

# Estancias Doctorales - Programa Fortalecimiento de Doctorados UNCPBA

La Secretaría Académica y la Secretaría de Ciencia, Arte y Tecnología obtuvieron, en el marco del Programa de Calidad Universitaria 2023, financiamiento para consolidar programas de doctorado estratégicos. Dicho financiamiento debe destinarse a desarrollar y consolidar programas de doctorado en áreas estratégicas, alineados con las prioridades del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030, que generen conocimiento de vanguardia y contribuyan al desarrollo científico y tecnológico de la región y del país.

En dicho marco se otorgarán becas destinadas a facilitar visitas o estancias de investigación que sean fundamentales para el avance de la tesis doctoral, en equipos de trabajo distintos al equipo del postulante y dando prioridad a equipos externos a la UNCPBA. Los postulantes deberán ser estudiantes avanzados de Carreras de Doctorado de la UNCPBA.

## 1. Requisitos:

- o Ser estudiante de un doctorado de la UNCPBA con proyecto de tesis enmarcado en un área estratégica, alineado con las prioridades del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030).
- o El postulante deberá ser un estudiante avanzado, entendiendo como tal, aquel que ya cuenta con un 60% de los créditos requeridos en su carrera.
- o Solicitar financiamiento para una visita o estancia en un equipo de trabajo distinto al de pertenencia del postulante y prioritariamente externo a la UNCPBA.

Monto a financiar: hasta \$900.000 por estancia dependiendo de los gastos de traslado en que deba incurrir el postulante.

## Presentaciones:

- Se aceptarán postulaciones hasta el 28 de febrero de 2025.
- Aplicar a través del [formulario WEB](#) donde encontrarán más detalles e instrucciones. En dicho formulario se requerirá adjuntar:
  - o Un certificado analítico donde se pueda comprobar el avance en la trayectoria doctoral y donde conste que ha cumplido con todos los cursos necesarios.
  - o De manera no excluyente, un borrador de la tesis que será analizado por una comisión ad-hoc.
  - o Una carta del estudiante donde justifica la visita, el impacto de la misma en su carrera doctoral y se compromete finalizar su tesis en un plazo razonable que deberá indicar. Esta carta deberá estar avalada por su director de tesis, reconociendo la factibilidad de lo mencionado por su dirigido. También deberá avalarla el director de la carrera quien indicará que los plazos mencionados son coherentes.
  - o Una carta de invitación y acuerdo con la estancia del equipo de trabajo donde se desarrollará la estancia de investigación.

Correo \*

florenciapetruzzella@comahue-conicet.gob.ar

Nombre y Apellido \*

Florencia Petruzzella

Carrera de doctorado \*

Doctorado en Ciencias Aplicadas, Mención Ambiente y Salud

Facultad \*

Dropdown

Exactas



Indique y describa el equipo de trabajo de acogida \*

El desarrollo de mi tesis doctoral se enmarca en un enfoque interdisciplinario, integrando el trabajo de tres instituciones: el grupo de Paleocología del CENAC-APN-Bariloche, el grupo de Paleomagnetismo del CIFICEN de Tandil y el grupo de Suelos del INTA Bariloche. Cada una de estas instituciones aporta su experiencia en distintas disciplinas, permitiendo un abordaje integral de la investigación. El equipo de dirección está conformado por la Dra. Julieta Massafiero (CENAC-APN-Bariloche), la Dra. Alicia Irurzun (CIFICEN-Tandil) y la Dra. Andrea Enriquez (INTA Bariloche), quienes lideran sus respectivas áreas de especialización y guían el desarrollo del proyecto desde una perspectiva colaborativa.

Durante mi pasantía, me integraré al equipo de investigación del Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA-CNR) en Verbania, Italia, bajo la supervisión de la Dra. Simona Musazzi. IRSA es una institución de referencia en el estudio de los recursos hídricos, con una trayectoria de investigación aplicada y colaboraciones estratégicas en gestión sostenible del agua, monitoreo ambiental y modelización de los efectos del cambio climático en los ecosistemas acuáticos.

En este contexto, mi trabajo en IRSA estará alineado con el área de "Fortalecimiento de la capacidad de previsión de los efectos del cambio climático", ya que el estudio de diatomeas y pigmentos fósiles en humedales permite reconstruir cambios ambientales y evaluar los impactos del cambio climático en estos ecosistemas clave. Además, el trabajo contribuye a mejorar el monitoreo ecológico mediante indicadores biológicos que pueden integrarse en modelos de evaluación ambiental.

Gracias a esta sinergia entre paleoecología, paleomagnetismo y ciencias del suelo, la investigación se sustenta en un análisis riguroso y multidisciplinario, permitiendo obtener una comprensión más profunda de los procesos ambientales en estudio.

Además, la colaboración con IRSA facilitará el acceso a nuevas herramientas metodológicas y contribuirá a la internacionalización del proyecto, generando un impacto tanto en la comunidad científica argentina como en la italiana.

Explique la importancia de la estadía para la finalización de su tesis \*

Como parte del desarrollo de mi tesis doctoral, realizaré una pasantía en el Istituto di Ricerca Sulle Acque en Verbania, Italia, bajo la dirección de la Dra. Simona Musazzi. Durante esta estadía, se llevará a cabo el análisis de diatomeas y pigmentos fósiles en muestras provenientes de un humedal de Bariloche.

Este estudio es un componente clave dentro del análisis paleoecológico del sitio, ya que permite una reconstrucción más detallada de los cambios ambientales y climáticos a lo largo del tiempo. Al tratarse de un trabajo multiproxy, la incorporación de estos datos fortalece la interpretación de los registros obtenidos y aporta una visión más completa del ecosistema estudiado.

Además, esta estancia académica fomenta la colaboración internacional, integrando el trabajo de tres grupos de investigación en Argentina con un equipo de Italia. Esta sinergia contribuye al intercambio de conocimientos y metodologías, enriqueciendo la calidad científica del proyecto y ampliando su impacto en la comunidad académica.

Alineamiento con el Plan Estratégico 2030 \*

Indique con los desafíos relacionados con la temática del curso.

- Erradicar la pobreza y reducir la desigualdad y la vulnerabilidad socioambiental
- Impulsar la bioeconomía y la biotecnología para incrementar la producción sostenible y alcanzar la soberanía alimentaria.
- Contribuir al diseño de políticas para fortalecer la democracia y ampliar los derechos ciudadanos
- Construir una educación inclusiva y de calidad para el desarrollo nacional
- Lograr una salud accesible, equitativa y de calidad
- Desarrollar los sectores espacial, aeronáutico, de las telecomunicaciones y de la industria
- Fortalecer la investigación marítima, la soberanía y el uso sostenible de los bienes del Mar Argentino
- Promover la industria informática y de las tecnologías de la información para la innovación productiva y la transformación digital
- Potenciar la transición al desarrollo sostenible
- Fomentar y consolidar un sendero para la transición energética

Objetivos de desarrollo sostenible \*

Indique los ODS relacionados



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16

Justifique la inserción de la temática de sus investigaciones en un área estratégica alineada con las prioridades del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030. Mencione los ODS relacionados. \*

Mi investigación se enmarca en el análisis paleoecológico de un humedal en Bariloche, integrando diversas herramientas científicas dentro de un enfoque multiproxy. Este estudio es fundamental para comprender la evolución ambiental del ecosistema y evaluar los impactos del cambio climático y de las actividades humanas en su dinámica a lo largo del tiempo.

El proyecto se alinea con el área estratégica de "Potenciar la transición al desarrollo sostenible" del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2030, ya que contribuye al conocimiento necesario para la conservación y restauración de ecosistemas. La información obtenida a partir del estudio de diatomeas, pigmentos fósiles, quironómidos y análisis geoquímicos permitirá generar estrategias basadas en evidencia para la gestión sustentable de humedales, que son ecosistemas clave para la biodiversidad y la regulación climática.

Asimismo, la investigación se relaciona con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), entre ellos:

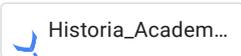
- ODS 6: Agua limpia y saneamiento, ya que los humedales desempeñan un papel fundamental en la calidad del agua, el almacenamiento de carbono y la regulación de nutrientes.
- ODS 13: Acción por el clima, debido a que el estudio de los cambios paleoambientales aporta información crucial para entender los efectos del cambio climático y diseñar medidas de mitigación y adaptación.
- ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres, al contribuir con información científica que favorece la conservación, restauración y uso sostenible de los humedales, ecosistemas de gran valor ecológico y ambiental.

Adjunte su CV en pdf \*





Adjunte Certificado Analítico \*





Adjunte Programa del Doctorado \*





Adjunte carta del postulante donde justifica la visita, el impacto de la misma en su carrera doctoral y se compromete finalizar su tesis en un plazo razonable que deberá indicar explícitamente. Esta carta deberá estar avalada por su director de tesis, reconociendo la factibilidad de lo mencionado por su dirigido. También deberá avalarla el director de la carrera quien indicará que los plazos mencionados son coherentes. \*

[Ver modelo](#)





Borrador de tesis: en el caso de tener la tesis en estado avanzado, adjunte una versión pdf.

 Informe\_de\_avan...

 Añadir archivo

Adjunte carta de invitación del equipo de trabajo a visitar (pdf). \*

 Petruzzella\_auto...

 Añadir archivo

Este formulario se creó fuera de tu dominio.

Google Formularios

## **PETRUZZELLA, FLORENCIA**

ID card: 38.824.299

Nationality: Argentinian

Age: 29 years

Date of birth: 19 June 1995

Adress: Fagnano 244, San Carlos de Bariloche (8400), Río Negro, Argentina

Mobile phone: +54 249 424 1326

e-mail: [florenciapetruzzella@comahue-conicet.gob.ar](mailto:florenciapetruzzella@comahue-conicet.gob.ar)



---

### **ACADEMIC BACKGROUND**

- 2022-Today **Ph.D IN APPLIED SCIENCES, MENTION ENVIRONMENT AND HEALTH**  
National University of the Centre of the Province of Buenos Aires, Faculty: Exact Sciences.  
Admission: 09/2023. Director: Dr. Alicia Irurzún, Dr. Julieta Massafarro and Dr. Andrea Enriquez
- 2022 **UNIVERSITY TECHNICIAN IN APPLICATION DEVELOPMENT**  
National University of the Centre of the Province of Buenos Aires, Faculty: Exact Sciences.  
Average: 9,00. Percentage of progress: 42,10.
- 2013-2021 **BACHELOR'S DEGREE IN ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY**  
National University of the Centre of the Province of Buenos Aires, Faculty: Exact Sciences.  
Average: 8,53.
- 2013-2021 **UNIVERSITY ANALYST IN ENVIRONMENTAL MONITORING**  
National University of the Centre of the Province of Buenos Aires, Faculty: Exact Sciences.  
Average: 8,50.
- 2008-2012 **HIGH SCHOOL, ECONOMY AND MANAGEMENT**  
"Brigadier General Martin Rodríguez" High School, Buenos Aires, Argentina. Average: 8,70.

---

### **TEACHING BACKGROUND**

- 2022-Today **SUBJECT: INTRODUCTION TO UNIVERSITY LIFE (IUF)**  
Academic assistant. Entrance programme at the Faculty of Exact Sciences of the National University of the Centre of the Province of Buenos Aires.
-

## SCHOLARSHIPS AWARDED

### 2024 UNIVERSITÉ DE LAUSANNE (SWITZERLAND)

Scientific counterpart work on montane stream ecosystems in the frame of the Swiss National Science Foundation project nr. PCEFP2\_186963.

### 2022-Today CO-FUNDED PH.D.

Funding institutions: **CONICET** and **National Parks Administration**. Start date: 1 July 2022. Research project: Integration of indicators for palaeoenvironmental reconstruction in urban wetlands associated with Nahuel Huapi National Park. Directors: Dr. Julieta Massaferro and Dr. Andrea Enriquez.

### 2019-2020 STIMULATE SCIENTIFIC VOCATIONS

Funding agency: National Interuniversity Council. Research project: Paleoenvironmental studies in lake deposits of Lake Fonck, Rio Negro, Argentina from magnetic and biological proxies. Directors: Dr. Alicia Irurzun and Dr. Julieta Massaferro.

