

INICIATIVA PARA EL RÍO NEGRO

*Para la mejora de la calidad de agua
de la cuenca del río Negro*

Febrero 2024



Ministerio
de Ambiente

Ministerio
de Ganadería,
Agricultura y Pesca

Ministerio
de Industria,
Energía y Minería

AUTORIDADES



Ministerio
de Ambiente

Ministro Adrián Peña/ Robert Bouvier
Subsecretario Gerardo Amarilla
Director DINACEA Eduardo Andrés
Director DINAGUA Viviana Pesce
Director DINABISE Gerardo Evia



Ministerio
de Ganadería,
Agricultura y Pesca

Ministro Fernando Mattos
Subsecretario Ignacio Buffa
Director DGRN Martín Mattos
Director DGSA Leonardo Olivera
Director DINARA Jaime Coronel
Director DGF Carlos Faroppa



Ministerio
de Industria,
Energía y Minería

Ministro Omar Paganini
Subsecretario Walter Verri
Director DINAMIGE Marcelo Pugliese



Subsecretario MIEM Walter Verri, Subsecretario MA Gerardo Amarilla, Subsecretario MGAP Ignacio Buffa, Mercedes Antia, Presidente Luis Lacalle Pou, Diego de Freitas, Adriana Lupinacci, Jaime Coronel

INSTITUCIONES VINCULADAS A LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS

UDELAR

Facultad de Agronomía
Facultad de Ciencias
Facultad de Ingeniería

CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO NORESTE

UNIVERSIDAD DE MONTEVIDEO

LATU

INSTITUTO TuDelft (Holanda)
INSTITUTO DELTARES (Holanda)
INSTITUTO SYKE (Finlandia)
VIDA SILVESTRE Uy

LATU

Stella Cristóbal
Andrés Olivera
María Dabezies
Cecilia Aguerre
Lorena Fiori
Jacqueline Domínguez
Por Latitud: Diana Míguez,
Carlos Saizar
Lucía Boccardi

Técnicos IRN Personal que participó en el Proyecto Iniciativa río Negro

Coordinadora

Ana de Armas

MA

Consultora Lila Zabaleta Casal

Dinagua

Amalia Panizza
Romina Sanabria
Gerardo de los santos
Valentina Ribero

EDUCACIÓN AMBIENTAL

Ma del Luján Jara,
Andrea Ventoso,
Bach Gerardo Balero,
Pablo Vannet

Dinacea

Calidad Ambiental

Marisol Mallo
Luis Reolón
Virginia Fernández Ramos
Agustina Serrón
Andrea Barbieri
Bruno Guigou
Federico Gallego
Federico Levin
Gary Espinoza
Gonzalo Carballo
Juan Marcos Olivera
Norberto Miguel
Rodrigo Umpiérrez
Rosina Seguí
Steffano Britos



Ministerio
de Ambiente

Dinagua

Juan Carlos Giacri
Luis Machado
Roberto Sánchez
Federico Souteras
Nereida López,
Florencia Laredo,
Ignacio Pérez
Federico Quintans
Pablo Kok
Florencia Hastings
Angel Tejera
Lizet De León- coordinador
Natalie Corrales



MIEM:

Consultora:

Andrea Chinazzo

Unidad Ambiental:

Laura Lacuague
Mara Hoffmeister
Alicia Torres

Dinamige:

Marcelo Pugliese
Javier Techera
Richard Arrighetti
Diego Izquierdo
Anahí Curbelo
Viviana Gianotti
Cecilia Geinsenblosen
Mauricio Faraone
Alejandra Pascale

Consultores:

Jorge Spoturno
Hernán Vidal

Consultora del Centro de Producción + Limpia de la UM:

Silvia Lamela
Armando Zulian
Jorge Ruibal
Marise Keller
Julio Molinolo
Mariana Robano
Ma. José González
Marcelo Berglavaz
Wagner Gerber
Marcos Rey



MGAP

Consultor Fernando Garcia Prechac

Leonardo Boragno
Carlos Clericci
Alex Hugues
Natalia Queheille

Dinara

Alejandro Duarte
Guillermo Perdomo
Lucila Silva
Gabriela Escobar
Eugenia Errico
Ernesto Chiesa
Julio Chocca
Juan Trinidad
Marcelo Lozano
Claudio Berriolo
Pablo Puig
Patricia Grunwaldt
Miguel Trinidad
Rosanna Foti
Alfredo Pereira†
Equipo de Consultores
Nicolas Papa
Lucia Suparo
Pescadores
Jorge Cuadrado
Sr. José Borches



Ministerio
**de Ganadería,
Agricultura y Pesca**

DGRN

Carolina Miranda
Silvana Delgado
Martin Dell'Acqua
Eyal Yussim
Gonzalo Pereira
Gustavo Olivera
Ivana Cardozo (consultora)
Luciana Rodriguez (consultora)
Gonzalo Ferreira
Gerardo Taque (consultor)
Andrés Beretta
Leonidas Carrasco
también participó desde INIA

DGSA

Alex Hughes
Fernando López
Natalia Ubios
Viviana Falcón
Susana Franchi

DGF

Carlos Faroppa
Mariana Boscana
Leronardo Boragno
María Emilia Arriaga
Andrés González
Mauricio Aguilar
Robert Gutiérrez
Gastón Martínez
Inés Vanzini

Equipo de Consultores

María Laura García
Alejandro Méndez
Alejandra Boccardo



Ministerio
**de Ganadería,
Agricultura y Pesca**



Ing. Ignacio Buffa, Dr. Gerardo Amarilla, Walter Verri



Fernando García, Laura Lacuague, Ignacio Buffa, Gerardo Amarilla, Walter Verri, Lila Zabaleta, Andrea Chinazzo, Ana de Armas

Prólogo

Subsecretario Ministerio
de Ambiente,
Dr. Gerardo Amarilla



El agua cumple funciones vitales en el planeta, tanto en los ecosistemas acuáticos como en los terrestres. Es un medio esencial de transporte de nutrientes y es indispensable para la fotosíntesis de las plantas, y posee un valor que podemos evaluar desde tres puntos de vista:

El valor económico que significa mucho más que el valor en sí del elemento, incluye el suministro del mismo y abarca también una serie de beneficios intangibles que la mayoría de las veces no es tenida en cuenta por la contabilidad económica tradicional.

El valor ambiental del agua surge de su esencialidad para los diferentes ecosistemas. Su calidad y disponibilidad afectan la biodiversidad, la salud de los ríos, lagos y océanos, y la regulación del clima. Valorar el agua desde una perspectiva ambiental implica considerar su papel en la conservación de la naturaleza y la sostenibilidad del planeta.

El valor social y cultural del agua, además del papel sanitario en el seno de las sociedades humanas resulta imprescindible. Además de su uso doméstico, está vinculada a tradiciones, rituales y actividades culturales. Reconocer y valorar estos aspectos es fundamental para una gestión sostenible y equitativa de los recursos hídricos.

Reconocer y justipreciar estos valores del agua a la hora de definir políticas públicas y planificar las diferentes actividades de la sociedad en relación a este elemento, resulta fundamental para generar condiciones de sostenibilidad tanto del uso del recurso como del desarrollo de una sociedad y de la vida misma.

Por el contrario el no considerar estos valores y no tener en cuenta los riesgos a que nos exponemos si no los tenemos en cuenta, resulta en la degradación del recurso, contaminación, afectación de biodiversidad y limita o directamente deteriora, el desarrollo y el futuro mismo de una comunidad vinculada a una cuenca hidrográfica.

En el año 2010, la resolución 64/292 de la Organización de Naciones Unidas reconoció el derecho humano al agua potable. Este documento subrayó la importancia del consumo de agua segura para el desarrollo humano y señaló la necesidad urgente de abordar la falta de acceso a nivel global.

Considerar al agua como un derecho fundamental obliga a los Estados a garantizar su acceso y tomar medidas para prevenir la contaminación y la escasez del agua. Los Estados tienen la responsabilidad de implementar políticas y regulaciones que aseguren el acceso universal al agua potable y al saneamiento.

Además, el derecho al agua está vinculado también a otros derechos, como el derecho a la salud, la alimentación y la vida.

En Uruguay, el río Negro como principal cuerpo de agua lótico, se utiliza por el hombre con distintas finalidades: potabilización, riego, pesca artesanal, cultivo de peces, producción de energía, actividades industriales, recreación y abrevadero del ganado entre otras.

Es así que crece la dimensión ambiental dentro de la complejidad del sistema, y el medio acuático como receptor de todas las actividades debe ser protegido. La biota como filtro depurador se convierte en esencial para la calidad del ecosistema y de la vida que en él transcurre.

El reconocimiento de la importancia de este sistema abierto que es la cuenca del río Negro, con múltiples interacciones entre el subsistema físico (agua, aire, suelo, biodiversidad) y el desarrollo económico, social y cultural; nos ha llevado a hacer los mayores esfuerzos por conocerlo, comprenderlo y protegerlo.

Hoy, en la Iniciativa para el río Negro tenemos un instrumento único. Este programa se propone como un esfuerzo nacional, conducido por instituciones claves del Estado uruguayo como lo son el Ministerio de Ambiente (MA), Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP) y el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), con la participación del Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MVOT), en conjunto con otros organismos públicos, gobiernos departamentales, municipios, academia, productores y organizaciones de la sociedad civil.

Esta articulación es nueva en nuestro estado, y ha dado lugar a grandes resultados, pensando al Río desde un enfoque sistémico, que vincula todos los factores que impactan en la cuenca, compartiendo datos y proyectando acciones conjuntas de protección y conservación.

El Decreto del Poder Ejecutivo N° 298/018 establece, como primera etapa del Plan de acción para la mejora de la calidad de agua de la cuenca del río Negro, la denominada "Iniciativa para el río Negro" (IRN), con el objetivo de determinar un conjunto de medidas para prevenir, controlar, detener y revertir el proceso de deterioro de la calidad del agua de ese curso fluvial.

Cada Ministerio integrante propuso diferentes proyectos, liderados y ejecutados por los equipos técnicos de diferentes Unidades Ejecutoras o en convenio con otras instituciones.

Así, se pensaron cinco ejes estratégicos que pretenden, en primer lugar el conocimiento de la dinámica del sistema, comprender como funciona, cuanto fosforo y nitrógeno contiene, como elaborar modelos predictivos, concretando acuerdos con la facultad de Ciencias, institutos internacionales y la academia:

El segundo eje pone su énfasis en el agua potable y el saneamiento, destinando varios millones de dólares para el saneamiento en toda la cuenca, administrado por OSE.

El tercer eje es la gestión sostenible de la producción, estudiando las formas en que se produce en la cuenca, su incidencia en la calidad del agua y el ecosistema, comprendiendo al productor, y asistiéndolo y potenciándolo.

A partir de eso, con el cuarto eje, pretendimos fortalecer las capacidades locales y la gestión territorial, con proyectos que se enfocan en la recolección de residuos y su producción y gestión en las diversas localidades de la cuenca

Y por último, pero no menos importante el eje 5, el énfasis en la protección de la biodiversidad: los ecosistemas existentes merecen el estudio profundo y las acciones tendientes a su preservación.

Contamos, además con cuatro programas transversales que son: el programa de comunicación y gestión de información; el programa de control y seguimiento de cumplimiento de medidas; el programa de evaluación y seguimiento de la calidad del ecosistema y el programa de participación en la gestión sustentable del agua. Queremos enfatizar en este último eje transversal que busca profundizar un modelo de gestión participativa a efectos de mejorar la gobernanza de la cuenca tan importante y compleja. Se propone ampliar la base de datos de instituciones, acciones, programas y proyectos de participación comunitaria /educación ambiental que se llevan al cabo en el área. Esta estrategia busca incentivar la participación de los usuarios del agua en la gestión integral del recurso hídrico. Que los protagonistas del cuidado sean realmente los ciudadanos que directamente están vinculados a la cuenca, donde viven, trabajan y producen.

Más allá de todos los resultados de las investigaciones, la información recabada, el conocimiento generado y las conclusiones de los diferentes proyectos, esta Iniciativa para el Río Negro nos deja un aprendizaje fundamental a la hora de conocer, entender y querer trabajar por una cuenca hidrográfica en forma coordinada con diferentes instituciones y la sociedad civil poniendo en el centro de nuestra acción al río, su salud y la vida que lo rodea. Creo que esa lección que hemos aprendido nos da la inspiración suficiente como para seguir en la segunda etapa, entendiendo mejor cómo funciona el Río Negro, valorando mejor su importancia para nuestro país y convencidos de que es una responsabilidad colectiva trabajar por la mejora, recuperación y uso sostenible de este recurso para asegurarle a las futuras generaciones.

Prólogo

Subsecretario Ministerio de
Industria, Energía y Minería,
Sr. Walter Verri



La industria es protagonista clave en la agenda de acción climática global, el crecimiento económico y la creación de empleo.

En el 2021 las emisiones de carbono procedentes de la combustión de energía y los procesos industriales, representaron casi el 89% de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético.

Nuestro planeta enfrenta graves problemas en la preservación de recursos naturales no renovables. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, ha advertido que el agua dulce ha disminuido su disponibilidad por persona, en más de un 20% en las últimas dos décadas y de no tomarse medidas la tendencia continuará agravándose.

Esta situación tiene 3 causas principales: el crecimiento de la población mundial, las consecuencias de los efectos ocasionados por el cambio climático y el desarrollo económico impulsado, fundamentalmente, por el progreso industrial integral.

El informe anual de esta agencia señala que, en el mundo, más de tres mil millones de personas viven actualmente en áreas agrícolas con una gran escasez de agua y casi la mitad de ellos (1200 millones), se enfrentan a graves limitaciones por la dificultad que tienen para su acceso.

Las políticas públicas impulsadas desde el Ministerio de Industria, Energía y Minería, están fuertemente enfocadas en promover el desarrollo económico del país, a través del fomento de una industria pujante y competitiva, con especial atención en favorecer procesos productivos sostenibles, generando los productos de calidad que hoy el mundo

demanda, teniendo en cuenta el debido y necesario cuidado de los recursos naturales, en especial del agua.

En este marco, el Proyecto Iniciativa para el río Negro ha sido una excelente oportunidad, para dar cumplimiento a estas políticas, con foco en ese objetivo.

Un ejemplo de ello es la implementación del proyecto de Producción más Limpia que se llevó adelante con algunas de las principales industrias presentes en la cuenca del río Negro.

Entre las actividades desplegadas se realizó una exhaustiva evaluación y análisis de la situación de las industrias participantes, que impactan con sus efluentes en dicha cuenca. Se brindaron recomendaciones técnicas para mejorar los problemas detectados, así como una valiosa capacitación a funcionarios y técnicos de las empresas, a fin de fortalecer la gestión de los procesos que se desarrollan en ese territorio, de alta sensibilidad para la conservación del recurso en forma adecuada.

El Ministerio también acompañó y apoyó con compromiso, más de treinta proyectos que este programa definió, dándoles seguimiento y asegurando el cumplimiento de las metas previstas, aportando conocimientos sobre el estado de situación de esta cuenca y ofreciendo recomendaciones para mejorarla, de forma de garantizar el buen cuidado del agua, recurso tan preciado para Uruguay.

Sin duda esta primera etapa de la iniciativa aportó, con compromiso y acción, para conocer el estado de situación del recurso hídrico en la cuenca y trabajar para su apropiado mantenimiento. Ha sido una experiencia muy positiva para nuestro país, con resultados visibles, de largo alcance y repercusión favorable en todo el ecosistema productivo.

Agradezco a todas las organizaciones y personas que formaron parte y colaboraron, con su trabajo y conocimientos, para llevar adelante este proyecto.

¡El desafío continúa!

Prólogo

Subsecretario Ministerio de
Ganadería, Agricultura y Pesca,
Ing. Agr Ignacio Buffa



Iniciativa río Negro (IRN), se enmarca dentro de la necesaria protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y de los recursos naturales que nuestro país nos ofrece. Asimismo, dentro de la responsabilidad y los cometidos de nuestro Ministerio sobre la agroindustria, siendo la Iniciativa un instrumento que permitió establecer la línea base de los recursos en salvaguarda, la medición de los aportes realizados por la industria y el agro, controlar su funcionamiento, dotar de nuevo equipamiento y estimar la capacidad de la cuenca del río Negro de recibir los diferentes tipos de aportes.

Proteger el agua como fuente de vida, como recurso invaluable, como “bien público” nos increpa, nos interpela, y desafía en forma continua. Lo que hagamos con ella en este momento grabará nuestro presente y nuestro futuro. Acabamos de superar un déficit hídrico situado en el top 7 de los peores de la historia del Uruguay y con características que no se veían desde hace 46 años, por lo cual más que nunca se nos hace valioso e irremplazable este recurso. El aprovechamiento responsable y el manejo armónico del ecosistema acuático se ha transformado en una necesidad.

Para entender la dinámica de los recursos, y la gestión sostenible de los mismos, es imprescindible contar con información actualizada y oportuna sobre estructura y estado de los mismos. Dicha información debe apoyar el desarrollo de políticas y la planificación estratégica, generando propuestas e insumos que faciliten a los tomadores de decisiones su gestión.

El mayor conocimiento sobre los bosques nativos, y la fauna ictícola, permite el reporte de forma más ajustada para los diferentes compromisos asumidos en diversos acuerdos internacionales que ha ratificado el país,

como ser la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD), la convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CLD), los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el Proceso de Montreal y la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FRA) de la FAO, entre otros.

Si bien se contaba con antecedentes de valores obtenidos por estudios realizados a través de programas en el pasado, la mayoría de ellos databan de muchos años desde su realización, y no reflejaban los ecosistemas actuales. La IRN fue un paso importante en la actualización de estos datos y el establecimiento de línea de base para el trabajo o gestión, facilitando la adopción de nuevas tecnologías que permitieron desarrollar nuevos estudios tendiente al cuidado del acervo natural de nuestro país.

Desde el Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca a través de sus Direcciones de Recursos Acuáticos, Recursos Naturales, Servicios Agrícolas y Forestal, se realizaron relevamientos, muestreos de suelos, estudios sobre los posibles aportes de plaguicidas a los cursos de la cuenca, la implementación de un programa sectorial de disminución de aportes de nutrientes de actividades agrícolas-ganaderas y forestal, así como instalación de unidades muestrales permanentes a lo largo de todo el ecosistema boscoso fluvial, entre otras iniciativas. Todo esto busca contribuir a proteger, promover y reconocer el manejo y uso sostenible de los recursos naturales en la zona de influencia.

En el ámbito de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos se trabajó en el relevamiento de la ictiofauna en tres ambientes individualizados por su localización: una estación de pesca en una zona no expuesta ubicada aproximadamente un kilómetro aguas arriba del emprendimiento industrial de UPM II una zona de probable afectación, y la zona receptora lejana de no afectación, localizada aproximadamente dos kilómetros aguas abajo de la descarga del efluente. Asimismo, se establecieron áreas de pesca artesanal que abarcaron una región del río Negro más amplia, en tres ambientes representativos de las regiones correspondiente a al alto, medio y bajo: San Gregorio de Polanco, Paso de los Toros y Andresito respectivamente.

Esto permitió la elaboración de una línea de base, que permitirá conocer si se produce algún cambio debido a gradientes ambientales o impacto ambiental entre las diferentes especies presentes en el cauce.

Sobre la especie indicadora seleccionada se procedió al estudio de su estructura poblacional considerando la distribución de frecuencia de tallas, proporción de sexos y proporción de componentes poblacionales (adultos y juveniles), y se seleccionaron indicadores de supervivencia y condición. El conocimiento de los contaminantes, en músculo de peces y bivalvos, son factores fundamentales para conocer la afectación de la biota por parte de estos. La contaminación (por contaminantes de origen industrial), puede afectar la reproducción y el crecimiento en las poblaciones de peces, haciéndolas a su vez nocivas para el consumo humano por lo cual es necesario conocer su nivel previo a la puesta en funcionamiento de la planta de UPM II. Los niveles de contaminación encontrados están dentro de los límites permitidos internacionalmente.

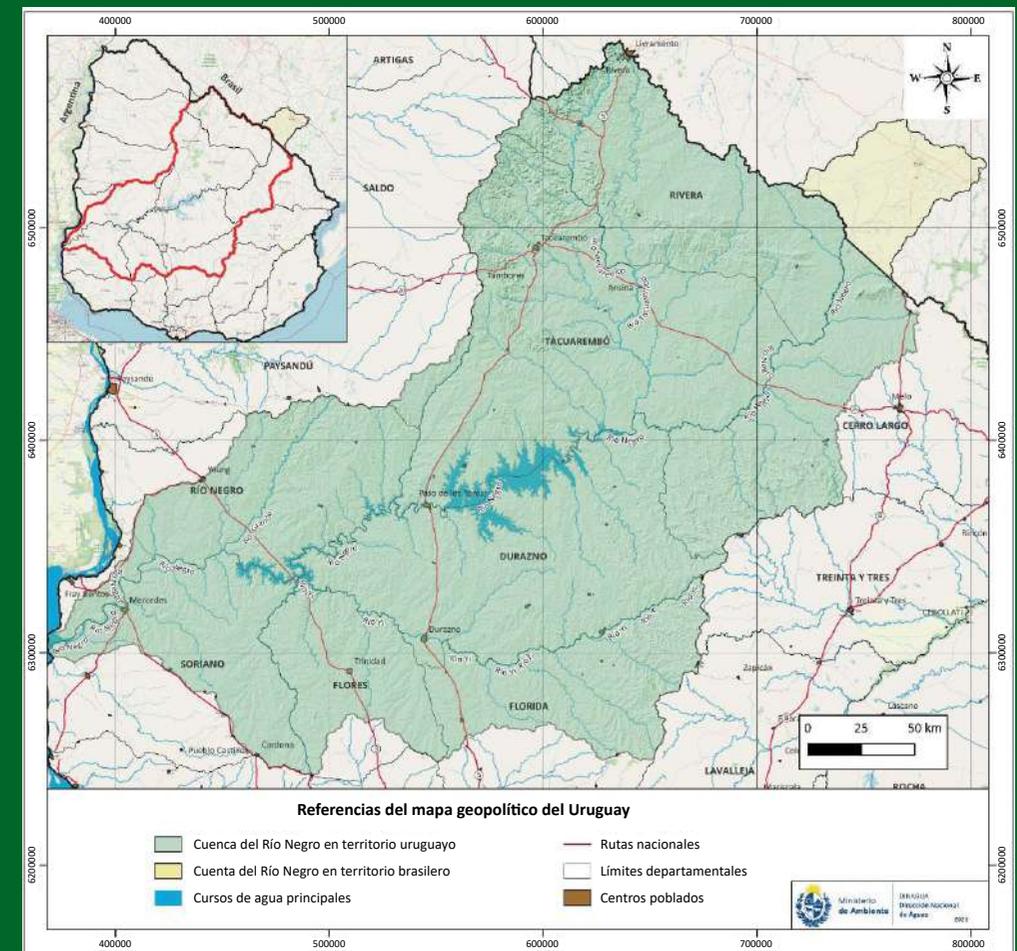
A nivel de la Dirección General de Servicios Agrícolas se llevaron a cabo estudios sobre los posibles aportes de plaguicidas a los cursos de la cuenca evaluando la degradación de plaguicidas en zonas riparias, y la implementación de un programa sectorial de disminución de aportes de nutrientes de actividades agrícolas-ganaderas y forestal (fuentes difusas). Dicho eje estratégico está dirigido a abordar la disminución de aportes de contaminantes de las actividades productivas instaladas en la Cuenca, integrando la aplicación de medidas vinculadas a disminuir las cargas aportadas a la cuenca tanto por fuentes fijas como difusas y el desarrollo de un programa de promoción de la producción sustentable que atienda a las realidades de cada sector productivo y de cada subcuenca.

