



PCIS
PARQUE CIENTÍFICO DE
INNOVACIÓN SOCIAL
Corporación Universitaria Minuto de Dios

PROYECTO
SATELITES SOCIALES



La Noticia:

Lanzan SOS por contaminación en el Lago de Tota, en Boyacá

Estudiar **Constituyentes ópticamente activos** como:

Clorofila, Material suspendido total y Materia orgánica disuelta coloreada en el un Lago o Laguna

Información en:

<https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/problematika-del-lago-de-tota-en-boyaca-319058> (El tiempo, 2019)

Manuel Dávila Sguerra

Estas publicaciones presentan de forma general los procedimientos para llegar a resultados concretos. Intentamos hacer pedagogía en el tema de la lectura de imágenes satelitales además de obtener resultados finales

El sitio: Laguna de TOTA Colombia



Aquí vamos a comentar sobre la metodología para hacer un análisis de la calidad del agua utilizando series de tiempo para analizar los cambios que sufre la laguna

Objetivo del Algoritmo para medir la calidad del agua en una Laguna

Aplicar el procesador C2RCC basado en redes neuronales para determinar características Bioquímicas de la laguna

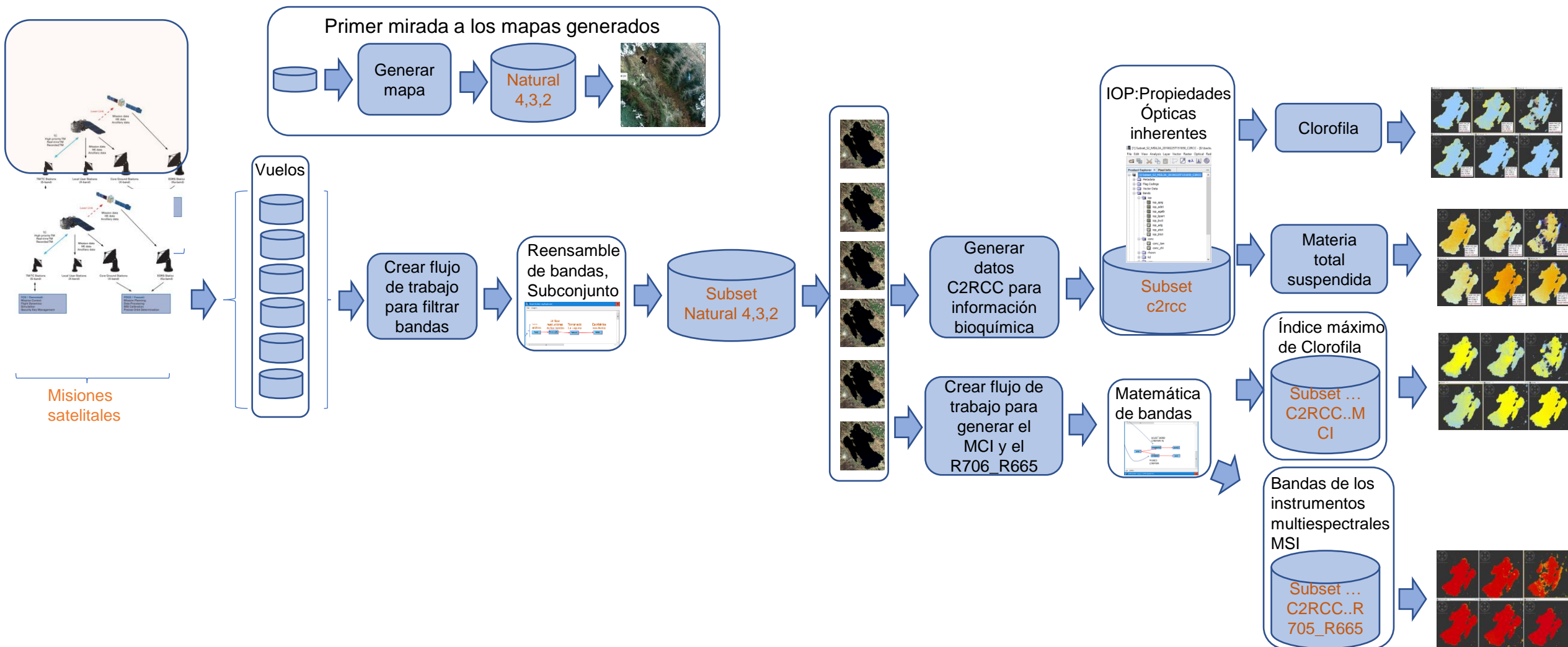
El procesador C2RCC se basa en una gran base de datos de reflectancias (la relación entre la energía reflejada contra la potencia total de energía.) de salida de agua simuladas y radiancias de la parte superior de la atmósfera relacionadas. Algunas características:

- **Color del agua**
- Uso de **Cámaras multiespectrales** de alta sensibilidad.
- **Propiedades ópticas** para la recuperación de los componentes del agua
- Redes neuronales del procesador C2RCC.
- **Indicadores remotos.** CDOM (Material orgánico disuelto coloreado), SPM, Chl-a, SAV, zb, C2RCC -> Chl-a (mg/m³), TSM (mg/m³), aCDOM(m-1)

<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/definitions>

ALGORITMO

Análisis de Agua en una Laguna utilizando series de tiempo

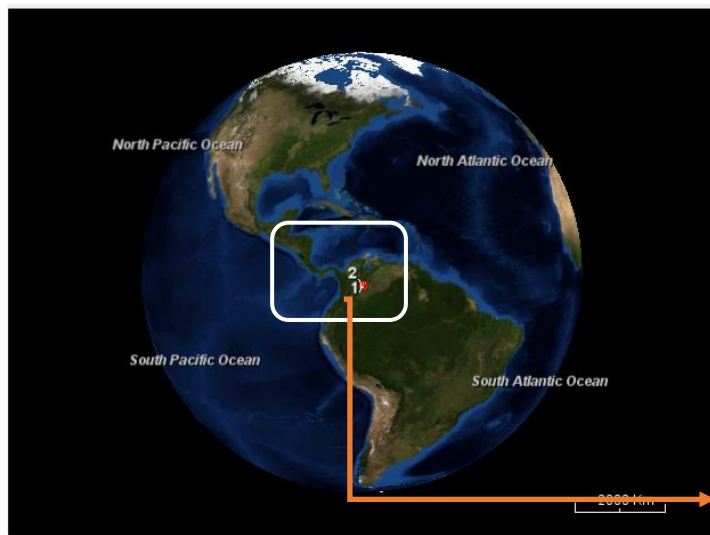


Medición de los factores bioquímicos

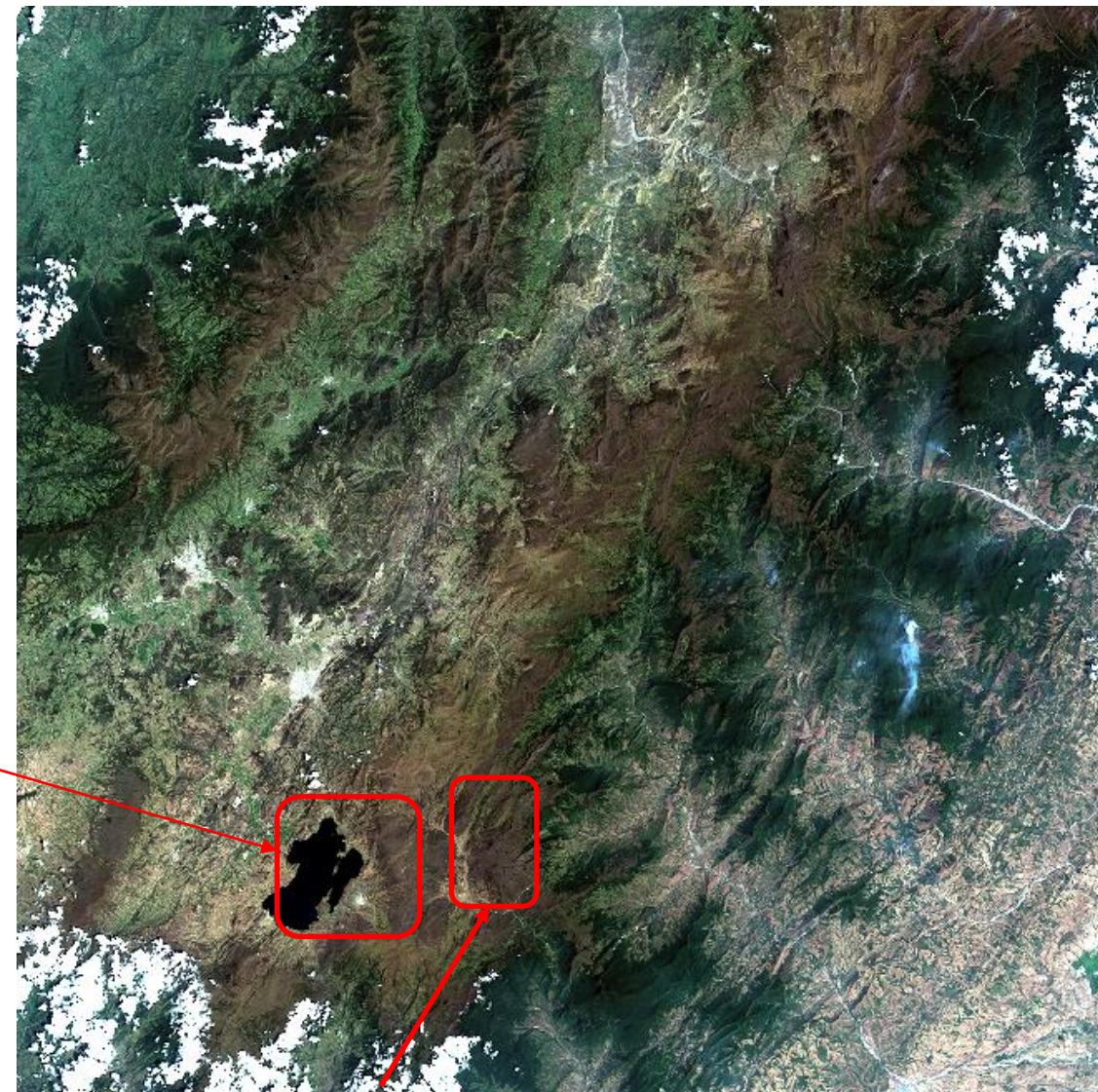
6 Vuelos del satélite **Sentinel-2** sobre el territorio de la Laguna de Tota del **25 de Febrero de 2019 hasta el 11 de Febrero de 2020** para analizar el estado del agua



