RIDAA
Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes

Universidad
Nacional
de Quilmes

Fiszbejn Vigo, Andrés Martín

Caracterización ambiental de la turbera intervenida del sitio Ramsar de Ushuaia - Tierra del Fuego, con vistas a su restauración

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:
Fiszbejn Vigo, A. M. (2026). Caracterización ambiental de la turbera intervenida del sitio Ramsar de Ushuaia - Tierra del Fuego, con vistas a su restauración. (Trabajo final integrador). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/6749

Puede encontrar éste y otros documentos en: https://ridaa.unq.edu.ar

Universidad
Nacional
de Quilmes
Roque Sáenz Peña 352 // Bernal
Buenos Aires // Argentina
t.: (+41 11) 4365 7100
f.: (+54 11) 4365 7101
info@unq.edu.ar

Andrés Martín Fiszbejn, Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto,
Junio de 2026, pp. 69,
http://ridaa.unq.edu.ar,
Universidad Nacional de Quilmes
Especialización en Ambiente y Desarrollo Sustentable

Caracterización ambiental de la turbera intervenida del sitio Ramsar de Ushuaia- Tierra del Fuego, con vistas a su restauración

Trabajo final integrador

Andrés Martín Fiszbejn Vigo

andresfisz@gmail.com

Resumen

El objetivo del Trabajo Final Integrador (TFI) es aportar información de base y recomendaciones para la restauración de la turbera intervenida del Sitio Ramsar Glaciar Vinciguerra y Turberas Asociadas, situado en la Ciudad de Ushuaia. Esto se realizará mediante la aplicación de una serie de actividades a desarrollar in situ que nos permitirán, tanto recabar información necesaria para promover la restauración de este humedal, como así también evaluar el impacto ambiental que ha dejado este tipo de producción. Además, estos fines serán complementados con un análisis del manejo ambiental que se recomienda para esta área protegida.

Durante su desarrollo, se presenta, primeramente, una descripción de la importancia de la conservación de los ecosistemas de turbera, destacando los beneficios y servicios ambientales que prestan, en conjunto con una descripción de las amenazas ambientales y los valores que desarrolla el sitio, incluidos, estos últimos, dentro del patrimonio cultural y natural fueguino.

Se espera que el presente trabajo constituya una fuente de consulta, tanto para la restauración de turberas fueguinas, en particular, de la referida en la presente investigación, como para el manejo ambiental de esta área protegida.



Trabajo Final Integrador (TFI):

“Caracterización ambiental de la turbera intervenida del sitio Ramsar de Ushuaia- Tierra del Fuego, con vistas a su restauración”.

Septiembre, 2025.

Nombre del Alumno: Lic. Andrés Martín FISZBEJN VIGO

Nombre de los directores:

Director Local (UNTDF): Ing. Rodolfo Javier ITURRASPE.

Co-Director de la UNQ: Dr. Pablo Ariel PELLEGRINI.

Índice

Sección	Página
Introducción General	3
Objetivos	6
Introducción	
• ¿Qué es una turbera? El papel de las turberas conservadas como bienes generadores de servicios ambientales.	6
• La explotación de la turba en Tierra del Fuego.	8
• ¿Qué es un sitio Ramsar?	11
• El sitio Ramsar Glaciar Vinciguerra y turberas asociadas, sus dimensiones económicas, sociales y ecológicas.	12
• Diferencias entre hidrología de turberas conservadas e intervenidas	16
• Experiencias en restauración de turberas.	19
Desarrollo	
Metodología	21
• Descripción del trabajo realizado.	21
• 1ra. Actividad: Mapeo de ambientes. Inventario de cobertura vegetal. Descripción de la metodología de explotación.	21
• 2da. Actividad: Relevamiento de Residuos e Infraestructura de la explotación de turba.	22
• 3ra. Actividad: Comparación de flora entre la turbera intervenida y la conservada.	22
• 4ta. Actividad: Sondeos de espesor de suelo orgánico de sobrevida.	22
• 5ta. Actividad: Instalación de una red de freatímetros para el monitoreo de las fluctuaciones del nivel freático de la turbera con una frecuencia mensual (abril 2024-marzo 2025).	23
• 6ta. Actividad: Relevamiento y Dimensionamiento de Zanjas y Drenajes.	23
Resultados	25
• 1ra. Actividad: Mapeo de ambientes. Inventario de cobertura vegetal. Descripción de la metodología de explotación.	25
• 2da. Actividad: Relevamiento de Residuos e Infraestructura de la explotación de turba.	28
• 3ra. Actividad: Comparación de flora entre la turbera intervenida y la conservada.	31
• 4ta. Actividad: Sondeos de espesor de suelo orgánico de sobrevida.	32
• 5ta. Actividad: Instalación de una red de freatímetros para el monitoreo de las fluctuaciones del nivel freático de la turbera con una frecuencia mensual (abril 2024-marzo 2025).	33
• 6ta. Actividad: Relevamiento y Dimensionamiento de Zanjas y Drenajes.	35
Discusiones	38
Conclusiones	41
Bibliografía	42
Agradecimientos	46
Anexos	
• Anexo Monitoreo del nivel freático: Gráficos	47
• Anexo Monitoreo del nivel freático: Tablas	53
• Anexo Fotográfico General	55
• Anexo Fotográfico Comparación de Flora	64

Resumen

El objetivo del Trabajo Final Integrador (TFI) es aportar información de base y recomendaciones para la restauración de la turbera intervenida del Sitio Ramsar Glaciar Vinciguerra y Turberas Asociadas, situado en la Ciudad de Ushuaia. Esto se realizará mediante la aplicación de una serie de actividades a desarrollar *in situ* que nos permitirán, tanto recabar información necesaria para promover la restauración de este humedal, como así también evaluar el impacto ambiental que ha dejado este tipo de producción. Además, estos fines serán complementados con un análisis del manejo ambiental que se recomienda para esta área protegida.

Durante su desarrollo, se presenta, primeramente, una descripción de la importancia de la conservación de los ecosistemas de turbera, destacando los beneficios y servicios ambientales que prestan, en conjunto con una descripción de las amenazas ambientales y los valores que desarrolla el sitio, incluidos, estos últimos, dentro del patrimonio cultural y natural fueguino.

Se espera que el presente trabajo constituya una fuente de consulta, tanto para la restauración de turberas fueguinas, en particular, de la referida en la presente investigación, como para el manejo ambiental de esta área protegida.

Introducción general

La presente investigación se trata del Trabajo Final Integrador (TFI), requerido para la graduación en la carrera de posgrado de Especialización en Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Universidad Nacional de Quilmes.

Las turberas del Musgo Sphagnum son ecosistemas característicos del paisaje fueguino que se destacan por su singularidad en el contexto nacional. Estos sistemas, albergan una particular biodiversidad e históricamente han sido aprovechados para la extracción y comercialización de turba. Actualmente, han suscitado gran interés científico y han empezado a valorarse como sitios de conservación, recreación y educación, especialmente, por la gran cantidad de servicios ambientales que pueden brindar si se encuentran un estado prístino o semi-conservado.

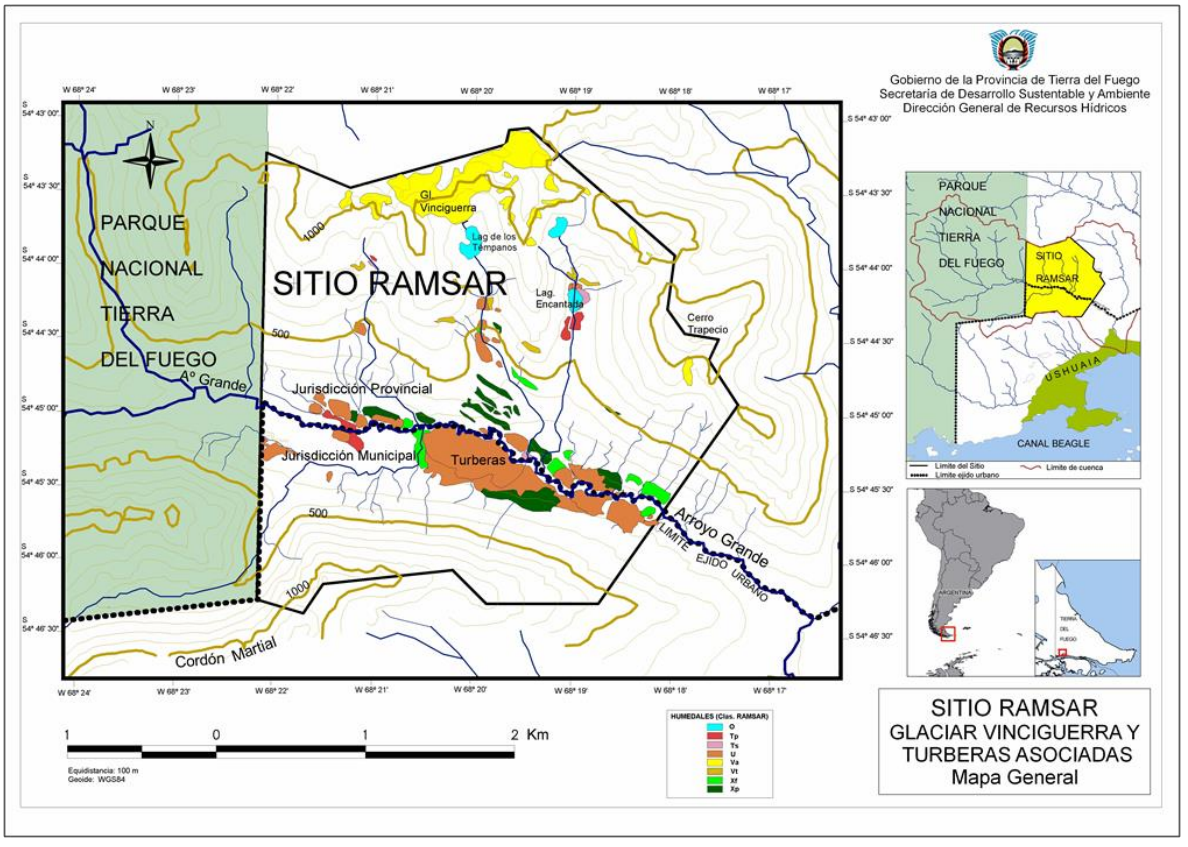
Pese a que, el estado argentino reconoció a las turberas como ecosistemas humedales que brindan amplios servicios ambientales en diferentes tratados internacionales, lamentablemente y, ambiguamente (por su contenido orgánico), la turba se encuentra clasificada, como mineral de segunda categoría en el Código de Minería de la Nación.

El área de estudio es una turbera de la comunidad de Sphagnum, de 4,67 hectáreas, que ha sido explotada para la extracción de su material orgánico, de forma manual, desde el año 1978 hasta el 2009. Se encuentra ubicada en el Valle de Andorra, formando parte de un sitio Ramsar. La turbera en particular, se ubica en tierras fiscales municipales. El sitio Ramsar se encuentra conectado al Oeste y Noroeste con

el Parque Nacional, y al Sur / Sudeste, con el barrio de Andorra de la ciudad de Ushuaia (Figura 1). Por ese entonces, y contemporáneamente, ciertos actores sociales de la comunidad científica y agentes técnicos comenzaron a preocuparse por los impactos ambientales que producen este tipo de actividades sobre estos ecosistemas. Esto, lo hacían destacando que brindan una amplia variedad de servicios cuando se encuentran conservados, a diferencia de que los mismos se invierten cuando estos sistemas han sido intervenidos. Por ejemplo, pasan, en balance neto, de ser una fuente de mitigación del cambio climático, a transformarse en una fuente de emisión de Gases de Efecto Invernadero. Esta transformación de beneficios a perjuicios; puede darse mediante extracción de la cubierta viva, mediante la creación de drenajes, o una combinación de ambos. Dicho cambio de visión que se gestó tras un proceso de consenso donde participaron múltiples actores, como políticos, productores de turba, investigadores, ONGs, agentes del estado y sociedad en general, culminó en la creación de una normativa de ordenamiento de las turberas fueguinas en el año 2011, la Resolución S.D.S.yA, N° 401/11, que entre otras disposiciones restringe el otorgamiento de nuevas concesiones exclusivamente a un sector establecido al oeste de la localidad de Tolhuin (ver Figura 3). La misma, permitió conservar turberas en ciertas zonas, aplicando criterios técnicos que lo fundamentaban, principalmente por sus servicios ambientales, especialmente los hidrológicos.

Figura 1

Ubicación y Clasificación de tipos de Humedales del Sitio Ramsar Glaciar Vinciguerra y Turberas Asociadas.
Fuente: DGRH.



Atendiendo al objeto de estudio, el establecimiento no había culminado los procedimientos legales para registrar la titularidad de la concesión. Todo esto, sumado a la creación del Sitio Ramsar "Glaciar Vinciguerra y Turberas asociadas" en el año 2009, hizo que la explotación cesara. La turbera intervenida fue abandonada, con una cantidad impresionante de residuos en su superficie, como tarimas plásticas y de madera, con una severa modificación de su topografía, provocada por la extracción de turba, la ejecución de un sistema de drenaje y zanjas de extracción de grandes dimensiones, sin aplicar ninguna medida de remediación.

La erosión continua del arroyo Grande, principal fuente de agua potable de la ciudad de Ushuaia, que pasa junto a la turbera intervenida, sobre un suelo inestable de turba degradada, contribuye al aporte de materia orgánica disuelta al curso de agua. Sumada a la gran cantidad de desechos actual proveniente de las deposiciones de los caballos que pastorean libremente y de los desechos de efluentes cloacales urbanos, no habilitados, aguas abajo; la disolución en el río de toda esa materia orgánica disuelta, llega a la planta potabilizadora, donde reacciona con el cloro libre agregado del proceso de potabilización, resultando sustancias cancerígenas en el agua de consumo para la población (trihalometanos, materia orgánica + cloro).

Existe abundante bibliografía sobre restauración de turberas en Canadá (Rochefort y Lode, 2006; Landry y Rochefort, 2012), que demuestran que los parámetros de calidad de aguas de cursos o cuerpos de agua receptores mejoran notablemente tras la restauración.

Cabe destacar que, más allá de una experiencia de restauración hidrológica en el caso de la turbera de la Reserva del Rio Valdés (Iturraspe et al., 2017), no hay ninguna experiencia en el país de restauración de alguna turbera que hay alcanzado el nivel de restitución de la vegetación formadora de turba y de sus servicios ambientales.

Por lo expuesto, restaurar la turbera podría ser un proceso clave para el aunar mejoramiento de la calidad de agua de la principal fuente de agua potable de la Ciudad de Ushuaia y para aumentar la valorización de esta área protegida.

El contexto que da origen al proyecto, deriva de la necesidad de disponer de la información que de este se desprenda por parte de la Dirección General de Recursos Hídricos (DGRH) de la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Tierra del Fuego, A. e I. A.S. y por los demás organismos vinculados en el manejo ambiental del sitio Ramsar Glaciar Vinciguerra y Turberas Asociadas, con el objetivo de mejorar, tanto, el nivel de protección, como la calidad de los servicios ambientales que brinda el mismo. Este encuadre, se da principalmente por la necesidad de remediar ecosistemas, como la turbera intervenida, que han sido impactados y que cumplen tan importantes funciones y servicios ecosistémicos en todas las dimensiones ambientales: locales, regionales y globales.

Se entiende por turbera intervenida: a aquella que haya sido sometida drenajes y/o extracción de

musgo/turba, provocando su degradación y afectación de servicios ecosistémicos; mientras que, por turbera conservada se entiende aquella que no ha sufrido estas alteraciones u otras (como incendios considerables, etc., que han afectado la provisión de algún servicio ecosistémico).

Por otra parte, la Dirección General de Recursos Hídricos posee dentro de sus competencias dadas por la Ley Provincial Nº 1.126 (Ley Marco de Gestión Integral de los Recursos Hídricos) las tareas de inventariar, monitorear, restaurar y proteger humedales (art. 6) y, en particular, el ejercicio de la representación como autoridad técnica responsable del manejo del sitio Ramsar "Glaciar Vinciguerra y turberas asociadas (Anexo I - Resolución S.D.S.yA. N° 326/15).

Objetivo general

- Aportar información de base y recomendaciones para llevar a cabo la restauración de la turbera intervenida del Sitio Ramsar Glaciar Vinciguerra y Turberas Asociadas, situado en la Ciudad de Ushuaia.

Objetivos específicos

1. Evaluar la cobertura vegetal a lo largo de la turbera intervenida del Sitio Ramsar de Ushuaia, en tres categorías: suelo desnudo, sucesiones de plantas exóticas y zonas de regeneración del musgo Sphagnum y su comunidad.

2. Relevar el área explotada de turba y caracterizar sus pasivos ambientales.

3. Determinar la factibilidad de llevar a cabo medidas de restauración y recomendar medidas complementarias para limitar las amenazas ambientales que esta área protegida sufre, o puede llegar sufrir.

Introducción

¿Qué es una turbera? El papel de las Turberas conservadas como bienes generadores de servicios ambientales.

Las turberas son ecosistemas que conforman un tipo de humedal que constituyen más de la mitad de los humedales del mundo. Presentan una capa superior vegetal formada en su mayoría por plantas hidrófilas adaptadas a su medio y una capa inferior, permanentemente saturada de agua, que consiste en los restos vegetales producto de la descomposición parcial de los mismos, dada la ausencia de oxígeno y

la saturación de agua en un medio ácido. De tal forma, esta materia orgánica se acumula, transformándose con el tiempo en turba (Domínguez et al., 2012). Conforman así sumideros de carbono obtenido de la atmósfera mediante fotosíntesis, mitigando el cambio climático. Sin embargo, turberas drenadas se transforman en fuente de emisión de CO_2.

Las turberas cubren el 3% de la superficie terrestre, habiendo sido degradado el 12,5% del área que ocupan (Convención sobre los Humedales, 2021). Siendo que la superficie de turberas degradadas en el mundo, es solo el 0,4 % de la superficie terrestre, aun así, representa el 4% de las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono, producto de su drenaje y degradación (Convención sobre los humedales, 2021).

Los bosques en suelo mineral, fijan carbono hasta alcanzar la madurez, luego su generación de materia orgánica se equilibra con la descomposición. En cambio, en una turbera conservada, la acumulación de materia orgánica es constante durante su existencia.

Las turberas prístinas, o semi prístinas, sustentan considerables recursos de agua dulce, y son importantes sumideros y almacenes de carbono. Son de interés de la ciencia, por su diversidad biológica y por su condición de registros singulares del paleoclima y la paleovegetación.

En cuanto, a la turba como recurso extractivo, se suele emplear para la elaboración de sustratos para la horticultura y floricultura, mientras que otros usos son: producción de calefacción o energía eléctrica (aunque su capacidad calorífica es limitada), para combatir la contaminación y para otras finalidades, como insumo para la producción de bebidas alcohólicas (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2004).

El carbono en turberas representa el 30% del carbono total en suelo continental, duplica la biomasa forestal y se considera que es equivalente al 75% del carbono atmosférico (Parish et. al, 2008), el cual "fue secuestrado de la atmósfera por la actividad de las turberas en los últimos 15.000 años, reduciéndose significativamente la cantidad de CO2 que existía en ella al comenzar el Holoceno" (Iturraspe, 2010, p.10). Las turberas son los ecosistemas terrestres más importantes para el almacenamiento de carbono y, por tanto, para regular el clima de la tierra (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2004) -Figura 2-.

