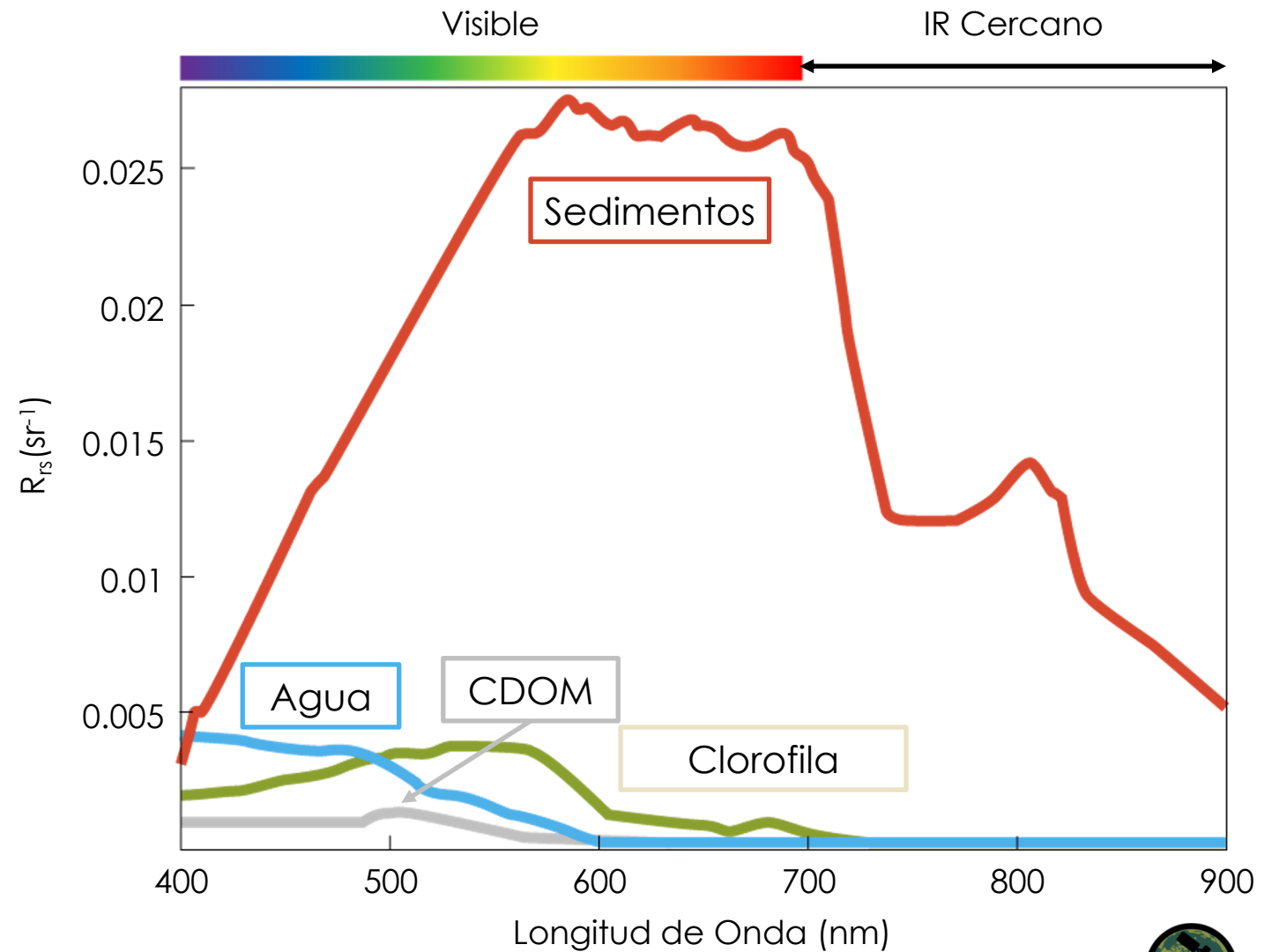
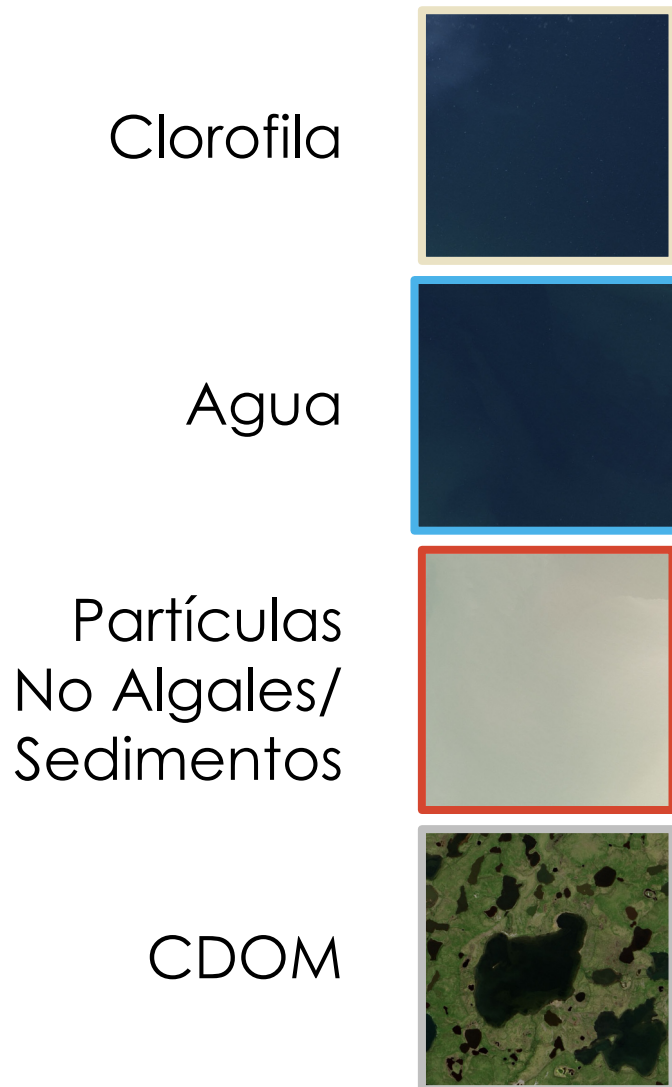
http://www.oceanopticsbook.info/view/remote_sensing/the_atmospheric_correction_problem