Figure 1.1 Sentinel-2 satellite (ESA/ESA, Germany)



Laguna de Tota



Aquitania

Imagen natural bandas 4,3,2

Tipos de agua

Constituyentes ópticamente activos (OAC)

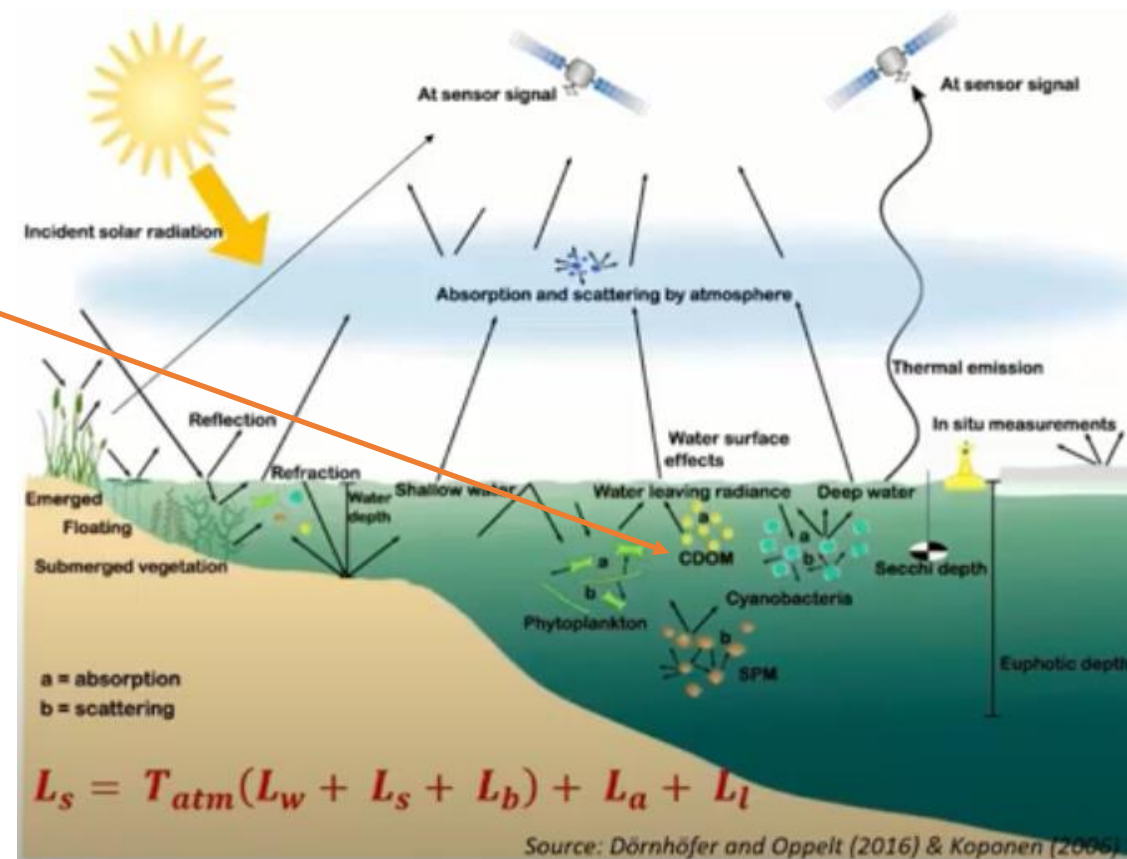
- **Clorofila-a (CHL_a)**
- **Material suspendido total (TSM / SPM)**
- **Materia orgánica disuelta coloreada (CDOM)**

Efecto de fondo y adyacencia

- **Agua ópticamente profunda** -> la superficie del agua, el cuerpo de agua y los componentes del agua son las principales fuentes de radiación del interior de un lago
- **Aguas ópticamente poco profundas**-> el agua que sale radiante incluye la radiación reflejada desde el fondo
- **Efecto de adyacencia**: lagos pequeños / estrechos o áreas costeras

Atmósfera

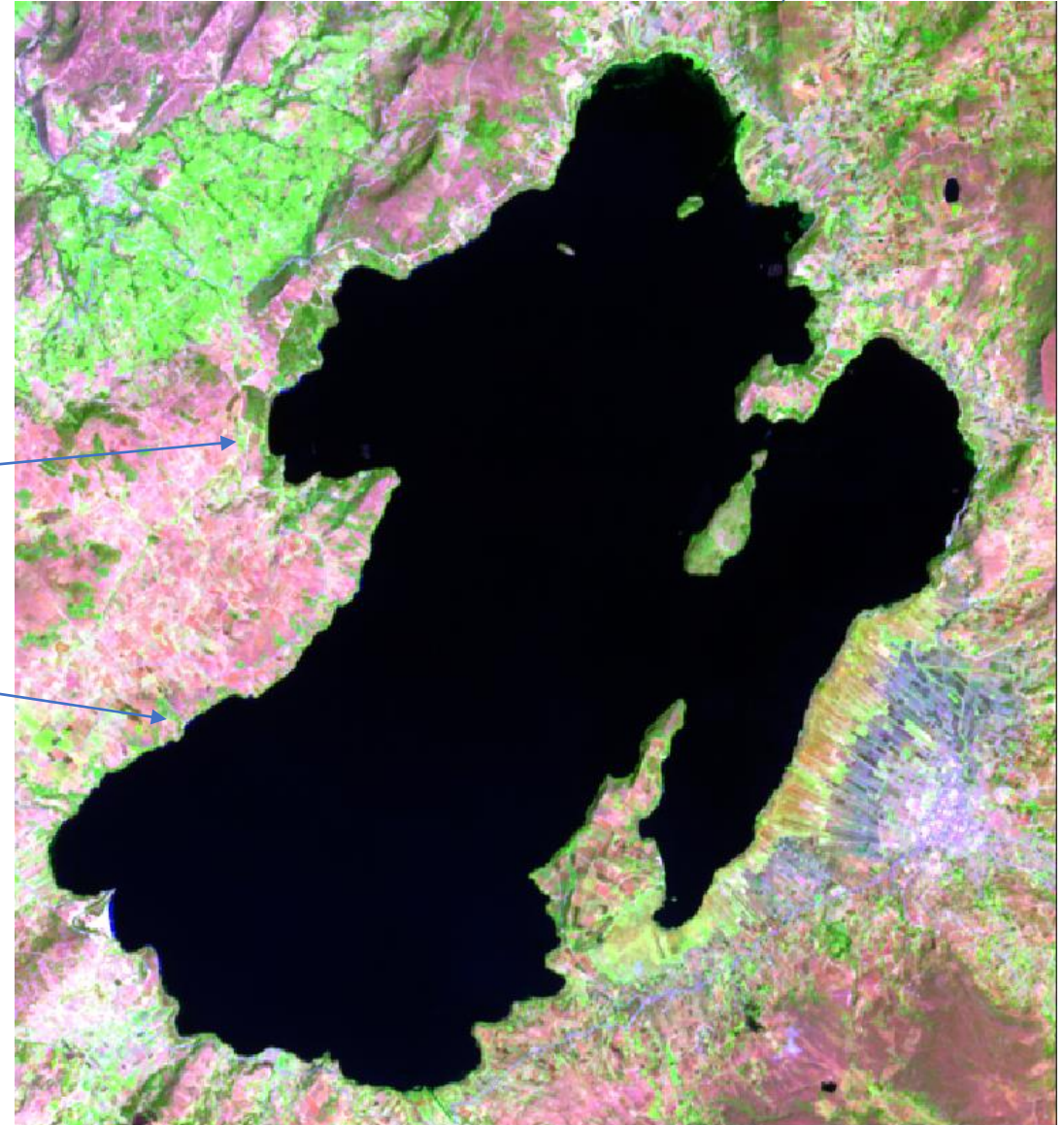
- El 90-98% de la señal en el sensor se origina en las contribuciones de la superficie del agua y la atmósfera
- **Solo el 2-10% incluye la señal interesante** para la teledetección del agua



Monitoreo de la calidad del agua. Proceso para determinar las características químicas, físicas y biológicas

Imagen Agrícola bandas 11,8A,2

Recordar la exagerada producción de cebolla
alrededor de la Laguna que la hace peligrar en la
pérdida de agua



Imágenes fechas distintas en color natural 4, 3, 2 y escogencia del territorio

The screenshot displays the SNAP (Sentinel Application Platform) interface. The main window shows six panels of satellite imagery, each representing a different date. The images show a forest area with a large, dark, irregularly shaped region that appears to be a cleared area or a specific feature of interest. The images are arranged in a 2x3 grid. The top row shows images [1], [2], and [3], and the bottom row shows images [4], [5], and [6]. The images show a progression of the dark region over time, with some images showing more white areas, possibly snow or a different type of clearing.