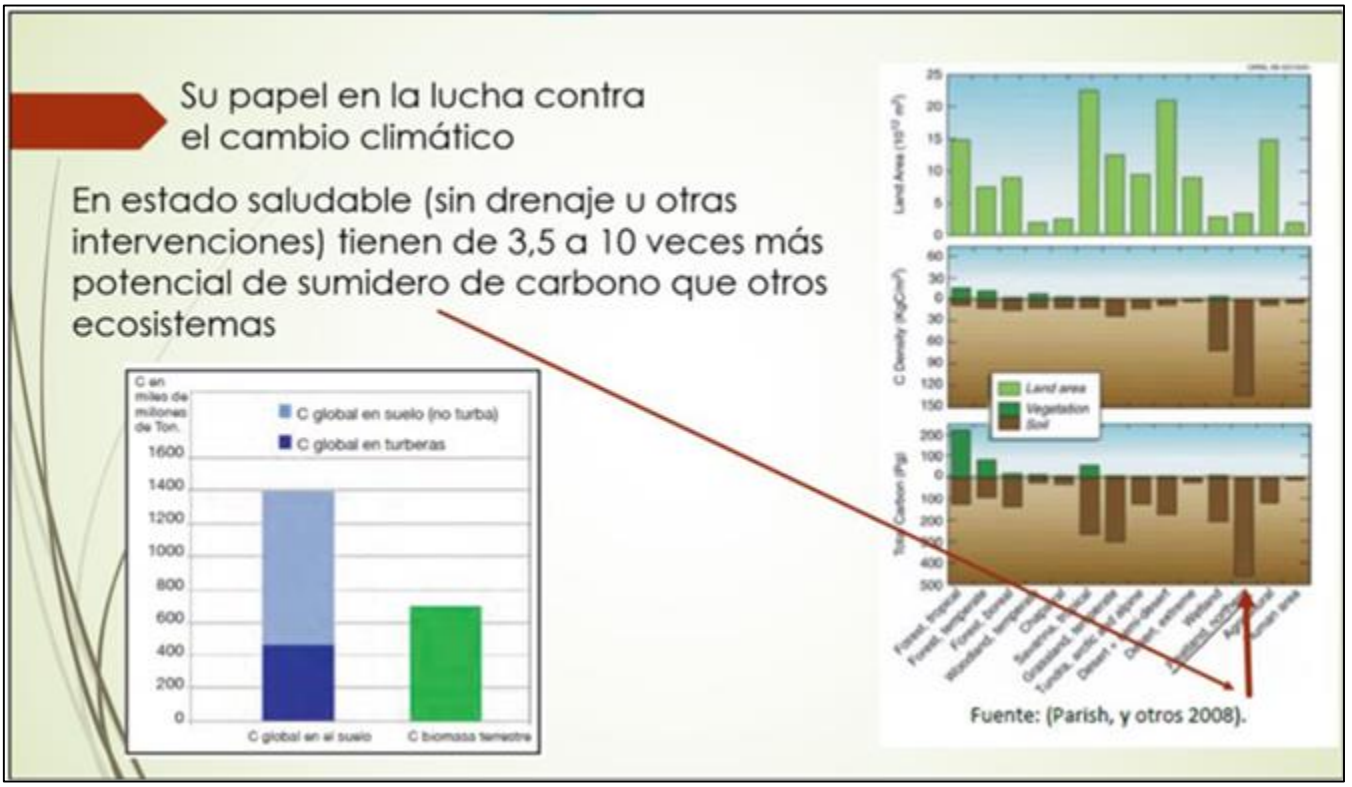
Las turberas, como todos los humedales cumplen un rol fundamental en la regulación de las cuencas hídricas, ayudando a mejorar la calidad del agua, controlando la cantidad y velocidad de los escurrimientos, reduciendo el transporte de sedimentos hacia los cursos principales, y por lo tanto los niveles de turbiedad. Además, presentan la capacidad de retener metales pesados y otros elementos químicos (Iturraspe, 2015).

"Las turberas desempeñan un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad mundial porque son el refugio de algunas de las especies más raras e inusuales de la flora y la fauna dependiente de los humedales" (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2004, p.5). Además de estos servicios, tienen la función de recargar acuíferos, controlar la erosión, y poseen un alto potencial de uso racional científico, educacional, turístico y recreativo (incluyendo su uso para el desarrollo de deportes invernales).

Figura 2

El papel de las turberas contra el cambio climático como sumidero de carbono atmosférico.

Adaptado de (Parish et al., 2008).



En Tierra del Fuego y la Patagonia, los orígenes de las turberas se dieron a partir del retroceso de los glaciares, formando lagunas que, luego, fueron colonizadas sucesivamente por diferentes plantas, como los musgos de Sphagnum, entre 11.500 y 18.000 años antes del presente (Ponce et. al, 2014).

Un servicio ambiental relevante en el ambiente de las cuencas de cordillera, de características torrenciales, es la función reguladora de inundaciones, ante la gran capacidad de las turberas para retener lluvias intensas. Adicionalmente, las turberas moderan los procesos erosivos y el transporte de sedimentos. Estas funciones tienen un valor económico que puede estimarse en el impacto de las crecidas sobre obras y bienes, así como también en la economía en procesos de decantación de sedimentos en la potabilización del agua (Criterio 2.5, Resolución SDyA N° 401/11). En la Tabla 1, se pueden visualizar un listado de los numerosos servicios ecosistémicos que brindan las turberas conservadas.

La explotación de la turba en Tierra del Fuego.

En la provincia de Tierra del Fuego Antártida e Islas del Atlántico Sur, la explotación de turba es una actividad regulada por el Ministerio de Producción y Ambiente, del Gobierno de la Provincia. Para llevar adelante este tipo de explotaciones, los interesados deben presentar la documentación requerida, tal como: el Proyecto de Desarrollo Económico Minero (PDEM), el Informe de Impacto Ambiental (IIA) y el Informe de Gestión Ambiental Anual Minero (IGAAM). Además, las nuevas solicitudes de

descubrimiento en la escribanía de minas deben ubicarse dentro del polígono destinado para el uso regulado de esta actividad, según la normativa de Ordenamiento de Turberas de la provincia anteriormente citada, la Resolución SDSyA Nº 401/11 (Figura 3).

Tabla 1

Servicios ambientales de turberas conservadas (Iturraspe, 2010).

	FUNCIONES		VALORES	
REGULACIÓN	CLIMÁTICAS	Mitigación del Cambio Climático Global Control del clima local	DESARROLLO	Agua potable y para otros usos
	HIDROLÓGICAS	Mitigación de crecidas Aporte de agua en sequías Calidad del agua Morfología del drenaje Aguas subterráneas	ADAPTACIÓN AL C. CLIMÁTICO	Instrumentos para la adaptación al Cambio Climático
	EDÁFICAS	Control de erosión	ECOLOGÍA	Biodiversidad
ESPACIO SOPORTE	HÁBITAT ECOLÓGICO	Sostén de biodiversidad Garantía de diversidad genética y procesos evolutivos	CIENCIA	Reservorios paleoclimáticos
	RECREACIÓN Y TURISMO	Deportes invernales	MEDICINA	Plantas y musgos con potencial medicinal aún no estudiado
	EDUCACIÓN AMBIENTAL	Un laboratorio natural accesible	PAISAJE	Rareza- Singularidad-Identidad
	POTENCIALIDAD FUTURA		TURISMO	Turismo de naturaleza- Actividades invernales
			PRODUCTIVIDAD POTENCIAL	Todos los valores productivos intactos y disponibles a futuro

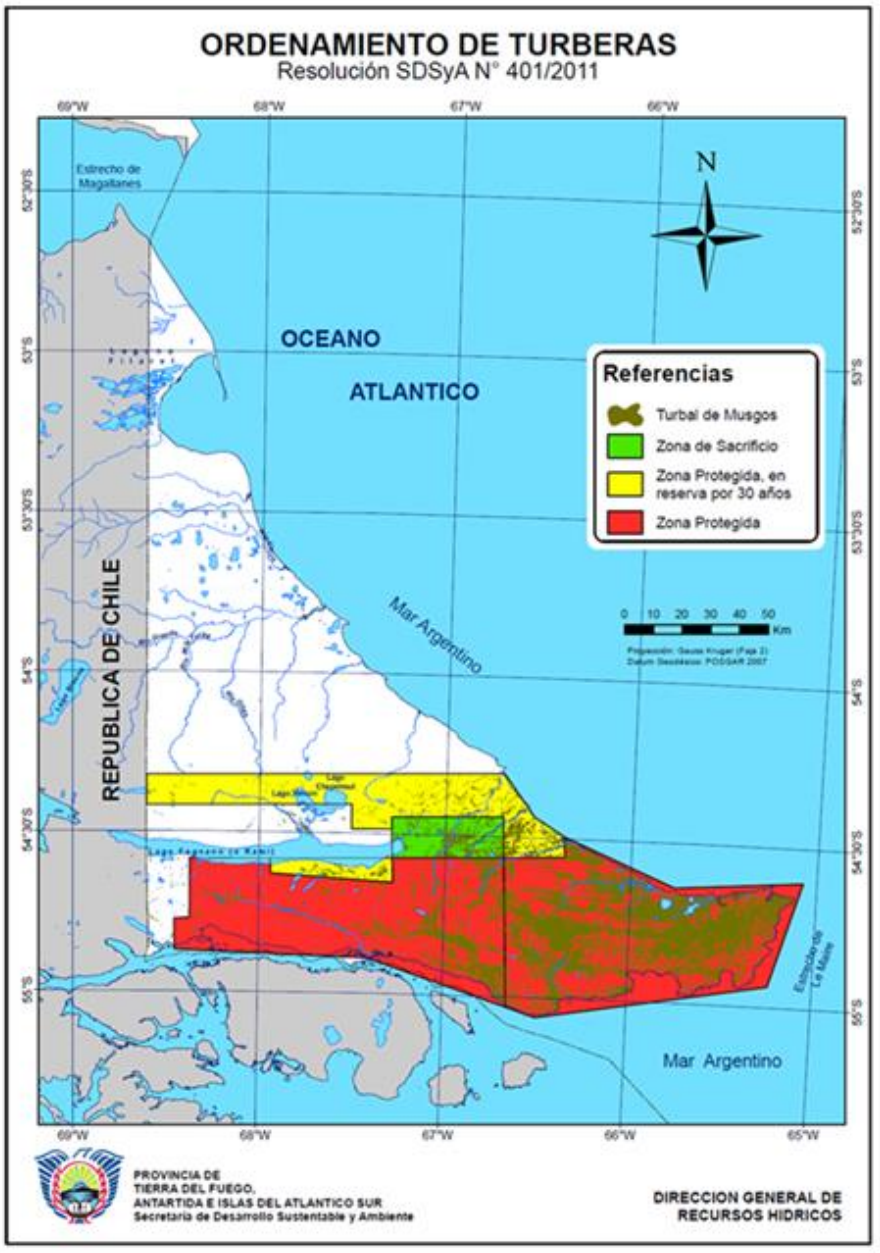
La explotación de turba altera radicalmente el medio en el cual se desarrolla el ecosistema de las turberas de Sphagnum, revirtiendo el proceso de acumulación de materia orgánica y fijación de carbono. Estudios realizados en turberas de Lapataia y Harberton muestran tasas de acumulación de turba entre 0,51 y 0,71 mm al año (Rabassa, 1989 en Iturraspe, 2010). Sin embargo, este proceso, es interrumpido debido al drenaje y la desecación, producto de la actividad extractiva o la activación del drenaje, que promueve un descenso del nivel freático, quitando al ecosistema la condición básica para su estabilidad. Este estado de degradación, provocado por la actividad humana, permite la penetración de oxígeno que favorece la descomposición de la materia orgánica depositada, a la vez que favorece la subsidencia del suelo (hundimiento y pérdida de estructura) debido a la desecación y la descomposición, permitiendo la liberación de CO_2 a la atmosfera y de carbono orgánico disuelto hacia los cursos de agua. Esto ocurre, aún sin efectuar la explotación, solo con la activación del drenaje.

El resultado, visto comúnmente en la experiencia de campo, es que además de turberas explotadas, se pueden ver turberas drenadas, en las que no se ha aprovechado totalmente el recurso, o solo parcialmente. Con solo dicha intervención, se ha afectado severamente a la funcionalidad ecosistémica de las turberas. Este cambio sustancial en el ecosistema, favorece la colonización de comunidades arbustivas, algunas de ellas exóticas, cuyas raíces favorecen aún más la descomposición (Domínguez et al., 2012). Así, incluso

una intervención parcial de una turbera produce, a mediano plazo, la degradación de toda la unidad ecosistémica (Expediente MPA-E-31387- 2021). Actualmente, el método más usado es el de extracción con maquinaria mediante de rastrillaje y aspiración. Según observaciones hechas en campo y las declaraciones de los productores, la capa extraída por esta técnica puede llegar a ser alrededor de 5 cm de espesor por pasada. Este método extractivo, de reciente aplicación a nivel local, tiene como desventaja, entre otras, la pulverización de las fibras, generando una pérdida considerable del material. Por todo esto, la reposición de la turba acumulada es prácticamente imposible a una escala temporal humana, aun cuando al finalizar la explotación se apliquen medidas de restauración necesarias para propiciar la restauración de sus condiciones hidrológicas básicas y la reposición de la vegetación original.

Figura 3

Ordenamiento Territorial de Explotación de Turberas de Sphagnum, Resolución SADSyA N° 401/11.
Elaborado por Eliana Peralta, 2023.



Los métodos de restauración de turberas aplicados en otras partes del mundo, como en Canadá, no se han llevado aún a la práctica por parte de los productores locales de turba. Se sabe, que en el imaginario de los productores de turba y de otros actores sociales, podría estar incluido el erróneo concepto de que la turba se regenera por sí sola (Mera, 2018). Esto, sin mediar las condiciones climáticas, hidrológicas y geomorfológicas necesarias, como si éstas fueran idénticas a las que dieran origen a las turberas hace varios milenios. En este sentido, en relación con este imaginario, no se ha visto que los productores de turba hayan puesto en marcha ningún plan de restauración en los yacimientos caducados, tal como lo impone el marco legal.

Además de la destrucción del ecosistema, su carácter no sustentable y la degradación del paisaje natural, el perjuicio por la intervención en las turberas tiene un alcance más allá del área extractiva, impactando en la hidrología de los sectores inferiores de la cuenca, teniendo en cuenta la funcionalidad hidrológica de estos humedales para evitar escurrimientos torrenciales provenientes de lluvias intensas (Criterio 3.1, Resolución SDyA N°401/11).

En las Fotos 1-5, del Anexo Fotográfico General (fuente: DGRH-Secretaria de Ambiente de la Provincia de Tierra del Fuego), se pueden visualizar algunos manejos inapropiados de la actividad, como la modificación del suelo de las turberas sin planificaciones adecuadas, con o sin agregado de áridos, el drenado excesivo, la dispersión de residuos, la pérdida del material extraído, etc.

La explotación de turba no es una actividad sostenible, pues una turbera intervenida ya no podrá volverse a utilizar, o regenerarse para volver a brindar servicios como ecosistema funcional, incluso, si se aplicaran proyectos de restauración.

¿Qué es un Sitio Ramsar?

En la década del ´60, a nivel mundial empezó a surgir preocupación ambiental por la disminución de poblaciones de aves debido principalmente a la destrucción de las zonas húmedas que constituían su hábitat. Al mismo tiempo, estos cambios globales coincidieron con la masividad del uso de agroquímicos y el aumento de estos tipos de cambios de usos de suelo, en todo el mundo. Así, se dieron las primeras reuniones entre gobiernos, organismos no gubernamentales y científicos trataron de resolver esta problemática ambiental, logrando en febrero de 1971, la firma del tratado “Convención relativa a los Humedales de importancia Internacional, especialmente como Hábitat de aves Acuáticas”, conocida también como Convención Ramsar[1]. La suscripción a dicho tratado internacional en 1991, por parte de la Argentina, obliga a hacer un uso racional de los humedales, tendiendo a su conservación, especialmente protegiendo aquellos que por sus características especiales tienen importancia Internacional y son

[1]ciudad donde se labró la Convención, perteneciente a la República Islámica de Irán.

declarados “sitios Ramsar” mediante actos administrativos (Ley Nacional Nº 23.919, 1991). Estos compromisos internacionales incluyen la restauración de humedales impactados.

Los humedales son ecosistemas cuya presencia de agua actúa como factor principal, condicionando al medio en donde se desarrolla la vida vegetal y animal, formando un ambiente intermedio entre uno terrestre y uno puramente acuático, donde la capa freática suele estar cerca de la superficie, o formando ambientes en zonas de aguas poco profundas, o caracterizados por el desarrollo de vida en aguas permanentes, zonas saturadas de agua, como las turberas conservadas, o de forma temporal, mediante ciclos hidrológicos.

Cumplen valiosos y numerosos servicios ambientales, además de ser hábitat de animales y otras especies únicas de otros reinos, los cuales en este trabajo pondremos en valor principalmente los que aportan un tipo de humedal que se desarrolla en el ambiente fueguino, las turberas de la comunidad de musgo Sphagnum.

El sitio Ramsar Glaciar Vinciguerra y turberas asociadas, sus dimensiones económicas, sociales y ecológicas.

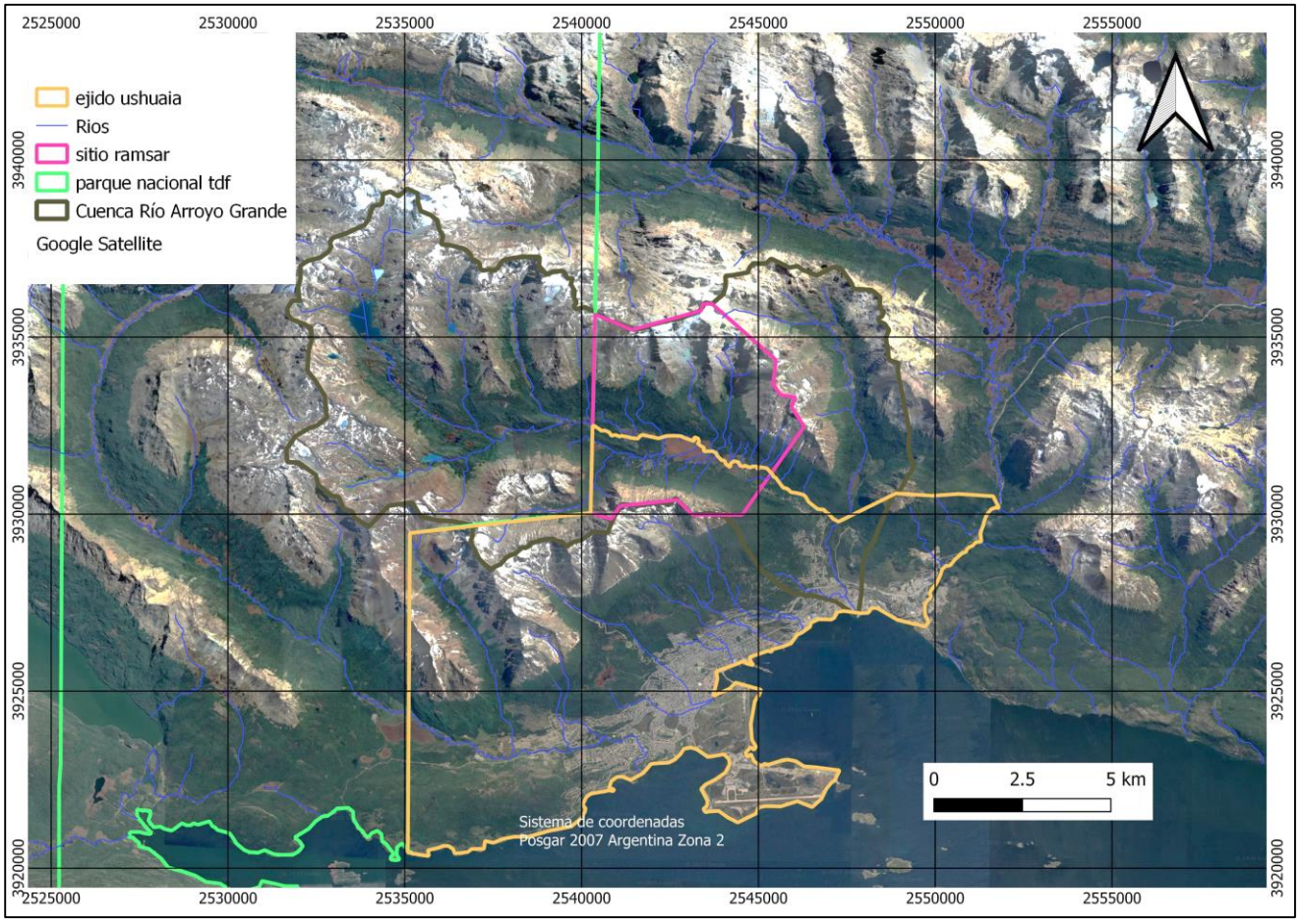
El sitio Ramsar de la Ciudad de Ushuaia se encuentra en la cuenca media del río Arroyo Grande, en el valle de Andorra, cuyos inicios de senderos limita con la finalización de la urbanización del barrio homónimo y la zona sur del sitio se encuentra dentro del ejido urbano (Figura 4). Fue avalado sitio Ramsar mediante el Decreto Provincial N° 954 en el año 2009, es el sitio número 1.886 a nivel internacional y el número 19 a nivel nacional, contando con adhesión del Municipio por medio de la Ordenanza Municipal N° 3390/08 y por el Decreto Municipal N° 1275/2008 que declara reserva ambiental a las turberas localizadas en el sector del ejido urbano.