---

## CONFERENCE PRESENTATIONS

- 2024 **“Caracterización fisicoquímica de los sedimentos del ‘Mallín de Bahía Serena’ en San Carlos de Bariloche”, Petruzzella F.,** Enríquez A. S., Irurzun M. A., Massaferro J. IV International and VI National Conference on Environment. Environmental Sciences in a world in transition, transdisciplinary dialogues for the common good. November 6-8. Viedma, Argentina. Speaker.
- 2024 **“Complementary use of indicators for the study of sediments in an urban wetland of Patagonia under volcanic and anthropogenic influence”, Petruzzella F.,** Irurzun M. A., Enriquez A. S., Hou J., Massaferro J. International Long Term Ecological Research Network 3<sup>rd</sup> Open Science Meeting. October 14-19. Xishuangbanna, Yunnan, China. Speaker.
- 2023 **“Últimos 250 años de historia ambiental en Patagonia Norte: Sitio de estudio Lago Fonck”, Petruzzella F.,** Irurzun M.A., Massaferro J y Gogorza C. XXX Argentinian Ecology Meeting. October 17-20. San Carlos de Bariloche, Argentina. Speaker.
- 2020 **“Estudios paleoambientales en depósitos lacustres del Lago Fonck, Rio Negro, Argentina a partir de proxies magnéticos”, Petruzzella F.,** Irurzun M.A., Gogorza C. y Massaferro J. 15<sup>th</sup> Meeting of the International Centre for Earth Sciences. November 23-25. Mendoza, Argentina (Virtual). Speaker.
- 2019 **“Magnetic Characterization of Sediments From Lake Fonck Chico, Argentina”,** Irurzun M.A., Petruzzella F., Gogorza C., Massaferro J. y Sinito A. VI Biennial Meeting LATINMAG 2019. November 18-22. Rancagua, Chile. Speaker.
- 2019 **“Estudios Paleoambientales en depósitos lacustres del Lago Fonck, Rio Negro, Argentina a partir de Proxies Magnéticos y Biológicos”, Petruzzella F.,** Irurzun M.A., Gogorza C., Massaferro J., Montes de Oca F. y Charqueño F. IV National Congress of Environmental Science and Technology. December 2-5. Florencia Varela, Buenos Aires, Argentina. Speaker.
- 2018 **“Evaluación de polvos atmosféricos en 2016 y 2017 en el área urbana de Tandil (Argentina)”,** Adaro M.E., Laino C., Avalo E.M., Gómez Q., Petruzzella F., Santiago J., Alba B., Castañeda Miranda A.G. Chaparro M.A. II International Conference on Environment and IV National Conference on Environment. October 17-19. Tandil, Buenos Aires, Argentina. Speaker.

- 2018 **“Estudios magnéticos y paleomagnéticos en sedimentos de la laguna La Barrancosa, Buenos Aires, Argentina”**. Gómez Q., Avalo E.M., **Petruzzella F.**, Laino C., Adaro M.E, Santiago J., Faramiñán A., Chiavarino L., Thomas Giuliano, Irurzun A. y Gogoza C. IV Jornadas Patagónicas de Biología, III Jornadas Patagónicas de Ciencias Ambientales and VI Jornadas Estudiantiles de Ciencias Biológicas. September 19-21. Trelew, Chubut, Argentina. Speaker.
- 2015 II International Congress of Environmental Science and Technology and II National Congress of the Argentinean Society of Environmental Science and Technology. December 1-4. Buenos Aires, Argentina. Assistant.
- 

## GENERAL COURSES

- 2023 **Training in Environment. ‘Yolanda Law’ (27.592) (IN-NB-48649)**. Interjurisdictional and Interinstitutional Under-secretary of the Ministry of Environment and Sustainable Development by the National Institute of Public Administration. 20 hours (Virtual mode). Completed and approved.
- 2021-2022 **Pedagogical training section**. University of Business and Social Sciences (UCES). Completed. Subjects enabled by the nomenclature: Physics - Ecology - Earth Sciences - Natural Sciences.
- **Academic Updating in Integral Sexual Education.**
- 

## POSTGRADUATE COURSES

- 2024 **Binational Course (Argentina-Mexico) on Ecology and Urban Restoration**. PhD in Applied Sciences, Mention Environment and Health, Faculty of Exact Sciences, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Average: 10,00
- 2024 **X-Ray Fluorescence Spectrometry. Applications in environmental, health and production problems**. Postgraduate course of the Doctorate in Applied Sciences, Mention Environment and Health, Faculty of Exact Sciences, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Grade: 9,00
- 2024 **Concepts and tools for the design of the Thesis Plan**. Postgraduate course of the Doctorate in Applied Sciences, Mention Environment and Health, Faculty of Exact Sciences, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Grade: 9,00
- 2023 **Applied Mathematics**. Master in Remote Sensing and Geographic Information Systems, Faculty of Agronomy, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 2023. Grade: 9,00
- 2023 **Scientific communication: bilingual reading and writing**. Postgraduate course of the Doctorate in Applied Sciences, Mention Environment and Health, Faculty of Exact Sciences, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Grade: 10,00
- 2023 **Scientific Communication**. Postgraduate course of the Doctorate in Applied Sciences, Environment and Health, Faculty of Exact Sciences, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Grade: 10,00

2023 **Ecology of surface waters in anthropized environments.** Postgraduate course of the Doctorate in Applied Sciences, mention in Environment and Health, Faculty of Exact Sciences, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Grade: 10,00

---

## **INEDIT WORKS**

2021 **Final Work (Thesis).** “Paleoenvironmental analysis of lake sediments from Lake Fonck, Rio Negro, Argentina using Magnetic and Biological Proxies”. Part of the work was carried out in the laboratories of CIFICEN (Tandil, Buenos Aires, Argentina) and another part at CENAC (Bariloche, Rio Negro, Argentina).

2020 **Supervised Professional Practice (SPP).** “Paleoenvironmental studies in lake deposits of Lake Fonck, Rio Negro, Argentina from Magnetic and Biological Proxies”. Part of the work was carried out in the laboratories of CIFICEN (Tandil, Buenos Aires, Argentina) and another part at CENAC (Bariloche, Rio Negro, Argentina).

---

## **OTHER KNOWLEDGE**

Languages English: Intermediate level (A2).

Software Office software: word processing, spreadsheets, presentation programs (Microsoft Office and free versions of Microsoft Office and equivalent free versions Open Office, LibreOffice). Web-browsing & mailing; social networks, Moodle platform, shared Google Drive applications (forms, documents, spreadsheets). Scientific data analysis (Origin).

Other software: Visual Studio Code and Eclipse.

---

Actividad	Fecha	Tipo	Nota	Resultado
COMUNICACION CIENTIFICA (EXAP50165)	05/08/2023	Examen	10.00	Aprobado
CONCEPTOS Y HERRAMIENTAS PARA EL DISEÑO DEL PLAN DE TESIS (EXAP50214)	15/04/2024	Examen	9.00	Aprobado
CURSO BINACIONAL DE ECOLOGIA Y RESTAURACION AMBIENTAL URBANA (EXAP 50362)	05/02/2025	Examen	10.00	Aprobado
ECOLOGIA DE AGUAS SUPERFICIALES EN AMBIENTES ANTROPIZADOS (EXAP50157)	25/08/2023	AprobRes	10.00	Aprobado
ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X. APLICACIONES EN PROBLEMAS DE AMBIENTE, SALUD Y PRODUCCIÓN (EXAP 50328)	20/09/2024	Examen	10.00	Aprobado
LA COMUNICACION CIENTIFICA: LECTURA Y ESCRITURA BILINGÜE (EXAP50272)	28/09/2023	Examen	10.00	Aprobado
LENGUA INGLESA (EXAP6001)	09/06/2023	AprobRes	10.00	Aprobado
MATEMATICA APLICADA (EXAP50283)	24/11/2023	AprobRes	9.00	Aprobado

## **INFORME DE AVANCE PLAN DE TESIS DOCTORAL**

**Lugar y Fecha:** San Carlos de Bariloche, 27 de febrero de 2025

**Apellido y nombre del Becario:** Petruzzella, Florencia

**Apellido y nombre del Director de beca:** Massafarro, Julieta

**Apellido y nombre del Codirector de beca:** Enriquez, Andrea

**Apellido y nombre del 1° Director de tesis:** Irurzun, Alicia

**Apellido y nombre del 2° Director de tesis:** Massafarro, Julieta

**Apellido y nombre del 2° Director de tesis:** Andrea, Enríquez

A continuación, se detallan las actividades realizadas desde el inicio de la Beca Doctoral Cofinanciada CONICET-APN en julio de 2022 hasta la fecha.

### **ACTIVIDADES ACADÉMICAS REALIZADAS:**

#### Cursos de Posgrado

- **Tramo de formación pedagógica.** Azul Formación Superior. (Título emitido por la Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales).
  - Actualización Académica en Educación Sexual Integral (ESI)
- **Ecología de aguas superficiales en ambientes antropizados.** Curso de posgrado del Doctorado en Ciencias Aplicadas, Mención Ambiente y Salud, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 2021. Calificación: 10,00 **(2 cred.)**
- **Comunicación Científica.** Curso de posgrado del Doctorado en Ciencias Aplicadas, Mención Ambiente y Salud, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 2023. Calificación: 10,00 **(4 cred.)**
- **La comunicación científica: lectura y escritura bilingüe.** Curso de posgrado del Doctorado en Ciencias Aplicadas, Mención Ambiente y Salud, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 2023. Calificación: 10,00. **(1 cred.)**
- **Matemática aplicada.** Curso de posgrado de Maestría en Teledetección y Sistemas de Información Geográfica, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 2023. Calificación: 9,00 **(3,5 cred.)**
- **Conceptos y herramientas para el diseño del Plan de Tesis.** Curso de posgrado del Doctorado en Ciencias Aplicadas, Mención Ambiente y Salud,

Facultad de Ciencias Exactas, Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 2023. Calificación: 10,00 **(3 cred.)**

- **Espectrometría por Fluorescencia de Royos X. Aplicaciones en problemas de ambiente, salud y producción.** Curso de posgrado del Doctorado en Ciencias Aplicadas, Mención Ambiente y Salud, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 2024. Calificación: 9,00 **(3 cred.)**
- **Curso Binacional de Ecología y Restauración Ambiental Urbana.** Curso de posgrado del Doctorado en Ciencias Aplicadas, Mención Ambiente y Salud, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Calificación: 10,00 **(4 cred.)**

*Créditos totales de los cursos: 20,5 (68,3 % de avance en los créditos)*

### Publicaciones

Publicación en proceso en el número especial de la revista Quaternary International llamada "Registros Paleoclimáticos del hemisferio sur".

### Congresos y afines

- 2023. **"Últimos 250 años de historia ambiental en Patagonia Norte: Sitio de estudio Lago Fonck"**, Petruzzella F., Irurzun M.A., Massaferro J y Gogorza C. XXX Reunión Argentina de Ecología (RAE), San Carlos de Bariloche, Argentina. Expositor.
- 2024. **"Caracterización fisicoquímica de los sedimentos del 'Mallín de Bahía Serena' en San Carlos de Bariloche"**, Petruzzella F., Enríquez A. S., Irurzun M. A., Massaferro J. IV Jornadas Internacionales y VI Nacionales de Ambiente. Las Ciencias Ambientales en un mundo en transición, diálogos transdisciplinarios por el bien común. 6-8 noviembre. Viedma, Argentina.
- 2024. **"Complementary use of indicators for the study of sediments in an urban wetland of Patagonia under volcanic and anthropogenic influence"**, Petruzzella F., Irurzun M. A., Enríquez A. S., Hou J., Massaferro J. International Long Term Ecological Research Network 3<sup>rd</sup> Open Science Meeting. October 14-19. Xishuangbanna, Yunnan, China.

### Actividades en docencia

- **Introducción a la Vida Universitaria (IVU).** Materia perteneciente al programa de ingreso de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Cargo hasta marzo de 2025.

## **1. ACTIVIDADES REALIZADAS EN LAS ÁREAS PROTEGIDAS O CON RELACIÓN A ELLAS:**

Se llevó a cabo un trabajo de campo en el área conocida como "Mallín del 12", donde se recolectaron testigos de sedimentos en distintas zonas del mallín. La actividad se desarrolló durante el otoño de 2023 y el verano de 2023/2024.