On the left side, there is a 'Product Explorer' panel with a list of sub-sets:

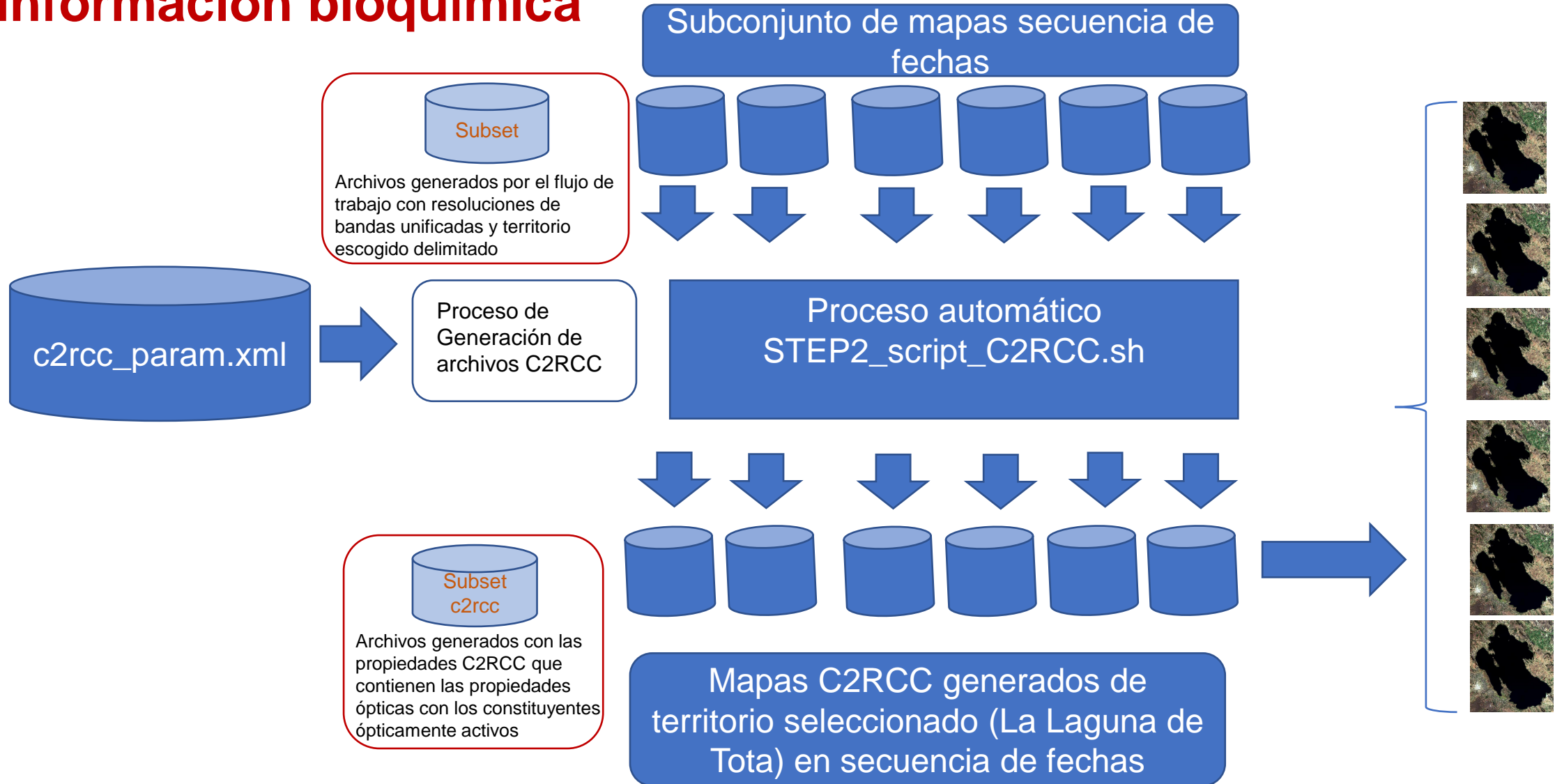
- [1] Subset_S2_MSIL2A_20190225T151659
- [2] Subset_S2_MSIL2A_20190725T151709
- [3] Subset_S2_MSIL2A_20200111T151659
- [4] Subset_S2_MSIL2A_20200210T151659
- [5] Subset_S2_MSIL2A_20200301T151659
- [6] Subset_S2_MSIL2A_20200311T151659

Below the list, there is a section titled 'Fechas' (Dates) with the text: 'Vista de los Subconjuntos generados en orden de fechas' (View of the sub-sets generated in order of dates).

At the bottom left, there is a 'World View' panel showing a histogram for a band named 'B4'. The histogram shows a distribution of values, with a peak around 0.16. The statistics shown are: Name: B4, Unit: dl, Min: 0.023, Max: 0.443, and 'Rough statistics!'. The x-axis is labeled '2.37E-2' and '0.16'.

The bottom of the interface shows navigation controls for X, Y, Lat, Lon, and Zoom/Level.

Diagrama funcional para generar los datos C2RCC: información bioquímica



Propiedades ópticamente activas creadas por el proceso C2RCC

Concentración de Clorofila

Colour	Value
	0.195
	0.202
	0.202
	2.719
	18.331

Niveles de clorofila

Niveles de Clorofila

Concentraciones de propiedades ópticas inherentes
Conc_tsm: Materia total suspendida
conc_chl: concentración de clorofila

Product Explorer:

- Subset_S2_MSIL2A_20190225T151659_C2RCC
- Metadata
- Flag Codings
- Vector Data
- Bands
 - iop
 - iop_apig
 - iop_adet
 - iop_agelb
 - iop_bpart
 - iop_bwit
 - iop_adg
 - iop_atot
 - iop_btot
 - conc
 - conc_tsm
 - conc_chl
 - rhownd
 - kd
 - unc
 - c2rcc_flags

Navigation - [13] c... World View x Uncertainty Visua... Colour Manipulati...

Off Globe

2000 Km

X 339 Y 623 Lat 5°32'34" N Lon 72°56'42" W Zoom 1:15.0 Level 0

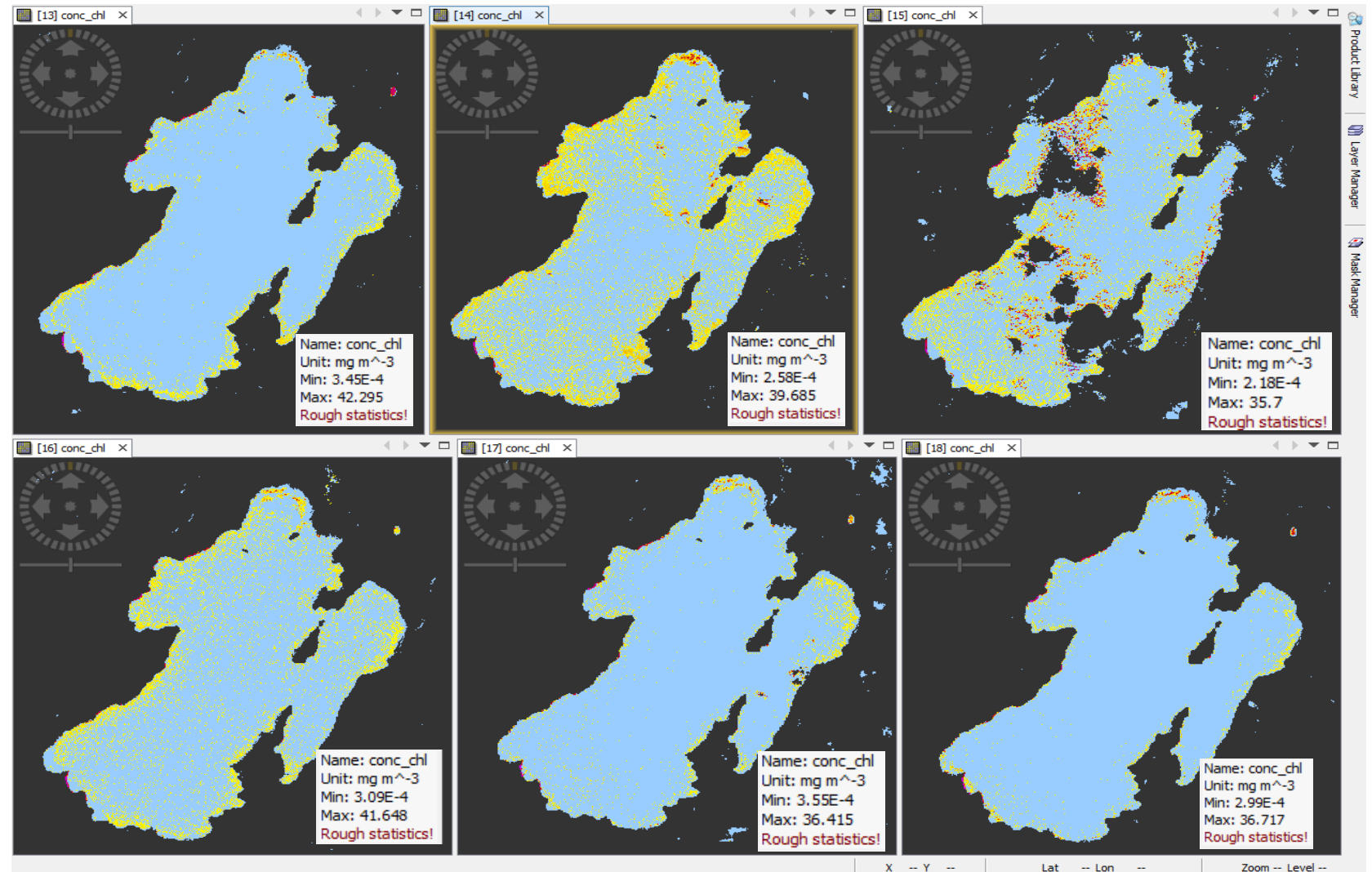
Propiedades ópticamente activas creadas por el proceso C2RCC Concentración de Clorofila diversas fechas