Para la ejecución de este proyecto se realizó el muestreo de suelo en 12 sitios (cultivo y respectiva zona riparia), en chacras con rotaciones que incluyen cultivos de invierno y verano, muestreando desde el día previo a la primera aplicación de plaguicidas para el cultivo (barbechos) con un mínimo de 6 muestras por ciclo de cultivo. Luego de identificar el momento de aplicación se concurrió al predio para hacer el muestreo de suelos en el cultivo y en la zona riparia. Para la zona de cultivo el muestreo se llevó a

cabo a los 7 días o más de realizada cada aplicación de fitosanitarios, para la zona riparia el muestreo se realizó luego de la primera lluvia posterior a la aplicación de fitosanitarios. En la zona de cultivo donde se realizaban las aplicaciones de fitosanitarios, no se detectaron niveles de residuos que estuvieran por encima del valor de referencia, esto también ocurrió en aquellas situaciones donde se detectaron residuos en zona riparia. No se detectaron ingredientes activos con alto riesgo de entrada difusa a ecosistemas acuáticos ya que en los casos que se detectaron residuos en la zona riparia fue a nivel de trazas.

A nivel de la Dirección General Forestal el área de estudio para el presente trabajo comprendió las cuencas hidrográficas nivel 4, que contiene el bosque ripario (sinónimos: fluvial, galería, ribereño) adyacente al curso alto del río Negro y a los cursos bajos del río Tacuarembó y arroyo Yaguarí. La superficie total de las cuencas seleccionadas es de 841.107 hectáreas (en adelante has.), con una cobertura de bosques nativos de 67.666 ha. Los principales resultados de este trabajo fueron: una cartografía actualizada al año 2021 del bosque nativo fluvial para la zona de interés y la instalación de unidades muestrales permanentes a lo largo de todo el ecosistema boscoso fluvial, permitiendo una visión cuantitativa del estado de situación de los bosques, así como ampliar el conocimiento sobre la biodiversidad de estos ecosistemas. Adicionalmente y con el interés de incorporar nuevas herramientas de monitoreo que permitan la mejora de la precisión en la captura de datos, es que se utilizaron nuevas herramientas tecnológicas, como drones y LIDAR terrestre (en adelante TLS). Las mismas permitirán contar con mayor información de los bosques y cuantificar con mayor precisión volumen, biomasa y carbono aéreo.

Cuenca del río Negro



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	25
2. ANTECEDENTES.....	27
3. INTRODUCCIÓN.....	29
4. MARCO GENERAL.....	30
5. MÉTODO DE TRABAJO.....	32
6. PROGRAMA IRN - 34.....	34
6.1. Ejes estratégicos - 36.....	36
6.2. Programas transversales.....	42
7. SEGUIMIENTO DE PROYECTOS	47
8. SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	52
8.1 SÍNTESIS DE LOS PROYECTOS EJECUTADOS EN EL PERIODO ...	53
8.1.1 PROYECTOS ASOCIADOS AL EJE 1. MEJORA DEL CONOCIMIENTO DE LA DINÁMICA DEL SISTEMA	53
8.1.2 SÍNTESIS DE APORTES EN CUANTO A LA MEJORA DEL CONOCIMIENTO DE LA DINÁMICA DEL SISTEMA	78
8.1.3 PROYECTOS ASOCIADOS AL EJE 3. GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA PRODUCCIÓN	79
8.1.4 SÍNTESIS DE APORTES EN CUANTO A LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA PRODUCCIÓN	89
PROYECTOS ASOCIADOS AL EJE 4. FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES LOCALES PARA EL DESARROLLO DEL PLAN Y LA GESTIÓN TERRITORIAL	91

8.1.5 SÍNTESIS DE APORTES EN CUANTO A LA FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES LOCALES PARA EL DESARROLLO DEL PLAN Y LA GESTIÓN TERRITORIAL	95
PROYECTOS EJE 5. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	96
8.1.6 SÍNTESIS DE APORTES EN CUANTO AL EJE 5 PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	105
PROYECTOS ASOCIADOS AL “PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL ECOSISTEMA”	106
8.1.7 SÍNTESIS DE APORTES EN CUANTO A LA “PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL ECOSISTEMA”	112
PROYECTOS ASOCIADOS A LA “PARTICIPACIÓN EN LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA”	113
8.1.8 SÍNTESIS DE APORTES EN CUANTO A LA “PARTICIPACIÓN EN LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA”	117

1. PRESENTACIÓN

El presente documento está dirigido a todos los interesados en la temática ambiental y tiene el objetivo dar a conocer los principales aspectos del programa “*Iniciativa para el río Negro*” como fase inicial del *Plan de Acción para la Mejora de la Calidad del Agua de la Cuenca del río Negro*, establecido en el artículo 1° del Decreto 298/018 de 18 de setiembre de 2018.

La Iniciativa del Río Negro es un programa nacional, conducido por instituciones claves del Estado Uruguayo, como son el Ministerio de Ambiente (MA), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) y el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), con la participación del Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MVOT), ha significado un esfuerzo nacional de diversas instituciones y ha sido ejecutado en conjunto con otros organismos públicos, municipios, academia y organizaciones de la sociedad civil.

Ha sido enfocado con una visión de gestión integral de los recursos hídricos abordando aspectos de la calidad del agua, la protección de los ecosistemas y la variabilidad y el cambio climático, ejecutando proyectos de suma relevancia para tener información nueva, complementaria o adicional a las líneas de trabajo que siguen las instituciones que componen este programa. Las acciones emprendidas buscaron además adelantarse a los cambios que pudieran generarse en la calidad del agua del río Negro como resultado de los nuevos desarrollos productivos, particularmente, la planta de celulosa de UPM II.

Esta primera etapa de la Iniciativa del Río Negro tuvo su inicio a partir de la resolución del Poder Ejecutivo N° 141/019, del 11 de marzo de 2019, aprobando el documento diseñado para tal fin¹, ejecutándose hasta la fecha (2024). En el periodo se ejecutaron 29 proyectos de interés técnico y 7 con objetivo de dar soporte técnico-administrativo, logístico, sistematización y difusión de la información.

¹ Disponible en la página de MA
<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/iniciativa-para-rio-negro>

Los recursos que posibilitaron el desarrollo de esta primera etapa fueron aportados por el Estado Uruguayo principalmente a partir de capital humano e infraestructura, y del Fideicomiso Fondo de Innovación Sectorial (FIS), que contribuyó con USD 3.500.000.

Esta publicación se elabora en base a los documentos Plan IRN aprobado en 2019, los informes presentados por el equipo técnico de LATU, a quien se encomendó la sistematización de la información y la organización de los principales aspectos comunicacionales.

2. ANTECEDENTES

Cuando en el año 2017 la empresa UPM plantea la iniciativa de construir una segunda planta de celulosa en Uruguay, la primera preocupación del Gobierno Nacional y particularmente del MVOTMA como responsable de la protección ambiental en ese momento, fue su localización sobre el río Negro. Ya desde el año 2009, a través de la DINAMA (actualmente DINACEA) se había comenzado el monitoreo de la calidad de las aguas de este río y desde la academia, OSE y el Ministerio de Defensa Nacional se alertaba de problemas de exceso de nutrientes y procesos de eutrofización, particularmente en los embalses.

Los monitoreos de la calidad de las aguas en los años sucesivos confirmaron una presencia de fósforo y nitratos por encima de la normativa que rige el control de estos parámetros (Decreto 253/79 y modificatorios). El problema no era alarmante por excesivos niveles de nutrientes ni por la calidad general de las aguas del río, predominantemente buena; no obstante, era una situación que merecía atención dada la importancia de la cuenca del río Negro para el país, tanto por mostrar problemas crecientes, como por su potencial incidencia como fuente de agua potable de personas y animales, más allá de su importancia en la generación y abastecimiento de energía eléctrica.

Se evidenció que, por las características de esta cuenca, el origen del exceso de nutrientes provenía fundamentalmente de causas difusas vinculadas con la producción agropecuaria y algunas fuentes puntuales como frigoríficos, encierros a corral y asentamientos humanos carentes de saneamiento completo.

El monitoreo mostró asimismo que ya al ingreso de las aguas al territorio nacional, se encontraba una mayor concentración de contaminantes proveniente de Brasil. Los resultados del monitoreo de la calidad de las aguas de todo el año 2019 confirma esta situación de base, tal como ha sido reportado en los informes disponibles la página del Observatorio Ambiental Nacional del Ministerio de Ambiente

En síntesis, aún sin la presencia de una planta como la propuesta por UPM, el país debía hacer un esfuerzo propio por mejorar y evitar la contaminación del río Negro que tenía una calidad promedio buena, pero con tramos ya comprometidos.

Esta situación preocupó y ocupó esfuerzos de las instituciones del Gobierno Nacional partícipes de la negociación con UPM. Para la negociación ya existía un conocimiento del Río y de sus capacidades de dilución, lo que llevó a que en el Contrato firmado se incluyeran exigencias sobre las emisiones, mayores a las que derivan de la aplicación directa del Decreto 253/979 y sus modificativos, en lo referente al fósforo y otros elementos origen de la polución. Una segunda exigencia surgió respecto a la mejora del saneamiento de las ciudades de Paso de los Toros y Centenario, que la empresa convino en financiar. Así mismo se acordó un compromiso para apoyar una gestión sostenible del desarrollo de la Cuenca, acción nacional que el Gobierno se propuso con la llamada Iniciativa para el río Negro.

3. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la información proporcionada por el Atlas del río Negro, la cuenca del río Negro ocupa una superficie de 68216 km² (96%) en territorio uruguayo y aproximadamente 3066 km² (4%) en territorio brasilero. El río Negro nace en el estado de Rio Grande do Sul (Brasil), cerca de la ciudad de Bagé. Su longitud total es de 850 km, 700 de ellos en territorio uruguayo, cruzándolo en dirección Este - Oeste. Sus principales tributarios en Uruguay son el río Tacuarembó, el Arroyo Salsipuedes, el río Yí y el Arroyo

Los departamentos que integran la cuenca del río Negro en la totalidad de su superficie son: Durazno, Rivera y Tacuarembó, y en forma parcial: Cerro Largo, Flores, Florida, río Negro, Soriano. El río Negro es un curso de agua transfronterizo, y su cuenca hidrográfica, a los efectos de este análisis, se subdivide en 3 niveles: Cuenca alta - desde sus nacientes hasta Rincón del Bonete. Cuenca media - desde Rincón del Bonete hasta la desembocadura del río Yí. Cuenca baja - desde la desembocadura del río Yí hasta su desembocadura en el río Uruguay.

Se trata de una cuenca particular debido a que, desde 1979-1980, tiene prioridad el uso del agua para generación de energía salvo para los usos mencionados en el Art.163 del Código de Aguas (bebida e higiene humana, bebida de ganado, navegación y flotación, transporte y pesca). El río cuenta con tres represas hidroeléctricas: Rincón del Bonete (1948), Baygorria (1960) y Palmar (1981)².

La calidad de los cuerpos de agua está determinada por las características hidrológicas, geológicas y biológicas de la cuenca hidrográfica, así como por las actividades humanas que se desarrollan en la misma. Por tanto la IRN en su idea original, tuvo como objetivo establecer un conjunto de medidas para prevenir, controlar, detener y revertir el proceso de deterioro de la calidad del agua. Todo ello, con énfasis en el desarrollo sustentable de la cuenca, buscando la articulación de objetivos entre la gestión del agua, la preservación de los ecosistemas, el ordenamiento del territorio y el desarrollo social y económico de la cuenca.

² Mas información en https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/CRN_Pliego_13-11-19__web2.pdf

4. MARCO GENERAL

En la escala de planificación, la Ley de Política Nacional de Aguas (18.610), junto con los decretos 205/017 (Plan Nacional de aguas) y 222/019 (Plan Nacional ambiental para el desarrollo sostenible) ofician de marco general, mientras que el Decreto 262/011, crea el Consejo Regional de Recursos Hídricos del río Uruguay, ámbito regional para la articulación de acciones.

El Plan Nacional de Aguas es quien establece los lineamientos generales para la gestión integrada y sustentable del agua en todo el territorio, propone objetivos específicos alineados con la Política Nacional de Aguas y líneas de acción para su concreción, a la vez que sienta las bases para la formulación de los planes regionales y locales.

En este marco, el Consejo Regional de Recursos Hídricos para la Cuenca del río Uruguay, en su planificación general en su sesión de noviembre de 2018, recomendó la creación de la Comisión de cuenca del río Negro para aportar a la gestión integral de los recursos hídricos y la elaboración de un plan para dicha cuenca. Así, la Comisión de cuenca del río Negro fue creada a propuesta del Poder Ejecutivo y de acuerdo a lo dispuesto en la Ley de Política Nacional de Aguas y sus decretos reglamentarios (262/011, 258/013). A partir de los lineamientos establecidos en el Plan Nacional de Aguas, el Consejo Regional de Recursos Hídricos del río Uruguay, se encuentra desarrollando un Plan de Cuenca del río Negro. Este proceso se aceleró a partir de setiembre de 2018, con la resolución del Poder Ejecutivo de desarrollar una Iniciativa para mejorar la calidad de las aguas del río Negro (Decreto N°298/2018) como primera etapa del Plan de Cuenca. Este decreto encomienda al Comité de Coordinación Ejecutiva (CCE), la elaboración, consulta y coordinación de la ejecución y seguimiento de la Iniciativa para el río Negro. El CCE fue integrado por autoridades de MGAP, MIEM y MVOTMA quien lo presidió originalmente, pasando esta responsabilidad al Ministerio de Ambiente luego de su creación por la ley N° 19.889, de fecha 9 de julio de 2020. En marzo de 2019 se aprueba el programa de IRN, el que recoge los ejes temáticos propuestos por el Consejo Regional de Recursos Hídricos para la Cuenca del río Uruguay, y se da el inicio de las actividades.

Dadas sus competencias, el Ministerio de Ambiente (MA) es el organismo responsable de la evaluación y análisis de la calidad de los cuerpos de agua del país. La Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (DINACEA, antes DINAMA) del MA a través de la División Calidad Ambiental (DCA) lleva a cabo un programa de monitoreo calidad de agua y sedimentos del río Negro desde el año 2009.

En abril de 2023 el MA presenta la línea de base de la calidad de agua del río Negro³. En este marco En este contexto, el programa IRN aportó la, generando información de referencia para la misma y para futuras acciones a partir de varios de los proyectos desarrollados.

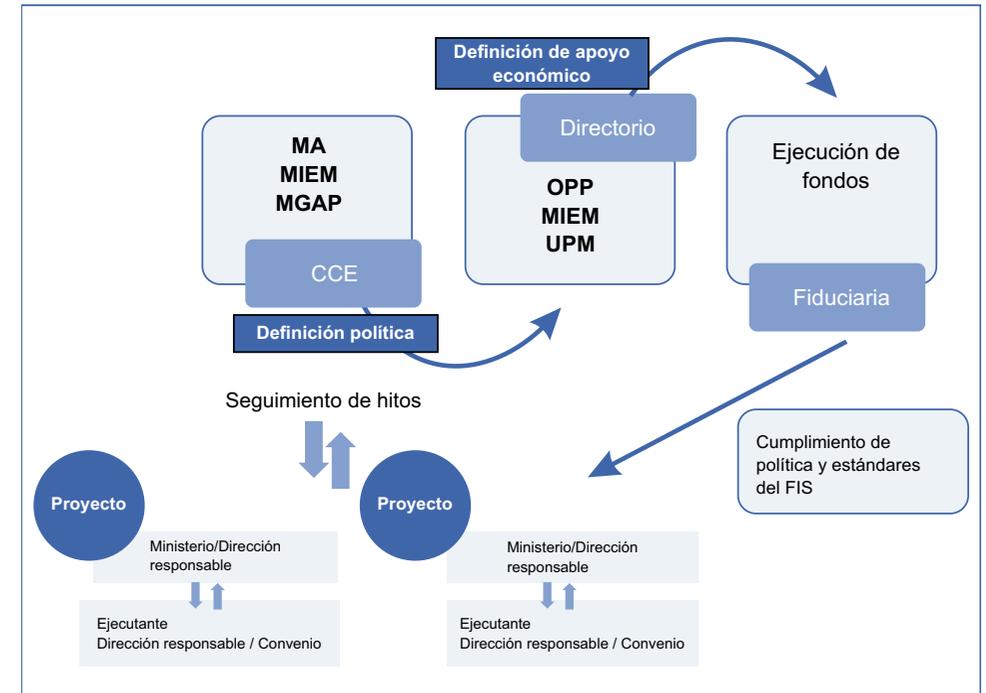
5. MÉTODO DE TRABAJO

Se hace referencia en este documento la ejecución solamente de los proyectos que fueron financiados por el Fideicomiso Fondo de Innovación Sectorial (FIS) al que estuvo asociado este primer impulso de trabajo para la IRN. El CCE fue el ámbito de definición política de los proyectos que se promovieron para postular su financiación por parte del FIS, y realizó un seguimiento del cumplimiento de hitos propuestos por cada proyecto aprobado. Se trabajó en coordinación entre los representantes de cada uno de los ministerios integrantes del CCE, liderado por la figura de los Subsecretarios, el equipo técnico asesor del CCE y los técnicos responsables por cada Dirección ministerial.

En la articulación interinstitucional se sumó la realizada con el Directorio del FIS, integrado por autoridades de MIEM, OPP y UPM, y el agente fiduciario Ef Asset Management. El FIS, derivado del acuerdo Uruguay-UPM, es administrado bajo la forma jurídica de fideicomiso y tiene en sus cometidos la financiación total o parcial de diferentes iniciativas, entre las que se encuentra la IRN. Se trabajó cumpliendo con lo establecido en este contrato para la ejecución de los fondos en lo que respecta a la política de compras, los procedimientos para la selección de proveedores y los estándares de transparencia⁵.

Un tercer nivel de articulación y coordinación sucedió entre las Direcciones ministeriales, y su relación con las instituciones colaboradoras en los casos en que los proyectos fueron ejecutados por servicios externos a las mismas (UDELAR, UM, TuDelft, Deltares, LATU, VSuy).

Figura 1. Articulación interinstitucional



Para facilitar los procedimientos inherentes a la gestión, los proyectos fueron identificados de acuerdo con la temática de abordaje y su secuenciación respecto al ingreso al programa. La información que se comparte tanto en este documento como en forma digital hace referencia a esta identificación.

³ <https://www.ambiente.gub.uy/oan/linea-de-base-para-la-zona-de-influencia-del-proyecto-upm-ii/>

⁵ Por más información sobre el Fideicomiso FIS <https://muchoporvenir.uy/>.

6. PROGRAMA IRN

El siguiente apartado contempla lo propuesto en el documento formulado y aprobado en 2019 para la primera etapa de IRN⁶.

En dicho documento se establecen los siguientes objetivos:

Objetivo general

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 que mejore los patrones productivos existentes.

Objetivos específicos

- Lograr una adecuada calidad del agua y la protección de los ecosistemas asociados.
- Promover en las actividades productivas el uso responsable y racional del recurso hídrico y la utilización de patrones productivos que aseguren la mejora de la calidad de las aguas de la cuenca.
- Asegurar la disponibilidad de agua de calidad para los distintos usos prioritarios de la cuenca.
- Realizar una planificación y gestión estratégica participativa y responsable, que promueva una actitud proactiva en los actores claves.

La iniciativa Rio para el Negro se diseñó según 5 ejes temáticos estratégicos dentro de los cuales se definen proyectos que los instrumentan, los cuales son acompañados por 4 Programas de carácter transversal. Los ejes estratégicos y programas se presentan en la siguiente figura.

IRN se formuló originalmente como un programa de mediano plazo

Figura 2. Ejes estratégicos y programas transversales que integran la Iniciativa río Negro.



con un desarrollo inicial de 3 años, a cumplirse previo a la fecha prevista de instalación de la nueva Planta de Celulosa de UPM. Debido a los acontecimientos de contexto mundial principalmente durante 2020 a 2022, su finalización en esta primera etapa se re-programó para marzo de 2024, resultando en un plazo para la ejecución de casi 5 años. Cabe destacar que el inicio y finalización de los proyectos se realizó de manera escalonada y, los proyectos que fueron propuestos para aportar a la generación de antecedentes sobre la calidad del agua previo a las operaciones de la planta de UPM II, concluyeron sus actividades con antelación.

