

Foro sobre Mitigación de Eutrofización y Taller sobre Cianobacterias



UNC



Laboratorio
de
Hidráulica

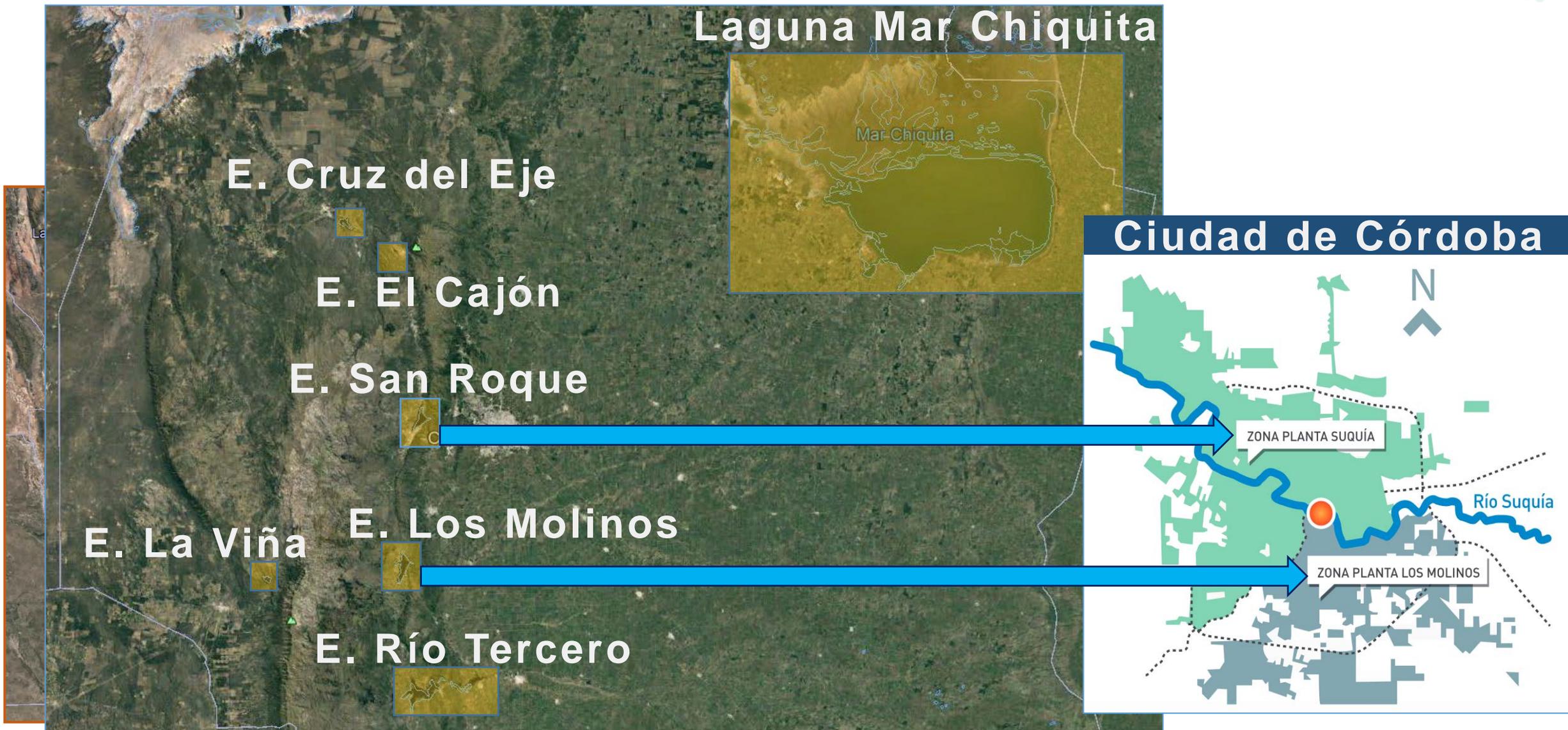


Situación y medidas tomadas en embalses de Córdoba, Argentina

Dr. Andrés Rodríguez – Ing. Jonathan Muchiut
Laboratorio de Hidráulica, UNC

androdminplan@gmail.com, jonathan_muchiut@hotmail.com

27, 28 y 29 de noviembre de 2019
Complejo Hidroeléctrico de Salto Grande
Argentina-Uruguay
www.saltogrande.org/jece



