National Aeronautics and
Space Administration

ARSET

Applied Remote Sensing Training

http://arset.gsfc.nasa.gov

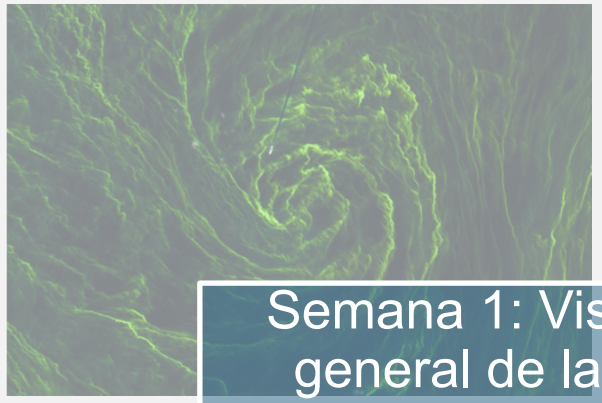
@NASAARSET

Plataformas y Sensores para Observaciones Oceánicas, Acceso a Datos y Herramientas de Procesamiento

Semana 2, 12 de septiembre de 2017

Capacitadoras: Sherry Palacios
Amita Mehta

Reseña del Curso



Semana 1: Vista general de las Floraciones de Algas Nocivas

Semana 2: Platformas y sensores, acceso a datos y procesamiento de datos

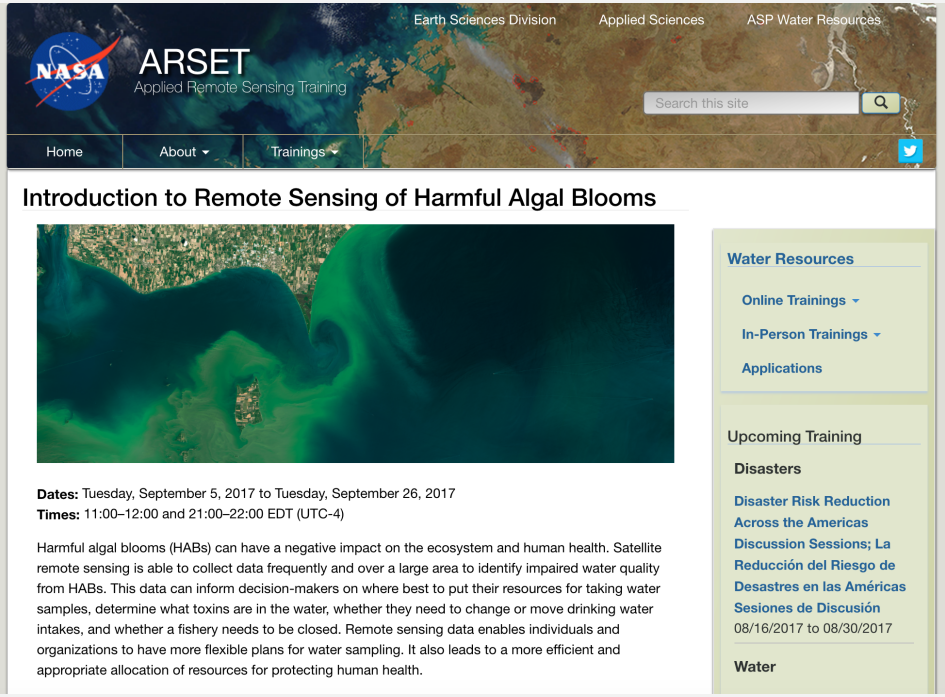
Fuente: Paul Hillman/NOAA

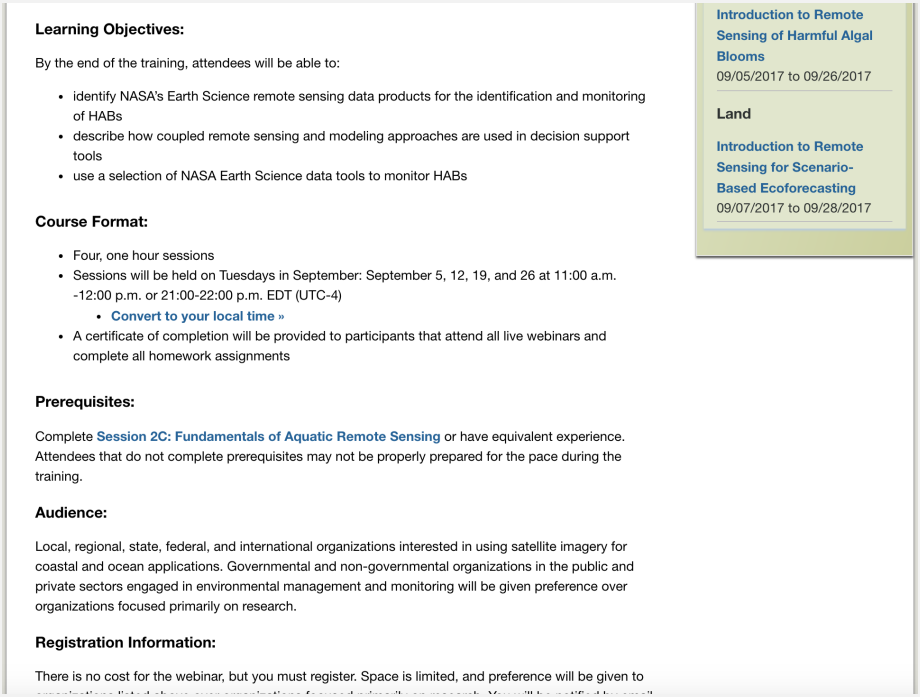
Semana 3: Las HABs en el ambiente costero

Semana 4: El monitoreo a gran escala

Material del curso

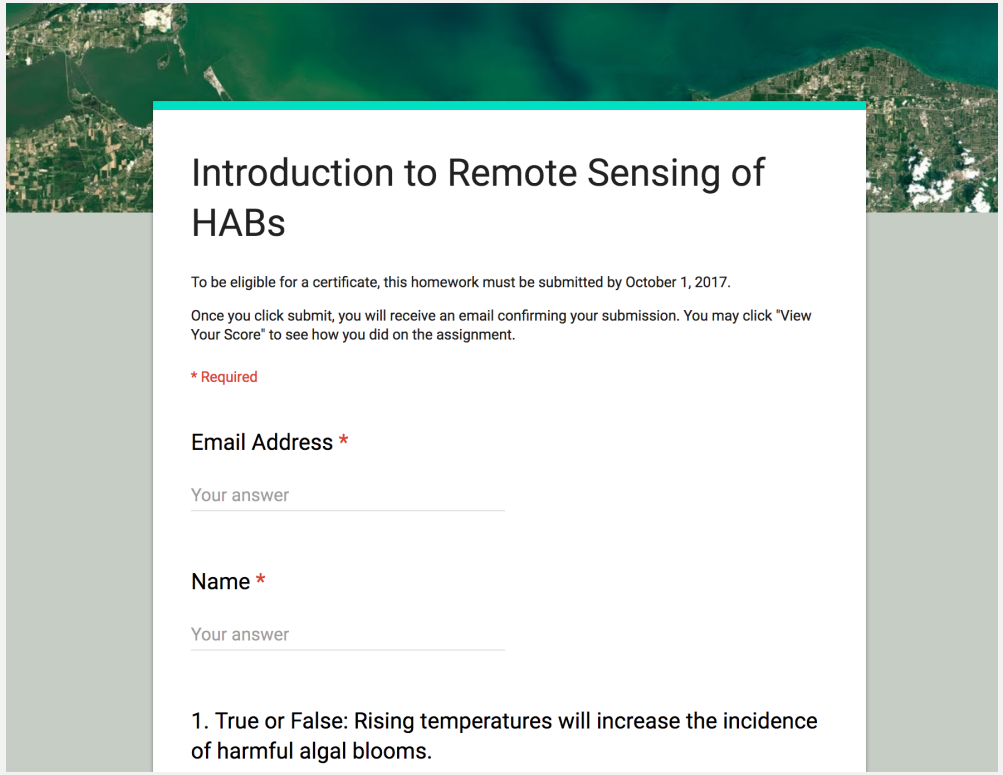
Las grabaciones de las sesiones, las presentaciones y las tareas para la casa están disponibles en: https://arset.gsfc.nasa.gov/water/webinars/HABs17





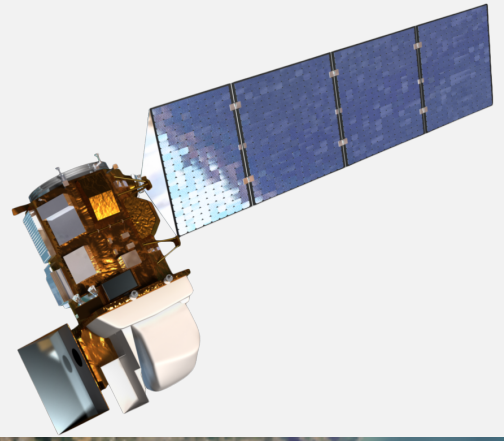
Tarea y certifiados

- Tarea
  - **Debe enviar sus respuestas vía Google Form**
- Certificado de Terminación:
  - Asista a todas las sesiones
  - Complete las tareas asignadas dentro del plazo estipulado (accesibles desde la página en línea de ARSET)
    - **Fechas límite de entrega: El 1ro y el 15 de octubre**
  - Ud. recibirá su certificado aproximadamente dos meses después de la conclusión del curso de: marines.martins@ssaihq.com



Reseña: Sesión 2

- Repaso de la Semana 1
- La Detección de HABs por medio de la Teledetección
- Vista General de Satélites y Sensores para el Monitoreo de HABs
- Vista General de Herramientas de Acceso a Datos del Color Oceánico en base a Satélites
- Ejemplos de Herramientas para el Monitoreo de HABs



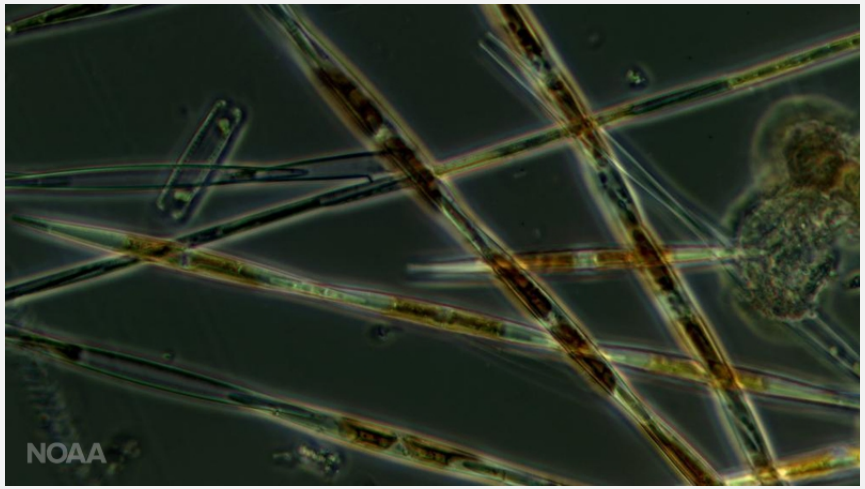
A Landsat 8 image acquired on Aug. 1, 2014 showing algal blooms in Lake Erie just north of Toledo, Ohio.

Image credit: USGS/NASA Earth Observatory

Repaso de la Semana 1

¿Qué son las Floraciones de Algas Nocivas?

“Las floraciones de algas nocivas (Harmful algal blooms, HABs) ocurren cuando las colonias de algas — plantas simples que viven en el mar o en el agua dulce — crecen fuera de control y producen efectos tóxicos o nocivos en las personas, peces, mariscos, mamíferos y aves marinas. Las enfermedades humanas causadas por las HABs, aunque raras, pueden ser debilitantes y hasta mortales.”



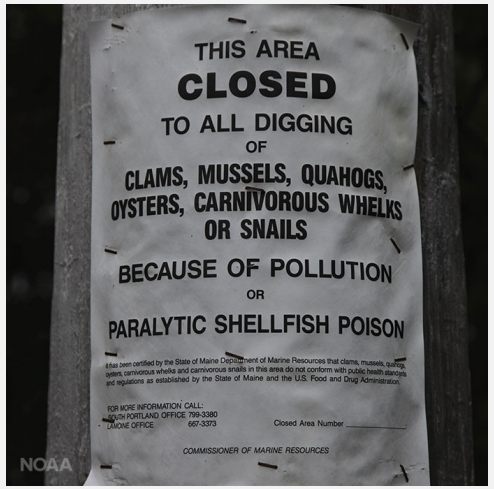


Image credit: http://www.noaa.gov/what-is-harmful-algal-bloom

Cómo la HABs Pueden Ser Nocivas

- Producen toxinas
- Causan pérdidas económicas
- Contaminan el agua potable
- Asfixian organismos bentónicos
- Agotan el oxígeno
- Impiden a depredadores visuales
- Atenúan la luz que llega a la vegetación subacuática y a los corales

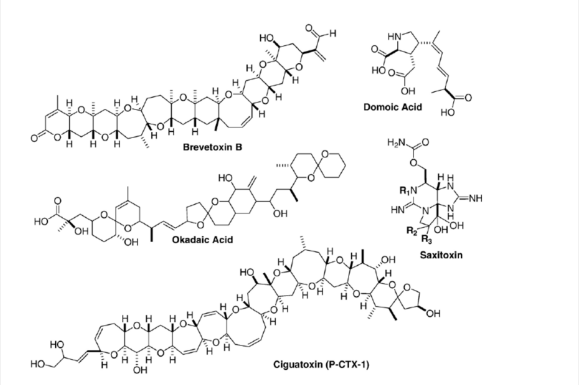


Photo Credits (clockwise from top left) Karina Cardozo (Cardozo et al., 2007); NASA Earth Observatory; NOAA Northwest Fisheries Science Center; Linda Preskitt

¿Qué causa las HABs?

- Carga de nutrientes-- “eutrofización”
- Contaminación
- Agua tibia
- Cambios en la red alimentaria
- Especies introducidas
- Cambios en el flujo de agua
  – e.g., después de eventos como huracanes, sequías o inundaciones
- Otros factores aún desconocidos

Propiedades Ópticas de las HABs

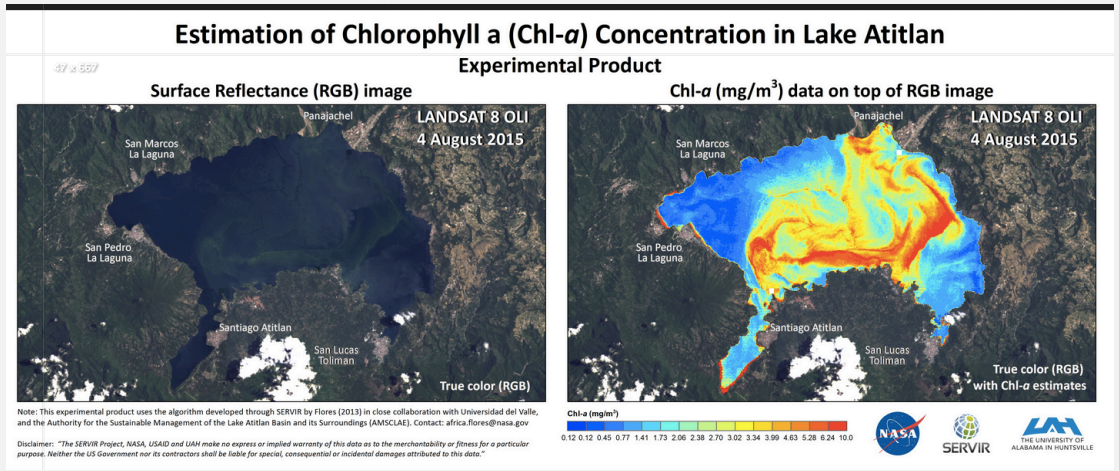
- Algunas especies de HAB tienen propiedades únicas que afectan sus cualidades ópticas – y por lo tanto la teledetección de floraciones (e.g., *Microcystis aeruginosa* y *Karenia brevis*)
- Las HABs a veces pueden cambiar el color del agua (e.g. mareas rojas), pero no toda marea roja es dañina y no toda floración nociva cambia el color del agua
- Las anomalías de clorofila sirven para detectar y monitorear eventos de HABs para floraciones de alta productividad de biomasa

La Detección de HABs por medio de la Teledetección

Parámetros Relevantes para la Detección de HABs

- Los siguientes parámetros, disponibles a partir de las observaciones de teledetección, se utilizan comúnmente para detectar la presencia de floraciones algales:
  - Concentración de Clorofila-a (Chl-a)
  - Anomalías en la Concentración de Clorofila-a*
  - Temperatura Marina Superficial (Sea Surface Temperature o SST)
  - Características Ópticas (absorción, retrodispersión)

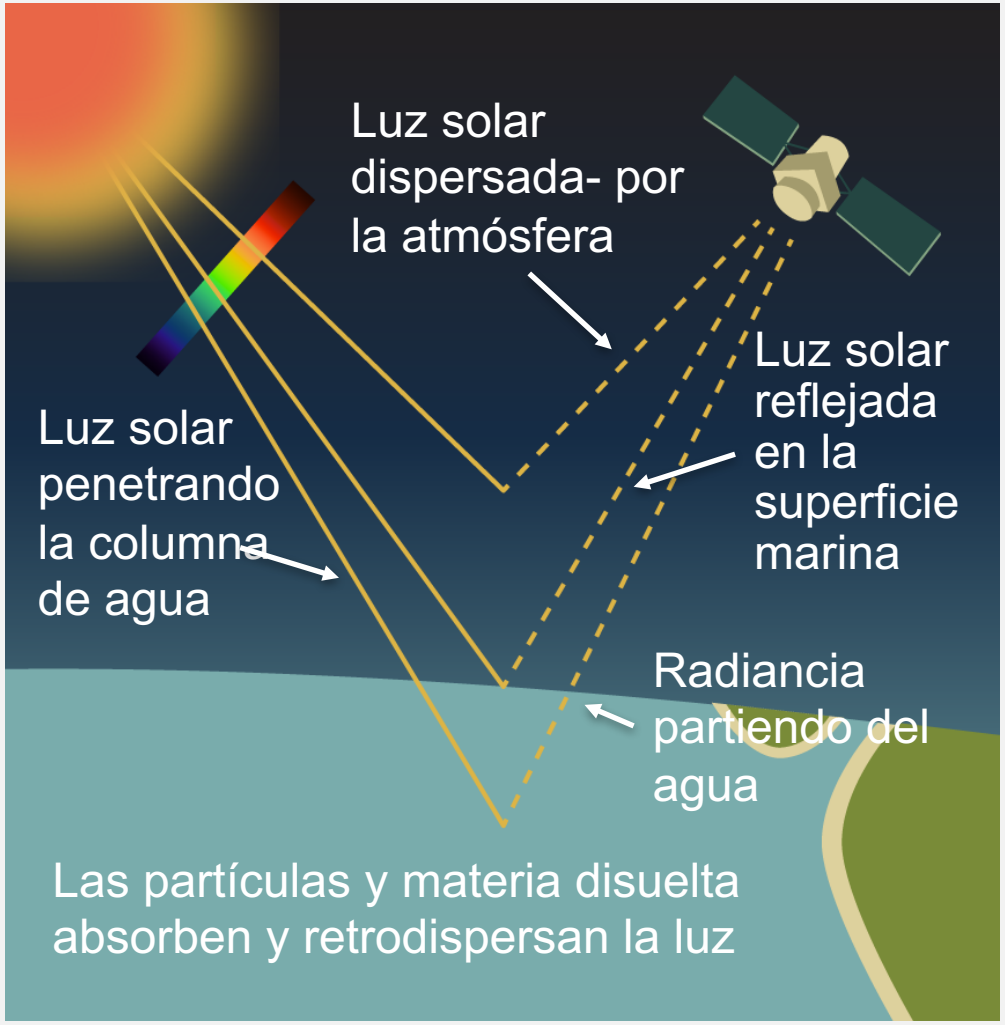
*Normalmente se comparan respecto a 2 o 3 meses, lo que significa que Chl-a puede ayudar a detector nuevas HABs