También, recientemente, se creó una nueva área protegida de jurisdicción provincial, mediante la Ley Provincial N° 1.528 (2023) que abarca las tierras provinciales del sitio Ramsar (Margen Norte del río Arroyo Grande) y otras zonas de la cuenca media del Arroyo Grande y la subcuenca del Arroyo Chico (Figura 5). El principal objetivo de esta norma es proteger la principal fuente de agua potable de la Ciudad de Ushuaia, tanto en calidad, como en cantidad.

El sitio Ramsar, presenta valores que deben preservarse por sus características excepcionales y por su rareza. Posee ecosistemas que reproducen a la perfecta turbera de Sphagnum ombrotrófica, comunidades ecológicas y especies amenazadas a nivel mundial, y una variedad de humedales glaciares y otros ecosistemas representativos de la región biogeográfica (Figura 6). En su conjunto, el área funciona como un gran sistema de amortiguación entre la ciudad y el Parque Nacional Tierra del Fuego. Sus lagunas, sus humedales y sus glaciares forman parte fundamental en la hidrología de la cuenca, conformando un mosaico de humedales, que logran ser parte del control y el alivio de inundaciones y la recarga de

Figura 4

Ubicación del Sitio Ramsar Glaciar Vinciguerra y Turberas Asociadas (2760 ha) dentro de la Cuenca del río Arroyo Grande.



Nota Se puede observar la división interna de tierras fiscales municipales, al sur del Río Arroyo Grande (línea amarilla dentro del polígono fucsia) y provinciales, al Norte de este curso de agua; y su cercanía el área urbana (lado SE). Elaboración propia.

acuíferos. Como se describió, las turberas de Sphagnum, desarrolladas en el sitio, tanto en altura (como las turberas boscosas en asociación al bosque de ñire) como en los valles, son sumideros de carbono, realizando un importante aporte al control y la estabilidad del clima mundial. Las turberas del sitio Ramsar "han sido consideradas por International Mire Conservation Group (IMCG) entre las más bellas del planeta, por las características especiales morfológicas que presentan, siendo exponentes en forma pura y prístina de las turberas elevadas de Sphagnum como pocas otras en el mundo" (Iturraspe et al., 2009) y que además juegan un importante papel en la regulación hidrológica de la cuenca. En conjunto todos estos ecosistemas, bosques, turberas arboladas, diferentes cursos de agua, las deposiciones que ocurren en ellas evitan la erosión del suelo, aportan y regulan los nutrientes, mejorando la calidad de agua, como así el ciclo de los mismos.

Figura 5

Reserva Hídrica Provincial: Vinciguerra y Valle del Arroyo Chico. Elaborado por Eliana Peralta, 2023.

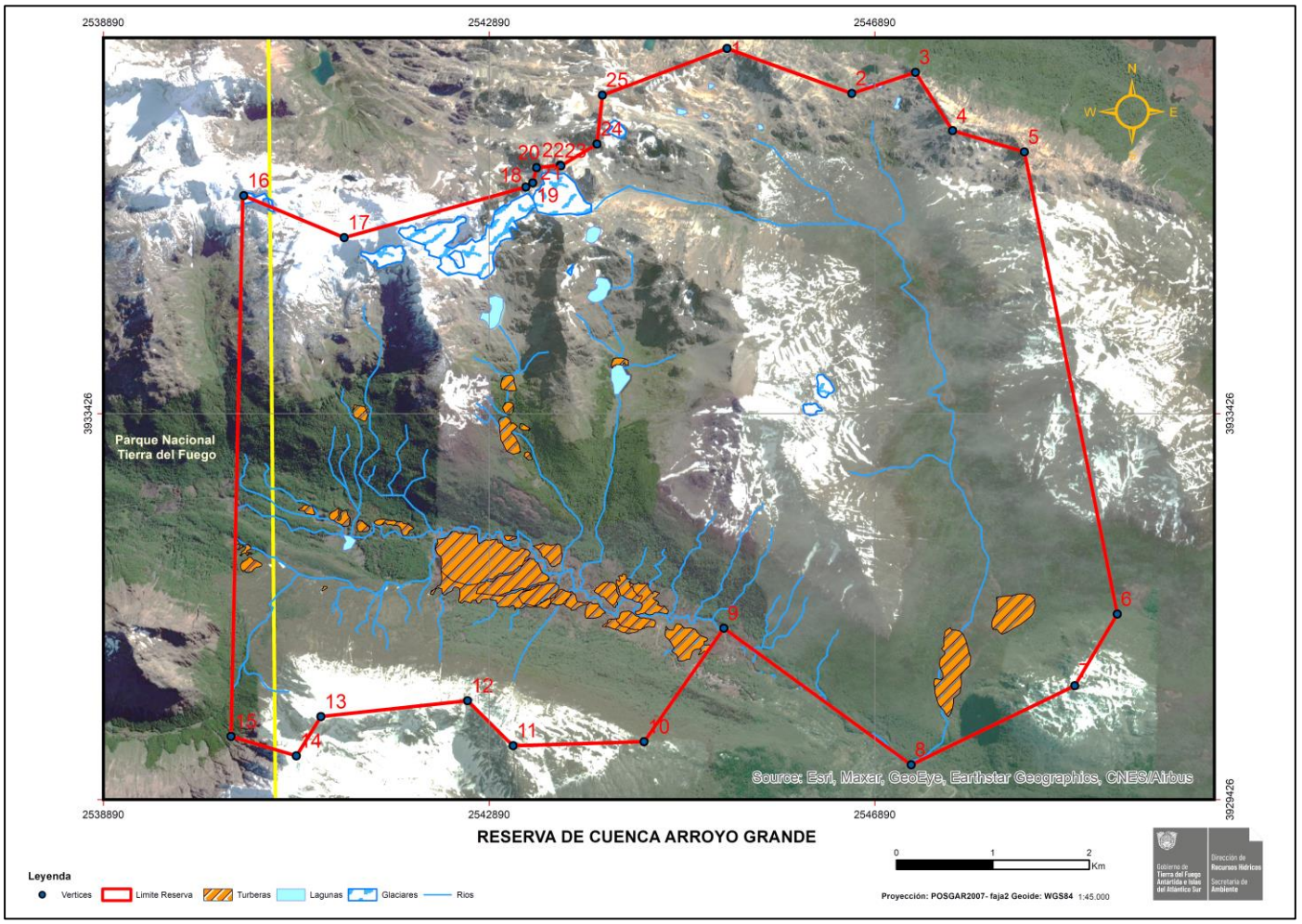
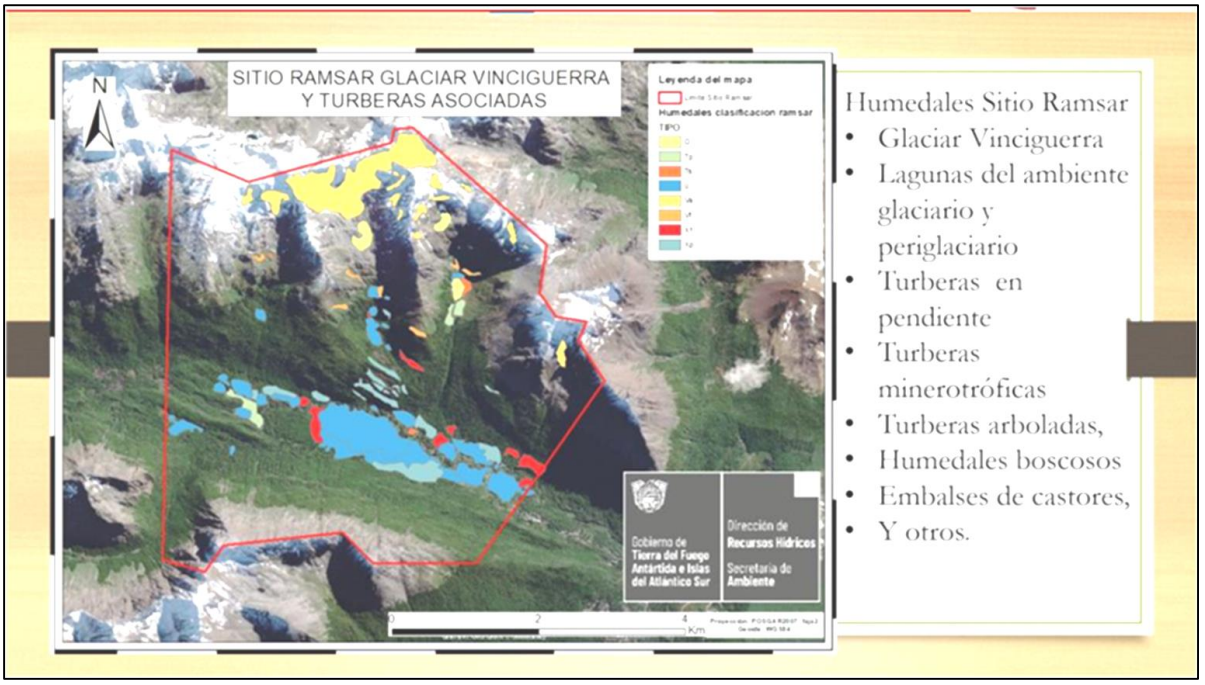


Figura 6

Clasificación de tipos de humedales presentes en el Sitio Ramsar Glaciar Vinciguerra y Turberas Asociadas. Fuente: DGRH, 2022.



El sitio es un atractivo turístico para la realización de caminatas, siendo visitado desde todas las partes del mundo. Uno de ellos, el sendero de rocas panorámicas, valoriza la apreciación de vistas panorámicas del mosaico de humedales de los valles, donde se puede visualizar, desde la altura, el particular patrón de acumulación de aguas de las turberas de Sphagnum. Mientras que, al realizar el sendero de los humedales se puede sentir las turberas en primera persona. Periódicamente, la DGRH realiza caminatas educativas a las turberas para escuelas y es común su uso como fuente de estudios por la comunidad científica. Sus usos y valores están basados sobre todo en características escénicas y prístinas del paisaje (cambiante en cada día del año), brindando la posibilidad de realizar un abanico de caminatas (ver senderos en Figura 7), lo que ayuda a aumentar la calidad de vida de sus visitantes.

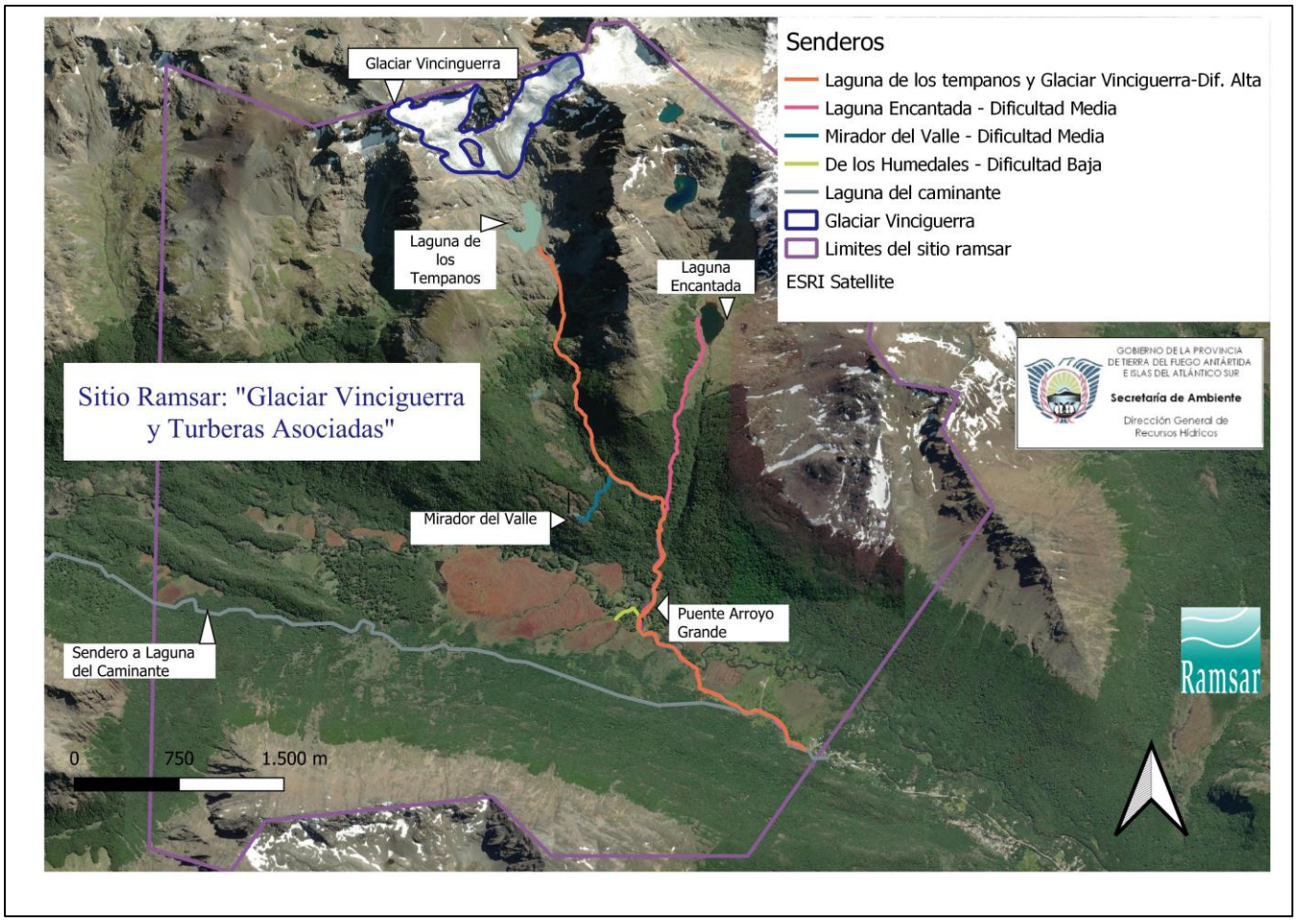
Todos estos son criterios de valoración se tuvieron en cuenta a la hora de declarar el área como sitio Ramsar.

La parte alta de la cuenca se encuentra protegida por el Parque Nacional Tierra del Fuego y la cuenca intermedia por el sitio Ramsar, la parte baja transcurre por la ciudad de Ushuaia. De acuerdo con la clasificación de cuencas de Tierra del Fuego realizada por Iturraspe et al. (2000), siguiendo el criterio hidrológico, la cuenca del Arroyo Grande es del tipo cuenca de cordillera. Por lo que, se caracteriza por presentar una red de drenaje muy densa, de recorrido corto, fuertes pendientes y caudal moderado. Hace 20000-18000 años, la cuenca y demás áreas circundantes estuvieron sometidas a un notable englazamiento que la conectaba con el glaciar principal del canal Beagle. La actividad erosiva de los glaciares, modeló al valle con la forma típica de U, dando como resultado una suave pendiente en el plano longitudinal. Esto constituye un factor de importancia para el desarrollo de turberas, cuya formación comenzó luego del retiro del englazamiento, con dataciones de edad mínima de 9310 ± 180 14C (Coronato, 1995, en Iturraspe et al., 2009). El Arroyo Grande, es el curso principal; a lo largo de su recorrido recibe aportes de cuatro afluentes: el arroyo del cañadón Negro por la margen sur, y tres arroyos sin nombre por la margen norte. El caudal medio de estos oscila entre 0,150 y 0,350 m3/s. Por su parte, el caudal del Arroyo Grande a la altura de su desembocadura presenta un caudal medio de 3,70 m3/s. Los caudales máximos mensuales son en noviembre y diciembre, periodo durante el cual también suelen ocurrir las crecidas máximas anuales (Iturraspe et al., 2009).

Otras amenazas y presiones ambientales de origen antrópico, son: el impacto del ganado asilvestrado, sobre todo el equino en la comunidad biótica y en el suelo, la posible continuidad de la urbanización y la afectación de humedales y otros ecosistemas o cursos de agua, mediante drenajes y relleno los perros cimarrones que pueden llegar a atacar a visitantes o a las aves silvestres u otros animales, la extracción de recursos forestales, la generación de senderos no conformados, los impactos ambientales que provoca el castor canadiense y la trucha (especie introducida), el uso no permitido de actividades recreativas motorizadas, o por necesidades de gestión del sitio o durante el rescate de usuarios, el abandono de

residuos, y el daño de la cartelería o de cualquier otro tipo de infraestructura establecida para el disfrute y cuidado del sitio Ramsar. Otras posibles amenazas son: los incendios forestales y de interface el desarrollo o impacto de otras especies exóticas o introducidas de flora o fauna, como el alga dídimo (o "moco de roca", *Didymosphenia geminata*, cuya presencia no fue evidenciada todavía), la construcción de infraestructuras u obras viales para brindar servicios, la caza, la pesca no regulada y el paseo a caballo no regulado (ver Anexo de Fotos Generales del N° 29-36, 38-40 y 42).

Figura 7
Senderos del sitio Ramsar "Glaciar Vinciguerra y Turberas Asociadas. Fuente: DGRH, 2024.



No existen infraestructura de servicios básicos sanitarios ni para los usuarios ni para el personal fiscalizador en el sitio. Tampoco posee un plan de manejo, por lo que este trabajo se fomenta como de referencia para su futura elaboración.

Diferencias entre hidrología de turberas conservadas e intervenidas

Payette (2001), describe a las turberas ombrotróficas, también llamadas blogs, en inglés, que significa que suelen estar elevadas por encima del paisaje circundante y que su único aporte de nutrientes proviene de la precipitación y la deposición atmosférica, de ahí el origen de su nombre. Por esta razón, estas turberas

son pobres en nutrientes y minerales. Su agua de alimentación de procesos ecológicos necesariamente tiene que contener pocos nutrientes. Es decir que su regeneración implica que la fuente de agua provenga de lluvias o de la percolación de agua proveniente de zonas pobres en minerales o en desechos orgánicos.

Baumann (2006), estudio la hidrología de una turbera conservada ubicada, aguas arriba del río Arroyo Grande, en el mismo Sitio Ramsar, la clasificó también como ombrotrófica, concluyendo que estos tipos de turbera se alimentan únicamente de la lluvia, en concordancia con la clasificación dada, y, que, en esta zona están fuertemente dominadas por una especie vegetal, presentado una baja diversidad de especies, pero, sin embargo, puede ser muy diverso en niveles organizativos superiores, mostrando patrones espaciales distintivos (microtopos) estrechamente vinculados con diferentes mecanismos de autorregulación refinados, como el de reducir la porosidad horizontal de la turba en el nivel inferior del acrotelmo (estrategias de regulación del flujo del agua).

León et. al (2022), realizan un compendio de información de turberas sanas de la Patagonia Austral, concluyendo que hidrológicamente sus fluctuaciones del nivel freático son bajas en comparación con las de los suelos minerales.

Landry y Rochefort (2012), continúan dando definiciones, para entender que fenómenos se dan en turberas intervenidas, en comparación con conservadas, explicando que, en estas últimas, la acumulación de turba se produce en el catotelmo, que es la capa situada debajo del acrotelmo, ya que las tasas de descomposición aquí son muy bajas. La baja tasa de descomposición se debe a las condiciones frías y anaeróbicas que dan como resultado una baja actividad microbiana. Los microbios en el catotelmo consisten principalmente en metano bacterias, bacterias productoras de metano que son abundantes en ambientes húmedos. Hay poca o ninguna fluctuación del nivel de agua en esta capa, ya que está constantemente saturada de agua.