Inicialmente, se presentaron dificultades con el equipo de extracción, lo que hizo necesario realizar ajustes y modificaciones. Una vez optimizado el equipo y tras esperar el descenso del nivel del agua, se lograron obtener seis testigos de sedimentos. De estos, dos fueron destinados al análisis de insectos fósiles, dos a estudios geoquímicos y los restantes a análisis magnéticos.





## 2. GRADO DE AVANCE DEL PLAN PROPUESTO:

El plan propuesto muestra un avance de más del 50%, en línea con el cronograma establecido. Durante el periodo en el que no fue posible realizar la campaña de campo, la becaria se dedicó a cursar los posgrados requeridos por el doctorado. Estos cursos fortalecieron su formación integral, preparándola para continuar con el desarrollo del plan.

Tras la recolección de los testigos en el "Mallín del 12", dos de ellos fueron trasladados al laboratorio del CENAC, en el Parque Nacional Nahuel Huapi (Bariloche, Río Negro). Allí, se prepararon las muestras para el análisis de insectos fósiles y se separaron otras para su datación en el laboratorio "Beta Analytic" en Estados Unidos.

En el INTA-Bariloche, se realizó un testeo preliminar con muestras obtenidas mediante barreno, con el objetivo de ajustar protocolos y escalas de medición. Este paso fue clave para evitar errores en las muestras originales y minimizar la pérdida de material no recuperable. Luego de estos análisis iniciales, se llevaron a cabo mediciones de carbono orgánico oxidable (Cox), nitrógeno (N) y fósforo (P) en un total de 200 muestras correspondientes a ambos testigos.

Otros dos testigos fueron trasladados al laboratorio de Paleomagnetismo y Magnetismo Ambiental del IFAS-CIFICEN en Tandil, Buenos Aires. Allí, se obtuvieron

imágenes de Rayos X, se realizó una descripción litológica con el apoyo del geólogo del equipo y se completaron al 100% las mediciones magnéticas.

Actualmente, se trabaja en el análisis de las muestras restantes, enfocándose en la separación e identificación de cápsulas cefálicas de quironómidos. Una vez finalizado este proceso, se procederá a la publicación de los resultados globales en una revista científica, dado que los datos parciales ya fueron presentados en congresos.

Paralelamente, mientras se llevaban a cabo los análisis, la becaria avanzó en su formación académica, en la redacción de un artículo científico y en la difusión de los resultados parciales.

### **3. DIFICULTADES ENCONTRADAS:**

En 2023, a través de CONICET, se gestionó el cambio de codirector de la beca. Esta modificación se fundamentó en la estrecha vinculación del proyecto doctoral con las líneas de investigación y financiamiento de la Dra. Enriquez, centradas en la ecología de mallines de la Patagonia.

Al momento de la postulación de la becaria, la Dra. Enriquez estaba a la espera del resultado del segundo informe de avance de su cargo como Investigadora Asistente, por lo que no cumplía con un requisito fundamental de las bases. Por este motivo, se solicitó al Dr. Bianchi que asumiera el rol de tutor, articulando el proyecto doctoral con sus líneas de investigación.

En 2023, mientras el Dr. Bianchi se encontraba en licencia de investigación en el extranjero, la Dra. Enriquez fue promovida a la categoría de Investigadora Adjunta. Dado que ya ha transcurrido el período reglamentario para solicitar el cambio de roles, todo el equipo consideró que la Dra. Enriquez posee la idoneidad, experiencia, actitud y compromiso necesarios para asumir formalmente el rol de codirectora, con el respaldo de la directora del proyecto, la Dra. Julieta Massafarro.

Por otro lado, se han enfrentado dificultades, principalmente en el proceso de muestreo. Para la extracción de testigos se utilizó una réplica de un

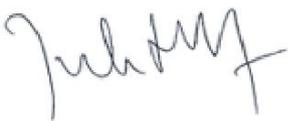
muestreador tipo ruso, el cual presentó fallas durante la primera campaña de muestreo. Como resultado, se obtuvo un testigo de sedimento inutilizable debido a la mezcla de materiales. Dado que el desarrollo de la campaña dependía de las condiciones climáticas, este inconveniente provocó un retraso de varios meses en el muestreo.

#### **4. ACTIVIDADES PLANIFICADAS PARA EL PRÓXIMO AÑO (2025):**

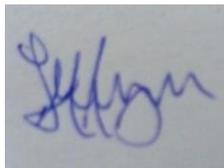
Una vez finalizados los análisis de quironómidos, se contará con toda la información necesaria para la publicación de respaldo del doctorado. Además, se prevé aplicar el protocolo de trabajo desarrollado en el humedal en estudio a otro sitio, con el objetivo de comparar los resultados obtenidos.

Asimismo, en 2025 se planea realizar una estadía en el Instituto de Hidrobiología en Verbania, Italia, con el propósito de complementar el análisis bajo la supervisión de especialistas en la temática.

Cordialmente.



.....  
Dra. Julieta Massaferrero



.....  
Dra. Alicia Irurzun



.....  
Dra. Andrea Enriquez



.....  
Becaria



**Consiglio Nazionale delle Ricerche**  
**Istituto di Ricerca Sulle Acque**

Bari  
Brugherio  
Roma  
Taranto  
**Verbania**

---

Dr Maria Celeste Ratto  
Centro Cientifico Tecnologico  
CONICET Patagonia Norte  
Av. de los Pioneros 2350  
(8400) Bariloche – Argentina  
E:mail [celesteratto@comahue-conicet.gob.ar](mailto:celesteratto@comahue-conicet.gob.ar)

p.c. Dr Simona Musazzi  
CNR-IRSA Verbania  
E-mail: [simona.musazzi@cnr.it](mailto:simona.musazzi@cnr.it)

Subject: Authorization

Dear Dr Ratto,

regarding your request, I am pleased to authorize Florencia Petruzzella to attend the Unit of Verbania of the CNR Water Research Institute, specifically in Dr Simona Musazzi laboratory, from 15/10/2025 until 31/12/2025.

Her presence must always coincide with the simultaneous presence of Simona or her collaborators and must be within the working hours of CNR employees. All behaviors and activities must comply with the rules of the CNR staff.

Best regards,

Dr. Emanuele Ferrari  
Head of Unit of Verbania

Emanuele  
Ferrari  
20.02.2025  
16:18:36  
GMT+02:00



20 de feb. 2025, San Carlos de Bariloche

A quien corresponda,

Me dirijo a usted con el fin de solicitar apoyo financiero a través *Programa de Fortalecimiento de Doctorados - UNCPBA* para realizar una estancia académica en el “Istituto di Ricerca Sulle Acque” de la sede de Verbania, Italia. Esta estancia es fundamental para mi formación doctoral ya que permitirá complementar mi investigación con análisis de pigmentos fósiles y diatomeas.

Mi trabajo de tesis se centra en la reconstrucción paleoambiental de mallines urbanos dentro del Parque Nacional Nahuel Huapi, empleando indicadores paleolimnológicos. La posibilidad de llevar a cabo esta estancia fortalecerá mis conocimientos y técnicas de análisis, mejorando significativamente la calidad y alcance de mi estudio. Además, esta experiencia facilitará el establecimiento de colaboraciones científicas con investigadores especializados en estas metodologías.

La pasantía será llevada a cabo bajo la supervisión de la Dra. Simona Musazzi, con quien ya se han pactado los plazos y fechas correspondientes. Asimismo, la estancia cuenta con la aprobación del CCT Patagonia Norte, que avala la realización de esta y garantiza el compromiso en cuanto a la cobertura del seguro médico requerido.

Actualmente, cuento con una beca parcial otorgada por el instituto de destino, la cual cubre el alojamiento. Sin embargo, el resto de los gastos, incluyendo vuelos, viáticos y costos de vida, aún requieren financiamiento. Por ello, solicito el apoyo del Programa de Fortalecimiento de Doctorados para cubrir estos costos y garantizar la concreción de la estancia.

Me comprometo a finalizar mi tesis en un plazo razonable, estableciendo como fecha estimada de defensa 03/2027 asegurando el cumplimiento de todas las etapas necesarias para la culminación del doctorado en tiempo y forma.

Esta solicitud cuenta con el aval de mis directoras de tesis, quienes reconocen la factibilidad de lo aquí expuesto y validan que los plazos mencionados son coherentes con los requerimientos del programa doctoral.

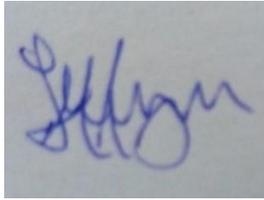
Quedo a disposición para cualquier información adicional que se requiera y agradezco la consideración de mi solicitud.

Atentamente,

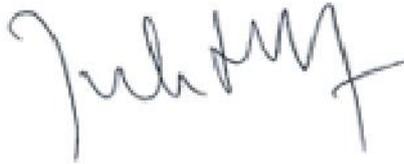


**Lic. Florencia Petruzzella**  
*Becaria Doctoral Cofinanciada CONICET/APN*  
*Doctorado en Ciencias Aplicadas, mención Ambiente y Salud (DCAAS)*  
*CENAC, San Carlos de Bariloche, Rio Negro, Argentina*

Las directoras del doctorado avalan la carta de motivación y las fechas estipuladas.



*Dra. Alicia Irurzun*



*Dra. Julieta Massaferró*



*Dra. Andrea Enriquez*



**UNICEN**  
Universidad Nacional del Centro  
de la Provincia de Buenos Aires



**C·E·N·A·C**  
Parque Nacional  
Nahuel Huapi

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
APLICADOS A LA CONSERVACION  
DEL PARQUE NACIONAL  
NAHUEL HUAPI



Plan de tesis

# Integración de indicadores para la reconstrucción paleoambiental en mallines urbanos asociadosal Parque Nacional Nahuel Huapi

## **Tesista**

- Petruzzella, Florencia
- Licenciada en Tecnología Ambiental
- Doctorado en Ciencias Aplicadas, mención Ambiente y Salud
- Becaria Doctoral Cofinanciada CONICET/ APN
- CENAC, San Carlos de Bariloche.

## **Dirección/Tutor**

- Dra. Julieta Massaferro (CENAC-APN-CONICET)
- Dra. Alicia Irurzun (IFAS-CIFICEN)
- Dra. Andrea Enriquez (IFAB-INTA-CONICET)

## Índice

1. Resumen .....	3
2. Problema de investigación .....	3
3. Objetivos e hipótesis .....	5
3.1. Objetivo general.....	5
3.2. Objetivos específicos .....	5
3.3 Hipótesis .....	6
3.3.1 Hipótesis general .....	6
3.3.2. Hipótesis y predicciones específicas .....	6
4. Antecedentes o estado del arte.....	6
5. Marco teórico .....	9
6. Materiales y métodos.....	12
6.1. Área de estudio.....	12
6.2. Metodología .....	13
7. Cronograma tentativo .....	17
8. Factibilidad.....	19
9. Bibliografía.....	20
10. Índice tentativo de la tesis.....	25

## 1. Resumen

Los mallines son un tipo de humedal característico de la Patagonia Argentina, presentes desde la región cordillerana hasta las estepas áridas y semiáridas. Los bienes y servicios que proveen los mallines a la sociedad son cruciales e incluyen: regulación del régimen hidrológico (ej., capacidad de amortiguar los procesos hidrológicos extremos como las sequías o las inundaciones), fuentes de biodiversidad vegetal y animal (principalmente de aves migratorias, que utilizan los mallines como sitios de alimentación, reproducción y/o descanso) e importantes reservorios de nutrientes y carbono (C) (mitigan la creciente concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> y el efecto invernadero).

La ciudad de San Carlos de Bariloche posee numerosos mallines inmersos en una matriz boscosa con diferente grado de disturbio antrópico. A pesar de que en la Carta Orgánica Municipal existe un Plan de gestión del Parque Nacional Nahuel Huapi (PNNH) sobre la conservación de humedales (Capítulo 2, N°185), el crecimiento de la ciudad dado en los últimos 120 años produjo una expansión del área urbana sustituyendo distintas superficies de bosque nativo, avanzando sobre los mallines.