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



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

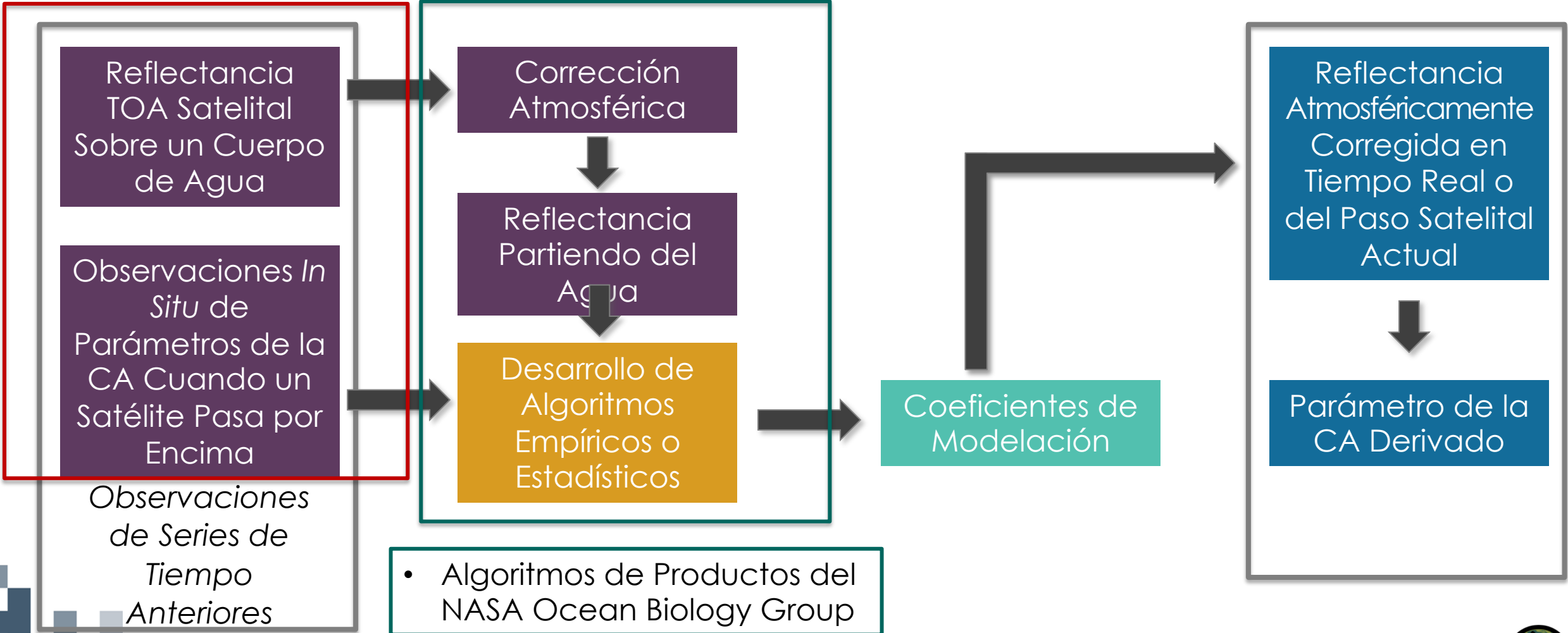


Parámetros de la Calidad del Agua a Partir de Observaciones de Teledetección

Técnica Cuantitativa

Desarrollo de Algoritmos

Monitoreo



Algoritmos de Procesamiento del Color Oceánico de la NASA de MODIS y VIIRS para el Monitoreo de la Calidad del Agua

<https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/atbd/>

- Los algoritmos del color oceánico derivan la radiancia partiendo del agua de Nivel 2 colocada con mediciones in situ para desarrollar algoritmos para derivar parámetros cuantitativos de la calidad del agua.

Algorithm Descriptions

The Ocean Biology Processing Group (OBPG) produces and distributes a standard suite of ocean color products for all compatible sensors at Level-2 and Level-3, plus sea surface temperature (SST) products from MODIS and VIIRS. The OBPG also produces a suite of Level-3 evaluation products. The descriptions and references for these standard and evaluation products (provided below) are intended to satisfy the Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) [requirement](#) as defined by the NASA Earth Observing System Project Science Office.

Ocean Color Products

Flags: View [quality indicators](#) of Level-2 Ocean Color products.

Standard

Remote Sensing Reflectance (Rrs; sr^{-1})

The at-surface spectral remote-sensing reflectances observed by the satellite instrument after atmospheric correction. The aerosol optical thickness and aerosol Ångström exponent products are also described.

Chlorophyll a (chlor_a; mg m^{-3})

The concentration of the photosynthetic pigment chlorophyll a

Diffuse attenuation coefficient for downwelling irradiance at 490 nm (Kd_490; m^{-1})

The diffuse attenuation coefficient for downwelling irradiance over the first optical attenuation layer

Particulate Organic Carbon (POC; mg m^{-3})

The concentration of particulate organic carbon

Particulate Inorganic Carbon (PIC; mol m^{-3})

The concentration of particulate inorganic carbon

Photosynthetically Available Radiation (PAR; $\text{Einstein m}^{-2} \text{d}^{-1}$)

Daily mean photosynthetically available radiation at the ocean surface

Instantaneous Photosynthetically Available Radiation (iPAR; $\text{Einstein m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

PAR at the ocean surface at the time of the satellite observation

Normalized Fluorescence Line Height (nFLH; $\text{mW cm}^{-2} \mu\text{m}^{-1} \text{sr}^{-1}$)

Relative measure of water-leaving radiance associated with chlorophyll fluorescence

Inherent Optical Properties from GIOP Algorithm (IOP, m^{-1})

Spectral marine absorption and backscattering coefficients of water column constituents