A continuación, se presentan los principales aspectos de los ejes estratégicos y programas transversales que integran la Iniciativa para el Rio Negro y aquellos proyectos que fueron formulados y ejecutados en el marco de cada uno. El desarrollo exhaustivo de cada temática se encuentra en el documento IRN ya citado. En el anexo 1 puede verse la lista completa de proyectos, con los presupuestos asignados y ejecutados, y en el Anexo 2 se presenta la información más relevante para cada uno.

6.1. EJES ESTRATÉGICOS

⁶ Disponible en la página de MA <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/iniciativa-para-rio-negro>

Eje 1.- Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema

Este eje integra un conjunto de proyectos dirigidos a profundizar el conocimiento sobre la dinámica del sistema y en particular aquellos asociados a la eutrofización y los eventos de floraciones algales.

- a) Desarrollo de estudios asociados a la dinámica del fósforo en la cuenca y en particular los vinculados a los balances de masa de nutrientes en los embalses.
- b) Relevamiento de indicadores biológicos y en particular los asociados a los procesos de eutrofización.
- c) Construcción de una línea de base de la biota acuática en los 3 embalses
- d) Estudio de la carga orgánica e indicadores biológicos asociados a la producción acuícola en los embalses de Rincón del Bonete y Baygorria.
- e) Desarrollo de modelos predictivos de calidad y cantidad.
- f) Estudios de identificación y caracterización de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídricos, así como desarrollo de metodologías y alternativas para restauración de áreas degradadas.
- g) Desarrollar un set de herramientas basadas en el sensoramiento remoto que permitan conocer la calidad de agua en términos de concentración de clorofila a, turbidez y temperatura superficial del agua y ajustar modelos de discriminación de coberturas del suelo con la finalidad de conocer los usos y sus cambios anualmente.
- h) Estudios específicos relacionados con la estructura geológica de la Cuenca Alta a efectos de determinar la incidencia relativa de la presencia de fosforo basal en la calidad de agua y determinación de zonificación de las regiones de la cuenca que correspondieran.
- i) Identificación de los usos del suelo y las transformaciones territoriales que acontecen a lo largo de la cuenca. y ajustar modelos de discriminación de coberturas del suelo con la finalidad de conocer los usos y sus cambios anuales.

A continuación, se presenta el resumen con los proyectos ejecutados en

este eje temático de los propuestos al inicio de IRN.

Tabla 1 - Proyectos en eje temático 1.

ID	Actividades	Institución responsable de ejecución
Estudio diagnóstico de nutrientes en la Cuenca		
1-01	Estudio diagnóstico de biodisponibilidad de fósforo total en embalses de Bonete, Baygorria y Palmar. Determinación de factores y propuestas de actuación. Convenio Facultad de Ciencias	MA- DINACEA/ UDELAR
1-02	Evaluación del nivel basal de fósforo asociado a la estructura geológica de la cuenca alta	MIEM- DINAMIGE
Modelado Predictivo		
1-03	Capacitación RH modelo predictivo	MA- DINACEA
1-04	Asistencia técnica especializada	MA- DINACEA
1-05	Desarrollo de modelo hidrodinámico Rincón del Bonete (circulación agua, temperatura, y dinámica de sedimentos). Convenio con UDELAR	MA- DINACEA/ UDELAR
Estudios diagnósticos de calidad del ecosistema		
1-06 y 1-07 (continuados en el tiempo)	Monitoreo cuali-cuantitativo, selección de especies testigo, estudio de indicadores biológicos y de contaminantes en peces y moluscos. Línea de base	MGAP- DINARA
Transformaciones territoriales		
1-08	Mejora de las herramientas tecnológicas. Mapeo de Cobertura de la Tierra para la Cuenca del río Negro.	MVOT- DINOT
Sensoramiento remoto		
1-09	Sensoramiento remoto aplicado a la calidad del agua.	MA- DINACEA

Eje 2. Agua potable y saneamiento.

Si bien esta temática está incluida en el alcance de IRN, las acciones emprendidas transcurrieron en otro ámbito de acción, vinculadas también al FIS.

Eje 3.- Gestión sustentable de la producción

Dirigido a abordar la disminución de aportes de carga de contaminantes de las actividades productivas instaladas en la Cuenca, integrando la aplicación de medidas vinculadas a disminuir las cargas aportadas a la cuenca tanto por fuentes fijas como difusas y el desarrollo de un programa de promoción de la producción sustentable que atienda a las realidades de cada sector productivo y de cada subcuenca.

Este eje integra las siguientes líneas de acción:

- a) Promover o exigir cambios de prácticas productivas en cultivos prioritarios para disminuir los aportes de nutrientes a la cuenca.
- b) Desarrollo de medidas de protección especialmente diseñadas para cada subcuenca a efectos de minimizar la exportación de nutrientes y plaguicidas por fuentes difusas.
- c) Desarrollo de un programa de apoyo a productores de pequeña escala para mejorar la gestión de la producción y disminuir el impacto en la cuenca.
- d) Disminución de cargas aportadas por fuentes fijas.
- e) Sostenibilidad de la producción pesquera.

Tabla 2 - Proyectos ejecutados en eje temático 3.

ID	Rubros/Actividades	Institución responsable de ejecución
Implementación de un programa sectorial de disminución de aportes de nutrientes de actividades agrícolas-ganaderas y forestal (fuentes difusas)		
3-02	Caracterización de sistemas productivos e identificación del uso del suelo	MGAP- DGRN y DGSA
3-03	Estimación de Fósforo Index	MGAP- DGRN
Estudio diagnóstico de las cargas de plaguicidas en la Cuenca y fortalecimiento de herramientas para mejorar el control del uso de plaguicidas		
3-04	Degradación de plaguicidas en zonas riparias-Insumos Laboratorio	MGAP- DGSA
3-05	Mejora de la eficiencia, en la aplicación de fitosanitarios en la Cuenca del río Negro minimizando la contaminación del suelo y del agua.	MGAP- DGSA
Promoción de la producción sustentable		
3-06	Competitividad y mejora del desempeño ambiental en el sector productivo de la cuenca del río Negro Actividades: Proyectos de mejora de la ecoeficiencia en industrias	MIEM- UM

Eje 4.- Fortalecimiento de las capacidades locales para el desarrollo del Plan y la gestión territorial

Dirigido a fortalecer las capacidades locales a través de la instalación de un Centro Regional para apoyar la implementación y seguimiento del Plan y el fortalecimiento de las Intendencias de la Cuenca para el control, la gestión ambiental y planificación territorial. Integrará también una línea dirigida al desarrollo de medidas específicas de Ordenamiento Territorial que acompañen y fortalezcan las medidas del plan de acción promoviendo los acuerdos correspondientes para su incorporación a los Instrumentos de Ordenamiento Territorial existentes o en desarrollo.

- a) Instalación de un Centro Regional

- b) Fortalecimiento de los gobiernos departamentales de la Cuenca para coordinar tareas de control y seguimiento.
- c) Coordinar las definiciones de Ordenamiento Territorial y desarrollar medidas específicas asociadas al OT en la cuenca que acompañen y fortalezcan las medidas de cada Plan de acción por zonas.
- d) Fortalecimiento de la Secretaría Técnica de los Consejos Regionales y las Comisiones de Cuenca, para atender la nueva Comisión de Cuenca del río Negro y las mayores necesidades de articulación y coordinación con las otras dos comisiones ya existentes (Yí y Tacua-rembó).

Tabla 3 - Proyectos en eje temático 4.

ID	Actividades	Institución responsable de ejecución
Formación de un Centro Regional para apoyar la ejecución de la Iniciativa		
4-01	Contratación consultor Coordinador	IRN
4-03 a	Contratación consultor MGAP	MGAP
4-03 b	Contratación consultor MA	MA
4-03 c	Contratación consultor MIEM	MIEM
4-04	Acondicionamiento cabaña y galpón Rincón del Bonete	MA
Fortalecimiento de las capacidades de las Intendencias para el control y la gestión territorial		
4-07 A	Apoyo a la gestión de municipios e Intendencias en temas relacionados con la calidad del agua - Consultoría diagnóstico	Ma- DINACEA
4-07 B	Apoyo a la gestión de municipios e Intendencias en temas relacionados con la calidad del agua - Compra de Equipamiento	MA- DINACEA

Cabe señalar en este apartado que, si bien se destinaron fondos al acondicionamiento de una casa en Rincón de Bonete con el fin de instalar un centro regional, la idea fue desestimada por el CCE dada la complejidad logística que implica mantener operativa una oficina en ese lugar que cumpla con los requerimientos de centro de referencia.

Eje 5. Protección de la Biodiversidad

Dirigido a proteger y restaurar la integridad ecosistémica y el funcionamiento hidrológico de los cuerpos de agua que integran la Cuenca del río Negro. Integrará aspectos vinculados a la protección de humedales y ecosistemas de bosques nativos, aplicación de zonas buffer o de amortiguación y manejo de zonas riparias entre otros. En este eje se desarrollarán las siguientes líneas de acción:

- a) Generar una zonificación ambiental en la cuenca a través de criterios de priorización de carácter ecosistémico, aplicada a la realidad de cada subcuenca, a efectos de implementar acciones de protección y restauración, que junto con el desarrollo de instrumentos de ordenamiento territorial permitan fortalecer las acciones de prevención para evitar el deterioro de los ecosistemas.
- b) Desarrollo e implementación de medidas específicas de protección para los humedales prioritarios de la Cuenca.
- c) Determinación del caudal ambiental para cada subcuenca.
- d) Regulación del caudal aguas debajo de la Represa de Palmar para protección de los recursos pesqueros migratorios.
- e) Profundizar en la identificación y gestión de áreas y ecosistemas relevantes para la conservación a través de los instrumentos previstos en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas o el desarrollo de nuevos instrumentos de protección que se requieran.
- f) Fortalecimiento de las capacidades de gestión para la protección de los ecosistemas de bosques nativos en la Cuenca.
- g) Integrar en forma efectiva nuevas modalidades de gestión de áreas de especial protección, con participación activa de actores privados tanto en la gestión como en el financiamiento.

Tabla 4 - Proyectos ejecutados en eje temático 5.

ID	Actividades	Institución responsable de ejecución
Restauración ecosistémica y caudales ambientales		
5-01	Restauración Ecosistémica y caudales ambientales	MA- DINACEA
5-02	Fortalecimiento de las capacidades de gestión para la protección de bosques nativos de la Cuenca (control)	MGAP- DGF
5-05	Contribución de las funciones ecosistémicas en zonas productivas en la cuenca del río Negro”	MA- DINABISE
5-06	Estimación de la reducción anual de los aportes de sedimentos y de fósforo disuelto, mediante la utilización de franjas empastadas a nivel de chacras agrícolas.	MGAP- DGRN
5-07	Caracterización de los humedales de la cuenca alta del río Negro.	MA- DINABISE

6.2 PROGRAMAS TRANSVERSALES

Programa 1. Gestión de la información y comunicación

El objetivo de este programa es fortalecer todos los procesos de comunicación y gestión de información que apoyen el desarrollo de la Iniciativa río Negro. El mismo estará integrado por los siguientes subprogramas que se detallan a continuación:

- a) Comunicación general que integra el diseño y la ejecución de una estrategia de comunicación y promoción del cambio que acompañe en forma temprana cada una de las medidas del plan.
- b) Gestión de la información, dirigido a fortalecer los procesos y mecanismos para la adecuada gestión de la información en forma integrada, asegurando la disponibilidad y transparencia de las acciones. Este subprograma tendrá una línea de desarrollo para la administración de la información acorde con los componentes temáticos del Plan que permita gestionar adecuadamente la misma. Para ello será necesario fortalecer los procesos de sistematización y establecer los

- mecanismos de intercambio específicos para la cuenca.
- c) Gestión del riesgo asociado a la ocurrencia de floraciones y toxinas. (Salud humana y animal)

Tabla 5 - Proyectos ejecutados en Programa transversal 1.

ID	Actividades	Institución responsable de ejecución
Comunicación general del Plan y Gestión e la Información		
PT1-01	Implementar acciones del plan de comunicación y gestión de la información	IRN -CCE
PT 1-02	Organización de eventos de seguimiento del plan	IRN- CCE

Programa 3 Evaluación y seguimiento de la calidad del ecosistema

Este programa integra la ejecución permanente del programa y evaluación del seguimiento de la calidad y cantidad de agua en la Cuenca.

Como parte del desarrollo de la Iniciativa río Negro se fortalecerán las acciones de monitoreo y evaluación. Dichos procesos de fortalecimiento atenderán prioritariamente las siguientes líneas de acción.

- a) Fortalecer la red de monitoreo de calidad y cantidad de agua, incluyendo la participación de UTE, de actores privados (UPM) e introduciendo tecnología que permita generar alertas tempranas frente a eventuales apartamiento de lo previsto.
- b) Fortalecer la red de estaciones meteorológicas en la cuenca a efectos de mejorar los procesos de predicción ante eventos de variabilidad climática que comprometan tanto la disponibilidad del recurso como la calidad. Se considera oportuno que esta línea permita el fortalecimiento del INUMET en la zona.
- c) Fortalecer el control de los recursos pesqueros del río a partir del análisis de la información generada por pescadores artesanales y deportivos mediante la realización de talleres participativos para la gestión sustentable de dichos recursos.

Tabla 6 - Proyectos ejecutados en programa transversal 3.

ID	Actividades	Institución responsable de ejecución
Programa de evaluación y seguimiento de la calidad del ecosistema		
PT3-01	Adquisición, calibración, instalación de equipos automáticos de monitoreo de calidad de agua. Transmisión de datos continua	MA- DINACEA
PT3-02	Fortalecimiento red hidrométrica. Adquisición de equipos de medición de caudal	MA- DINAGUA

Programa 4. Educación y Participación en la gestión sustentable del agua

- a) Profundizar un modelo de gestión participativa en base a la creación de la Comisión de Cuenca del río Negro cuyas competencias son; planificación, articulación y apoyo a la gestión, a efectos de mejorar la gobernanza de la cuenca, en la que se deberían integrar en los procesos de planificación las dos comisiones ya existentes del Río Tacuarembó y del Río Yi.
- b) Desarrollar e implementar un programa de participación de los actores locales relevantes en la ejecución de las medidas y proyectos de esta primera etapa del Plan de Cuenca, en el marco de la Comisión de Cuenca del río Negro.
- c) Diseño y ejecución de un programa de Educación Ambiental, integrando capacidades locales existentes, dirigido a acompañar los programas y proyectos del Plan
- d) Implementación de un programa de monitoreo ciudadano.
- e) Fortalecimiento del sistema de denuncias

Tabla 7 -

ID	Actividades	Institución responsable de ejecución
Educación y Participación en la gestión sustentable del agua		
PT4-01	Fortalecimiento de la Comisión de Cuenca del río Negro	MA- DINAGUA
PT4-02	Fortalecimiento de los procesos de participación en la Cuenca Alta del río Negro	MA- DINAGUA/ CE-NUR
PT4-04	Educación y generación de conocimiento	MA.- División Educación Ambiental
PT4-05	Generación de una cultura de cuenca favoreciendo el desarrollo de actitudes y aptitudes en las comunidades locales	MA.- División. Educación Ambiental
PT4-06	Cooperación SYKE (instituto ambiental finlandes) para capacitación	MA- DINACEA

7. SEGUIMIENTO DE PROYECTOS

Dadas las características de ejecución de IRN en esta primera etapa respecto al plazo acotado de ejecución para los proyectos, en muchos casos con objetivos que determinaron una sincronización de acciones muy ajustada, y los requisitos administrativos de la fuente financiadora, se mantuvo un tablero de seguimiento continuo que se disponibilizó para las autoridades y técnicos participantes, tanto del CCE como del Directorio del FIS, de manera que fácilmente se pudiera hacer el seguimiento del cumplimiento de hitos por proyecto, la ejecución de los fondos así como detectar rápidamente los problemas identificados, la acción para levantarlos y el responsable.

Durante el transcurso de IRN se realizaron 3 talleres de seguimiento que involucraron a todas las autoridades, los técnicos responsables de los proyectos y los técnicos pertenecientes a las contrapartes institucionales en los casos que correspondieron. El primer taller realizado en diciembre de 2021, cada equipo de trabajo presentó los objetivos del proyecto con sus respectivos objetivos, junto con los hitos alcanzados a esa fecha. La segunda instancia fue en setiembre de 2022 y finalmente en julio de 2023 hubo una tercera instancia, esta vez con discusión de los logros alcanzados por los proyectos finalizados, así como los aportes a futuro.

Es importante resaltar que, dadas las características de ejecución, el programa IRN puede definirse como mutable en cuanto a los componentes temáticos, donde hubo modificaciones a sus hitos iniciales en función de las definiciones políticas, técnicas y la disponibilidad de recursos.

A continuación se hace una referencia a los hitos alcanzados a fin de 2023 de los que originalmente estaban proyectados, información que surge entre otras, de la jornada técnica de julio de 2023 ya mencionada (Anexo III).

Eje 1 Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema.

Hitos principales propuestos
Estudio de biodisponibilidad de fosforo en los embalses (carga de sedimentos y biodisponibilidad)
Determinación de factores asociados a la biodisponibilidad, evaluación de significancia y propuesta de actuación
Evaluación de nivel basal de fosforo por estructura geológica
Desarrollo de modelo predictivo de calidad de agua cuenca alta
Desarrollo de modelo de calidad de agua cuenca media y baja
Fortalecimiento de herramientas de modelado SWAT calidad
Fortalecimiento de los procesos de modelado de cantidad implantado
Desarrollo de modelo hidrodinámico Rincón del Bonete
Modelo predictivo de floraciones algales desarrollado
Determinación de indicadores biológicos y línea de base
Estudio diagnóstico de disruptores endocrinos y plaguicidas en la Cuenca
Desarrollo de herramientas de sensoramiento remoto y fortalecimiento de capacidades DINACEA para el control y evaluación de la calidad.
Cobertura de uso de suelo actualizada
Valoración económica e incorporación de enfoque servicios eco sistémicos

Eje 3 Gestión sustentable de la producción

Hitos principales propuestos
Desarrollo de medidas de reducción de aportes e implantación efectiva en fuentes fijas
Disminución de aportes fuentes fijas ejecutada fase 1
Desarrollo de medidas de reducción de aportes de fuentes difusas de fase 1 e implantación obligatoria a través de los planes de uso y manejo de suelo.
Incorporación efectiva de medidas de fase 1
Análisis sectoriales específicos de sectores priorizados y definición de medidas de fase 2
Inicio implantación de medidas de fase 2
Evaluación de cargas de plaguicidas
Diseño de medidas de protección para disminuir el aporte de plaguicidas en áreas prioritarias
Inicio de implantación de medidas de protección para disminuir aporte de plaguicidas

Eje 4 Fortalecimiento de las capacidades locales para el desarrollo del Plan y la gestión territorial.

Hitos principales propuestos
Instalación plena del Centro Regional
Proyectos de fortalecimiento a las Intendencias fase 1 iniciados
Proyectos de fortalecimiento de las Intendencias fase 2 iniciados
Capacidades de las Intendencias fortalecidas para la gestión ambiental
Medidas de OT desarrolladas

Eje 5 Protección de la Biodiversidad

Hitos principales propuestos
Nuevo protocolo de gestión de embalses UTE en funcionamiento
Instauración de Zonas buffer
Plan de manejo de zonas riparias elaborado y en implementación
Zonificación ambiental realizada, ecosistemas y humedales priorizados.
Medidas de protección adicionales diseñadas y en implantación
Estudios para la determinación de caudales ambientales iniciados en zonas priorizadas.
Determinación de caudales ambientales en las subcuencas priorizadas.

Programa 1 Gestión de la información y comunicación

Hitos principales propuestos
Plan de comunicación elaborado, desarrollo de contenidos y productos diseñados
Plan de comunicación ejecutado
Protocolos de actuación gestión de riesgo floraciones algales diseñados y en implantación
Módulo de información de la Cuenca fortalecido e integrado al Observatorio Ambiental

Programa 2 Programa de control y seguimiento de cumplimiento de Iniciativa río Negro

Hitos principales propuestos
Fortalecimiento de las capacidades del MA para el control de medidas ejecutado
Implantación de sensoramiento remoto como rutina de control
Fortalecimiento de las capacidades del MGAP para el control de bosques y planes de uso y manejo de suelo ejecutado
Desarrollo de protocolos de actuación interinstitucional desarrollados y en operación.
Plan operativo ejecutado y desarrollo de set de indicadores establecido
Ejecución del seguimiento de indicadores

Programa 3 Programa de evaluación y seguimiento de la calidad del ecosistema

Hitos principales propuestos
Fortalecimiento de la red de monitoreo de calidad y cantidad ejecutada a través de la instalación de estaciones automáticas
Programa de monitoreo y evaluación de calidad del ecosistema reformulado y fortalecido integrando bio indicadores. Ejecución permanente
Programa de sensoramiento remoto de calidad de agua funcionando en forma integrada con el monitoreo y evaluación tradicional.
Fortalecimiento de la red de estaciones meteorológicas ejecutado.
Análisis de información de recursos pesqueros y diseño de programa de fortalecimiento de control
Ejecución del programa de control recursos pesqueros

Programa 4 Educación y participación para la gestión sustentable del agua

Hitos principales propuestos
Comisión de cuenca efectivamente constituida y fortalecida
Programa de educación ambiental diseñado integrando capacidades locales existentes. Diseño y producción de materiales.
Ejecución del programa de educación ambiental .
Diseño del programa de monitoreo ciudadano dirigido a centros educativos. Realización de primeras convocatorias como plan piloto.
Ejecución plena del programa de monitoreo ciudadano en toda la cuenca.
Programa de denuncias en la Cuenca fortalecido

8. SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La siguiente sección se basa la tarea realizada por LATU en el marco del proyecto “Gestión de la información” para la sistematización de la información.

Debido a las solicitudes de extensión del plazo de ejecución de esta primera etapa de IRN, se trabajó sobre 22 proyectos que fueron finalizados a mayo 2023, los que se detallan en el siguiente cuadro.

