



Ministerio  
de Ambiente

# INICIATIVA PARA EL RÍO NEGRO

## Logros y desafíos de un esfuerzo nacional

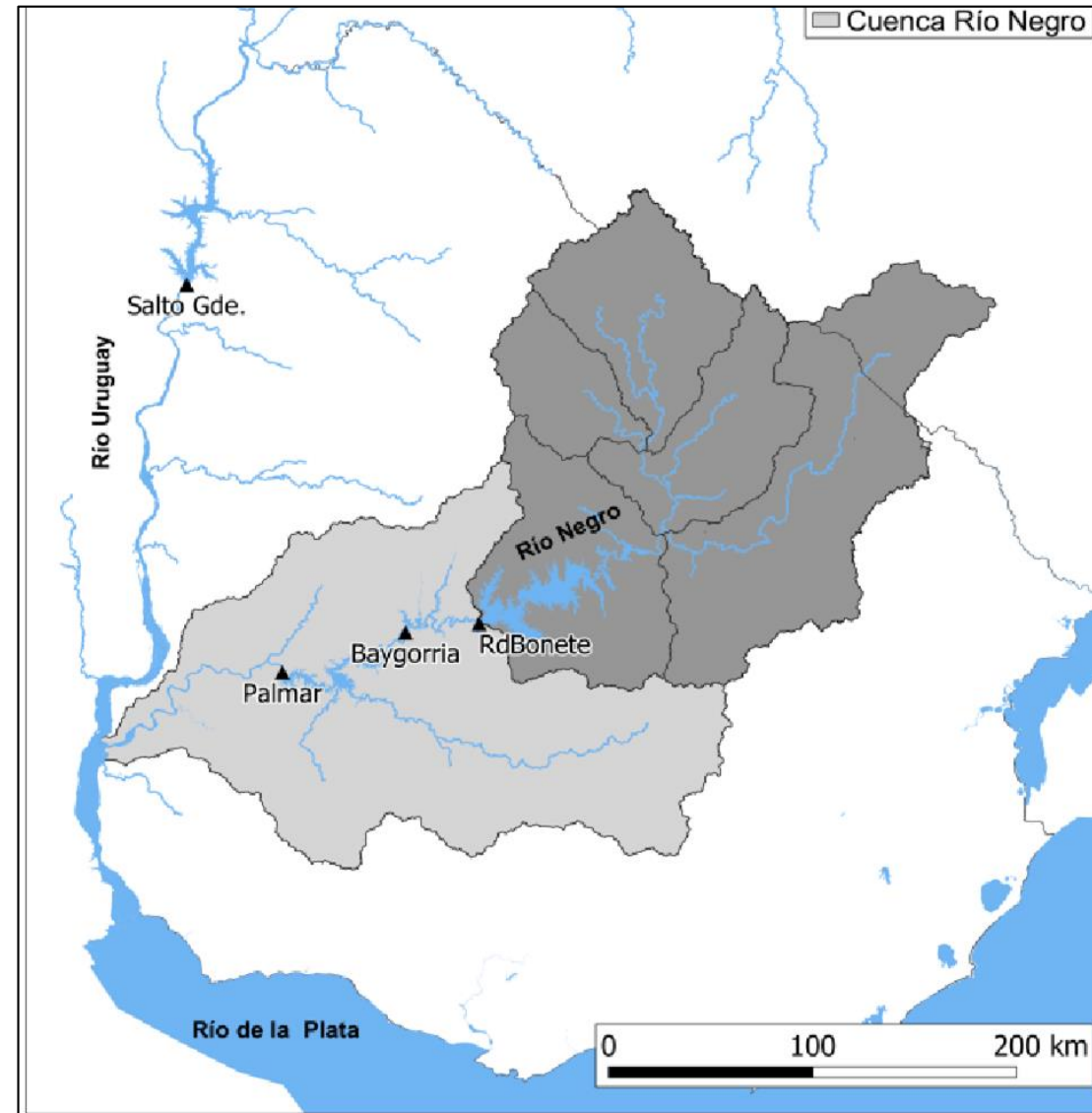
### Principales resultados de proyectos - DINACEA



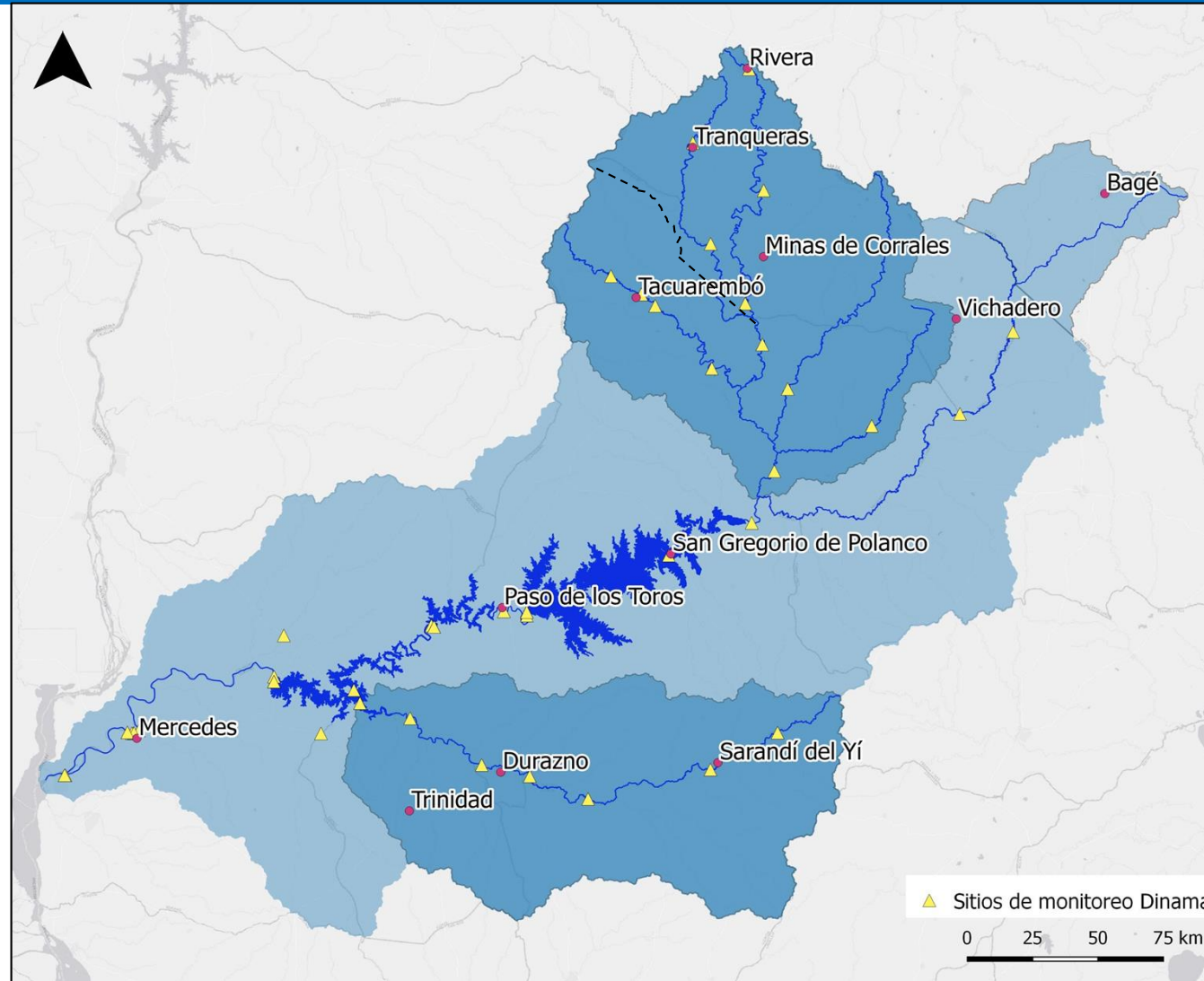
# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”

## Objetivo IRN:

Mejorar y proteger la calidad del agua y de los ecosistemas asociados, implantando un modelo de gestión integral de la Cuenca del Río Negro que permita adelantarse a los cambios generados como resultado de nuevos desarrollos productivos y mejore los patrones productivos existentes.