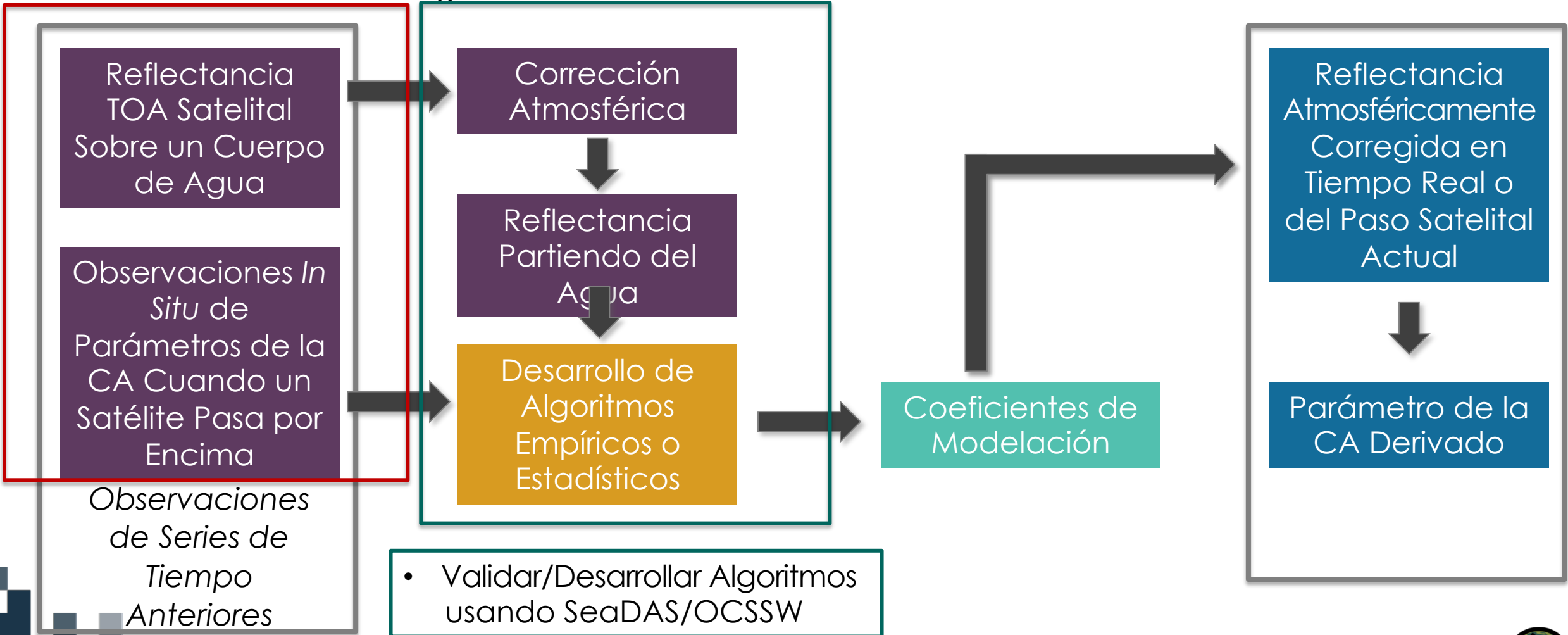


Parámetros de la Calidad del Agua a Partir de Observaciones de Teledetección

Técnica Cuantitativa

Desarrollo de Algoritmos

Monitoreo



Requisitos para el Desarrollo de Algoritmos

- Región geográfica
- Mediciones in situ de parámetros de la calidad del agua: colocación espacial y temporal con paso del satélite por encima
- Reflectancia espectral del agua a partir de imágenes satelitales
 - Se necesitan escenas libres de nubes
- Es preferible una cobertura de estacional a anual de datos in situ y satelitales
- Análisis y derivaciones de coeficientes de algoritmos estadísticos de las observaciones in situ y de teledetección
- Datos in situ independientes para la validación de algoritmos





Introducción: Datos In Situ de SeaBASS

Acerca de SeaBASS