En este sentido, Rydin y Jeglum (2006), observaron que esta capa contiene turba más vieja y compacta, dando una conductividad hidráulica mucho menor (Boelter, 1965), lo que significa que hay poco movimiento de agua.

Landry y Rochefort (2012), aportan al marco teórico que la naturaleza diplotélmica de las turberas regula los servicios ambientales hidrológicos, como la retención de agua y la capacidad de sedimentación en el ambiente. Sin embargo, esto sólo se aplica a las turberas prístinas, porque, con el simple drenaje, la vitalidad del acrotelmo es pérdida. Una turbera intervenida sólo tiene una capa (el catotelmo) y se convierte en una turbera hiplotélmica. Estos cambios hidroambientales desencadenan diferentes sucesiones ecológicas, en la cual otra flora y fauna coloniza la superficie de la turbera hiplotélmica (Cagampan y Waddington, 2008).

La distancia de influencia o afectación que produce un drenaje en una turbera intervenida es difícil de definir, y puede variar de un sitio a otro. Rothwell et al. (1996) y Ahti (1980), encontraron que la

desecación, y la pérdida de agua en turberas drenadas son inversamente proporcionales al espacio entre zanjas. La distancia de influencia será generalmente mayor sobre la vegetación y la capa superior de turba (acrotelmo) que la capa inferior (catotelmo), dónde hay un descenso sutil el nivel del agua. Belleau et al., (1992), estudiaron la frecuencia en la cual el nivel del agua se encontró por debajo de la zona radicular (20 cm) en turberas drenadas era del 100% a 10 m de la zanja, del 70% a 20 m de la zanja y del 40% a 30 m de la zanja, en comparación con un 23% de frecuencia en una turbera conservada. Es decir, que, en turberas prístinas o diplomáticas, el nivel de agua se mantiene con mayor frecuencia cercano a la superficie. Otros autores, han registrado distancias de afectación del acrotelmo desde el drenaje, que varían de 30 a 200 metros. En cuanto al catotelmo, se han registrado distancias de afectación de 5 a 60 metros. También, se encontró que la distancia de afectación depende de las dimensiones de los drenajes, cuanto más profundos sean, más distancia de afectación se registra. Así como también, varios autores, como, por ejemplo, Rothwell y otros (1996) registran mayores fluctuaciones en el nivel de profundidad del agua subterránea en turberas intervenidas que en turberas conservadas y, en menor medida, en turberas restauradas (como nivel intermedio de fluctuación del nivel de profundidad de agua subterránea).

En un mismo sentido, (Holden et al., 2006) registraron que la cantidad de agua escurrida, anualmente, en turberas intervenidas es mayor que en turberas conservadas, disminuyendo la capacidad de retención y regulación de flujos de agua, sobre todo durante eventos extremos de lluvia. En turberas intervenidas cierta cantidad de agua de entrada es desviada directamente a las zanjas de drenaje. Por lo tanto, esta agua no queda retenida dentro del turbera y fluye rápidamente fuera de la turbera. Además, se han registrado estas diferencias con mayores periodos de duración de la liberación de agua. Esto también tiene que ver con que la porosidad y el poder filtrante de una tubera saludable es mayor que la de una turbera intervenida. Mucho del escurrimiento de turberas intervenidas es agua subterránea, mientras que de turberas conservadas es, sobre todo, agua superficial. Esto es debido a que, en turberas intervenidas el agua freática se encuentra en niveles más profundos (Landry y Rochefort, 2012).

En una turbera intervenida, las condiciones más secas en capas de turba superiores pueden cambiar el movimiento hidráulico al aumentar el tamaño de los poros por la desecación, favorecen la capilaridad desde aguas más profundas hacia la superficie y, al mismo tiempo, la evaporación de agua, con la consiguiente pérdida de agua de la turbera; aportan Price y Whitehead, (2001).

Un factor importante para aumentar las condiciones de desecación en turberas intervenidas, observado por la propia experiencia en campo, puede provenir de los vientos y las ráfagas, característicos de los biomas de la zona que afectan especialmente turberas donde ha sido removido el acrotelmo.

Price (2001), determinó que el acrotelmo de una turbera conservada es buen aislador térmico, produciendo que las turberas conservadas tarden más, tanto en secarse, como en congelarse. Strack et al. (2008), concluyen que cuando una turbera es drenada, la cantidad de carbono orgánico disuelto (COD)

dispersada desde la turbera hacia los arroyos receptores es mayor que en una turbera conservada. Incluso el nivel de COD liberado, aumenta al pasar los años de que una turbera haya sido intervenida. Debido a que el COD de las turberas posee color, modifica el color del agua, afectando a los procesos de fotosíntesis y con este los niveles de oxígeno disuelto (Steinberg, 2003). Incluso las sustancias húmicas dispersas en el agua pueden funcionar como agentes transportadores de tóxicos en el ambiente (Steinberg, 2003). Así como también, se ha observado que turberas drenadas pueden liberar nutrientes a los cursos de agua receptores, los que pueden aportar a que ocurran procesos de eutrofización. Además, la liberación de SS, también detectados en aguas excedentes de turberas intervenidas afectan a la comunidad bentónica de cuerpos o cursos de agua receptores (Schofield et al., 2004).

La eficiencia de un sistema de drenaje en una turbera es función de la pendiente de la turbera (Stewart y Lance, 1991), la edad de las zanjas de drenaje, su colocación, dirección y profundidad (Braekke, 1983), así como la distancia entre zanjas (Ahti, 1980; Belleau et al., 1992; Holden et al., 2004). La estructura del suelo, la temperatura y la conductividad hidráulica de la turba también son elementos importantes para determinar el flujo del agua, horizontal y vertical, dentro de una turbera (Boelter, 1972; Armstrong, 2000).

Experiencias en restauración de turberas de Sphagnum.

Landry y Rochefort (2012), recopila resultados de varios científicos que han restaurado turberas explotadas (cerrando drenajes), los cuales han logrado reestablecer, tras años de recuperación, parte de la flora y fauna original, disminuido la liberación de Compuestos Orgánicos Disueltos (COD), y Sólidos en Suspensión (SS) y la coloración en cursos de agua receptores, bajar los procesos de respiración y aumentar los de fotosíntesis, reducir la densidad de la turba y con eso su capacidad de regular flujos de agua.

Domínguez (2017), realizó una guía para la restauración de turberas de Sphagnum chilenas, en base a sus experiencias previas, en la que expone como uno de los factores limitantes para llevar a cabo con éxito dicha tarea, es restablecer el nivel freático cercano a la superficie.

Neimann (2023), desarrolla con mayor profundidad los procedimientos realizados en la única experiencia de restauración hidrológica de una turbera en la provincia de Tierra del Fuego, donde Iturraspe et al. (2017) emprendió la tarea de cerrar sus drenajes, llevando a cabo, además, el monitoreo de las fluctuaciones del nivel freático a lo largo de un año, en comparación con los obtenidos en una turbera conservada, cercana a la rehidratada. Una de las conclusiones de este autor es que, en los meses de verano, ambas turberas tienen un descenso mayor del nivel freático, en concordancia con el aumento de los procesos de evapotranspiración dado por las mayores temperaturas que se dan en esa estación. En cambio, en los meses invernales, los niveles se encuentran saturados.

En el mismo sentido Grootjans et al. (2012), e Iturraspe et al. (2017), mencionan que las medidas de

restauración para este tipo de turberas requieren aumentar los niveles de agua cercanos a la superficie mediante el cierre de drenajes, pero al mismo tiempo, hay que evitar las inundaciones permanentes que limitan los procesos de fotosíntesis de la comunidad de Sphagnum.

Joosten (2021) propuso directrices globales sobre la rehumidificación y restauración de las turberas, indicando que sin una rehumidificación completa y el logro de la regeneración de la vegetación, el hundimiento de la turba y las emisiones de carbono seguirán existiendo; y toda la turba drenada acabará sufriendo una inundación incontrolada o una oxidación completa, dejando a menudo estériles los suelos.

Una de las posibles acciones para encarar la restauración de turberas, propuestas por la Comisión Interdisciplinaria de Ordenamiento de turberas de la Provincia de Tierra del Fuego, en el año 2021 (Expediente MPA-E-31387-2021), es conservar una zona de diásporas, de la comunidad de Musgo Sphagnum no afectada por el drenaje, que se encuentre en condiciones de recolonizar la unidad ecosistémica, o bien para su uso para la reimplantación de diásporas en la zona de extracción.

Esto significa que antes de promover una restauración comprometida de la turbera es necesario analizar los cambios que se han provocado en el relieve, la profundidad de turba remanente, así como, caracterizar tanto la cobertura vegetal, como los residuos, las zanjas y drenajes, y otras cuestiones que ya han sido mencionadas y las cuales, algunas de ellas, formaran parte de las actividades a realizar en el presente trabajo.

Desarrollo

Metodología

Descripción del trabajo realizado.

Para lograr un análisis de la situación ambiental en que se encuentra la zona impactada se pusieron en práctica seis (6) actividades de evaluación de degradación ambiental, relevados en estudio de campo, con el fin de deducir lineamientos para la restauración ambiental del sitio. Estos fueron:

- 1ra. Actividad: Mapeo de ambientes. Inventario de cobertura vegetal. Descripción de la modalidad de explotación.
- 2da. Actividad: Relevamiento de Residuos e Infraestructura de la explotación de turba y zonas aledañas.
- 3ra. Actividad: Comparación de flora encontrada en la turbera intervenida y en una conservada del sitio Ramsar.
- 4ta. Actividad: Sondeos de espesor de suelo orgánico de sobrevida.
- 5ta. Actividad: Instalación de una red de freatímetros para el monitoreo de las fluctuaciones del nivel freático de la turbera con una frecuencia mensual (abril- 2024 a marzo- 2025).
- 6ta. Actividad: Relevamiento y Dimensionamiento de Zanjas y Drenajes.

Las metodologías aplicadas, resultados y discusiones se desarrollan en cada subsección para cada actividad.

1ra. Actividad: Mapeo de ambientes. Inventario de cobertura vegetal. Descripción de la modalidad de explotación.

Para reconocer los diferentes ambientes, y demás subactividades se realizaron relevamientos de observaciones en campo con fotografías georreferenciadas, usando la aplicación SW Maps en el terreno (Aviyaan Tech, 2025), contrastada con la base de datos de la DGRH Clasificación de Humedales del Sitio Ramsar (Convención de los Humedales Ramsar, 2009). y con el mapeo con el programa QGIS 3.28.0., sistema de proyección utilizado en el Posgar 2007 faja 2 siguiendo pautas establecidas por la Metodología aplicada para el Inventario Nacional de Humedales (Kandus y Minotti, 2018). Las imágenes de fondo usadas para el inventario fueron de Google Satélite (mapeo de ambientes), y la obtenida por sobrevuelo de un vehículo aéreo no tripulado, V.A.N.T DJI 2 MINI (Cortesía de Santiago Javier Martínez) que aportó mayor definición para el inventario de coberturas vegetales/suelo desnudo.

2da. Actividad: Relevamiento de Residuos e Infraestructura de la explotación de turba.

Se contabilizó el tipo de residuo más frecuentemente encontrado (tarimas /secadores de turba de madera) mediante el conteo por procesamiento utilizando el programa QGIS 3.28.0. (Free Software Foundation Inc., 2009), en dos imágenes de fondo. Primero se usó la imagen satélite de la plataforma Google Earth, y luego la obtenida por un sobrevuelo V.A.N.T, y se compararon ambos resultados finales. En campo se midieron las dimensiones de las tarimas. Las infraestructuras, microbasurales y otros deshechos se relevaron en el sitio, georreferenciando con el uso de la aplicación SW Maps y el programa QGIS.

3ra. Actividad: Comparación de flora entre la turbera intervenida y la conservada.

Se realizó un relevamiento de las especies de flora de la turbera intervenida en comparación con las de turbera próxima conservada ubicada en el sitio Ramsar (Figura 12). La metodología utilizada fue adaptada de (Domínguez et al., 2012), aplicando algunos criterios propios de comparación de especies por reconocimiento de aspecto similar alternando el uso de diferentes catálogos, la Ficha informática del sitio Ramsar N° 1886 (Convención de los Humedales Ramsar, 2009), la consulta a profesionales de la Secretaría de Ambiente, la Guía de Campo (Peralta, 2022), páginas web y el armado por elaboración propia de un "CATALOGO BOTÁNICO CASERO" [2] a partir de fotos más distinguibles en el campo, contrastadas con fotos encontradas en páginas web y aplicaciones.

4ta. Actividad: Sondeos de espesor de suelo orgánico remanente.

Se utilizó para la georreferenciación la aplicación SW Maps en teléfono celular, realizando sondeos de espesor de suelo orgánico utilizando varillas metálicas centímetradas de 1,5 metros con la posibilidad de unir dos de ellas, una varilla entera de 3 metros de largo centímetrada y/o un barreno de largo total de 6 metros acoplable, con sacabocado de muestra (Fotos 7 y 8). Este último, solo fue usado en un punto donde la profundidad de suelo orgánico era superior a los 3 metros.

Se decidió para la realización de los sondeos, aplicar una grilla aproximadamente equidistante en cuadrados de 50 metros de longitud y algunos sondeos extra al polígono de turbera intervenida, en torno a la turbera arbolada.

[2] Se desarrolló un catálogo propio de reconocimiento de especies: y diversas aplicaciones como PlantNet ® y Google Lens ®, con consultas en https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada e Instituto Fueguino de turismo, s.f.

5ta. Actividad: Instalación de una red de freatímetros para el monitoreo de las fluctuaciones del nivel freático de la turbera con una frecuencia mensual (abril 2024-marzo 2025).

La selección de la ubicación de los 11 freatímetros fue determinada según los resultados de profundidad se suelo orgánico de sobrevida, optando para sondeos más profundos los tubos más largos y como guía previa la cuadricula de 50 metros de equidistancia, utilizando para la georreferenciación la aplicación SW Maps en teléfono celular, dejando distancias entre un freatímetro y otro, o de 50 metros o de 100 metros, aproximadamente.

Para la colocación de los freatímetros se utilizaron tubos de PVC de 40 pulgadas de diámetro reforzados, de 1,1; 1,4 y 2 m de largo, en los cuales se realizaron orificios distribuidos de forma de conseguir la filtración del agua saturada, equidistantes a 5 cm y en forma de cruz (Foto N° 6).

Otras herramientas para el enterramiento de los mismos fueron: Tablas, maza, martillo, tubo de hierro huecos de 1,4 m de largo, el barreno utilizado en la actividad anterior.

Se colocaron tapas a los tubos PVC por abajo y por arriba.

Se decidió no colocar el ellos ningún tipo de filtro, ya que, para este tipo de turberas de esta zona, por la experiencia previa, se decidió que no eran estrictamente necesarios.

Para el monitoreo mensual del nivel de saturación de agua del humedal, se utilizaron los siguientes instrumentos (Foto N° 41):

1. Linterna chica con pilas de repuestos,

2. Tapas de repuesto de tubos de PVC, que nunca se tuvieron que reponer.

3. Lápiz/ birome/Cuaderno chico con mapa de ubicación previo y trayectos planteados (orden de los freatímetros a medir y registrar) previamente con la identificación de cada freatímetro y el registro de la fecha de medición.

4. Destornillador/Guantes/Palas/Martillo: Elementos necesarios para identificar los freatímetros en épocas de nieve (se colocaron palos del lugar para identificar sus ubicaciones), y para sacar las tapas sin lastimarse en la medición.

5. Medición visual con Centímetro: se utiliza el centímetro hasta distinguir el pelo de agua con la ayuda del reflejo de la luz de la linterna. Se utilizó este método por sus facilidades y experiencia previa de trabajos similares.

6ta. Actividad: Relevamiento y Dimensionamiento de Zanjas y Drenajes.

La georreferenciación de la imagen V.A.N.T. se realizó mediante el programa AGISOFT METASHAPE versión Profesional 1.8 (Agisoft LLC, 2025), aplicando un solapamiento de imágenes del

V.A.N.T. denominado ortomozaico (Cortesía de Geol. Marcos Rodríguez) que nos permitió emplear fotogrametría a partir de la imagen aérea.

Se verifico la georreferenciación de la Imagen V.A.N.T., comparando mediciones de distancias en campo con cinta métrica y la de otras imágenes raster del programa QGIS (Google Satélite).

Las dimensiones de drenajes y zanjas se obtuvieron con instrumentos de medición de campo, con la excepción de las longitudes que van en las direcciones de NO a SE, que se midieron mediante el Programa Q-gis.

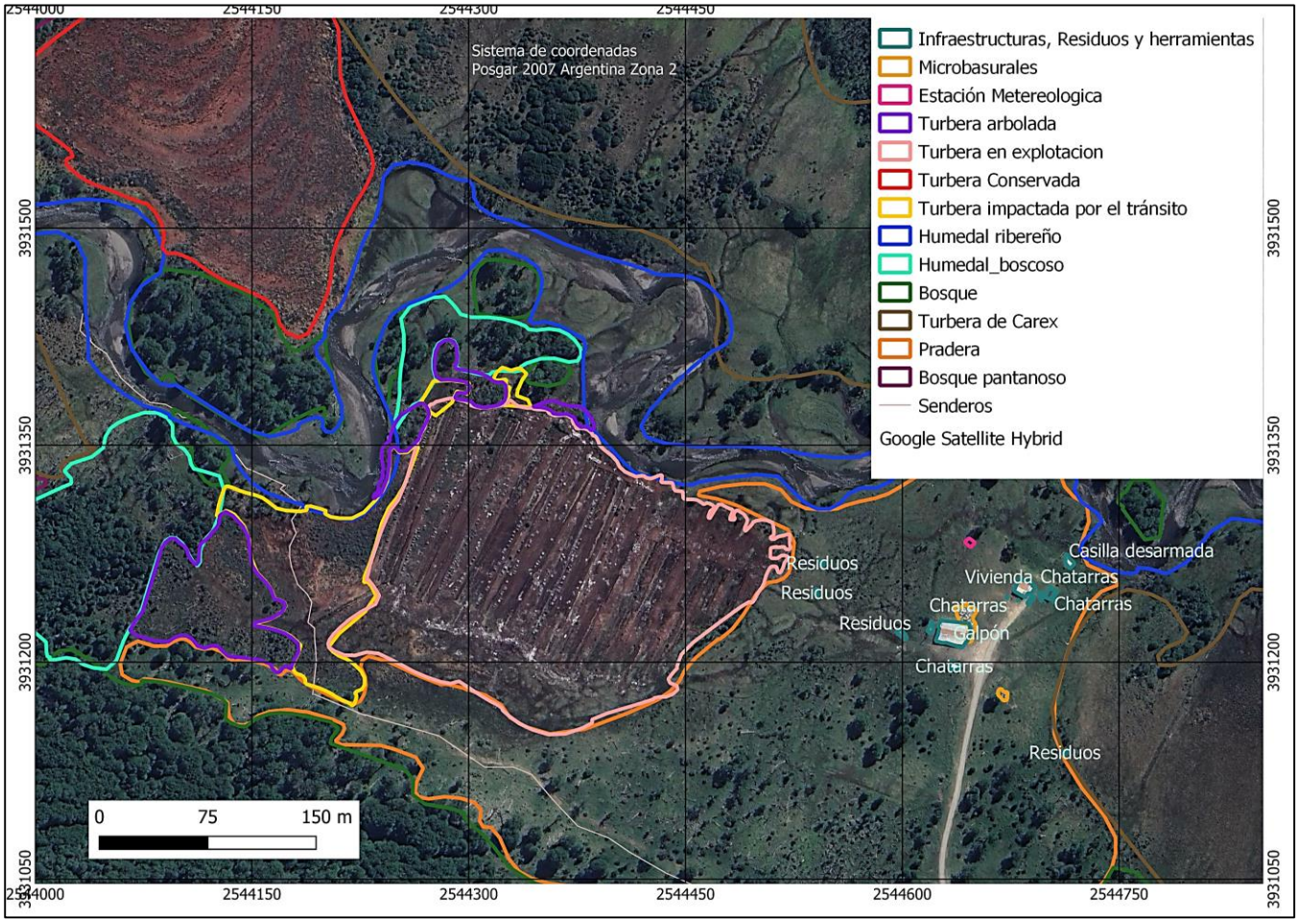
Se mapearon las zonas distinguidas como Escurrimientos, donde actualmente se producen los drenajes del exceso de agua de la turbera intervenida, corroborado su distribución por relevamiento de campo. Para estas últimas tareas se utilizó la Aplicación CartoDruid, (Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, 2016), que, a diferencia con la anterior, permitía la visualización de los atributos en campo.