Eje/Programa transversal	Código de proyecto
Eje 1. Mejora del conocimiento de la dinámica del sistema	ID 1-01 al ID 1-06, ID 1-08, ID 1-09
Eje 3. Gestión sostenible de la producción	ID 3-02 al ID 3-04, ID 3-06
Eje 4. Fortalecimiento de capacidades locales para el desarrollo del Plan y la gestión territorial	ID 4-07
Eje 5. Protección de la biodiversidad	ID 5-01, ID 5-02, ID 5-05 al ID 5-07
Programa transversal 3: Programa de evaluación y seguimiento de la calidad del ecosistema	ID PT3-01, ID PT3-02
Programa transversal 4. Participación en la gestión sustentable del agua.	ID PT4-01, ID PT4-02

En la síntesis de contenidos realizada fueron incluidos el nombre del proyecto, su código y los contenidos a comunicar, según el siguiente detalle:

- **Título Observatorio Ambiental Nacional (OAN):** título del proyecto utilizado para su comunicación en el sitio de la IRN en el OAN, o propuesto por el equipo LATU/Latitud.
- **Código:** código de gestión utilizados en las fichas descriptivas elaboradas en la Fase 2.
- **Título ficha:** título del proyecto utilizado en las fichas descriptivas.

- **Síntesis** breve descripción de contenidos en función del público objetivo y los canales de comunicación que se utilicen.

8.1 SÍNTESIS DE LOS PROYECTOS EJECUTADOS EN EL PERIODO

8.1.1 PROYECTOS ASOCIADOS AL EJE 1. MEJORA DEL CONOCIMIENTO DE LA DINÁMICA DEL SISTEMA

Este eje de la IRN integra un conjunto de proyectos dirigidos a profundizar el conocimiento sobre la dinámica del sistema y en particular, aquellos asociados a la eutrofización y los eventos de floraciones algales.

Los 8 proyectos que se detallan en el presente apartado fueron incluidos en el Eje 1 de la IRN. Se presentan en orden creciente del código de gestión utilizado.

Título OAN:	Determinación de la concentración de fósforo total en los sedimentos de los embalses Bonete, Baygorria y Palmar
Código:	ID 1-01
Título ficha:	Contenido de fósforo total en los sedimentos de los embalses del río Negro y carga interna potencial

Síntesis

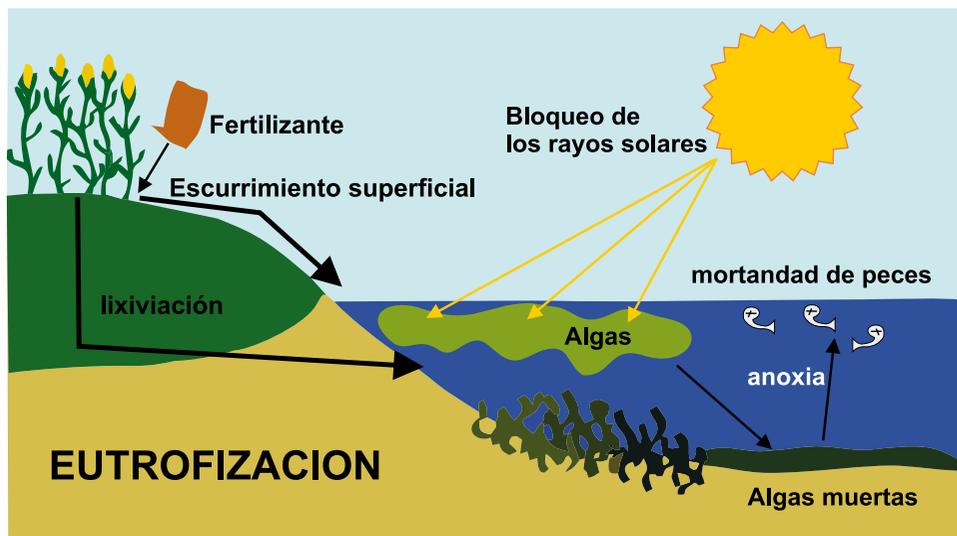
Los embalses del río reciben agua y materiales particulados y disueltos, que provienen de las cuencas de drenaje. Una parte de estas sustancias se deposita y se acumula en diferentes áreas del embalse, dependiendo de su forma y cómo se mueve el agua dentro de él (hidrodinámica).

Los sedimentos que se depositan en el fondo del río están integrados principalmente por arena, arcilla, limo y otras partículas sueltas del suelo. A lo largo del tiempo, los sedimentos pueden recibir aportes de fósforo provenientes de diversas fuentes como desechos orgánicos, fertilizantes

agrícolas o de la propia actividad biológica en el agua. Por otra parte, la erosión del suelo también es una fuente de fósforo.

Entre todos los nutrientes, el fósforo es el más importante para el crecimiento de las plantas acuáticas microscópicas, conocidas como fitoplancton, porque en ambientes sanos es el nutriente menos disponible y por lo tanto, el limitante para el crecimiento. En consecuencia, la cantidad de fósforo total (PT) se utiliza como indicador de la calidad del agua y la salud de los ecosistemas acuáticos.

La carga interna de fósforo de un sedimento se refiere a la cantidad de fósforo que está acumulada y almacenada en los sedimentos de un cuerpo de agua. Bajo ciertas condiciones ambientales (cambios en la temperatura, en el oxígeno disponible o en la composición química del agua) parte del fósforo acumulado en los sedimentos puede ser liberado y transferido nuevamente al agua. Esta liberación de fósforo desde los sedimentos puede alimentar los procesos de crecimiento y desarrollo del fitoplancton (eutrofización), afectando así la calidad del agua y el estado trófico de los ecosistemas acuáticos.



Durante el proyecto se determinó la concentración de fósforo total en los sedimentos de los embalses Bonete, Baygorria y Palmar, así como la biodisponibilidad de PT acumulado en los sedimentos mediante experimentos fisicoquímicos.

Los resultados del proyecto indican que existe fósforo en los sedimentos altamente biodisponible, que puede servir de reserva a las cianobacterias y demás organismos que lo utilizan. La migración vertical de las cianobacterias, o la turbulencia causada por el viento, podría transportarlo a la superficie del agua. Asimismo, es muy relevante cuantitativamente la fracción liberada durante breves episodios de anoxia (falta de oxígeno) en la interfase agua-sedimento o en los estratos más profundos de los sedimentos anóxicos.

Si bien, hasta el presente no se han registrado procesos prolongados de anoxia en los embalse o disminuciones importantes de pH, este fenómeno podría ocurrir si los aportes externos siguen aumentando, conduciendo a un proceso de retroalimentación e incremento de la eutrofización de los embalses.



Título OAN:	Evaluación del nivel basal de fósforo asociado a la estructura geológica de la cuenca media-alta del río Negro
Código:	ID 1-02
Título ficha:	Evaluación del nivel basal de fósforo asociado a la estructura geológica de la cuenca media-alta del río Negro

Síntesis

La cuenca media-alta del río Negro abarca un área de aproximadamente 36.500 km², en los departamentos de Tacuarembó, Rivera, Cerro Largo y Durazno.

El proyecto evaluó los posibles aportes de fósforo a la concentración de fósforo que se encuentra en el agua superficial relacionado al contexto geológico de la cuenca a partir del desarrollo de actividades agrupadas en tres componentes.

En el primer componente se elaboró la carta geológica de la cuenca media-alta del río Negro, la carta geológica de la región de San Gregorio y un informe técnico con la memoria descriptiva de las unidades geológicas de ambas cartas.

El segundo componente involucró el reconocimiento superficial de la región de San Gregorio presentados en forma de carta geoquímica y el reconocimiento en subsuperficie en forma de perfiles geológicos. El informe técnico contiene un análisis estadístico de los valores de fósforo por unidad geológica y litología.

En el desarrollo del tercer componente se elaboró una carta hidrogeológica de toda la cuenca, la caracterización del contenido de P en los acuíferos de la región de San Gregorio, además de una caracterización hidroquímica de los distintos acuíferos y una evaluación de la calidad del agua.

El informe técnico de este componente contiene una breve caracterización de las diferentes unidades hidroestratigráficas de la cuenca.

Los antecedentes químicos para la cuenca media-alta del río Negro muestran la existencia puntual de rocas con porcentajes altos de P y concreciones fosfáticas asociadas a los sedimentos de la formación San Gregorio.

Respecto al reconocimiento geoquímico de roca en superficie, los resultados generales indican que el contenido promedio de fosfato en las rocas sedimentarias de la región San Gregorio es de 650 ppm, con la enorme mayoría de las rocas con valores por debajo de los 1700 ppm. En general las litologías pelíticas presentan valores más altos que la arenisca y conglomerados. A su vez las diamictitas presentan valores intermedios. También hay cierta relación con unidades o niveles fosilíferos o con materia orgánica y valores relativamente alto de fosfato. Asimismo, los datos químicos de estudios anteriores llevados a cabo por DINAMIGE en la unidad San Gregorio muestran valores promedio de 703 ppm de fosfato y cerca del 100 % de las muestras presenta valores por debajo de las 2000 ppm de fosfato.

En el reconocimiento geoquímico de roca en subsuperficie se identificó que los valores de fosfato están comprendidos entre menos de 100 ppm hasta algo más de 2000 ppm con un promedio comprendido entre 550 a 780 ppm. No se encontró grandes diferencias en la concentración de fosfato ni entre las diferentes unidades geológicas ni entre las distintas litologías.

Para evaluar el contenido de fósforo en el agua subterránea de la región de San Gregorio se analizaron muestras de agua de 23 perforaciones, en la gran mayoría de la empresa estatal OSE. Los valores de P total encontrados oscilan entre un máximo de 0,72 mg/L a un mínimo menor a 0,05 mg/L, con un promedio estimado de 0,25 mg/L. Si bien prácticamente no existen datos de comparación con otros acuíferos se entiende que estos valores estarían dentro de valores "normales" al compararse con otros pozos de OSE y otras fuentes a nivel nacional.

Título OAN: Modelo predictivo de calidad de agua, capacitación de RRHH por Instituto Deltares de Holanda
Código: ID 1-03
Título ficha: Capacitación de RRH en modelado predictivo

Síntesis

El Instituto Deltares de Holanda es un instituto de investigación aplicada en el sector agua que ejecuta proyectos en diferentes partes del mundo vinculando el desarrollo académico con la gestión. Tiene un foco específico en proyectos orientados a colaborar con instituciones de gestión y gobierno, incorporando herramientas de soporte a la toma de decisiones.

En el marco del proyecto se realizó un proceso de generación de capacidades en modelación de calidad de agua vinculando equipos técnicos nacionales con expertos del Instituto Deltares de Holanda. El proyecto incluyó 3 componentes: una capacitación a distancia que brindó el Instituto Deltares a técnicos de instituciones de gestión y académicas de Uruguay, un taller presencial de “Modelación de calidad de agua” y un proceso de trabajo en conjunto por parte de DINACEA junto a expertos de Deltares.

La capacitación a distancia fue la primera componente del proyecto ejecutada e incluyó temas relacionados al análisis de sensibilidad, calibración, validación, incertidumbre de datos y modelado ecológico y fue realizada entre el 22 y 23 noviembre de 2022. Participaron técnicos del Ministerio de Ambiente e invitados de instituciones académicas de Uruguay, totalizando 16 participantes.

El taller sobre “Modelación de Calidad de Agua” se desarrolló entre el 6 y 9 de febrero de 2023, con la participación de técnicos del Ministerio de Ambiente e instituciones académicas del Uruguay. Contó con un total de 16 participantes y durante la misión del equipo técnico de Deltares se realizó una revisión de los proyectos de modelación implementados en el marco de la IRN. El resultado general de la revisión dejó planteado que, a

partir de los datos de monitoreo de calidad de agua, la estimación de parámetros de calidad de agua a partir de imágenes satelitales, y los modelos de calidad de agua implementados, DINACEA cuenta con las herramientas necesarias para informar sobre el funcionamiento de la cuenca del río Negro en términos de calidad de agua y planificar su gestión.

La tercera componente del proyecto incluyó un trabajo de intercambio en un downscaling del modelo de calidad de agua en la cuenca del río Negro con el seguimiento de los expertos de Deltares involucrados en el proyecto. Este trabajo se desarrolla entre marzo y junio de 2023 generando instancias virtuales para la discusión de los resultados. Se destaca en las conclusiones que el modelo de calidad de agua implementado con SWAT en la cuenca del río Negro permite simular el transporte de nutrientes y trabajar tanto en comprender el funcionamiento del sistema a nivel de cuenca como en determinar efectos en la calidad de agua de la implementación de medidas a partir de análisis de escenarios. También se cuenta con un potente modelo implementado con la herramienta Delft3D para simular la dinámica de nutrientes en el embalse de Rincón del Bonete.

Título OAN: Asistencia técnica especializada. Modelación de la calidad del agua en toda la cuenca del río Negro

Código: ID 1-04

Título ficha: Asistencia técnica especializada para modelación de la calidad del agua en toda la cuenca del río Negro

Síntesis

Un modelo hidrológico de cantidad y calidad de agua es una herramienta matemática y computacional que se utiliza para simular y analizar el comportamiento del agua en una cuenca hidrográfica. Este tipo de modelo integra información sobre las características geográficas, climáticas, hidrológicas y ambientales de la zona en estudio, con el objetivo de estimar la cantidad de agua disponible y evaluar su calidad. Utiliza datos como la precipitación, la evapotranspiración, la topografía, la vegetación, el uso del suelo y otros factores relevantes para simular la forma en que el agua se mueve y se almacena en un área determinada. Además, considera la calidad del agua al incorporar información sobre los contaminantes presentes, las fuentes de contaminación y los procesos fisicoquímicos que la afectan.

Estos modelos son fundamentales para la gestión sostenible de los recursos hídricos y la toma de decisiones informadas para proteger y conservar nuestros ecosistemas acuáticos y garantizar un suministro adecuado de agua para las necesidades humanas y el medio ambiente. Permiten realizar pronósticos, evaluar futuros y tomar decisiones informadas sobre la gestión del agua, como ser la planificación de recursos hídricos, el diseño de infraestructuras de abastecimiento y tratamiento, la gestión de riesgos de inundaciones o sequías, entre otras.

Durante el proyecto, a partir de un modelo base elaborado por el equipo técnico del Departamento de Evaluación Ambiental Integrada del Ministerio de Ambiente se genera una versión actualizada del modelo al año 2021 implementado utilizando la herramienta SWAT que incluye un detalle

particular en la exportación de nutrientes del suelo al agua. Se implementan y analizan escenarios y se resumen las herramientas realizadas para automatizar los datos de entrada al modelo.

Para la actualización del modelo se ejecuta el proceso de calibración de cantidad de agua del modelo hidrológico con énfasis en la cuenca alta del río Negro, aguas arriba del embalse de Rincón del Bonete a fin de representar fehacientemente el comportamiento hidrológico con relación a la cantidad de agua en la cuenca y poder identificar las presiones existentes desde un punto de vista de calidad ambiental.

El modelo implementado permite obtener resultados de exportación de nutrientes y sedimentos a nivel de cuenca y generar mapas específicos para cada parámetro de manera de analizar espacialmente las presiones existentes. Además, se generan resultados en función de las condiciones climáticas específicas, para las distintas estaciones del año y según diferentes subcuencas. También se generan resultados según el tipo de exportación de nutrientes divididos en: directos, distribuidos y puntuales.

A partir del modelo calibrado se implementaron y analizaron cuatro escenarios:

1. Escenario: Zonas buffer. Se implementó para la cuenca alta de río Negro un escenario de zonas buffer de similares características a la medida propuesta en el Plan de acción para Santa Lucía (franja de 40m a ambos márgenes del río Negro, de 20m en los cursos de agua que tienen una cuenca mínima de 10 km² y 100 m entorno a los tres embalses hidroeléctricos).
2. Escenario: Distribución de excretas del ganado. Se consideró como hipótesis que el 5% del total de las excretas del ganado en pastoreo son directas a los cursos de agua.
3. Escenario: Efluente doméstico de la ciudad de Bagé en Brasil cumple los estándares del Decreto 253/79. El efluente generado por dicha ciudad es vertido al Arroyo Bagé, el cual desemboca en las nacientes del río Negro. Actualmente se realiza un tratamiento primario solo al 17% del efluente
4. Escenario conjunto, integrando los tres escenarios anteriores.

Las simulaciones de cada escenario fueron realizadas en el período 2011-2021 para la cuenca alta del río Negro. Algunos de los resultados obtenidos a partir de los escenarios analizados son los siguientes:

1. Escenario: Zonas buffer. Se reducen las cargas 25 % de Fosforo Total y 23% de Nitrógeno Total.
2. Escenario: Distribución de las excretas del ganado directo a cursos de agua. Se reducen las cargas 16 % de Fosforo Total y 20% de Nitrógeno Total.
3. Escenario: Efluente doméstico de la ciudad de Bagé cumple Decreto 253/79. El mayor impacto del efluente se localiza en la zona de vertido y disminuye su efecto aguas abajo. Inicialmente reduce las cargas 23% de PT y 54% de NT. Aguas abajo, luego de la desembocadura del río Tacuarembó se reducen las cargas 1.1 % de PT y 2.7 % de NT.
4. Escenario conjunto. Se reducen las cargas 41% de PT y 46% de NT.

Título OAN:	Modelación hidro-sedimentológica y de calidad de agua del embalse de Rincón del Bonete
Código:	ID 1-05
Título ficha:	Modelación hidro-sedimentológica y de calidad de agua del embalse de Rincón del Bonete

Síntesis

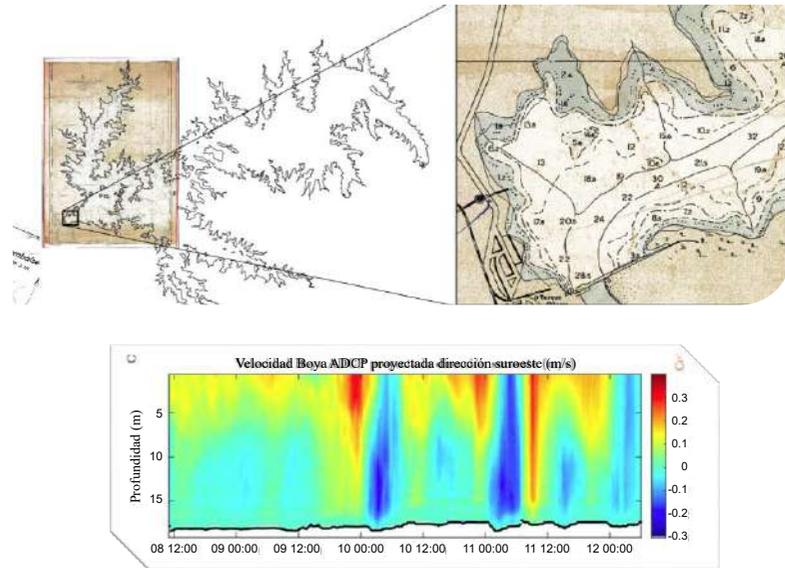
La modelación hidro-sedimentológica y de calidad del agua de un embalse es una aplicación específica de los modelos hidrodinámicos y de calidad del agua, en la cual se incorporan los procesos relacionados con el transporte y la sedimentación de partículas sólidas, como sedimentos y materiales en suspensión, además de los procesos hidrodinámicos y de calidad del agua.

Este tipo de modelos tiene como objetivo simular y predecir la dinámica del flujo de agua, la dispersión de sedimentos y la evolución de la calidad del agua en un embalse, teniendo en cuenta la interacción entre ellos.

El proyecto busca profundizar el conocimiento de la dinámica del embalse de Rincón del Bonete, el más grande de los tres embalses para la generación de energía eléctrica en el río Negro, que por su ubicación condiciona lo que ocurre en los otros embalses aguas abajo.

Durante el proyecto se desarrolló un modelo hidrodinámico y de calidad de agua del embalse que fue calibrado con datos de monitoreo in-situ y satelitales, con información nueva e histórica.

Dicho modelo numérico es capaz de representar la dinámica de las variables físicas del sistema y aspectos fundamentales de calidad de agua vinculados al proceso de eutrofización. Se prevé que sea utilizado para caracterizar la circulación en el embalse, incluyendo la determinación de tiempos de residencia, distribución espacial y temporal de la temperatura y sedimentos para distintos escenarios.



El modelo numérico y las mediciones de campo realizadas en el marco del proyecto 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 orgánico, 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 sistematización de la información ya existente, la generación de nuevos datos de campo y la implementación del modelo numérico resultaron en un salto significativo en la información disponible sobre el embalse y su dinámica. A su vez, permitieron la cuantificación y confirmación de diversas hipótesis previamente formuladas sobre la dinámica del fitoplancton en el embalse.



Como productos para disponibilizar los resultados obtenidos se genera una grilla de 40 puntos en el embalse de Rincón del Bonete que se ofrece a través del OAN y muestra resultados para series promedio del período 2000 a 2021 en cada punto junto a fichas descriptivas. Además, se ofrecen las capas de resultados parciales y finales obtenidos en formato de datos espaciales.

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 otros embalses.

Título OAN: Determinación de una línea base para la biota acuática en el río Negro

Código: ID 1-06 / 07

Título ficha: Definición de una línea de base para la biota acuática en el río Negro

Síntesis

La biota acuática se refiere al conjunto de organismos vivos que habitan en ambientes acuáticos de agua dulce, salobre o salada. Incluye una amplia variedad de taxas, que abarca desde bacterias y microorganismos, hasta vegetales y animales (invertebrados y vertebrados), donde todos estos organismos participan de diversas interacciones y procesos que son esenciales para el funcionamiento y la salud de los sistemas acuáticos.