https://seabass.gsfc.nasa.gov/wiki/System_Description

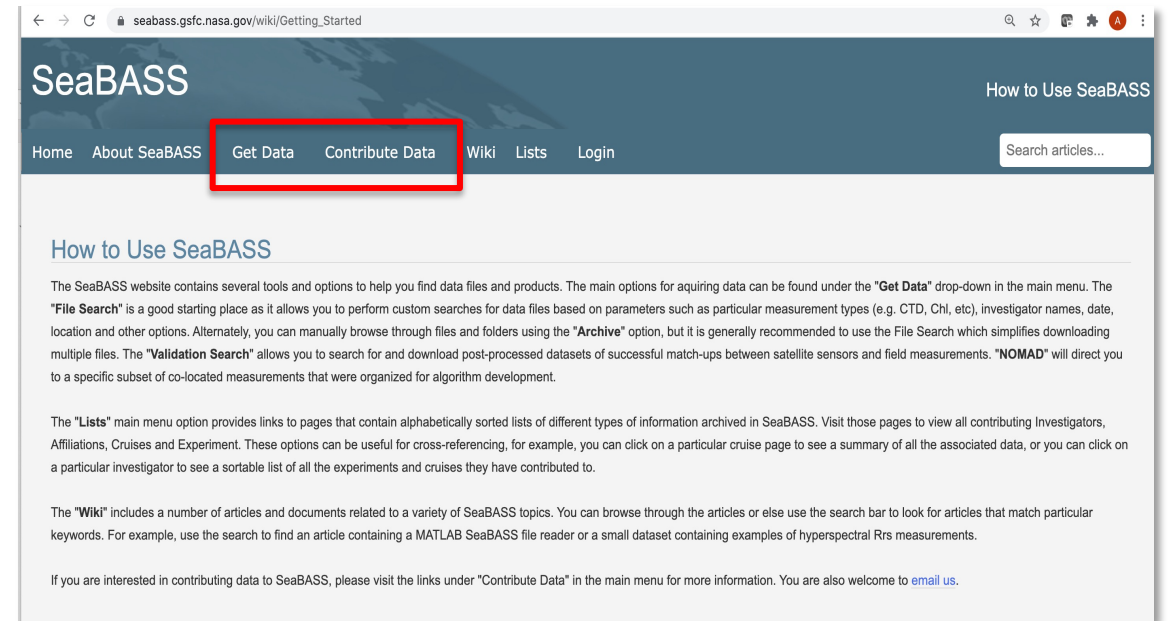
- El grupo NASA [Ocean Biology Processing Group](#) (OBPG) mantiene un repositorio de datos oceanográficos in situ para respaldar la validación de datos satelitales.
- El proyecto SeaWiFS desarrolló SeaBASS originalmente para recopilar datos in situ utilizados para las actividades de calibración y validación.
- Los datos de SeaBASS incluyen mediciones de propiedades ópticas inherentes, concentraciones de pigmentos de fitoplancton y otros datos relacionados como la temperatura del agua, la salinidad, la fluorescencia estimulada y el espesor óptico de aerosoles.
- Los datos se recopilan utilizando una variedad de plataformas, incluidos barcos y muelles.
- Los diferentes paquetes de instrumentos incluyen perfiladores, boyas e instrumentos de mano.