Fuente: SERVIR

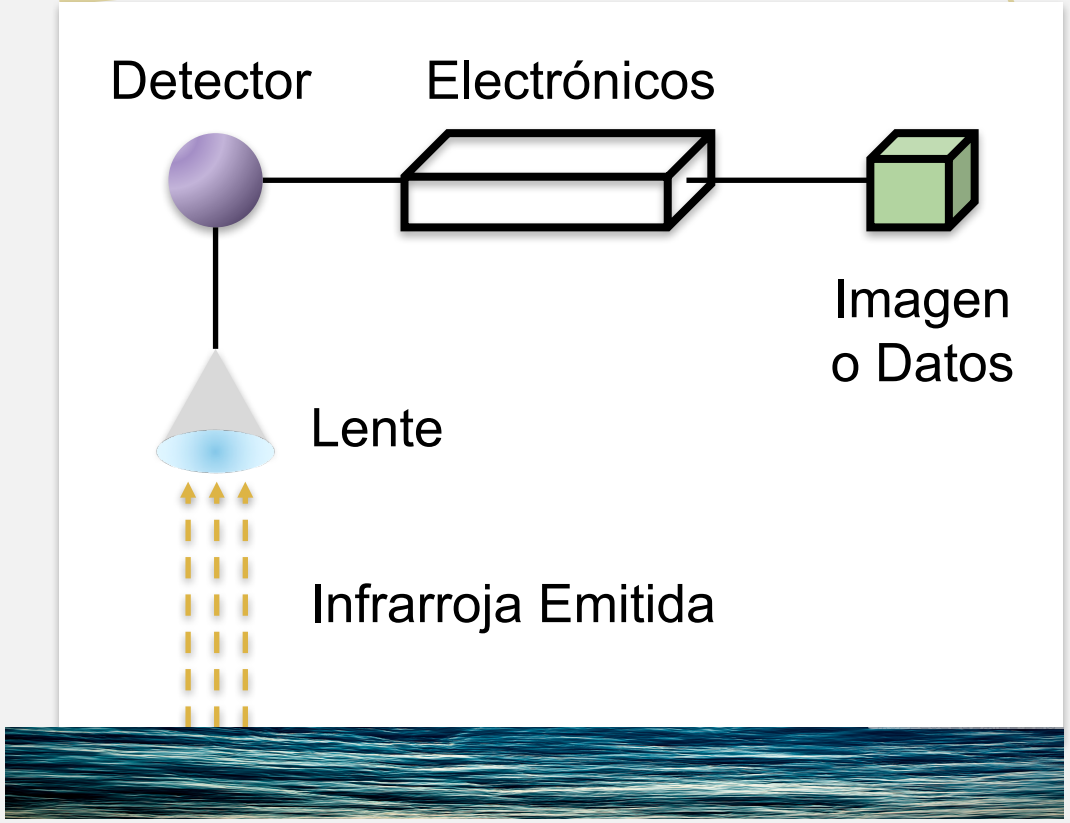
Teledetección para la Detección de HABs

- Se usa la radiación solar reflejada en varias bandas visibles a casi-infrarrojas (NIR) para derivar las propiedades de los constituyentes del agua ópticamente activos, incluso Chl-a



Teledetección para la Detección de HABs

- La radiación termal infrarroja (TIR) emitida se usa para derivar la temperatura en la superficie de las masas de agua
- Varios satélites de la NASA y de la Agencia Espacial Europea (ESA) llevan sensores que miden radiación reflejada en VIS-NIR (reflectancia de banda) y TIR emitida



Based on an image from CCRS/CCT

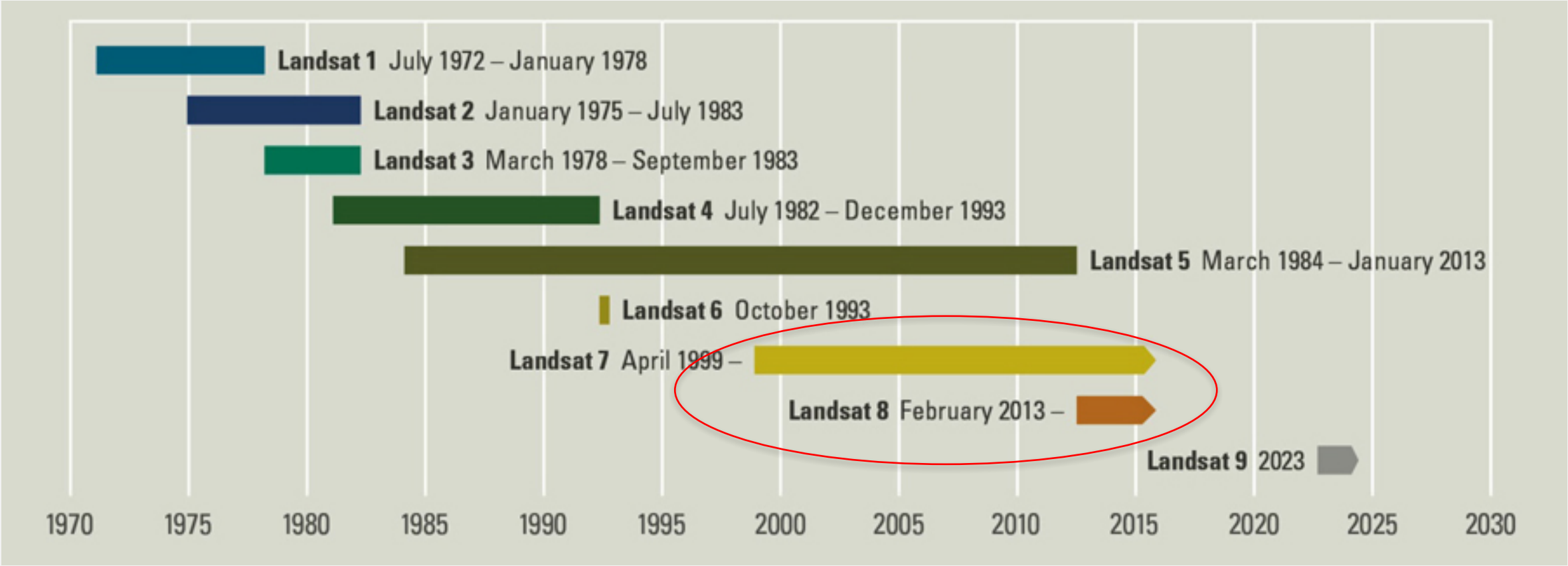
Resumen General de Satélites y Sensores para el Monitoreo de HABs

Satélites para el Monitoreo de HABs

- Misiones Satelitales Actuales:
  - Landsat 7 y Landsat 8
  - Terra
  - Aqua
  - Suomi National Polar Partnership (SNPP)
  - Sentinel-2 y Sentinel-3

Landsat- Satélites y Sensores

http://landsat.gsfc.nasa.gov/

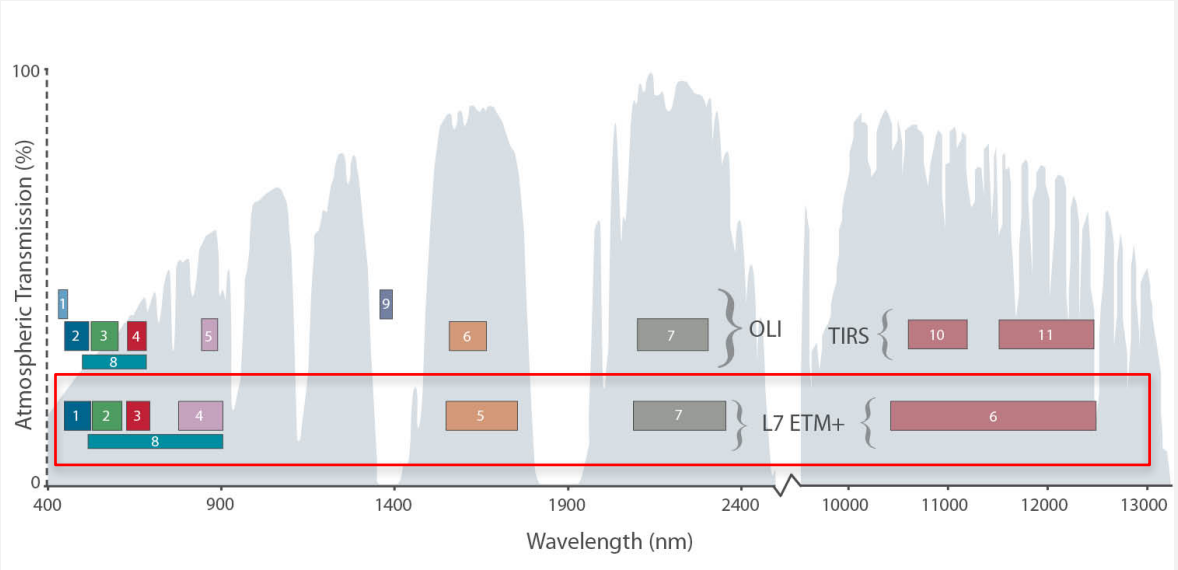


Enhanced Thematic Mapper (ETM+)

(Mapeador temático mejorado)

http://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-7/

- Abordo de **Landsat 7**
- Satélite de órbita polar
- Cobertura y resolución espacial:
  - Mundial, Barrido: 185 km
  - Resolución espacial:
    - 15 m, 30 m, 60 m
- Cobertura y Resolución Temporal:
  - 15 de abril de 199 – presente
  - Tiempo de revisita de 16 días



Bandas Espectrales: 8

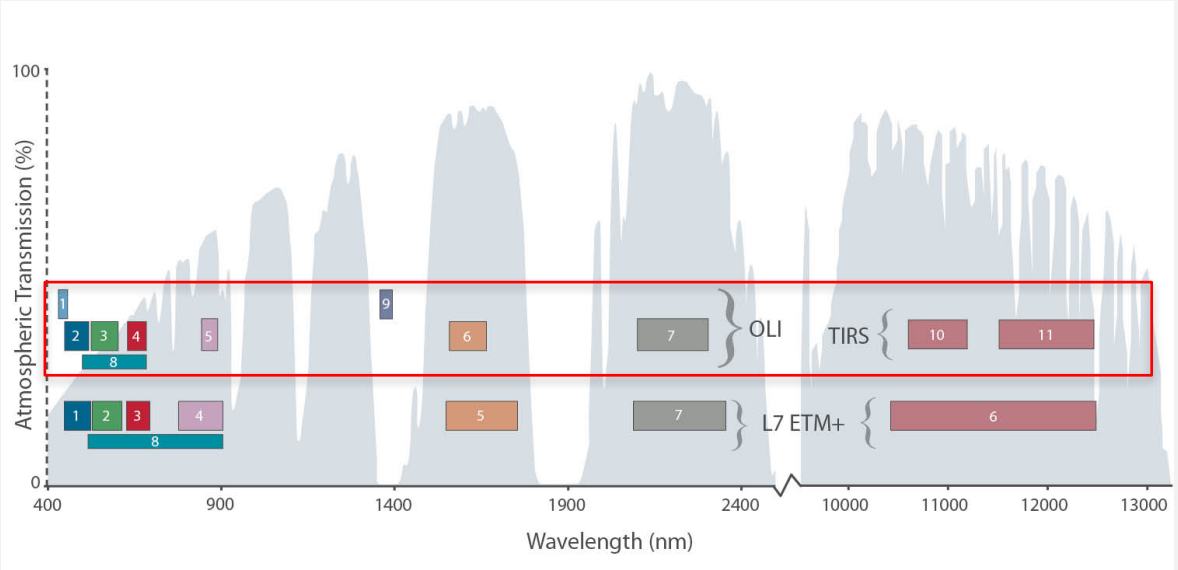
- Bandas principales: azul-verde, verde, roja, termal IR, pancromática
- Bandas 1-5, 7: 30 m; Banda 6: 60 m; Banda 8: 15 m

Operational Land Imager (OLI)

(Captador de imágenes de la tierra operativo)

http://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/

- Abordo de **Landsat 8**
- Satélite de órbita polar
- Cobertura y Resolución Espacial
  - Mundial, Barrido: 185 km
  - Resolución Espacial: 15 m, 30 m
- Cobertura y Resolución Temporal:
  - 11 feb 2013 – presente
  - tiempo de revisita de 16 días



Bandas Espectrales: 9

- Bandas Principales: azul, azul-verde, roja, casi IR, onda corta, pancromática
- Bandas 1-7, 9: 30 m
- Banda 8: 15 m

Landsat- Bandas

Landsat 7 ETM+

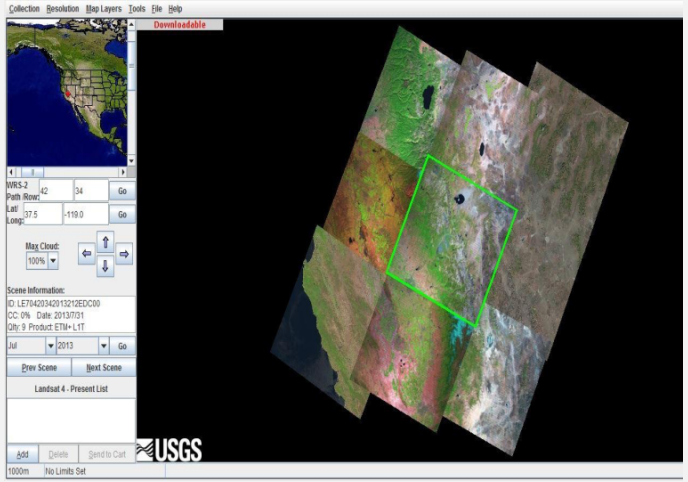
Banda	Gama de Banda (µm)	Resolución Espacial (m)
1	0.45 – 0.515	30
2	0.525 – 0.605	
3	0.63 – 0.69	
4	0.775 – 0.90	
5	1.55 – 1.75	
6	10.4 – 12.5	60
7	2.08 – 2.35	30
8	0.52 – 0.9	15

Landsat 8 OLI

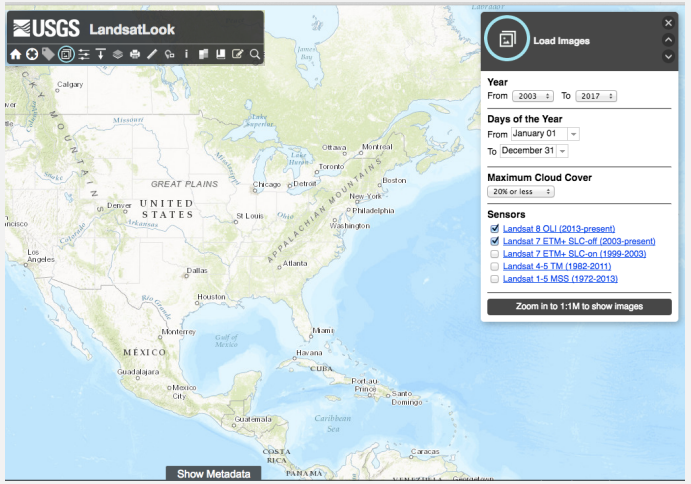
Banda	Gama de Banda (µm)	Resolución Espacial (m)
1	0.433 – 0.453	30
2	0.450 – 0.515	
3	0.525 – 0.60	
4	0.630 – 0.680	
5	0.845 – 0.885	
6	2.10 – 2.30	
7	0.500 – 0.680	
8	2.08 – 2.35	15
9	1.36 – 1.39	30

Dónde Conseguir Imágenes y Reflectancia de Bandas Landsat

Earth Explorer:
http://earthexplorer.usgs.gov/



GloVis
http://glovis.usgs.gov/



LandsatLook Viewer:
http://landsatlook.usgs.gov/

Terra y Aqua- Satélites y Sensores

Terra, http://terra.nasa.gov

- Órbita polar, hora de cruce ecuatorial 10h30
- Cobertura Global
- 18 dic 1999 – Presente
- 1 a 2 observaciones al día
- Sensores:
  - **ASTER**, CERES, MISR, **MODIS**, MOPITT

Aqua, http://aqua.nasa.gov/

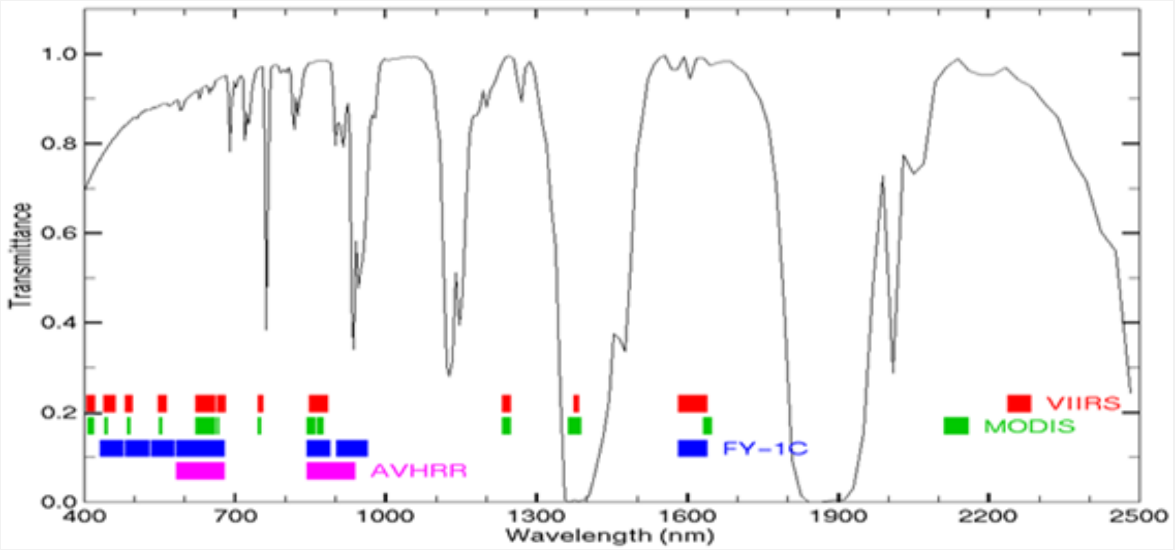
- Órbita polar, hora de cruce ecuatorial 13h30
- Cobertura Global
- 4 may 2002 – Presente
- 1 a 2 observaciones al día
- Sensores:
  - AIRS, AMSU, CERES, **MODIS**, AMSR-E

MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)

(Espectrorradiómetro de imágenes de resolución moderada)

http://modis.gsfc.nasa.gov/

- Abordo de **Terra** y **Aqua**
- Diseñado para observaciones de la tierra, atmósfera, océano y criósfera
- Cobertura y Resolución Espacial:
  - Global, barrido: 2,330 km
  - Resolución espacial varía: 250 m, 500 m, 1 km
- Cobertura y Resolución Temporal:
  - 2000 – presente
  - 1 a 2 veces por día



Bandas Espectrales: 36

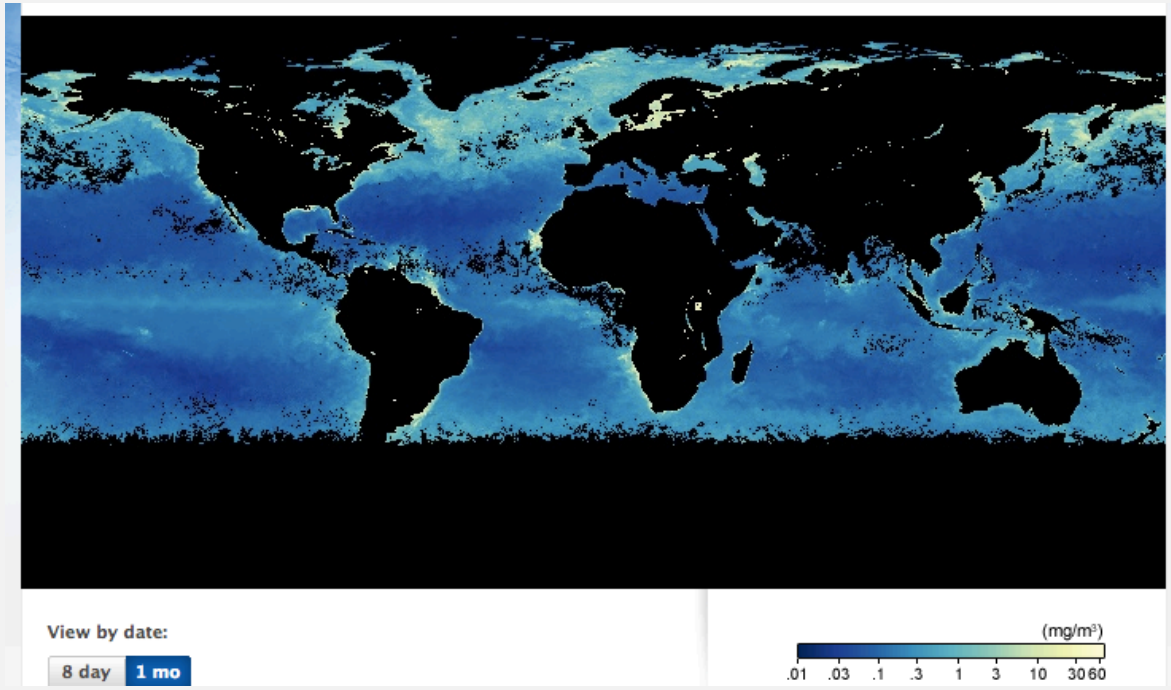
- Bandas de Reflexión y Emisión (Bandas Principales: roja, azul, IR, NIR, MIR)
- Bandas 1-2: 250 m; Bandas 3-7: 500 m; Bandas 8-36: 1,000 m

MODIS- Bandas Relevantes para el Monitoreo de HABs

Banda	Gama de Banda µm
8	0.405-0.420
9	0.438-0.448
10	0.483-0.493
11	0.526-0.536
12	0.546-0.556
13	0.662-0.672
14	0.673-0.683
15	0.743-0.753

Resolución espacial: 1 km

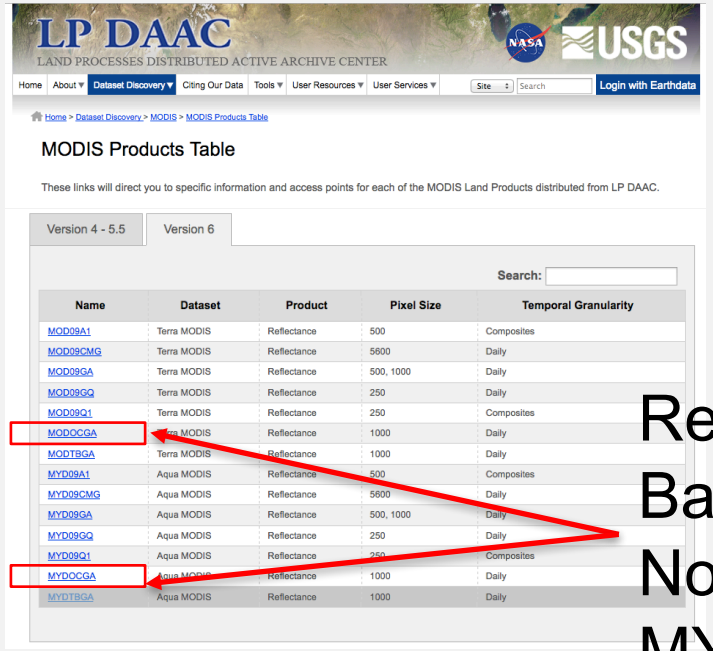
Concentración de Clorofila de Aqua MODIS, junio 2017