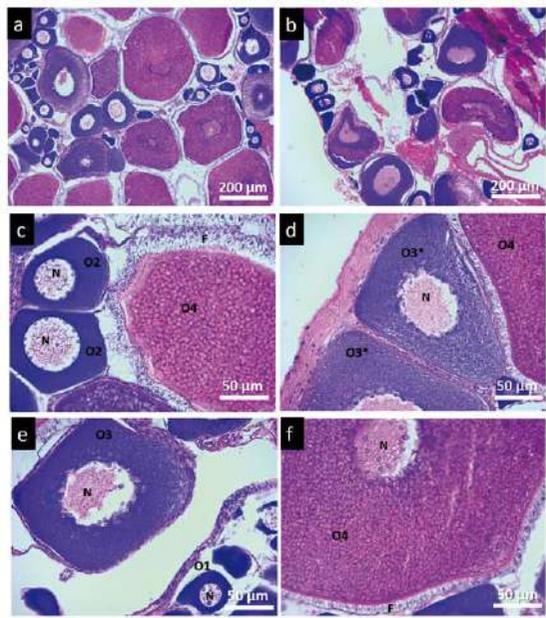
En el marco del proyecto se estableció la construcción de la Línea de Base (LB) de la biota acuática en el río Negro a fin de evaluar a corto y mediano plazo los posibles cambios en el sistema, e identificar sus causas frente a posibles impactos de origen antrópico. Los mismos pueden ser producidos por los diferentes emprendimientos productivos en la cuenca



y en particular, por la planta de producción de pasta de celulosa UPM II. Esta LB es el punto de partida que permitirá conocer las características básicas del ambiente con relación a la ictiofauna.

Durante la construcción de la Línea de Base (LB), los estudios se orientaron a generar el conocimiento de la fauna íctica (peces) presente en la zona de estudio, y el posterior análisis respecto a la composición, abundancia e interrelaciones entre las especies, así como la historia de vida de la especie testigo a través de sus indicadores poblacionales y la posible presencia de contaminantes en tejido muscular. El plan de trabajo para la construcción de la LB contempló tres líneas de investigación:

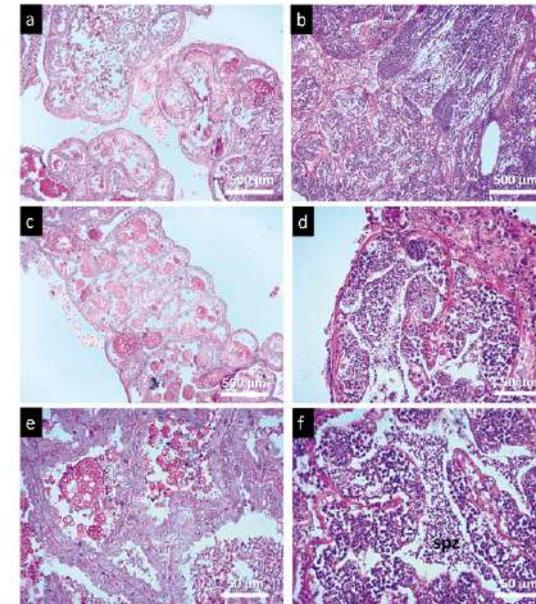
- el relevamiento de la ictiofauna presente en la zona de estudio en el río Negro
- la selección de las especies testigo y estimación de índices y parámetros poblacionales
- la determinación de presencia de contaminantes en tejido muscular de peces y bivalvos en la zona de estudio



Procesamiento histológico con tinción de hematoxilina y eosina de ovarios provenientes de hembra de *I. labrosus* procesada en fresco (a, c, d, e y f) y de hembra procesada en laboratorio (b). a. Sección panorámica de ovario procesado en fresco, b. Sección panorámica de ovario procesado en laboratorio. c. Identificación de estadios ovocitarios: O2- Ovocitos previtelogénicos, sección de O4- Ovocito vitelogénico total. d. Identificación de estadios ovocitarios: O3*- Ovocitos en vitelogénesis temprana. e. Identificación de estadios ovocitarios: O3- Ovocito en vitelogénesis media, con presencia de gránulos corticales, O1- Ovocito primario. f. O4- Ovocito vitelogénico total con presencia de núcleo. Adicionalmente se identifican: núcleos (N) y células foliculares (F). Observación en microscopio óptico PrimoStar3 Zeiss. Los estadios ovocitarios se adjudicaron a partir de dos Santos y colaboradores (2019)

Para el relevamiento de la ictiofauna, la investigación se basó en la metodología de evaluación pesquera mediante pesca exploratoria, desarrollada por la FAO (1986) abordándose posteriormente el estudio de comunidades mediante la aplicación de índices ecológicos y análisis de las asociaciones entre las especies presentes. A efectos de obtener una aproximación sobre la magnitud (abundancia relativa), y distribución de los recursos ícticos presentes en el área de estudio, se utilizó un método indirecto de evaluación a partir del Índice de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE). Se abordaron distintos aspectos de la diversidad, así como de la riqueza.

El comportamiento del índice de abundancia relativa media anual estimada para las dos épocas de monitoreo (primavera y verano) en cada sitio de pesca, aguas arriba de la planta de UPM II, (C1), posible zona de afectación (C2) y aguas abajo de UPM II (C3), indica en general que los valores de primavera son sensiblemente mayores que los alcanzados durante el verano. Si se analiza la riqueza total alcanzada para cada sitio de monitoreo se observa que las estaciones aguas arriba y las de probable afectación superan las



Procesamiento histológico con tinción de hematoxilina y eosina de testículos provenientes de macho de *I. Labrosus* procesado en fresco (a, c y e) y de macho procesado en laboratorio (b, d y f). a. y c. Secciones panorámicas de testículo procesado en fresco, b. Sección panorámica de testículo procesado en laboratorio. d. Identificación de estadios de maduración de espermatidas, se observan espermatidas en diferentes estadios de maduración. e. Identificación de testículo en receso. f. Identificación de testículo maduro con espermatozoides libres en conductos seminales prontos para la reproducción. Observación en microscopio óptico PrimoStar3 Zeiss.

40 especies registradas mientras que aguas abajo de la planta UPM II apenas alcanza los 30 taxones. Para los índices de diversidad elegidos (Shannon, Simpson, Berger-Parker, Smith-Wilson, Camargo) no se encuentran diferencias significativas entre los tres sitios de monitoreo, no evidenciándose variaciones importantes en dominancia, equitabilidad o índice de diversidad entre las localizaciones.

La especie testigo seleccionada fue el Bagre trompudo (*Iheringichthys labrosus*) ya que posee los atributos biológicos requeridos para ser utilizada como especie indicadora o centinela: sedentaria, de amplia distribución y abundancia en el área a estudiar y de hábitos bentófagos. Además, al no ser una especie de interés comercial o deportivo debido a su pequeño tamaño, no está sujeta al efecto de la pesca dirigida como factor incidente en su población. Los resultados obtenidos para todas las muestras analizadas fueron sensiblemente inferiores a los límites máximos permitidos por las reglamentaciones de Mercosur (GMC12/11) y de la Unión Europea (reglamento 1881/2006).

Título OAN: Mapeo de Cobertura de la Tierra para la Cuenca del río Negro
Código: ID 1-08
Título ficha: Mapeo de Cobertura de la Tierra para la Cuenca del río Negro

Síntesis

La base de datos de Cobertura del Suelo Uruguay representa la cobertura biofísica que se observa sobre la superficie de la Tierra y es el resultado del tratamiento de imágenes satelitales y controles en terreno. En Uruguay, la Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial mantiene dicha base de datos siguiendo el sistema de clasificación desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente (UNEP).

La cobertura de la tierra y particularmente los cambios en ella 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.

En el proyecto se desarrollaron mejoras tecnológicas para contribuir al mantenimiento y mejora de la base de datos de cobertura del suelo con especial énfasis en la cuenca del río Negro, con el fin de monitorear, analizar e informar las transformaciones que ocurran de manera precisa y pertinente, incorporando las ventajas de nuevas tecnologías y acceso a imágenes satelitales de alta resolución.

A partir de la ejecución del proyecto, 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. La cobertura del suelo

en Uruguay se clasificó en 14 clases (Cultivos, Plantación Forestal, Frutales, Pastizal, Bosque Nativo, Palmares, Arbustos, Área Natural Inundada, Área Impermeable, Área Impermeable Dispersa; Cantera, Arenera, Mina a Cielo Abierto; Área Desnuda, Aguas Artificiales y Aguas Naturales.

Se identificó que las clases que ocupan mayor superficie en la Cuenca del río Negro son: Pastizal (64,59%), Cultivos (13,42%), Plantación Forestal (10,66%), Bosque Nativo (4,42%) y Aguas Artificiales (2,53%).

Título OAN: Evaluación de la temperatura, clorofila a, ficocianina, turbidez y materia orgánica con imágenes satelitales en el río Negro

Código: ID 1-09

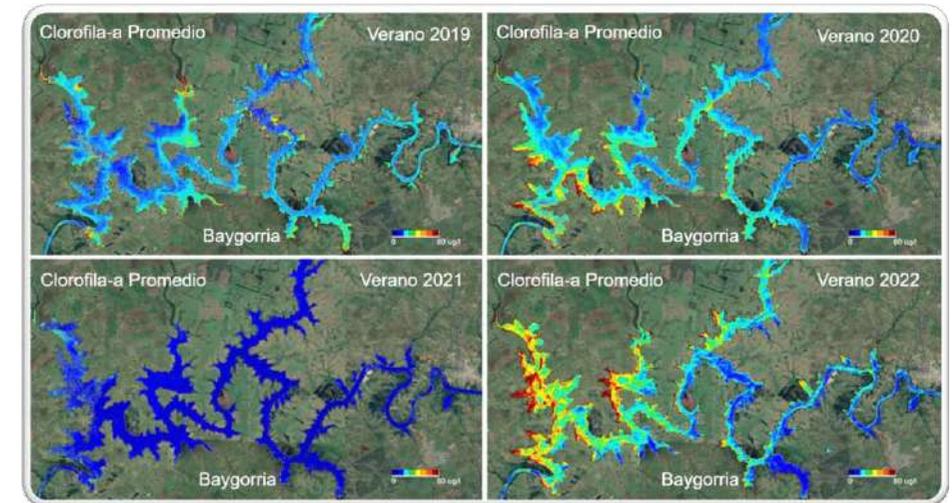
Título ficha: Sensoramiento remoto aplicado a la calidad del agua

Síntesis

En el marco del proyecto se desarrolló un set de herramientas basadas en el procesamiento automatizado de imágenes satelitales - Sentinel 2, Sentinel 3, Landsat 8 y Modis - utilizando algoritmos que fueron ajustados localmente que permiten fortalecer el actual control y seguimiento que el Ministerio de Ambiente realiza de estas variables y en particular, mejorar el conocimiento sobre la aparición de floraciones algales. Esto permite estimar la concentración en que se encuentran las variables mencionadas con un margen de incertidumbre de 10 a 15 %.

Desde un punto de vista complementario a los enfoques tradicionales de monitoreo, el uso de sensores remotos permite registrar variaciones espacio temporales en sistemas acuáticos completos y con una frecuencia mayor (dependiendo del satélite y la zona, con una frecuencia de revisita de 1 a 5 días). Esto es posible a partir de la información espectral contenida en las imágenes satelitales y el desarrollo de modelos bio-ópticos que registran los efectos de la interacción de la radiación solar con los componentes ópticamente activos del agua. La estimación satelital de variables de calidad de agua es un aporte novedoso para el análisis ambiental en Uruguay. Los estudios realizados en el marco del proyecto en los embalses de Rincón del Bonete, Baygorria y Palmar son los primeros desarrollos específicos para el río Negro.

Respecto a la variable temperatura, dada la complementariedad en términos de temporalidad y espacialidad entre los satélites Modis y Landsat 8 fue pertinente utilizar las medidas de temperatura de cada satélite, según los objetivos perseguidos. En términos generales las medidas con Modis



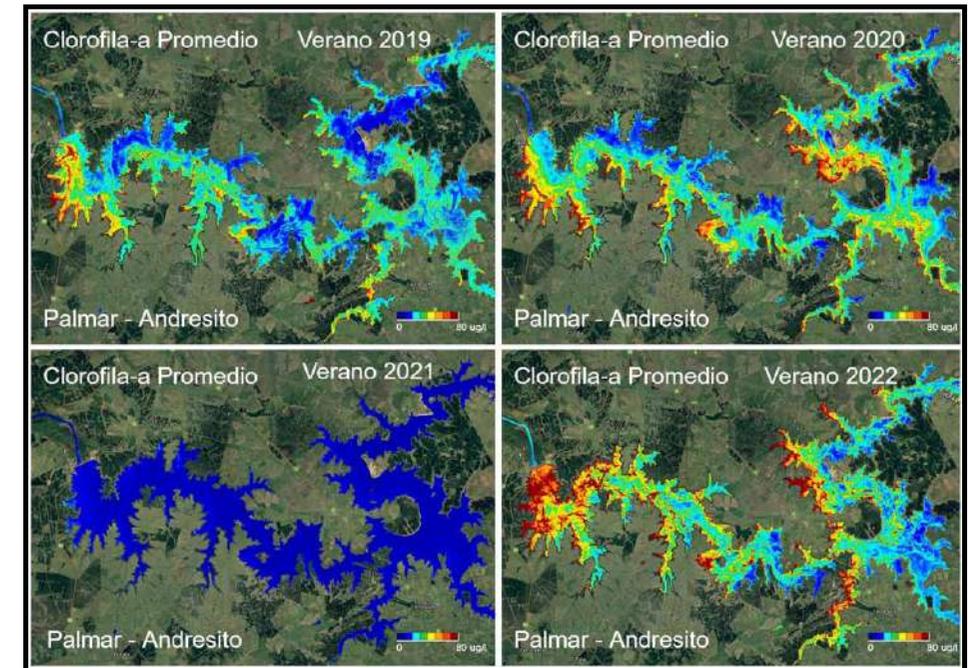
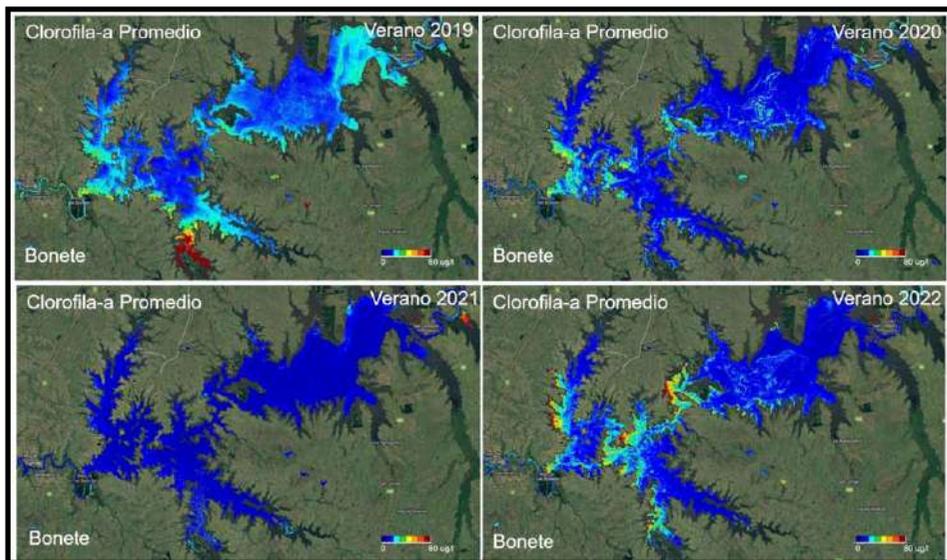
son preferibles para análisis de series temporales, mientras que la temperatura con Landsat 8 brinda mayor utilidad para analizar el comportamiento diferencial de la temperatura en el propio cuerpo de agua. Se realizaron análisis exploratorios con la serie de imágenes de temperatura de ambos satélites para el embalse Bonete, identificando aumentos de temperatura para los meses de primavera y verano (en el período 2002-2020). Por su parte, en el análisis espacial realizado con Landsat 8 se detectaron zonas particulares del embalse asociadas a temperaturas elevadas para el período comprendido entre el 2013 y el 2021.

Respecto al análisis de imágenes satelitales aplicadas a la estimación de clorofila-a en embalses, durante el proyecto fueron testeados 3 algoritmos para su estimación y 3 productos satelitales Sentinel 2 (con distintas correcciones atmosféricas). La evaluación visual y cuantitativa de los diversos modelos, realizada a partir del análisis de la serie de imágenes disponibles desde el 2016, permitió evaluar a uno de ellos como la mejor opción. Además, se incorporó un modelo que permitió incluir en el análisis cuantitativo imágenes con cobertura nubosa. Asimismo, se sustentó cuantitativamente la validez del modelo desarrollado localmente para estimar concentraciones de clorofila-a con imágenes Sentinel 2 en el río Negro. Se demostró que el algoritmo

desarrollado es significativamente representativo para todas las zonas del río, siendo capaz de estimar concentraciones de clorofila-a en un rango variable entre $0,7 \mu\text{g}/\text{l}$ y $5000 \mu\text{g}/\text{l}$. La amplitud de concentraciones lograda en la estimación satelital de clorofila-a permite obtener medidas satelitales confiables para días y períodos de bajas y altas concentraciones de clorofila-a.

El análisis de clorofila-a se complementó con el testeado de tres modelos de estimación para imágenes Landsat 8 en el embalse Palmar. A partir del análisis cuantitativo y cualitativo de imágenes Landsat 8 en la plataforma Google Earth Engine se validó uno de estos modelos como el óptimo, todo ello con base en los datos de monitoreo radiométricos específicos realizados durante los años 2020 y 2021.

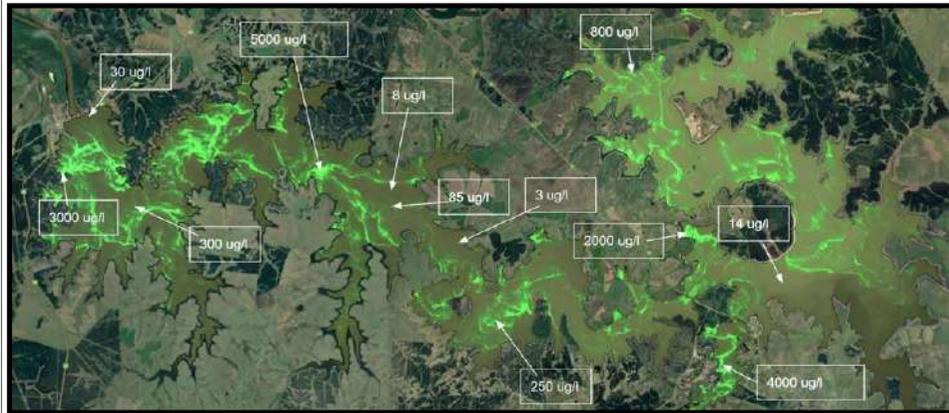
Sobre turbidez en el embalse Palmar y el análisis de imágenes Sentinel 2 en la plataforma Google Earth Engine fue posible testear 7 modelos para la estimación satelital de turbidez, en base a los datos de monitoreo radiométricos específicos realizados durante 2020 y 2021. El modelo validado logró muy buenos resultados para el período 2016-2021, tanto desde la evaluación cuantitativa como la evaluación visual de imágenes. Particularmente se destaca la variabilidad captada en los distintos



niveles de turbidez, así como la buena performance para detectar altos niveles de turbidez en condiciones de altas y bajas concentraciones de clorofila-a.

Se sustentó cuantitativa y cualitativamente la validez del modelo para estimar niveles de turbidez con imágenes Sentinel 2 en el río Negro, demostrándose que el algoritmo desarrollado es significativamente representativo para todas las zonas del río Negro, siendo capaz de estimar niveles de turbidez hasta 110 NTU (unidades nefelométricas de turbidez).

El estudio se complementó con el testeado de doce modelos de estimación de turbidez con imágenes Landsat 8 en el embalse Palmar. A partir del análisis cuantitativo y cualitativo de imágenes Landsat 8 en la plataforma Google Earth Engine se validó uno de estos modelos como el óptimo, todo ello con base en los datos de monitoreo radiométricos específicos realizados durante los años 2020 y 2021.



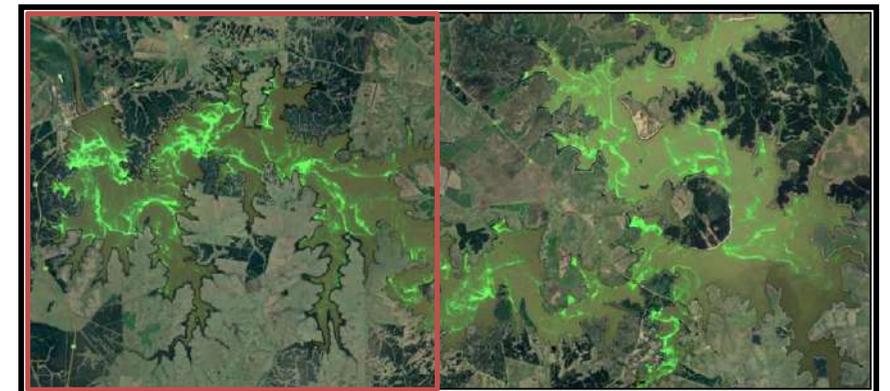
Con relación a la materia orgánica disuelta coloreada (cdom) se realizó el desarrollo de algoritmos, evaluación de productos y correcciones atmosféricas para Sentinel 2 y el análisis de series de datos históricas de este satélite en la zona que comprende los tres lagos del río Negro. El modelo es capaz de estimar niveles de cdom hasta $5,1 \text{ m}^{-1}$, con un error relativo del 16%. En términos generales, la amplitud lograda en la estimación satelital de cdom permite obtener medidas satelitales confiables para días y períodos de bajos y altos niveles de cdom en el río Negro. Asimismo, se destaca que a partir del análisis de las series de datos Sentinel 2 disponibles desde el año 2016, no se distinguen diferencias estacionales significativas en los niveles promedio de cdom del río Negro.