Datos de SeaBASS

https://seabass.gsfc.nasa.gov/wiki/Getting_Started

- Se puede descargar datos de mediciones in situ de SeaBASS.
- También puede contribuir sus propias mediciones in situ.
- Los datos de SeaBASS tienen un formato de archivo específico.



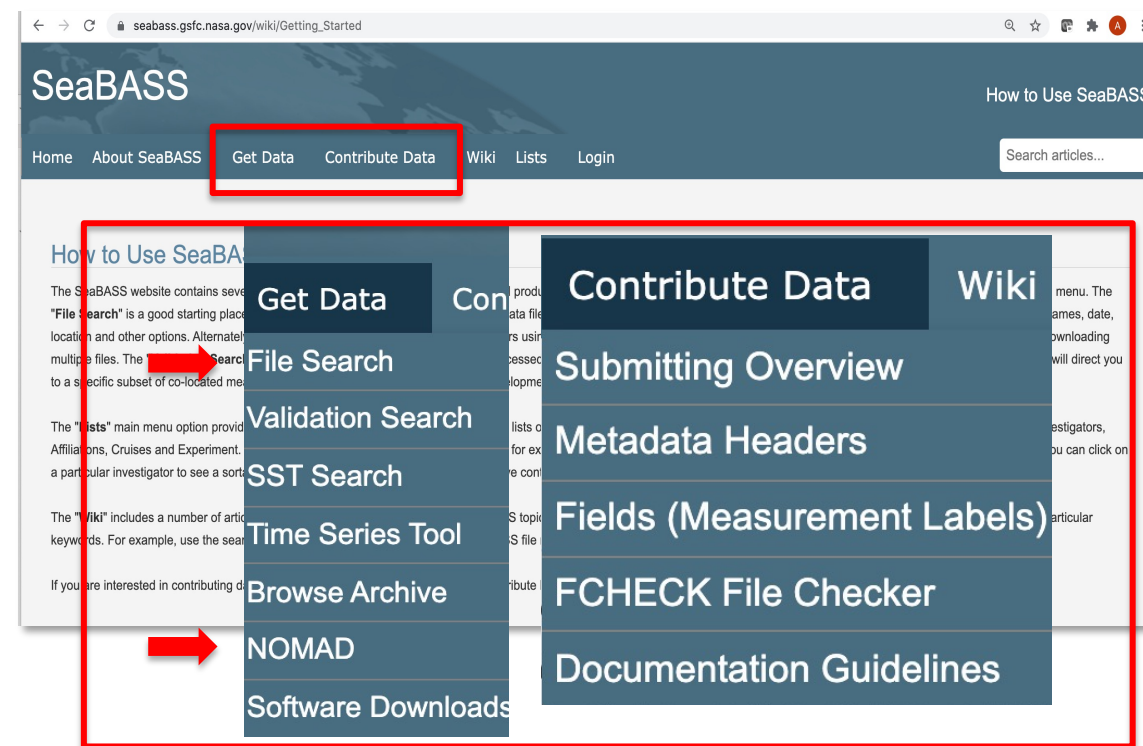
The screenshot shows the SeaBASS website interface. The main navigation menu includes 'Home', 'About SeaBASS', 'Get Data', 'Contribute Data', 'Wiki', 'Lists', and 'Login'. The 'Get Data' link is highlighted with a red rectangular box. Below the navigation bar, the page title is 'How to Use SeaBASS'. The main content area contains text explaining the website's tools and options for finding data files and products, including sections for 'File Search', 'Validation Search', 'NOMAD', 'Lists', and 'Wiki'. A search bar is visible in the top right corner.