Clorofila `conc_chl`

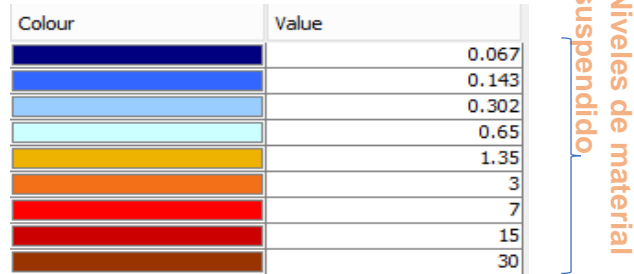
Colour	Value
	0.195
	0.202
	0.202
	2.719
	18.331

Niveles de
clorofila

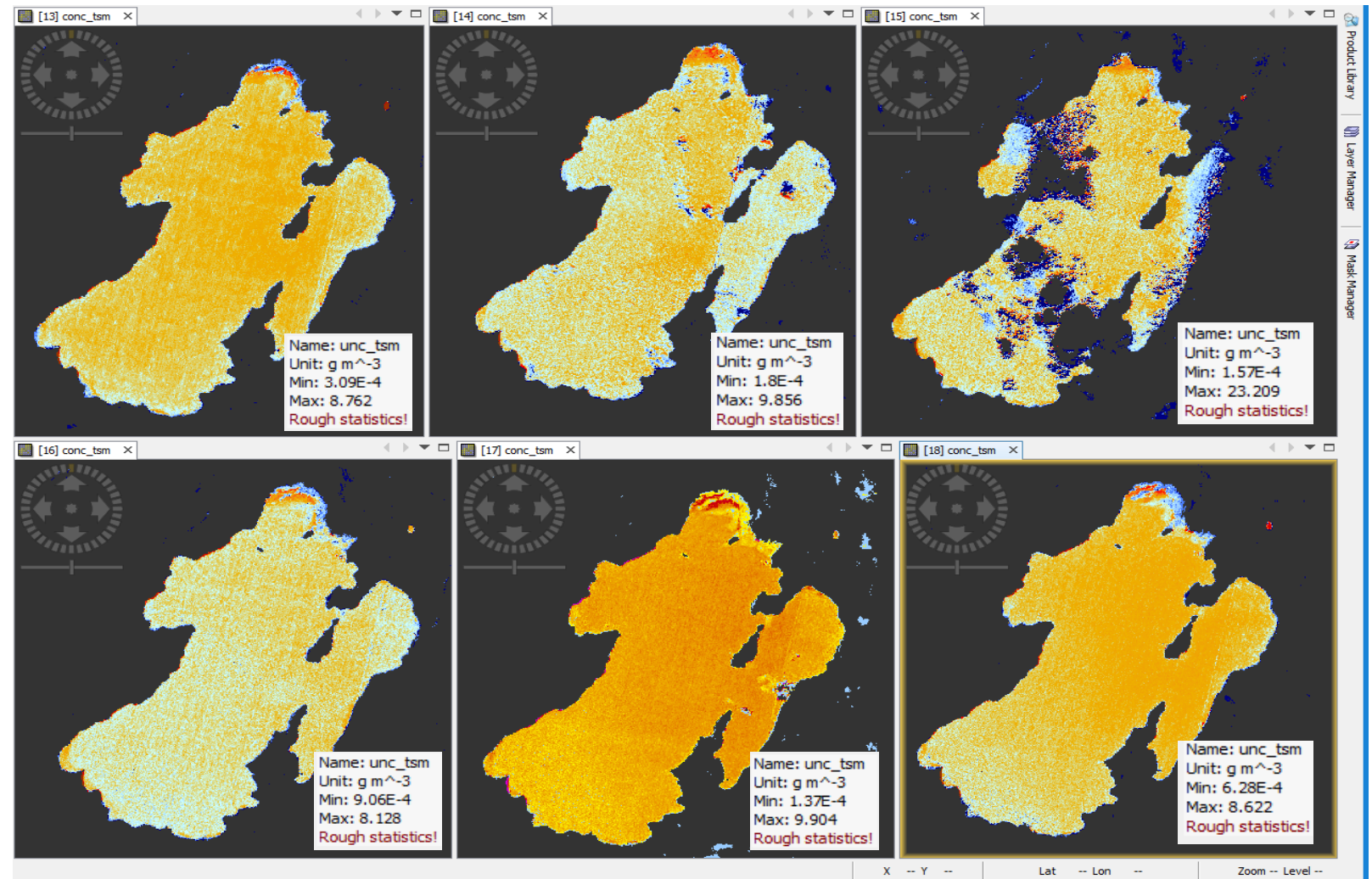
Concentraciones
medidas en
miligramos por
metro cúbico



Propiedades ópticamente activas creadas por el proceso C2RCC Material total suspendido TSM



- Material total suspendido: TSM/SPM: son una serie de **cuerpos sólidos diminutos o gotas de líquidos dispersos en la atmósfera**. Son generadas a partir de alguna actividad causada por «el hombre», como la quema de carbón para producir electricidad o natural como por ejemplo la actividad volcánica

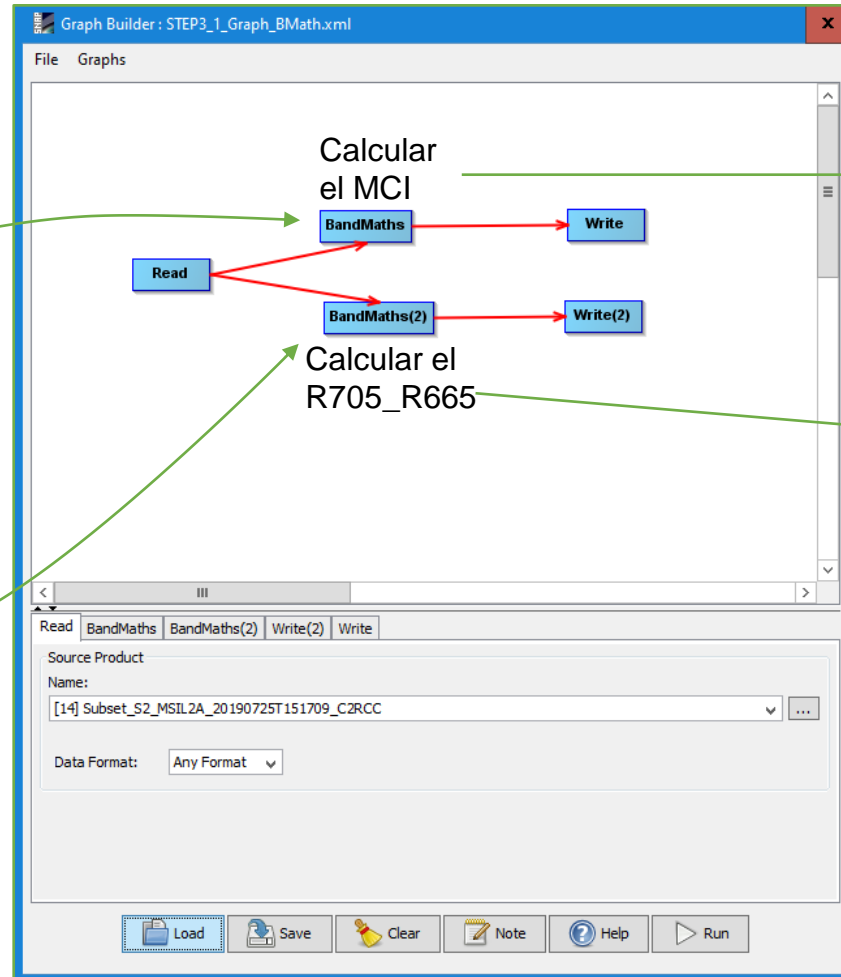


Proceso para generar la serie de subconjuntos del territorio tomando el área de la laguna desde el mapa R2CCR general

MCI, Máxima Concentración de Clorofila

Si el pixel es válido, entonces calcule la ecuación o de lo contrario no asigne valor

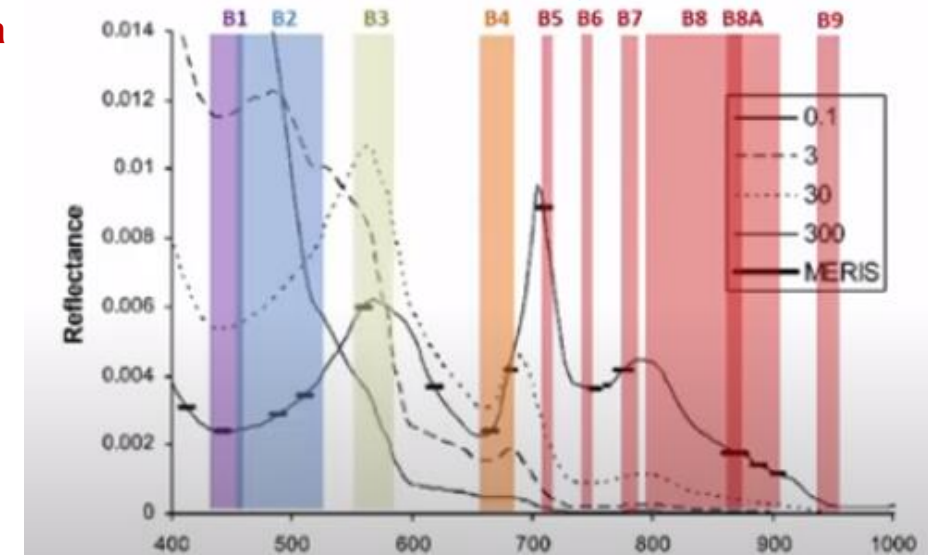
if Valid_PE then (rrown_B5 - rrown_B4 / 0.53*(rrown_B6 - rrown_B4)) else NaN



R705:R665, Índice diferencial

Si el pixel es válido, entonces calcule la relación mostrada de las bandas B5/B4, bandas centradas en 705 y 665 nm, y si no, no asigne nada

if Valid_PE then (rrown_B5 / rrown_B4) else NaN



- Various visual spectral bands and their ratios are widely used to quantify chl-a

$$Chl\ a \sim \frac{R(\lambda_{443})}{R(\lambda_{560})} \rightarrow \frac{B1}{B3} \text{ (only applicable for Case 1 waters)}$$