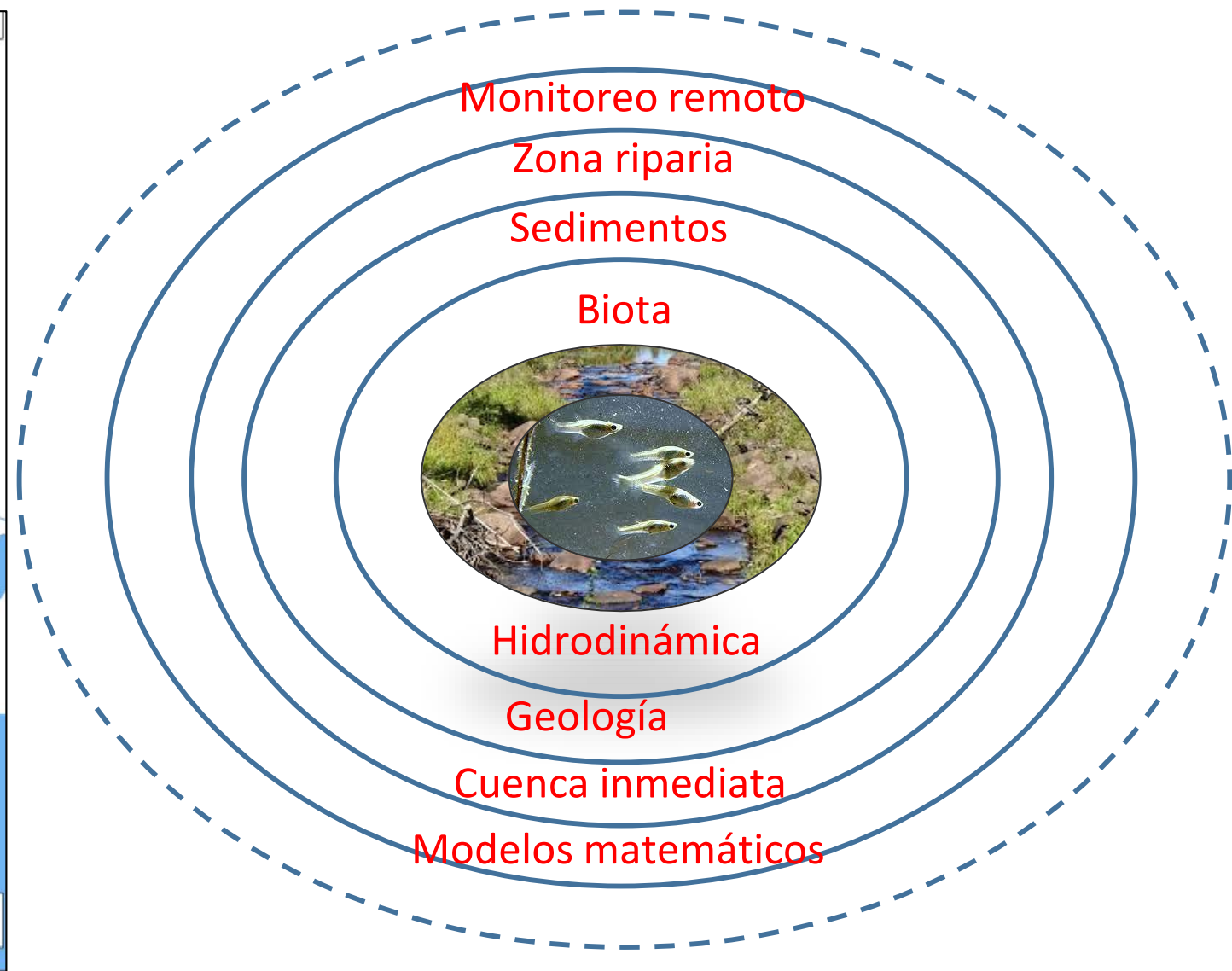
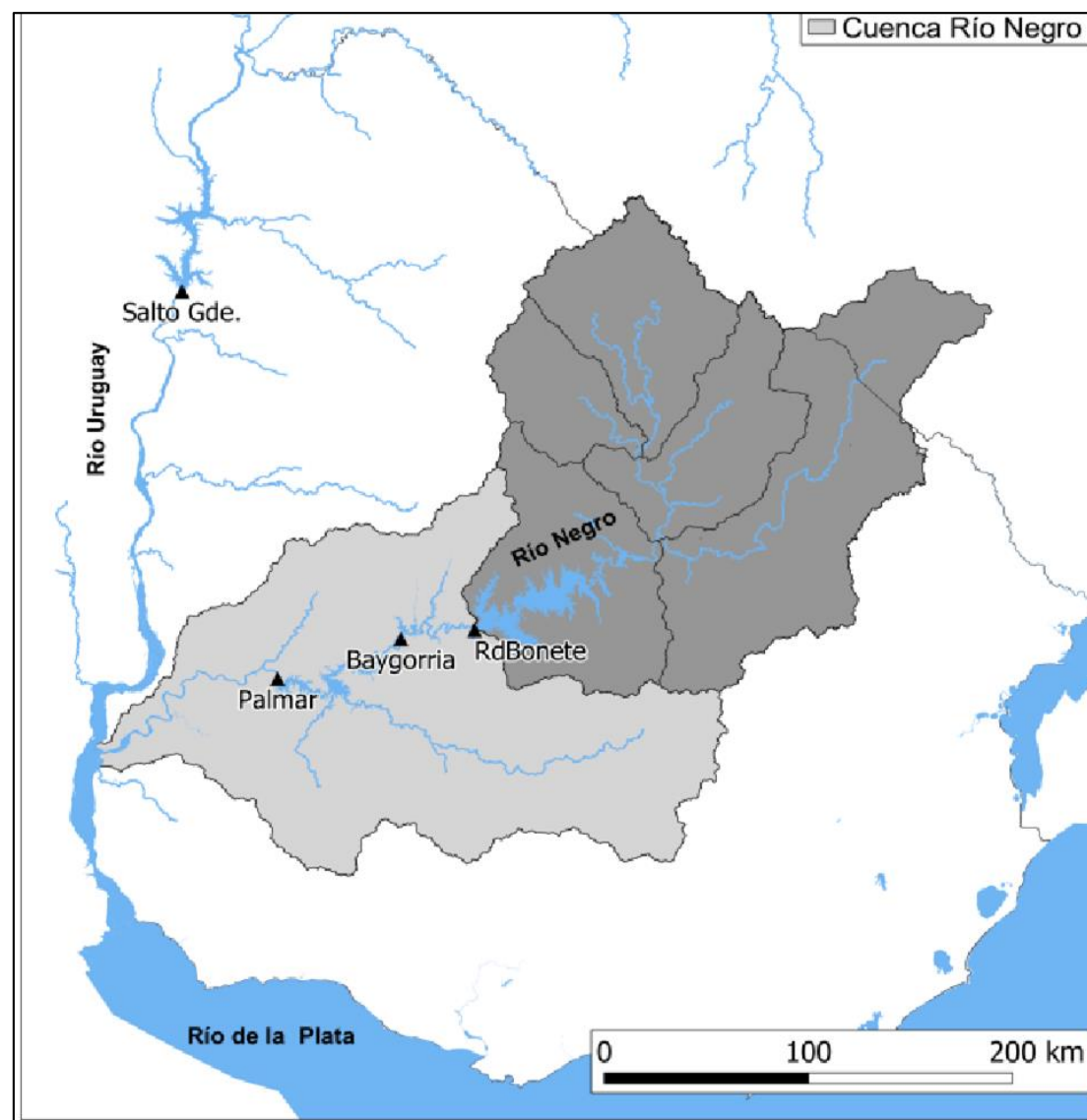
# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”



Evaluación de  
la calidad  
ambiental

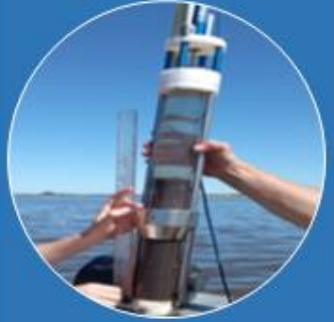
Mejora del  
conocimiento  
necesaria

# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”





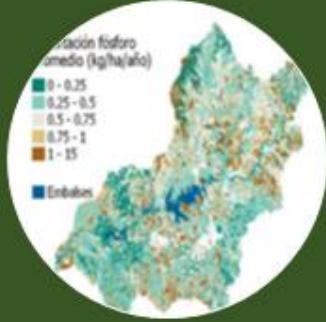
# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”



1-01  
concentración de  
fósforo total en  
los sedimentos de  
los embalses -  
DINACEA



1-02 nivel basal  
de fósforo  
asociado a la  
estructura  
geológica de la  
cuenca media-alta  
- DINAMIGE



1-03 y 04  
modelación de la  
calidad  
en toda la cuenca  
con datos  
disponibles y  
nuevos - DINACEA



1-05 Modelación  
hidro-  
sedimentológica  
y de calidad de  
agua del embalse  
de Rincón del  
Bonete- DINACEA



1-08 Mapeo de  
Cobertura de la  
Tierra para la  
Cuenca del Río  
Negro - DINOT