Cuenca de aporte $\approx 1750 \text{ km}^2$

Capacidad $\approx 200 \text{ hm}^3$

Superficie $\approx 16 \text{ km}^2$

Profundidad máxima $\approx 45 \text{ m}$

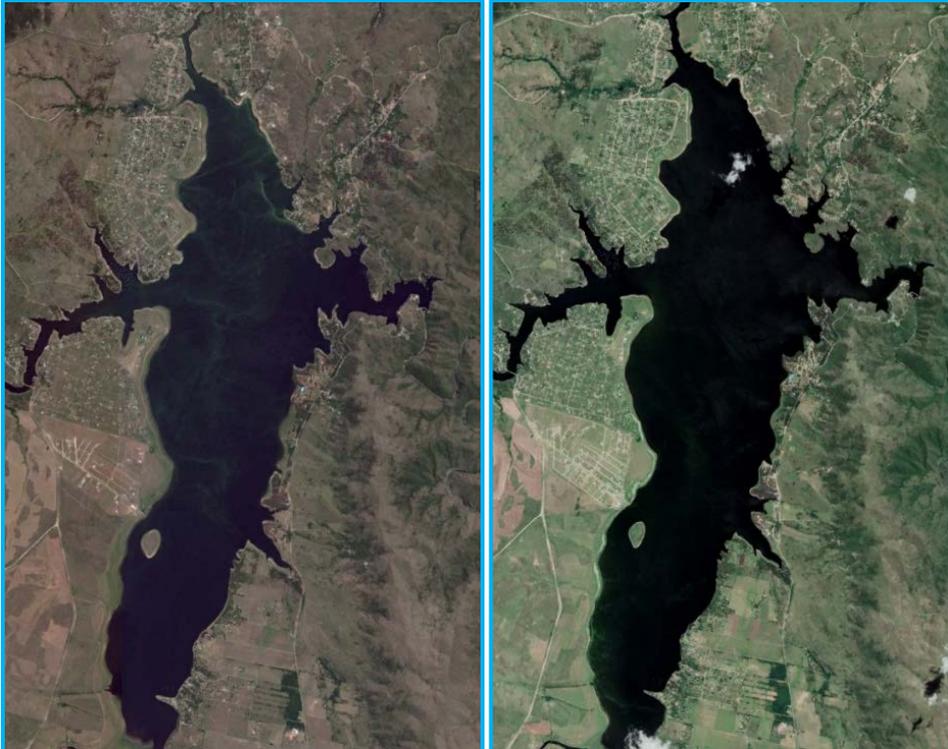


Cuenca de aporte $\approx 950 \text{ km}^2$

Capacidad $\approx 310 \text{ hm}^3$

Superficie $\approx 25 \text{ km}^2$

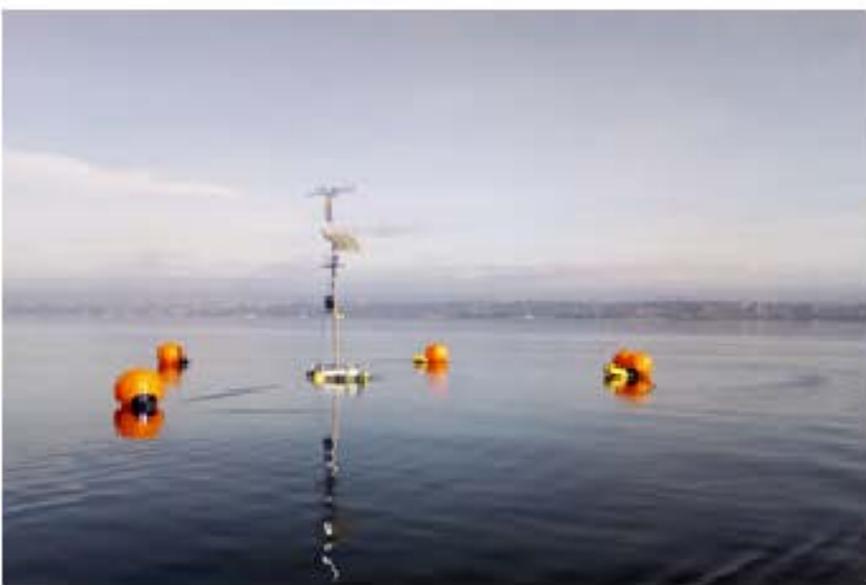
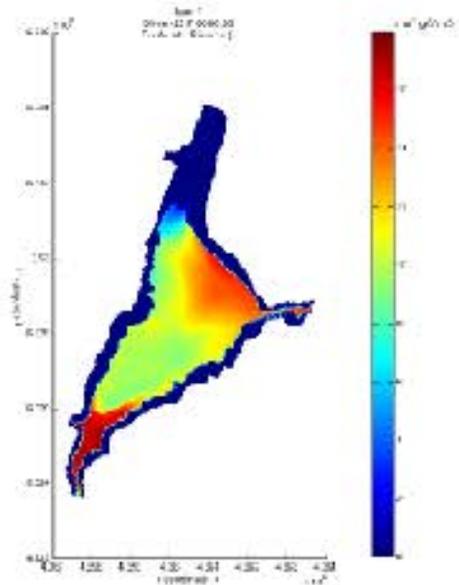
Profundidad máxima $\approx 50 \text{ m}$



PLAN DE SANEAMIENTO

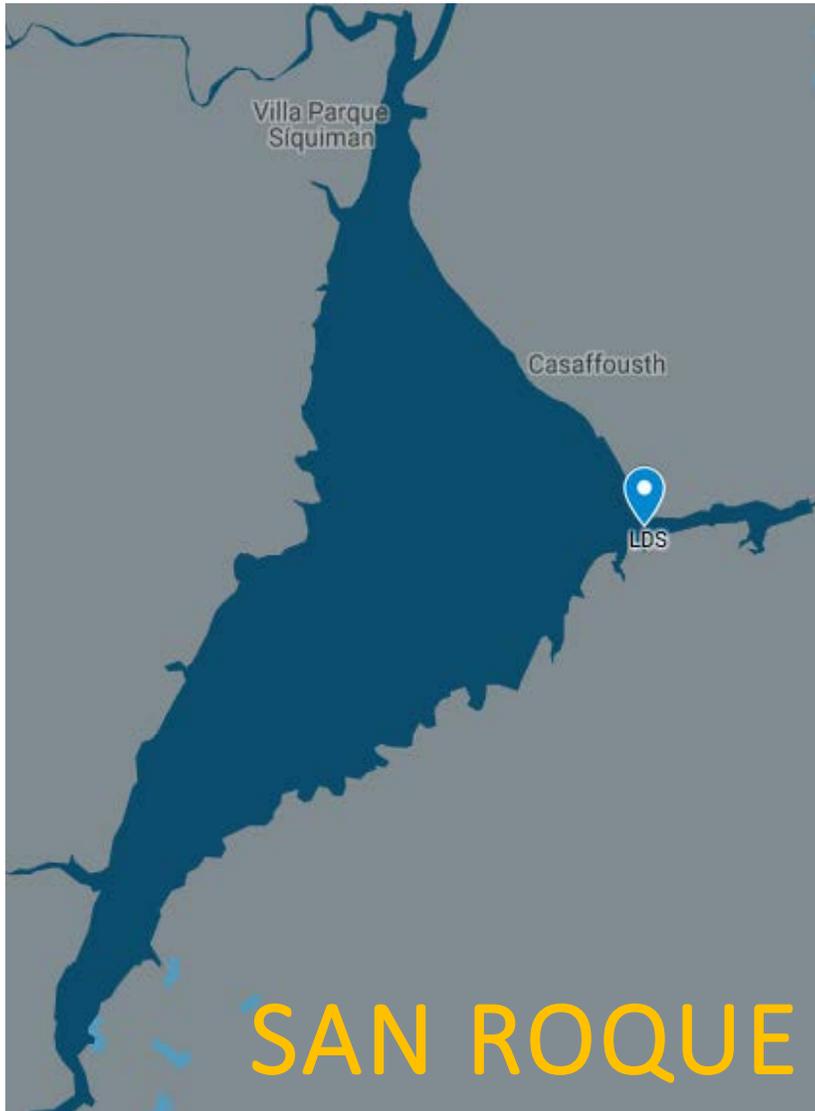


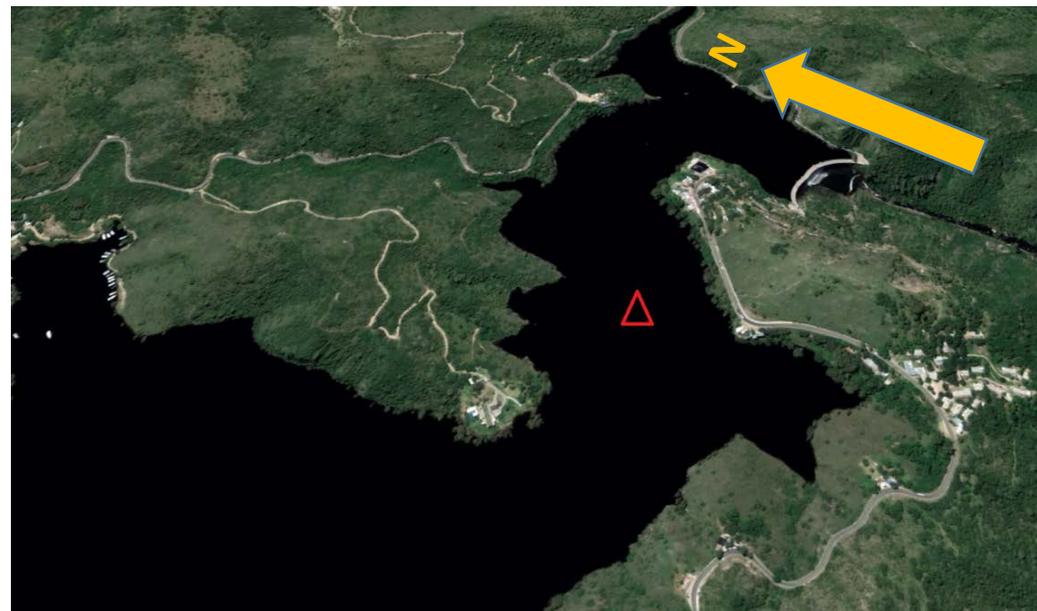
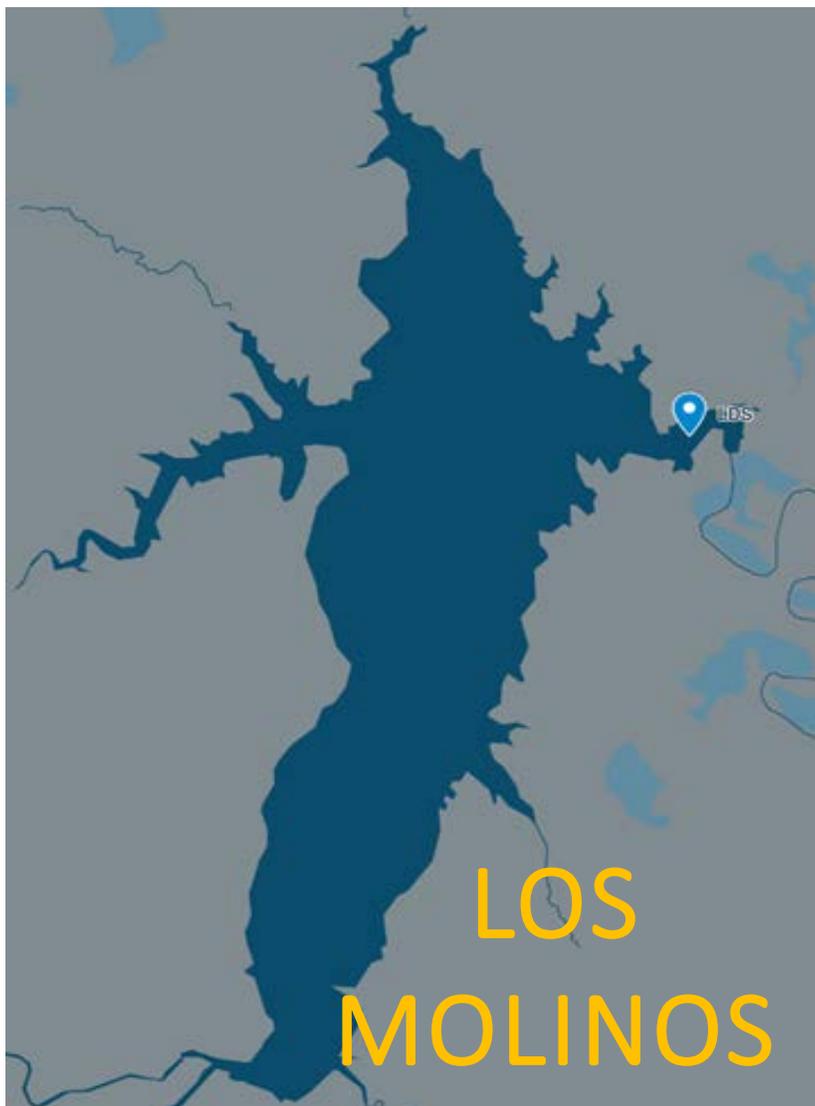
PLAN DE SANEAMIENTO