Uso y Acceso a Datos de SeaBASS

https://seabass.gsfc.nasa.gov/wiki/Getting_Started

- Se puede descargar datos de mediciones in situ de SeaBASS.
- También puede contribuir sus propias mediciones in situ
- Los archivos de datos tienen una nomenclatura y un formato específicos
- Los datos de SeaBASS se pueden importar a SeaDAS



Formato de Archivos de SeaBASS

https://seabass.gsfc.nasa.gov/wiki/Getting_Started

- Se requiere un archivo de texto que termine en .sb o .txt.
- El archivo de datos requiere un encabezado y los datos medidos en columnas, separados por un delimitador.

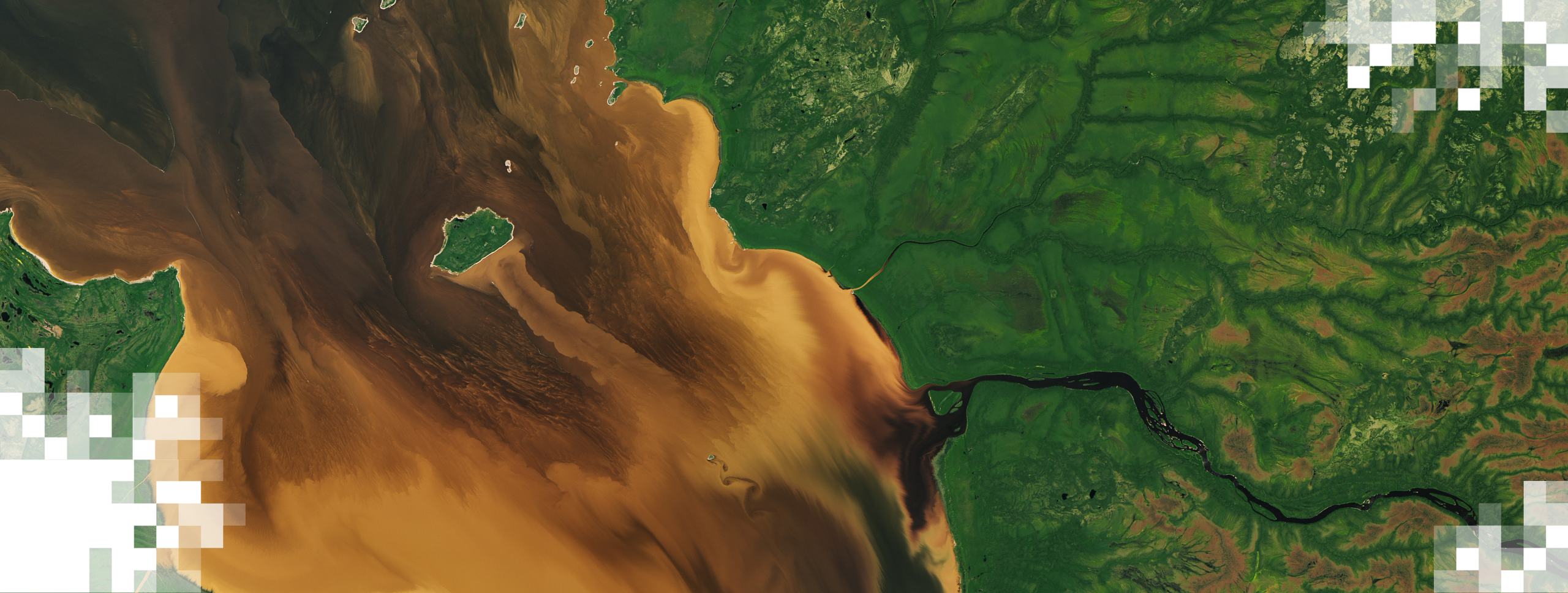
```
/begin_header
/investigators=Amita Mehta
/affiliation=NASA
/contact=amita.v.mehta@nasa.gov
/experiment=WQ
/cruise=none
/data_type=Ch
/north_latitude=43.080110[DEG]
/south_latitude=42.559750[DEG]
/east_longitude=-88.931990[DEG]
/west_longitude=-88.466210[DEG]
/measurement_depth=NA
/missing=-9999
/below_detection_limit=-8888
/above_detection_limit=-7777
/delimiter=comma
/fields=station,lat,lon,time,depth,CHL,
/units=none,degrees,degrees,hh:mm:ss,m,mg/m^3
/end_header

RC1,43.080110,-88.93199,11:08:00,12.50,8.30
RC2,43.08863,-88.92916,11:32:00,13.72,7.71
RC3,43.07246,-88.9287,12:05:00,8.23,5.49
GN1,42.55975,-88.54052,14:50:00,42.06,2.10
GN2,42.5665,-88.5032,15:27:00,28.96,1.27
GN3,42.56896,-88.46621,16:04:00,21.95,0.0132
```