1-09  
Sensoramiento  
remoto aplicado a  
la calidad del  
agua- DINACEA



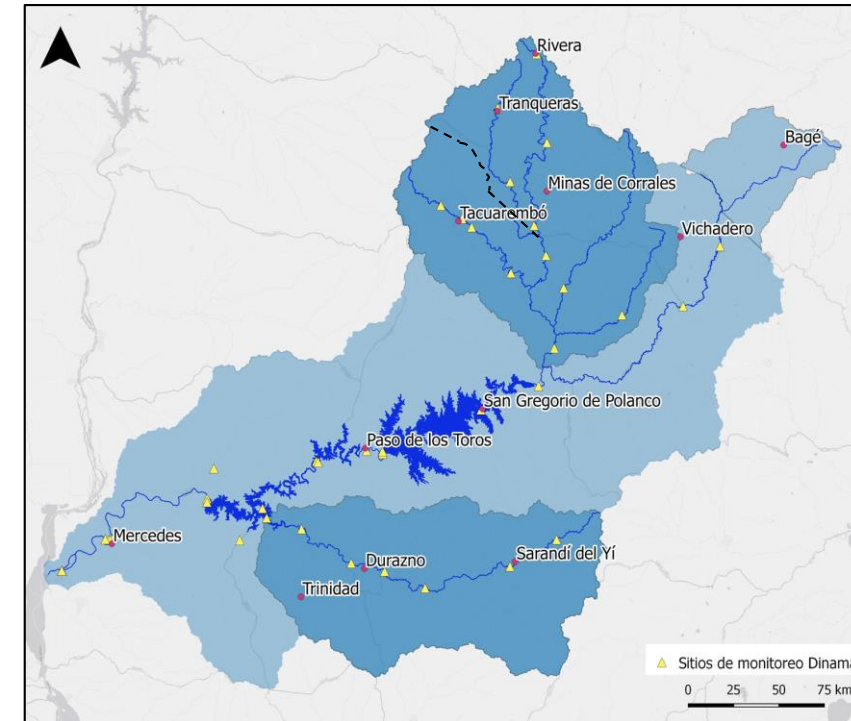
Pt-3-01.  
Evaluación de la  
calidad del  
agua-  
Monitoreo  
automatizado

Proyectos que contribuyen directamente al conocimiento del sistema

# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”

## Proyectos de la Iniciativa del Río Negro con contraparte del MINISTERIO DE AMBIENTE- Divisiones de Calidad e Información Ambiental de DINACEA:

- Determinación (Biodisponibilidad) de la concentración de fósforo total en los embalses Bonete, Baygorria y Palmar.
- Modelación de calidad de agua en cuenca del Río Negro utilizando la herramienta SWAT.
- Desarrollo de un modelo hidrodinámico en embalse Rincón del Bonete.
- Sensoramiento remoto en seguimiento de floraciones de cianobacterias.
- Operación y mantenimiento de estaciones de monitoreo automático de calidad de agua en el Río Negro.



# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”

## Proyectos de la Iniciativa del Río Negro con contraparte de las divisiones de Calidad e Información Ambiental de DINACEA:



2021												2022												2023					
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
							1 - 01																						
							1 - 04																						
																						1 - 03							
	1 - 05																												
					1 - 09																								
												PT - 3 - 01																	



# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”

## Logros y desafíos

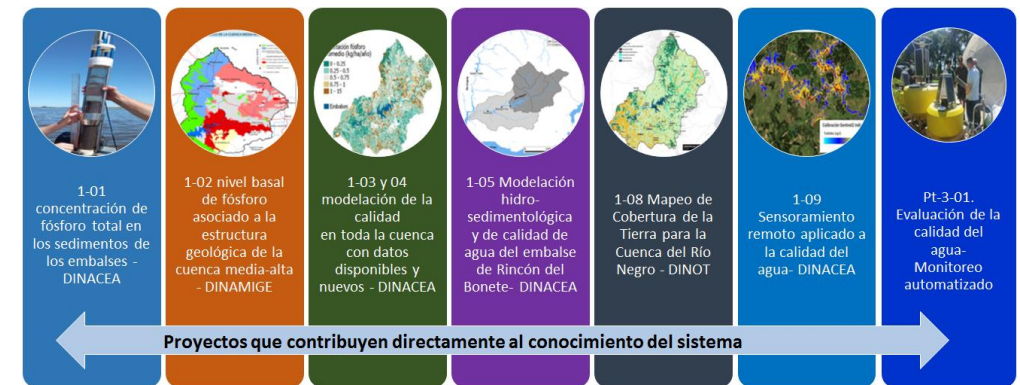
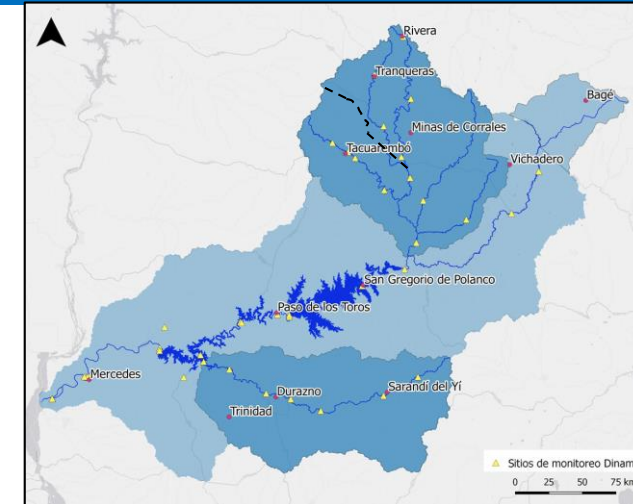
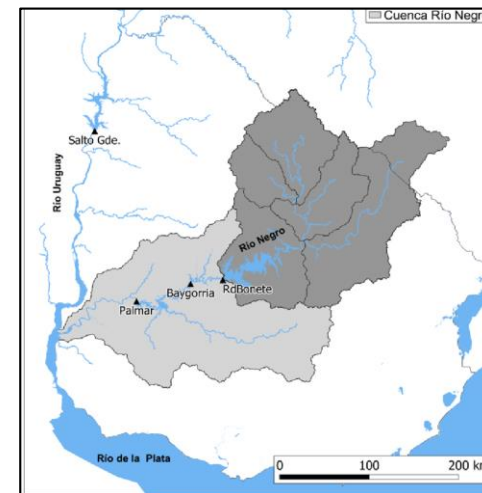
Ejecución de proyectos y cumplimiento de objetivos.

Salto significativo en el conocimiento de la dinámica del sistema en un corto período

Fortalecimientos significativos de los equipos técnicos de todas las instituciones involucradas

Capacidades técnicas nacionales a la altura del desafío

Fortalecimiento institucional con incorporación de equipamiento, capacitación y nuevas herramientas de análisis del sistema





# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”

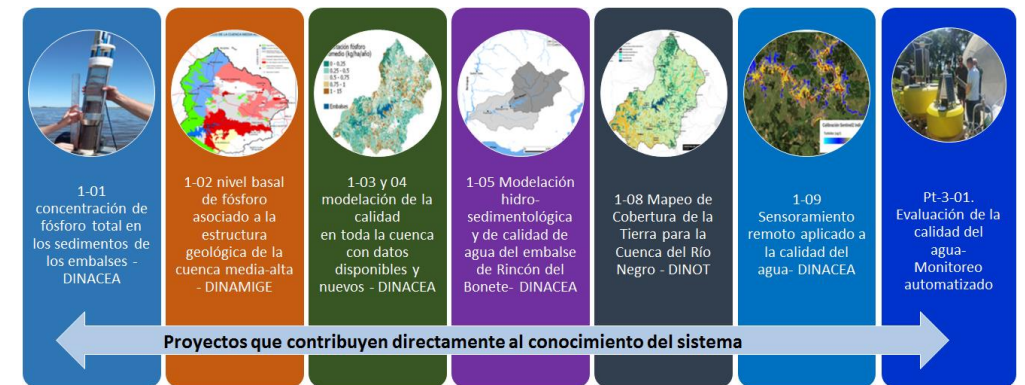
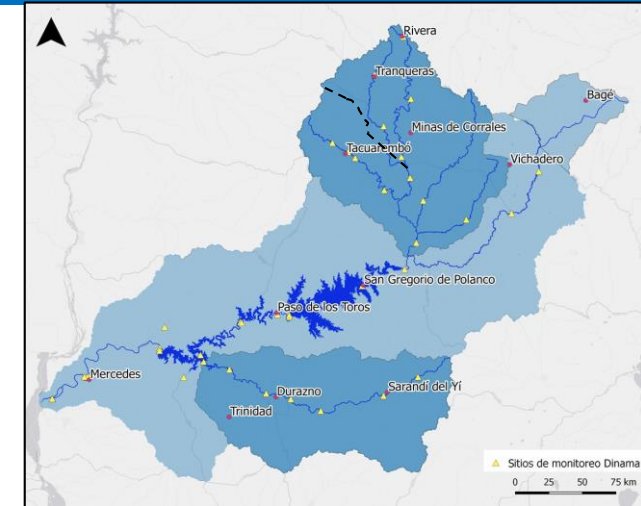
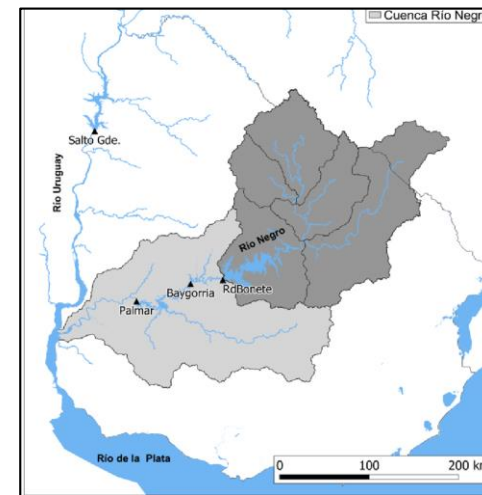
## Conclusiones

Las problemáticas de calidad de agua en la cuenca del Río Negro están vinculadas al conjunto de actividades antrópicas que se desarrollan

Se confirman y descartan varias hipótesis de trabajo que se tenían inicialmente

La interacción entre los proyectos implementados y su potencial sinergia aún tiene que desarrollarse

Es importante tener mayor cercanía con los actores locales al momento de implementar medidas de acción en la cuenca y trabajar en ese sentido



Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”

PRINCIPALES RESULTADOS

# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”

## Principales resultados



1-01  
concentración de  
fósforo total en  
los sedimentos de  
los embalses -  
DINACEA

Existe P-Lábil en el agua intersticial biodisponible a las cianobacterias y demás organismos que lo utilizan. En condiciones de hipoxia, se determinó una liberación de fósforo de una cantidad 50, 26, y 100 veces superior a la del P-Lábil en Bonete, Baygorria y Palmar respectivamente. No se han registrado procesos prolongados de anoxia en los embalse Podría ocurrir reducción de pH con efectos geoquímicos, e incremento de la eutrofización de los embalses.