Dónde Conseguir Datos de Reflectancia de Bandas MODIS Data

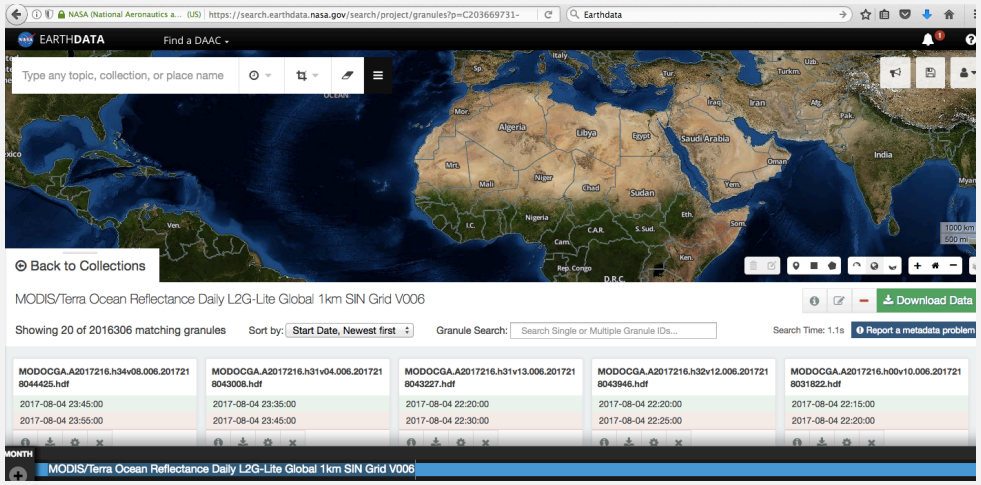
Land Processing Distributed Active Archive Center

http://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/modis/modis_products_table/



NASA Earthdata

http://earthdata.nasa.gov/



Reflectancia de Bandas MODIS para Océanos, Bandas 8-16

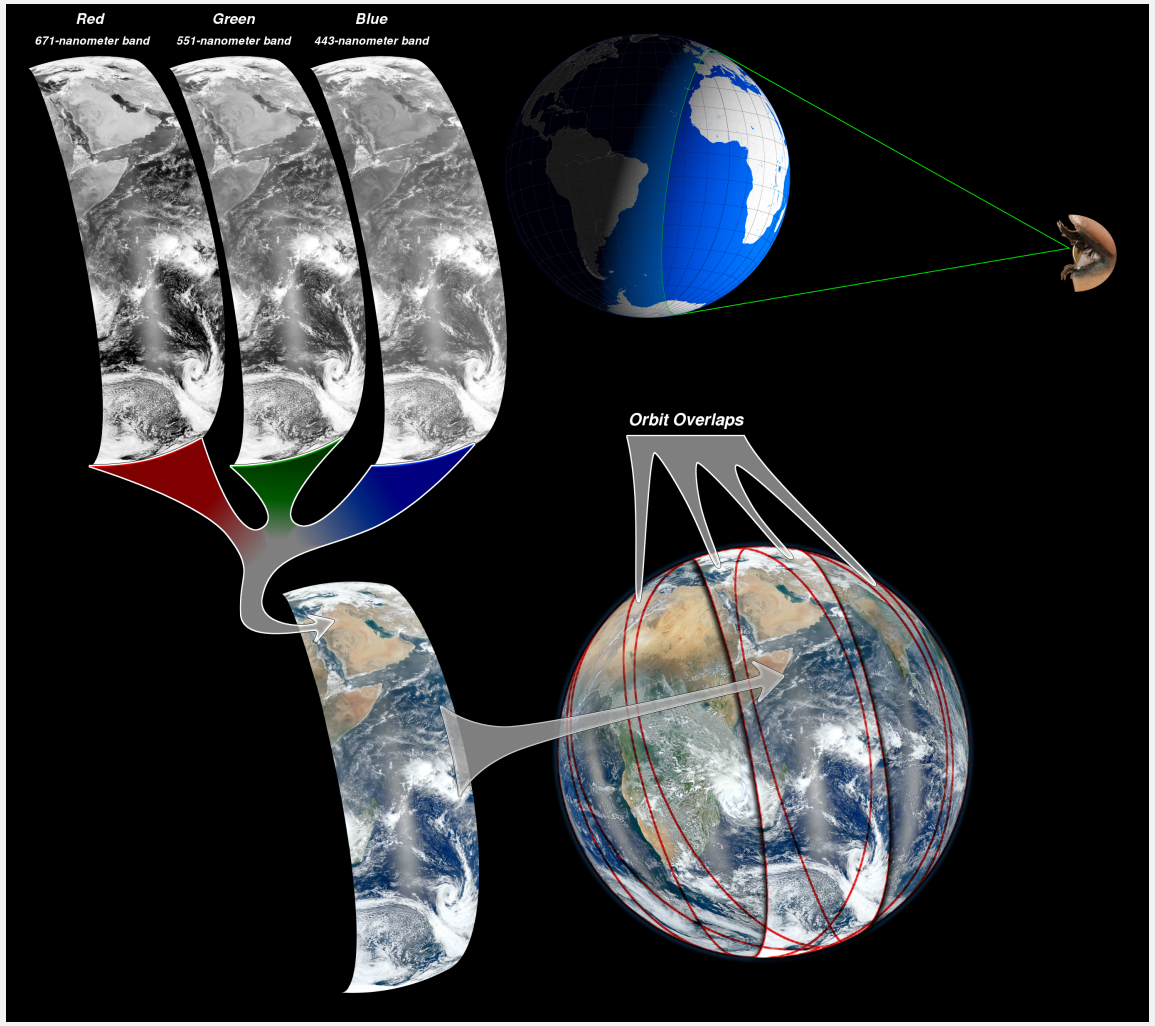
Nombre de Producto: MODOCGA (Terra), MYDOCGA (Aqua)

Suomi National Polar Partnership (SNPP)

(Programa Nacional de Colaboración Polar)

http://nasa.gov/mission_pages/NPP/

- Órbita polar, hora de cruce ecuatorial 13h30
- Cobertura Global
- 21 nov 2011 – presente
- Sensores:
  - VIIRS, ATMS, CrIS, OMPS, CERCES



Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)

(Suite de radiómetro de imágenes visibles e infrarrojas)

http://jointmission.gsfc.nasa.gov/viirs.html

- Abordo de **Suomi NPP**
- Satélite de órbita polar
- Funcionalidad similar a la de MODIS
- Cobertura y Resolución Espacial:
  - Global, Ancho de Barrido: 3,040 km
  - Resolución Espacial: 375 – 750 m
- Cobertura y Resolución Temporal:
  - Oct 2011 – presente
  - 1 a 2 veces por día

Imagen VIIRS de color real mostrando algas en el Mar Caspio, 18 de mayo de 2014

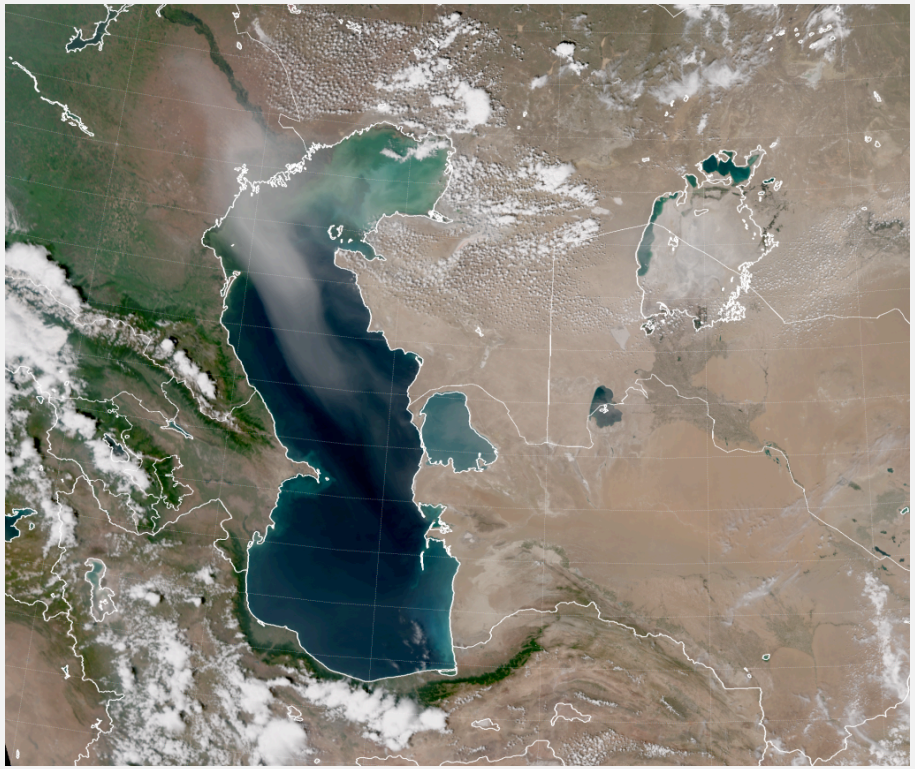


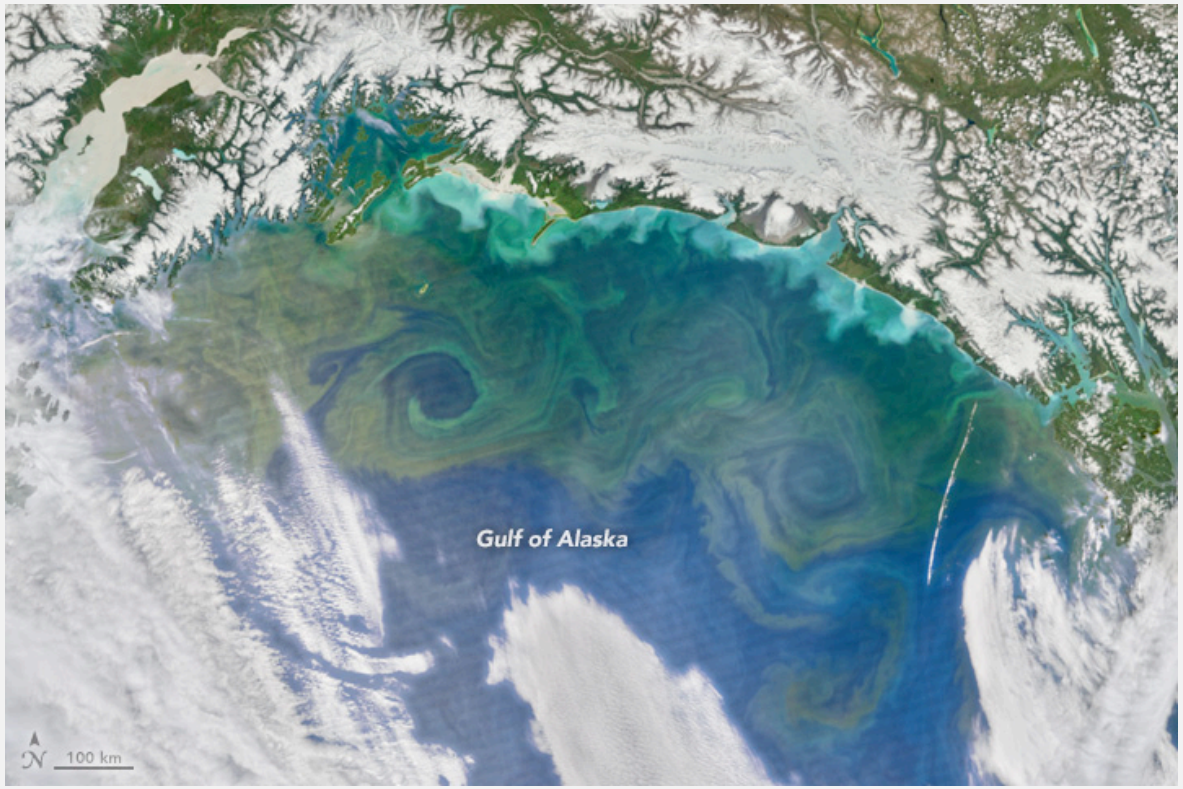
Image Credit: VIIRS Imagery and Visualization Team Blog

VIIRS- Bandas Relevantes para el Monitoreo de HABs

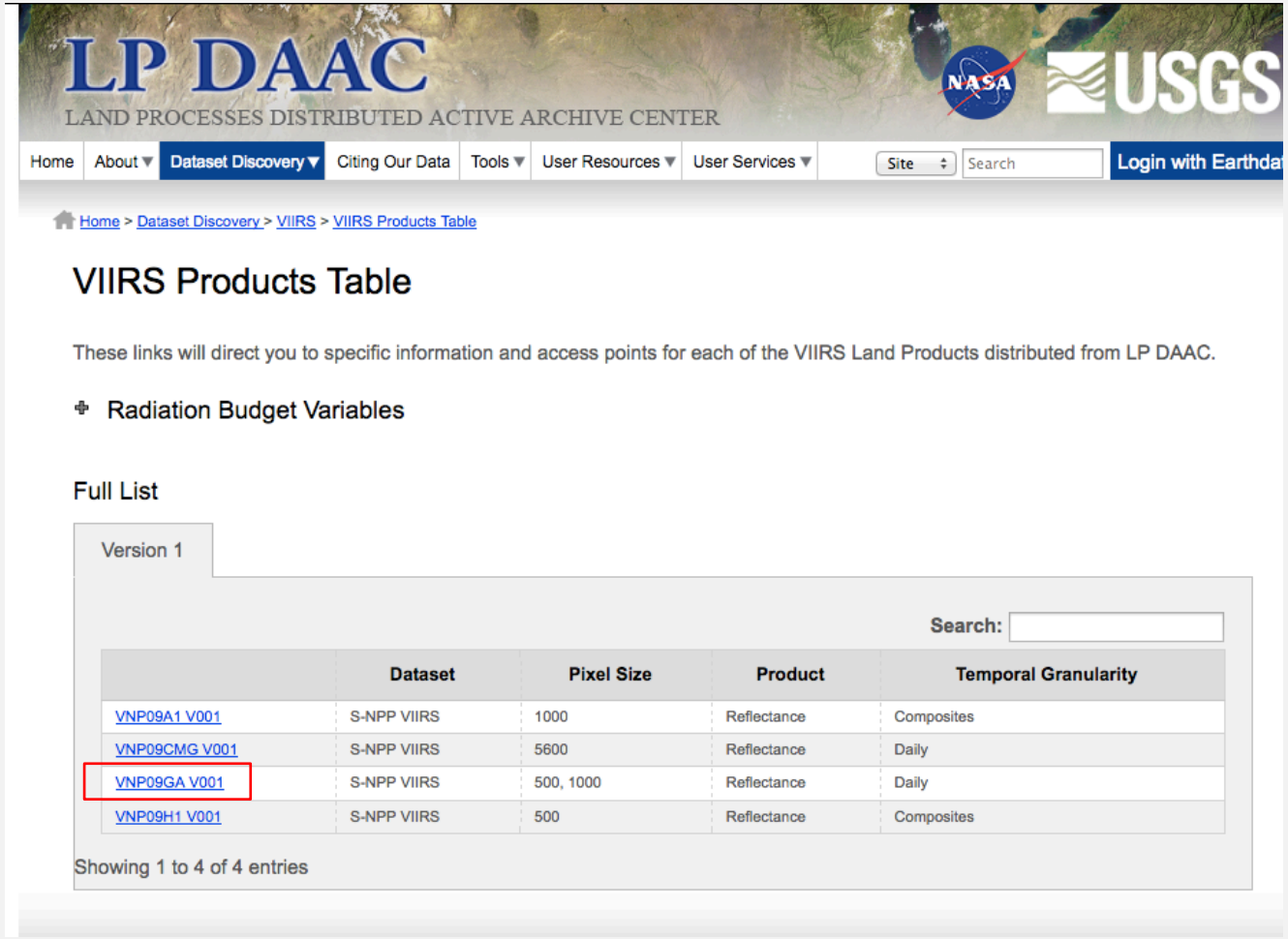
Banda	Gama de Banda µm
M1	0.402-0.422
M2	0.436-0.454
M3	0.478-0.488
M4	0.545-0.565
M5	0.662-0.682
M6	0.739-0.745

Resolución Espacial: 750 m

Floración de Fitoplancton en el Golfo de Alaska, de VIIRS, 9 de junio de 2016



Donde Conseguir Datos de Reflectancia de Bandas VIIRS



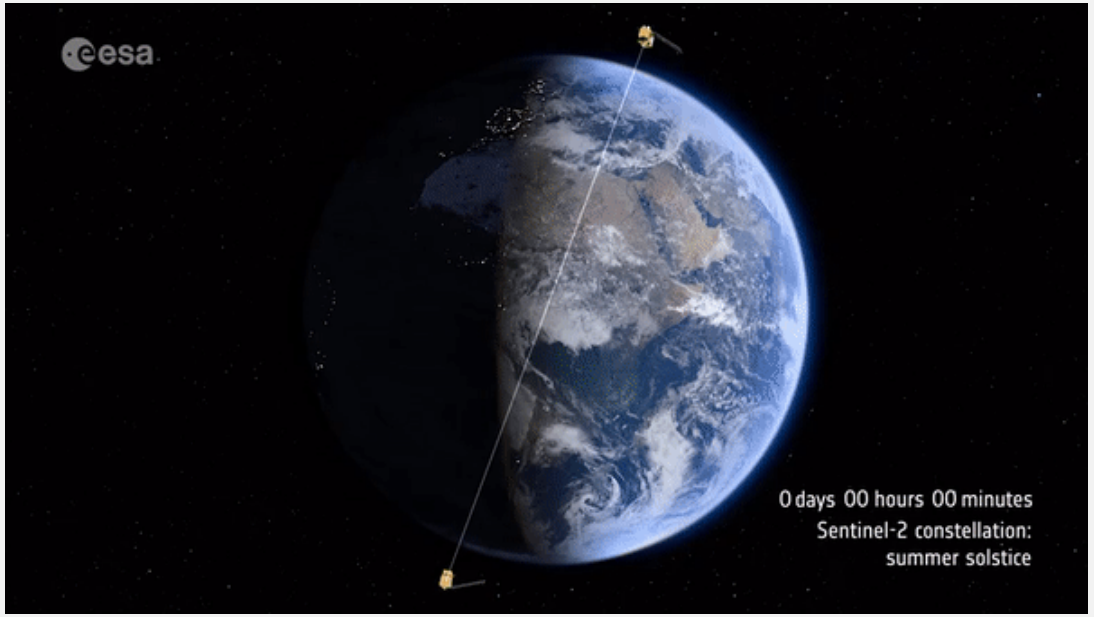
Land Process Distributed Active Archive Center

- https://lpdaac.usgs.gov/dataset_discovery/viirs/viirs_products_table
- Nombre de Producto: VNP09GA_V001

Sentinel-2A y Sentinel-2B

http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2/

- Lanzados por la **ESA**
- Dos satélites, 180° aparte, ambos en órbita polar
- Cobertura Global
- Cobertura Temporal:
  - Sentinel-2A: 23 jun 2015 – presente
  - Sentinel-2B: 7 mar 2017 – presente
- Tiempo de revisita de 5 días
- Sensores
  - Multispectral Imager (MSI)



Multispectral Imager (MSI)

(Captador de imágenes multiespectral)

https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi

- Abordo de **Sentinel-2**
- Diseñado para observar la superficie terrestre y oceánica
- Cobertura y Resolución Espacial :
  - Global, barrido: 290 km
  - Resolución espacial varía según la banda: 10 m, 20 m, 60 m
- Cobertura y Resolución Temporal:
  - Junio 2015 y marzo 2017 – presente
  - Tiempo de revisita de 5 días

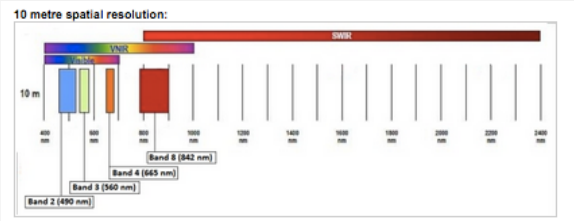


Figure 1: SENTINEL-2 10 m spatial resolution bands: B2 (490 nm), B3 (560 nm), B4 (665 nm) and B8 (842 nm)

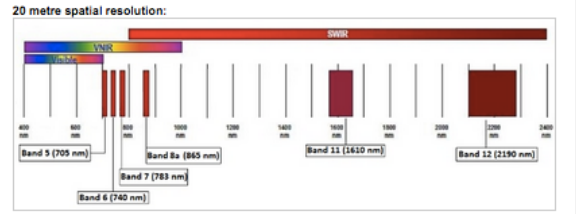


Figure 2: SENTINEL-2 20 m spatial resolution bands: B5 (705 nm), B6 (740 nm), B7 (783 nm), B8a (865 nm), B11 (1610 nm) and B12 (2190 nm)