Se propone en este trabajo evaluar y caracterizar mallines urbanos localizados en la periferia de la ciudad de Bariloche. En particular, se hará énfasis en un mallín urbano muy destacado y conocido, como lo es el llamado “Mallín de Bahía Serena”, ubicado en el km 12 de la Avenida Exequiel Bustillo, al pie de los cerros, rodeado por construcciones y a orillas del lago Nahuel Huapi. Se efectuará un protocolo de trabajo más exhaustivo/en profundidad, ya que no se conocen estudios paleoambientales previos en estos tipos de humedal. Una vez validado, el protocolo se replicará en otros sitios, como el mallín cercano a la Laguna Ezquerra y el Mallín del Llao Llao con el fin de determinar cambios ambientales ocasionados por distintos tipos de presión antrópica generados en la temporalidad cubierta en el estudio.

Se utilizarán testigos cortos de sedimento (1 m) donde se analizará la biodiversidad de insectos quironómidos, separando e identificando las cápsulas cefálicas quitinosas de la larva de estos insectos que quedan preservadas en los sedimentos, para evaluar su respuesta a variables ambientales. También se determinará la dinámica temporal a lo largo del testigo de, macronutrientes (C, nitrógeno (N), fósforo (P)) y de las propiedades magnéticas de los sedimentos a partir de mediciones de susceptibilidad magnética ( $\kappa$ ), magnetización remanente anhística (ARM) y magnetización remanente isotérmica (IRM). La integración de estos datos proporcionará una comprensión integral de los impactos ambientales desde disciplinas diferentes, buscando la señal de la influencia humana. Este enfoque contribuirá al conocimiento de la Familia Chironomidae y a la identificación de indicadores clave en ambientes de mallín de la región.

## 2. Problema de investigación

El quinto Informe de Convenio sobre la Diversidad Biológica (2010-2022) y el primer informe “Global Wetlands” de la Convención Ramsar (1997) señalan una continua pérdida y degradación de los humedales a nivel mundial. Se estima que entre 1970

y 2015 desapareció el 35% de los humedales del planeta y las tasas anuales de pérdida se aceleraron a partir del año 2000 (Ramsar, 2006). Asimismo, más del 60% de los humedales remanentes están degradados. Entre los factores causantes de pérdida y/o degradación, se encuentran la sobreexplotación de los recursos, el drenaje o la conversión para las actividades agropecuarias, la expansión urbana (Gardner et al., 2015) y el cambio climático (Junk et al., 2013).

La ciudad de San Carlos de Bariloche posee numerosos mallines con diferente grado de disturbio antrópico. Uno de ellos es el llamado “Mallín de Bahía Serena”, ubicado a 12 km hacia el oeste de la ciudad. Este mallín es un humedal semipermanente, es decir, que incrementa su nivel de agua durante el otoño y atraviesa situaciones de congelamiento durante el invierno y luego, en la época de primavera y verano, se seca una parte importante de su superficie. Es usado por varias especies de aves (algunas categorizadas como amenazadas a nivel nacional (MAyDS y AA, 2017)) para construcción de nidos y para alimentarse durante movimientos estacionales, conectando diversos mallines. En los últimos años, debido principalmente a intervenciones humanas, se han afectado las zonas de alimentación, refugio y nidificación de muchas de estas especies como, por ejemplo, la del Cauquén real (*Cloephaga polycephala*). La alteración permanente que sufre el sitio por la presencia de caballos y perros puede tener efectos no solo en esta especie, sino en muchas otras presentes de manera intermitente. También se ha observado que el avance urbano genera fragmentación, con la consecuente pérdida de hábitat para especies sensibles como es el caso del carpintero gigante (*Campephilus magellanicus*) (Leveau et al., 2020).

Otros efectos negativos importantes que repercuten directa o indirectamente sobre el ecosistema son el sobrepastoreo de ganado equino y los cambios en el régimen hídrico causado por las construcciones que generan modificaciones en la circulación de agua, canalizaciones, rellenos, trazado de rutas y caminos, etc. En su momento, el trazado de la ruta Bustillo generó una división entre el humedal y el Lago Nahuel Huapi, donde desembocan sus aguas, que intentó ser subsanado con entubación subterránea. Además, este mallín es usado por vecinos para diversas actividades recreativas o productivas, que estarían produciendo modificaciones importantes del hábitat, tanto físicas como de calidad del agua.

Investigaciones paleoambientales en la región patagónica solo se han realizado en sedimentos de lagos, donde el proceso de sedimentación es conocido. Sin embargo, no se han encontrado registros en ambientes de humedal. En mallines, la formación de sedimento/suelo es un tema en estudio, por tanto, se propone realizar un protocolo de investigación exploratorio para el “Mallín de Bahía Serena” que luego se validará mediante su replicación en otros dos mallines urbanos (“Mallín de Laguna Ezquerra” y el “Mallín del Llao Llao”).

Como resultado de dicha investigación, se realizará una reconstrucción paleoclimática y paleoambiental en búsqueda de información esencial de las características de los ambientes y de su vulnerabilidad ante la presión antrópica y del cambio climático. Este estudio, además, posee gran relevancia regional y local para apoyar el apropiado uso y cuidado de los mallines urbanos en contexto de zonas de conservación, como lo son los parques nacionales. Conocer la vulnerabilidad de los humedales patagónicos ante cambios ambientales naturales y antrópicos servirá como soporte del diseño y la regulación de las actividades

humanas a través de programas de manejo orientados a la sustentabilidad de estos ambientes y otras medidas tendientes a la conservación de estos ecosistemas en función del área donde se encuentren. Habría humedales urbanos, rurales o de bosque que podrían ser utilizados de una manera conveniente, como zona de avistaje de aves, introduciendo pastoreo controlado, urbanización con arquitectura acorde o para la producción con infraestructura adecuada para el tratamiento de las aguas. En contrario, los humedales que se encuentran en zona de parques nacionales necesitan ser preservados, volviéndose intangibles.

Los resultados generados serán puestos a disposición de los diversos agentes tanto de la Administración de Parques Nacionales como de otras instituciones gubernamentales, quienes podrán, a través de tareas de divulgación y extensión, diseminarlos a nivel educativo y turístico, entre otros, según lo consideren.

### **3. Objetivos e hipótesis**

#### **3.1. Objetivo general**

Identificar indicadores ambientales sensibles a la evolución ambiental y las influencias antrópicas a lo largo de la temporalidad cubierta por los testigos en un sitio piloto para el desarrollo de un protocolo de investigación a validar en otros sitios con características similares.

#### **3.2. Objetivos específicos**

A lo largo del testigo colectado en el mallín para estudiar la ventana temporal particular en función a la temporalidad cubierta por este, se realizan las siguientes evaluaciones para detectar señales ambientales naturales/climáticas o antrópicas:

1. a) Analizar la biodiversidad de insectos quironómidos en muestras actuales y a lo largo del tiempo a partir de testigos sedimentarios cortos de mallines urbanos con el fin de ampliar el conocimiento de la Familia Chironomidae en la región norte de Patagonia.  
b) Describir la respuesta de los quironómidos a variables ambientales evaluando su potencial como indicadores de cambios hidrológicos y tróficos en el mallín y su cuenca de drenaje.
2. Determinar y cuantificar los contenidos de macronutrientes (C, N y P) y algunas formas químicas de interés (ej. amonio y nitratos) para describir la dinámica y magnitud de las reservas de estos elementos en el tiempo.
3. Determinar las propiedades de los minerales magnéticos que componen los testigos y así, evaluar variaciones en los niveles de la cuenca de influencia y periodos de mejoramiento ambiental.

Luego de la evaluación de los parámetros en el testigo, se pretende:

4. Integrar los resultados de los distintos indicadores/variables estudiadas y detectar resultados emergentes. Discutir sobre los principales mecanismos que afectaron y afectan al ambiente, contemplando al clima, pero evaluando principalmente el impacto producido por la creciente actividad humana en la ciudad.

Desarrollo de un protocolo de estudio y trabajo para mallines identificando

indicadores sensibles al efecto antrópico, que será validado/testeado en mallines similares de la zona para generar finalmente sugerencias de aplicación potencial en la región.

### **3.3 Hipótesis**

#### **3.3.1 Hipótesis general**

Forzantes antrópicos como el cambio de uso de la tierra (expansión urbana) y el cambio climático, al generar variaciones en el régimen hidrológico y en el ingreso de nutrientes del mallín, cambian la composición mineralógica de los sedimentos, la biodiversidad y abundancia de quironómidos y la concentración de macronutrientes en el ecosistema respecto de condiciones prístinas.

La sensibilidad de proxies acuáticos o paleoindicadores (magnéticos, insectos acuáticos, biogeoquímicos) de alta resolución permiten reconstruir cambios ambientales asociados a la actividad antrópica creciente en testigos cortos de mallines asociados al PNNH insertos en un área urbanizada.

#### **3.3.2. Hipótesis y predicciones específicas**

En la búsqueda de variables sensibles a cambios ambientales y antrópicos en muestras actuales y pasadas mediante el estudio de un testigo sedimentarios corto de mallines urbano, se espera encontrar que:

1. a) La biodiversidad de insectos quironómidos en muestras de mallines urbanos diferirá de lo relevado en sedimentos lacustres de la región norte de Patagonia, encontrando especies que aún no fueron descritas en la región.

b) La diversidad de quironómidos variará a lo largo del testigo, en función de variables ambientales hidrológicas que impactaron en la temporalidad abarcada, siendo más abundantes en la profundidad que en la superficie.

2. Los contenidos de macronutrientes (C, N y P) y algunas formas químicas de interés (ej. amonio y nitratos ) variarán a lo largo del testigo, en función de la actividad biológica del humedal y del impacto de las actividades humanas en el ambiente, siendo que: a menor inundación mayor capacidad de la vegetación de crecer y de aportar C al sistema, a mayor inundación mayor potencial de retener C en el sedimento por anaerobiosis, a mayor urbanización mayor aporte de elementos fosforados y nitrogenados al sistema.

3. Las propiedades de los minerales magnéticos que componen los sedimentos variarán a lo largo del testigo, en función de los niveles de la cuenca de influencia y periodos de mejoramiento ambiental, mostrando momentos de mayores sequías en los últimos años de la historia.

La variación de la biodiversidad de quironómidos permite distinguir cambios climáticos graduales de eventos antrópicos abruptos, como la eutrofización. Los niveles elevados de macronutrientes, especialmente N y P, pueden indicar contaminación humana, mientras que variaciones de C orgánico podría ligarse a ciclos de inundación (relacionado a periodos de anaerobiosis) reflejan dinámicas climáticas. Por último, las propiedades magnéticas diferencian entre partículas asociadas a erosión antrópica y aquellas vinculadas a procesos pedogénicos derivados de cambios climáticos prolongados (analizando la susceptibilidad y las

magnetizaciones remanentes).

#### **4. Antecedentes o estado del arte**

Siendo que se predice para el 2090 un aumento en la temperatura media anual de ~3°C en la región Patagonia, surge la preocupación de que al avance de la urbanización se sumen los efectos del incremento de temperatura (Sáenz-Romero et al., 2010). En dicha región y, principalmente en el PNNH, existen pocos estudios formales relacionados a humedales de tipo mallín en zonas urbanas y, menos aún abordando el aspecto del impacto humano y climático en el tiempo.

Actualmente, los conocimientos básicos para la protección y el manejo sostenible desarrollados para los ecosistemas de mallín están orientados hacia ambientes bajo la actividad ganadera extensiva o forestaciones, y no se ha puesto énfasis en los mallines que se encuentran incluidos en zonas urbanas (Alikhani et al., 2021). La expansión urbana es el segundo factor después de la agricultura, que promueve la pérdida y los cambios sobre humedales (Ballut-Dajud et al., 2022) y, si bien hubo tres intentos de sanción de la Ley de Humedales en la República Argentina (2013, 2015 y 2020), pocas son las acciones activas realizadas para preservarlos dentro de zonas históricamente urbanizadas.

El sobreuso ganadero puede generar alteración en los bienes y servicios que los mallines patagónicos prestan, como la disminución en las reservas de C y nutrientes o en la dinámica hídrica (Enriquez et al., 2014, 2015a; Enriquez & Cremona, 2018a). El cambio climático es otra amenaza actual y futura sobre la sustentabilidad de los humedales patagónicos que puede actuar de distintas maneras. Cualquier cambio en los regímenes de precipitación o temperatura impactarán en la hidrología del humedal, lo que se transferirá a todos los otros servicios asociados, como la dinámica del C y nutrientes (Enriquez & Cremona, 2018b), la vegetación adaptada a condiciones de humedad (Raffaele, 2004; Bonvissuto et al., 2008) o la biodiversidad de microorganismos, invertebrados y vertebrados que, en general, hacen uso de esas características de humedad y suelos ricos en materia orgánica para vivir.