A fin de estimar las concentraciones de ficocianina en el río Negro se desarrolló y validó el modelo S3-1107 para imágenes Sentinel 3, siendo este modelo capaz de estimar niveles de ficocianina desde los $50 \mu\text{g/l}$ y hasta los $3500 \mu\text{g/l}$, con un error relativo inferior al 15%. En términos generales, la amplitud lograda en la estimación satelital de ficocianina permite obtener medidas satelitales confiables para días de ocurrencia de floraciones de cianobacterias. Debido a que el límite de detección de la técnica de laboratorio empleada para la estimación satelital es de $40 \mu\text{g/l}$, tanto en los monitoreos in situ como en la evaluación satelital realizada durante el estudio se constata que no es posible cuantificar con certeza concentraciones bajas de ficocianina asociadas a días sin eventos de floraciones de cianobacterias. En este sentido, el límite de

concentración mínima confiable por vía satelital se fija en $50 \mu\text{g/l}$, teniendo en cuenta el límite de la técnica de laboratorio y los errores asociados al proceso de calibración y corrección atmosférica de las imágenes Sentinel 3.

A partir de estos estudios y la definición de un proceso de análisis y almacenamiento de datos se obtiene información satelital de calidad del agua del río Negro, la cual se actualiza diariamente en el portal web del Observatorio Ambiental Nacional. En forma complementaria, estos datos satelitales habilitan futuros desarrollos de automatización y aprendizaje automático aplicados a diversos pronósticos ambientales de interés.

Con la calibración y validación de esos algoritmos de estimación de variables ambientales se continua con un estudio de generación de un modelo predictivo de eventos de floraciones algales utilizando métodos de inteligencia artificial a partir de imágenes satelitales y otras entradas de datos, con el objetivo de lograr un primer paso en la implementación de un sistema de alerta temprana de eventos de floraciones algales en el río. Dicho trabajo se está realizando entre el Ministerio de Ambiente y el Laboratorio Compute Vision de la Universidad Tecnológica de Delft. Asimismo, se desarrollaron aplicaciones en el portal público del OAN para visualizar los productos generados con el objetivo de poner a disposición de toda la población la información satelital más actualizada sobre el monitoreo de la calidad del agua, en formatos accesibles y manteniendo la rigurosidad en el procesamiento de los datos.



8.1.2 SÍNTESIS DE APORTES EN CUANTO A LA MEJORA DEL CONOCIMIENTO DE LA DINÁMICA DEL SISTEMA

El conjunto de proyectos ejecutados en el marco del Eje 1 de la IRN permiten concluir de manera muy contundente que la problemática de calidad de agua que se observa en la cuenca del río Negro está vinculada con el conjunto de actividades antrópicas que existen. Algunos de los proyectos aportaron una cuantificación concreta de la dimensión de este vínculo y permite trabajar hacia adelante en acciones que apunten a mejorar la calidad del agua luego de haber podido confirmar o descartar hipótesis iniciales que se tenían.

Es importante tener un proceso de mayor cercanía con los actores locales de las medidas y acciones que se van tomando para lograr el de otro público. Pensar en cómo eso se puede trabajar en el proceso de educación ambiental para que no surja descreimiento. Plantear que existan proyectos de cooperación sobre esta temática también vinculado a grupos de trabajo de la universidad con un foco específico. Actividades de extensión.

Incorporar en la evaluación de acciones a tomar un análisis económico que complemente la evaluación de las dimensiones ambientales. Así como hay que profundizar el diálogo con actores locales, es importante lograr el diálogo con los actores que tienen actividad económica en la cuenca y una buena manera se identifica a través del análisis económico.

Es necesario pensar que cuando se proponen medidas y acciones se tengan objetivos asociados a esa medida específica y no a la generalidad del problema, como puede ser poner el objetivo en los episodios de floraciones. Si se quiere proponer una reducción en la exportación de nutrientes en un sitio específico es relevante como primer objetivo cuantificar/controlar si esta medida se está implementando.

En cuanto a la implementación de medidas deben estar diseñadas de manera tal que se puedan mantener y controlar a lo largo de los años. Este aspecto hay que tenerlo muy presente cuando se incorporan institutos de investigación en estos procesos y que sus equipos de trabajo puedan sostenerse en el tiempo.

8.1.3 PROYECTOS ASOCIADOS AL EJE 3. GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA PRODUCCIÓN

El Eje 3 de la Iniciativa para el río Negro está dirigido a abordar la disminución de aportes de carga de contaminantes de las actividades productivas instaladas en la Cuenca, integrando la aplicación de medidas vinculadas a disminuir las cargas aportadas a la cuenca - tanto de fuentes fijas como difusas- y el desarrollo de un programa de promoción de la producción sustentable que atienda a las realidades de cada sector productivo y de cada subcuenca.

Los 4 proyectos que se detallan en el presente apartado fueron incluidos en el Eje 3 de la IRN. Se presentan en orden creciente del código de gestión utilizado.

Título OAN:	Caracterización de sistemas productivos de la Cuenca del río Negro e identificación de uso del suelo
Código:	ID 3-02
Título ficha:	Caracterización de sistemas productivos e identificación del uso del suelo

Síntesis

En el marco de este proyecto, el equipo técnico responsable trabajó en la mejora de la identificación del uso del suelo con fines agrícolas con base a la teledetección y el uso de diferentes algoritmos. Para este cometido se actualizó la caracterización de los sistemas productivos de la cuenca de río Negro para cartografiar el uso agropecuario, sus potenciales externalidades, generar una base de datos con la información de la caracterización tecnológica. Con el procedimiento propuesto fue posible identificar los cultivos de invierno del año 2021 y verano 2021/22, con aceptable exactitud a partir de lo cual se pudo construir un mapa de uso del suelo de chacras cultivadas en invierno y verano.



La información registrada constó en la cantidad y el momento de utilización de fertilizantes y agroquímicos utilizados en: agricultura secano o bajo riego (gramíneas invernales de grano, maíz, soja, sorgo, pasturas, arroz, brassicas), praderas, verdeos invernales, ganadería de carne de animales en confinamiento y forestación.

Durante la ejecución se recopilaron imágenes y productos satelitales correspondientes a las zafras consideradas para el estudio, ajustando el modelo para identificar el uso del suelo y la construcción de un mapa base. Surge de contrastar los resultados de los modelos de teledetección (ajustados empíricamente a funciones de crecimiento de los distintos cultivos, pasturas, etc., estimado por la evolución del Índice Verde), contra la verificación de las “verdades de campo” obtenidas con 1800 visitas a chacras individuales. Asimismo, se realizó la estimación del índice toxicológico. Todo esto permite identificar zona de riesgo y optimizar el direccionamiento de políticas públicas específicas para los diferentes sectores productivos.

En la agricultura el herbicida más utilizado es el glifosato, el insecticida es el thiamethoxam, seguido por triflurmeturon y el fungicida es el Azoxystrobin. En la forestación lo que más se utiliza como herbicida también es el glifosato, como insecticida-hormiguicida es el fipronil y no figuran la utilización de fungicidas. Los recursos forrajeros (verdeos de invierno y pradera) implican una baja utilización de agroquímicos.

Título OAN: Estimación de pérdida de fósforo en subcuencas Nivel 4 de la Cuenca de río Negro

Código: ID 3-03

Título ficha: Estimación de fósforo índice

Síntesis

El proyecto tuvo por cometido la estimación de la pérdida de fósforo y sus mecanismos (directa desde fertilizantes y abonos, por enriquecimiento de agua de escurrimiento y por erosión) mediante la metodología P-Index, el modelo USLE/RUSLE, el modelo de Temez, entre otros.

El estudio se realizó considerando datos desde el año 2000 al 2020 y se identificó el uso del suelo por imágenes satelitales, salvo para adjudicar uso lechero, cuya identificación se basó en el registro de padrones de DI-COSE. Este permitió la generación de una cartografía con los valores nacionales para todas las subcuencas nivel 4 y el desarrollo de un software para la estimación del fósforo índice en chacras (disponible en https://lagrosur.com/beretta/Mapa_P_leafy_1/public_html/index.html).

En la Cuenca del río Negro la pérdida total de P se estima en 2,56 kg.(ha.año)-1. Si se eliminara la Agricultura y la Lechería y se las sustituyera por Campo Natural, la pérdida bajaría 14%, a 2,2 kg.(ha.año)-1

Del estudio surge que las pérdidas de fósforo estarían en un rango razonable -referido a una escala de chacra y basado en mediciones de P lábil en suelo- e inferior al promedio de países de la región con similares usos productivos del suelo.

La cantidad promedio de fósforo perdida a nivel nacional habría sido escasamente influenciada por el aumento de actividades productivas que realizan fertilización con este nutriente.

La disminución de la erosión (por la obligatoriedad de presentar y cumplir los Planes de Uso y Manejo Responsable de suelos) y del área de cultivos fertilizados, habrían disminuido las pérdidas de fósforo desde 2013, comparadas con las previamente observadas desde el 2003.

Finalmente se concluye sobre la necesidad de generar información nacional experimental acerca de medidas de mitigación de pérdidas o su llegada a cauces de agua, en cuencas hidrográficas cuyo tamaño no limite los procesos de escurrimiento y erosión.

Título OAN: Degradación de fitosanitarios en zonas riparias
Código: ID 3-04
Título ficha: Degradación de fitosanitarios en zonas riparias

Síntesis

Dado el potencial impacto ambiental de los fitosanitarios y sus residuos por sus diferentes propiedades, en el proyecto se estimó su uso en la cuenca permitiendo determinar las áreas prioritarias. La estimación se realizó en base a los cultivos planificados en los Planes de Uso de suelo, asociando un estimativo de uso de insumos por cultivo. Se estimó la carga de ingredientes activos aplicados en base a la consulta de cada aplicación realizada por el productor en cada una de las 12 chacras representativas seleccionadas dentro de la cuenca del río Negro.





Cada chacra ingresada al proyecto se geo referenció, diferenciándose dos grandes áreas de estudio dentro de la misma: la “zona de cultivo” más específicamente la zona baja de la chacra donde se encontraba el cultivo agrícola y la “zona riparia”, considerada aquella zona de transición entre el área agrícola y el curso de agua. Se realizó el monitoreo diagnóstico de la presencia de fitosanitarios en muestras de suelos compuestas de los primeros 10 cm. Los resultados obtenidos fortalecen y alimentan el sistema de Registros de Fitosanitarios de la DGSA, así como reafirman la normativa relacionada a distancias de aplicación a cursos de agua.

En la zona de cultivo donde se realizaban las aplicaciones de fitosanitarios, no se detectaron niveles de residuos que estuvieran por encima del valor de referencia. Esto también ocurrió en aquellas situaciones donde se detectaron trazas de residuos en zona de riberas de cursos de agua. No se identificaron ingredientes activos con alto riesgo de entrada difusa a ecosistemas acuáticos ya que en los casos que se detectaron residuos en la zona de riberas fue a niveles mínimos. Finalmente, se identificó que el Glifosato fue el ingrediente activo que, como trazas, apareció con mayor frecuencia en estas zonas.



Título OAN: Mejora de la eficiencia en la aplicación de fitosanitarios en la cuenca del río Negro minimizando la contaminación del suelo y el agua

Código: ID 3-05

Título ficha: Mejora de la eficiencia en la aplicación de fitosanitarios en la cuenca del río Negro minimizando la contaminación del suelo y el agua

Resumiendo lo avanzado en el estudio de Adyuvantes en el marco del Proyecto de la Iniciativa del río Negro cabe señalar que se realizaron dos grupos primarios de estudio, uno para aceites (12 productos registrados) conteniendo aceite de soja y una gran variabilidad de emulsificantes en su formulación. Y otro grupo de correctores de pH y secuestrantes (10 productos registrados) con diferentes activos (ácido fosfórico, ácido carboxílico, ácido cítrico y algunos tipos de dietanolaminas) para su comparación.

Cargas de agroquímicos a nivel de subcuencas de orden 4:

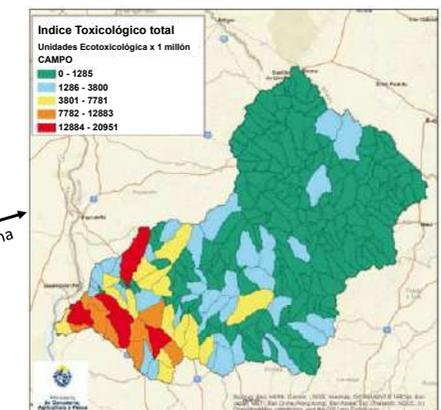
Índice Ecotoxicológico

Paquetes agroquímicos

$$IE = \sum_{i=1}^n \frac{\text{cantidad producto}_i \cdot \text{fugacidad}_i}{DL_{50i}}$$

Índice ecotoxicológico

Cultivo	Daphnia	Peces	Lombriz
Arroz	2854947	2336148	6318
Colza	1340861	885251	5528
Forestación	32857	59975	554
Maiz	1298543	135606	6957
Soja	4222450	368863	6128
Sorgo	2880286	111491	12750
Trigo/cebada	1955996	539686	6302



Ej. Daphnia magna

Del grupo seleccionado para el estudio de aceites como antievaporantes, se proyectó estudiar viscosidad y tensión superficial con los nuevos equipos y propiedades fisicoquímicas características como ser densidad, pH, estabilidad de la emulsión y persistencia de la espuma.

Hasta el momento se pudo determinar la viscosidad de 9 productos registrados.

Se adjunta cuadro con las determinaciones:

Número	Concentración Aceite de Saja (%)	Tipo Emulsionante	(%) Emuls.	Viscosidad Formulada (cP)	Densidad (g/ml)	pH	Estab. Emulsión	Persistencia esp.	Visc. mPa.s	T _{oc}	Tensión sup. mN/m	T _{oc}
1	948	alcohol etilato primario de C12-C18	5.2	50	0.940	6.70	50 ml	25 ml	72.4	33.4		
2	899	nonilfenoletilato	1.01	58.2 (CPAC/MTZ)	0.936	7.00	2 ml	1 ml	66.7	34.8		
3	92	mezcla sulfuro de sodio/ácido cítrico y óxido de zinc	8	49 (CPAC/MTZ)	0.946	6.66	1 ml	2 ml	72.4	33.4		
4	85	estereos poliglicólicos de ácido graso	15						58.2	35.2		
5	925	mezclas de sodio y aceite nítrico/óxido de sodio/ácido cítrico	3.79-2.75									
6	93	monodato de sodio etilato 20+monodato de sodio 40FE	1.85+1.25+3.5		0.935	4.26	2 ml	0 ml	89.2	33.8		
7	93	mezcla de quaternarios y alquilfenoles sulfonatos	7	<150					58.1	35.3		
8	94	monodato de sodio etilato 20+monodato de sodio 40FE	2.70+2.50						89.1	35.3		
FALTA ORIGINAL												
11	94	ETHEQUINOL	7	27 (C. 929) 300					36	35.5		
12	935	Mixta de quaternarios etilatos	6.5	672	0.942	6.36	1 ml	0 ml	78.5	33.9		

Para el grupo de los secuestrantes se piensa evaluar a través de la determinación de la dureza libre de agua estandarizada y de asociación a la conductividad de aguas de dureza estandarizada antes y después de la adición de los productos formulados.

Hasta el momento se ha verificado técnica de determinación de dureza por valoración con EDTA sin utilizar solución amortiguadora de amonio pH 10 sino utilizando solución de borato (inodora) pH 10 en su lugar. Está pendiente determinar conductividad y dureza libre.

Mediante el proyecto se adquirieron, instalaron y con calificaron operativamente un viscosímetro, un tensiómetro de burbuja, un equipo VisiSize P15, y un microscopio con cámara invertida.

Título OAN: Competitividad y mejora del desempeño ambiental en el sector productivo de la Cuenca del río Negro
Código: ID 3-06
Título ficha: Competitividad y mejora del desempeño ambiental en el sector productivo de la Cuenca del río Negro

Síntesis

Las empresas participantes tomaron contacto con una metodología que les permitió detectar oportunidades de mejora a su desempeño ambiental. Luego de priorizar y cuantificar dichas mejoras, lograron desarrollar proyectos concretos para implementarlas.

La metodología les fue transferida mediante capacitaciones que estuvieron estructuradas en 6 ejes temáticos:

- Metodología de Producción Más Limpia
- Gestión de aguas y lodos en los establecimientos
- Gestión de Residuos sólidos y de Residuos peligrosos en los establecimientos



- Fundamentos de la Gestión energética. Producción Más Limpia y eficiencia energética
- Metodología de Producción Más Limpia (identificación de oportunidades y planes)
- Proyecto

Las instancias de capacitación fueron grabadas de forma que los participantes pudieran acceder según su disponibilidad.

Como resultado de esta transferencia las empresas presentaron un total de 16 proyectos al finalizar las instancias de capacitación, en acuerdo a la metodología propuesta. Los proyectos abordaron diversos aspectos ambientales asociados a la reducción en el consumo de materias primas e insumos, al consumo de agua, al consumo energético y a minimizar la generación de residuos o de efluentes. Once de los proyectos antes citados cuantificaron los beneficios ambientales esperados con su futura implementación, en términos de reducciones estimadas por año. También fueron evaluados en su viabilidad económica financiera a partir del cálculo del valor actual neto (VAR), la tasa interna de retorno (TIR) y el período de repago de la inversión.



8.1.4 SÍNTESIS DE APORTES EN CUANTO A LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA PRODUCCIÓN

El eje 3 permitió el desarrollo de modelos y estadísticas de utilización de los productos fitosanitarios y fertilizantes en diversos cultivos. Además, se pudo avanzar en la identificación de cultivos por imagen satelital, con lo cual se pudo cartografiar el uso del suelo con un nivel de detalle que no se había podido lograr hasta la fecha. Se realizó una cartografía actualizada al año 2021 del bosque nativo fluvial para la zona de interés y la instalación de unidades muestrales permanentes a lo largo de todo el ecosistema boscoso fluvial, permitiendo una visión cuantitativa del estado de situación de los bosques, así como ampliar el conocimiento sobre la biodiversidad de estos ecosistemas.

Luego de identificar la cantidad y lugar de uso de productos fitosanitarios, se pudo estimar el posible impacto del sector agropecuario en peces, lombrices y daphnia sp., medido a través de las unidades ecotoxicológicas. Los mayores riesgos de afectación de peces, lombrices y daphnia sp. ocurren en las cuencas de mayor concentración de agricultura de secano. Los meses de verano serían de mayor riesgo para daphnia y lombrices, mientras en invierno el riesgo es mayor en peces que en el verano. La combinación de productos fitosanitarios que se utiliza actualmente está dentro de las de menor impacto esperado manteniendo el objetivo de control de malezas, plagas y enfermedades, habiendo pocas alternativas de rotación de productos que pudiesen disminuir las unidades ecotoxicológicas de los cultivos.

Con el objetivo de estimar el posible impacto de implementar fajas empastadas para disminuir la cantidad de productos fitosanitarios y fosforo que pudiese llegar a cauces de agua, se usó el modelo curva número para estimar el escurrimiento diario de agua, y el modelo planteado por Doskey et al. (2008) con base a la herramienta VFSSMODV (Vegetative Filter Strip Model) par estimar el efecto de retención de solidos y solutos en el agua de escurrimiento. La implementación de las fajas empastadas implicaría un bajo costo para los productores (pérdida del 3 % del área cultivable) y la retención de solutos y solidos oscilaría entre 60 y 100 %, pero este impacto podría estar singificativamente sobreestimado al no considerar flujo encausado del agua de escorrentía. Para avanzar en la validación de estas simulaciones actualmente se están realizando ensayos a campo.

Al ser el fósforo el nutriente mayormente vinculado al proceso de eutrofización y el aporte de la agricultura un factor manejable para disminuir los niveles de fósforo en agua, se planteó estimar las pérdidas de fósforo desde el suelo a causa de los diferentes usos agropecuarios. La mayor pérdida de fósforo ocurriría en forma disuelta en el agua de escurrimiento. El uso del suelo identificado como campo natural es el de mayor aporte de fósforo al agua, dada la extensión de este uso. Aunque todos los usos del suelo que realizan fertilización presentan valores promedio de pérdida de fósforo por unidad de superficie mayores al del campo natural, el aporte de estos usos solo representa 15 % de las pérdidas totales, y su reemplazo por un uso del suelo de campo natural disminuiría únicamente en 11% las pérdidas. Es necesario considerar que en cuencas más pequeñas que Río Negro, donde el uso del suelo puede ser mayoritariamente agrícola, el aporte puede ser significativamente mayor (alcanzando hasta el 30 o 40%). La incorporación del fertilizante al suelo durante la siembra directa sería la única estrategia que disminuiría la pérdida de fósforo desde el suelo, pero igualmente el efecto de esta medida solo impactaría en 11% de las pérdidas totales del País, implicarían maquinaria de mayor peso con la consiguiente compactación del suelo, menor rendimiento en la siembra con el mayor consumo de combustible y una menor “ventana de oportunidad” para la siembra. La mayor parte de la pérdida de P se debe al contenido de fósforo del suelo y no al uso del suelo.

En la zona de cultivo donde se realizaban las aplicaciones de fitosanitarios, no se detectaron niveles de residuos que estuvieran por encima del valor de referencia, esto también ocurrió en aquellas situaciones donde se detectaron residuos en zona riparia. No se detectaron ingredientes activos con alto riesgo de entrada difusa a ecosistemas acuáticos ya que en los casos que se detectaron residuos en la zona riparia fue a nivel de trazas.

Adicionalmente y con el interés de incorporar nuevas herramientas de monitoreo que permitan la mejora de la precisión en la captura de datos, es que se utilizaron nuevas herramientas tecnológicas, como drones y LIDAR terrestre (en adelante TLS). Las mismas permitirán contar con mayor información de los bosques y cuantificar con mayor precisión volumen, biomasa y carbono aéreo.

PROYECTOS ASOCIADOS AL EJE 4. FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES LOCALES PARA EL DESARROLLO DEL PLAN Y LA GESTIÓN TERRITORIAL

Este eje está dirigido a fortalecer las capacidades locales a través de la instalación de un Centro Regional para apoyar la implementación y seguimiento del Plan y el fortalecimiento de las Intendencias de la Cuenca para el control, la gestión ambiental y planificación territorial.