Resultados

1ra. Actividad: Mapeo de ambientes. Inventario de cobertura vegetal. Descripción de la modalidad de explotación.

Primeramente, es necesario realizar una breve descripción de los diferentes ambientes distinguidos cercanos a la turbera intervenida y zonas aledañas. Los mismos se pueden observar en la Figura 8 y se describen brevemente a continuación, con las siguientes características generales observadas:

Figura 8
Mapeo de Ambientes, Infraestructura, Microbasurales y Residuos. Elaboración propia.



• Turbera intervenida: Altamente degradada, su cubierta vegetal ha sido recolonizada, en gran parte de ella, por especies adaptadas a las nuevas condiciones particulares, con leve presencia de zonas de regeneración de Sphagnum (ver Figura 9), con zanjeos frecuentes, dejando una topografía despareja, con gran cantidad de dispersión de tarimas y secaderos de madera, troncos, palos o tablones sueltos, incluyendo algunas tarimas plásticas, gran cantidad de clavos y otros tipos de residuos peligrosos para el tránsito a pie. Existe colonización de especies exóticas y árboles de ñire, dada condiciones de suelos más

secos, y se suele ver que estos últimos han sido ramoneados por caballos.

• Turbera arbolada: impactada por el tránsito de visitantes y de caballos, sobre todo a lo largo del trayecto del sendero principal que atraviesa este ambiente. Algunos árboles son ramoneados por caballos o son dañados por diferentes actitudes humanas. También se pueden encontrar todo tipo de residuos, como zapatos perdidos, papeles, plásticos, metálicos, etc.

• Humedal boscoso: Lugares que pueden ser focos de incendios. El uso de fuego leñoso está prohibido en todo el sitio Ramsar.

• Arroyo Grande y humedales ribereños: En zonas donde el agua toma contacto con la turbera intervenida, se disuelven la materia orgánica de la turba. Está permitido pescar, según reglamentación vigente. La pesca en este sitio es una actividad más popular para la población local, que, para el turismo extranjero, cuya actividad principal, es el senderismo.

• Pradera. Se observa en ellos algunos residuos de la actividad turbera como colocación de tambores en drenajes, chatarras y residuos madereros. Se destaca por su contenido de humedad, que incluso podría poner en consideración cambiar su categoría de ambiente a la de un humedal de pradera.

• Bosque de lenga y ñire: sobre todo en torno al sendero se encuentra impactado por el ramoneo y pisoteo de caballos cuya dieta incluye estas dos clases de árboles, especialmente en época invernal. Esto constituye una amenaza para la renovación del bosque. También, los equinos producen erosión de suelo, generando montículos característicos, sobre todo en las praderas y en la turbera de *Carex magallánica* aledaña (Foto N° 39); y daños en cartelería. Muchos árboles próximos a la turbera han sido talados por el personal del establecimiento para su uso como leña o por otras actividades forestales.

La Metodología de intervención de la extracción de turba aplicada hasta el año 2010, es la reconocida como la tradicional, donde la extracción se realizaba con el corte de panes de turba a secar. Primariamente era removida la cubierta vegetal viva con diversas herramientas que aún se pueden ver en el sitio, como sinfín, carreta con aza, etc. (Fotos 9-12), luego la extracción se realizaba manualmente con palas obteniendo panes de turba. Estos, eran colocados para su secado en estructuras de madera de forma triangular, con fuerza de hombre y traslados en cuatriciclos. Se crearon numerosos drenajes amplios, algunos de ellos sin raciocinio (sin conexión de desagüe de flujos de agua), como se pueden ver en las Fotos 13-14 y en la Figura 17-zanjas.

Se distinguieron casos de ejemplo de coberturas vegetales con las siguientes características:

1. De plantas exóticas, como *Rumex acetosella L.* y *Carex canescens L.* (Anexo Fotos Comparación de Flora)

2. Sectores con regeneración del musgo Sphagnum (Foto 16), dentro de la zona explotada.

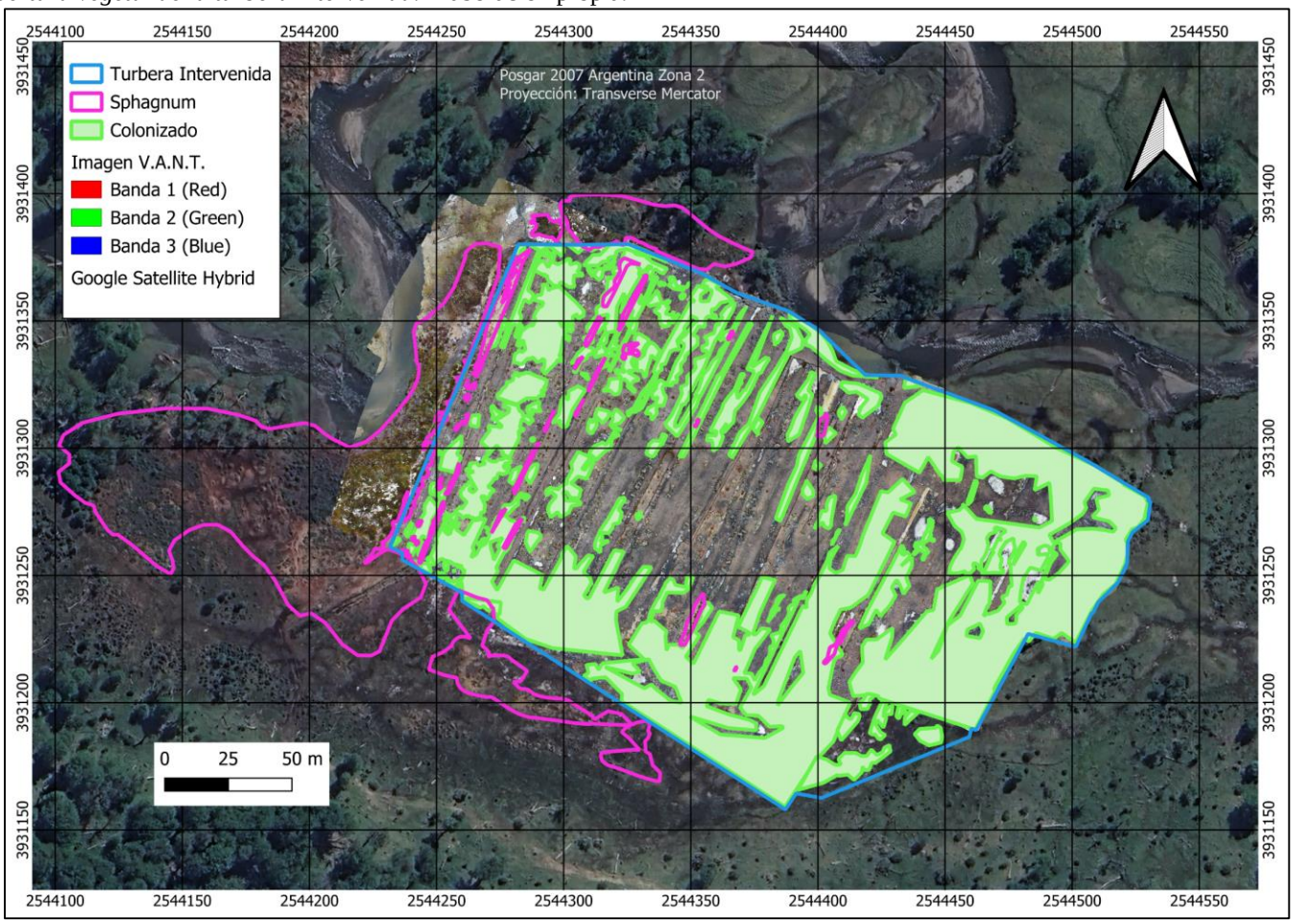
3. Suelos erosionados desnudos – Pérdida de cobertura vegetal (Foto 17).

4. Ejemplo de Colonización de árboles y arbustos (Foto 18).

5. Presencia de Sphagnum, sin intervención (Foto 19, Figura 9).

Figura N° 9

Cobertura vegetal de la turbera intervenida. Elaboración propia.



Los resultados de procesamientos de área de cobertura, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2

Inventario de Cobertura vegetal en área intervenida.

Polígono	ha	%
Sphagnum en Intervenida	0,04	1,29
Colonizado	1,80	47,31
Suelo desnudo	1,96	51,39
Total Polígono Turbera Intervenida	3,80	100
Sphagnum total en inmediaciones	1.26	N/C

Nota. Colonizado se refiere a presencia de plantas dispersas con baja cobertura. El polígono de área intervenida coincide con el área de la imagen de fondo obtenida por VANT usada para el inventario, tomado como referencia. Sphagnum total se refiere al mapeado dentro del polígono de turbera intervenida (regeneración) sumado al área mapeada en inmediaciones (en un radio de 150 metros aprox.).

En el caso de presencia de Sphagnum, se calculó un área de 1.26 ha, de la que solo 493 m^2 se encuentran dentro del polígono de la turbera intervenida (áreas de regeneración de Sphagnum), por lo que se

registraron 1,165 ha de Sphagnum no afectado por la extracción (su alteración provendría de la influencia de drenajes / senderismo / pastoreo de caballos). Esta cantidad registrada de área de cobertura de Sphagnum intacta aledaña y las áreas de regeneración dentro del polígono de la imagen VANT da esperanzas en relación a que podría ser factible la regeneración mediada y que la zona podría aportar parte de las diásporas necesarias.

Aproximadamente la mitad del área del polígono de la turbera intervenida se encuentra con cierta cobertura vegetal y la otra mitad sin cobertura vegetal, lo que indica un grado de intervención importante.

2da. Actividad: Relevamiento de Residuos e Infraestructura de la explotación de turba.

Se realizó una estimación del volumen de residuos que yacen en la turbera intervenida consistentes en tarimas y secaderos de panes de turba, ambos de madera y tarimas plásticas Los resultados se pueden ver en las Tablas 3-5, y el conteo de pallets en las Figuras 10 y 11. Con los datos de las dimensiones de las tarimas o secaderos calculados se estimaron las horas/hombre para el desarme de los mismos, a partir de experiencias propias sobre el tiempo de desarme que conllevan los secadores de turba. También, se estimó el número de camiones volquetes necesarios para el retiro de las tarimas de madera. Las fotografías de estos tipos de residuos, y otros encontrados, se pueden observar en el Anexo Fotográfico General en las Fotos 15, 20 y 21. Cabe aclarar, que también se encuentran gran cantidad de tablas, palos y troncos enterrados o dispersados alrededor de la ex-concesión, cuyo uso probable haya sido dar mayor soporte al traslado motorizado (Foto N° 22).

La gran cantidad de volquetes necesarios calculados para el retiro de residuos nos da una idea del grado de degradación que posee la turbera y su afectación paisajística, por un lado, y por el otro, la necesidad de realizar una logística exhaustiva sobre cuál podría llegar a ser el destino de los mismos, la cantidad de personas necesarias para la tarea, los vehículos de porte y logísticos involucrados, étc.

A este análisis estimativo debería agregarse los tiempos de traslado, métodos y vehículos necesarios entre la turbera intervenida y la ubicación que los camiones volquetes pueden alcanzar, teniendo en cuenta la estabilidad y accesibilidad de sus tránsitos.

Algunas características de los residuos encontrados son:

- Tarimas de plástico: muchos de ellas enterradas entre las diferentes sucesiones dadas o en suelo de turba. Se observa que estas tarimas también poseen partes metálicas y pinturas; y se encuentran más frecuentemente al sur de la turbera intervenida (Foto N° 20).
- Chatarras Metálicas (Foto N° 23, de ejemplo).
- Microbasurales (Fotos N° 24 y 42; y Figura 8, donde se puede ver donde se encuentran ubicadas).
- Maquinarias metálicas en desuso (Fotos N° 9-12) al igual que las chatarras presentan alto grado de oxidación.

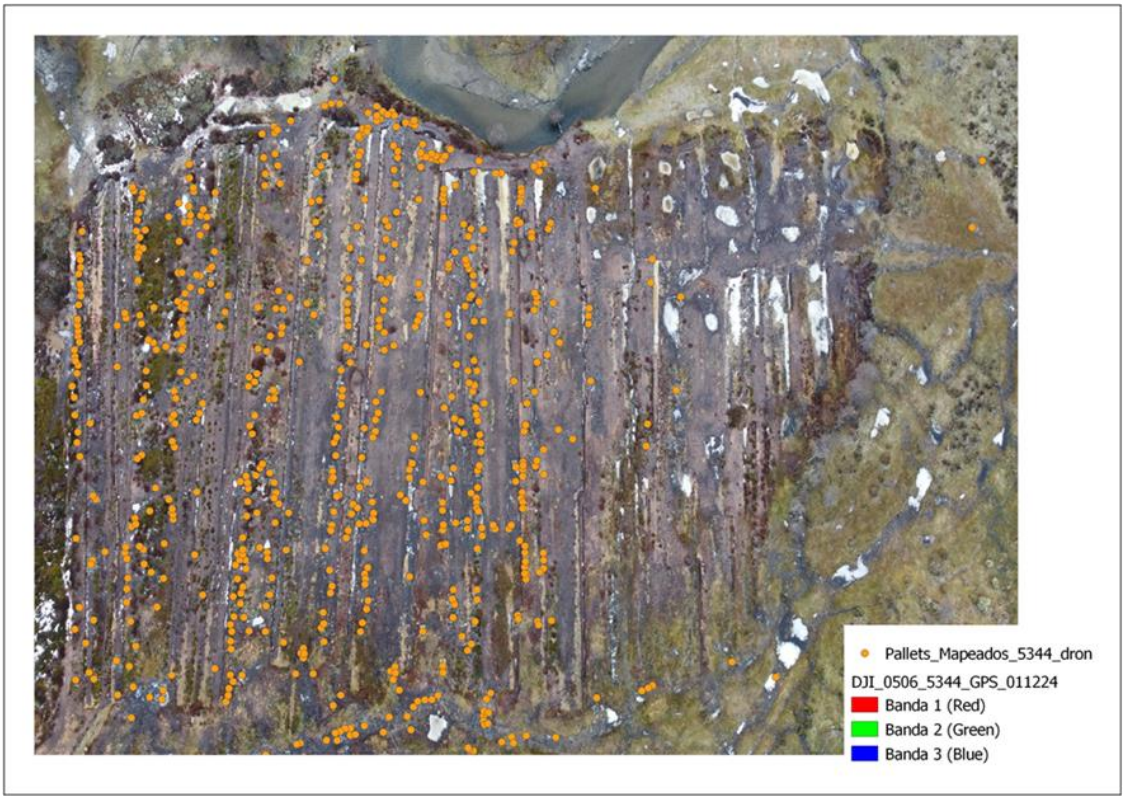
Figura N° 10

Conteo de pallets con Imagen de Google Satélite ® de fondo. Elaboración propia.



Figura N° 11

Conteo de pallets con Imagen V.A.N.T. de fondo. Elaboración propia.



Nota La imagen usada en esta oportunidad, no fue georreferenciada, ni orientada correctamente, pero útil para los fines de la actividad planteada. Elaboración propia.

Tabla 3
Cantidad de Residuos relevados. Elaboración propia.

Pallets totales	#
Por Imagen Google	831,00
Por Imagen de Fotografía aérea	679,00
Pallets Plásticos	25,00
Promedio Pallets totales	755,00

Tabla 4
Dimensionamiento de residuos en metros cúbicos Elaboración propia.

Tipo de Pallets de Madera	Dimensiones (m3/u)	Representatividad	Dimensión tot (m3)
Triangulo (secaderos)	0,10	33,30%	25,10
Pallets industriales 1	0,09	33,40%	21,70
Pallets industriales 2	0,06	33,30%	14,90
Pallets Plásticos	0,46	25u	11,50
	Total		73,2
	Supuesto resto de residuos (33,4%)		24,40
	Total estimado		97,60
	Camión volquete		5,00
	# Camión volquete necesarios		20

Tabla 5
Estimación de tiempo de desarme por pallet o secaderos de madera. Elaboración propia.

pallets	minutos/pallet desarmado	min totales	horas totales
755	15	11325	188,75

Es frecuente ver en los secadores de turba de madera la impregnación de líquenes.

Algunas tarimas industriales de madera pueden tener tratamientos químicos, posiblemente las que tienen descripciones azules, por lo que su incineración no es recomendada.

- Infraestructuras (Figura 8-Fotos 24-27).

En cuanto a las infraestructuras se relevaron las siguientes:

1. Casilla desarmada con material abandonado.
2. Vivienda (Foto N°25).
3. Casilla habitable (Foto N°27).
4. Galpón (Foto N°24).
5. Chatarras (Foto N°23).
6. Herramientas para la extracción del acrotelmo (dos sinfines, cinta transportadora portátil, carretilla grande con aza, otras carretillas de madera y de metal, Fotos N° 9-12).
7. Estación meteorológica (Foto N° 28). Esta última es la única infraestructura ajena a la empresa de extracción de turba y es operada por la D.G.R.H.

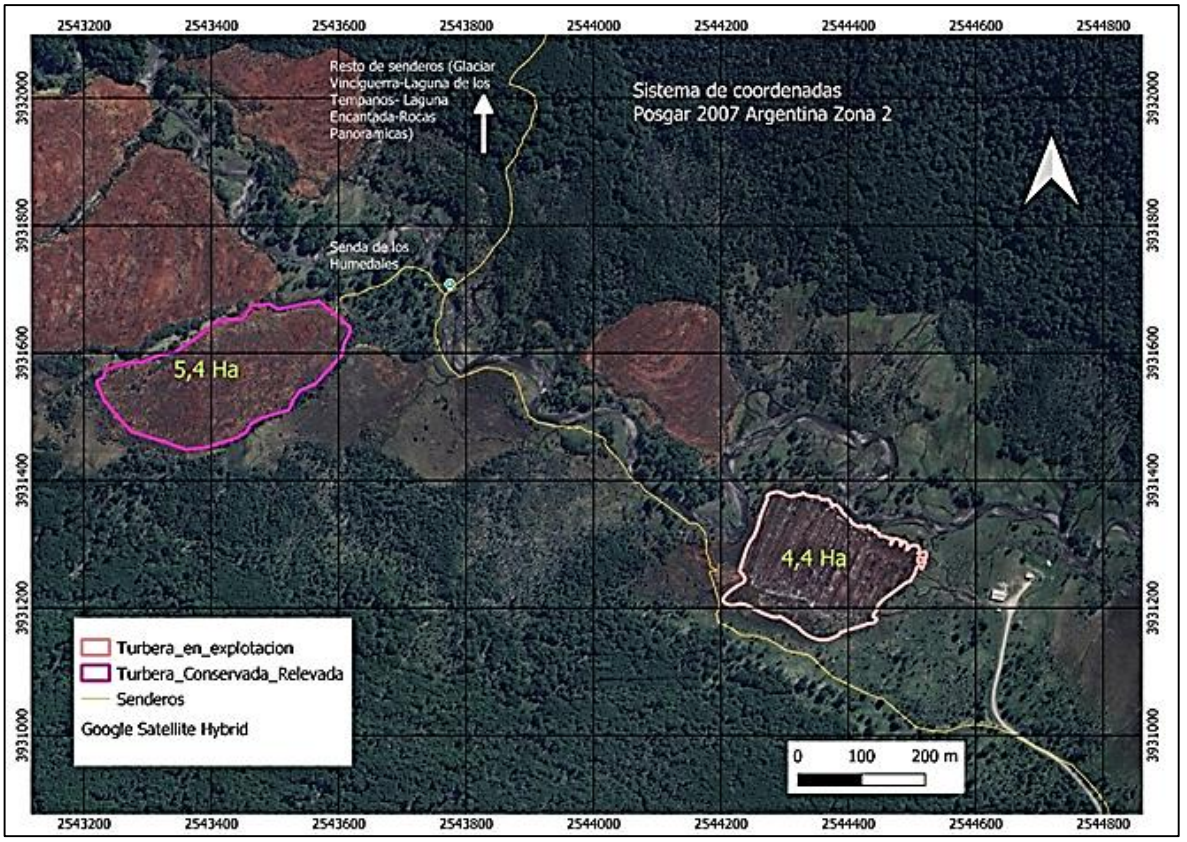
3ra. Actividad: Comparación de flora entre la turbera intervenida y la conservada.