En Patagonia Norte, se estima como promedio que los mallines cubren entre el 2-4% del territorio (~500.000 ha) (Chimner et al., 2011) y actualmente se trabaja en mejorar la cartografía (Enriquez et al., 2020; Navarro et al., 2022). Sin embargo, el uso intensivo combinado con ciclos climáticos desfavorables llevó al deterioro de características estructurales y funcionales de los mismos con la consecuente degradación de los mallines (Enriquez, 2015). Por la importancia de estos ambientes, el estudio de su estructura y funcionamiento aumentó en los últimos años (Enriquez 2008, 2015b; Chimner et al., 2011; Enriquez et al., 2014; Epele, 2014; Enriquez et al., 2015; Enriquez & Cremona, 2018a; Garcia Martinez et al., 2017; Utrilla et al., 2021; Curcio, 2023). No obstante, son pocos los que abordan las características de aquellos situados en zonas urbanizadas.

Al presente existe un informe técnico realizado por la Universidad Nacional del Comahue que caracteriza la situación del “Mallín de Bahía Serena”. Sin embargo, no se realizaron estudios de la flora de estos ambientes ni análisis de los diferentes impactos ambientales de origen antrópico a los que están sometidos (Cuassolo & Díaz Villanueva, 2019). En las últimas décadas, el área urbana de la ciudad de Bariloche creció y sustituyó sistemáticamente distintas superficies de bosque

nativo, incluyendo entre ellas a los mallines (Ribeiro Guevara et al., 2005). Aunque estos humedales muestran claramente su importancia en el aporte a la biodiversidad de la región, el conocimiento de la biota de los humedales y mallines patagónicos es fragmentado y, para algunas comunidades, aún incipiente (Kutschker et al., 2014)

En el informe del “Mallín de Bahía Serena” publicado en 2009 por diversos especialistas de la Universidad del Comahue, se recomienda con carácter urgente realizar un Plan de Manejo del Mallín y la creación de una Reserva Urbana Natural y que debería garantizar el cuidado del ecosistema (Centro Regional Universitario Bariloche, 2009). Si bien sería muy difícil o imposible pensar en recuperar las condiciones ambientales prístinas originales, se ha argumentado a lo largo de este informe acerca de la importancia de la conservación del “Mallín de Bahía Serena” en particular, y de todos los mallines en general, en relación con su relevancia ecológica. Hoy está ampliamente fundamentada la importancia de valorar a los mallines desde su función ecológica y social. Este humedal en especial presenta la particularidad de ser periférico y colindante con un área de recreación y esparcimiento como la playa pública de Bahía Serena, lo que implica que los impactos de degradación del ambiente serán además traslativos a un sector de gran relevancia ambiental, social, paisajística y turística para toda la comunidad.

En general, el estudio de los mallines se ha realizado de forma parcial, analizando cada componente de estos ecosistemas por separado. Los principales antecedentes en la temática se generaron en los mallines de la Patagonia Norte en la zona ecotono-estepa y tratan de la realización de inventarios, caracterización de sus condiciones hidrogeomorfológicas, suelos y vegetación; evaluación de la productividad primaria y comunidades acuáticas de macroinvertebrados (Vargas, 2017). Hasta hace unos años pocos eran los trabajos que abordaban el estudio de forma integral (Raffaele, 2004), existiendo muy escasa información sobre la dinámica de estos ambientes y su respuesta a disturbios naturales (p. ej. régimen de fluctuación de la napa de freática) y antrópicos (p. ej. sobrepastoreo).

Desde entonces, se ha avanzado, como ya se mencionó más arriba, en el estudio de la estructura y funcionamiento de mallines. Particularmente, el área de Recursos Naturales de la Estación Experimental Agropecuaria Bariloche del INTA fue quien ha desarrollado estudios en mallines de Patagonia Norte, poniendo en valor los aspectos productivos y ambientales de estos ambientes y enfatizando los preocupantes signos de deterioro que registran (Cremona & Enríquez, 2015). Estas investigaciones cuantifican los diferentes niveles de intensidad de pastoreo y las alteraciones que han provocado en el ciclo de C y nutrientes y en el balance de gases con efecto invernadero (Enríquez et al., 2020).

Otras investigaciones que se han realizado en mallines involucran estudios sobre macroinvertebrados y su aplicación como indicadores biológicos, aunque el énfasis de estos estudios radica en aporte al conocimiento taxonómico (Epele, 2014; Epele & Miserendino, 2015). Macchi (2017) destaca la vulnerabilidad de los mallines frente a los disturbios antrópicos debidos a los diferentes usos del suelo y el rol de las comunidades de macroinvertebrados como potenciales bioindicadores mostrando la diferente respuesta entre dípteros, particularmente quironómidos, y crustáceos. Esto último indica que dichos grupos serían apropiados como indicadores de disturbios y podrían ser usados en el diseño de planes de vigilancia

y monitoreo ambiental, contribuyendo a una mejor gestión y conservación de los mallines patagónicos. Este es prácticamente el único trabajo que analiza factores ambientales y su relación en la distribución de macroinvertebrados en los mallines de la región.

Epele y Miserendino (2015) estudiaron cuatro humedales altamente perturbados cercanos a la ciudad de Esquel mostrando concentraciones extremas de N y P total lo cual sugiere hipertrofia, presumiblemente causada por la presencia de ganado. Por otro lado, el enriquecimiento de nutrientes en los humedales promueve cambios en la composición y abundancia de algas y macrófitas, reduciendo muchas veces la riqueza de especies nativas del mallín y aumentando la abundancia de especies exóticas. En esta misma línea, Cuassolo y Díaz Villanueva (2019) estudiaron las especies vegetales de estos ambientes mostrando un reemplazo de la flora nativa por la introducida, es decir, una alta susceptibilidad de los humedales a ser invadidos por especies exóticas. Los autores demuestran que la cercanía al centro de la ciudad y, por lo tanto, el grado de antropización, incrementa el porcentaje de especies de plantas exóticas señalando la importancia del impacto de la urbanización.

El estado actual del conocimiento taxonómico de la familia Chironomidae en el PNNH fue revisado por Donato et al. (2008). En este trabajo se enumeran 9 subfamilias, 53 géneros y 177 especies de ambientes patagónicos lénticos y lóticos. La mayoría de los trabajos se basan en aspectos taxonómicos y ecológicos de esta familia en ambientes lóticos (Miserendino, 2001; Miserendino & Pizzolon, 2003). Para ambientes lénticos, como lagos y lagunas, se encuentran pocos antecedentes de este grupo de insectos y se refieren sólo al embalse Ezequiel Ramos Mexía (Neuquén, Argentina) y al Lago Escondido (Suárez & Albariño, 2001). Se han realizado estudios paleoecológicos, paleoclimáticos y paleoambientales en lagos y lagunas de Patagonia Norte (Massaferro et al., 2018; Montes de Oca et al., 2018; Mauad et al., 2020), pero no se hallaron estudios en mallines dentro del PNNH.

Tampoco se encuentra en la bibliografía disponible ningún estudio en mallines patagónicos desde el punto de vista del magnetismo de rocas. En este sentido, sí se han desarrollado varios trabajos de análisis del campo magnético terrestre y de magnetismo de rocas, pero con un enfoque principalmente descriptivo en lagos de Patagonia Norte (Irurzun et al., 2006, 2009) sin analizar la acción antropogénica.

Por tanto, se aprecian vacíos de conocimiento en el estudio de mallines patagónicos respecto de la interrelación de las fases terrestre y acuática de estos humedales, en la composición y dinámica de las comunidades acuáticas, el efecto del uso de la tierra sobre las cuencas y su impacto conjunto con variables de cambio global. La obtención de esta información requiere de un enfoque interdisciplinario que permita desarrollar investigaciones a escala ecosistémica y proponer las recomendaciones de manejo y conservación pertinentes. La Patagonia resulta excepcional para desarrollar programas de esta índole ya que las presiones de las actividades del hombre se observan en áreas restringidas (Perotti et al., 2005), aunque no hay que desestimar que estas actividades se están incrementando con el paso de los años.

## **5. Marco teórico**

Los “mallines” (en mapuche: pantano o bañado) son un tipo particular de humedal

que se caracteriza por su alta biodiversidad tanto animal como vegetal y que se encuentran en zonas áridas, semiáridas y boscosas a lo largo de toda la Patagonia Argentina (Navarro et al., 2022). Constituyen un sistema dinámico propio, apreciándose una asociación vegetal típica y distinta del paisaje en que se encuadran. Al igual que otros humedales (Ramsar, 2006), sus suelos se caracterizan por contener un alto porcentaje de materia orgánica, una baja cantidad de oxígeno y una alta concentración de dióxido de C, alimentados por aguas superficiales o subterráneas (Enriquez, 2015).

Desde un punto de vista ecológico, los mallines son hábitat de varias especies de vida silvestre, especialmente se pueden mencionar las aves, que los utilizan como sitios de alimentación, reproducción y/o descanso. Los bienes y servicios que proveen los humedales a la sociedad, como regulación hídrica, bioquímica y ecológica, dependen del mantenimiento de las funciones ecosistémicas de los mismos. Con respecto a las funciones de los mallines, percibirlos como reservorios de C no es tan tangible, aunque es sumamente importante. Es fundamental que se incorpore el servicio ecosistémico de los mallines como “secuestradores de C” de la Patagonia (p. ej., Enriquez, 2008; Enriquez et al., 2015; Enriquez & Cremona, 2017; Enriquez et al., 2020). El C es uno de los conductores primarios de procesos vitales en los humedales y, por lo tanto, de muchas de sus características y funciones. Por otro lado, en tiempos de “cambio climático”, detectar las reservas naturales de C para mantenerlo fuera de la atmósfera es un valor agregado e importante para colaborar en la búsqueda del bienestar de las generaciones futuras (Enriquez & Cremona, 2017).

Cualquier acción humana que modifique la dinámica del agua de los mallines (por ej., desvío o captación de agua para irrigación, construcción de rutas o urbanizaciones) puede terminar en una importante pérdida de los servicios ecosistémicos que estos ambientes brindan, incluida la reducción en la diversidad de invertebrados, resultando en graves consecuencias a nivel local pero también regional y global. Por tanto, la necesidad imperante de preservar, recuperar y utilizar de manera sustentable los humedales dado su crucial papel ecológico, su fragilidad y los desafíos que enfrentan en términos de conservación, subraya la importancia de contar con herramientas efectivas respaldadas por una sólida base científica. Entre los criterios generales para la adecuada conservación y gestión, se destacan: incrementar el conocimiento, crear conciencia en la sociedad, generar legislación para la protección, movilizar asistencia financiera y generar planes de gestión (Cervantes, 2005).

La ciudad de San Carlos de Bariloche posee numerosos mallines insertos en una matriz boscosa con diferente grado de disturbio antrópico. Uno de ellos es el llamado “Mallín de Bahía Serena”, ubicado a 12 km hacia el oeste de la ciudad. Este mallín es un humedal estacional o semipermanente, que es usado por varias especies de aves para la construcción de nidos y para alimentarse durante movimientos estacionales conectando diversos mallines. Algunas de estas especies, están categorizadas como amenazadas a nivel nacional (MAyDS y AA, 2017). Los mallines del Llao Llao y de Laguna Ezquerra ubicados a aproximadamente 8 km al NO del “Mallín de Bahía Serena” presentan características similares al éste último, el que se estudiará inicialmente en mayor profundidad. Al ser ecosistemas naturales, es imposible hallar réplicas verdaderas para los estudios. Si bien los mallines de Patagonia comparten similitudes, también

presentan particularidades que los diferencian y agrupan. En el caso de los tres humedales seleccionados, estos se tratan de humedales clasificados como semipermanentes y dulces, por nutrirse tanto de agua de lluvia como de agua de deshielo. El enclave en zonas urbanizadas en el marco de ambientes boscosos también es un factor común. Si bien esto pudo haber generado modificaciones en la hidrología en su condición prístina, esto constituye parte de los factores de estudio, además de que no representa un factor para reclasificar su estructura y función que los clasifica como humedal, solo su origen o alteración.