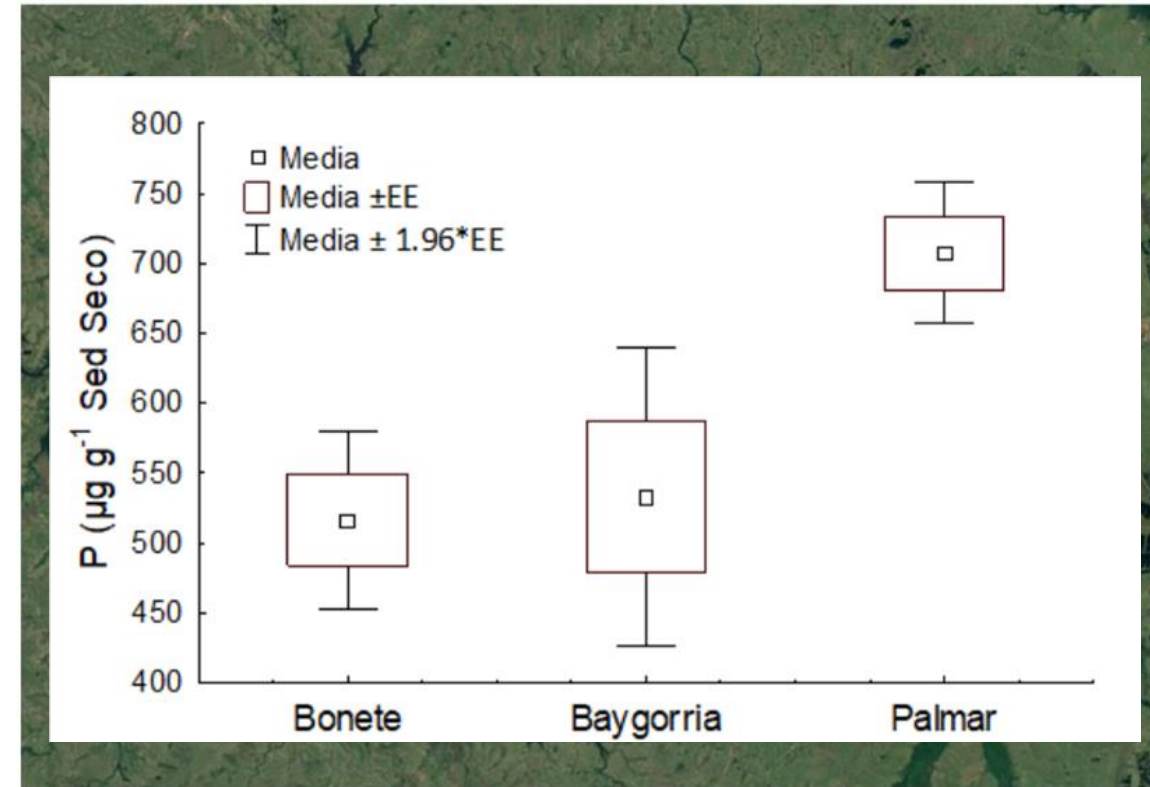
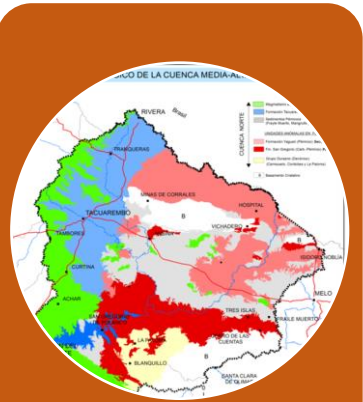


Figura 2. Embalse Bonete, ubicación de los sitios de colecta.

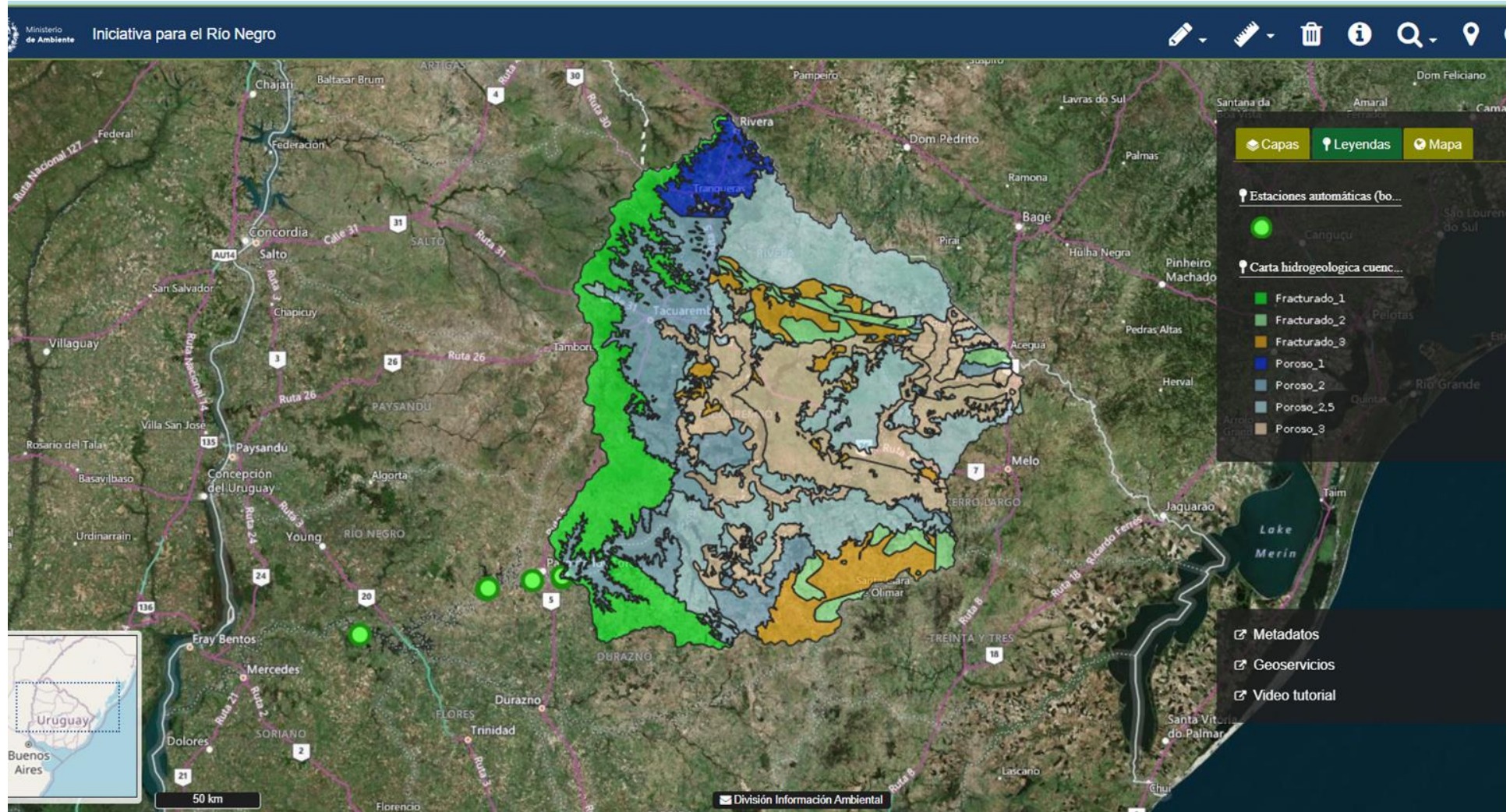


# Eje 1: "Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema"

## Principales resultados



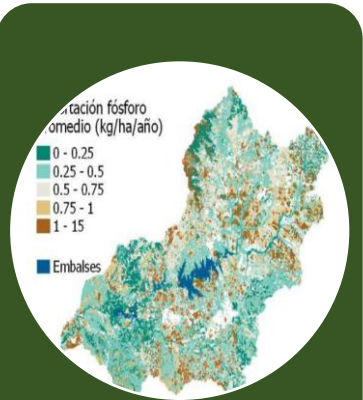
1-02 nivel basal de fósforo asociado a la estructura geológica de la cuenca media-alta - DINAMIGE