Estación de monitoreo original desarrollada por el CWR (2003, Centre for Water Research, University of Western Australia).







EN LA COLUMNA DE AGUA

Variables básicas*

- Temperatura
- Oxígeno disuelto (óptico)
- pH
- ORP
- Conductividad
- % sólidos disueltos



Variables específicas**

- Rodamina WT
- Clorofila A
- Cianobacterias (BGA-PE/PC)
- Amonio
- Cloruro
- Nitrato



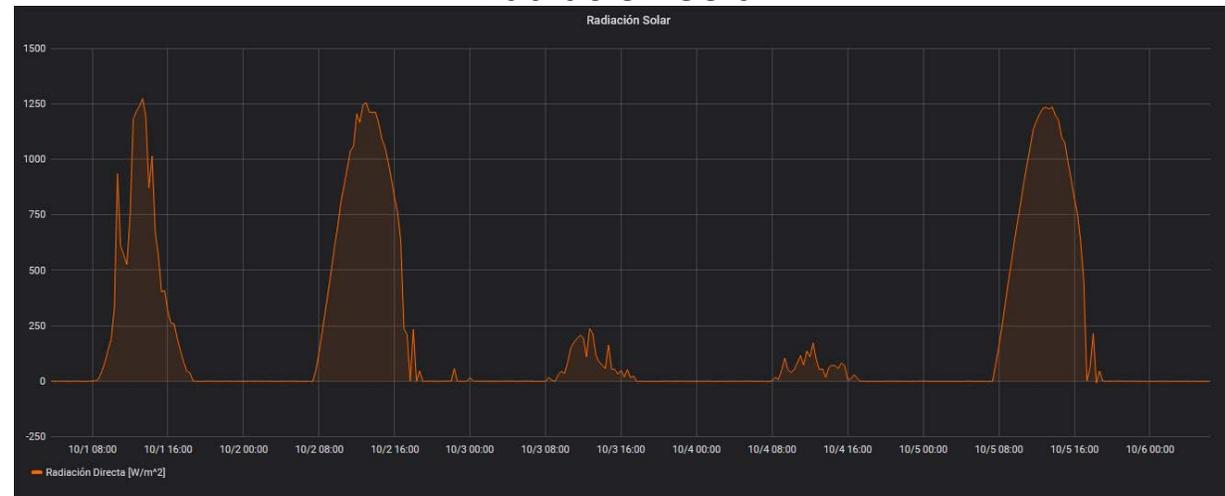
* Sensores básicos incluidos con la sonda Aqua-Troll 400