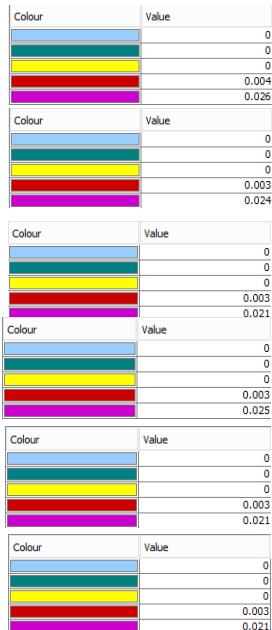
$$Chl\ a \sim \frac{R(\lambda_{705})}{R(\lambda_{665})} \rightarrow \frac{B5}{B4} \text{ (Case 2 waters - CDOM and TSM absorption)}$$

$$MCI = R_{705} - R_{665} - 0.53 * (R_{740} - R_{665}) \quad \left(\frac{705 - 665}{740 - 665} \right)$$

- Many other band combination models have been developed - see Asper & Alikas (2018)

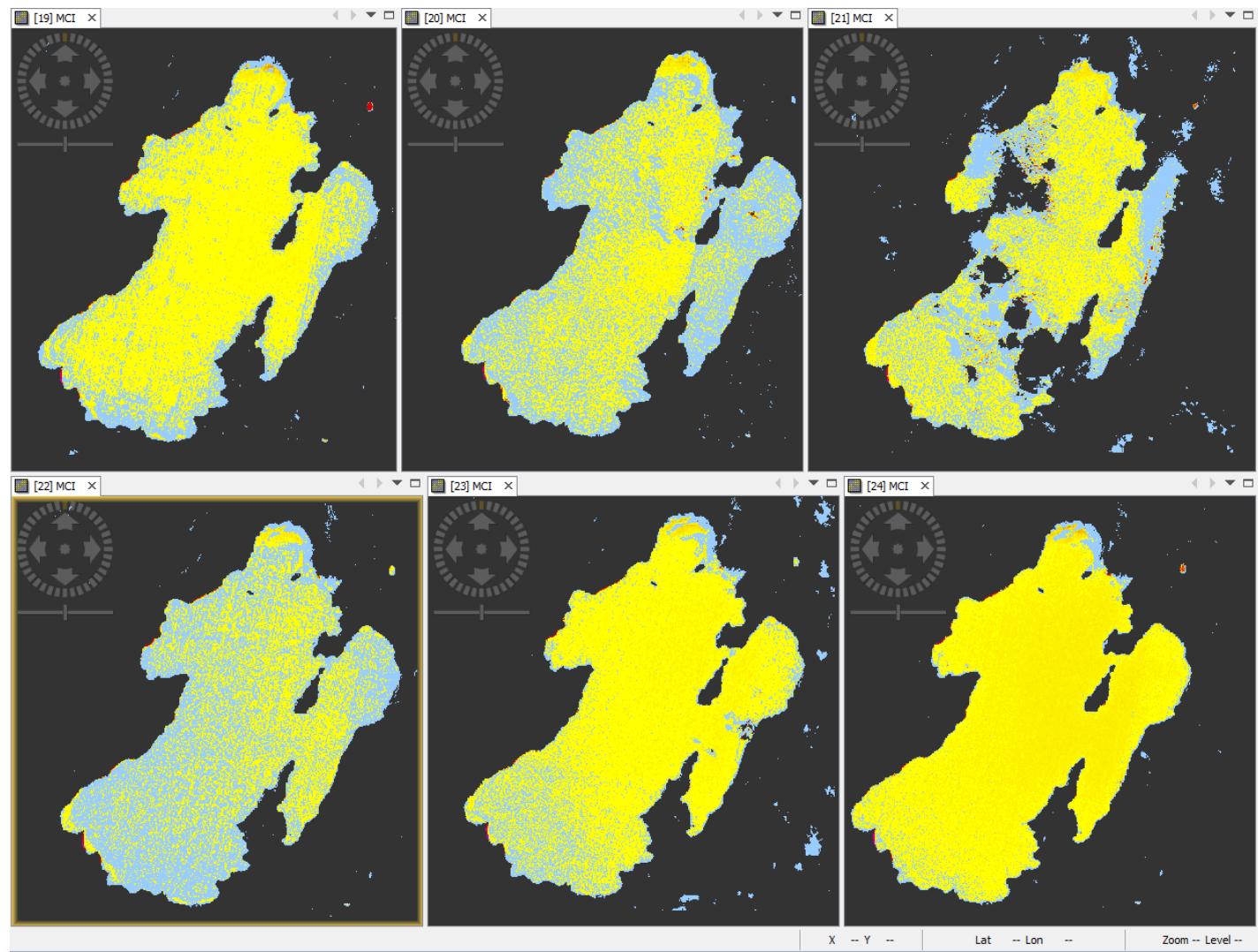
Propiedades ópticamente activas creadas por el proceso C2RCC Máximo índice de Clorofila MCI

Máximo índice de clorofila

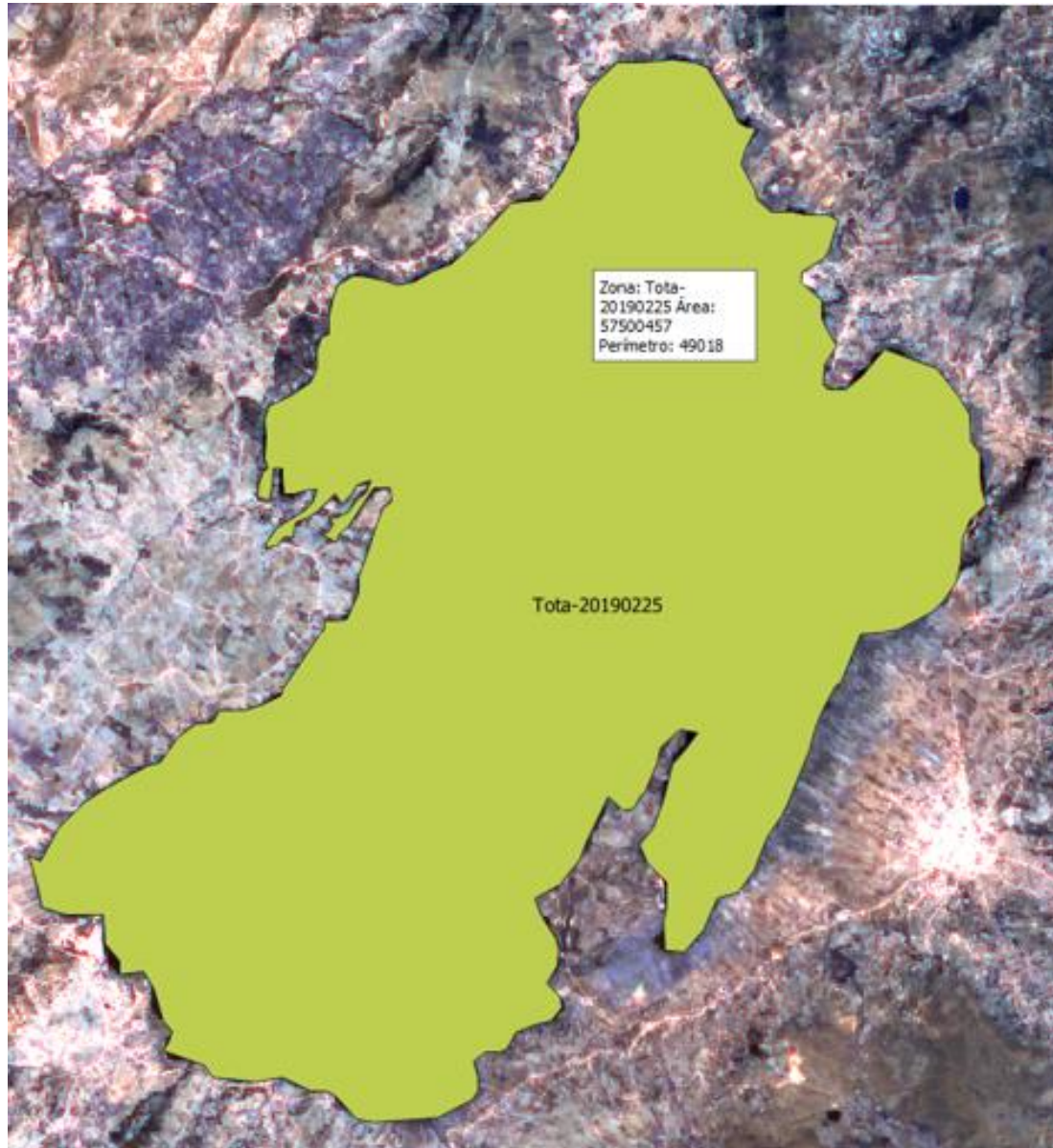


Niveles de
máxima
concentración
de clorofila

El Índice máximo de Clorofila (MCI) basa su funcionamiento en la reflectividad de los pigmentos de clorofila en torno los 685nm, longitud de onda correspondiente en el espectro electromagnético a la coloración verde.