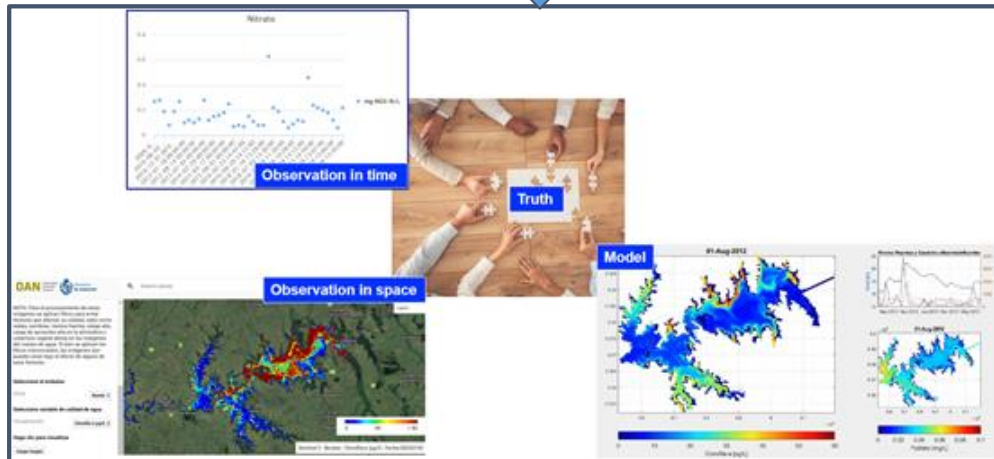
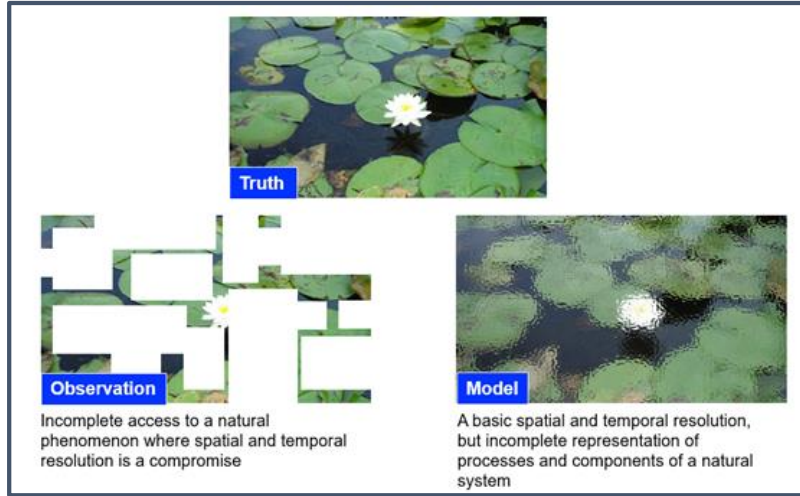


# Eje 1: "Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema"

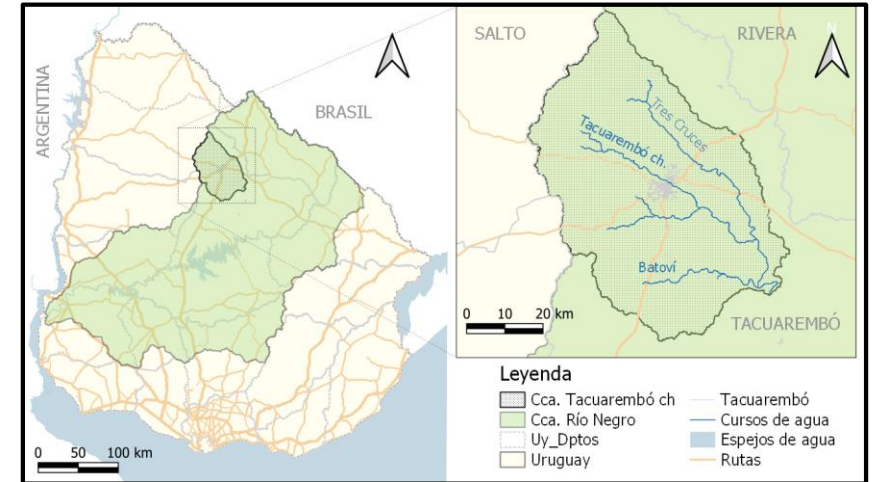
## Principales resultados



1-03 y 04  
modelación de la  
calidad  
en toda la cuenca  
con datos  
disponibles y  
nuevos - DINACEA



- Capacitación a distancia: Nov 2022
- Workshop expertos en Uruguay: Feb 2023
- Trabajo de colaboración a distancia: Feb - Jun 2023



Cuenca Río Tacuarembó

	EC	PD4	TP	PP	ND3	NH4	TN	N-org	O2	pH	SS1	T	CFE	P	API
EC	1														
PD4	0.267641	1													
TP	0.725767	0.948326	1												
PP	-0.49844	-0.47961	-0.17641	1											
ND3	0.140494	0.148591	0.118502	-0.14465	1										
NH4	-0.07106	-0.06956	-0.04856	0.369626	-0.49376	1									
TN	0.740112	0.735051	0.660602	-0.44857	-0.07266	-0.09332	1								
N-org	0.735656	0.707814	0.640035	-0.42577	-0.17516	0.015032	0.994635	1							
O2	0.006606	-0.07599	-0.11176	-0.06949	0.312913	-0.30462	0.070632	0.018324	1						
pH	0.726656	0.66926	0.32665	-0.30605	0.177357	-0.11137	0.450559	0.426246	0.253259	1					
SS1	-0.49241	-0.43726	-0.24679	0.643053	-0.37793	0.48806	-0.23666	-0.21399	-0.14077	-0.3906	1				
T	0.762099	0.628226	0.574419	-0.36024	-0.04647	0.138157	0.3502	0.24965	-0.46344	0.359576	-0.49061	1			
CFE	-0.54437	-0.53112	-0.48566	0.33662	-0.46008	0.075745	-0.21337	-0.16114	-0.37364	-0.26767	0.536236	-0.45022	1		
P	-0.37551	-0.33702	-0.24296	0.216439	-0.34555	0.182066	-0.06677	-0.06156	-0.06482	-0.23072	0.181057	-0.34481	0.467525	1	
API	-0.46611	-0.46611	-0.33377	0.393667	-0.41662	0.323394	-0.13033	-0.03631	-0.30632	-0.44467	0.594707	-0.36346	0.745434	0.606215	1

# Eje 1: "Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema"

## Principales resultados



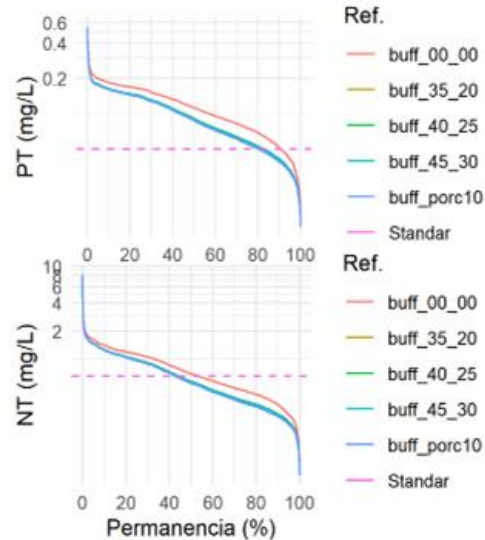
Distribución fósforo promedio (kg/ha/año)  
 0 - 0.25  
 0.25 - 0.5  
 0.5 - 0.75  
 0.75 - 1  
 1 - 15  
 Embalses

1-03 y 04  
 modelación de la  
 calidad  
 en toda la cuenca  
 con datos  
 disponibles y  
 nuevos - DINACEA

### Escenarios - Resultados en RN2

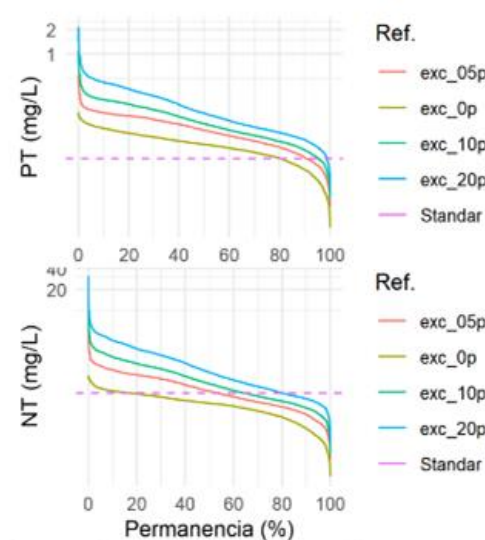


#### 1. Zonas buffer



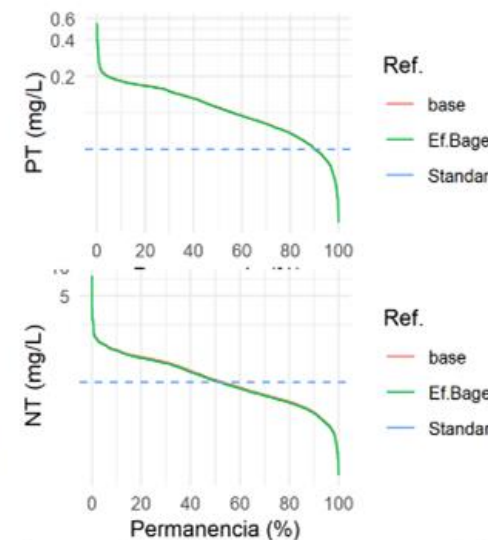
Con zonas buffer aplicada a cuencas >10 km<sup>2</sup>), se reducen las cargas 25% de PT y 23% NT.