Los análisis climáticos anteriores a la disponibilidad de registros de temperatura, precipitación y otros datos instrumentales, que abarcan los últimos 150 años, conforman el ámbito de la paleoclimatología (Bradley, 1999). En este campo, los paleoclimatólogos se dedican a examinar la variabilidad climática en diversas escalas temporales con el objetivo de identificar indicios cruciales para la planificación de la sociedad ante futuros cambios climáticos, así como para determinar la periodicidad de ciertos fenómenos a escala global. Dado que la mayoría de los registros pasados de ambiente y clima provienen del hemisferio norte, la paleoclimatología se presenta como un campo de estudio de gran potencial para los países del hemisferio sur (Bradley, 1999; Neukom & Gergis, 2012), quienes verifican y relacionan eventos o fenómenos que se sospecha podrían haber ocurrido a nivel global, aunque aún no están confirmados.

El análisis de estos datos requiere de aplicar diversas técnicas basadas en registros ambientales naturales, conocidos como proxies o indicadores (Cohen, 2003). Los registros que pueden proveer dichos proxies incluyen anillos de árboles, testigos de hielo, corales, datos históricos y sedimentos oceánicos y lacustres. A nivel global, se utilizan proxies como el oxígeno 18, diatomeas, quironómidos, composición sedimentaria, granos de polen, charcoal, ostrácodos, entre otros. La combinación de distintos indicadores junto con diversos parámetros geomorfológicos, sedimentológicos, físicos y geoquímicos permite reforzar la validez de la evidencia obtenida (Lotter, 2003). No obstante, la interpretación precisa de los datos está supeditada al conocimiento ecológico actual (Islebe, 1999).

Particularmente, los sedimentos de ambientes acuáticos (océanos, lagos, lagunas, humedales, etc.) han sido ampliamente utilizados como archivos naturales de alta resolución para el estudio de condiciones climáticas y ambientales del pasado a diversas escalas (local, regional y global). Cuando se extraen testigos se pueden observar las diferentes capas de sedimentos, las cuales contienen minerales magnéticos, restos de organismos y elementos que se han ido depositando a lo largo del tiempo, los cuales permiten señalar eventos o procesos con una resolución o precisión que depende de la sensibilidad del proxy utilizado, o de sus combinaciones. Por su parte, la comparación de testigos sedimentarios de mallines con los de lagos cercanos, permitiría contextualizar los cambios ambientales observados en el mallín a una escala regional, facilitando la identificación de patrones comunes en la respuesta de los ecosistemas acuáticos a los forzantes antrópicos y climáticos. Esto no sólo fortalecería la validez de las conclusiones, sino que también ayudaría a evaluar si los cambios detectados en el mallín son específicos de este ecosistema de humedal o si reflejan tendencias más amplias a nivel regional.

Restos de organismos de la Familia Chironomidae pueden encontrarse en sedimentos y son uno de los grupos de insectos dípteros más diversos y ampliamente distribuidos en los ecosistemas acuáticos del planeta. Habitando una gran diversidad de biotopos incluyendo ambientes polares y contaminados pudiendo alcanzar entre un 25 a 50 % del total del grupo de macroinvertebrados acuáticos (Armitage, 1995). Son un elemento importante de la cadena alimenticia, cumpliendo a la vez, funciones como ingenieros ecosistémicos, ya que pueden modular procesos limnológicos claves en los ecosistemas acuáticos (ej. flujo de N y oxígeno en la interfaz agua-sedimento (Hupfer et al., 2019)). Sus larvas acuáticas poseen características morfológicas en las cápsulas cefálicas que permiten que se preserven en los sedimentos permitiendo su uso en estudios paleolimnológicos y climáticos del pasado. El uso de estos bioindicadores permite no sólo reconocer las tendencias ambientales y climáticas de los últimos miles de años, sino también eventos climáticos de media y alta frecuencia de interés global. Esto se debe a que, tanto el crecimiento como el desarrollo de dichos insectos, son sensibles a cambios de temperatura, pH, contenido de materia orgánica, entre otros, que los hace excelentes bioindicadores (Cranston, 2000).

El hierro (Fe) es un elemento muy común en la corteza terrestre y, por lo tanto, la mayoría de las sustancias exhiben alguna forma de comportamiento magnético: diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo (Valencio, 1980). Las características magnéticas de las rocas de la corteza terrestre están definidas por las propiedades de sus minerales constituyentes. La magnetización remanente de algunas rocas se debe precisamente a la presencia de minerales ferrimagnéticos o ferromagnéticos (en particular, óxidos de hierro y titanio) y sulfuros de hierro, dispersos en una matriz de silicato para o diamagnéticos (Bartel et al., 2005; Bautista et al., 2014). Estas rocas son capaces de adquirir diferentes tipos de magnetizaciones remanentes naturales. Ciertas características magnéticas (temperatura de Curie y magnetización de saturación) dependen únicamente de la composición química de los minerales ferrimagnéticos o ferromagnéticos (Parakkat et al., 2016), pero otras (susceptibilidad magnética y ciclo de histéresis) también dependen de la forma de los granos magnéticos, de su anisotropía magneto-cristalina, de la cantidad de minerales por unidad de volumen y de la interacción magnética entre minerales adyacentes (Dunlop & Özdemir, 1997). Las variaciones de los parámetros magnéticos en un perfil sedimentario lacustre brindan información acerca de la concentración, composición y tamaño de grano magnético, que derivan de cambios climáticos producidos en el pasado a partir de la interpretación de diferentes cocientes asociados. Esta información puede reflejar cambios en la fuente de origen y composición de mineral detrítico y del balance entre componentes sedimentarios alóctonos y autóctonos, como así también cambios diagenéticos y pedogenéticos. En asociación con parámetros no magnéticos brinda información acerca de variaciones hidrológicas y/o eólicas en el área de aporte de sedimento (Irurzun et al., 2014).

En cuanto al estudio de las características edáficas, se ha evaluado que cambios en las condiciones redox de los sistemas acuáticos o en el input de nutrientes puede modificar la concentración de algunos macro y micronutrientes en el perfil del suelo. La relación sedimentaria Mn/Fe puede ser un indicador de la condición redox pasada de lagos y puede utilizarse para la reconstrucción de registros de anoxia a largo plazo (funcionalidad, ej. Makri et al., 2021). Por otra parte, la fracción de P y/o N sedimentario a largo plazo pueden proporcionar información sobre la influencia

del aumento de la productividad primaria de lagos (proxy del pigmento verde sedimentario) o eutroficación (Tu et al., 2020). La concentración de C en el suelo o sustrato es producto del balance entre ingresos y egresos, regidos por actividad biológica, ya sea fotosíntesis o descomposición biológica, respectivamente (Enriquez y Cremona, 2016). Estos procesos se ven condicionados también por las condiciones redox del suelo (Enriquez, 2015).

Dada la intrincada red de interacciones dentro los ecosistemas acuáticos, resulta preferible examinar la mayor cantidad de indicadores posible. Esto permite obtener una perspectiva más completa de la situación en comparación con la información que podría derivarse únicamente de un solo indicador (Smol, 2002; NRC, 2005). Existen trabajos clásicos que destacan la importancia de adoptar un enfoque multiproxy en los estudios científicos (Oldfield, 1977; Birks & Gordon, 1985; Bradley, 1999), ya que cada uno de los indicadores mencionados previamente, ya sean biológicos, físicos o químicos, manifiestan una sensibilidad o reactividad única, mostrando diferentes fortalezas y debilidades frente a las variaciones climáticas y ambientales (Birks & Birks, 2006). En virtud de ello, la integración de estos indicadores ofrece una perspectiva más completa del sistema en comparación con la evaluación individual de cada uno de ellos.

## **6. Materiales y métodos**

### **6.1. Área de estudio**

El "Mallín de Bahía Serena" está ubicado a 12 km hacia el oeste, de la ciudad de Bariloche (41°11' S - 71°44' O). Se trata de un humedal de tipo estacional o semipermanente, que en la época de primavera y verano sufre un descenso en el nivel de agua freática secándose una parte importante de su superficie, mientras que en época invernal recarga su napa con las precipitaciones en forma de lluvia o nieve inundándose en casi toda su extensión. El mallín está íntimamente ligado al régimen hídrico del Lago Nahuel Huapi a cuya cuenca pertenece y está clara e íntimamente ligado al régimen hídrico del lago por lo cual cuando el nivel hidrométrico de éste sube, debido a agua de lluvias (mayormente invernales) como de deshielo (primavera-verano), el nivel freático en el mallín se eleva.

Se eligió este ambiente como caso de estudio porque es un mallín urbano que, a pesar de presentar un claro deterioro debido al incremento de las actividades humanas, mantiene ciertas características que le permiten mantener algunos bienes y servicios ecosistémicos mensurables. Esto permitiría evaluar indicadores tempranos de degradación para predecir procesos en curso (ej., prevención de inundaciones en el área cercano) y sugerir medidas de remediación. Por otro lado, este mallín tiene un importante rol ecológico al albergar distintas especies de aves que lo usan para alimentarse y reproducirse y como conector o punto intermedio en sus rutas migratorias.

El protocolo derivado del estudio realizado en el sitio piloto será validado en otros dos mallines urbanos de la ciudad de San Carlos de Bariloche: el "Mallín de la Laguna Ezquerra" (41° 3' 41.57" S, 71° 30' 53.48" W) y el "Mallín del Llao Llao" (41° 2' 50.93" S, 71° 34' 21.59" W), ambos situados a aproximadamente 8 km al noroeste del " Mallín de Bahía Serena". Estos dos mallines comparten similitudes con el " Mallín de Bahía Serena" en términos de características naturales como

temperatura, precipitaciones medias, topografía, especies vegetales dominantes, entre otras, aunque se distinguen entre ellos por tener un menor impacto humano que el “Mallín de Bahía Serena”, ya que las demás zonas exhiben un nivel más bajo de urbanización e impactos.

## 6.2. Metodología

Las actividades que se enumeran a continuación se detallan en función al cumplimiento de los objetivos específicos antes mencionados. Se realizará un trabajo de campo que consistirá en la extracción de testigos (hasta 1 m de profundidad) de sedimento. Los testigos se extraerán inalterados con un saca-testigos tipo ruso replicado en el Centro de Estudios aplicados a la Biodiversidad y Conservación del Parque Nacional Nahuel Huapi (CENAC), herramienta específica para este tipo de ambientes. El material se llevará al laboratorio para su posterior submuestreo. Paralelamente, se sacarán muestras superficiales de los mismos sectores para caracterizar la fauna actual de insectos y para mediciones limnológicas estándar (pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, etc.).

En laboratorio se abrirán los testigos, se fotografiarán, se tomarán imágenes con Rx y se submuestrearán a intervalos regulares de 0.5 cm a 1 cm para realizar los siguientes análisis:

-Análisis de parámetros magnéticos: en el laboratorio de paleomagnetismo del Instituto de Física Arroyo Seco (IFAS)-CIFICEN Tandil bajo la supervisión de la Dra. Alicia Irurzun se realizarán distintas mediciones con el fin de determinar mineralogía magnética, concentración y tamaño de grano: susceptibilidad magnética (k) con un Susceptibilímetro MS2B de Bartington Instruments Ltd; magnetización remanente anhistérica (ARM) con un desmagnetizador Molspin Ltd junto con el equipo de pARM; y magnetización remanente isotérmica (IRM) con un Magnetizador de pulso ASC Scientific modelo ASC-IM1. Las remanencias de las magnetizaciones se medirán con un Magnetómetro JR6A AGICO.

-Análisis de ensambles de quironómidos: muestras de entre 0.5-5 cm<sup>3</sup> (o mayores si fuera necesario para recuperar al menos 50 cápsulas cefálicas) serán preparadas para análisis de quironómidos de acuerdo con la metodología propuesta por Massaferró y Brooks (2002). Para la identificación se utilizarán guías de identificación (ID) local (Massaferró et al., 2013; Massaferró y Brooks, 2002) y se complementará con otro material bibliográfico específico de esta Familia (Brooks et al., 2007). Dicho análisis se realizará en el laboratorio del CENAC Bariloche con supervisión de la Dra. Julieta Massaferró.