Los resultados de la comparación por aspecto físico de especies de flora encontradas en la turbera intervenida y en la conservada se muestran en las tablas 6 (por especie) y 7 (por cantidad total de especies).

La ubicación de la turbera conservada utilizada para comparar las presencias de flora en relación a las del objeto de estudio del presente trabajo se puede ver en el Figura 12. El registro fotográfico de especies encontradas en las dos turberas se puede ver en el Anexo Fotográfico de Comparación de Flora.

Figura 12

Ubicación de turberas que se utilizaron para comparar presencia de especies de flora. Elaboración propia.



Los resultados obtenidos indican que la turbera intervenida posee mayor presencia de especies exóticas y menor presencia de especies nativas, aunque las diferencias son de pocas especies (2 nativas ausentes, y 1 exótica más presente).

Las pequeñas diferencias en especies exóticas podrían estar dada por la alta influencia del ganado equino que podría ser un vector de desarrolló de presencias de las mismas en turberas conservadas.

Mientras que, las pequeñas diferencias en especies nativas podrían estar relacionadas con la adaptabilidad exclusiva a ecosistemas húmedos, propios de ciertas especies características de turberas conservadas con niveles de saturación de agua cercanas a la superficie o espacios de ecotonos húmedos (*Sphagnum frimbriatum y Senecio acanthifolius*).

Tabla 6

Comparación de especies encontradas en Turbera intervenida y en conservada. Elaboración propia.

Familia	Especie	Presencia (Si o no) en Turbera intervenida	Exótica/Nativa	Presencia (Si o no) en Turbera Conservada	N° Foto ref.
Asteraceae	Chiliotrichum diffusum (G. Forst.) Kuntze	Si	Nativa	Si	3
	Leptinella scariosa	Si	Nativa	Si	4
	Senecio acanthifolius Hombr. & Jacquinot	No	Nativa	Si	5
Empetraceae	Empetrum rubrum Vahl ex Willd.	Si	Nativa	Si	6
Ericaceae	Gaultheria pumila (L. f.) D.J. Middleton	Si	Nativa	Si	7
Nothofagaceae	Nothofagus antarctica (G. Forst.) Oerst.	SI	Nativa	Si	8
Polyginaceae	Rumex acetosella L.	Si	Exótica	Si	9
Cyperaceae	Carex canescens L.	Si	Exótica	Si	10
	Carex magallanicum	Si	Nativa	Si	11
Juncaceae	Marsippospermum grandiflorum	Si	Nativa	Si	12
Poaceae	Holcus lanatus L.	Si	Exótica	No	13
Polytrichaceae	Polytrichum strictum Brid.	Si	Nativa	Si	14
Sphagnaceae	Sphagnum magellanicum Brid.	Si	Nativa	Si	15
	Sphagnum fimbriatum Wilson	No	Nativa	Si	16
Cladoniaceae	Cladonia sp.	Si	Nativa	Si	17
Usnaceae	Usnea sp.	Si	Nativa	Si	18
Fabaceae	Trifolium hybridum L.	Si	Exótica	Si	19
Rosaceae	Acaena magellanica	Si	Nativa	Si	20
Ranunculaceae	Ranunculus acris	Si	Exótica	Si	21
	Caltha sagittata Cav.	Si	Nativa	Si	22
Gunneraceae	Gunnera magellanica Lam.	Si	Nativa	Si	23

Tabla 7

Presencia de especies según su distribución territorial comparando la turbera intervenida con la conservada. Elaboración propia.

Especies encontradas	Turbera intervenida	Turbera Conservada
#Nativas presentes	14	16
#Nativas ausentes	2	0
#Exóticas presentes	5	4
#Exóticas ausentes	0	1
Total Nativas Relevadas	16	
Total Exóticas Relevadas	5	

4ta. Actividad: Sondeos de espesor de suelo orgánico de sobrevida.

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 13, junto con la ubicación de los 11 freatímetros y su nomenclatura.

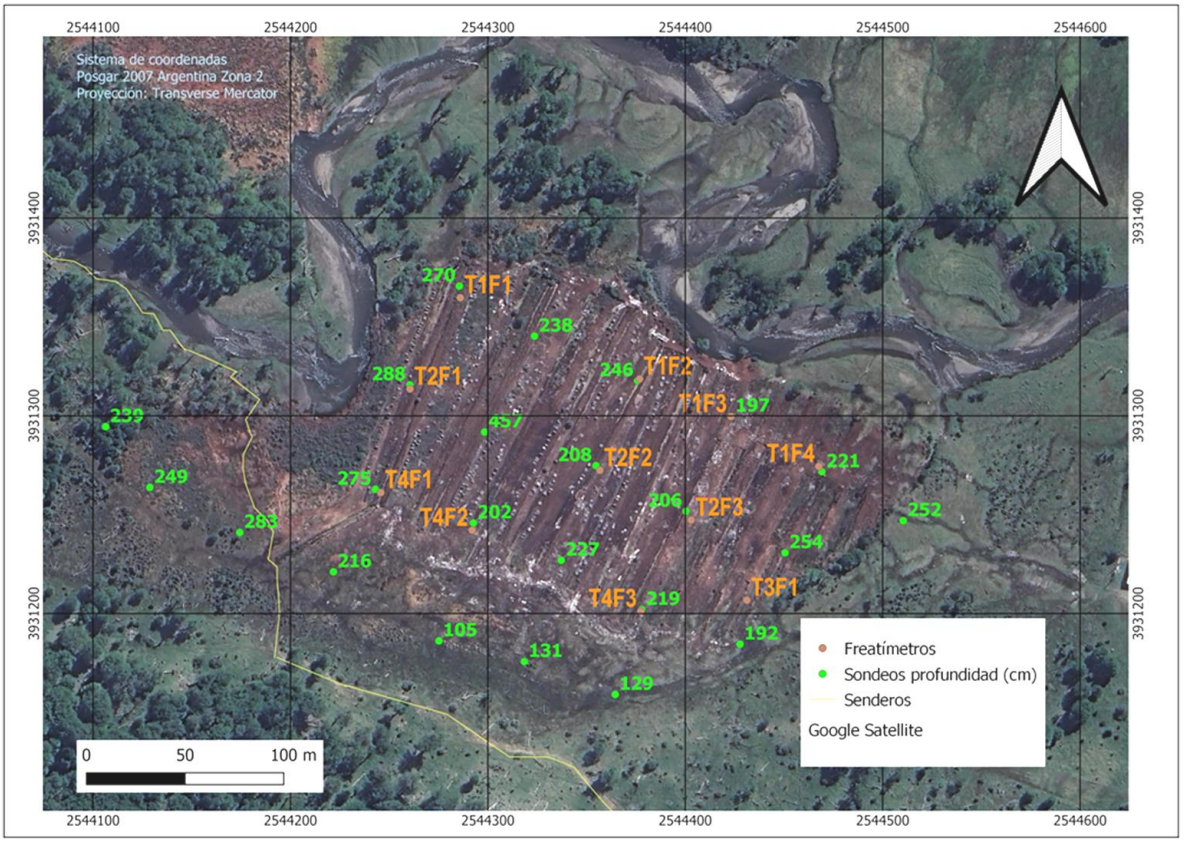
Los mismos fueron usados para la toma de decisiones de la ubicación y longitud de los freatímetros. Además, la información obtenida de estos cambios del sustrato y del relieve, puede ser usada de forma complementaría al relevamiento topográfico y otras actividades necesarias de investigación previa a procesos de restauración.

Los resultados obtenidos dan una profundidad media de 2,5 metros (sin considerar algunos sondeos de la zona sur de la turbera, los cuales ya se encontrarían en ambientes de transición a otros ecosistemas, que

rondan en 1,05-1,3 metros). Este promedio obtenido da mayor que el criterio de preservación de turberas establecido por la Resolución SDSyA N° 401/11 para la zona C, de 2,3m de espesor, y similar a algunos espesores obtenidos en algunos de los yacimientos relevados por Ponce (2022), y en otras turberas prístinas relevadas durante fiscalizaciones en campo, aunque hay que considerar que algunos de ellos son de sobrevida (turba remanente) y que el espesor obtenido a 50 metros del freatímetro T2F1 hacia el SE fue bastante profundo, dando un sondeo de 457 cm obtenido por barreno, como caso especial. Los espesores obtenidos podrían indicar que la turbera puede poseer una antigüedad de entre 5 a 10 siglos, o incluso más, si se considera un crecimiento promedio de 50 cm por siglo o incluso podría ser mayor teniendo en cuenta el espesor mayor registrado (457 cm), aunque la antigüedad de la turbera debería determinarse por datación, para tener resultados precisos.

Figura N° 13

Sondeos de espesor de suelo orgánico de sobrevida y ubicación de freatímetros.



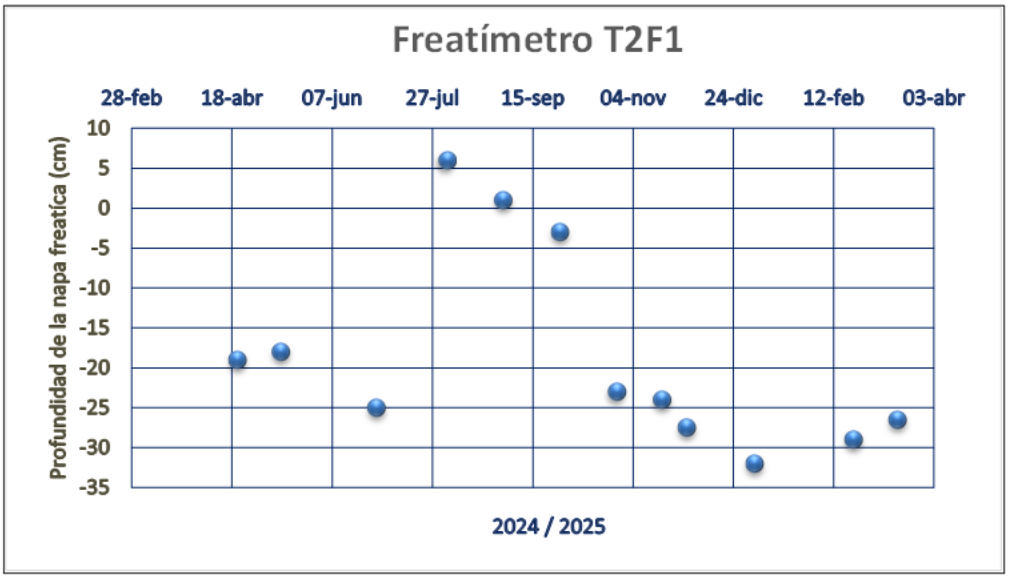
Nota Los sondeos se expresan en cm (verde) y los freatímetros por su nomenclatura:Transecta$_i$Freatímetro$_i$. Elaboración propia.

5ta. Actividad: Instalación de una red de freatímetros para el monitoreo de las fluctuaciones del nivel freático de la turbera con una frecuencia mensual (abril-2024-marzo- 2025).

Los resultados obtenidos de abril 2024 a marzo del presente año se pueden ver con mayor detalle mediante figuras y tablas del Anexo Monitoreo del nivel freático. A continuación, se muestran tres

gráficos representativos de esta actividad. En el primero (Figura 14, Freatímetro T2F1), se puede observar la fluctuación de la napa freática medida en un freatímetro colocado en torno a una altura al ras de la zanja de extracción identificada como id. 1 (Tabla 8), en el plazo de un año. En torno a esta zona, se visualizan procesos regenerativos de Musgo Sphagnum (ver Figuras 9 y 13) y la evolución de la napa freática no se aleja tanto de la superficie, especialmente en los meses más fríos. En este tipo de agrupación de freatímetros ubicados en zonas bajas de zanjas o drenajes se obtuvieron resultados similares que van desde niveles positivos a -47,5 cm.

Figura N° 14
Monitoreo de fluctuaciones freáticas en el Freatímetro T2F1

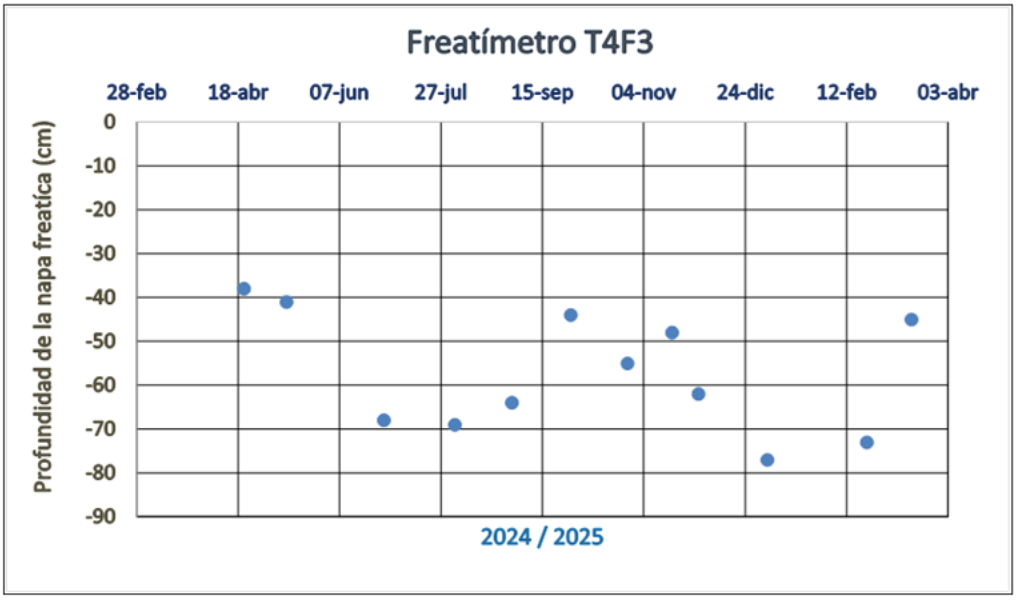


Nota Su ubicación se puede observar en el Figura 12. Tratándose de un ejemplar de freatímetro ubicado a ras de profundidad de la zanja. Elaboración propia.

El segundo gráfico de fluctuación de napa freática que aquí se muestra, (Figura 15, Freatímetro T4F3) es un ejemplo representativo de los resultados medidos en un freatímetro colocado en zonas que han quedado en niveles superiores de la extracción de turba. En este otro tipo de agrupación de freatímetros ubicados en zonas más elevadas, obtuvieron fluctuaciones del nivel freático más profundas, que van de los -30 cm a -90 cm.

Las zonas con niveles de saturación más cercanas a superficie serían las más propensas a generar procesos de rehidratación y, por ende, regeneración del musgo Sphagnum, pero al mismo tiempo, no deben formar inundaciones permanentes. Por ese motivo, es necesario complementar estas mediciones con el relevamiento topográfico para determinar zonas donde debe nivelarse el relieve, y cerrarse los drenajes, de manera de no generar tanto zonas permanentemente secas, como zonas permanentemente inundadas.

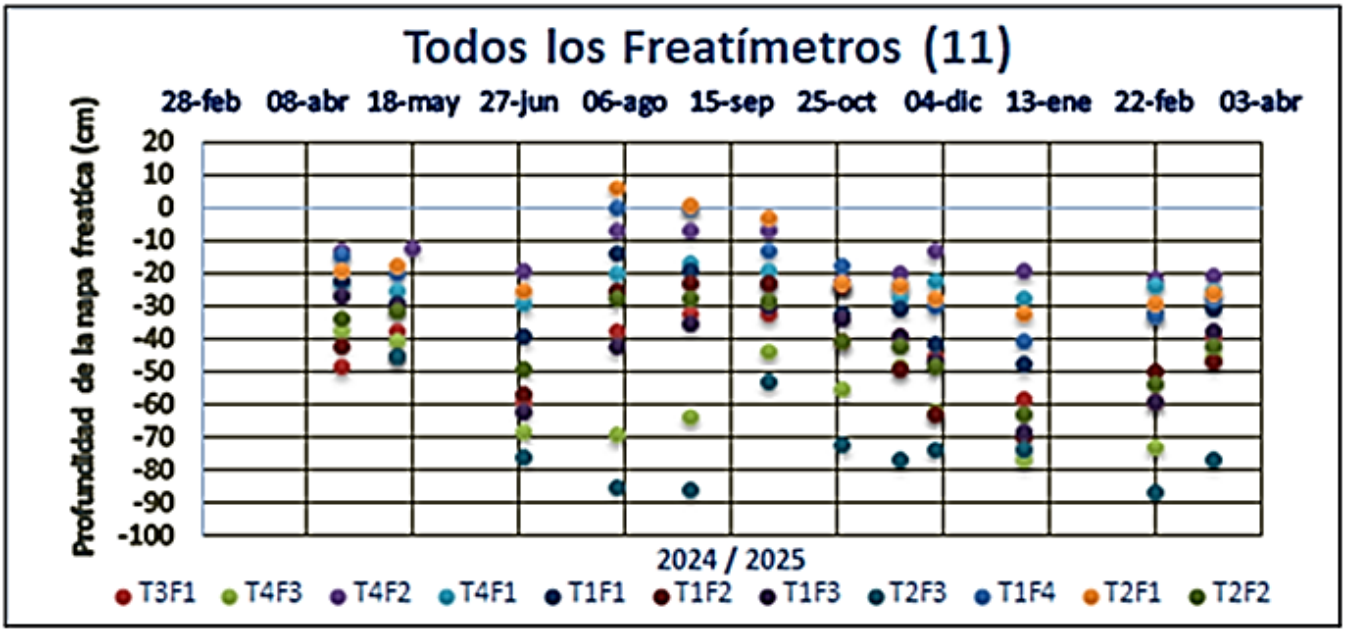
Figura 15
Monitoreo de fluctuaciones freáticas en el Freatímetro T4F3.



Nota Su ubicación se puede observar en el Figura 12. Tratándose de un ejemplar de freatímetro ubicado por arriba respecto de las zanjas (por fuera de una zanja). Elaboración propia.

En la Figura 16, se pueden observar la evolución de las alturas superiores de las zonas saturadas registradas en los 11 freatímetros a lo largo del periodo de medición mencionado.

Figura 16
Monitoreo de abril 2024 a marzo 2025 de fluctuaciones freáticas de los 11 Freatímetros



Nota Sus ubicaciones se pueden observar en la Figura N° 12. Se observan comportamientos similares de las variaciones entre dos tipos de freatímetros: los colocados al ras de zanjas o aquellos colocados por zonas de relieve por encima de zanjas de extracción. Elaboración propia.

6ta. Actividad: Relevamiento y Dimensionamiento de Zanjas y Drenajes.

A continuación, Se muestran los resultados de esta actividad a través de la Figura 17 y las Tablas de

dimensionamiento de zanjas (N° 8) y drenajes (N° 9).

Tabla 8

Dimensiones de zanjas de extracción.

zanjas Id	longitud (m)	h O (cm)	ancho (m)	h E (cm)	perímetro Qgis (m)	perímetro geom (m)	área geom (m2)	área Qgis (m2)
1	130	48	12	idem O	295	284	1534	1788
2	143	70	22	idem O	326	329	3089	2791
3	149	78	21	62	347	339	3084	3089
3b	149	90	15	110	328	328	2205	2106
4	132	60	26	66	340	316	3406	3273
5	138	60	15	70	306	306	2070	2011
16	56	90	5	idem O	122	122	280	281
9	26	90	2	idem O	56	56	45	43
23	31	90	13	70	72	72	165	161
6	77	100	6	90	167	165	424	389
7	71	50	4	idem O	149	150	250	226
8	73	40	3	idem O	152	152	234	173
11	44	54	22	100	186	134	995	1308
12	60	50	8	100	135	136	468	494

Nota. h O cm es la Profundidad de cada zanja medida en centímetros del lado Oeste, ídem para la columna h E (cm), del lado Este. La longitud va de NO a SE.