Integra también una línea dirigida al desarrollo de medidas específicas de Ordenamiento Territorial que acompañen y fortalezcan las medidas del plan de acción, promoviendo los acuerdos correspondientes para su incorporación a los Instrumentos de Ordenamiento territorial existentes o en desarrollo.

El proyecto que se detalla en el presente apartado fue incluido en el Eje 4 de la IRN.

Título OAN:	Gestión de residuos sólidos urbanos en pequeñas localidades de la Cuenca Alta del río Negro (propuesta equipo LATU/Latitud)
Código:	ID 4-07
Título ficha:	Mejora de la gestión de residuos sólidos urbanos en la Cuenca Alta del río Negro

Síntesis

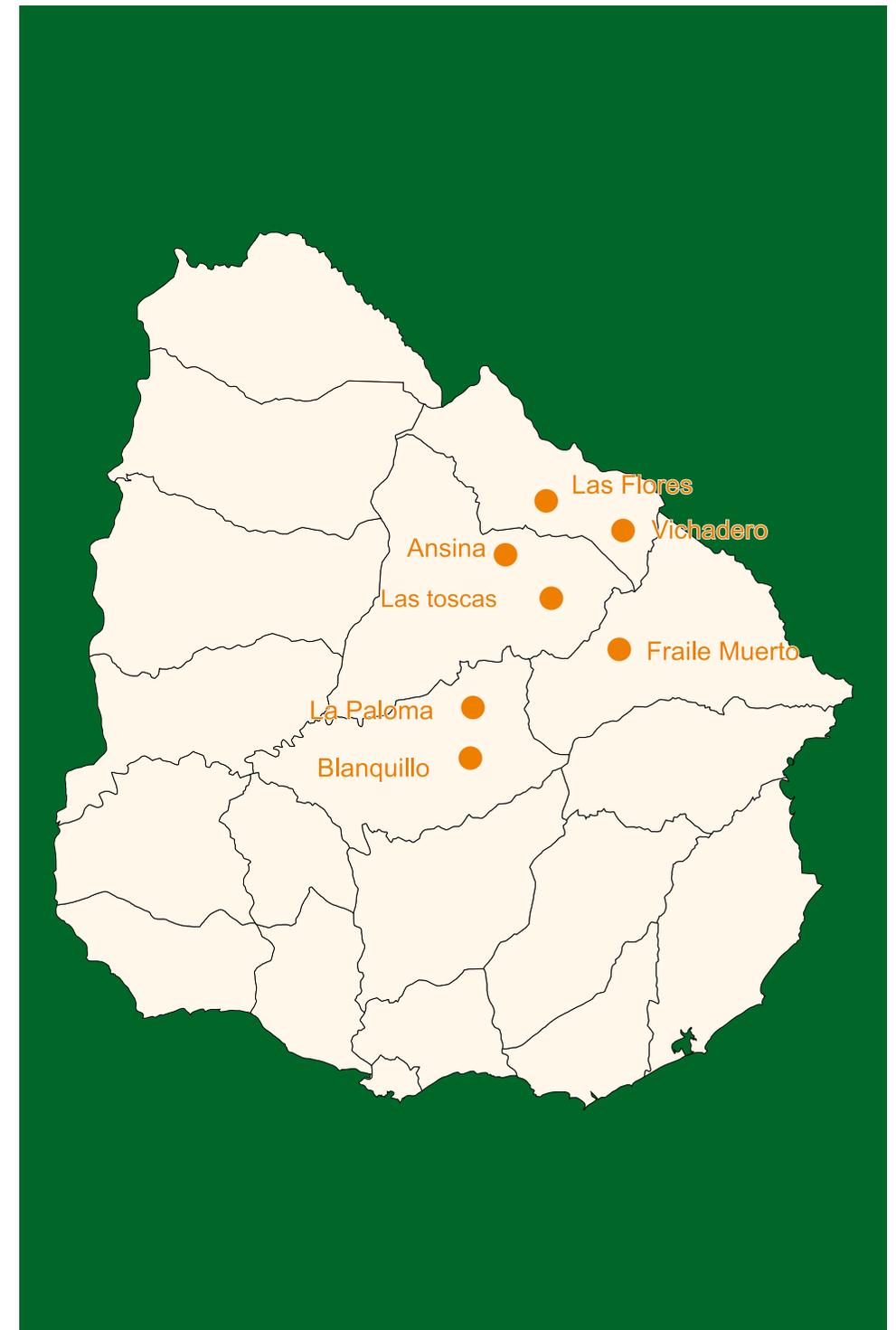
El proyecto se inició con una estimación de los volúmenes de generación de residuos en las localidades estudiadas (Vichadero y Las Flores, Departamento de Rivera; Ansina y Caraguatá, Departamento de Tacuarembó; La Paloma y Blanquillo, Departamento de Durazno; Fraile Muerto, Departamento de Cerro Largo) y el relevamiento del sistema actual de gestión de RSU con alcance a su almacenamiento, recolección, transporte y disposición final.

Se analizaron alternativas de gestión considerando aspectos de acondicionamiento, segregación y recolección, así como alternativas para unidades de transferencia y destino final. Se elaboraron propuestas diferenciadas para cada localidad incorporando el tratamiento de los residuos valorizables o los residuos verdes. Finalmente se realizó el costeo de inversión y operación para las alternativas propuestas.

La pequeña escala y las grandes distancias son una barrera para el logro de soluciones eficientes. Por tal motivo el equipo técnico planteó propuestas específicas para cada administración municipal atendiendo a los desarrollos en curso.

Del análisis realizado surgieron las siguientes consideraciones:

- Las soluciones estudiadas contemplan escenarios de colaboración entre distintas localidades y departamentos, de forma de facilitar las actividades logísticas involucradas, minimizando los costos. De esta manera se observa que a través del abordaje de sistemas de gestión regionales resulta posible alcanzar los compromisos ambientales propuestos a nivel nacional.
- La educación ambiental es un factor clave en la mejora de la gestión de residuos por lo que se recomienda reforzar las jornadas de capacitación y programas de similar temática llevados a cabo por el Ministerio de Ambiente. En particular, se busca incentivar a la población a mantener el compromiso con la segregación para aumentar la tasa de recuperación de residuos valorizables.
- En el análisis técnico realizado no se encuentra incorporado el indicador asociado a la huella de carbono de la gestión de los residuos, cuyas emisiones asociadas a la actividad de transporte resultan significativas y pueden atenuarse a través de la elección de circuitos de recolección eficientes.





Vichadero, Rivera

Vichadero, Rivera



Ansina, Tacuarembó

Vichadero, Rivera



Durazno, Durazno

Caraguatá, Tacuarembó



Tacuarembó, Tacuarembó

Blanquillo, Durazno

8.1.5 SÍNTESIS DE APORTE EN CUANTO A LA FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES LOCALES PARA EL DESARROLLO DEL PLAN Y LA GESTIÓN TERRITORIAL

Las soluciones estudiadas contemplan escenarios de colaboración entre distintas localidades y departamentos, de forma de facilitar las actividades logísticas involucradas, minimizando los costos. De esta manera se observa que a través del abordaje de sistemas de gestión regionales resulta posible alcanzar los compromisos ambientales propuestos a nivel nacional.

Consideramos a la educación ambiental como un factor clave en la mejora de la gestión de residuos, por lo que se recomienda reforzar las jornadas de capacitación y programas de similar temática llevados a cabo por el Ministerio de Ambiente. En particular, se busca incentivar a la población a mantener el compromiso con la segregación para aumentar la tasa de recuperación de residuos valorizables.

En el análisis técnico realizado no se encuentra incorporado el indicador asociado a la huella de carbono de la gestión de los residuos, cuyas emisiones asociadas a la actividad de transporte resultan significativas y pueden atenuarse a través de la elección de circuitos de recolección eficientes.

PROYECTOS EJE 5. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Los proyectos y medidas asociados al Eje 5 están dirigidos a proteger y restaurar la integridad ecosistémica y el funcionamiento hidrológico de los cuerpos de agua que integran la Cuenca del río Negro. Este eje estratégico integra aspectos vinculados a la protección de humedales y ecosistemas de bosques nativos, aplicación de zonas buffer o de amortiguación y manejo de zonas riparias entre otros.

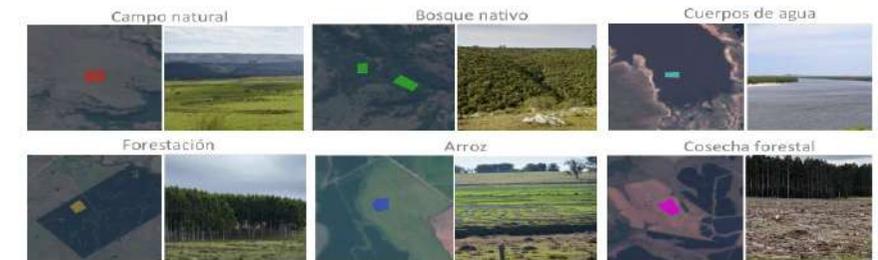
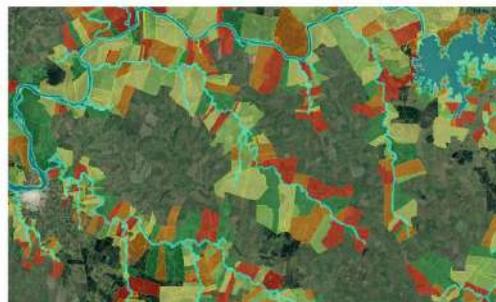
Los 5 proyectos que se detallan en el presente apartado fueron incluidos en el Eje 5 de la IRN. Se presentan en orden creciente del código de gestión utilizado.

Título OAN: Restauración ecosistémica y caudales ambientales
Código: ID 5-01
Título ficha: Restauración ecosistémica y caudales ambientales

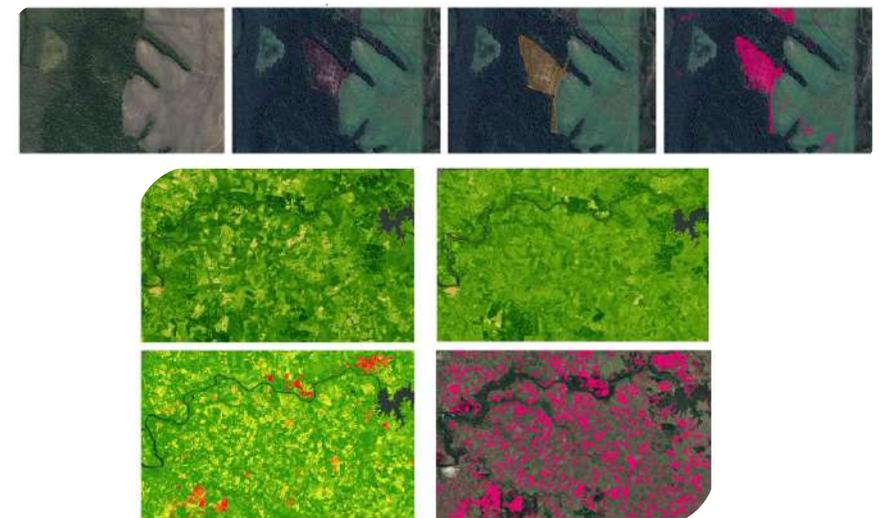
Síntesis

El proyecto tuvo por objetivo dar seguimiento a la preservación de las áreas riparias de las zonas de amortiguación o buffer de los cursos de agua de la cuenca del río Negro incluidos en las medidas del Plan de Acción para la protección de la calidad de agua.

Se entiende por zonas de amortiguación las áreas de vegetación ribereña que se dispone en forma de franja a lo largo de la red hidrográfica y que por sus funciones naturales son usadas para reducir contaminación difusa desde zonas agrícolas.



El equipo de técnicos utilizó herramientas de sensores remotos y machine learning para la automatización del proceso, generando tres productos de aplicación satelital dentro de la plataforma Google Earth Engine: probabilidad de humedales, delimitación de monte nativo y cobertura y cambios de uso del suelo. Fue desarrollada una metodología para mapear de manera novedosa la cobertura de los bosques con la posibilidad de detectar cambios en la misma y el análisis de datos ambientales a gran escala, permitiendo procesar, analizar y almacenar información satelital para superficies extensas sin necesidad de descargar los datos. Para todos los casos se presentan los modelos empleados con definiciones conceptuales y operativas. Se destaca la definición del área de humedales basada en un estudio multitemporal y uso de más de un centenar de bandas satelitales, combinaciones e índices espectrales junto a datos de imágenes radar.



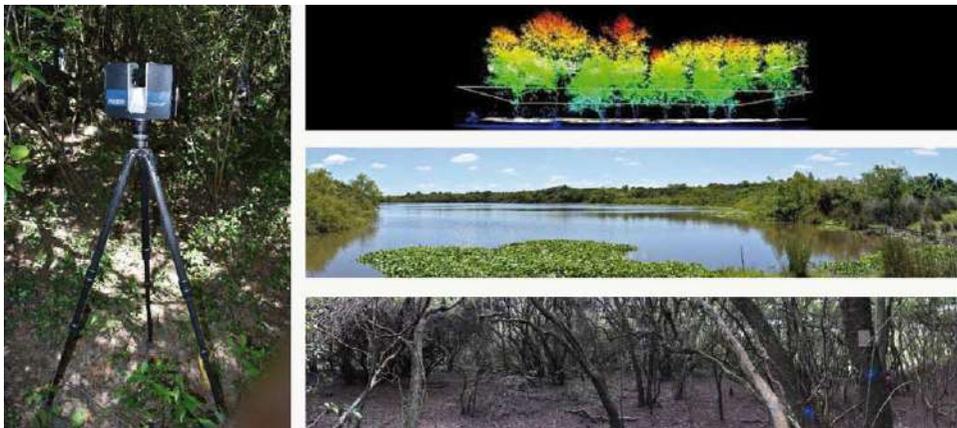
Título OAN: Fortalecimiento de las capacidades de gestión para la protección del bosque nativo de la cuenca

Código: ID 5-02

Título ficha: Fortalecimiento de las capacidades de gestión para la protección del bosque nativo de la cuenca

Síntesis

Durante el transcurso del proyecto se realizó un diagnóstico del estado del bosque nativo y se mejoró el monitoreo en la Cuenca alta del río Negro. Con tal fin se realizó un inventario forestal en las cuencas hidrográficas nivel 4, que contiene el bosque en zonas áreas de ribera adyacente al curso alto del río Negro, a los cursos bajos del río Tacuarembó y el arroyo Yaguarí. Para este fin, se estableció la línea base del estado de situación de estos bosques para la zona de interés, lo que permitirá una mejor gestión, su conservación y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos asociados, además de generarse una cartografía de estos bosques actualizada al año 2021.



En el transcurso del trabajo, se identificaron 48 especies leñosas, mostrando índices de diversidad con valores medios a alto para toda la región. Se entiende por plantas leñosas las de tipo perenne con tallo leñoso verdadero que contiene madera, principalmente compuesto por estructuras de celulosa y de lignina. El número de especies arbóreas regenerándose, así como la baja frecuencia y abundancia de éstas, indica la falta de transición de individuos de diferentes edades de cada especie.

Por otra parte, la escasa presencia de especies exóticas invasoras muestra cierto estado de conservación de las áreas analizadas. No obstante, para preservar esta condición se visualiza la necesidad de aplicar políticas dirigidas a lograr este objetivo.

Título OAN: Determinación de la contribución de las funciones ecosistémicas en zonas productivas de las cuencas del río Negro, del río Santa Lucía y de la laguna del Sauce (propuesta equipo LATU/Latitud)

Código: ID 5-05

Título ficha: Contribución de las funciones ecosistémicas en zonas productivas en la Cuenca del río Negro

Síntesis

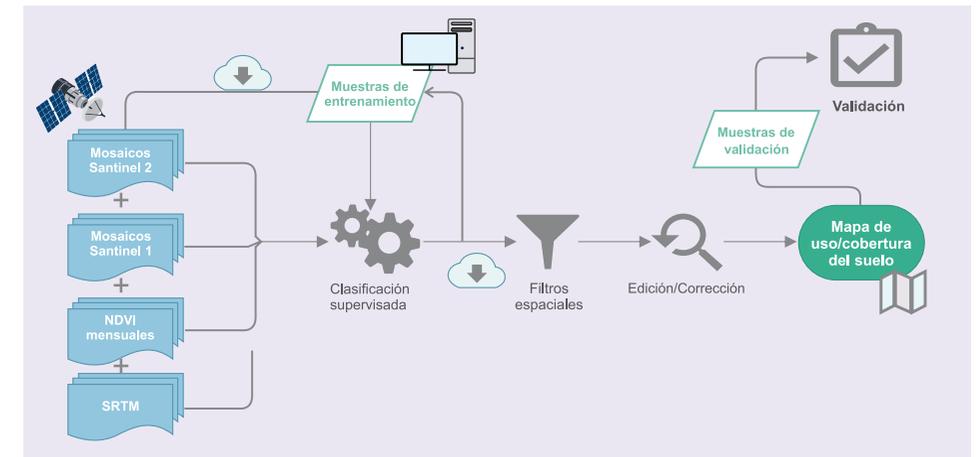
El objetivo de este proyecto fue mapear las siguientes funciones ecosistémicas en la Cuenca: Control de la erosión, Retención de excesos de precipitación por cobertura vegetal, Retención de nutrientes en humedales y Filtrado de sedimentos y contaminantes en franjas de vegetación ribereña, a través del modelo ECOSER.

ECOSER es “una herramienta desarrollada como soporte para la toma de decisiones sobre el uso de la tierra en el marco de procesos de



ordenamiento territorial rural, así como para el diseño de políticas de desarrollo sostenible espacialmente explícitas”. El mapeo de las funciones ecosistémicas fue utilizado para ponderar y estimar la oferta de los servicios ecosistémicos en la Cuenca.

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio define a los servicios ecosistémicos como los beneficios que la sociedad obtiene de los ecosistemas. Este concepto ha sido generado con el objetivo de reconocer la relación de dependencia que existe entre los ecosistemas y la satisfacción de las necesidades de los seres humanos para el desarrollo pleno de su vida.



Título OAN: Estimación de la reducción anual de los aportes de sedimentos y de fósforo disuelto, mediante la utilización de franjas empastadas a nivel de chacras agrícolas

Código: ID 5-06

Título ficha: Estimación de la reducción anual de los aportes de sedimentos y de fósforo disuelto, mediante la utilización de fajas empastadas a nivel de chacras agrícolas

Síntesis

En el marco del proyecto se determinó el efecto potencial de establecer fajas empastadas en chacras con Planes de Uso y Manejo Responsable de Suelo en predios agrícolas en la cuenca del río Negro.

Las fajas empastadas son una de las alternativas de mitigación en la exportación de P (Sharpley et al. 2015). Actúan como filtro para la reducción de la carga de escorrentía, sedimentos, nutrientes y agroquímicos que reciben los cuerpos de agua, contribuyendo también con la estabilización de suelos y a la reducción de la erosión de las riberas, aporte a la biodiversidad, entre otros (Bentrup, 2008). La efectividad de la medida depende del área ocupada por las fajas en relación con el área de aporte de la chacra suprayacente y de la ubicación de la faja empastada dentro de la chacra.

Las altas eficiencias de retención estimadas para estas fajas con el modelo utilizado podrían diferir en las condiciones de campo de nuestro país, debido a que se asumieron condiciones de suelo y pendiente homogéneas en el área de aporte y de faja, así como un evento de precipitación superior a lo observado para la serie histórica utilizada para el estudio. Para verificar las estimaciones se está trabajando en un experimento dentro de una chacra comercial que es Tesis de Posgrado de Ciencias Agrícolas (Fagro-Udelar).

Título OAN: Caracterización de los humedales de la Cuenca Alta del río Negro

Código: ID 5-07

Título ficha: Caracterización de los humedales de la Cuenca Alta del río Negro

Síntesis

Se validó el Inventario Nacional de Humedales en la Cuenca del río Negro y se realizó una caracterización de los humedales de la cuenca alta del río Negro en base al mapeo de la vegetación dominante. Asimismo, se generó una metodología para evaluar de forma rápida el estado de conservación de los humedales e identificar sus atributos clave a diferentes niveles: contexto, predio y sitio.

De acuerdo con la convención de Ramsar los humedales se definen como “extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad de marea baja no exceda de seis metros”. Al retener grandes cantidades de agua, estos ambientes son importantes para la regulación de flujos de agua y control de inundaciones, recarga de acuíferos subterráneos y amortiguación de condiciones climáticas locales, particularmente lluvias y temperatura. Fuente: <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/costa-y-mar/ambientes-especies-relevantes/humedales>

Considerando las actuales presiones sobre los humedales y la importancia de su monitoreo, el estudio muestra el potencial de los datos satelitales disponibles gratuitamente, de alta resolución espacial y temporal, para la delimitación detallada de humedales.

Los resultados obtenidos con la aplicación de la herramienta aportan a: la interpretación del estado de conservación de un humedal a nivel predial, la descripción del valor para la conservación de un predio y de un humedal en forma general, a la evaluación en forma preliminar el impacto de alguna/s amenaza/s, la evaluación de cambios en el tiempo y realizar recomendaciones de acciones de manejo y realizar su seguimiento.

8.1.6 SÍNTESIS DE APORTES EN CUANTO AL EJE 5 PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

No se ha logrado la instauración de zonas buffer, pero se generó una línea de base que permite avanzar en una definición a corto plazo, y se generaron insumos para determinar sitios de prioridad para restauración o conservación de bosque, humedales y mapeo,

El mapeo y categorización del estado de conservación de los humedales genera datos para proporcionar la protección adecuada y permite incorporar los lineamientos de los planes en las directrices departamentales

PROYECTOS ASOCIADOS AL “PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL ECOSISTEMA”

El Programa de evaluación y seguimiento de la calidad del ecosistema busca fortalecer las acciones de monitoreo y evaluación de la calidad y cantidad de agua en la Cuenca.