#### 2. Excretas del ganado directo a cursos de agua



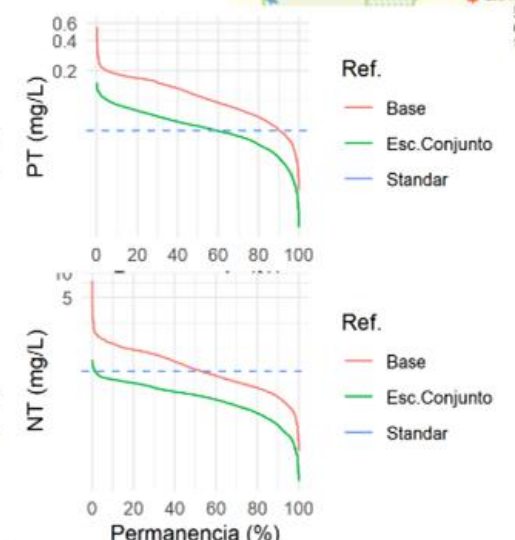
Si se elimina el aporte directo del ganado se reducen las cargas: 16% de PT y 20% de NT.

#### 3. Vertido efluente Bagé



Se reducen las cargas: 1,1% de PT y 2,7% de NT. Mayor impacto aguas arriba, inicialmente reduce 23% de PT y 54% de NT.

#### 4. Escenario conjunto



Combinando los tres escenarios anteriores se reducen las cargas: 41% de PT y 46% de NT.



# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”

## Principales resultados

El modelo numérico y las mediciones de campo muestran una hidrodinámica sumamente compleja, donde **el viento** tiene un rol dominante y **las crecidas** son relevantes.

El modelo captura la variabilidad temporal de los ciclos de N y P (mineralización de compuestos orgánicos, nitrificación, desnitrificación), la dinámica del fitoplancton (considerando la competencia por los recursos entre distintos grupos) y las variaciones del oxígeno disuelto.

La dinámica del fitoplancton, mostró sensibilidad a los aportes de nitrógeno y fósforo total en **los afluentes** al embalse; podrá cuantificar el efecto de cambios en los aportes de nutrientes que llegan al embalse desde la cuenca.

La herramienta numérica puede utilizarse para evaluar medidas de gestión para mejorar la calidad de agua en el embalse, evaluar posibles descargas de efluentes o políticas de operación de la represa. **La metodología y el conocimiento generado son extrapolables a los otros embalses.**



1-05 Modelación hidro-sedimentológica y de calidad de agua del embalse de Rincón del Bonete- DINACEA

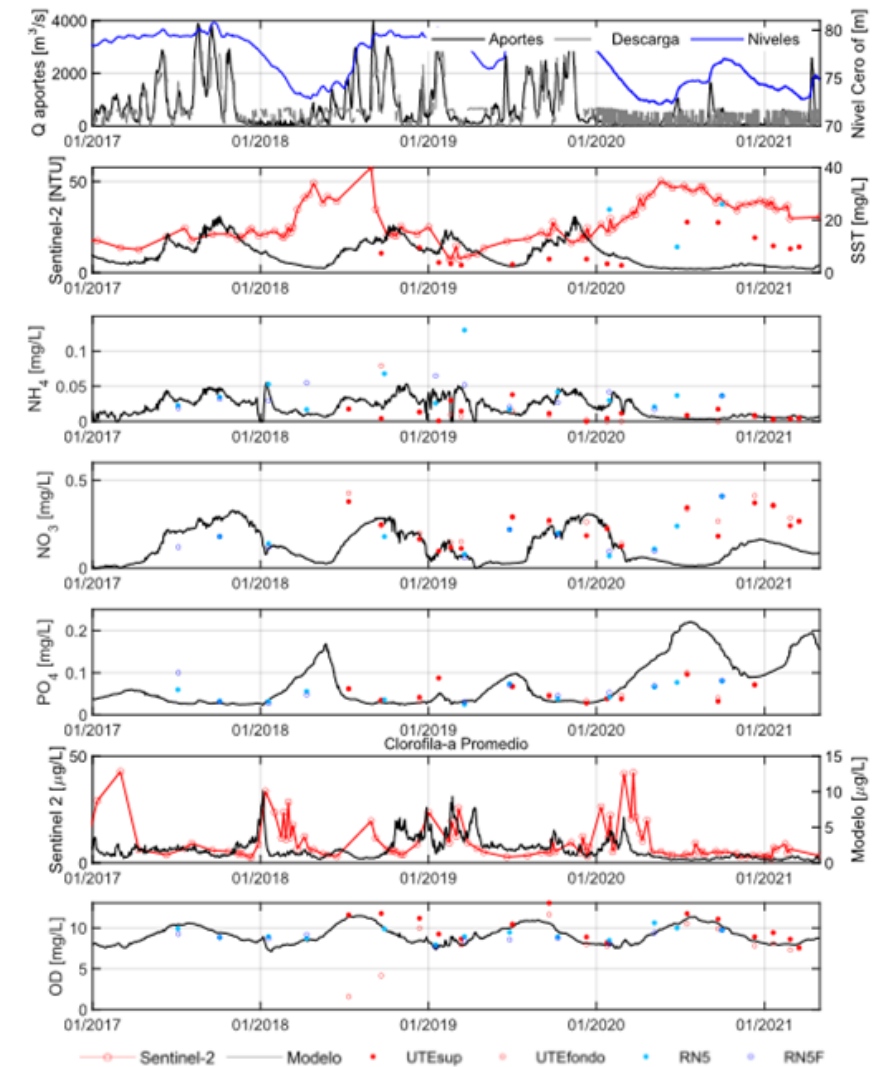
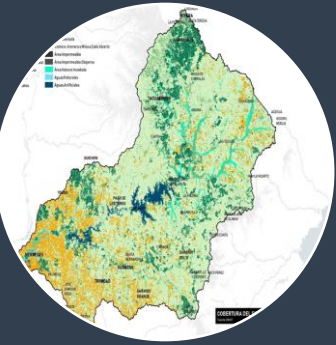


Figura 5: Caudales de aporte, descargas, y niveles; turbidez Sentinel-2 y SST modelados y medidos; amonio modelado y medido; nitrato modelado y medido; fosfato modelado y medido; clorofila-a modelada y satelital (promedio entre varios puntos del embalse); oxígeno disuelto modelado y medido.

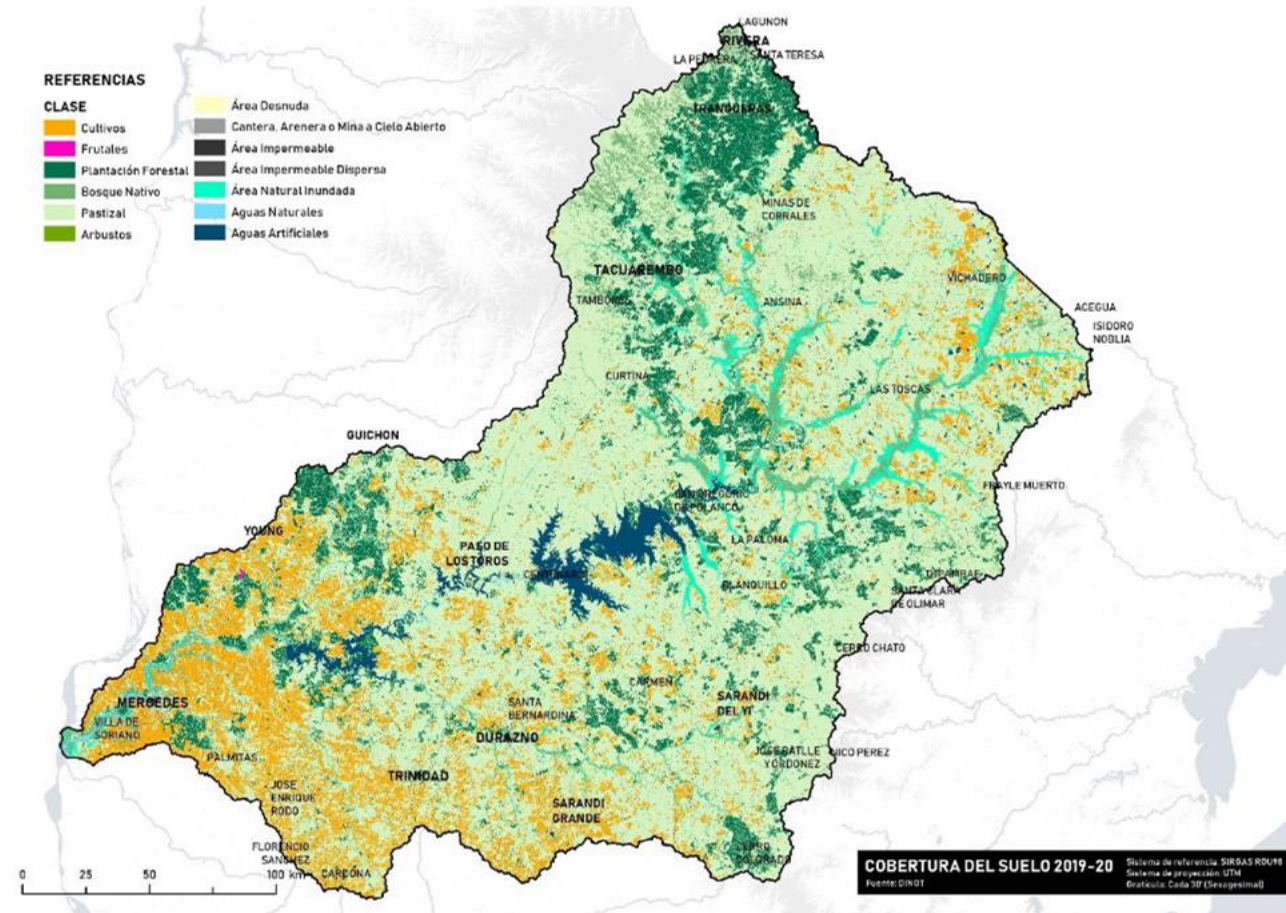
# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”