Obsérvese la similitud de los resultados obtenidos a partir de diferentes tipos de cálculos realizados, comparando perímetros y áreas a través del Programa Qgis, por ej. columna ¨área Qgis (m^2) ¨ y los cálculos geométricos de área rectangular y suma de cada lado individual, por ej. columna ¨área geom. (m^2)¨. Esto, quiere decir que las formas de extracción siguen una lógica rectangular provenientes del método de extracción manual por pala a fuerza de hombre.

Tabla 9

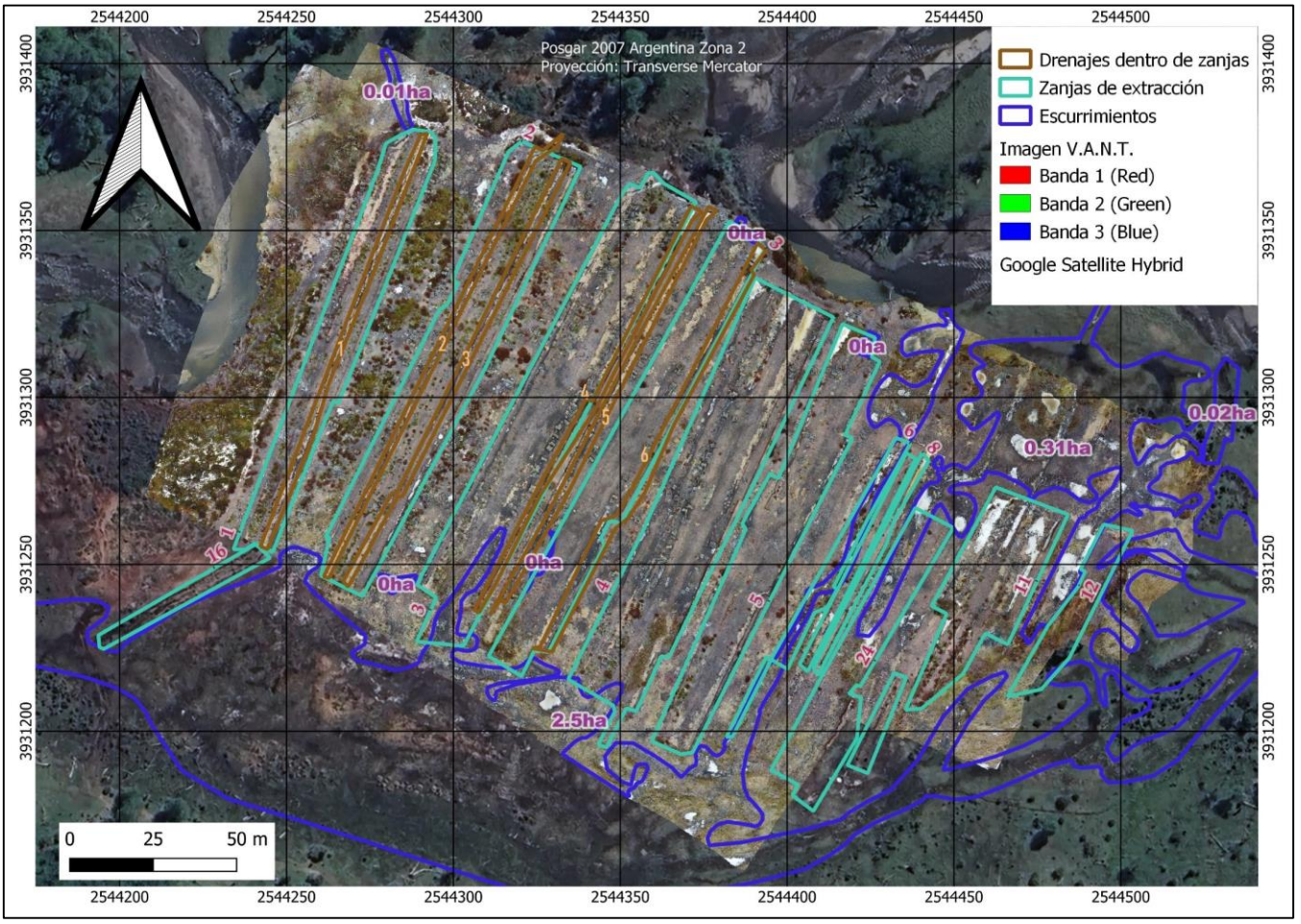
Dimensiones de Drenajes.

id	h s.o. (m)	h real (cm)	ancho (m)	longitud (m)
1	1.44	96	2.4	135
2	1.5	Riesgo	1.8	142
3	1.91	70	2.3	137
4	1.72	128	1.13	138
5	1.88	120	2.1	138
6	1.51	124	3	138

Notas. h s.o. en metros es la profundidad obtenida al enterrar una varilla centímetrada de 3 metros de largo en el corazón del drenaje. h real en centímetros es la profundidad respecto al relieve superior más próximo. Donde dice ¨Riesgo¨, implicaba que la medición de la variable generaba condiciones inseguras que impidieron registrar el valor.

Figura 17

Dimensionamiento de Zanjas de extracción / drenajes y mapeo de escurrimientos. Elaboración propia.



Como se ha descripto, el relevamiento de las dimensiones de zanjas de extracción y de drenajes nos indican que durante la explotación no se aplicó una planificación lógica racional de extracción por zonas, si no que se explotó casi toda la superficie de la turbera generando zanjas que en el futuro pasarían a funcionar como drenajes.

Las dimensiones de los drenajes superan a las recomendadas actualmente por la DGRH para aplicar procesos de restauración (Recomendadas: 0,8 metros de profundidad x 0,6 metros de ancho). Esto da una idea del alto grado de degradación del ecosistema, teniendo en cuenta que algunas zanjas también actúan como sistemas de evacuación del flujo de agua, sobretodo observable en la zona Este, alrededor de las zonas de escurrimiento, que se pueden ver en la Figura 17.

Para completar el análisis se podrían realizar otros estudios como los que analizan variables hidráulicas e hidrológicas, como determinar la rugosidad de los canales de flujo, las pendientes y las direcciones, complementándolos con el relevamiento topográfico, con el fin de nivelar el relieve y cerrar los drenajes, en los casos que sea pertinente, para así rehidratar la turbera y permitir la regeneración del musgo y su comunidad.

Discusión.

El inventario de la cobertura vegetal identifica las áreas con presencia de musgo Sphagnum, dentro de la zona intervenida y en zonas aledañas. Se ha observado que, debido al descenso del nivel freático producido por el drenaje, es más activa la colonización por parte de plantas vasculares que no forman parte de la flora original de la turbera. Pero, por otra parte, se observó regeneración de Sphagnum en los sectores deprimidos y húmedos de la turbera, lo cual es un indicador que la regeneración a mayor escala puede ser factible, si se restablece el nivel freático. Para ello, será necesario allanar la superficie de la turbera y obturar los drenajes remanentes.

Por otra parte, se estima conveniente complementar el proceso de regeneración espontánea de musgo, con la "siembra" en superficie de fragmentos de hebras vivas protegidas con algún tipo de cobertura, para evitar su desecamiento en verano y dispersión por el viento. Esta tarea se facilita por el tamaño reducido de la turbera y por la disponibilidad de musgo en el área degradada adyacente, de donde se podrían extraer fibras, al menos para las primeras experiencias.

El retiro de residuos se podría proponer como una actividad comunitaria a realizar por voluntarios, pero, teniendo en cuenta medidas de seguridad, que dicte la autoridad competente (Defensa Civil), acorde a la tarea riesgosa de transitar en la turbera y desarmar los pallets / secadores de panes de turba.

La restauración de la turbera objetivo, mejoraría la calidad de agua de la fuente de agua potable de la Ciudad, y favorecería la valoración y uso del área por parte de la comunidad, fomentando que se generen más actividades culturales y recreativas en el sitio.

Dos acciones centrales y complementarias a la restauración de este ecosistema serían la prevención de incendios forestales, considerando las acciones para fomentar un combate a tiempo, si este fuese necesario, y la otra es limitar el acceso de caballos y perros sueltos. En este último punto, sabemos, que se pueden producir enfrentamientos entre estas dos especies, o entre visitantes y los perros, o entre visitantes y estampidas de caballos. Todos estos incidentes, pueden devenir en accidentes que podrían ser graves, o, incluso, fatales. Además, las excretas de los caballos sueltos se encuentran por todo el sitio, cambiando el aporte normal de nutrientes al suelo. Incluso, durante los trabajos de campo, se ha ayudado a rescatar un caballo atrapado en un drenaje de la turbera, evitando su muerte, la cual podría provocar un cambio físico químico de las propiedades del suelo de la turbera intervenida importante, que caso de que este tipo de accidente ocurra otra vez, debería ser analizado.

Otras actividades que proponemos para valorar el sitio, son:

1. No permitir asentamientos informales.
2. Instalar servicios e infraestructura para visitantes y agentes guardaparques, brigadistas, rescatistas, etc. Aumentar la presencia del personal de guardaparques y de los controles de rutina de brigadistas en esta área protegida.

3. Promover el desarrollo de servicios turísticos en zonas cercanas al sitio.

4. Mejorar senderos, cartelería, obras hidráulicas (autorizadas por la Autoridad de Aplicación) y proponer actividades para la comunidad, el turismo, educativas, con seguridad, que permitan reconocer los servicios ambientales de los humedales y protegerlos de las amenazas aquí descriptas.

5. Prevenir la introducción de especies, como la contaminación de cuerpos y cursos de agua con algas didymo, salmones, u otras exóticas.

Frente a estas amenazas ambientales latentes, no hay que olvidar la fragilidad y el carácter insular de los ambientes de la Provincia que posee menor biodiversidad, en donde cualquier impacto podría ser relevante.

El Código Minero de la Nación, reconoce a las turberas como un mineral de segunda categoría, pero, por otra parte, han sido reconocidas mundialmente como humedales, por la Convención Ramsar. Esto, resulta en una contradicción entre ambas normas. Debemos recordar que nuestra Constitución Nacional dicta que los Tratados Internacionales tendrán mayor jerarquía que las Leyes, por lo que debe considerarse a las turberas primordialmente como un humedal.

Además, la sociedad fueguina y las generaciones futuras tienen el derecho de disfrutar de este paisaje único de turberas que guardan en su interior siglos de siglos de historia biológica, constituyendo de este modo un patrimonio natural y cultural de la Provincia a preservar.

Se deberían facilitar a los ciudadanos materiales docentes y de información que les permitan adoptar decisiones bien informadas con respecto a la toma de decisiones sobre el uso racional de las turberas, reconociendo las posibilidades que están tienen de aprovechamientos sostenible cuando se encuentran conservadas, en torno a actividades de recreación, turísticas, científicas y educativas y poniendo en juicio aquellas actividades no sustentables.

Resulta necesario, que sea elaborado un plan de manejo de las áreas protegidas, siendo para eso pertinente trabajar en coordinación con autoridades de todas las jurisdicciones que comparten la cuenca alta y media del Río Arroyo Grande, es decir organismos nacionales, provinciales y municipales y una unidad de gestión de cuenca tal como lo exigen los Principios Rectores de la Política Hídrica de la República Argentina, debiendo tener en cuenta la participación de todos los actores sociales involucrados, organismos e instituciones.

Sabemos que, para iniciar la restauración de una turbera es prioritario implementar un orden de acciones a concretar:

1. Prevenir los incendios forestales y primar los medios para poder atacarlos a tiempo en caso de ocurrencia.

2. Restringir el acceso de caballos y perros,

3. Retirar residuos.

4. Nivelar la topografía en los casos necesarios,

5. Realizar el cierre de drenajes, y, por último,

6. Evaluar el sembrado de diásporas en zonas necesarias, en conjunto, con la evaluación de agregar nutrientes (fósforo). Evaluar que hebras de musgo se van a usar (de donde se va a extraer). Evaluar la concentración de nutrientes claves presentes antes de la rehumidificación. Debe llevarse a un nivel apto de nitrógeno y fósforo para que se den las condiciones para la revegetación de musgo Sphagnum.

Sin embargo, para iniciar la restauración, todavía es necesario realizar más estudios complementarios, como comprender los cambios en el relieve, la dirección y la intensidad del flujo del agua, el caudal, la pendiente y la rugosidad de canales de drenaje. Estas se vinculan con la realización de un relevamiento topográfico, correlacionado con los resultados obtenidos en este trabajo, tales como: la evolución del nivel de saturación de agua subterránea durante el periodo de un año y del espesor de suelo orgánico de sobrevida. Esta complementariedad se puede efectivizar aplicando un software de simulación del flujo del agua subterránea, con la consideración de otras variables, no analizadas en el presente trabajo, como: registro de evolución de temperaturas, deposiciones húmedas, caudal y dirección del río. Las mismas, planteadas en conjunto, aportarían información más completa, concluyente y representativa, pensando en procesos de restauración.

En este mismo sentido, se instaló una red de freatímetros, que permitió realizar el monitoreo de las fluctuaciones del nivel freático de la turbera con una frecuencia mensual a lo largo de 12 meses. Los resultados obtenidos, nos indican un comportamiento similar del nivel freático para todos los 11 freatímetros instalados, donde en los meses de otoño el nivel es medio (de -25 a -40 cm), los de invierno se encuentran más cercanos a la superficie y los de veranos más alejados (de -50 a -90 cm). Estos resultados tienen concordancia con este tipo de estudios locales de otros autores (Neimann, 2023) que los vinculan con comportamientos climáticos temporales típicos, donde las épocas de mayor desecación para una turbera intervenida son las veraniegas. También, se observa que aquellos freatímetros que se encuentran en las zonas más bajas (a nivel de las zanjas de extracción), desarrollan niveles más cercanos a la superficie. Mientras que, freatímetros colocados en zonas más elevadas, desarrollan niveles más profundos y viceversa.

Al mismo tiempo, se realizó una comparación de especies exóticas y nativas encontradas en la turbera intervenida y una conservada en la misma área protegida, obteniendo mayor presencia de especies exóticas y menor presencia de especies nativas en la que ha sido degradada. Estos resultados coinciden con estudios similares de referencia (Domínguez et. al, 2012) donde los drenajes o extracciones excesivas del manto vivo, afectan la presencia de especies nativas y promueven la de especies exóticas. Dichos cambios de distribución de especies vegetales, a su vez, promueven los procesos de desecación debido a que estas plantas provocan una oxigenación mayor del suelo.

Conclusiones

La intervención en esta turbera se distingue por los cambios provocados en la topografía, la extracción del acrotelmo, generando una turbera haplotélmica, con mayor presencia de exóticas y menor presencia de nativas, con aproximadamente la mitad de su superficie desnuda, susceptible a la erosión y desecación, con gran cantidad de residuos abandonados, incluyendo tarimas plásticas, chatarras y microbasurales en alrededores. En conjunto, se manifiesta como un sector de alto impacto visual, de transito peligroso y sensible a los incendios forestales, por su posible alta carga de fuego.

Este grado alto de degradación de la turbera indica que se requieren intervenciones activas, tanto para volver a elevar el nivel freático como para el restablecimiento de la vegetación de musgo.

Se han propuesto, tanto una serie de tareas de estudios complementarios al presente, como de tareas de restauración de la turbera y acciones de manejo ambiental para el área protegida, que deberían llevarse a cabo de forma ordenada y progresivamente.

Se reconocieron y describieron, tanto, los diferentes ambientes presentes y su grado de intervención, como las amenazas ambientales del sitio.

Se observó regeneración del musgo Sphagnum en sectores húmedos de la turbera intervenida, relacionado a que son sectores cuyos niveles de saturación se encuentra cercanos a la superficie. Este hecho resulta alentador para quien tome la decisión de encarar la restauración, quien debería tener el objetivo de realizar este tipo de hidratación en el ecosistema, pero sin provocar inundaciones permanentes, de ahí la importancia del análisis topográfico a realizar.

Se relevó y dimensionó una gran cantidad de residuos madereros y de otros tipos. Estos, afectan la cobertura vegetal, el tránsito y la apreciación del paisaje. Los resultados obtenidos, permitirán tomar una decisión adecuada respecto a la logística para el retiro de los mismos.

Se realizó un inventario de la cobertura vegetal. Esta información resulta importante para la favorecer la regeneración de esta especie que debe volver a ser dominante en la turbera. Reconociendo que, prácticamente, la mitad de la turbera intervenida se encuentra sin cobertura vegetal, y la otra mitad se encuentra colonizada.

La red de freatímetros ha aportado una línea de base que permitirá constatar la efectividad de la rehidratación, para acciones de restauración recomendadas. Esta red freatimétrica continúa instalada y se espera mantener las observaciones periódicas de los niveles.

Se relevó las dimensiones de zanjas de extracción, drenajes y áreas de escurrimientos, así como también se realizaron sondeos de espesor de suelo orgánico de sobrevida que otorgan información necesaria, pero no suficiente, para restaurar la hidratación de la turbera.

Bibliografía

- Ahti, E. 1980. Ditch spacing experiments in estimating the effects of peatland drainage on summer runoff. International Association of Hydrological Sciences Publication 130: 49-53.
- Armstrong, A. 2000. Ditch: a model to simulate field conditions in response to ditch levels managed for environmental aims. Agriculture, Ecosystems and Environment 77: 179-192.
- Baumann, M. A. (2006). Water flow, spatial patterns, and hydrological self-regulation of a raised bog in Tierra del Fuego (Argentina). Diploma thesis in Landscape Ecology & Nature Conservation. Ernst-Moritz-Arndt University Greifswald Institute of Botany and Landscape Ecology. Greifswald, Alemania.
- Belleau, P., Plamondon, A. P., Lagacé, R. y Pépin, S.. 1992. Hydrodynamique d'une pessière noire drainée. Canadian Journal of Forest Research 22: 1063-1070.
- Boelter, D. H. 1965. Hydraulic conductivity of peats. Soil Science 100: 227-231.
- Boelter, D. H. 1972. Water table drawdown around an open ditch in organic soils. Journal of Hydrology 15: 329-340.
- Braekke, F. H. 1983. Water table levels at different drainage intensities o deep peat in northern Norway. Forest Ecology and Management 5: 169-192.
- Cagampan, J. P. y Waddington. J. M.. 2008. Moisture dynamics and hydrophysical properties of a transplanted acrotelm on a cutover peatland. Hydrological Processes 22: 1776-1787.
- Convención sobre los Humedales. (2021). Restauración de las turberas drenadas: un paso necesario para alcanzar los objetivos climáticos mundiales. Nota sobre Políticas de Ramsar N.° 5. Gland, Suiza: Secretaría de la Convención sobre los Humedales.
- Decreto Municipal N° 1275/2008. Declara Reserva Ambiental a las turberas localizadas en el ejido urbano. Municipalidad de Ushuaia.
- Decreto Provincial N° 954 (2009), Aval de declaración del Sitio Ramsar Glaciar Vinciguerra. 02/06/09. B.O.P. 08/04/09. Provincia de Tierra del Fuego, A. e I. A. S., Argentina.
- Domínguez Díaz, E. (2017). Guía para diagnosticar si una turbera puede ser restaurada antes de ser intervenida. Informativo INIA N° 59. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Punta Arenas, Chile
- Domínguez Diaz, E., Bahamonde, N., Muñoz-Escobar, C. (2012). Plantas invasoras en una turbera de Sphagnum abandonadas por explotación de turba. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA)-Chile.
- Expediente MPA-E-31387-2021– "S/ Comisión Interdisciplinaria para el Ordenamiento de Turberas"- Gobierno de Tierra del Fuego, A. e I. A. S.
- Grootjans, A. P., van Diggelen, R., Joosten, H., Smolders, A. J. P. (2012). Restoration of mires. In J. van Andel, & J. Aronson (Eds.), Restoration Ecology: The New Frontier (pp. 203 - 213). (Second editon)

- Hobbs, N. 1986. Mire morphology and the properties and behaviour of some British and foreign peats. Quarterly Journal of Engineering Geology & Hydrogeology 19: 7-80.
- Holden, J., Chapman, P. J. y Labadzm J. C. 2004. Artificial drainage of peatlands: hydrological and hydrochemical process and wetland restoration. Progress in Physical Geography 28: 95–123.
- Holden, J., M. G. Evans, T. P. Burt and M. Horton. 2006. Impact of Land Drainage on Peatland Hydrology. Journal of Environmental Quality 35: 1764-1778.
- Iturraspe, R. J. (2010). Las turberas de Tierra del Fuego y el cambio climático global. Wetlands International- Fundación Humedales- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (Provincia de Tierra del Fuego).
- Iturraspe, R. J. (2015). Hidrología de turberas. En: E. Domínguez y D. Vega-Valdés (eds.). Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas en Magallanes. Colección de libros INIA Nº 33. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Iturraspe, R. J. y Roig, C. (2000). Aspectos hidrológicos de turberas de Sphagnum de Tierra del Fuego – Argentina. En: ‘‘Conservación de ecosistemas a nivel mundial con énfasis en las turberas de Tierra del Fuego’’. Disertaciones y conclusiones. Editores: Coronato, A. y Roig, C. Ushuaia, Argentina. pp 85-93.
- Iturraspe, R. J., Guillén, A. y Urciuolo, A. (2009). Ficha informativa de los Humedales de la Convención Ramsar, Sitio Ramsar Glaciar Vinciguerra y turberas asociadas. AR1886RIS.
- Iturraspe, R. J., Urciuolo, A., Camargo, S. (2017). Guía práctica para la clausura de drenajes en turberas intervenidas. Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales - Wetlands International LAC.
- Joosten, H (2021). Convención sobre los Humedales. Directrices globales sobre la rehumidificación y restauración de las turberas. Informe Técnico de Ramsar N.° 11. Gland, Suiza: Secretaría de la Convención sobre los Humedales.
- Kandus, P. y Minotti, P. (2018). Propuesta de un marco conceptual y lineamientos metodológicos para el Inventario Nacional de Humedales. 3Ia - UNSAM.
- Landry, J. y Rochefort, L., 2012. The drainage of peatlands: impacts and rewetting techniques. Peatland Ecology Research Group. Département de phytologie, Université Laval, Québec.
- León, C.A. et al., 2022. Peatlands of southern south america: a review. Mires and Peat, Volume 27, Article 03, 29 pp.
- Ley Nacional Nº 23.919 de 1991. Apruébese una Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, firmada en Ramsar. Abril 16 de 1991. BO N° 27.122 (24/04/1991).
- Ley Provincial Nº 1.126. (2016). Ley Marco de la Gestión Integral de los Recursos Hídricos.