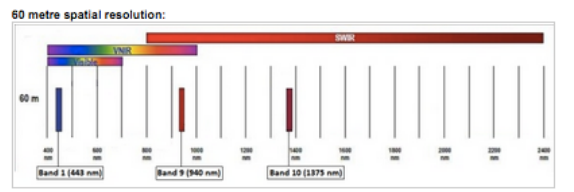


Figure 3: SENTINEL-2 60 m spatial resolution bands: B1 (443 nm), B9 (940 nm) and B10 (1375 nm)

Bandas Espectrales: 13

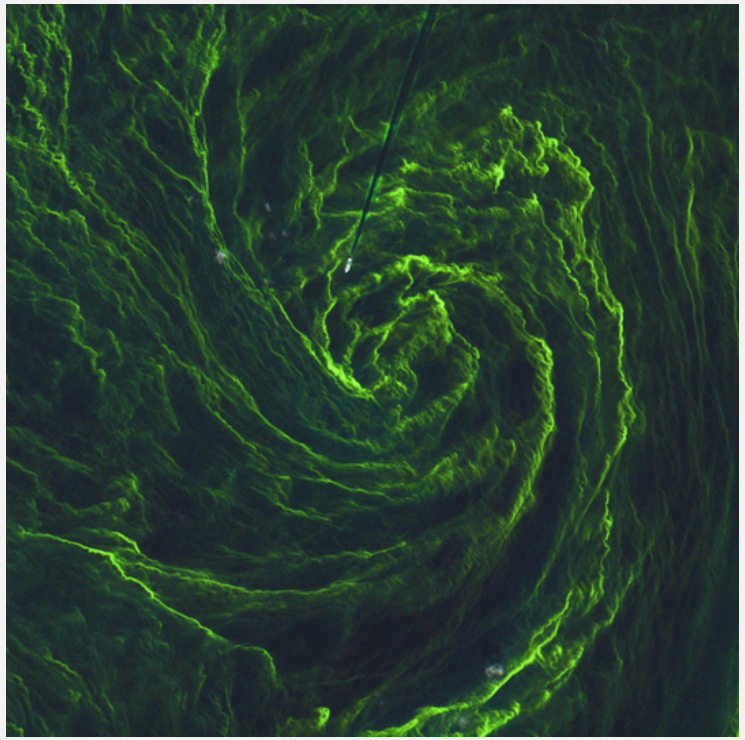
- 4 visibles y NIR: 10 m
- 6 roja-limte/infrarroja onda corta: 20 m
- 3 de corrección atmosférica: 60 m

MSI- Bandas

https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi

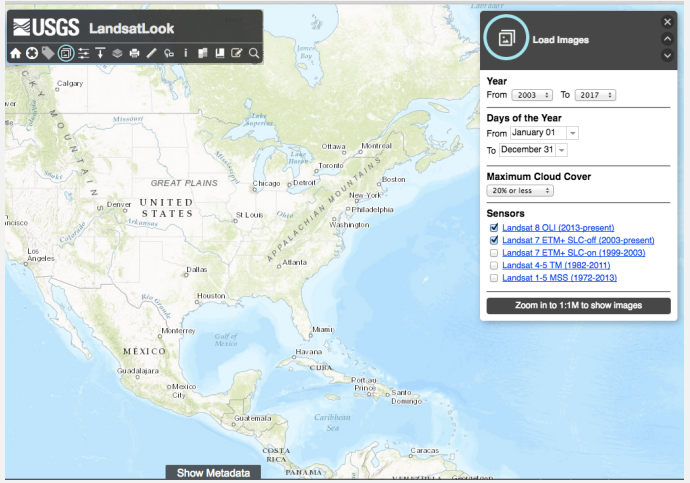
	S2A		S2B		
Band Number	Central wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	Central wavelength (nm)	Bandwidth (nm)	Spatial resolution (m)
1	443.9	27	442.3	45	60
2	496.6	98	492.1	98	10
3	560.0	45	559	46	10
4	664.5	38	665	39	10
5	703.9	19	703.8	20	20
6	740.2	18	739.1	18	20
7	782.5	28	779.7	28	20
8	835.1	145	833	133	10
8a	864.8	33	864	32	20
9	945.0	26	943.2	27	60
10	1373.5	75	1376.9	76	60
11	1613.7	143	1610.4	141	20
12	2202.4	242	2185.7	238	20

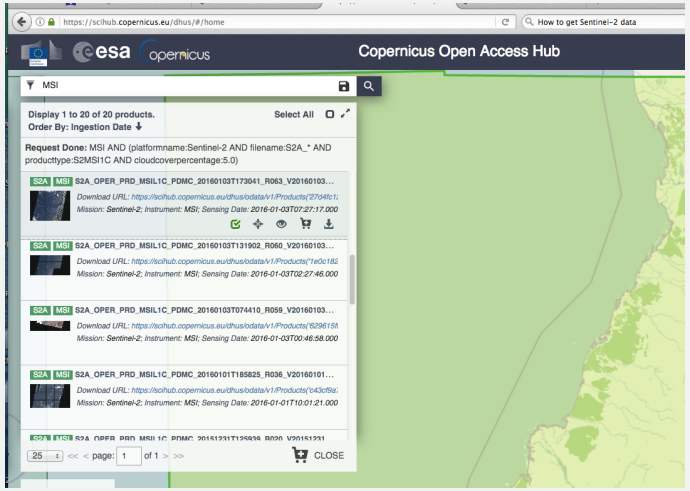
Floración de Algas en medio del Mar Báltico, Sentinel-2 MSI, 7 ago 2015



Copernicus data (2015)/ESA

Donde Conseguir Datos de MSI





USGS Sentinel-2 Look Viewer https://landsatlook.usgs.gov/sentinel2/viewer.html

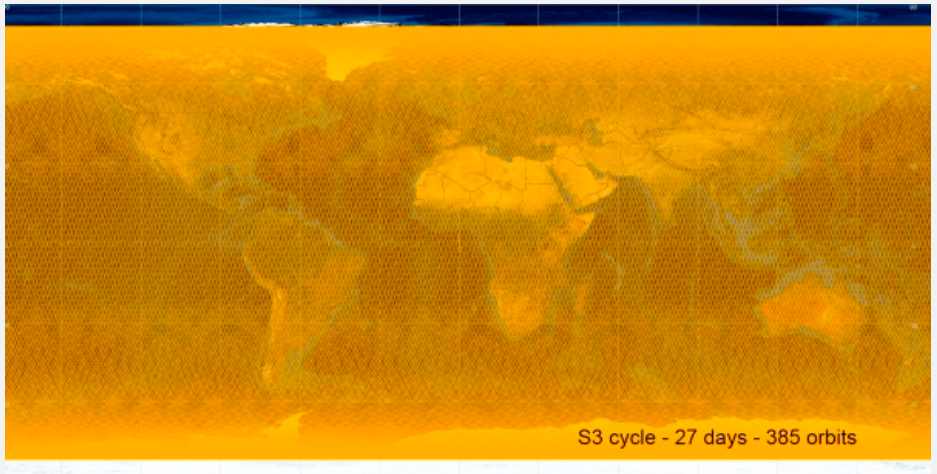
Earth Explorer: http://earthexplorer.usgs.gov/

ESA Copernicus Open Hub http://sentinel.esa.int/web/sentinel/sentinel-data-access

Sentinel-3

www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3/

- Lanzado por la **ESA**
- Consistirá en un sistema bisatelital
  - Sentinel-3A: 16 feb 2016 - presente
  - Sentinel-3B: Aún no se ha lanzado
- Cobertura global
- Tiempo de revisita de 27 días
- Sensores:
  - **OCLI**, SLSTR, SRAL, MWR



Ocean and Land Color Instrument (OLCI)

https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-3-olci

- Abordo de **Sentinel-3**
- Basado en el legado del Medium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS) del satélite ENVISAT
- Cobertura y Resolución:
  - Global, barrido: 1,270 m
  - Resolución espacial: 300 m, también disponible a 1.2 km
- Cobertura Temporal
  - Feb 2016 – presente
  - Tiempo de revisita cada 27 días

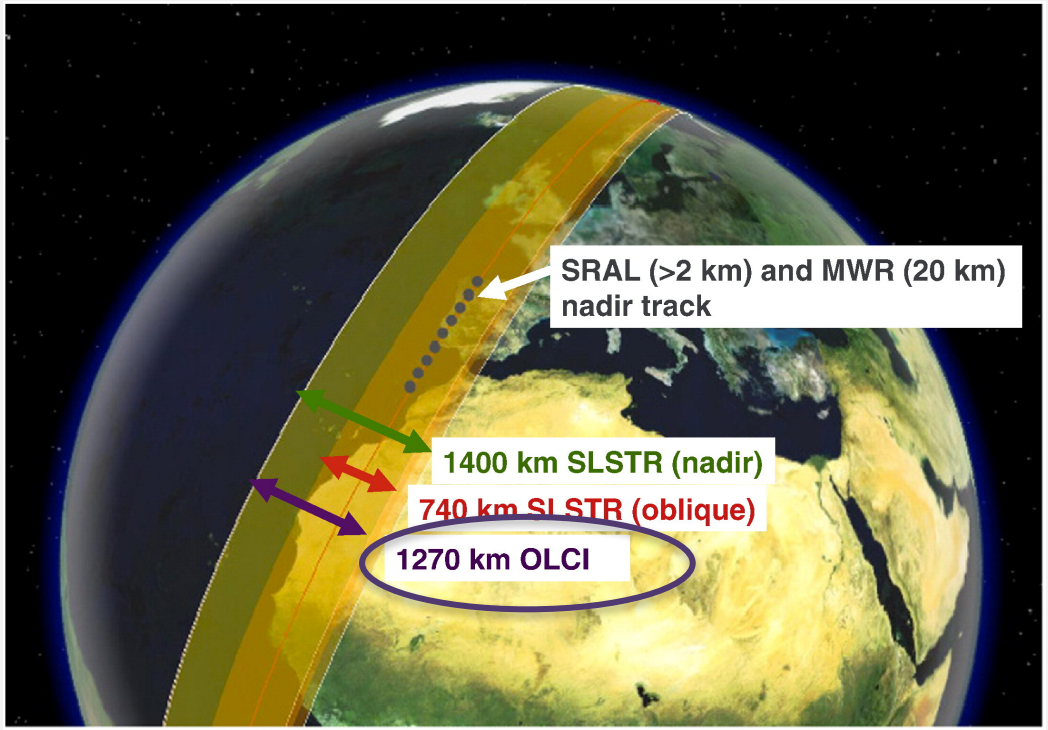


Image Credit: ESA

Bandas Espectrales: 21

- 4 visibles a casi-infrarroja: 300m

OLCI- Bandas

https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-3-olci

Band	λ centre (nm)	Width (nm)
Oa1	400	15
Oa2	412.5	10
Oa3	442.5	10
Oa4	490	10
Oa5	510	10
Oa6	560	10
Oa7	620	10
Oa8	665	10
Oa9	673.75	7.5
Oa10	681.25	7.5
Oa11	708.75	10
Oa12	753.75	7.5

Band	λ centre (nm)	Width (nm)
Oa13	761.25	2.5
Oa14	764.375	3.75
Oa15	767.5	2.5
Oa16	778.75	15
Oa17	865	20
Oa18	885	10
Oa19	900	10
Oa20	940	20
Oa21	1 020	40

Concentración de Clorofila Basada en Sentinel-3 OCL

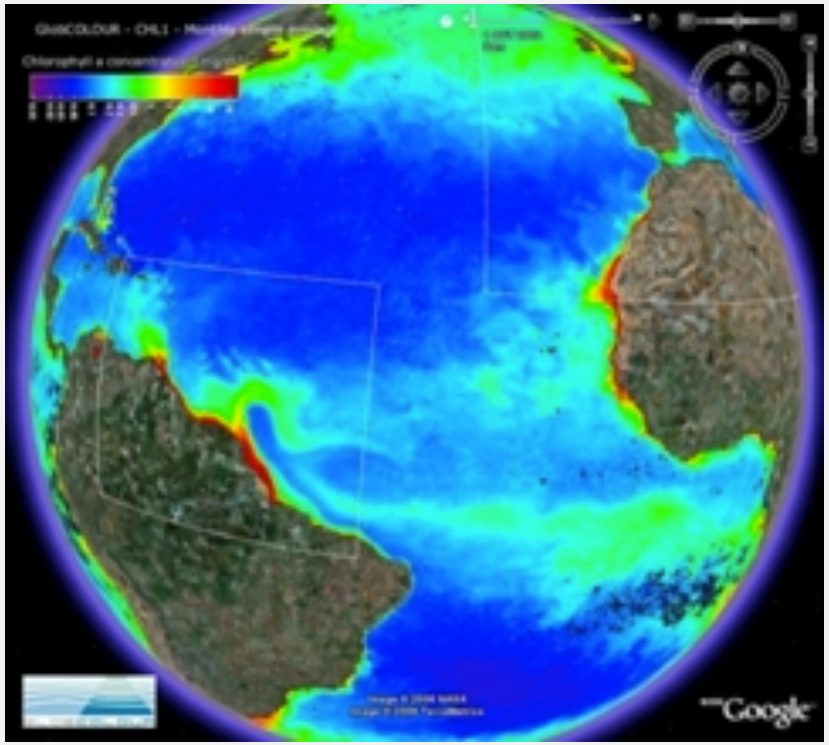
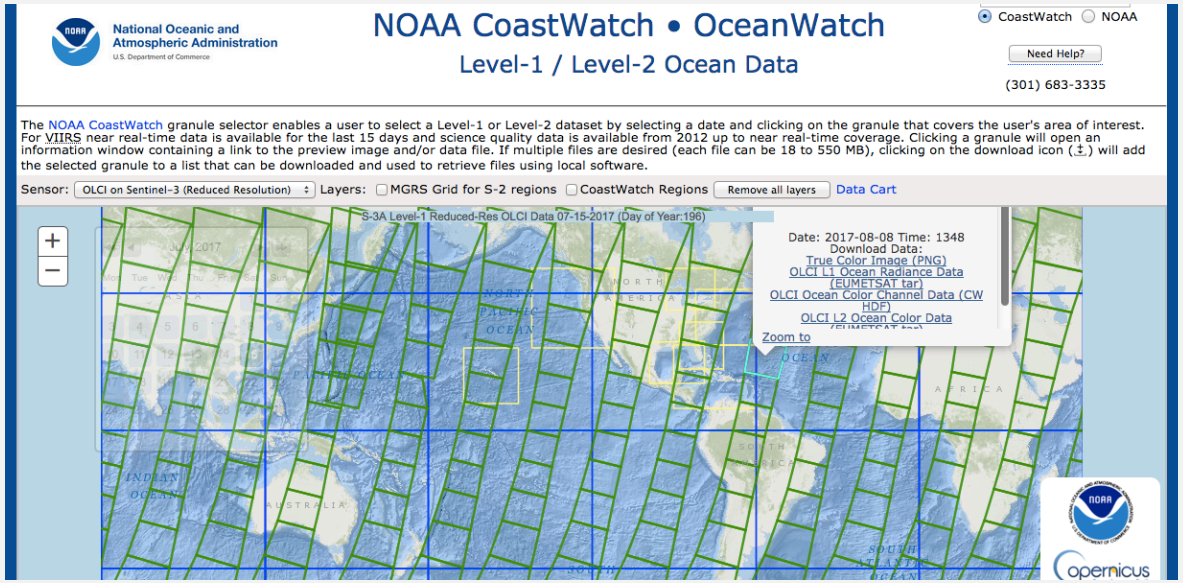
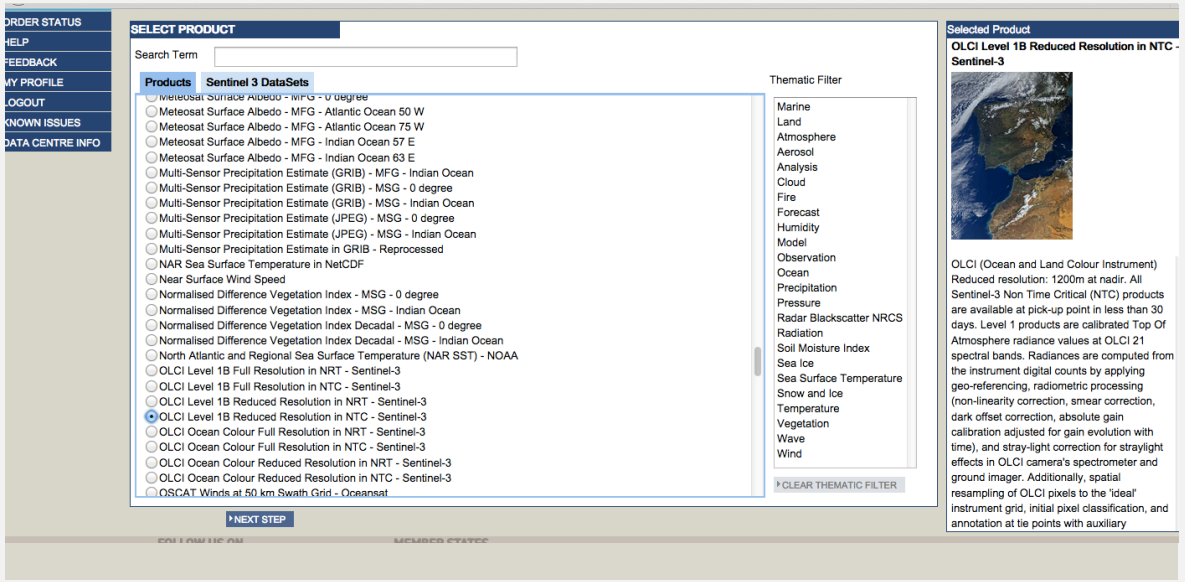


Image Credit: ESA/ACRI-ST

Donde Conseguir Datos de OLCI





NOAA CoastWatch

https://coastwatch.noaa.gov/cw_html/cw_granule_selector.html?sensor=OLCI

EUMETSAT

http://archive.eumetsat.int/usc/#sp:;delm=O;noti=1;udsp=OPE;qqov=ALL;seev=0

Limitaciones de la Observaciones de la Teledetección para el Monitoreo de HABs

- Para un monitoreo exacto y cuantitativo se requiere un análisis de mediciones *in situ* y observaciones satelitales co-localizadas espacial y temporalmente
- Es difícil separar los cambios en el color del océano debido a sedimentos, materia disuelta y Chl-a cuando todos están presentes
- No es posible caracterizar los tipos de algas o toxinas sólo con observaciones de la teledetección
- La factibilidad del monitoreo de HABs en masas de agua costeras e interiores depende de las resoluciones espacial, temporal y espectral de las observaciones de la teledetección
- La reflectancia de teledetección debe corregirse para poder tomar en cuenta las contribuciones de los constituyentes atmosféricos, tales como aerosoles
- Las observaciones de la teledetección óptica no pueden visualizar la superficie en la presencia de nubes

Vista General de las Herramientas de Acceso a Datos del Color Oceánico basadas en Satélites

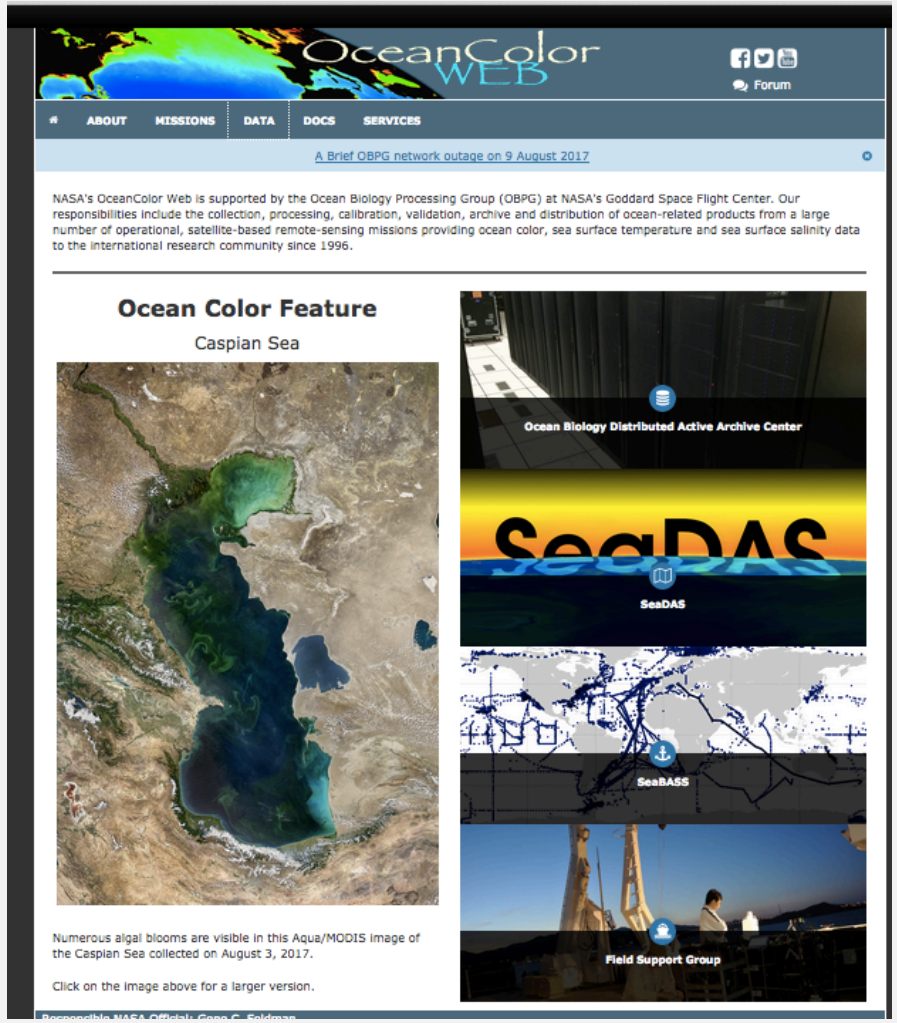
Acceso a datos de Chl-a y SST para el Monitoreo de HABs