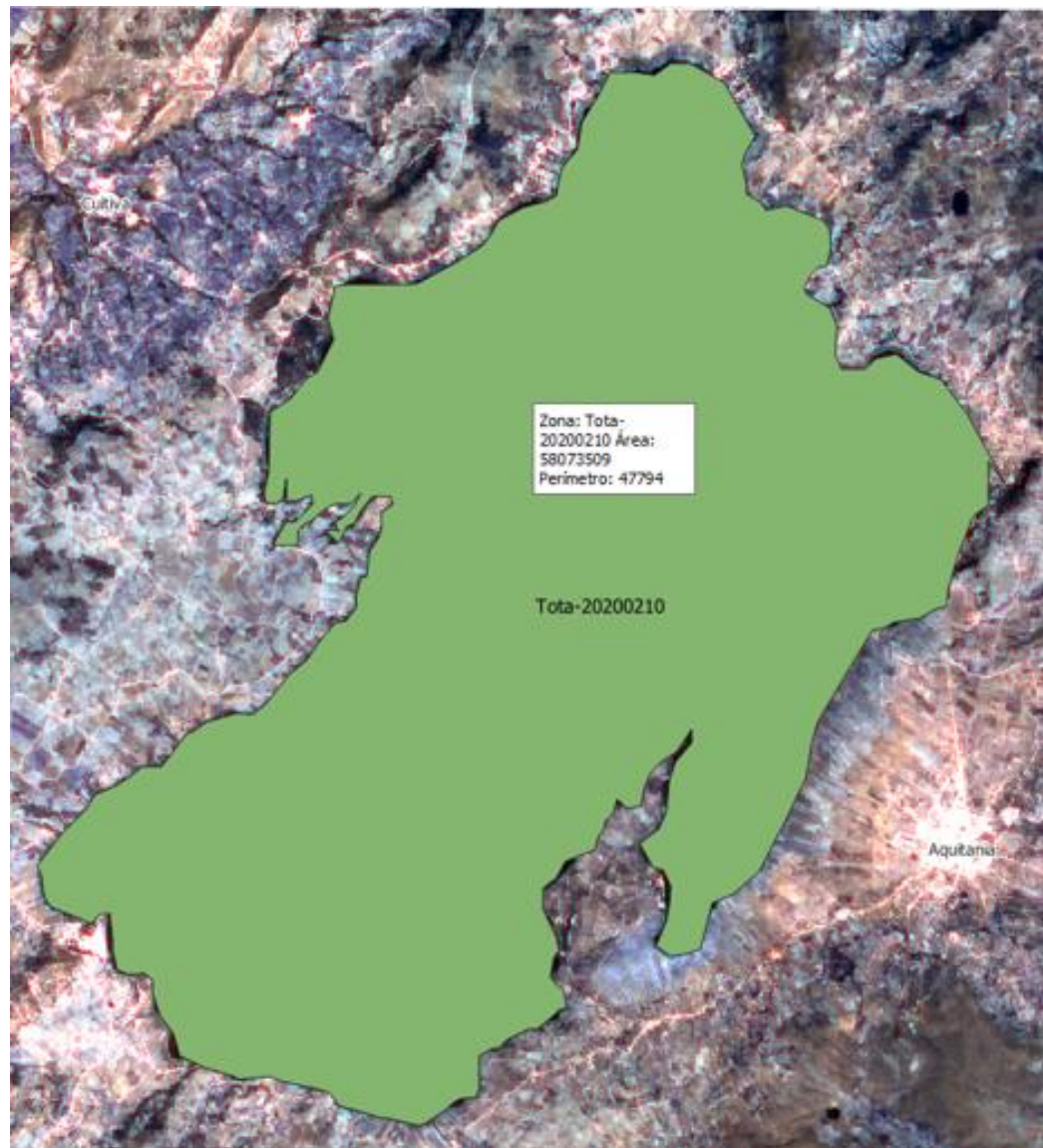


Mediciones Tota Febrero 25 de 2019



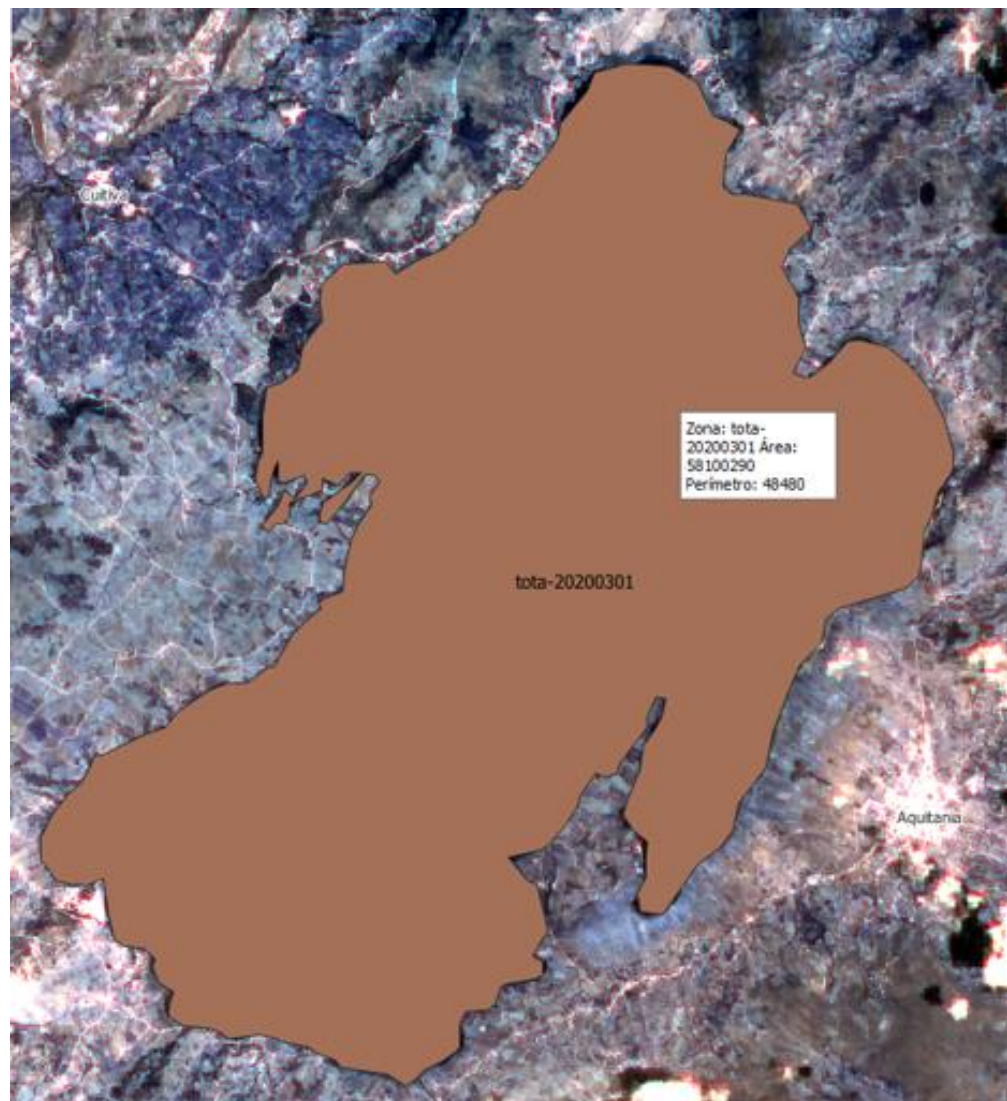
Área: 57.500.457
Perímetro: 49.018

Mediciones Tota Febrero 10 de 2020



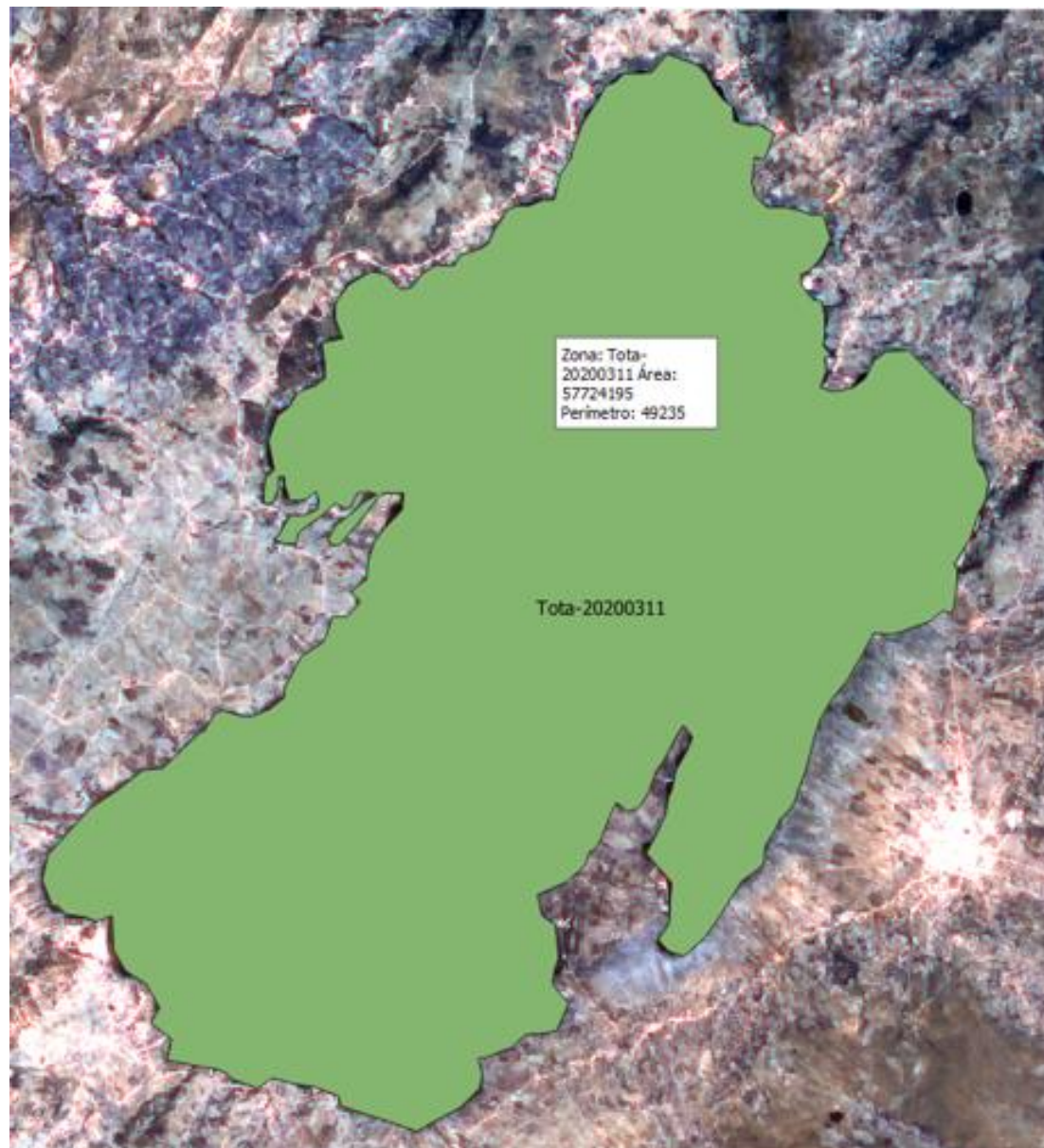
Área: 58.073.509
Perímetro: 47.794

Mediciones Tota Marzo 1 de 2020



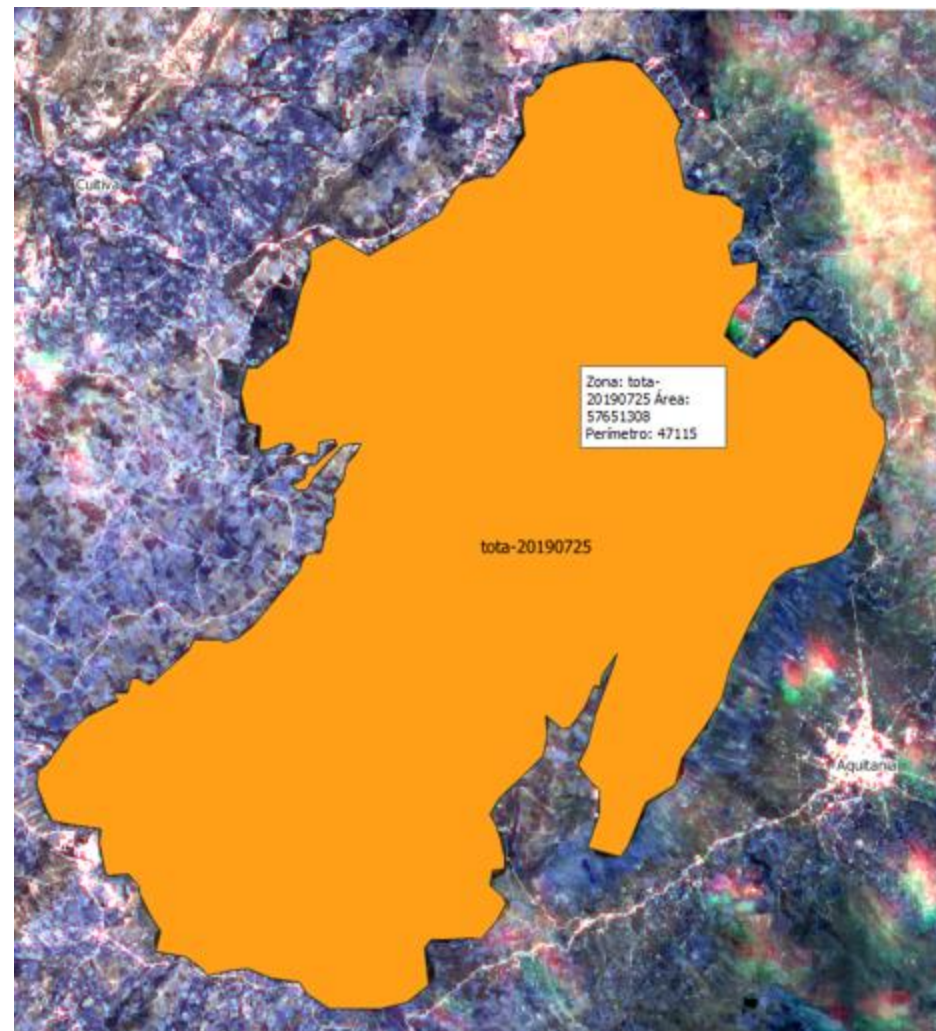
Área: 58.100.290
Perímetro: 48.480