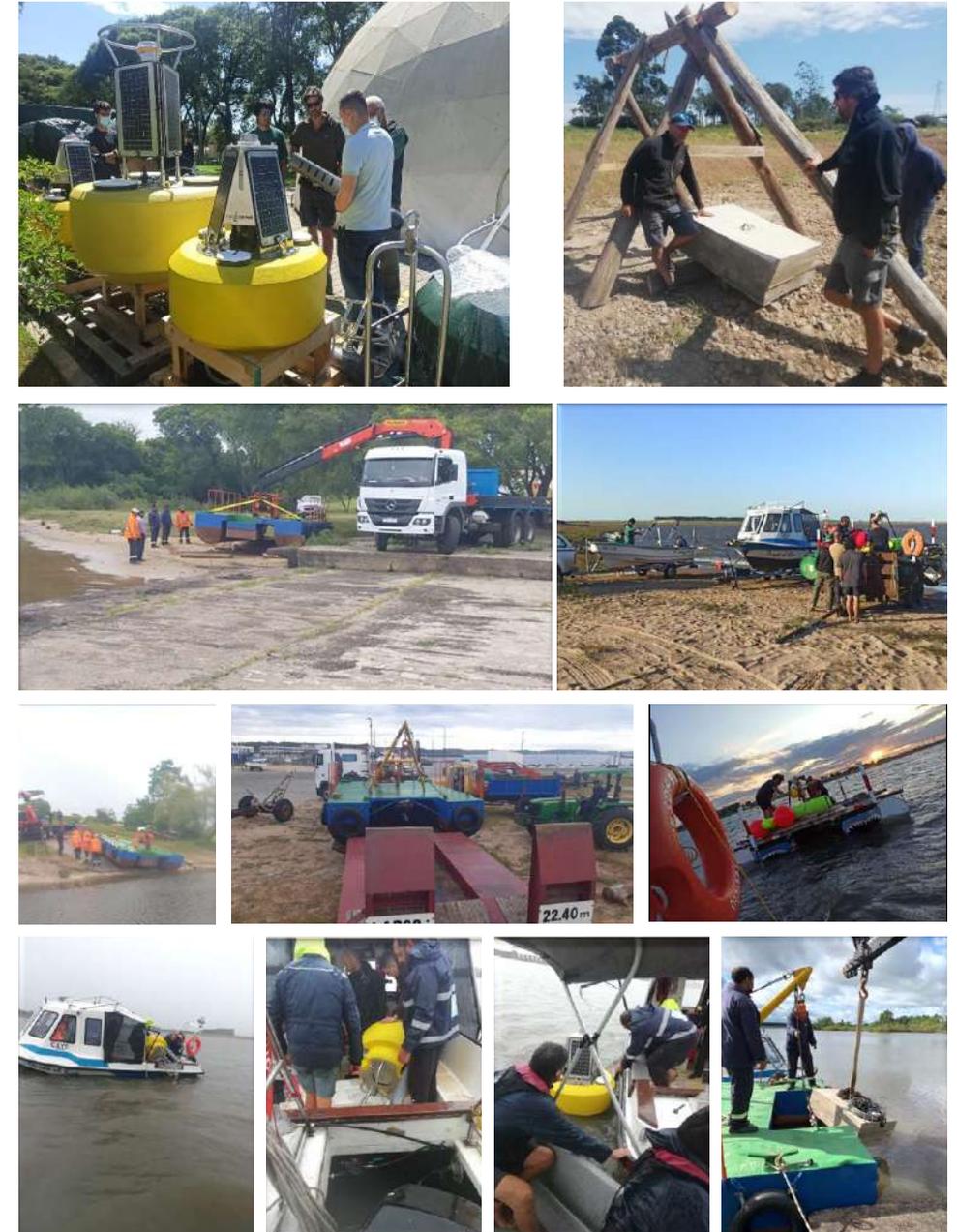
Los 2 proyectos que se detallan en el presente apartado fueron incluidos en dicho programa transversal de la IRN. Se presentan en orden creciente del código de gestión utilizado.

Título OAN: Fortalecimiento de la Red de monitoreo de calidad de agua
Código: ID PT3-01
Título ficha: Fortalecimiento de la red de monitoreo de calidad de agua. Diseño y adquisición estaciones automáticas.

Síntesis

Para ejercer un control a tiempo real de las variables ambientales críticas del sistema y potenciar las herramientas de diagnóstico, se instalaron en la cuenca 3 estaciones de medición y transmisión continua de variables críticas de calidad de agua, que se suman a las previamente instaladas por la empresa UPM 2.

Este instrumental permitirá mantener una red de información para hacer predicciones y dar alertas tempranas, a fin de mantener el contralor de las variables en tiempo real y tomar decisiones, planificar monitoreos e implementar medidas correctivas rápidamente.



En el marco del proyecto fueron adquiridos los siguientes equipos:

5. 3 boyas Fondriest, Modelo: NexSens CB-450
6. 1 boya Fondriest, Modelo: NexSens CB-1250
7. 1 analizador de Fósforo Modelo: HydroCycle PO4
8. 4 sondas Multiparamétrica Marca: OTT HYDROLAB, Modelo: HL7
9. 4 datalogger con Transmisión de Datos
- 10.1 accesorios y Kits de Mantenimiento

Para la instalación física de los equipos automáticos se recurrió a la contratación de un proveedor especializado. Asimismo, se elaboró un acuerdo marco entre el Ministerio de Ambiente y la Universidad Tecnológica para el servicio técnico de calibración, mantenimiento y transmisión de datos de los equipos automáticos de monitoreo.

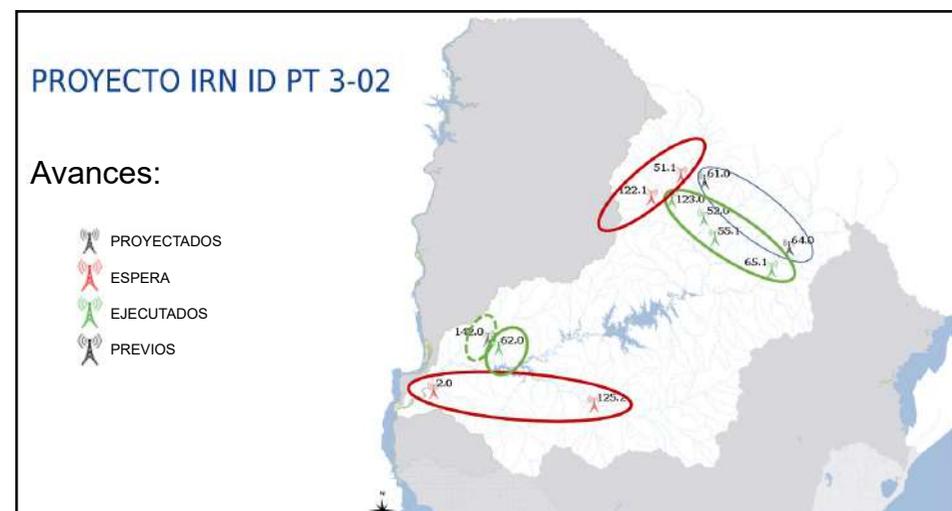
La implementación del proyecto posibilitó: incorporar nueva tecnología y herramientas metodológicas, mayor frecuencia y continuidad de datos, acceso a información en tiempo real, fortalecimiento técnico y nuevas capacidades para la generación de alertas, un fortalecimiento de la gestión ambiental y de la inter-institucionalidad.



Título OAN: Relevamiento Topobatimétrico
Código: ID PT3-02
Título ficha: Fortalecimiento de la red hidrométrica

Síntesis

El proyecto fue concebido partiendo de que en la cuenca del río Negro ya existía una red básica de estaciones hidrométricas de DINAGUA pero con un grado de cobertura que había empezado a resultar insuficiente para los objetivos generales de la institución. Los lugares de mayor interés y con mejores condiciones para la instalación de estaciones permanentes ya están operativos desde hace varias décadas, aunque con diferentes estados de avance en su actualización tecnológica.



Las estaciones que están funcionando y reportando datos en la cuenca del río Negro pueden consultarse en el siguiente enlace, junto con la información disponible generada por la Red Hidrométrica de DINAGUA en todo el territorio nacional.

<https://www.ambiente.gub.uy/SIH-JSF/paginas/visualizador/visualizador.xhtml>

Históricamente, las subcuencas con menor información disponible son las que requieren mayores estudios previos para determinar los mejores lugares posibles para nuevas instalaciones y para dimensionar los elementos constructivos más determinantes para los costos (rango de alturas a medir, distancia de recorrido de las canalizaciones, estructuras de soporte y protección de los componentes a instalar o construir).

En el marco del proyecto se adquirieron 15 instrumentos (registradores automáticos de nivel y temperatura, con capacidad de transmisión remota vía módem GPRS), de los cuales se reporta la instalación de 4, 6 quedan a la espera de la finalización de obras de infraestructura y 5 como stock de reposición.

Las estaciones que están funcionando y reportando datos en la cuenca del río Negro pueden consultarse en la página web de DINAGUA junto con la información disponible generada por la Red Hidrométrica de en todo el territorio nacional.



Instalación en Ao. Don Esteban, estación 142.0.

Se realizaron los relevamientos topobatimétricos y planialtimétrico, requeridos para proyectar y construir nuevas instalaciones o remodelar las estaciones de la red hidrométrica operada por Ministerio de Ambiente/DINAGUA.

Un relevamiento planialtimétrico se realiza para obtener información detallada sobre las características planas y altimétricas del terreno. Consiste en la medición y registro de datos relacionados con la forma y las elevaciones del terreno en un plano horizontal (planimetría) y vertical (altimetría). El objetivo principal de un relevamiento planialtimétrico es obtener un modelo preciso del relieve del terreno y de las características físicas y geométricas del entorno.

Cabe precisar que un relevamiento topobatimétrico combina la medición de la topografía (medición de la superficie terrestre) y la batimetría (medición de la profundidad del agua) para obtener información precisa sobre el terreno y el lecho acuático. El objetivo principal de un relevamiento topobatimétrico es obtener un modelo tridimensional de la superficie del terreno y del fondo acuático.

Durante el proyecto se realizó una descripción detallada de los tramos de cursos de agua de interés y las características principales que condicionan la viabilidad y complejidad de las instalaciones a proyectar.

En base a los resultados de los relevamientos se realizó la selección y priorización de las soluciones individuales a desarrollar en cada lugar, asociadas a nuevas instalaciones o a la remodelación de las ya existentes.

8.1.7 SÍNTESIS DE APORTES EN CUANTO A LA “PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL ECOSISTEMA”

Los proyectos ejecutados en este eje significan un aporte a la mejora del conocimiento porque permiten observar con detalles los cursos de agua de interés y las características principales de los mismos, así como ejercer un control a tiempo real de las variables ambientales críticas del sistema y potenciar herramientas de diagnóstico.

PROYECTOS ASOCIADOS A LA “PARTICIPACIÓN EN LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA”

Los 2 proyectos que se detallan en el presente apartado fueron incluidos en el Programa 4 de la Iniciativa para el río Negro “Educación y participación en la gestión sustentable del agua”.

Se presentan en orden creciente del código de gestión utilizado.

Título OAN:	Fortalecimiento de la Comisión de Cuenca del río Negro
Código:	ID PT4-01
Título ficha:	Fortalecimiento de la Comisión de Cuenca del río Negro

Síntesis

La Comisión de Cuenca del río Negro asesora en materia de planificación, articulación y apoyo a la gestión, a efectos de mejorar la gobernanza de la Cuenca. Durante el proyecto se integraron a los procesos de planificación las dos comisiones ya existentes del Río Tacuarembó y del Río Yí. Asimismo, se buscó desarrollar e implementar un programa de participación de los actores locales relevantes en la ejecución de las medidas y proyectos de esta primera etapa del Plan de Cuenca, en el marco de la Comisión de Cuenca del río Negro.

Entre las diversas actividades desarrolladas por el proyecto se destaca la realización de un ciclo de diálogos y talleres técnicos con el objetivo general de sensibilizar a la población sobre los diferentes aspectos que hacen a la gestión integrada del agua, y profundizar en el proceso de co-construcción de los proyectos del Plan de Cuenca del río Negro. El ciclo estuvo dirigido a todas las personas involucradas en la cuenca del río Negro, y las

temáticas se enmarcaron en los Ejes estratégicos y programas transversales de la Iniciativa para el río Negro, los Programas y proyectos de Plan de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuenca del río Negro y el Plan Nacional de Aguas (decreto 205/011).

Todas las actas, transcripciones y presentaciones de las sesiones de las comisiones de cuenca del río Negro, del río Yí, del río Tacuarembó y del Consejo Regional de Recursos Hídricos realizadas en el período agosto 2021 – enero 2023 se encuentran disponibles en la página web del Ministerio de Ambiente.

Asimismo, se diseñó e implementó un Fondo Concursable con el objetivo general de que los actores locales contribuyan a implementar los proyectos del plan de cuenca del río Negro. Se presentaron un total de 10 proyectos y fueron financiados 5 de ellos.

Los insumos generados en todas las actividades realizadas en el marco del proyecto fueron incorporados al borrador del documento del Plan de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos del río Negro. Se incorporó material técnico, información sobre distintos puntos de interés y en conjunto con los integrantes de la Comisión de Cuenca se actualizaron los programas y proyectos de dicho Plan.



Título OAN: Fortalecimiento de los procesos de participación
Código: ID PT4-02
Título ficha: Fortalecimiento de los procesos de participación en la Cuenca alta del río Negro

Síntesis

El objetivo general del proyecto fue desarrollar e implementar un programa de participación de los actores locales relevantes en la ejecución de medidas y proyectos del Plan de Cuenca del río Negro. Sensibilizar a actores privados, públicos y ciudadanía en general sobre las relaciones entre la calidad y disponibilidad del agua en la Cuenca del río Negro, los sistemas productivos y sus pobladores.

En el marco del proyecto se realizaron:

- Talleres con educadores de los diversos niveles formativos, públicos y privados; con actores vinculados a la Ciencia, Tecnología e Innovación; con ciudadanos con conocimiento experto y con actores públicos y privados relacionados con la toma de decisiones que afectan a la cuenca alta del río.
- Ciclo de charlas técnicas sobre el uso del suelo y la afectación del recurso hídrico, política e institucionalidad del agua y cambio climático.
- Ciclo de videos en formato de difusión local, denominado “Las voces del agua”
- Un concurso fotográfico de la Cuenca del río Negro denominado “La cuenca en imágenes” y muestra itinerante de las fotografías en Rivera, Cerro Largo y Tacuarembó.

Uno de los principales logros del proyecto fue el desarrollo de una confianza mutua entre todos aquellos que, en las diversas actividades, aportaron su visión, conocimiento y experiencia, conformando una verdadera red que permitió un fructífero diálogo de saberes.

Dicha red de relacionamientos debería continuar fortaleciéndose a través de actividades organizadas por las Comisiones de Cuenca y demás actores relevantes en la cuenca.



8.1.8 SÍNTESIS DE APORTES EN CUANTO A LA “PARTICIPACIÓN EN LA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA”

Mediante la IRN se fortaleció el funcionamiento de la Comisión de Cuenca del río Negro y en tal sentido se mejoró la participación de los usuarios, el gobierno y la sociedad civil en las instancias de planificación vinculadas con el Plan de Cuenca. Se generaron instancias que permitieron nivelar conocimientos entre los actores de la cuenca, generar confianza, compartir las capacidades técnicas e institucionales que se encontraban aisladas y generar oportunidades para que la sociedad civil intervenga directamente a través de los fondos concursables. Todas estas acciones contribuyen a mejorar la articulación de los actores de la cuenca y por lo tanto la gestión integrada de la misma.

Anexo 1

Tema	ID	Rubros/Actividades	Institución responsable de ejecución	Monto asignado (USD)	Monto ejecutado (USD)	Fecha de fin
EJE 1 MEJORA DEL CONOCIMIENTO DE LA DINAMICA DEL SISTEMA	Estudio diagnóstico de nutrientes en la Cuenca					
	1-01	Estudio diagnostico de biodisponibilidad de fósforo total en embalses de Bonete, Baqygorria y Palmar. Determinación de factores y propuestas de actuación. Convenio Facultad de Ciencias	MA-DINACEA/ UDELAR	140.000	140.000	28/02/2023
	1-02	Evaluación del nivel basal de fósforo asociado a la estructura geológica de la cuenca alta	MIEM-DINAMIGE	79.945	77.345	15/01/2023
	Modelado Predictivo					
	1-03	Capacitación RH modelo predictivo	MA-DINACEA	50.000	50.000	30/04/2023
	1-04	Asistencia técnica especializada	MA-DINACEA	60.000	47.723	31/12/2022
	1-05	Desarrollo de modelo hidrodinámico Rincón del Bonete (circulación agua, temp, y dinamica de sedimentos). Convenio con UDELAR	MA-DINACEA/ UDELAR	358.000	349.844	31/12/2022
	Estudios diagnósticos de calidad del ecosistema					
	1-06 y 1-07 (continuados en el tiempo)	Monitoreo cualli-cuantitativo, selección de especies testigo, estudio de indicadores biológicos y de contaminantes en peces y moluscos. Línea de base	MGAP-DINARA	155.153	Activo *	28/02/2024
	Transformaciones territoriales					
	1-08	Mejora de las herramientas tecnológicas. Mapeo de Cobertura de la Tierra para la Cuenca del río Negro.	MVOT-DINOT	20.374	20.374	01/05/2022
	Sensoramiento remoto					
	1-09	Sensoramiento remoto aplicado a la calidad del agua.	MA-DINACEA	207.394	Activo *	28/02/2024

EJE 3 GESTIÓN SUSTENTABLE DE LA PRODUCCIÓN	Implementación de un programa sectorial de disminución de aportes de nutrientes de actividades agrícolas-ganaderas y forestal (fuentes difusas)					
	3-02	Caracterización de sistemas productivos e identificación del uso del suelo	MGAP-DGRN	144.216	137.896	19/06/2023
	3-03	Estimación de Fósforo Index	MGAP-DGRN	13.186	13.855	28/02/2023
	Estudio diagnóstico de las cargas de plaguicidas en la Cuenca y fortalecimiento de herramientas para mejorar el control del uso de plaguicidas					
	3-04	Degradación de plaguicidas en zonas riparias- Insumos Laboratorio	MGAP-DGSA	24.800	19.881	28/02/2023
	3-05	Mejora de la eficiencia, en la aplicación de fitosanitarios en la Cuenca del río Negro minimizando la contaminación del suelo y del agua.	MGAP-DGSA	164.574	Activo *	28/02/2024
	Promoción de la producción sustentable					
3-06	Competitividad y mejora del desempeño ambiental en el sector productivo de la cuenca del río Negro Actividades: Proyectos de mejora de la ecoeficiencia en industrias	MIEM-UM	45.523	45.523	30/11/2022	
EJE 4 FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES LOCALES	Formación de un Centro Regional para apoyar la ejecución de la Iniciativa					
	4-01	Consultor Coordinador	IRN	158.927	Activo *	28/02/2024
	4-03 a	Consultor MGAP	MGAP	43.253	43.249	31/07/2023
	4-03 b	Consultor MA	MA	64.905	65.812	31/07/2023
	4-03 c	Consultor MIEM	MIEM	60.370	58.483	31/07/2023
	4-04	Acondicionamiento cabaña y galpón Rincón del Bonete	MA	42.500	42.147	01/12/2019
	Fortalecimiento de las capacidades de las Intendencias para el control y la gestión territorial					
	4-07 A	Apoyo a la gestión de municipios e Intendencias en temas relacionados con la calidad del agua - Consultoría	Ma-DINACEA	74.000	62.638	31/12/2023
4-07 B	Apoyo a la gestión de municipios e Intendencias en temas relacionados con la calidad del agua - Equipamiento	MA-DINACEA	86.000	Activo *	28/02/2024	

EJE 5 PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	Restauración eco sistémica y caudales ambientales					
	5-01	Restauración Ecosistémica y caudales ambientales	MA-DINACEA	57.248	50.471	28/02/2023
	5-02	Fortalecimiento de las capacidades de gestión par la protección de bosques nativos de la Cuenca (control)	MGAP- DGF	144.000	133.462	31/07/2023
	5-05	Contribución de las funciones ecosistémicas en zonas productivas en la cuenca del río Negro ⁷	MA-DINABISE	35.000	22.486	28/02/2023
	5-06	Estimación de la reducción anual de los aportes de sedimentos y de fósforo disuelto, mediante la utilización de franjas empastadas a nivel de chacras agrícolas.	MGAP-DGRN	36.296	23.328	31/12/2022
	5-07	Caracterización de los humedales de la cuenca alta del río Negro.	MA-DINABISE	40.000	39.890	28/12/2022
PROGRAMAS TRANSVERSALES	Comunicación general del Plan					
	PT1-01	Implementar acciones del plan de comunicación y gestión de la información	IRN	50.000	45.961	31/06/2023
	PT 1-02	Organización de eventos	IRN	24.000	Activo *	28/02/2024
	PT3-01	Adquisició, calibración, instalación de equipos automáticos de monitoreo de calidad de agua. Transmisión de datos continua	MA-DINACEA	611.049	Activo *	28/02/2024
	PT3-02	Fortalecimiento red hidrométrica (adquisición de equipos de cantidad)	MA-DINAGUA	190.000	136.834	30/08/2023
	Educación y Participación en la gestión sustentable del agua					
	PT4-01	Fortalecimiento de la Comisión de Cuenca del río Negro	MA-DINAGUA	40.000	33.464	28/02/2023
	PT4-02	Fortalecimiento de los procesos de participación en la Cuenca Alta del río Negro	MA-DINAGUA/CENUR	50.000	48.101	30/10/2022
	PT4-04	Educación y generación de conocimiento	MA.- Div. Educación Ambiental	25.000	5.829	31/10/2023
	PT4-05	Generación de una cultura de cuenca favoreciendo el desarrollo de actitudes y aptitudes en las comunidades locales	MA.- Div. Educación Ambiental	44.500	13.576	31/10/2023
	PT4-06	Cooperación SYKE (instituto ambiental finlandes) (ya ejecutado)	MA-DINACEA	37.251	37.251	30/08/2019