- Estas herramientas ofrecen búsqueda de datos, formación de conjuntos espaciales y temporales, análisis y visualización:
  - OceanColor Web: https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/
  - Giovanni: http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/
- Software de Procesamiento y Visualización de Imágenes:
  - SeaDAS: http://seadas.gsfc.nasa.gov/

OceanColor Web

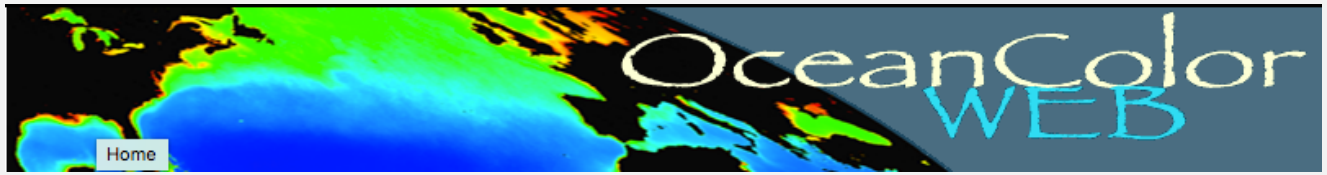
https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/

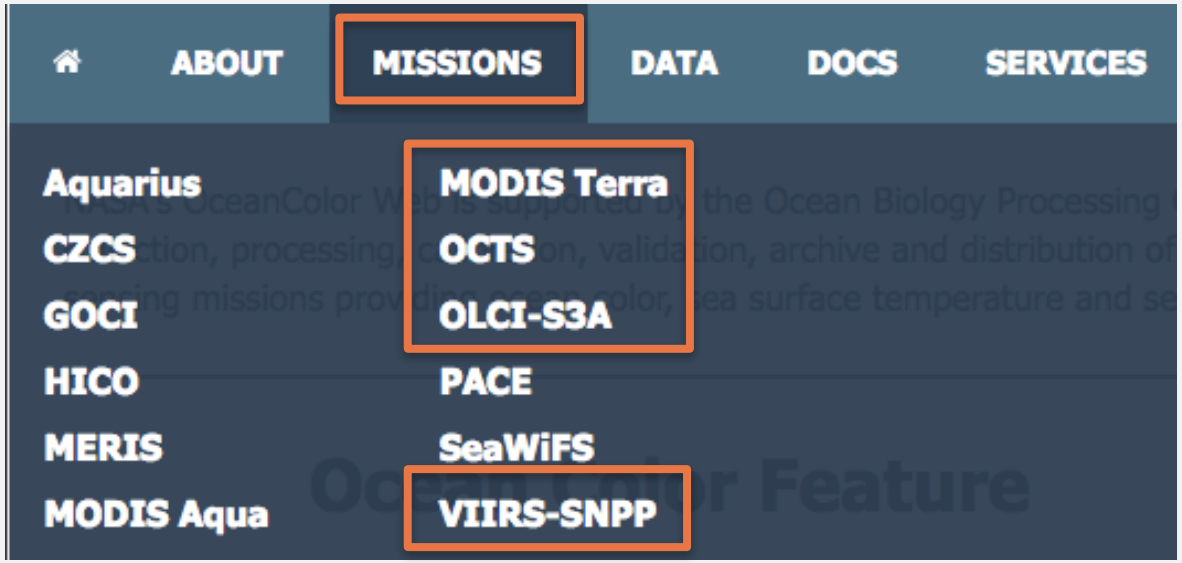
- Desarrollado para la colección, procesamiento, validación y distribución de productos relacionados con el océano de observaciones de la teledetección e in situ
- Útil para el monitoreo de masas de agua costeras e interiores así como estuarios
- Ofrece la capacidad de navegación visual para datos de N1, N2 y N3 (Concentración de Clorofila, Temperatura Superficial Marina) de sensores seleccionados
- Avanza la capacidad de procesamiento de imágenes de teledetección usando SeaDAS

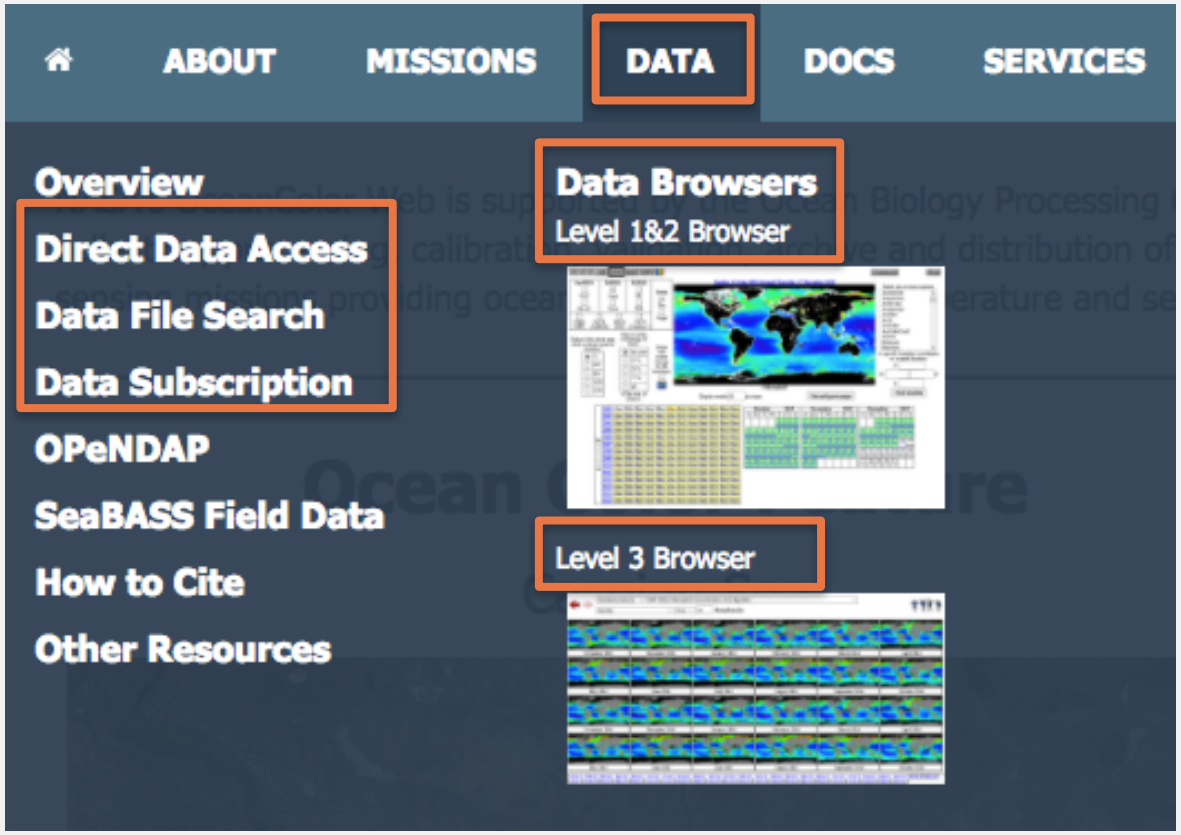


OceanColor Web: Búsqueda y Acceso a Datos

https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/

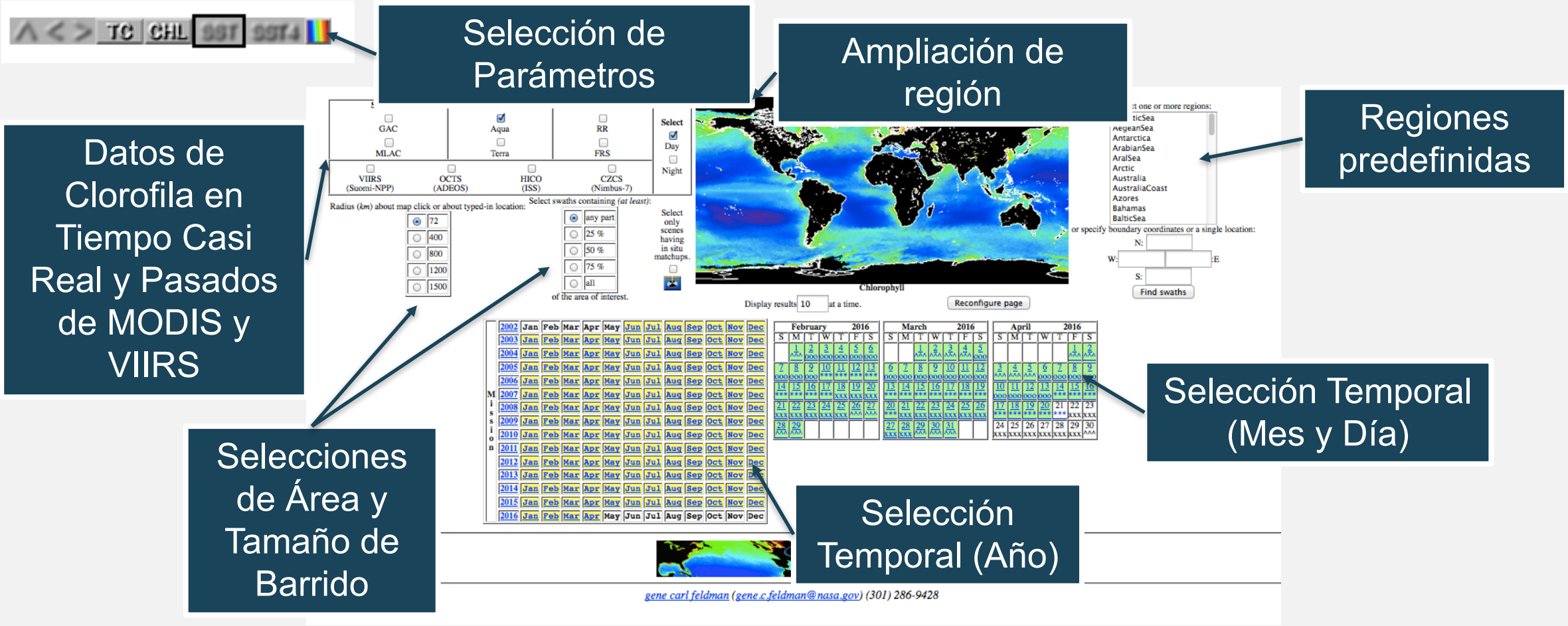






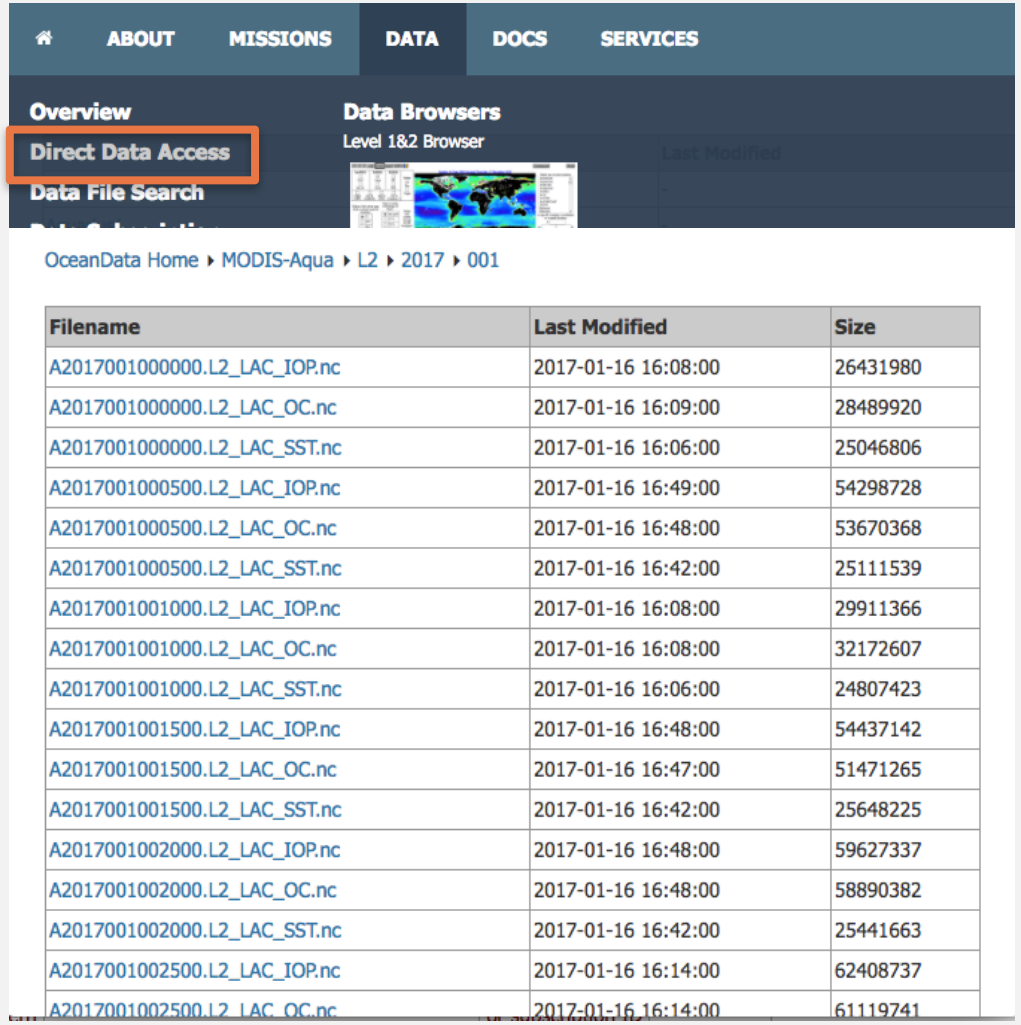
OceanColor Web: Imágenes N1 y Visualización de Datos N2

https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/



OceanColor Web: Imágenes N1 y Descarga de Datos N2

https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/



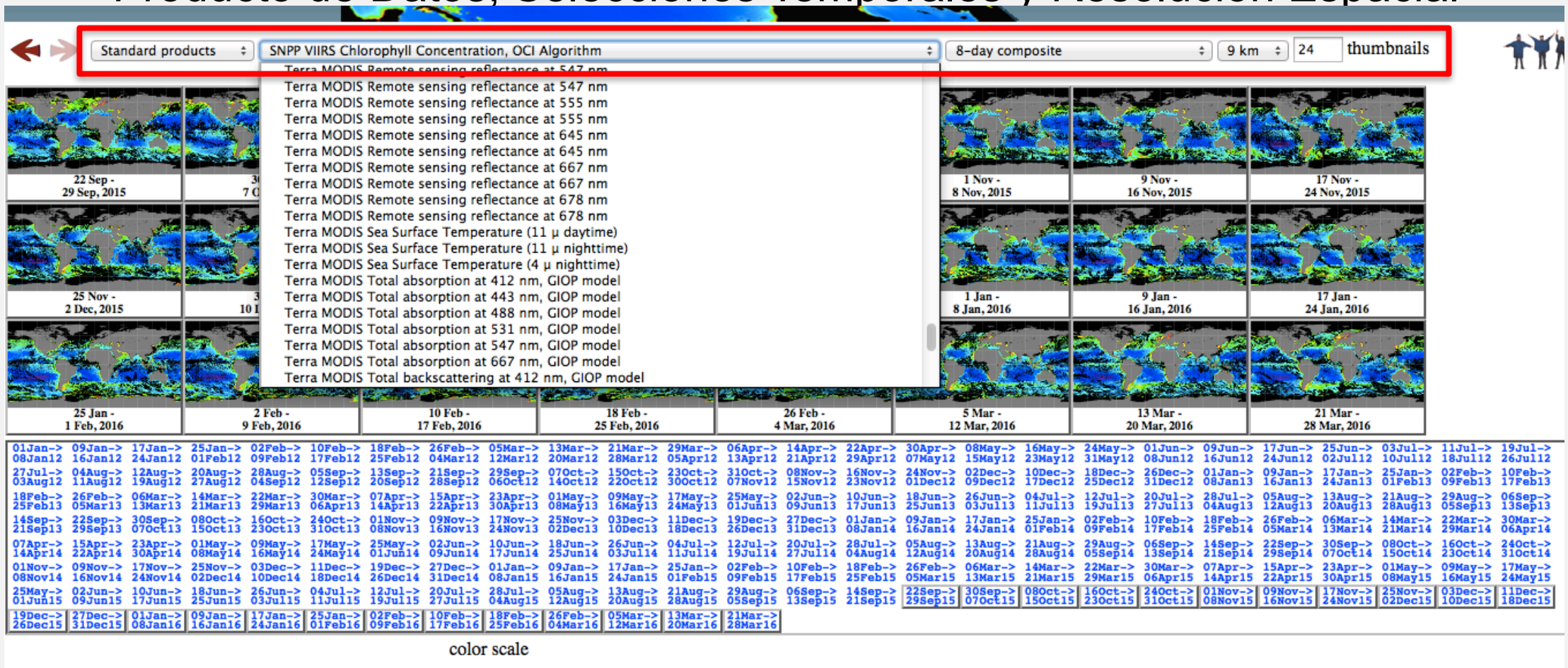
Filename	Last Modified	Size
A2017001000000.L2_LAC_IOP.nc	2017-01-16 16:08:00	26431980
A2017001000000.L2_LAC_OC.nc	2017-01-16 16:09:00	28489920
A2017001000000.L2_LAC_SST.nc	2017-01-16 16:06:00	25046806
A2017001000500.L2_LAC_IOP.nc	2017-01-16 16:49:00	54298728
A2017001000500.L2_LAC_OC.nc	2017-01-16 16:48:00	53670368
A2017001000500.L2_LAC_SST.nc	2017-01-16 16:42:00	25111539
A2017001001000.L2_LAC_IOP.nc	2017-01-16 16:08:00	29911366
A2017001001000.L2_LAC_OC.nc	2017-01-16 16:08:00	32172607
A2017001001000.L2_LAC_SST.nc	2017-01-16 16:06:00	24807423
A2017001001500.L2_LAC_IOP.nc	2017-01-16 16:48:00	54437142
A2017001001500.L2_LAC_OC.nc	2017-01-16 16:47:00	51471265
A2017001001500.L2_LAC_SST.nc	2017-01-16 16:42:00	25648225
A2017001002000.L2_LAC_IOP.nc	2017-01-16 16:48:00	59627337
A2017001002000.L2_LAC_OC.nc	2017-01-16 16:48:00	58890382
A2017001002000.L2_LAC_SST.nc	2017-01-16 16:42:00	25441663
A2017001002500.L2_LAC_IOP.nc	2017-01-16 16:14:00	62408737
A2017001002500.L2_LAC_OC.nc	2017-01-16 16:14:00	61119741

- Datos Disponibles
  - Chl-a
  - SST
  - Propiedades Ópticas Inherentes

OceanColor Web: Visualización de Datos N3

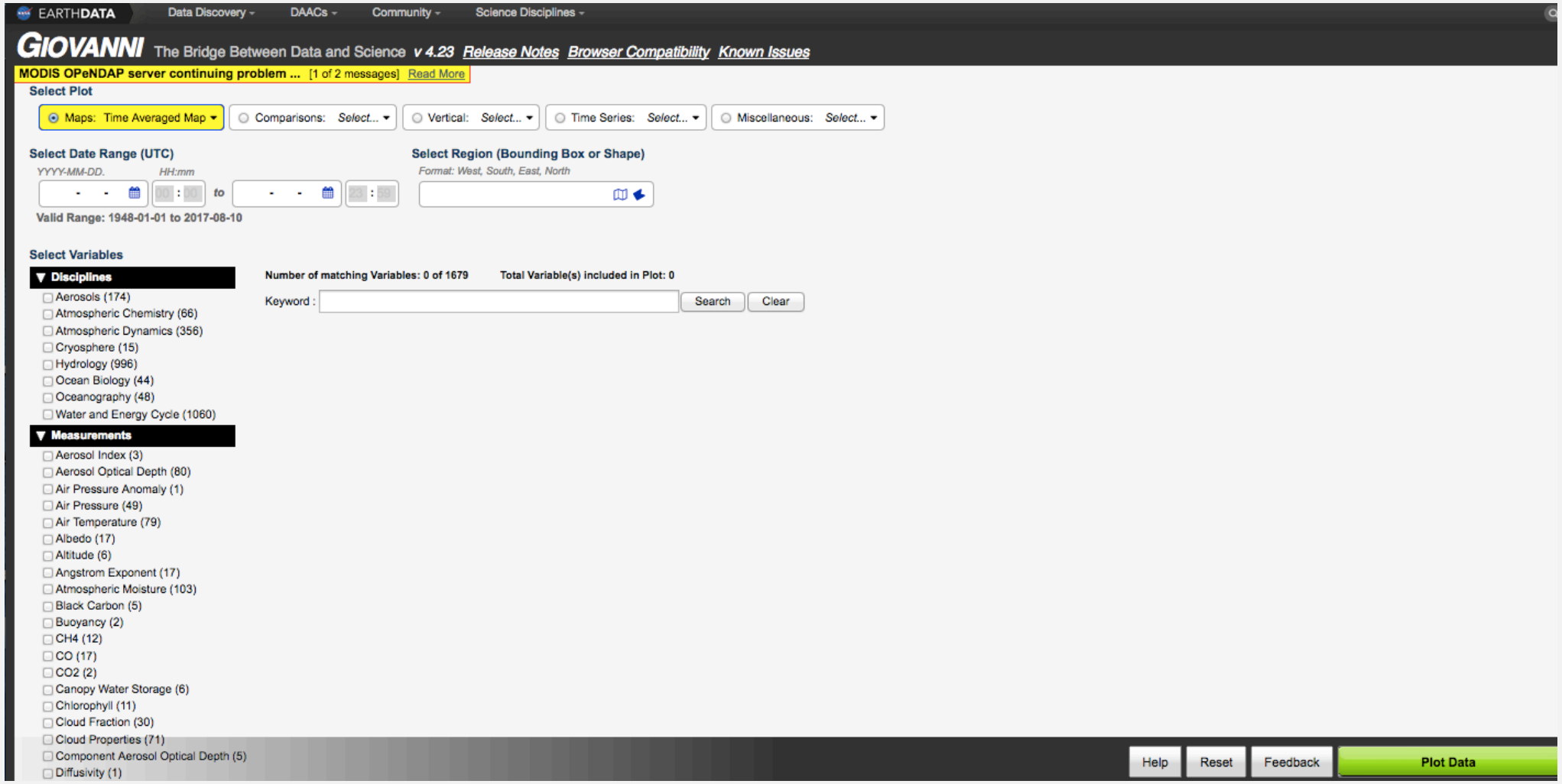
http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/