Mediciones Tota Marzo 11 de 2020



Área: 57.724.195
Perímetro: 49.235

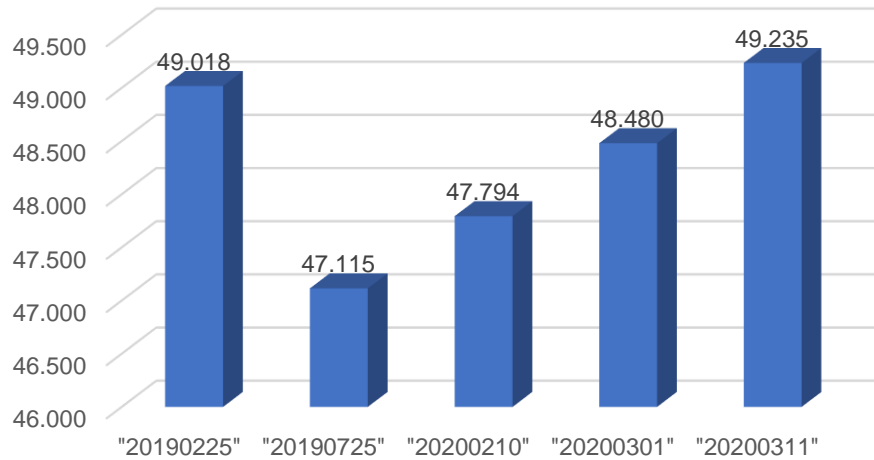
Mediciones Tota Julio 25 de 2019



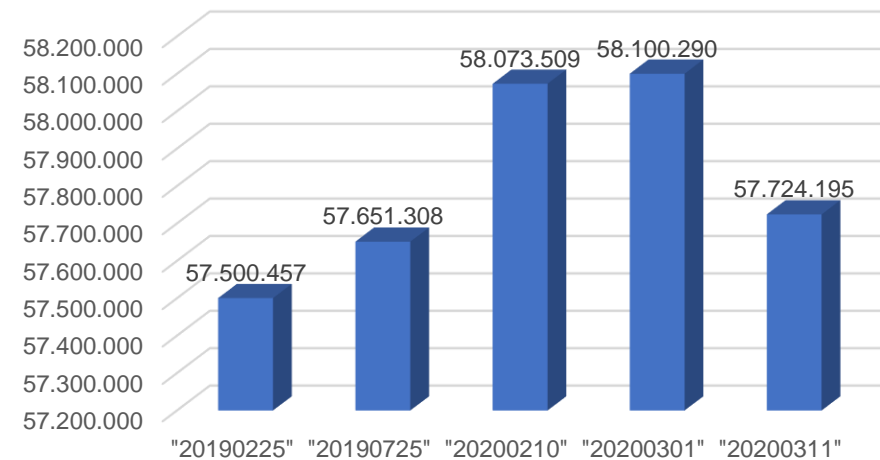
Área: 57.651.308
Perímetro: 47.115

Cambios en la métrica de la laguna en diversas fechas

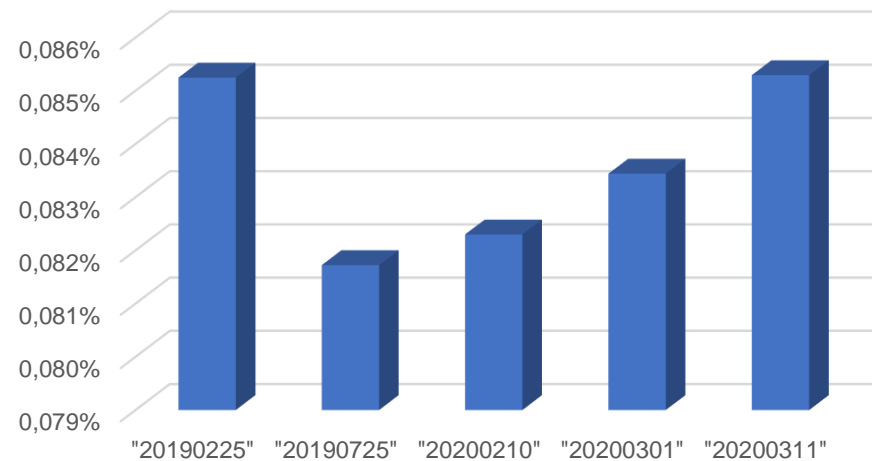
Perímetro en metros cuadrados



Área en metros cuadrados