** Sensores específicos opcionales con la sonda Aqua-Troll 500

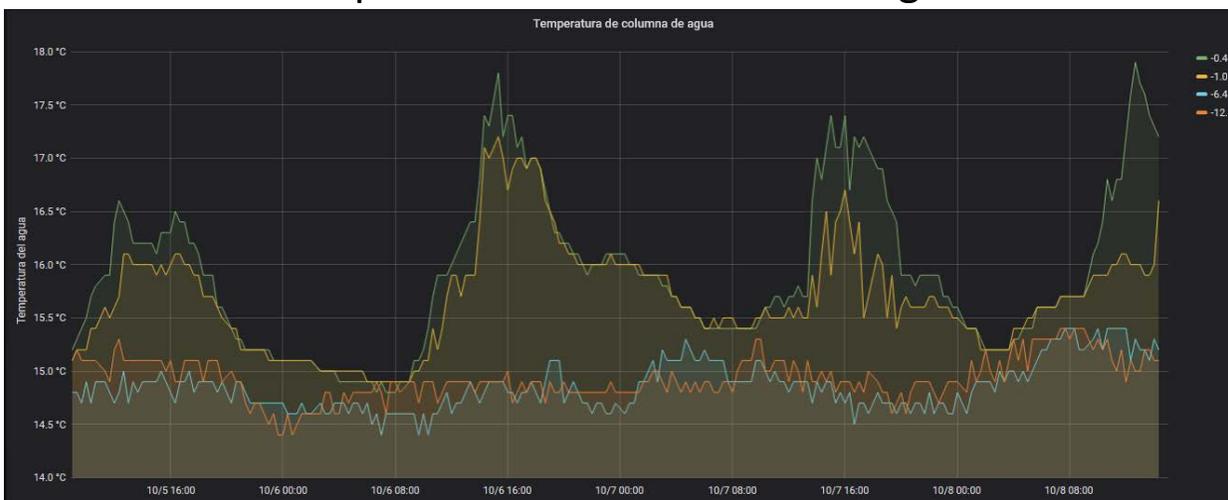
Humedad y temperatura del aire



Radiación Solar



Temperatura en la columna de agua



Velocidad y Dirección de viento

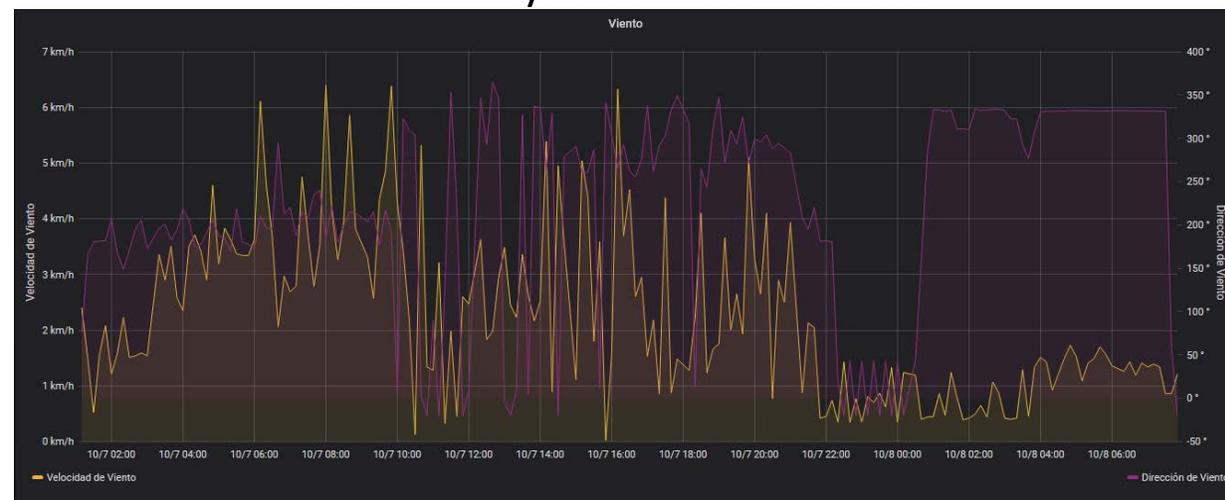
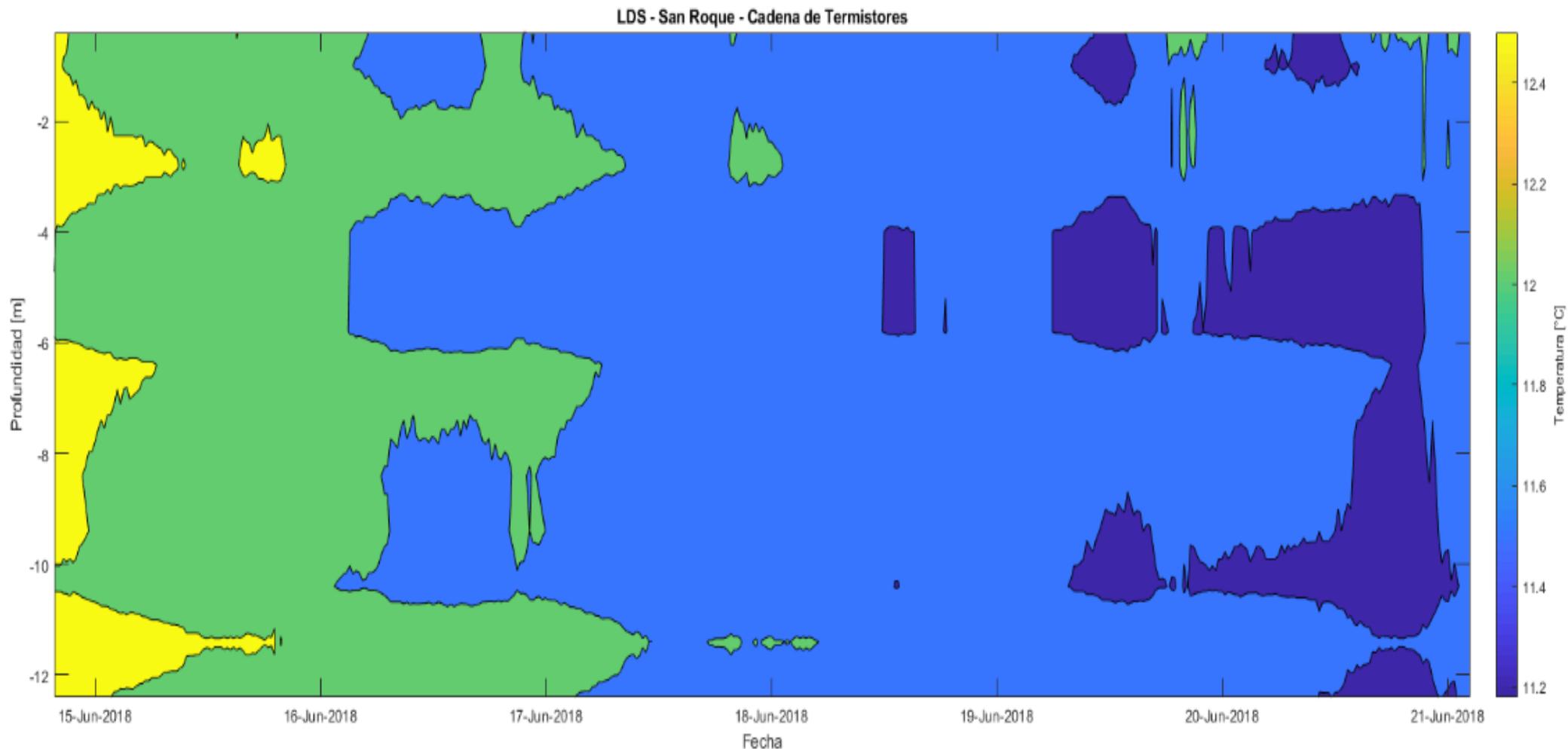


Gráfico de contorno de temperatura en la columna de agua [resolución: 0.5°C].



Tasa de crecimiento del fitoplancton $\longrightarrow \frac{\Delta \text{Fitoplancton}}{\Delta t}$

cargas + transporte - precipitación + resuspensión + producción - respiración - mortandad

Ecuación diferencial parcial

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -\vec{u} \cdot \vec{\nabla} C + \vec{\nabla} \cdot (\vec{D} \cdot \vec{\nabla} C) \pm S + f_{R(c,t)}$$

$$\vec{u} = (u_x, u_y, u_z) \quad \vec{\nabla} C = \left(\frac{\partial C}{\partial x}, \frac{\partial C}{\partial y}, \frac{\partial C}{\partial z} \right) \quad \vec{D} = \begin{pmatrix} D_{xx} & D_{yx} & D_{zx} \\ D_{xy} & D_{yy} & D_{zy} \\ D_{xz} & D_{yx} & D_{zz} \end{pmatrix}$$