-Análisis químicos: los análisis de nutrientes (P y N) y C, se realizarán en el IFAB (Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Bariloche) en colaboración con Dra. Andrea Enriquez, coordinadora del Laboratorio de Suelos y Aguas, área Recursos naturales del INTA EEA Bariloche. Los análisis de MO se realizarán en el CENAC usando el método de pérdidas por ignición (LOI) (Heiri et al., 2001). En caso de realizar estudios de emisión de gases de efecto invernadero (dióxido de C, metano y óxido nitroso) para caracterizar el ambiente, se muestrearán con el método de la cámara estática y los viales con la muestra de aire se enviarán para su análisis como servicio en cromatografía gaseosa en FAUBA.

-Análisis cronológicos: la datación de testigos (<sup>210</sup>Pb, <sup>14</sup>C) se realizará en el

Laboratorio Beta-Analytics y en colaboración con Prof. Nathalie Dubois del EAWAG, Zurich.

Para reconstruir los cambios paleoclimáticos y antrópicos en el “Mallín de Bahía Serena”, se integrarán los proxies mediante análisis de componentes principales (PCA) para identificar patrones dominantes y relaciones entre ellos. El análisis de Clúster permitirá distinguir periodos homogéneos, separando señales climáticas de impactos humanos. Además, se aplicarán funciones de transferencia basadas en los quironómidos para reconstruir variables paleoambientales clave, como temperatura o hidrología. También se intentará desarrollar índices a partir de las mediciones realizadas, que permitan aplicar los resultados a otros sitios sin la necesidad de realizar un número elevado de mediciones, facilitando su extrapolación.

Para la integración multiproxy con las dataciones, se desarrollará un modelo de edades para cada núcleo utilizando los modelos bayesianos BACON (Blaauw y Christen, 2011) que permitirá conocer con mayor exactitud la ventana temporal de estudio. Las variables paleolimnológicas biológicas, físicas y químicas serán analizadas con varios paquetes estadísticos de R. El programa RIOJA permite graficar y comparar estratigráficamente los resultados de las variables medidas.

Se presentarán los resultados preliminares en congresos y workshops nacionales e internacionales. Al PNNH se le presentarán informes de avance periódicamente con los datos y resultados que se obtengan. Además, se publicarán los resultados preliminares en revistas de divulgación científica como Macroscopia (PNNH) y Desde la Patagonia (Universidad del Comahue). Los resultados de la Tesis serán publicados en revistas internacionales especializadas.

## 7. Cronograma tentativo

Objetivo General	Objetivos Específicos	Tareas	TIEMPO DE REALIZACIÓN					
			2022 2° Semestre	2023	2024	2025	2026	2027 1° Semestre
Analizar de manera exhaustiva la evolución ambiental del “Mallín de Bahía Serena” en la región norte de la Patagonia durante los últimos 1000 años con el fin de establecer un protocolo de Investigación que pueda ser replicado en otros dos sitios con características similares.	1.a) Analizar la biodiversidad de insectos quironómidos en muestras actuales y a lo largo de testigos cortos de sedimentos de mallines con el fin de ampliar el conocimiento de la Fam Chironomidae en la región norte de Patagonia.	Muestreo preliminar para afinar estrategias de la campaña						
		Extracción de testigos cortos y muestras de sedimento actual y de agua						
		Submuestreo de testigo en laboratorio y preparación de muestras						
		Montado de cápsulas cefálicas de <i>Fam Chironominae</i>						
	1.b) Describir la respuesta de los quironómidos a variables ambientales para los últimos 1000 años evaluando supotencial como indicadores de cambios hidrológicos y tróficos en el mallín y su cuenca de drenaje.	Identificación de cápsulas cefálicas de <i>Fam Chironominae</i>						
		Datación de sedimentos para armar el modelo de edad						
	2. Determinar los contenidos de macronutrientes (C, N y P) y algunas formas químicas de interés (ej. amonio y nitratos) a lo largo de la ventana temporal elegida (1000 años) para describir la dinámica y magnitud de las reservas de estos elementos en el tiempo.	Determinación del pH y conductividad eléctrica en un testigo preliminar						
		Analizar el contenido de materia orgánica de las muestras						
		Bajo métodos estandarizados, determinar el contenido de C orgánico oxidable, N y P.						

	3. Calcular parámetros magnéticos como susceptibilidad y magnetizaciones remanentes con el fin de determinar las propiedades magnéticas que componen los testigos y así, evaluar variaciones en los niveles de la cuenca de influencia y periodos de mejoramiento ambiental.	Mediciones de susceptibilidad magnética de los testigos cortos del mallín						
		Determinación de magnetización remanente anhistérica						
		Medir magnetización remanente isotérmica hasta la saturación						
		Calcular parámetros como Bcr, B1/2, ARM/SIRM y SIRM/k						
	4. Integrar los resultados de los distintos indicadores/variables estudiadas. Discutir sobre los principales mecanismos que afectaron y afectan al ambiente, contemplando al clima, pero evaluando principalmente el impacto producido por la creciente actividad humana en la ciudad.	Análisis estadístico y comparativos de los proxies utilizados a través del software Rstudio, InfoStat y Origin						
	5. Replicar el protocolo creado para la reconstrucción climática-ambiental creada para el "Mallín de Bahía Serena" en los demás mallines aplicando las mejoras, si las hay, extraídas de la experiencia del trabajo del sitio analizado exhaustivamente.	Llevar a laboratorio dos testigos de cada sitio y replicar el protocolo propuesto de trabajo y medición.						
		Realizar la reconstrucción climática-ambiental de tres mallines urbanos con los diferentes grados de disturbio antrópico.						
	Elaborar el manuscrito final de la tesis doctoral							
	Difundir y divulgar los resultados obtenidos en congresos y revistas científicas							

## **8. Factibilidad**

Los lugares de trabajo propuestos cuentan con el equipamiento y la infraestructura necesaria para desarrollar esta investigación. El CENAC (Centro de Estudios aplicados a la Biodiversidad y Conservación del Parque Nacional Nahuel Huapi) es un centro perteneciente a la APN, que alberga investigadores y becarios de CONICET, técnicos de APN y pasantes. Es el lugar de trabajo de la Dra. Massaferro y donde la becaria realizará el procesamiento de muestras, análisis de quironómidos y de materia orgánica y, análisis y elaboración de los resultados. Cuenta con microscopios estereoscópicos (lupas), equipamiento de campaña, material de vidrio, equipos de computación, estufas, balanzas, muflas, cámara fría, ecosondas, sensor multiparamétrico y biblioteca especializada.

Los análisis químicos de los sedimentos se realizarán en las instalaciones del laboratorio de Suelos del Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Bariloche (IFAB) INTA-CONICET, bajo la supervisión y capacitación de la Dra. Enriquez y grupo de investigación asociado. Dicho laboratorio cuenta con todos los equipamientos, reactivos y protocolos normalizados por IRAM necesarios para desarrollar dicha actividad.

La Dra. Irurzun guiará las mediciones de todos los parámetros magnéticos que componen el sedimento en el IFAS perteneciente al Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro (CONICET-UNCPBA-CICPBA) en la ciudad de Tandil. Dicho laboratorio posee los equipos de mediciones, como susceptibilímetro magnético, magnetizadores y desmagnetizadores en correcto funcionamiento y biblioteca especializada para que puedan desplegarse todas las actividades necesarias.

La propuesta será financiada en parte por un proyecto en curso (CONICET PIP-0274) de la Dra. Massaferro. Se prevé aplicar a financiamiento orientado a la conservación como por ejemplo 'The Rufford Foundation' o 'Fundación Williams'.

## 9. Bibliografía

- Alikhani, S., Nummi, P., & Ojala, A. (2021). Urban Wetlands: A Review on Ecological and Cultural Values. *Water*, 13(22), Article 22. <https://doi.org/10.3390/w13223301>
- Armitage, P. D. (1995). Chironomidae as food. En P. D. Armitage, P. S. Cranston, & L. C. V. Pinder (Eds.), *The Chironomidae* (pp. 423-435). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-0715-0\\_17](https://doi.org/10.1007/978-94-011-0715-0_17)
- Ballut-Dajud, G. A., Sandoval Herazo, L. C., Fernández-Lambert, G., Marín-Muñiz, J. L., López Méndez, M. C., & Betanzo-Torres, E. A. (2022). Factors Affecting Wetland Loss: A Review. *Land*, 11(3), 434. <https://doi.org/10.3390/land11030434>
- Bartel, A. A., Bidegain, J. C., & Sinito, A. M. (2005). Propiedades magnéticas de diferentes suelos del partido de La Plata, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60(3), 591-598.
- Bautista, F., Cejudo-Ruiz, R., Aguilar-Reyes, B., & Gogichaishvili, A. (2014). [Http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1405-33222014000200012&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-33222014000200012&lng=es&nrm=iso&tlng=es). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 66(2), 365-376.
- Birks, H. H., & Birks, H. J. B. (2006). Multi-proxy studies in palaeolimnology. *Vegetation History and Archaeobotany*, 15(4), 235-251. <https://doi.org/10.1007/s00334-006-0066-6>
- Birks, H. J. B., & Gordon, A. D. (1985). Numerical methods in Quaternary pollen analysis. (No Title). <https://cir.nii.ac.jp/crid/1130282272378452736>
- Blaauw, M., & Christen, J. A. (2011). Flexible paleoclimate age-depth models using an autoregressive gamma process. *Bayesian Analysis*, 6(3), 457-474. <https://doi.org/10.1214/11-BA618>
- Bonvissuto, G. L., Somlo, R. C., Lanciotti, M. L., Carreau, A. G., & Busso, C. A. (2008). *Guías de condición para pastizales naturales de "Precordillera", "Sierras y Mesetas" y "Monte Austral" de Patagonia*.
- Bradley, R. S. (1999). *Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary*. Elsevier.
- Carta Orgánica 2007*. (s. f.). Recuperado 23 de julio de 2024, de <https://concejobariloche.gov.ar/index.php/legislacionprincipal-382/carta-orgca-2007-menuprincipal-447>
- Cervantes, B. V. M. de. (2005). *Manuales de desarrollo sostenible: 1. Gestión y restauración de humedales*. <https://www.cervantesvirtual.com/obra/manuales-de-desarrollo-sostenible-1-gestion-y-restauracion-de-humedales/>
- Chimner, R. A., Bonvissuto, G. L., Cremona, M. V., Gaitan, J. J., & López, C. R. (2011). Ecohydrological conditions of wetlands along a precipitation gradient in Patagonia, Argentina. *Ecología austral*, 21(3), 329-337.
- Cohen, A. S. (2003). *Paleolimnology: The History and Evolution of Lake Systems*. Oxford University Press.
- Cranston, P. S. (2000). Insecta: Diptera, Chironomidae. *Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region*.
- Cremona, M. V., & Enríquez, A. (2015). *Los mallines de Patagonia Norte: Sus funciones productivas y ambientales*.
- Cuassolo, F., & Díaz Villanueva, V. (2019). Exóticas en humedales: Análisis de las comunidades vegetales de mallines naturales y urbanos en la ciudad de Bariloche. *Ecología austral*, 29(3), 405-415.
- Curcio, M. H. (2023). *Variación espacial y temporal de la estructura y el funcionamiento de humedales: Los mallines de la Patagonia* [Info:ar-repo/semantics/tesis doctoral, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires]. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/15526>
- Donato, M., Massaferro, J., & Brooks, S. J. (2008). Chironomid (Chironomidae: Diptera) checklist from Nahuel Huapi National Park, Patagonia, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 67(1-2), 163-170.
- Dunlop, D. J., & Özdemir, Ö. (1997). *Rock Magnetism: Fundamentals and Frontiers*. Cambridge University Press.
- Enriquez, A. S. (2015). *Mallines Patagónicos: Algo más que oasis productivos en la estepa árida y semiárida*. *Asociación Argentina de Ciencias del Suelo*. *Asociación Argentina de Ciencias del Suelo*.
- Enriquez, A. S., Chimner, R. A., & Cremona, M. V. (2014). Long-term grazing negatively affects nitrogen