Encabezado

Mediciones In Situ





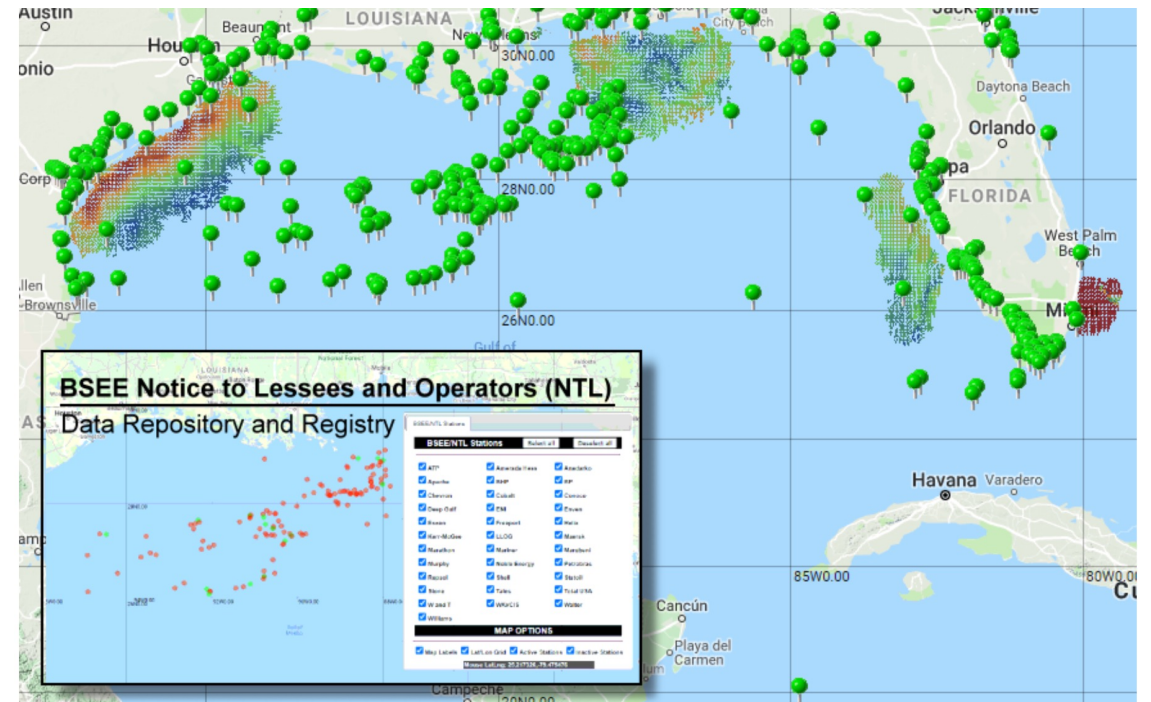
Demostración de Acceso a Datos In Situ en SeaBASS para la Validación y el Desarrollo de Algoritmos