DELFT3D

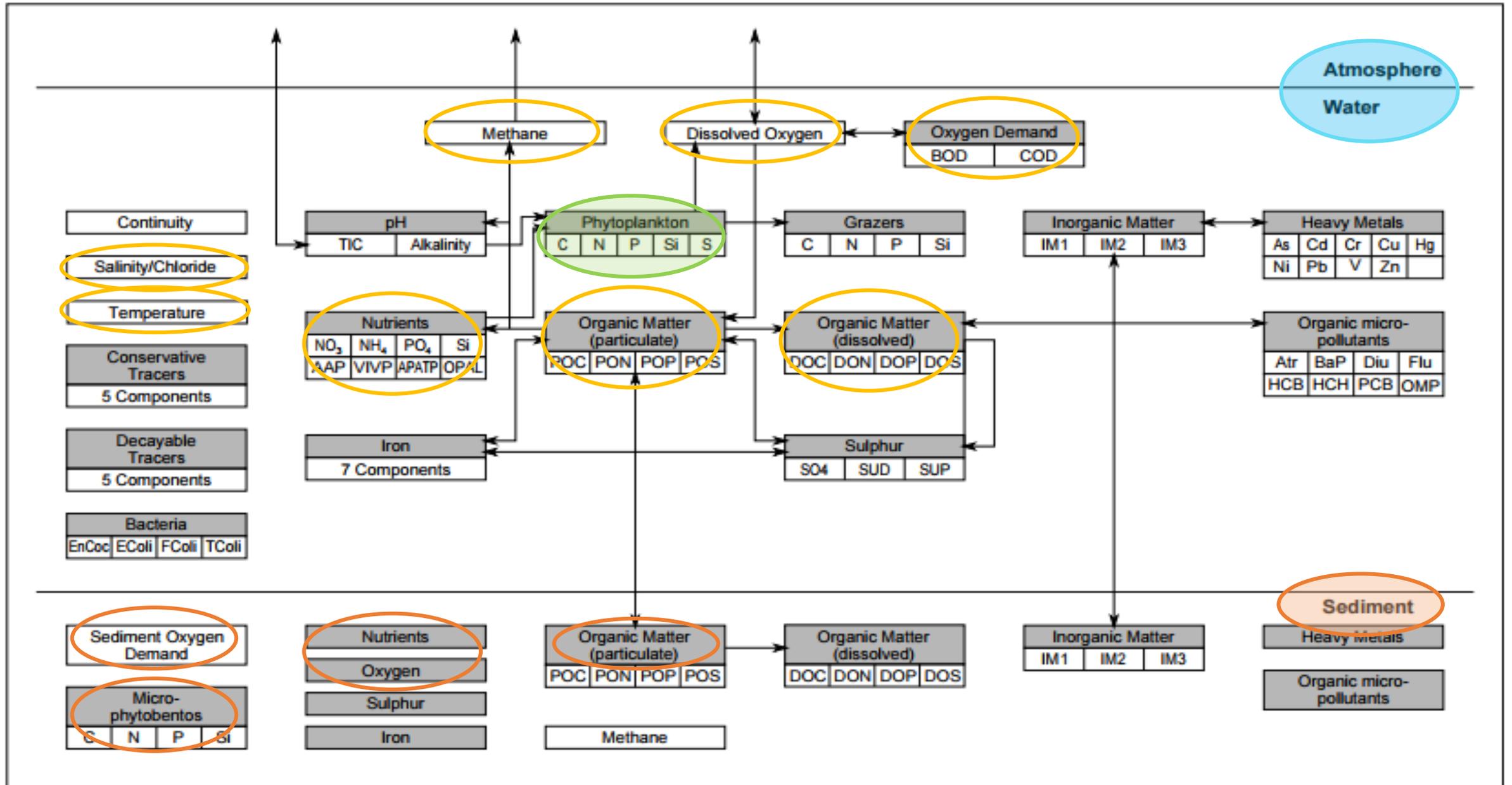


Maximización
mediante
Optimización Lineal
(OL)