- dynamics in Northern Patagonian wet meadows. *Journal of Arid Environments*, 109, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.04.012>
- Enriquez, A. S., Chimner, R. A., Cremona, M. V., Diehl, P., & Bonvissuto, G. L. (2015). Grazing intensity levels influence C reservoirs of wet and mesic meadows along a precipitation gradient in Northern Patagonia. *Wetlands Ecology and Management*, 23(3), 439-451. <https://doi.org/10.1007/s11273-014-9393-z>
- Enriquez, A. S., & Cremona, M. V. (2018). Particulate organic carbon is a sensitive indicator of soil degradation related to overgrazing in Patagonian wet and mesic meadows. *Wetlands Ecology and Management*, 26(3), 345-357. <https://doi.org/10.1007/s11273-017-9577-4>
- Enriquez, A. S., Umaña, F., & Gaitan, J. J. (2020). *Estimación y cartografía de las reservas de carbono edáfico en mallines de Patagonia Norte*.
- Epele, L. B. (2014). *Comunidades de invertebrados acuáticos de mallines de Patagonia, bajo distintos niveles de antropización* [Tesis, Universidad Nacional de La Plata]. <https://doi.org/10.35537/10915/34197>
- Epele, L. B., & Miserendino, M. L. (2015). Environmental Quality and Aquatic Invertebrate Metrics Relationships at Patagonian Wetlands Subjected to Livestock Grazing Pressures. *PLOS ONE*, 10(10), e0137873. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137873>
- García Martínez, G. C., Ciari, G., Nakamatsu, V. B., Buduba, C. G., Villa, M. D., Opazo, W. J., & Bobadilla, S. E. (2017). *Manual de fertilización de mallines en el Noroeste de Chubut: Estudio de casos reales* [Info:ar-repo/semantics/libro]. Ediciones INTA. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/3322>
- Gardner, R. C., Barchiesi, S., Beltrame, C., Finlayson, C., Galewski, T., Harrison, I., Paganini, M., Perennou, C., Pritchard, D., Rosenqvist, A., & Walpole, M. (2015). *State of the World's Wetlands and Their Services to People: A Compilation of Recent Analyses* (SSRN Scholarly Paper 2589447). <https://doi.org/10.2139/ssrn.2589447>
- Heiri, O., Lotter, A. F., & Lemcke, G. (2001). Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: Reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25(1), 101-110. <https://doi.org/10.1023/A:1008119611481>
- Hupfer, M., Jordan, S., Herzog, C., Ebeling, C., Ladwig, R., Rothe, M., & Lewandowski, J. (2019). Chironomid larvae enhance phosphorus burial in lake sediments: Insights from long-term and short-term experiments. *Science of The Total Environment*, 663, 254-264. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.274>
- Irurzun, M. A., Gogorza, C. S. G., Chaparro, M. A. E., Lirio, J. M., Nuñez, H., Vilas, J. F., & Sinito, A. M. (2006). Paleosecular variations recorded by Holocene-Pleistocene sediments from Lake El Trébol (Patagonia, Argentina). *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 154(1), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.pepi.2005.06.012>
- Irurzun, M. A., Gogorza, C. S. G., Torcida, S., Lirio, J. M., Nuñez, H., Bercoff, P. G., Chaparro, M. A. E., & Sinito, A. M. (2009). Rock magnetic properties and relative paleointensity stack between 13 and 24 kyr BP calibrated ages from sediment cores, Lake Moreno (Patagonia, Argentina). *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 172(3), 157-168. <https://doi.org/10.1016/j.pepi.2008.08.018>
- Irurzun, M. A., Orgeira, M. J., Gogorza, C. S. G., Sinito, A. M., Compagnucci, R., & Zolitschka, B. (2014). Magnetic parameters and their palaeoclimatic implications—The sediment record of the last 15 500 cal. BP from Laguna Potrok Aike (Argentina). *Geophysical Journal International*, 198(2), 710-726. <https://doi.org/10.1093/gji/ggu155>
- Islebe, G. (1999). Islebe: La paleoecología: Bases y su aplicación. *Foresta Veracruzana*, 1(2), 47-50.
- Junk, W. J., An, S., Finlayson, C. M., Gopal, B., Květ, J., Mitchell, S. A., Mitsch, W. J., & Robarts, R. D. (2013). Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: A synthesis. *Aquatic Sciences*, 75(1), 151-167. <https://doi.org/10.1007/s00027-012-0278-z>
- Kutschker, A. M., Epele, L. B., & Miserendino, M. L. (2014). Aquatic plant composition and environmental relationships in grazed Northwest Patagonian wetlands, Argentina. *Ecological Engineering*, 64, 37-48. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.12.007>
- Leveau, L. M., Isla, F. I., & Isabel Belloq, M. (2020). From town to town: Predicting the taxonomic, functional and phylogenetic diversity of birds using NDVI. *Ecological Indicators*, 119, 106703. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106703>
- Lotter, A. F. (2003). Multi-Proxy Climatic Reconstructions. En *Global Change in the Holocene*. Routledge.
- Macchi, P. A. (2017). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores ecológicos de cambios en el uso del suelo en mallines del sudoeste de la provincia de Río Negro* [Doctor en Ciencias Naturales, Universidad

- Nacional de La Plata]. <https://doi.org/10.35537/10915/59171>
- Makri, S., Wienhues, G., Bigalke, M., Gilli, A., Rey, F., Tinner, W., Vogel, H., & Grosjean, M. (2021). Variations of sedimentary Fe and Mn fractions under changing lake mixing regimes, oxygenation and land surface processes during Late-glacial and Holocene times. *Science of The Total Environment*, 755, 143418. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143418>
- Massaferro, J., Correa-Metrio, A., Montes de Oca, F., & Mauad, M. (2018). Contrasting responses of lake ecosystems to environmental disturbance: A paleoecological perspective from northern Patagonia (Argentina). *Hydrobiologia*, 816(1), 79-89. <https://doi.org/10.1007/s10750-016-3081-3>
- Mauad, M., Mayr, C., Graßl, T., Dubois, N., Serra, M. N., & Massaferro, J. (2020). Impact of human activities and climate on Lake Morenito, Northern Patagonia, Argentina. *Hydrobiologia*, 847(3), 727-737. <https://doi.org/10.1007/s10750-019-04133-9>
- MAYDS y AA (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación), & Aves Argentinas. (2017). *Categorización de las Aves de la Argentina (2015)* (p. 145).
- Miserendino, M. L. (2001). Macroinvertebrate assemblages in Andean Patagonian rivers and streams: Environmental relationships. *Hydrobiologia*, 444(1), 147-158. <https://doi.org/10.1023/A:1017519216789>
- Miserendino, M. L., & Pizzolon, L. A. (2003). Distribution of macroinvertebrate assemblages in the Azul-Quemquemtreu river basin, Patagonia, Argentina. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 37(3), 525-539. <https://doi.org/10.1080/00288330.2003.9517187>
- Montes de Oca, F., Motta, L., Plastani, M. S., Laprida, C., Lami, A., & Massaferro, J. (2018). Reconstructing recent environmental changes using non-biting midges (Diptera: Chironomidae) in two high mountain lakes from northern Patagonia, Argentina. *Journal of Paleolimnology*, 59(2), 175-187. <https://doi.org/10.1007/s10933-017-9957-z>
- Navarro, M. F., Navarro, C. S., Barrios, R. A., Dieta, V., Garcia Martinez, G. C., Iturralde Elortegui, M. D. R. M., Kurtz, D. B., Michard, N. J., Paredes, P. N., Saucedo, G. I., Alday Poblete, S. E., Cianfagna, F., Curcio, M. H., Enriquez, A. S., Lopez, A. E., Miranda, F. W., Pezzola, N. A., Umaña, F., Vidal, C., ... Calamari, N. C. (2022). *Distribución de humedales en la República Argentina* [Info:ar-repo/semantics/informe técnico]. INTA. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/13239>
- NCR (National Research Council). (2005). *The Geological Record of Ecological Dynamics: Understanding the Biotic Effects of Future Environmental Change*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11209>
- Neukom, R., & Gergis, J. (2012). Southern Hemisphere high-resolution palaeoclimate records of the last 2000 years. *The Holocene*, 22(5), 501-524. <https://doi.org/10.1177/0959683611427335>
- Oldfield, F. (1977). Lakes and their drainage basins as units of sediment-based ecological study. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 1(3), 460-504. <https://doi.org/10.1177/030913337700100303>
- Parakkat, V. M., Ganesh, K. R., & Anil Kumar, P. S. (2016). Tailoring Curie temperature and magnetic anisotropy in ultrathin Pt/Co/Pt films. *AIP Advances*, 6(5), 056118. <https://doi.org/10.1063/1.4944343>
- Parque Nacional Nahuel Huapi, & Administración de Parques Nacionales. (2019). *Plan de Gestión del Parque Nacional Nahuel Huapi*.
- Perotti, M. G., Diéguez, M. C., & Jara, F. G. (2005). Estado del conocimiento de humedales del norte patagónico (Argentina): Aspectos relevantes e importancia para la conservación de la biodiversidad regional. *Revista chilena de historia natural*, 78(4), 723-737. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2005000400011>
- Raffaele, E. (2004). Susceptibility of A Patagonian Mallín Flooded Meadow to Invasion by Exotic Species. *Biological Invasions*, 6(4), 473-481. <https://doi.org/10.1023/B:BINV.0000041560.33770.97>
- Ramsar. (2006). *Guía a la convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)*.
- Ribeiro Guevara, S., Arribére, M., Bubach, D., Vigliano, P., Rizzo, A., Alonso, M., & Sánchez, R. (2005). Silver contamination on abiotic and biotic compartments of Nahuel Huapi National Park lakes, Patagonia, Argentina. *Science of The Total Environment*, 336(1), 119-134. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.05.020>
- Sáenz-Romero, C., Rehfeldt, G. E., Crookston, N. L., Duval, P., St-Amant, R., Beaulieu, J., & Richardson, B. A. (2010). Spline models of contemporary, 2030, 2060 and 2090 climates for Mexico and their use in understanding climate-change impacts on the vegetation. *Climatic Change*, 102(3-4), 595-623.

<https://doi.org/10.1007/s10584-009-9753-5>

- Smol, J. P. (2002). *Pollution of Lakes and Rivers: A Paleoenvironmental Perspective*. John Wiley & Sons.
- Suárez, D. A. A., & Albariño, R. J. (2001). *Life Cycle and Annual Production of Caenis sp (Ephemeroptera, Caenidae) in Lake Escondido (Bariloche, Argentina)*. 67-75. [https://doi.org/DOI: 10.1007/978-1-4615-1257-8\\_10](https://doi.org/DOI: 10.1007/978-1-4615-1257-8_10)
- Tu, L., Zander, P., Szidat, S., Lloren, R., & Grosjean, M. (2020). The influences of historic lake trophy and mixing regime changes on long-term phosphorus fraction retention in sediments of deep eutrophic lakes: A case study from Lake Burgäschi, Switzerland. *Biogeosciences*, 17(10), 2715-2729. <https://doi.org/10.5194/bg-17-2715-2020>
- Utrilla, V. R., Andrade, M. A., Billoni, S. L., Rogel, B., & Peri, P. L. (2021). Indicadores de degradación y biomasa radical en mallines de una cuenca hídrica de la Patagonia Austral. En *Balance hídrico de humedales de uso agropecuario: El primer paso para el mejoramiento en la gestión hídrica a nivel predial en Magallanes. Una investigación multidisciplinaria. [En línea]. Punta Arenas: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. No. 435 , p. 146-155. (2021) [Info:ar-repo/semantics/informe técnico]. Centro Regional de Investigación Kampenaike, Punta Arenas; Chile. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/9059>*
- Vargas, P. P. (2017). *Mallines del sur de la patagonia: Interacciones entre unidades fisiográficas y productividad en diversos ambientes geomorfológicos* [Info:ar-repo/semantics/tesis doctoral, Edición del Autor]. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/4786>

## **10. Índice tentativo de la tesis**

- 1.** Resumen
- 2.** Objetivos
  - 2.1.** Objetivos generales
  - 2.2.** Objetivos específicos
  - 2.3.** Hipótesis
- 3.** Marco teórico o Estado del arte
  - 3.1.** Bioindicadores acuáticos
  - 3.2.** Geoquímica de sedimentos
  - 3.3.** Magnetismo ambiental
- 4.** Antecedentes
- 5.** Área de estudio
- 6.** Metodología
  - 6.1.** Análisis biológicos. *Fam Chironominae*
  - 6.2.** Análisis de macronutrientes
  - 6.3.** Análisis magnéticos
  - 6.4.** Modelo de edades. Cronología
- 7.** Resultados
  - 7.4.** Integración de paleoindicadores
- 8.** Discusión y conclusiones
- 9.** Trabajos futuros
- 10.** Bibliografía
- 11.** Anexo