## Principales resultados

La cobertura de la tierra y particularmente los cambios de la misma son determinantes de la calidad y cantidad de agua en la cuenca. Tener datos actualizados y de buena calidad es imprescindible, especialmente en un escenario de intensificación de actividades que podría aumentar las cargas difusas y puntuales al sistema hídrico de la Cuenca. La clasificación resultante tiene una mayor resolución espacial y un mayor nivel de detalle en cuanto al número y tipos de clases de cobertura detectados.



1-08 Mapeo de Cobertura de la Tierra para la Cuenca del Río Negro - DINOT

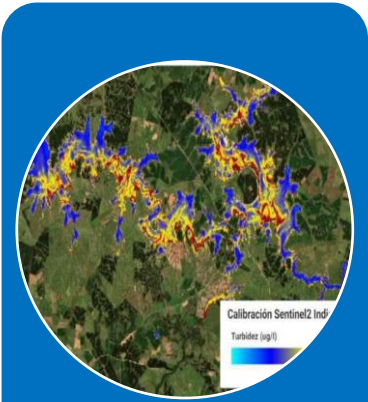


Pastizal (64,59%), Cultivos (13,42%), Plantación Forestal (10,66%), Bosque Nativo (4,42%) y Aguas Artificiales (2,53%).



# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”

## Principales resultados



1-09

Sensoramiento remoto aplicado a la calidad del agua- DINACEA

Modelos satelitales validados para estimación de clorofila a, ficocianina, temperatura, turbidez, materia orgánica disuelta

Otros productos: Desarrollos tecnológicos

Capacitación técnica

Equipamiento

Vínculos interinstitucionales

Equipo de referencia a nivel internacional

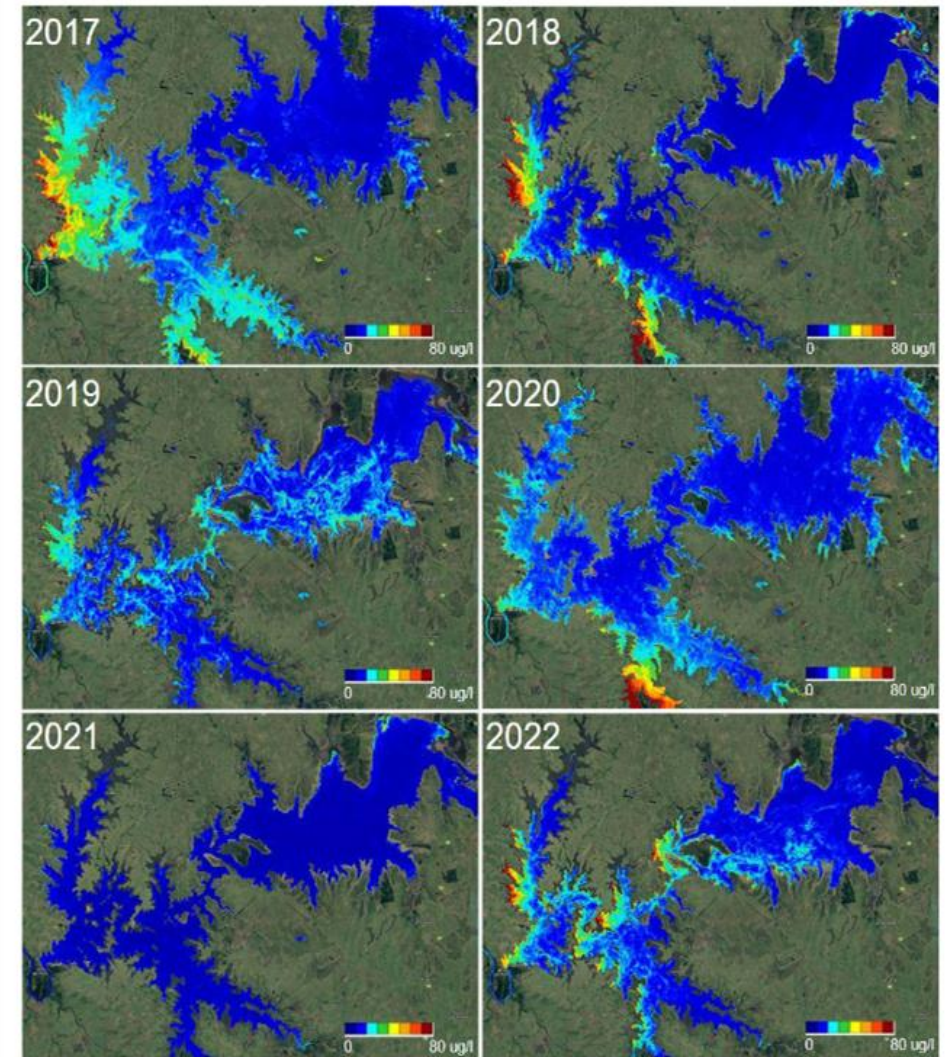
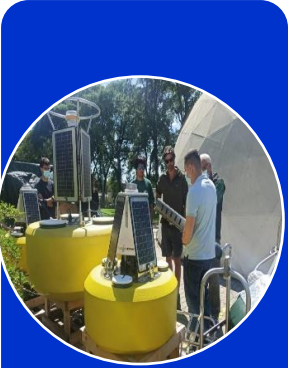


Figura 10: Visualización del promedio de clorofila-a en el embalse Bonete para las estaciones de verano y otoño durante el periodo 2017-2022, según modelo RN-MAIN.

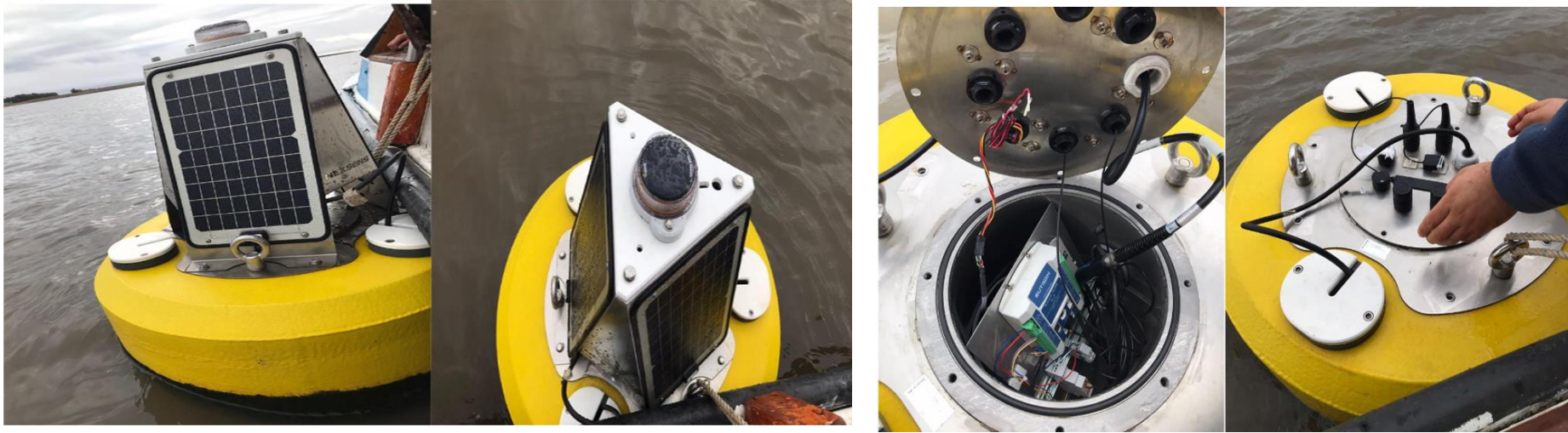


# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”

## Principales resultados



Pt-3-01.  
Evaluación de la  
calidad del  
agua-  
Monitoreo  
automatizado



Productos:

Nueva tecnología y herramientas metodológicas,  
mayor frecuencia y continuidad de datos,  
información en tiempo real, alertas  
fortalecimiento técnico y nuevas capacidades  
(recibimos y brindamos),

Fortalecimiento de la gestión ambiental

Interinstitucionalidad

# “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema” Convenio Min.Ambiente-UdelaR-Fac. Ciencias



Embalses limitados por el nitrógeno (N) para producir biomasa fitoplanctónica y de cianobacterias.