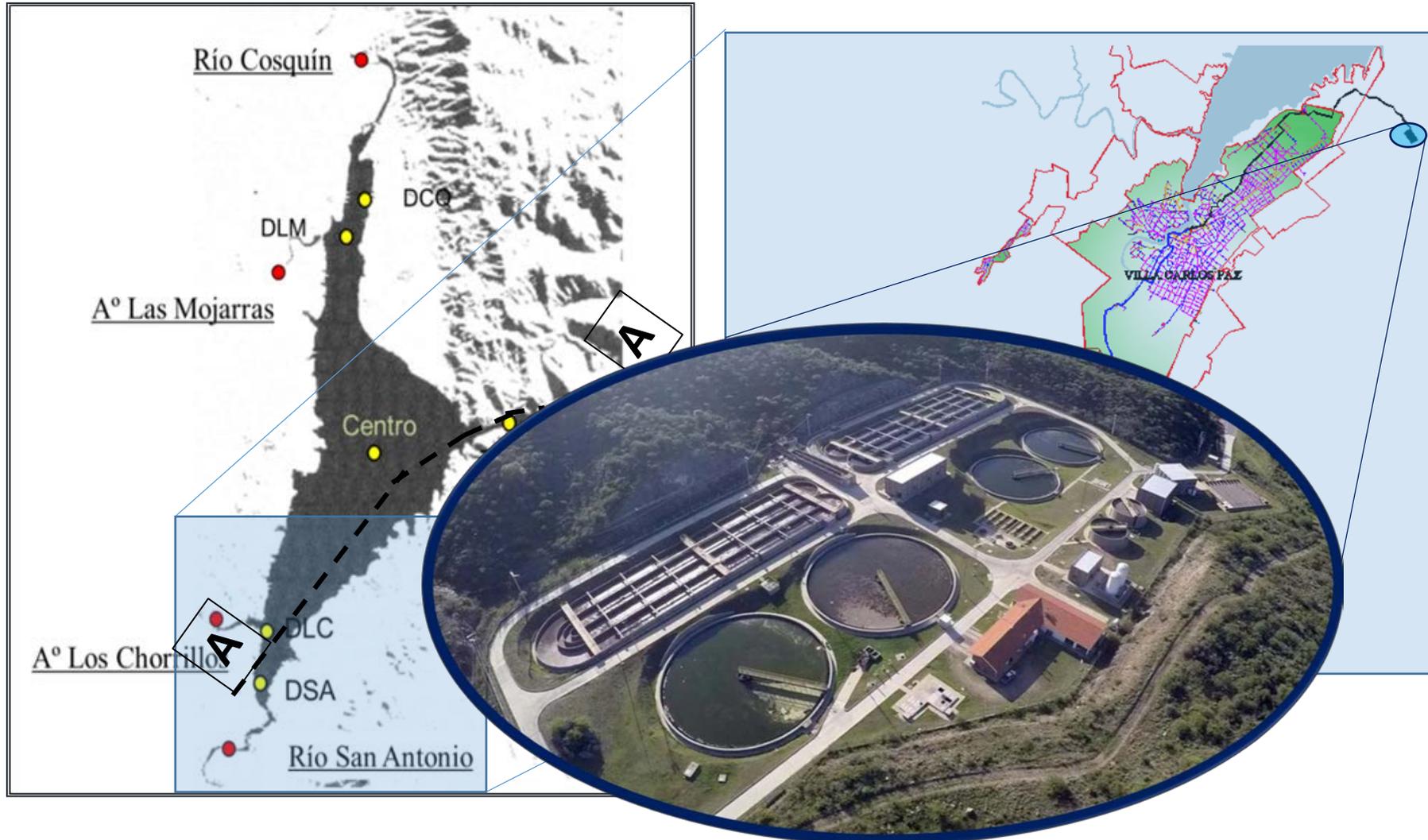
restricciones



- Nutrientes
- Energía (luz)
- Crecimiento de la biomasa
- Mortalidad



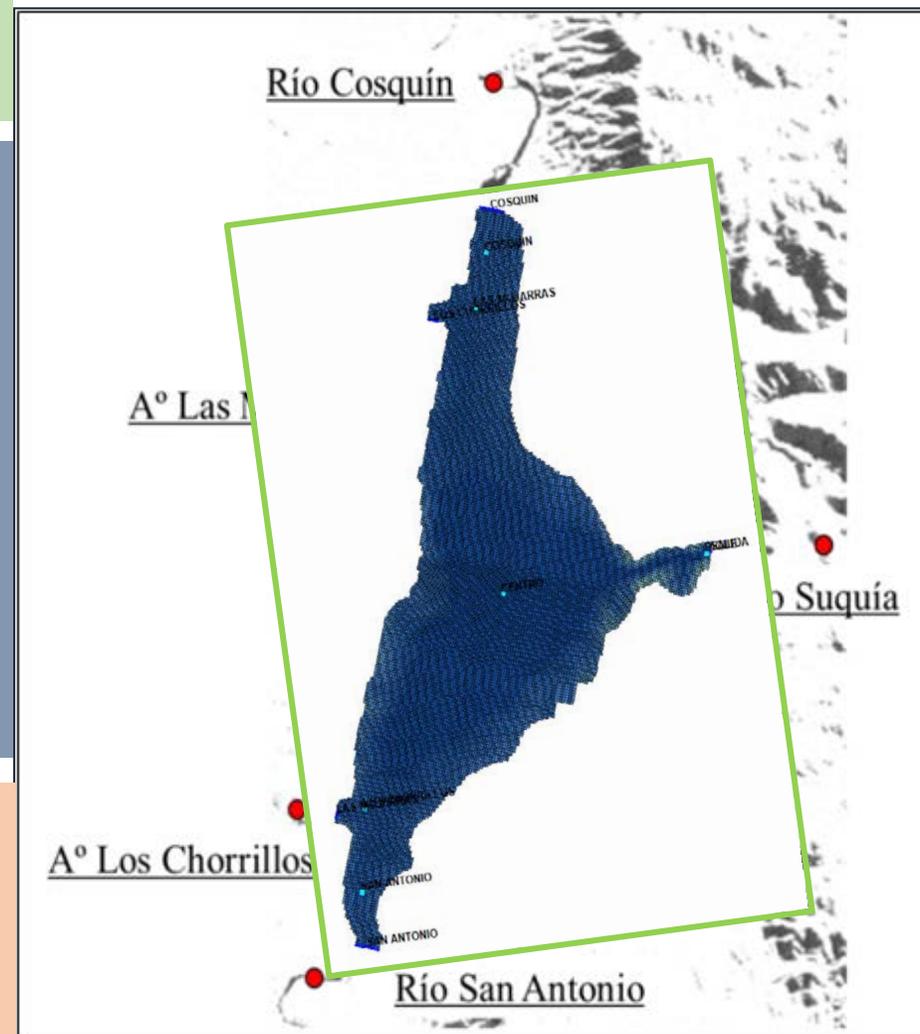
EL LAGO SAN ROQUE



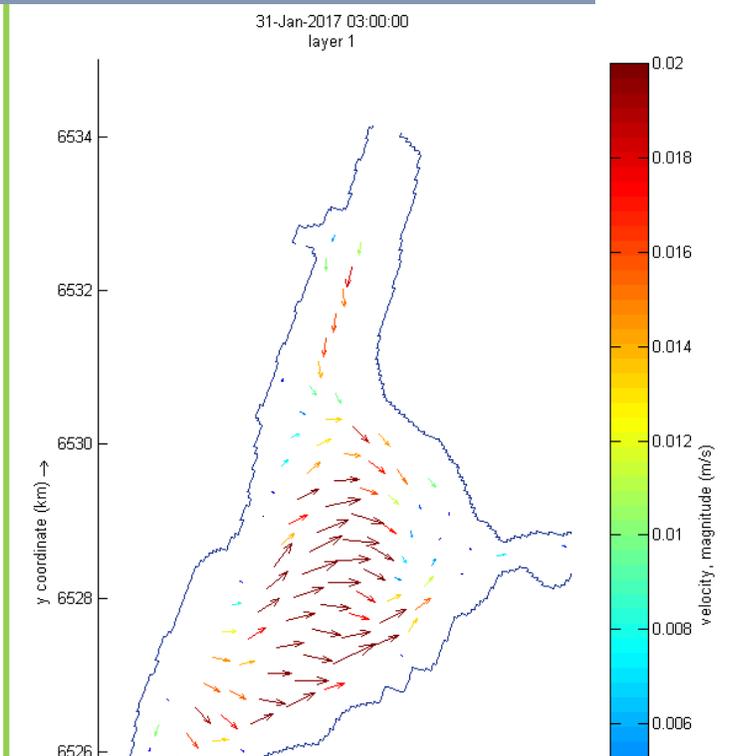
SIMULACIÓN DE LA FLORACIÓN ALGAL DEL AÑO 2017

- **Condiciones iniciales**
mediciones en el lago del 20 de diciembre del 2016.
- **Condiciones de borde**
mediciones en cada uno de los tributarios (C, LM, LC, SA) durante el año 2017.

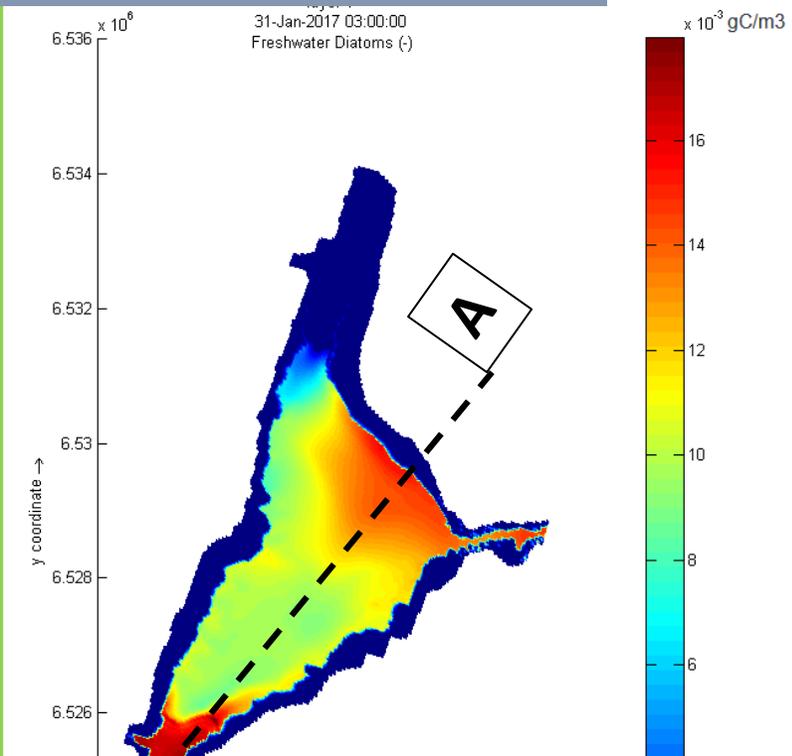
MEDICIONES LLEVADAS A CABO POR EL **INA-CIRSA, AC** y **RH Cba.** DURANTE LOS ÚLTIMOS 20 AÑOS!



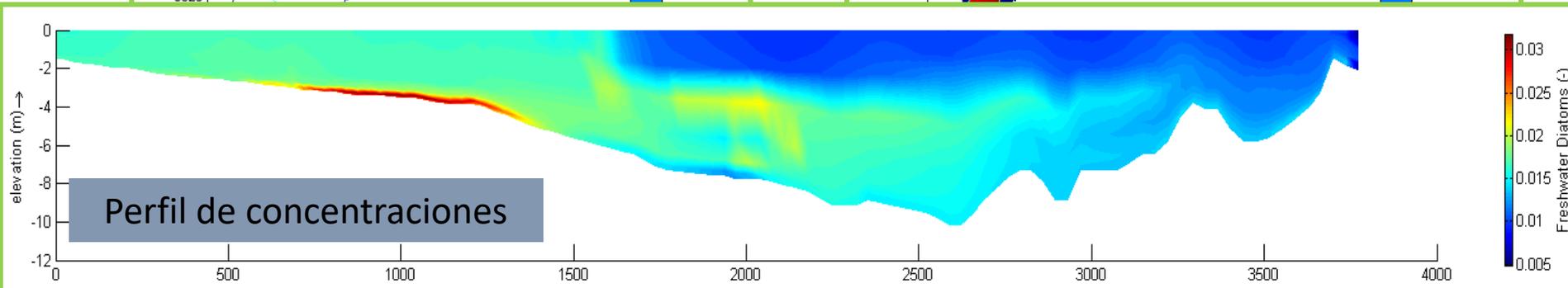
Campo de velocidades



Campo de concentraciones



Perfil de concentraciones



En cuanto a algas, se pueden organizar diversos géneros en distintos grupos o filos:

Cianófitas → **Dolichospermum, Microcystis, Pseudoanabaena**

Clorófitas → Ankitrodesmus, Chlamydomonas, **Closterium**, Cosmarium, Eudorina, Kirchneriella, Monoraphidium, Oocystis, Pediastrum, Planctonema, Scenedesmus, **Schroederia**, Sphaerocystis

Diatomeas → **Aulacoseira**, Cocconeis, **Cyclotella**, Cymbella, Diatoma, Gomphonema, Gyrosigma, Hantzschia, Mallomonas, Melosira, Navicula, Nitzschia, Stephanodiscus

Dinoflageladas → **Ceratium**

Flagelladas → **Chroomonas, Cryptomonas**

A) Sin considerar aguas residuales de Carlos Paz

B) Considerando aguas residuales de Carlos Paz (**sólo EMISARIO y a MÁXIMA CAPACIDAD**)

Escenario A)

Sin considerar aguas residuales de Carlos Paz

RESULTADOS

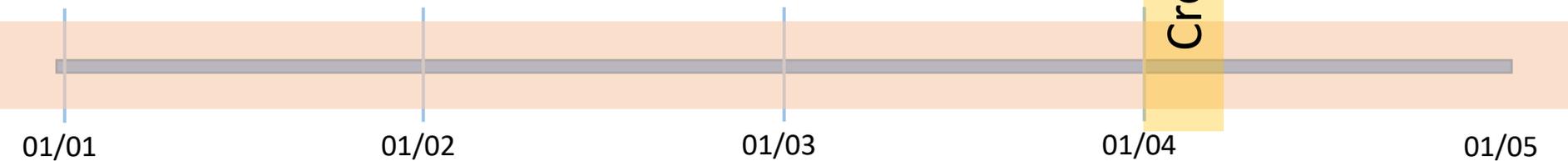
NITRATO

ATO

ENO
ELTO

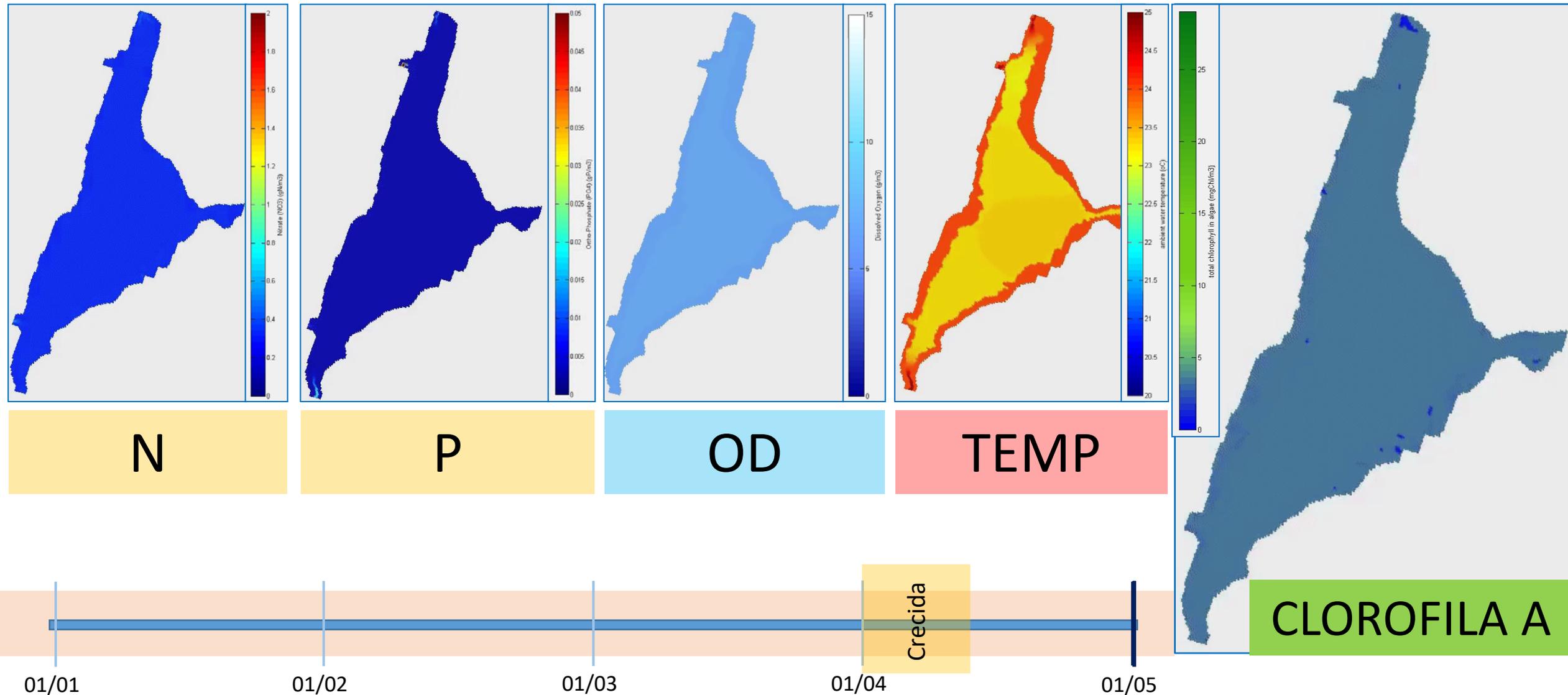
ATURA

COLOROFLA A



RESULTADOS

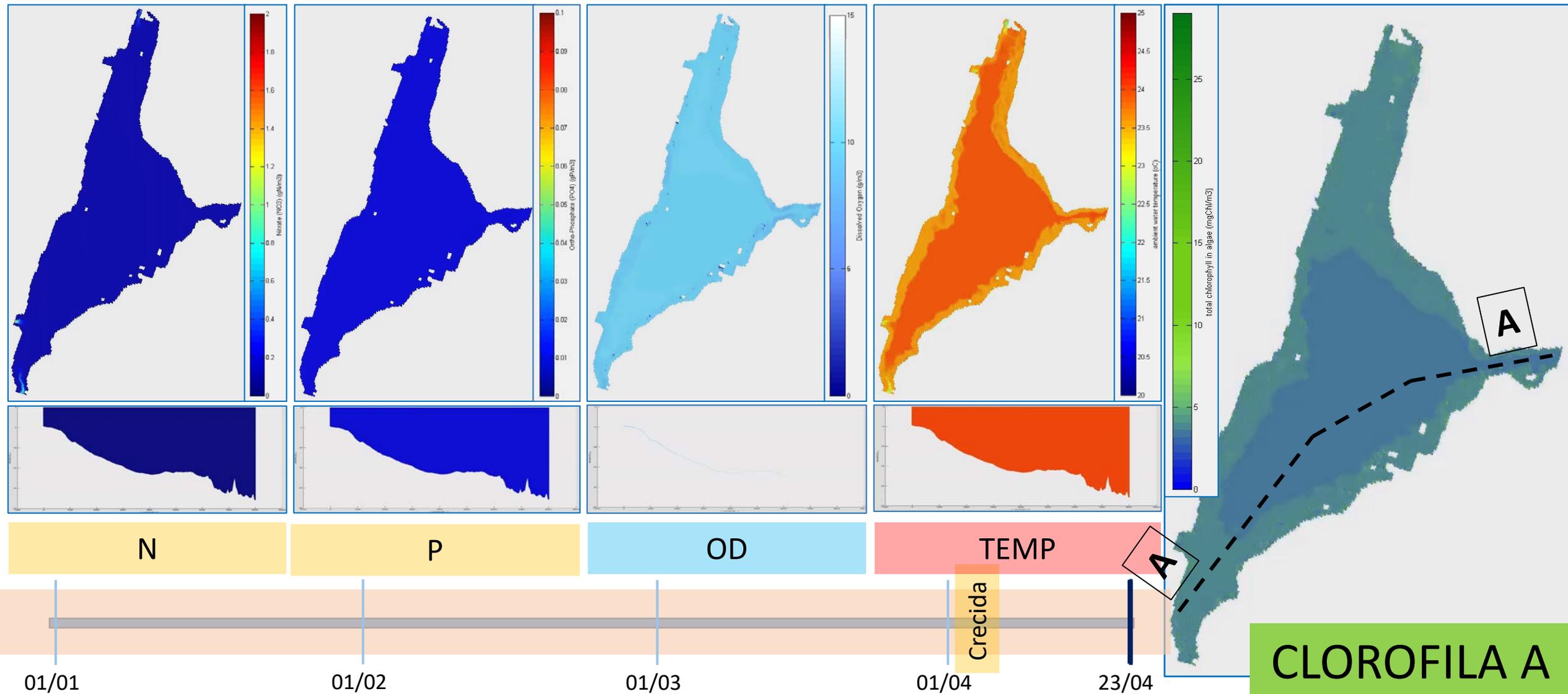
Escenario A) Sin considerar aguas residuales de Carlos Paz