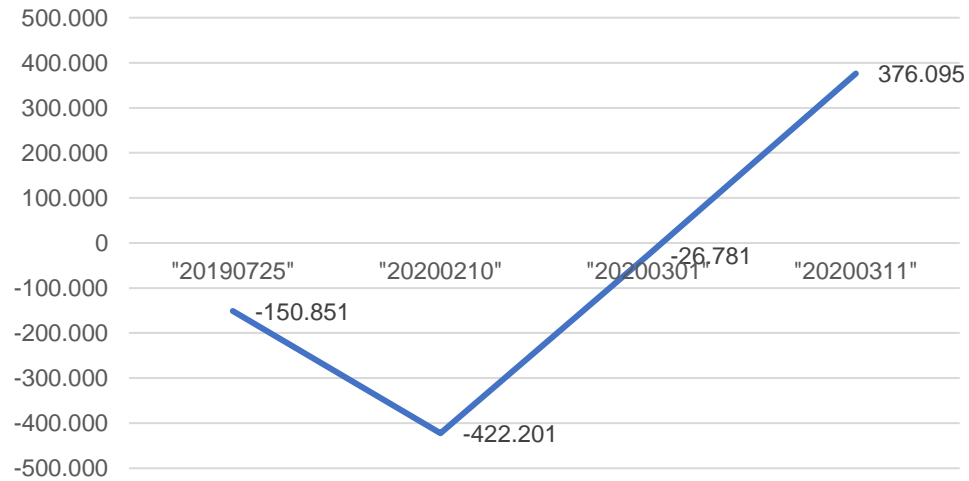


Relación de perímetros sobre Área

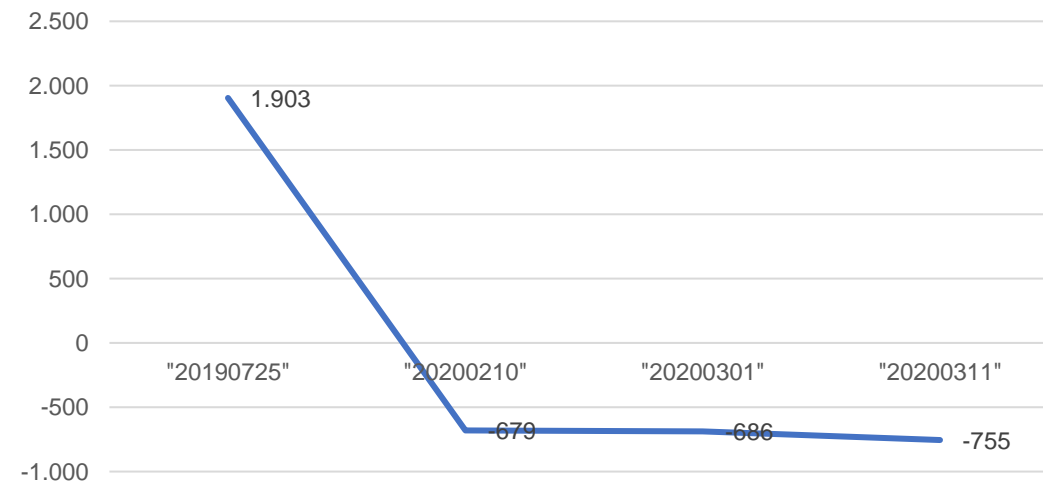


Diferencias en la métrica por fechas

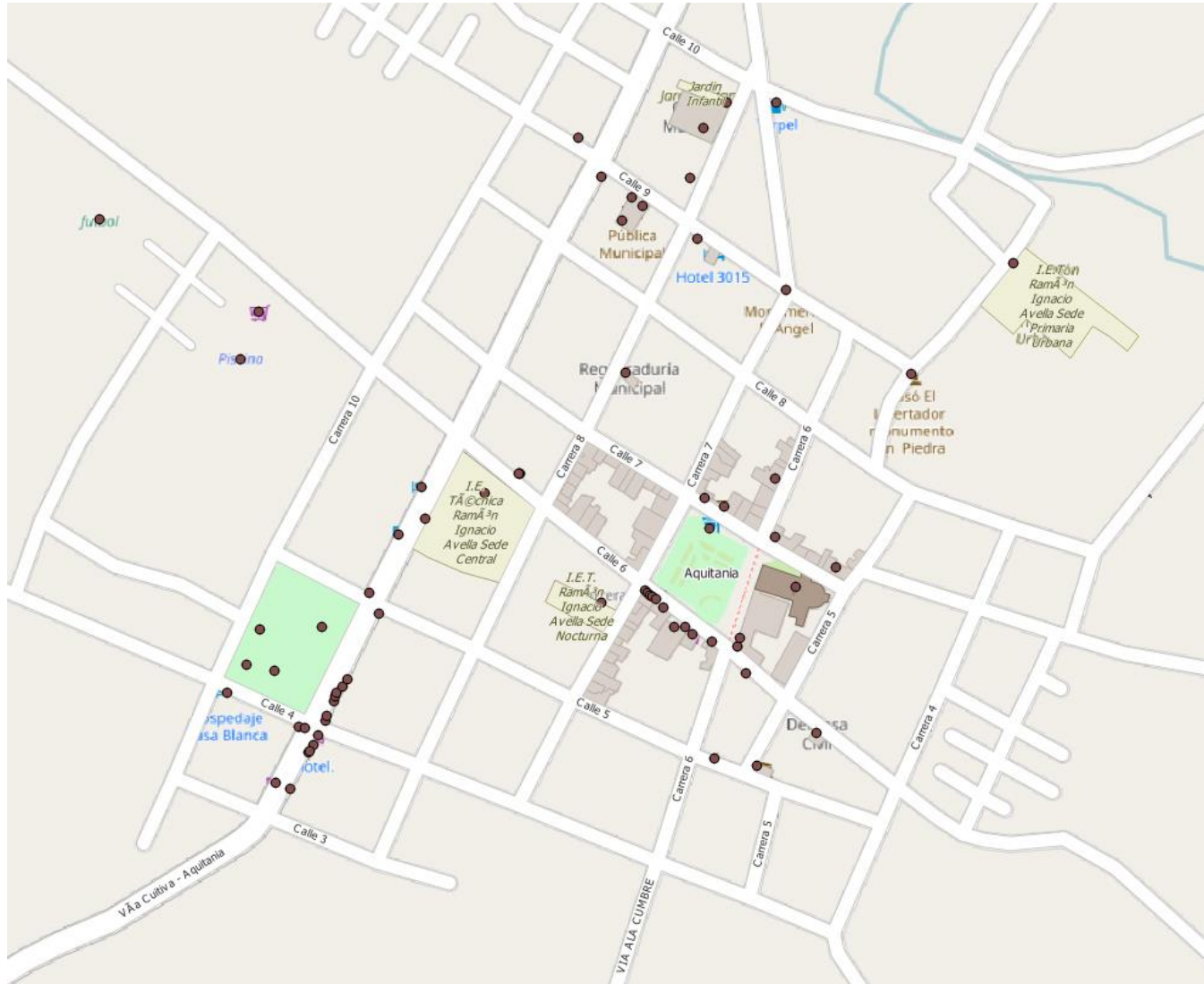
Diferencias de Áreas en metros cuadrados



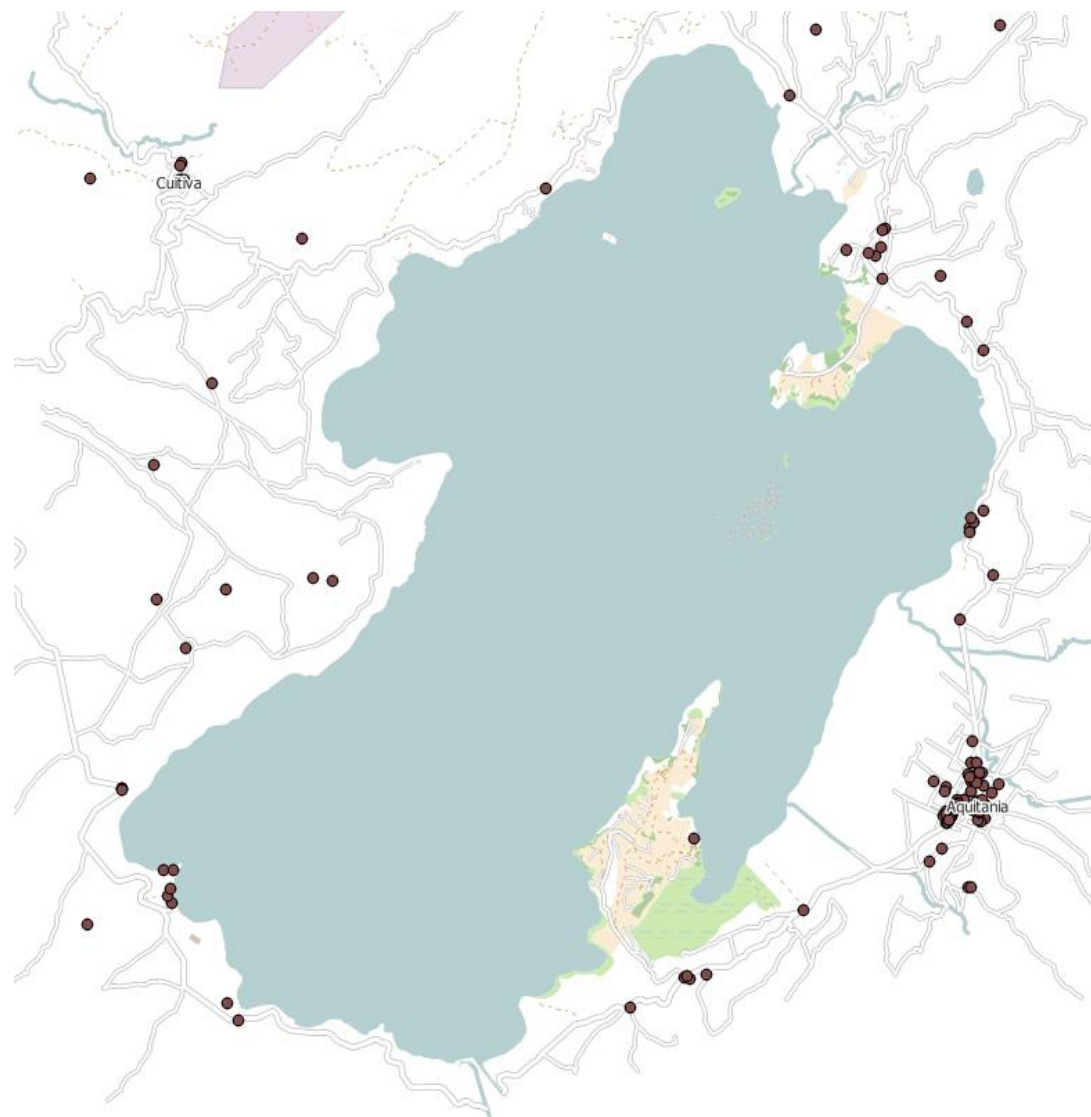
Diferencias de Perímetro en metros lineales



La población: Aquitania



La ubicación de la Laguna en el territorio





FIN