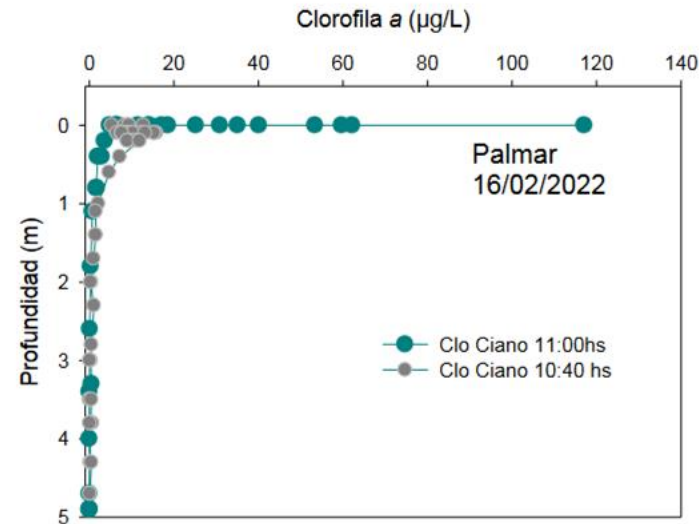
La temperatura es un factor determinante que habilita la respuesta del crecimiento fitoplanctónico a la disponibilidad de N (a partir de 25.2°C), aunque hay respuestas positivas a >20°C

Permite predecir que la concentración de PT <75 µg P L-1 como nivel objetivo puede tener un efecto cuantificable en la disminución de la formación y frecuencia de las floraciones de cianobacterias.

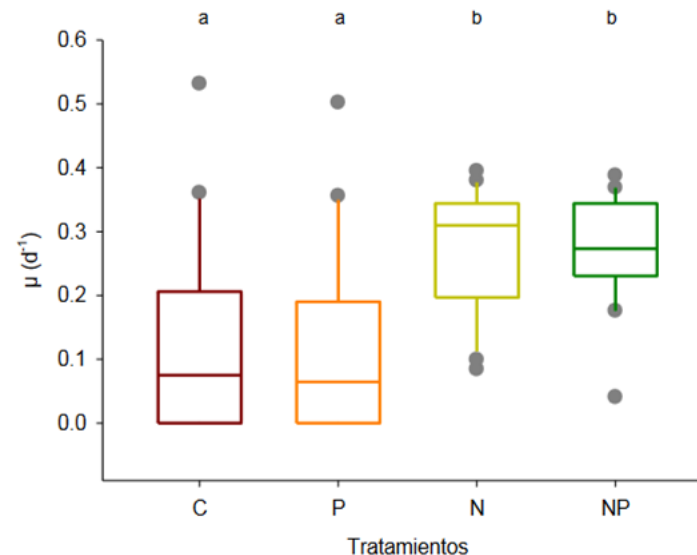
Las cianobacterias tendieron a dominar en el primer metro de la columna de agua, principalmente con los géneros *Microcystis*, *Pseudanabaena*, *Dolichospermum*, *Planktothrix* y *Planktolyngbya*.

Existió una incorporación activa de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> cuando este nutriente aumenta su concentración ambiental

El N genera una respuesta inmediata cuantificable en horas y días, mientras que el P sostiene esa respuesta en el tiempo (meses, estacional) y permite desarrollar biomasa elevada.



**Figura 14.** Izquierda: Perfiles verticales de clorofila *a* total y de cianobacterias realizados en Palmar en febrero, con una diferencia de 20 minutos. Se muestran los primeros 5 m. Derecha: foto de la acumulación de la floración observada en el perfil realizado a las 11:00 hs.



**Figura 29.** Comparación de las tasas de crecimiento ( $\mu d^{-1}$ ) de cianobacterias en el período cálido (enero a marzo) en los tres embalses y en los tratamientos C: control, P: fósforo, N: nitrógeno y NP: adición de nitrógeno y fósforo. Las letras diferentes indican diferencias significativas (Kruskal-Wallis,  $H = 28.274$ ,  $df: 3$ ,  $p < 0.001$ , test post hoc Tukey).

FACTORES  
AMBIENTA  
LES QUE  
FAVORECE  
N EL  
DESARRO  
LLO DE  
CIANOBAC  
TERIAS EN  
LOS  
EMBALSES  
DEL RÍO  
NEGRO

# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”

## Difusión de resultados y disponibilización de productos

Observatorio Ambiental Nacional - Aguas del Río Negro

<https://www.ambiente.gub.uy/oan/iniciativa-para-el-rio-negro/>





# Eje 1: “Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema”

## Difusión de resultados y disponibilización de productos

Entregables de proyectos ejecutados

Datos abiertos y productos generados en diferentes formatos

Desarrollos para análisis de imágenes satelitales disponibles

**Visualizador de mapas y datos**

Se reúnen aquí los mapas que se consideran de interés para mostrar el estado de situación de la calidad de agua y riberas del Río Negro. La información que se presenta ha sido generada por las instituciones participantes y otra es de base para dar contexto.

**Análisis satelital de la calidad de agua**

La información de los parámetros de calidad de agua, obtenida del ajuste y procesamiento de las imágenes satelitales, es presentada en dos aplicaciones que muestran la concentración de Clorofila-a, Turbidez y CDOM (materia orgánica). Por un lado se presenta el dato satelital con alta definición (cuadrícula de 10 metros) más reciente y, en otra aplicación, la información actual e histórica (desde el 2016) procesada para 7 sectores de los embalses del Río Negro.

**Documentos**

La base de datos documental registra aquellos informes, libros u otros materiales en la temática medio ambiente, agua y cambio climático; informes de calidad de agua y aire, documentos técnicos, guías y manuales ambientales, entre otros.

**Datos abiertos**

Programa	Acción	Objeto	Parámetros	Alcance	Estado	Acciones
Planeta	2022	4000	11	100	100	100
Agencia de Control Ambiental	2022	2000	5	100	100	100
Agencia de Protección Ambiental	2022	2000	5	100	100	100
Agencia de Control Ambiental	2022	2000	5	100	100	100
Agencia de Protección Ambiental	2022	2000	5	100	100	100

Resumen de datos disponibles para descarga y uso. Los datos se encuentran agrupados por tema y subtema

**Cobertura del suelo**

Mapas interactivos para visualizar la cobertura y uso del suelo, y un modelo probabilístico de la ocurrencia de humedales. Estos productos se desarrollaron a partir de datos satelitales y aplicando algoritmos de inteligencia artificial.

**La cuenca en imágenes**

Las imágenes incluidas aquí son representativas de los paisajes existentes en los cursos principales de la cuenca del Río Negro y de las actividades realizadas para el monitoreo de la calidad del agua.

Todas

- Ministerio de Ambiente
- Ministerio de Industria y Energía
- Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca

ID 1-01	Determinación de la concentración de fósforo total en los sedimentos de los embalses Bonete, Baygorria y...
ID 1-02	Evaluación del nivel basal de fósforo asociado a la estructura geológica de la cuenca media-alta del Río...
ID 1-03	Modelo predictivo de calidad de agua, capacitación de RRHH por Deltares, Holanda
ID 1-04	Asistencia técnica especializada. Modelación de la calidad del agua en toda la cuenca del Río Negro.
ID 1-05	Modelación hidro-sedimentológica y de calidad de agua del embalse de Rincón del Bonete
ID 1-08	Mapeo de Cobertura de la Tierra para la Cuenca del Río Negro
ID 1-09	Evaluación de la temperatura, clorofila a, ficocianina, turbidez y materia orgánica con imágenes satelit...
ID 3-02	Caracterización de sistemas productivos de la Cuenca del Río Negro e identificación de uso del suelo
ID 3-04	Degradación de fitosanitarios en zonas riparias
ID 3-06	Competitividad y mejora del desempeño ambiental en el sector productivo de la cuenca del Río Negro
ID 5-01	Restauración ecosistémica y caudales ambientales
ID 5-02	Fortalecimiento de las capacidades de gestión para la protección del Bosque Nativo de la Cuenca
ID 5-06	Estimación de la reducción anual de los aportes de sedimentos y de fósforo disuelto, mediante la utiliza...



Prioridad - Términos

Muchas gracias por su atención !



INICIATIVA PARA EL RÍO NEGRO  
Logros y desafíos de un esfuerzo nacional

Principales resultados de proyectos - DINACEA