Producto de Datos, Selecciones Temporales y Resolución Espacial



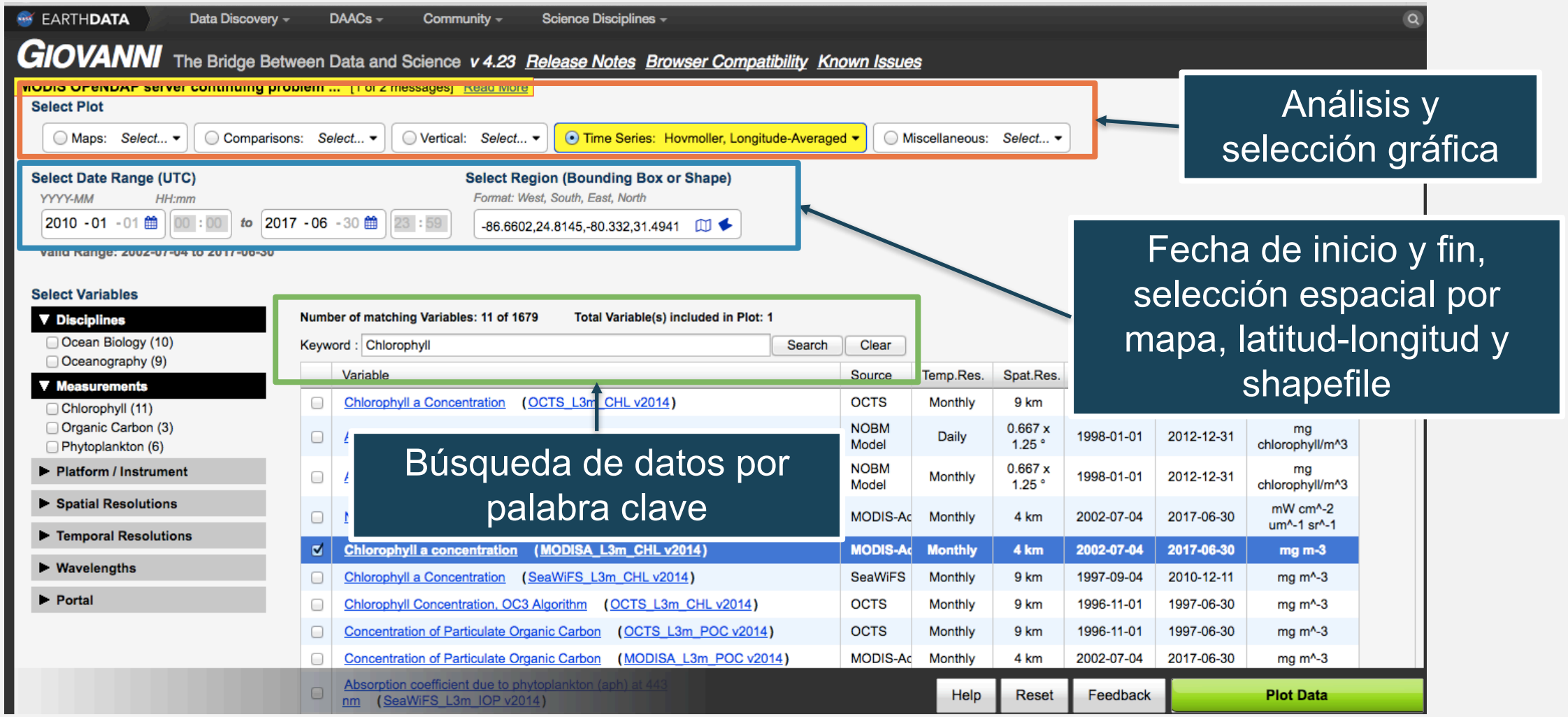
Giovanni: **G**eospatial **I**nteractive **O**nline **V**isualization **AN**d a**N**alysis **I**nfrastructure

http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/



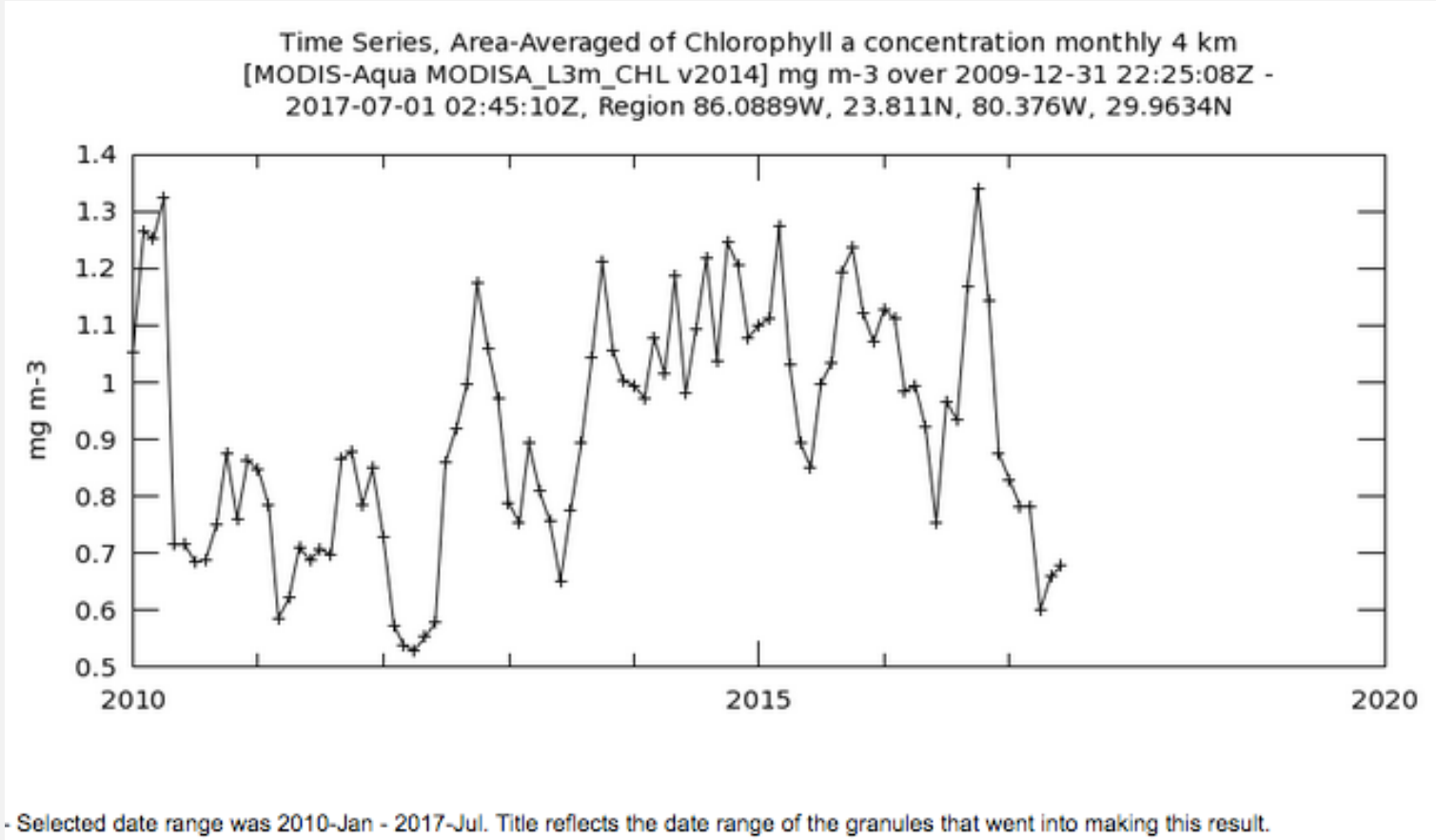
Giovanni: **G**eospatial **I**nteractive **O**nline **V**isualization **AN**d a**N**alysis **I**nfrastructure

http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/

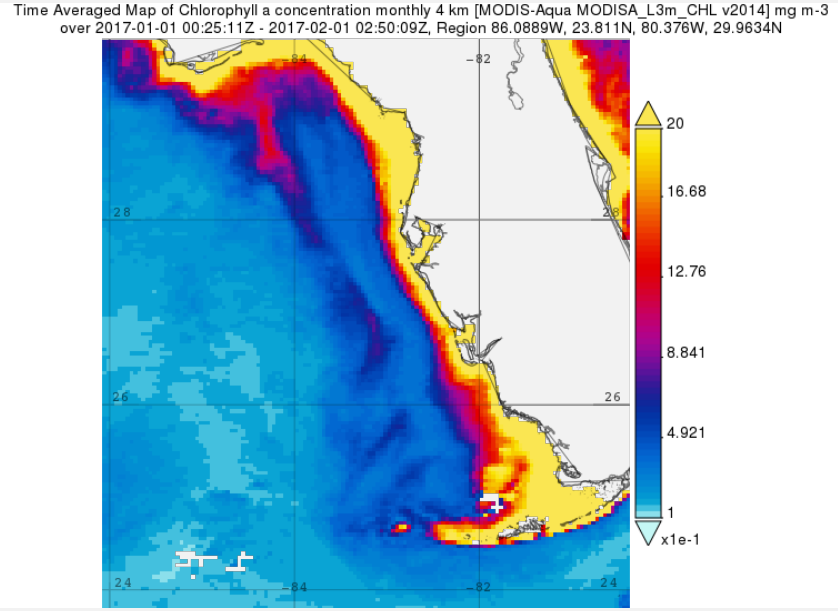


Giovanni: Concentración de Clorofila en el Golfo de México

http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/

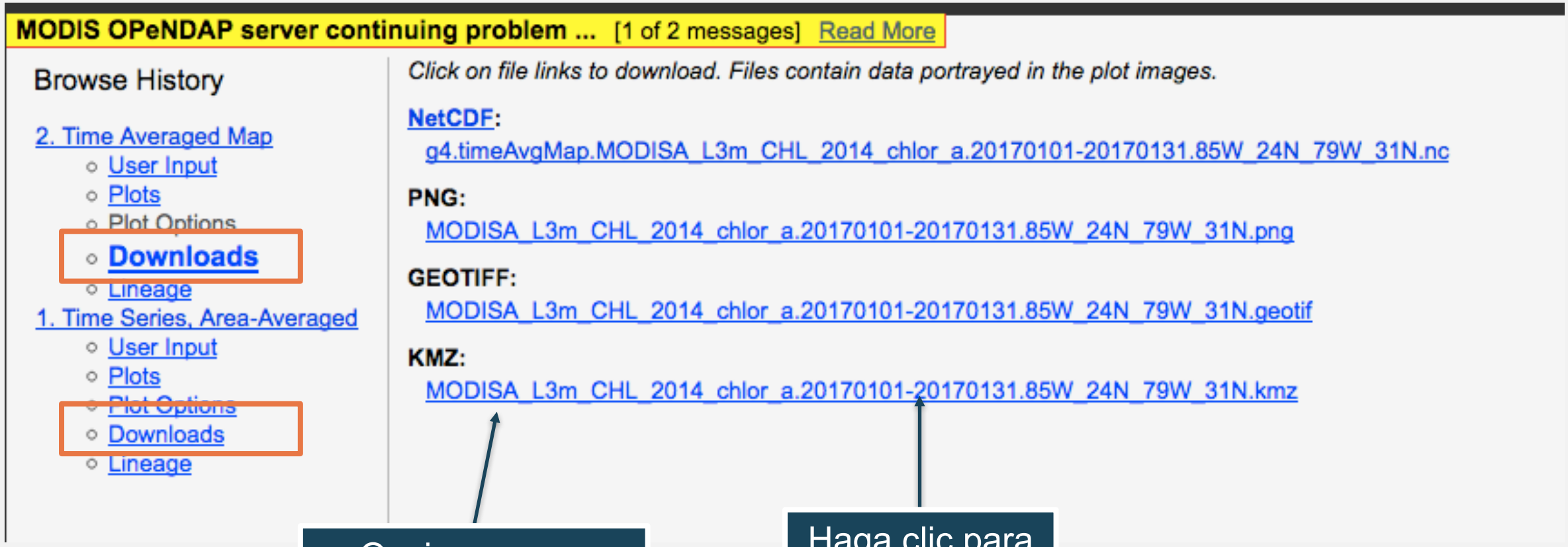


Enero de 2017



Giovanni: Descarga de Datos

http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/



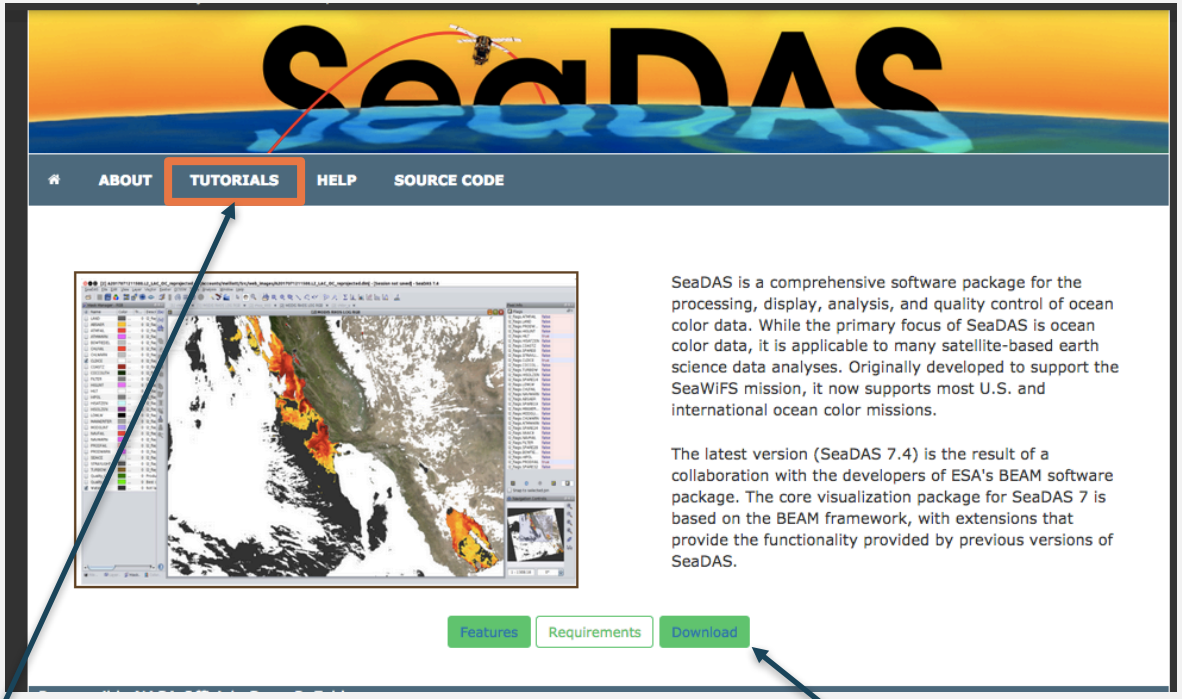
Opciones para múltiples formatos

Haga clic para descargar archivos

SeaDAS: Paquete de Análisis de Datos

http://seadas.gsfc.nasa.gov/

- SeaDAS es un paquete de análisis de imágenes comprensivo desarrollado para el procesamiento, visualización, análisis y control de calidad de datos del color oceánico
- La última versión (SeaDAS 7.4) se desarrolló en colaboración con los que desarrollaron el paquete de software BEAM de la ESA



Video de tutorial y presentaciones sobre SDAS

Descargar software

SeaDAS: Funcionalidades

http://seadas.gsfc.nasa.gov/

Visualization

- Very fast image display and navigation even of giga-pixel images
- Advanced layer management allows adding and manipulation of new overlays such as images of other bands, images from WMS servers or ESRI shapefiles
- Rich region-of-interest definitions for statistics and various plotting funtions
- Easy bitmask definition and overlay
- Flexible band arithmetic using arbitrary mathematical expressions
- Accurate reprojection and ortho-rectification to common map projections
- Geo-coding and rectification using ground control points
- Coastline, land/water masking for navigated data
- Store and restore the current session including all opened files, views and layers

Data Processing

SeaDAS offers the ability for users to process satellite data from a number of ocean color missions (both U.S. and International) through the various processing levels:

- Level 0 to Level 1 processing is offered for the MODIS sensors onboard the Terra and Aqua spacecraft
- Level 1 to Level 2 (l2gen)
- Level 2 to Level 3 binned (l2bin)
- Temporal binning of Level 3 (l3bin)
- Mapping of Level 1 data (l1mapgen)
- Mapping of Level 2 data (l2mapgen)
- Mapping of Level 3 binned data (smigen)
- Browse file creation (l1brsgen,l2brsgen)

SeaDAS: Requisitos de Sistema

http://seadas.gsfc.nasa.gov/

- Versión sólo para visualizar
- Versión para visualizar y procesar datos
- Uno puede analizar múltiples misiones
- Se requiere capacitación avanzada para descargar, instalar y usar SeaDAS

SeaDAS Configuration and Requirements

SeaDAS is currently available for Linux, Mac OS X, and Windows. The Windows version currently does not support the science data processing code. The SeaDAS source code is publicly available.

Suggested Hardware Requirements:

Platforms:	Linux Intel Mac OS X
Memory:	256MB minimum, 1GB+ suggested
Disk:	SeaDAS software package (display only version): ~200MB SeaDAS software package (with processing capabilities for all sensors): ~5GB 10GB of free space is also suggested for rudimentary data processing and storage.
Display:	15" Console or X-terminal with 20MB memory 1280x1024 resolution 24-bit X display plane depth 256 colors display minimum

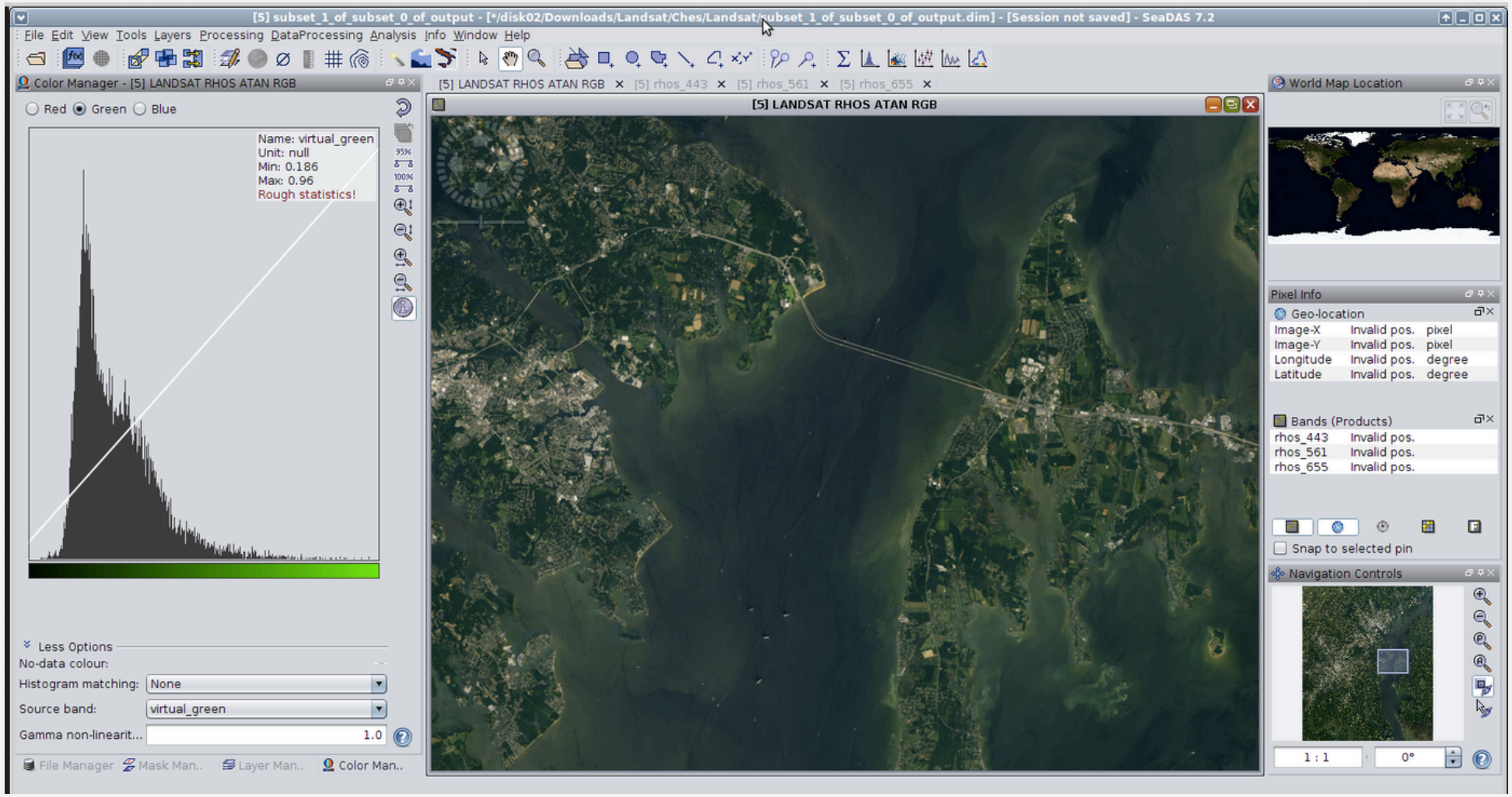
Requirements:
The core visualization package of SeaDAS is written in Java. A minimum Java JRE of version 1.7 is required. A suitable JRE is packaged with the Windows and MacOSX distributions. Linux users will need to separately install a suitable JRE.