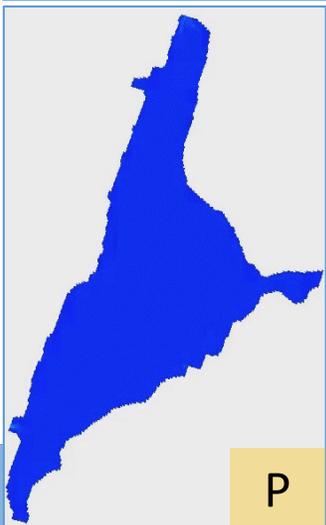
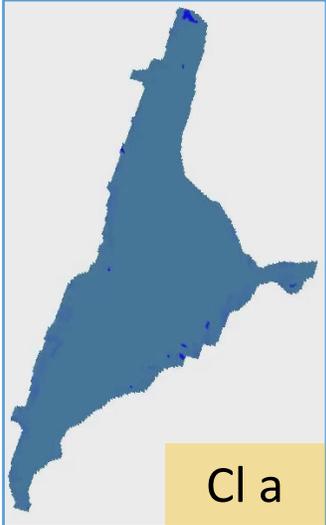
Escenario B)

Considerando aguas residuales de Carlos Paz

(sólo EMISARIO y a MÁXIMA CAPACIDAD)

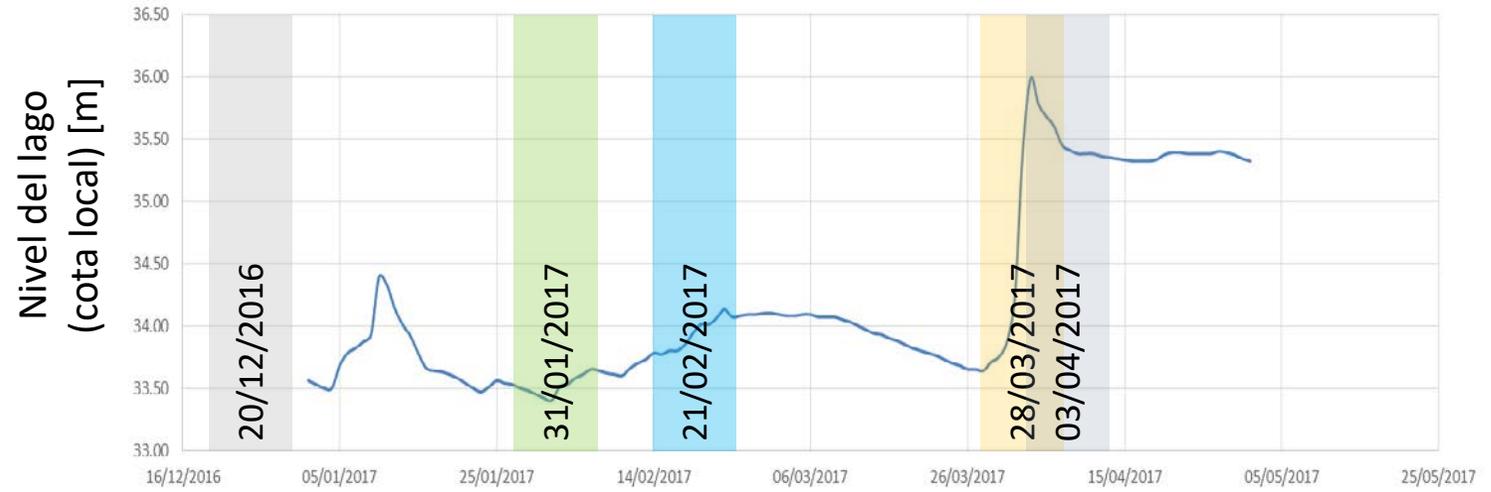
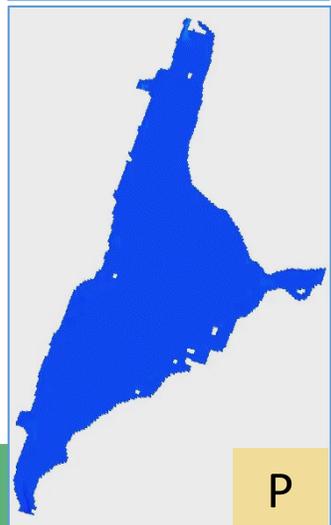
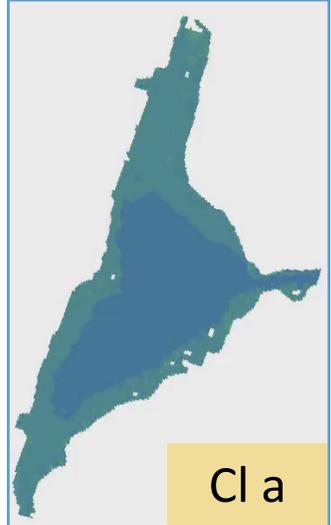


Modelado A



CENTRO	Clorofila a [$\mu\text{g/l}$]	Fecha	Profundidad [m]	Medido	Modelado A	Modelado B
		20/12/2016	0.20	6.80	-	-
31/01/2017	0.20	6.00	1.00E-07	3.6		
21/02/2017	0.20	5.90	1.00E-07	3.4		
28/03/2017	0.20	6.40	1.00E-07	4.6		
03/04/2017	0.20	-	3.7	6.2		

Modelado B



Finales 1800 ppios 1900 1er Embalse Multip. de Sudamerica: **San Roque**

Mediados 1970 → F busso & N Ormeno → Floraciones algales (**SR**)

1998 → Grupo Lagos (Lopez & Rodriguez) → Modelado+Monitoreo+FRH (**SR & LM**)

1999/00 → 6 tesis Maestrias WQ+ 3 Tesis Limn.Fis. + Bathub POM 3D (**SR**)

2002/3 → J Imberger CRC UWA 1ra LDS (EML) SR → Aireadores + Disrem/Caedym

2004 → Sensores Remotos (Spot+Lansat) + Coherens 3D

2018 → 2da EML + MIKE 3D

2019 → 3ra EML + Delft 3D.... y

2020 y dps... → UDS !

¡MUCHAS GRACIAS!



Dr. Andrés Rodríguez

Ing. Jonathan Muchiut

Laboratorio de Hidráulica

Universidad Nacional de Córdoba

androdminplan@gmail.com - jonathan_muchiut@hotmail.com