Región: Golfo de México

Datos In Situ

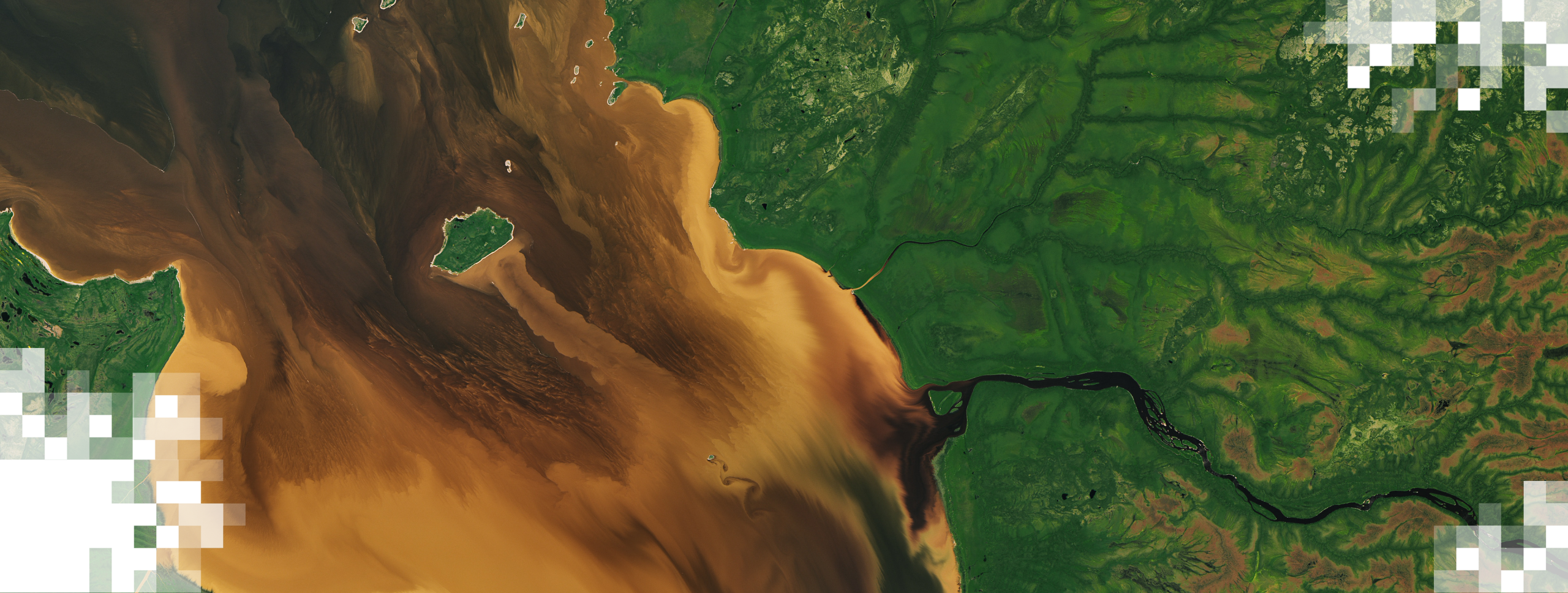
- Seleccione la región geográfica de su interés – “Gulf of Mexico (GM)”
- Seleccione el rango temporal
- Descargue archivos de SeaBASS y visualice el formato
- Obtenga mediciones independientes para la región de interés
 - Usaremos el sistema Gulf of Mexico Coastal Ocean Observing System ([GCOOS](https://data.gcoos.org/)) para la región
- Prepare datos del GCOOS en formato de SeaBASS

GCOOS Measurement Sites



<https://data.gcoos.org/>





Demostración de la Adquisición de Datos en MODIS y VIIRS

Región: Golfo de México

Datos de MODIS y VIIRS

- Encuentre imágenes libres de nubes
 - Para MODIS, use [NASA Worldview](https://worldview.nasa.gov/)
 - Para VIIRS, use [NOAA STAR Ocean Color](https://star.nasade.noaa.gov/)
- *Seleccione y descargue imágenes sin nubes, de Nivel-1 de MODIS y VIIRS usando [NASA OceanColor Web](https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/)

The screenshot shows the NASA OceanColor Web interface. At the top, there are tabs for different satellite sensors: SeaWiFS (GAC), MODIS (Aqua, Terra), VIIRS (Suomi-NPP), MERIS (RR), and MERIS (FRS). Below these are various filter options for radius (72, 400, 800, 1200, 1500 km) and swath selection (any part, 25%, 50%, 75%, all). A central map displays a global view of Chlorophyll concentration, with a color scale from blue (low) to red (high). Below the map is a calendar grid for the years 2002 to 2021, with the current date set to Thursday, 4 July 2002 through Tuesday, 2 November 2021. On the right side, there are options to select one or more regions (AdriaticSea, AegeanSea, Antarctica, ArabianSea, AzoresSea, Arctic, Australia, AustraliaCoast, Azores, Bahamas, BalticSea) and to specify boundary coordinates or a single location (N, S, W, E). A 'Find swaths' button is located at the bottom right of the region selection area.

<https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/browse.pl?sen=amod>

*Monitoreo de la Calidad de Aguas Costeras y Estuarinas: La Transición de MODIS a VIIRS:
<https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/spanish/arset-monitoreo-de-la-calidad-de-aguas-costeras-y-estuarinas-la>



Demostración y Ejercicio la Próxima Semana

- Usar imágenes de Nivel 1 de MODIS y VIIRS descargadas en la 1^{ra} Sesión, preparar datos satelitales de Nivel 2 usando SeaDAS/OCSSW (enfoque a la clorofila-a)
- Importar datos in situ preparados en la 1^{ra} Sesión a SeaDAS y comparar datos de clorofila-a con Nivel-2 y aprender a: 1) validar datos de teledetección y 2) revisar algoritmo





Laboratorio: Ejercicio No. 1