Operating Systems:	**Linux:** tested on various versions of CentOS, Fedora, and Ubuntu **Intel Mac:** OS X 10.10
Optional Compilers:	gcc/g++/gfortran (version 4.5 or higher) or Intel Compilers

Program	***Version***	***Notes***
Java	JRE 1.7 or above	Windows and MacOSX distributions come with a suitable JRE Linux users will need to separately install a suitable JRE
Bash	4.x	version 3.x should work, but not tested necessary only for science code, thus not required for Windows distributions
Python	2.6.5 or above	necessary only for science code, thus not required for Windows distributions; not (yet) compatible with version 3 and above
Git	1.7.9 or above	necessary only for science code install/update option, thus not required for Windows distributions
cURL	7.x or above	necessary only for science code install/update option, thus not required for Windows distributions

SeaDAS: Ejemplo

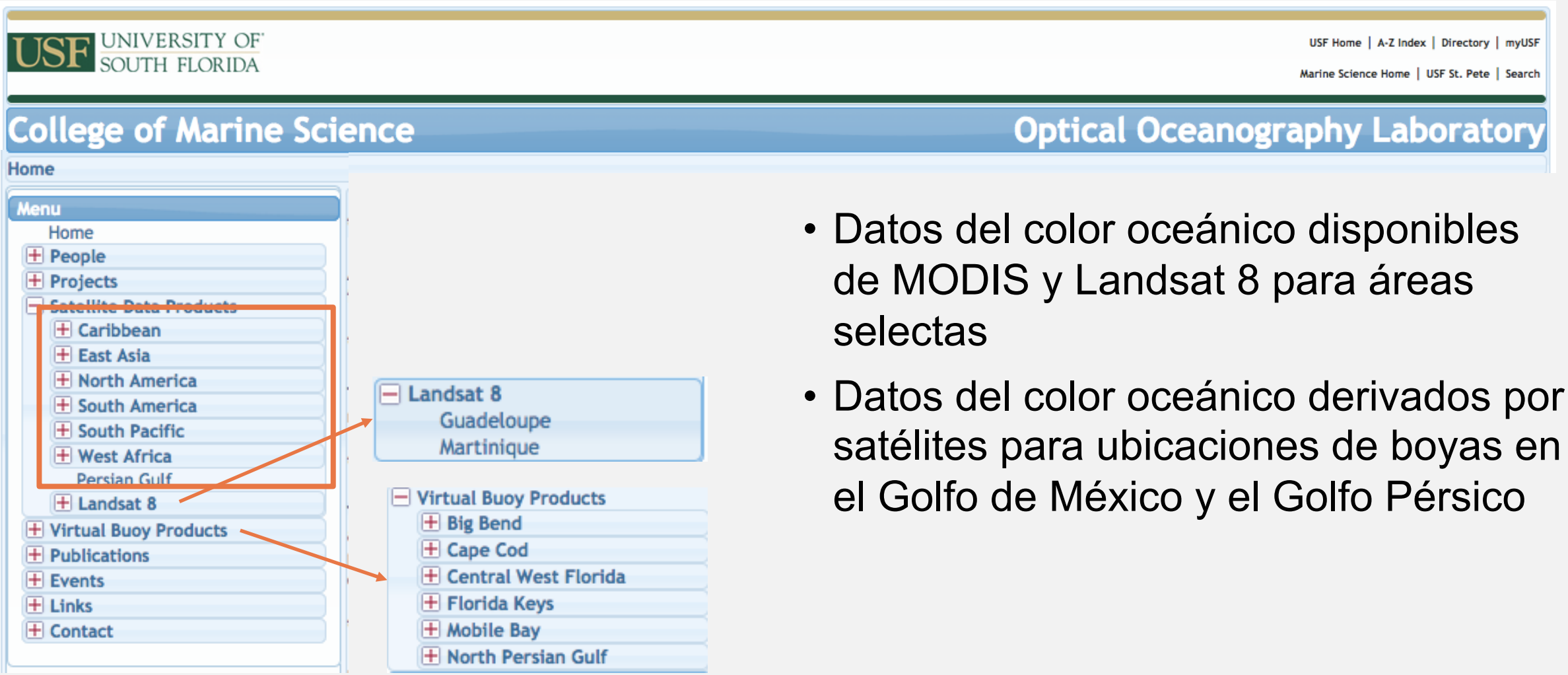
http://seadas.gsfc.nasa.gov/



Ejemplos de Herramientas para el Monitoreo de HABs

El Monitoreo de Chl-a y SST Usando MODIS y Landsat 8

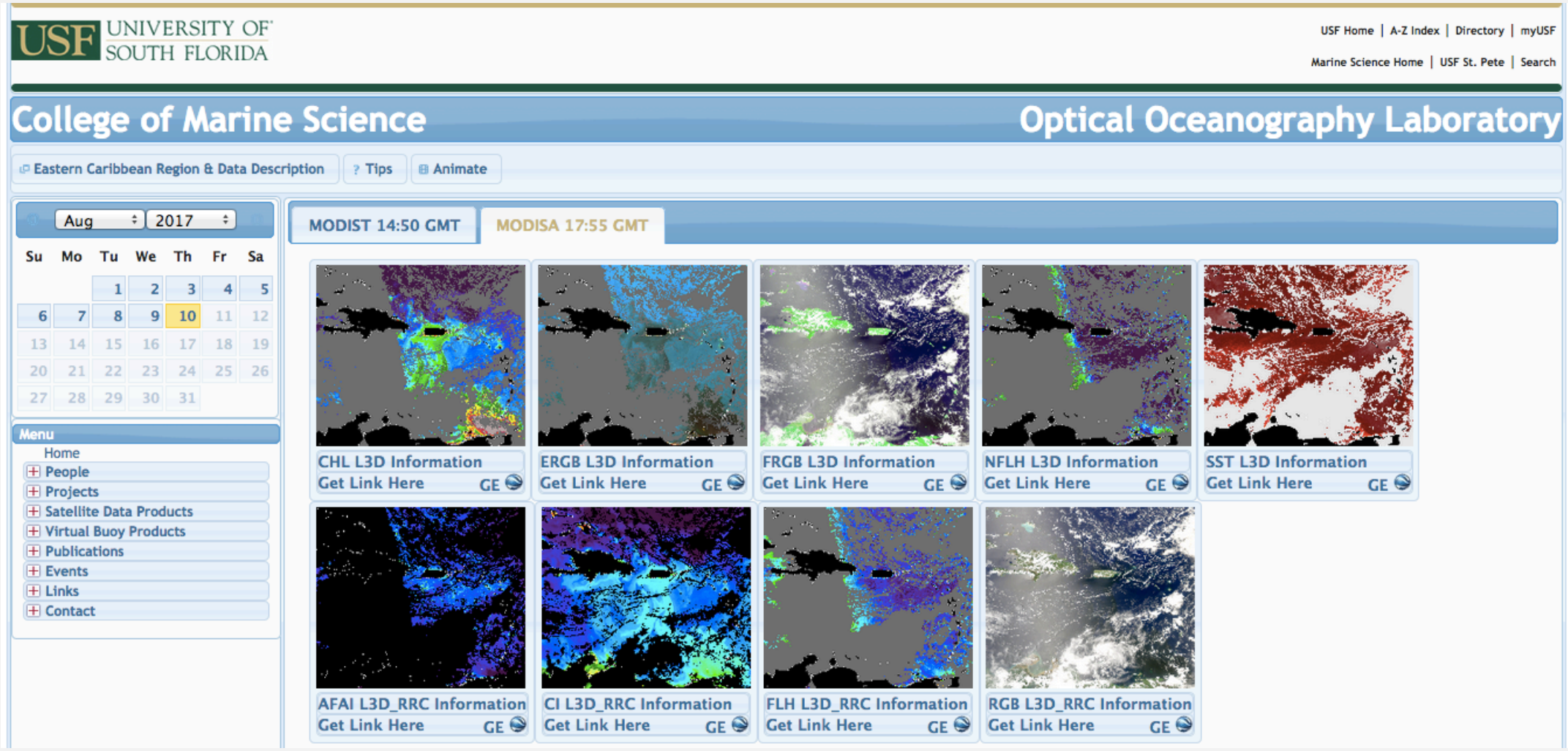
http://optics.marine.usf.edu/



- Datos del color oceánico disponibles de MODIS y Landsat 8 para áreas selectas
- Datos del color oceánico derivados por satélites para ubicaciones de boyas en el Golfo de México y el Golfo Pérsico

Datos del Color Oceánico de Aqua y Terra MODIS

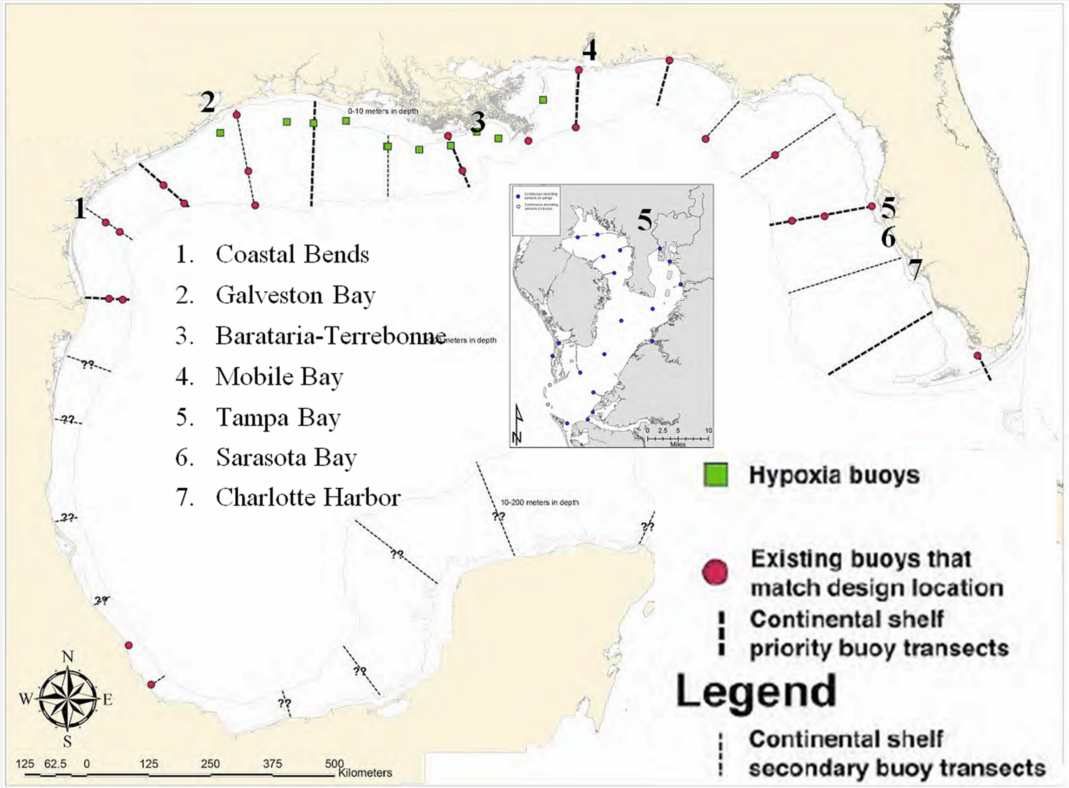
http://optics.marine.usf.edu/cgi-bin/optics_data?roi=ECARIB&current=1/

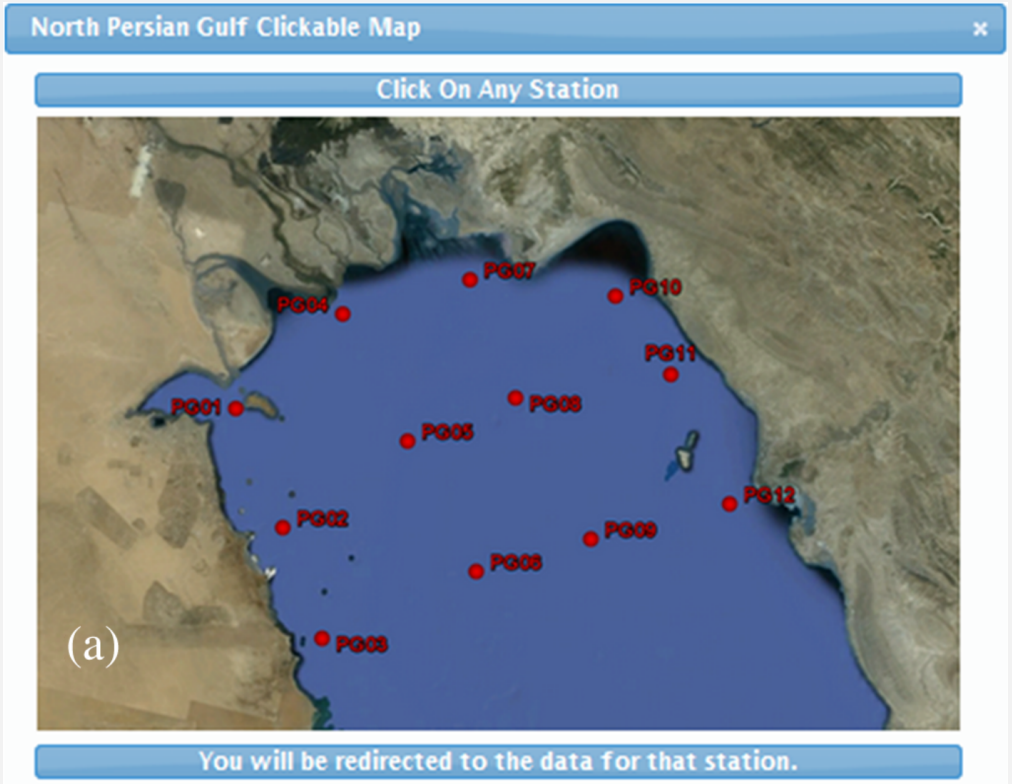


El Monitoreo de Chl-a t SST Usando MODIS y Landsat 8

http://optics.marine.usf.edu/

Ubicaciones de Boyas en el Golfo de México y el Golfo Pérsico de Hu et al. (2014)





Referencia: Hu ei al. 2014, Satellite-based virtual buoy system to monitor coastal water quality, Opt. Eng. 2013;53(5):051402. doi:10.1117/1.OE.53.5.051402.

Datos del Color Oceánico de MODIS

http://optics.marine.usf.edu/

En la Ubicación de Una Boya en la Bahía de Tampa

Station Name: TB 01 Tampa Bay Clickable Map

Latitude: 27.9002

Longitude: -82.5920

Depth in Meters: 2.5

Current Imagery: /cgi-bin/optics_data?roi=CWFL&current=1

The table below shows the current conditions (most recent weekly and monthly means) at station TB 01, derived from MODIS data. Also included are conditions for the current week and month from last year, as well as the long term means (climatologies).

Current conditions which exceed one standard deviation from the climatological mean are considered "anomalies" and are color coded. Positive chlorophyll anomalies, for example, may indicate phytoplankton bloom conditions at the station. Negative SST anomalies in winter might adversely affect several marine organisms (e.g., manatees, fish, corals, and sea turtles).

Summary Table Guide

Severe Positive Anomaly	Current data ≥ 2 st. dev. above climatology
Moderate Positive Anomaly	Current data ≥ 1 st. dev. above climatology
No Anomaly	Current data within 1 st. dev. of climatology
Moderate Negative Anomaly	Current data ≤ 1 st. dev. below climatology
Severe Negative Anomaly	Current data ≤ 2 st. dev. below climatology

This table is intended to provide a visual guide to current and developing conditions at this station. However, caution must be used in interpreting anomaly data. Due to limitations of MODIS measurements, the normal climatological conditions for certain stations or time spans may not be fully characterized. As such, truly anomalous conditions may not be identified. Alternatively, detected anomalies may actually be within the climatological norm.

Current week number 31 in the table below is 7/30/2017 through 8/5/2017, current month is July of 2017.

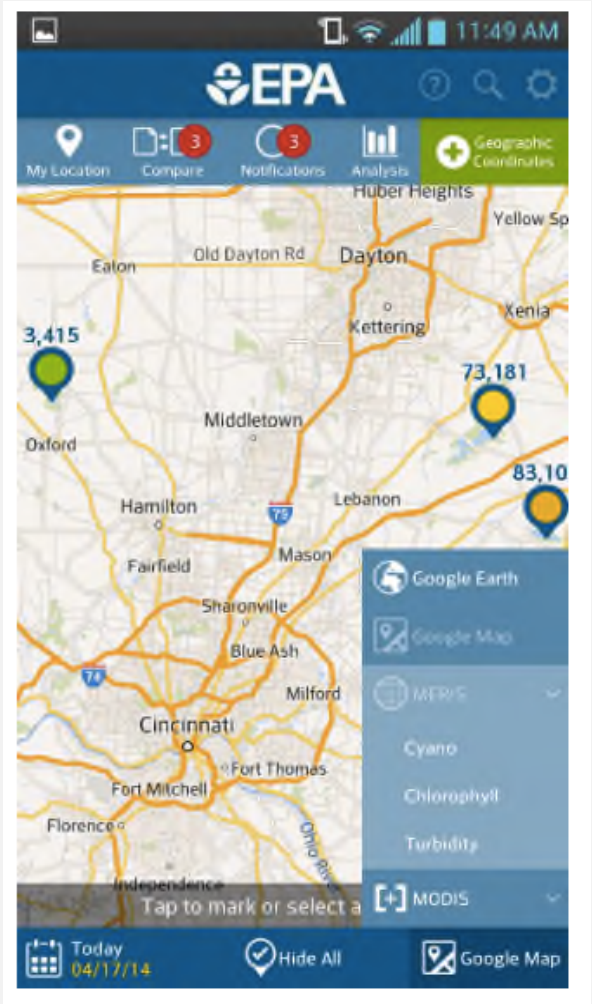
Product	Weekly Mean	Monthly Mean	Weekly Last Year	Monthly Last Year	Weekly Climatology	Monthly Climatology
SST (C°)	27.56	29.94	29.80	30.11	30.41	29.85
Chlorophyll-a (mg m^{-3})	No Data	3.72	No Data	6.67	7.31	5.43
Turbidity (NTU)	No Data	1.47	No Data	3.18	2.58	2.60
Secchi Disk Depth (m)	No Data	1.91	No Data	1.51	1.12	1.44
$K_d(488)$ (m^{-1})	No Data	0.50	No Data	0.65	1.13	0.73
Light Penetration (%)	No Data	28.32	No Data	19.17	5.62	15.43

Cyanobacteria Assessment Network (CyAN)

(Red de Evaluación de Cianobacterias)

https://www.epa.gov/water-research/cyanobacteria-assessment-network-cyan#decision%20support

- Un programa colaborativo entre la EPA, NOAA, NASA y el USGS
- Enfocado en un método temprano y uniforme de identificación de floraciones algales usando la teledetección satelital de Landsat, Sentinel-2 y Sentinel-3
- Desarrolla un sistema de apoyo a decisiones para partes interesadas

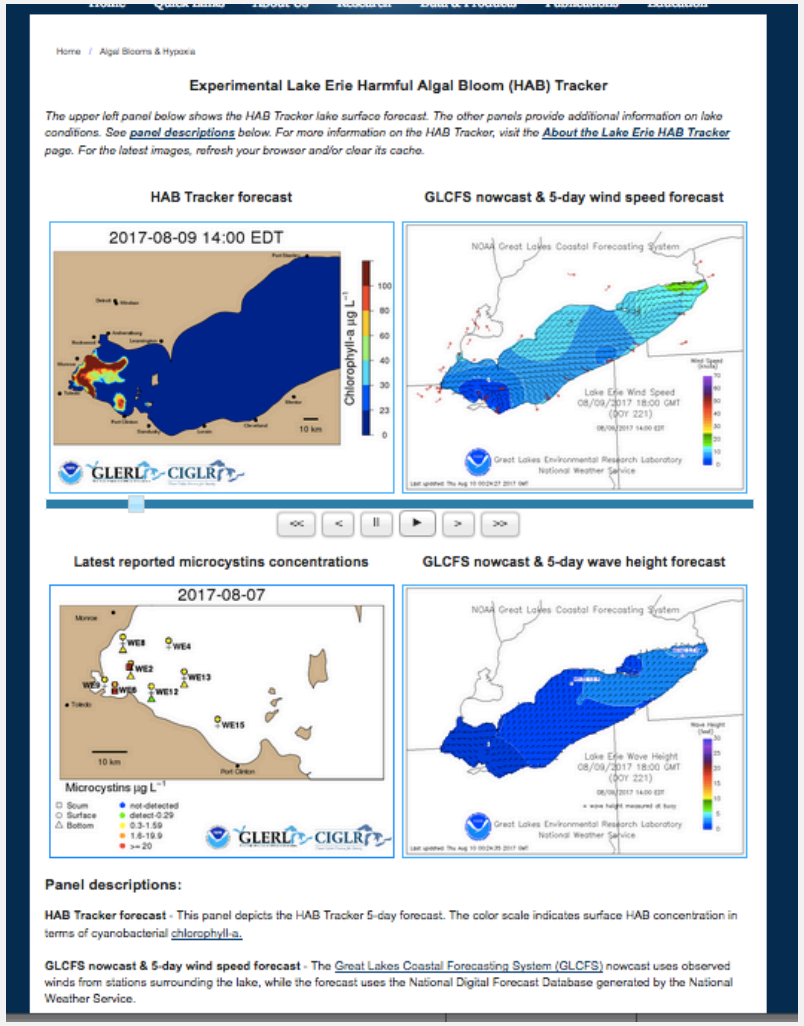


Se presentará más información sobre CyAN en la semana 4

Lake Erie HAB Tracker

https://www.glerl.noaa.gov/res/HABs_and_Hypoxia/habTracker.html

- Un modelo de pronósticos basado en:
  - Imágenes satelitales MODIS
  - Información de pronósticos meteorológicos
  - Corrientes modeladas como en el lago Erie
- Brinda:
  - Mediciones de HABs basadas en la recolección de muestras de agua in situ
  - Pronósticos en tiempo casi real y de 5 días en cuanto a chl-a cianobacterial



Lake Erie HAB Tracker

https://www.glerl.noaa.gov/res/HABs_and_Hypoxia/habTracker.html

Densidad Cianobacterial Derivada por MODIS

Latest satellite-derived data used by the HAB Tracker

Sensors attached to satellites gather data, which is processed into the cyanobacterial index, an indicator of the abundance, or biomass, of the cyanobacteria associated with HABs. Processed satellite imagery is provided by the NOAA HAB Operational Forecasting System. The cyanobacterial index scale is converted to a cyanobacterial chlorophyll scale for use in the HAB Tracker, a similar indicator of cyanobacterial abundance.

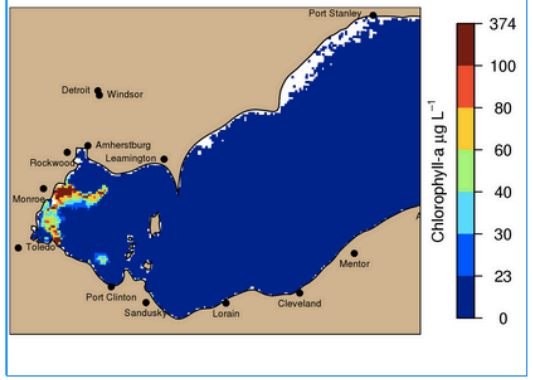
True-color satellite image of Lake Erie

2017-08-08 14:12 EDT

Latest usable (relatively cloud-free) satellite image of Lake Erie. For additional satellite imagery of Lake Erie, visit the NOAA Great Lakes CoastWatch webpage.

HABs extent analysis

2017-08-08 13:00 EDT

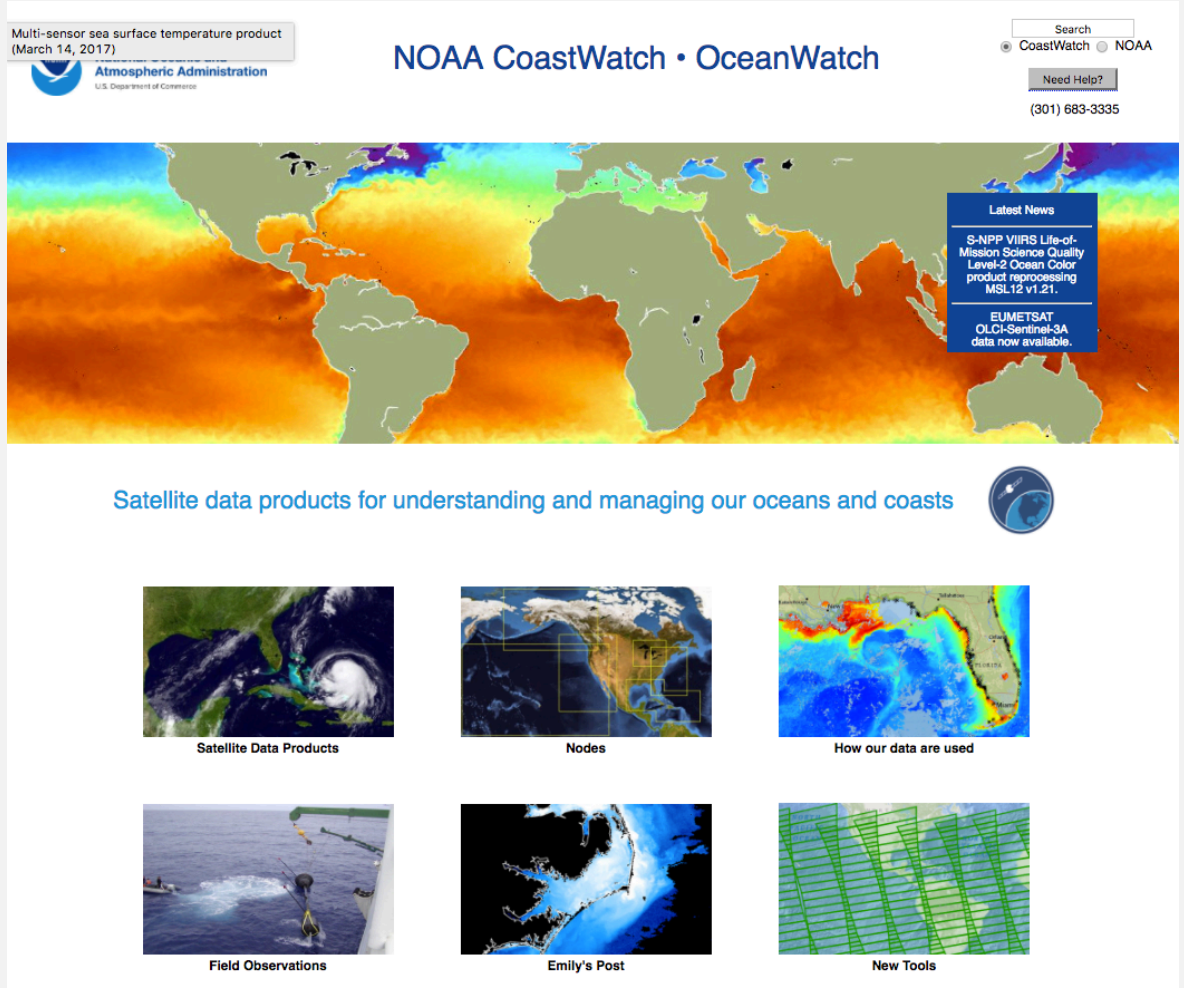


Latest HAB extent analysis from valid satellite imagery above used to update the bloom location in the model.

Photo Credit: NOAA GLERL

NOAA Coast Watch

https://coastwatch.noaa.gov/cw_html/index.html

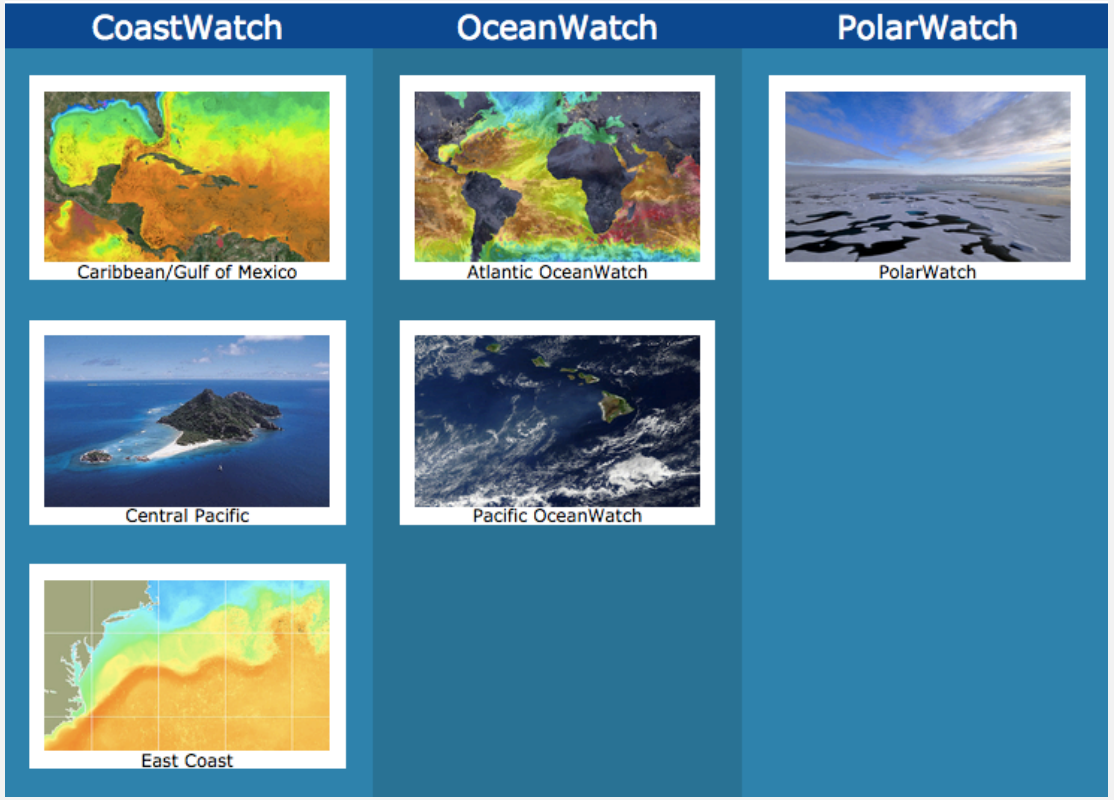


- Utiliza la teledetección para entender y gestionar los océanos
- Ofrece monitoreo de HABs sobre los océanos costeros

NOAA Coast Watch

https://coastwatch.noaa.gov/cw_html/index.html

- Brinda información para múltiples áreas costeras



- Productos satelitales utilizados
  - Imágenes de color real
  - Color Oceánico – Radiancias y Concentración de Clorofila-a
  - Temperatura Superficial Marina
  - Altura Superficial Marina
  - Salinidad Superficial Marina
  - Vientos Superficiales Marinos

NOAA Coast Watch

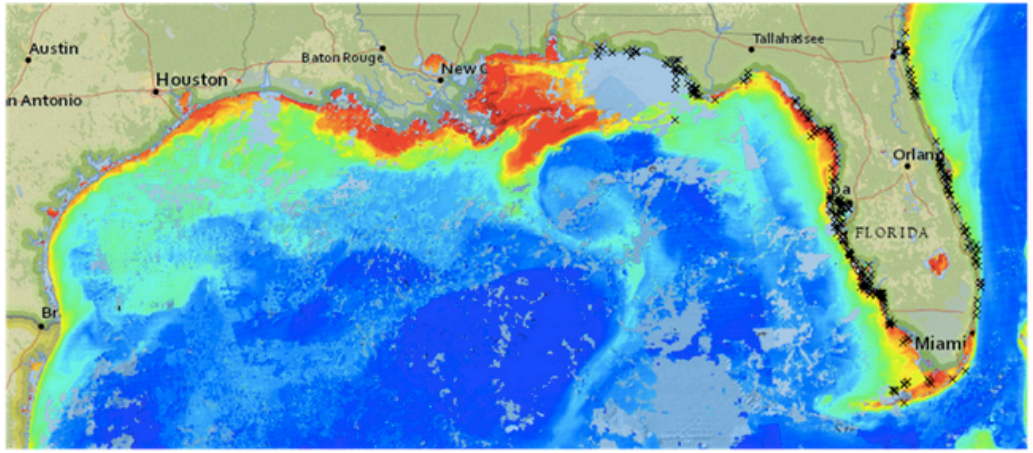
https://coastwatch.noaa.gov/cw_html/OceanColor.html

▾ Harmful Algal Bloom Monitoring and Forecasting in the Gulf of Mexico - 02/17

Harmful Algal Bloom Monitoring and Forecasting in the Gulf of Mexico - 02/17

Harmful algal blooms are a common occurrence in the Gulf of Mexico. Red tide blooms of the neurotoxin producing alga *Karenia brevis* are of particular concern. NOAA's National Ocean Service uses Coast Watch ocean color data along with cell counts and other environmental information to produce a Harmful Algal Blooms Observing System (HABSOS) and a Harmful Algal Bloom Operational Forecast System (HAB-OFS).

HABSOS is a combined data product distributed on an ArcGIS powered map. The system serves as a harmful algal bloom data resource for managers, scientists and the public. CoastWatch data available for visualization in HABSOS include chlorophyll-3 day composite data and chlorophyll anomaly data.



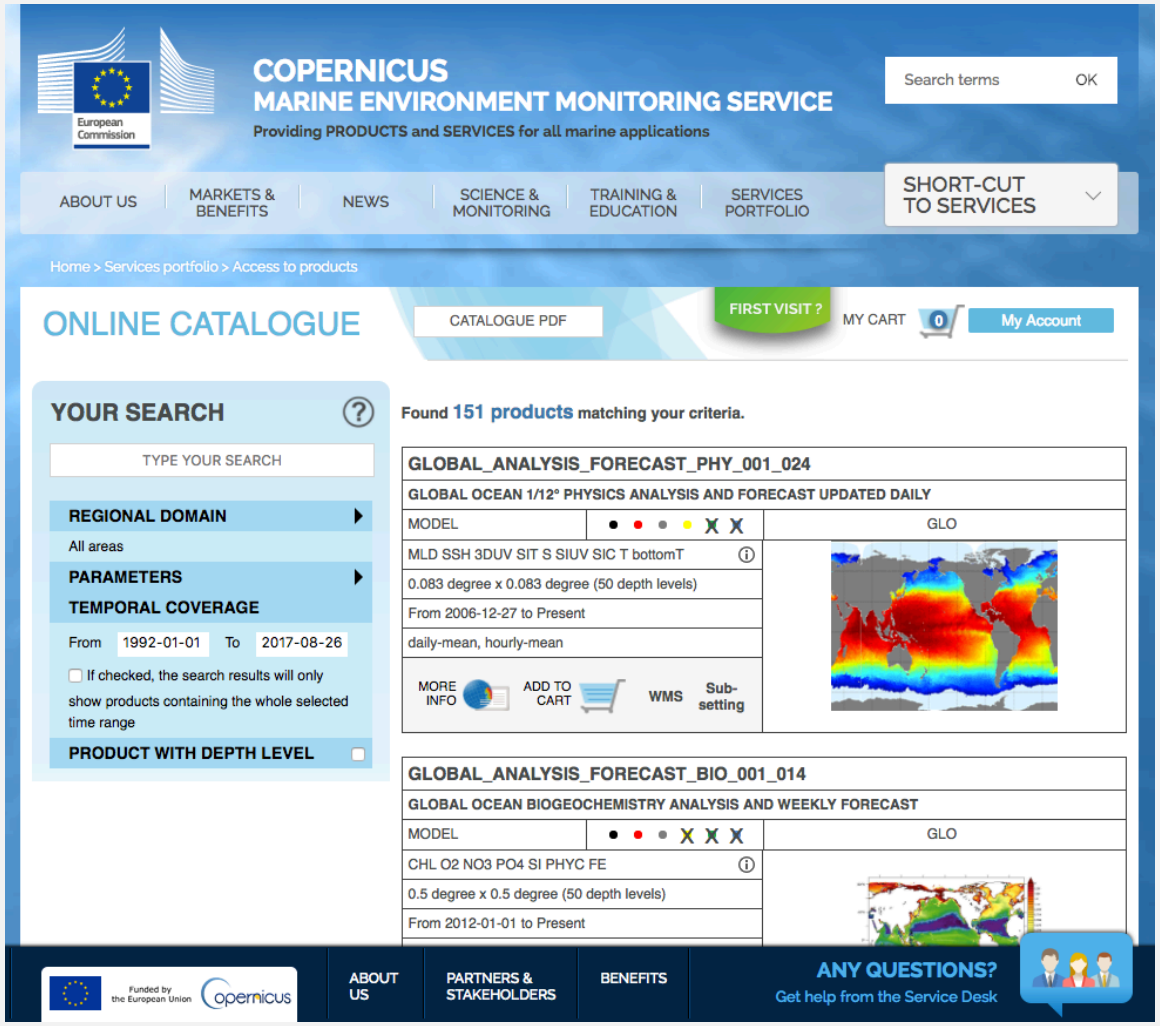
CoastWatch chlorophyll 3-day composite viewed on NOAA's HABSOS.

- Monitoreo de HABs basado en satélites
- Usa datos de teledetección en tiempo casi real de:
  - MODIS Aqua
  - VIIRS S-NPP
  - OLCI Sentinel-3

Copernicus Marine Environment Monitoring Service

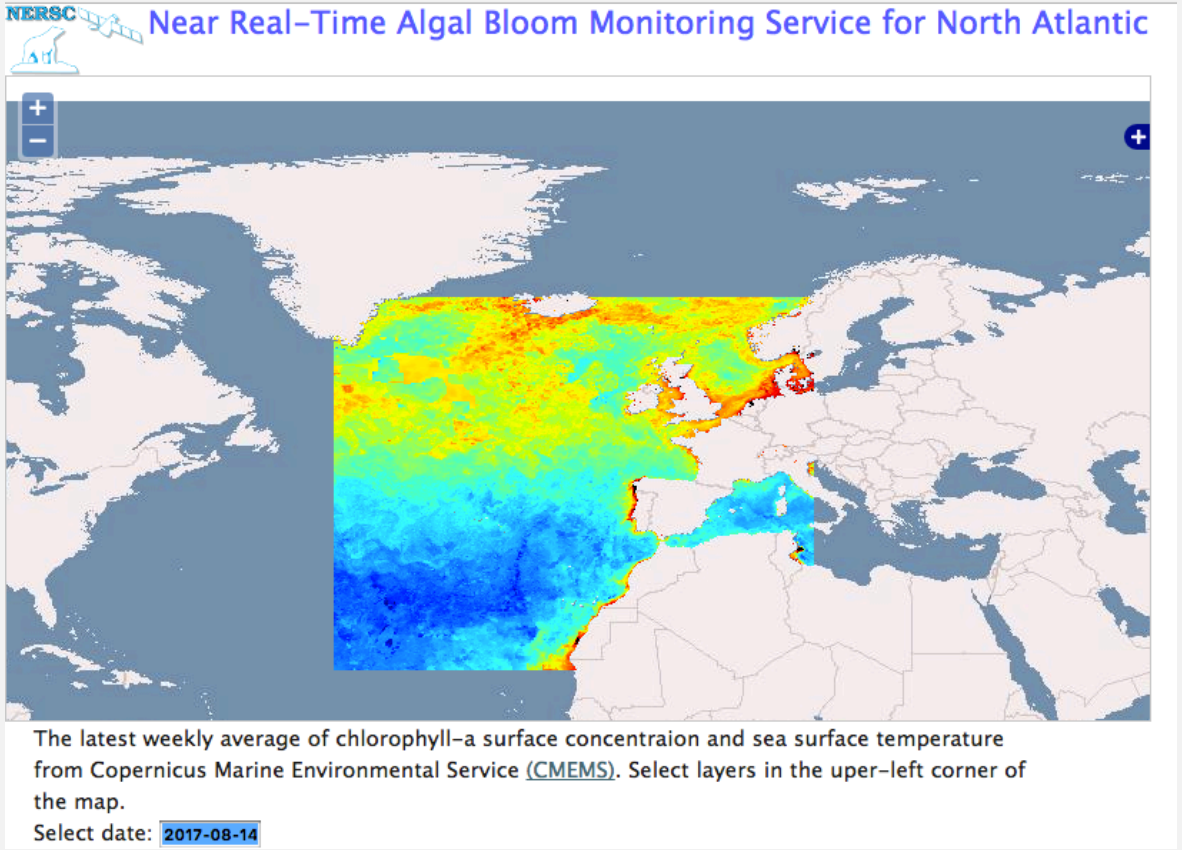
http://marine.copernicus.eu/

- Se combinan observaciones MODIS y VIIRS para monitorear HABs en el:
  - Atlántico Norte
  - Océano Ártico
  - Mar Báltico
  - Mar Negro
  - Mar Mediterráneo



Servicios de Monitoreo de Floraciones de Algas en Tiempo Casi Real en el Atlántico Norte

http://hab.nersc.no/



- Basados en datos del color oceánico del Copernicus Marine Environment Monitoring Service

Resumen

- La teledetección ofrece una cobertura global continua con observaciones consistentes comparado con las mediciones de puntos limitados de muestreo en la superficie o en base a naves.
- Las observaciones ópticas y casi infrarrojas de Landsat, Terra/Aqua MODIS, SNPP VIIRS, Sentinel-2 MSI y Sentinel-3 OLCI se usan operativamente para el monitoreo cualitativo y cuantitativo de HABs (Chl, and SST)

National Aeronautics and
Space Administration

ARSET

Applied Remote Sensing Training

http://arset.gsfc.nasa.gov

@NASAARSET

¡Gracias!

La próxima semana:

Entendiendo las HABs en el Ambiente Costero