21/12/16. B.O.P. 27/12/96. Provincia de Tierra del Fuego, A. e I. A. S., Argentina.

- Ley Provincial Nº 1.528. (2023). Creación de área natural protegida: Reserva Hídrica Provincial: Vinciguerra y valle del arroyo Chico. 29/12/23. B.O.P. 29/12/23. Provincia de Tierra del Fuego, A. e I. A. S., Argentina.
- Neimann, C.A. (2023). Monitoreo de restauración de una turbera degradada de Sphagnum en la zona Centro de la Provincia de Tierra del Fuego. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- Ordenanza Municipal N°3390/08. Adhesión Municipal a la Declaración de Sitio Ramsar Glaciar Vinciguerra y turberas asociadas. Municipalidad de Ushuaia.
- Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M. and Stringer, L. (Eds.) 2008. Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.
- Payette, S. 2001. Les principaux types de tourbières. In: S. Payette and L. Rochefort (eds.), Écologie des tourbières du Québec-Labrador. Les Presses de l'Université Laval, Québec: 39-89.
- Peralta, E. (2022). Guía de campo- Flora de turberas de Tierra del Fuego.
- Ponce, J. F. (2022). Cuantificación y caracterización de concesiones de turba con potencial productivo en la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Consejo Federal de Inversiones. CADIC-CONICET.
- Ponce, J. F., Coronato, A., Fernandéz, M., Rabassa, J. (2014). Las turberas de Tierra del Fuego y el clima del pasado. Revista CH, Volumen 23, número 137.
- Price, J. 2001. L'hydrologie. In: S. Payette and L. Rochefort (eds.), Écologie des tourbières du Québec-Labrador. Les Presses de l'Université Laval, Québec: 141-158.
- Price, J. S. and G. Whitehead. 2001. Developing hydrological thresholds for Sphagnum recolonization on an abandoned cutover bog. Wetlands 21: 32-42.
- Resolución SDSyA Nº 326/15. Misiones y funciones de la Dirección General de Recursos Hídricos – Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ambiente- Gobierno de la Provincia de Tierra del Fuego.
- Resolución SDSyA Nº 401/11. Ordenamiento territorial de turberas. – Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ambiente - Gobierno de la Provincia de Tierra del Fuego.
- Rochefort, L. y Lode, E. (2006). Restoration of Degraded Boreal Peatlands. En Ecological Studies,Vol. 188. R.K.Wieder and D.H.Vitt (Eds.) Boreal Peatland Ecosystems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Rothwell, R., Silins, L. y Hillman, G. R.. 1996. The effects of drainage on substrate water content at several forested Alberta peatlands. Canadian Journal of Forest Research 26: 53-62.
- Rydin, H. and J. Jeglum. 2006. The biology of peatlands. Oxford University Press, UK. 343 pp.

- Schofield, K. A., C. M. Pringle and J. L. Meyer. 2004: Effects of increased bedload on algal- and detrital-based stream food webs: experimental manipulation of sediment and macroconsumers. Limnology and Oceanography 49: 900-909.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2004). Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales Nº 14. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Steinberg, C. E. W. 2003. Ecology of humic substance in freshwaters. Springer, New York, USA. 443 pp.
- Stewart, A. J. A y Lance, A. N. 1991. Effects of moor-draining on the hydrology and vegetation of Northern Pennine Blanket Bog. Journal of Applied Ecology 28: 1105-1117.
- Strack, M., Waddington, J. M. Bourbonniere, R. A.. Buckton, E. L Shaw, K. Whittington, P. y Price, J. S. 2008. Effect of water table drawdown on peatland dissolved organic carbon export and dynamics. Hydrological Processes 22: 3373-3385.

Páginas de internet consultadas:

- Convención de los Humedales Ramsar (16 de septiembre de 2009). Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) Sitio 1886.. https://rsis.ramsar.org/ris/1886?language=es.
- Fundación Wikimedia (20 de mayo de 2001). https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada.
- Instituto fueguino de turismo, s.f. Guía de especies de fauna y flora TDF. https://findelmundo.tur.ar/es/guia-campo.

Aplicaciones usadas:

- Agisoft LLC (2025). Agisoft metashape versión Profesional 1.8 [Programa de computadora] https://www.agisoftmetashape.com/.
- Aviyaan Tech (2025) SW Maps - GIS & Data Collector [Aplicación móvil]. Google Play. https://play.google.com/store/apps/details?id=np.com.softwel.swmaps&hl=es_AR.
- Free Software Foundation, Inc (2009). Qgis 3.28.0-Firenze. [Programa de computadora]. https://qgis.org/download/
- Google LLC (2024). Google Lens. 16.36.43.ve.arm64. [Aplicación móvil]. Google Play. https://play.google.com/store/search?q=google%20lens&c=apps&hl=es_AR.
- Instituto Tecnologico Agrario de Castilla y León (2016). CartoDruid v0.63.13_10210. [Aplicación móvil]. Google Play. https://play.google.com/store/search?q=cartodruid&c=apps&hl=es_AR.
- PlantNet (2025). 3.22.31b. [Aplicación móvil]. Google Play. https://play.google.com/store/apps/details?id=org.plantnet&hl=es_AR.

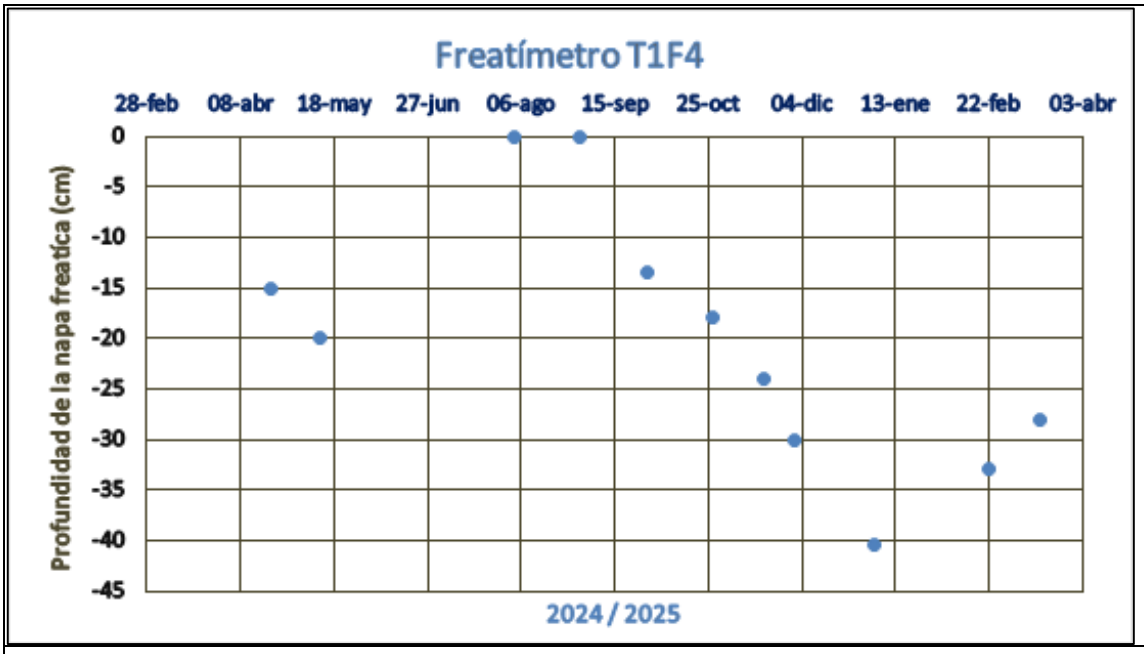
Soporte visual

- Mera, M. (2018). Programa “Oficios del fin del mundo” Episodio 08 -Industria turbera- Construir TV. Producción Correa, F. y Camillán, M. B.

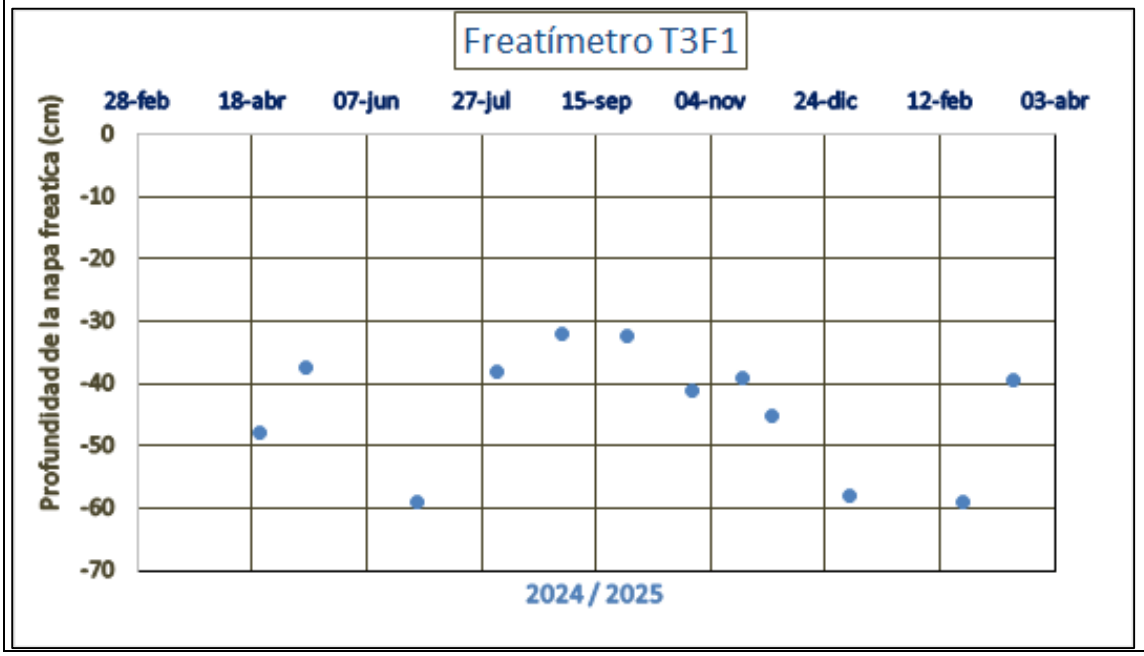
Agradecimientos

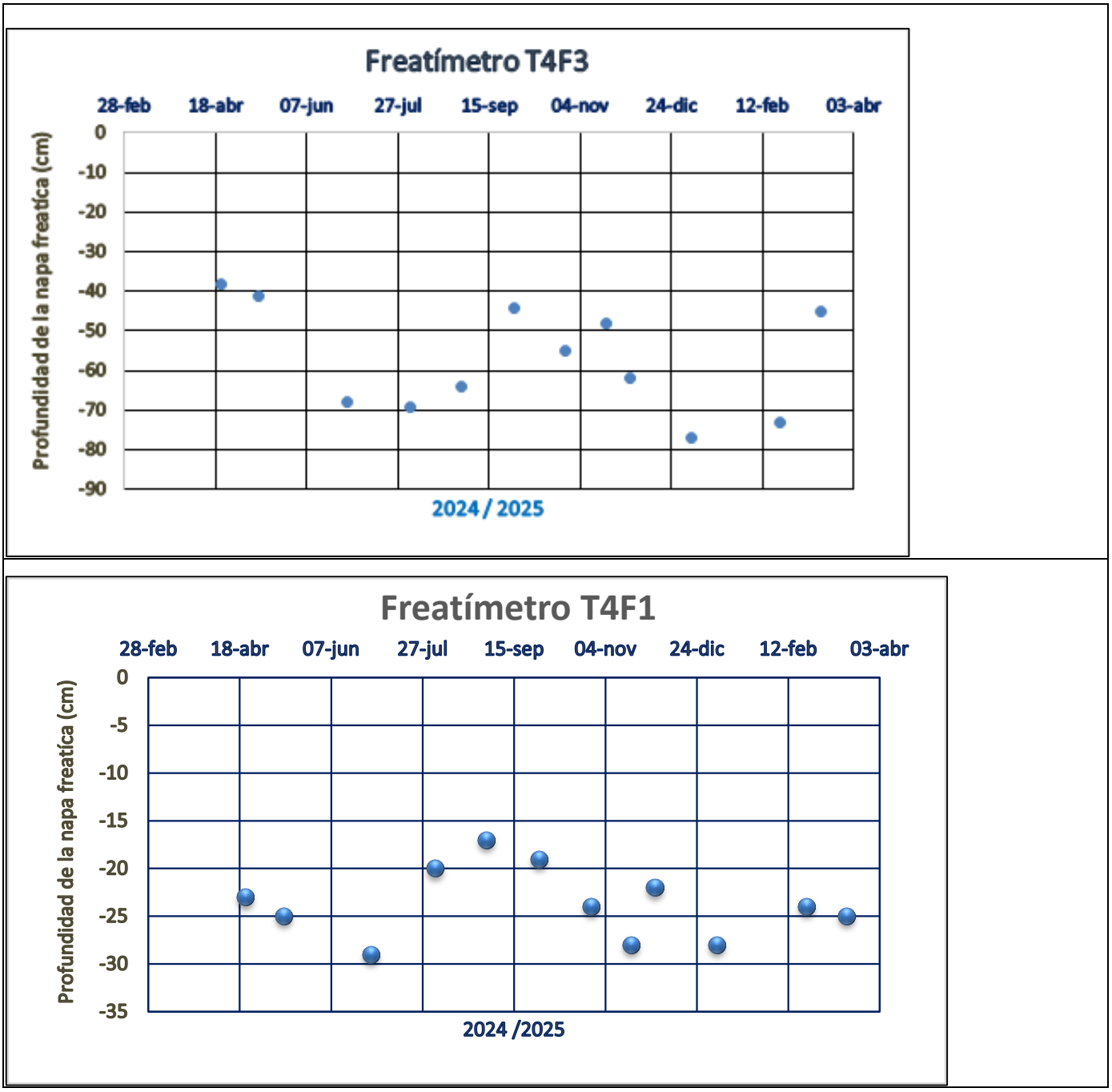
- A los directores del TFI por sus aportes, consejos y dirección: Ing. Rodolfo Iturraspe (UNTDF) y el Dr. Pablo Pellegrini (UNQ).
- A amigos, compañeros de trabajo y familiares que me han acompañado a los trabajos de campo o me han ayudado con aportes y consejos. Por mencionar algunos:
  - mi compadre-Gasista: Juan Miguel Mamani y familia,
  - mi director dentro de la DGRH: Ing. Civil Miguel Ángel Hidalgo,
  - Téc. en Riego: Sergio Fabio Muller,
  - Biólogo Marino: Leandro Ariel Fainburg,
  - Geógrafo: Santiago Javier Martínez,
  - Geólogo: Marcos Rodríguez,
  - Amigo-Chef: Fernando Vicchi.
  - A mis compañeros de mi tránsito por el Departamento de Monitoreo de Humedales y Glaciares: Lic. Eliana Peralta y Téc. Diego Pablo Ramos.
  - A mi papá y mi mamá, por su apoyo a la distancia.
  - A mi compañera de vida: Prof. Silvina Estela Mamani Copa.
  - Amigo exalumno CENS 364: Rodrigo Tordoya.
  - Biól. Luciana Mestre.

ANEXO: GRÁFICOS EVOLUCIÓN DISTANCIA DE LA NAPA EN CADA FREATÍMETRO (11) TURBERA INTERVENIDA SITIO RAMSAR PERIODO ABRIL 2024-MARZO-2025

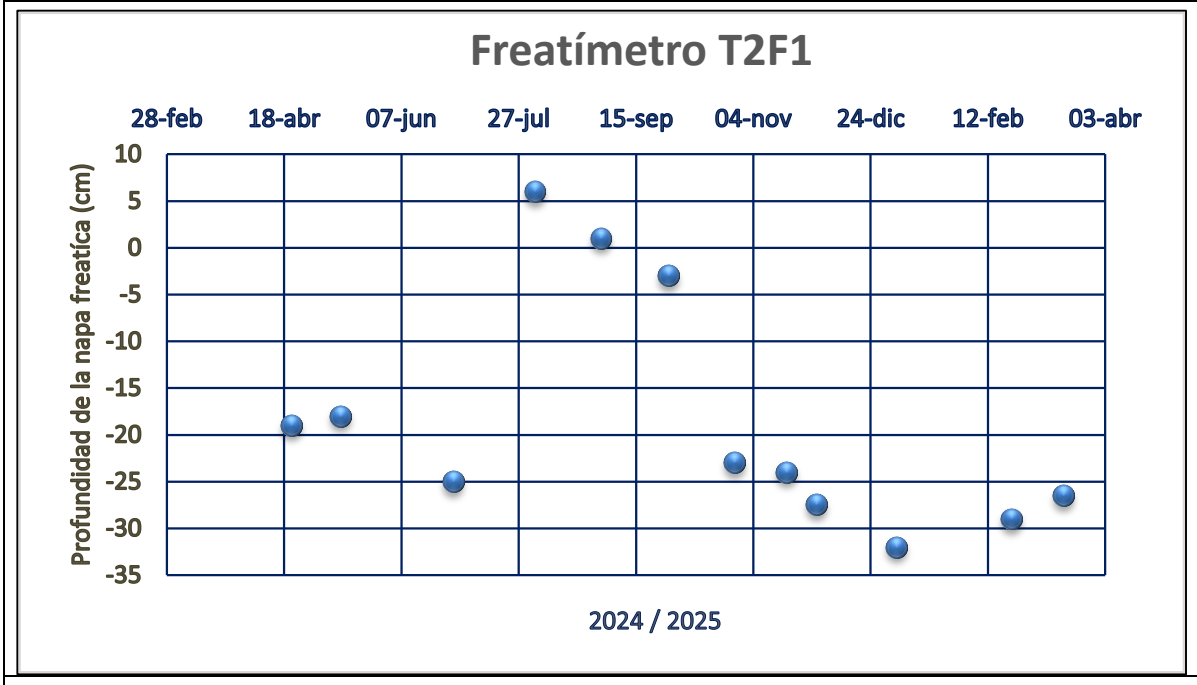


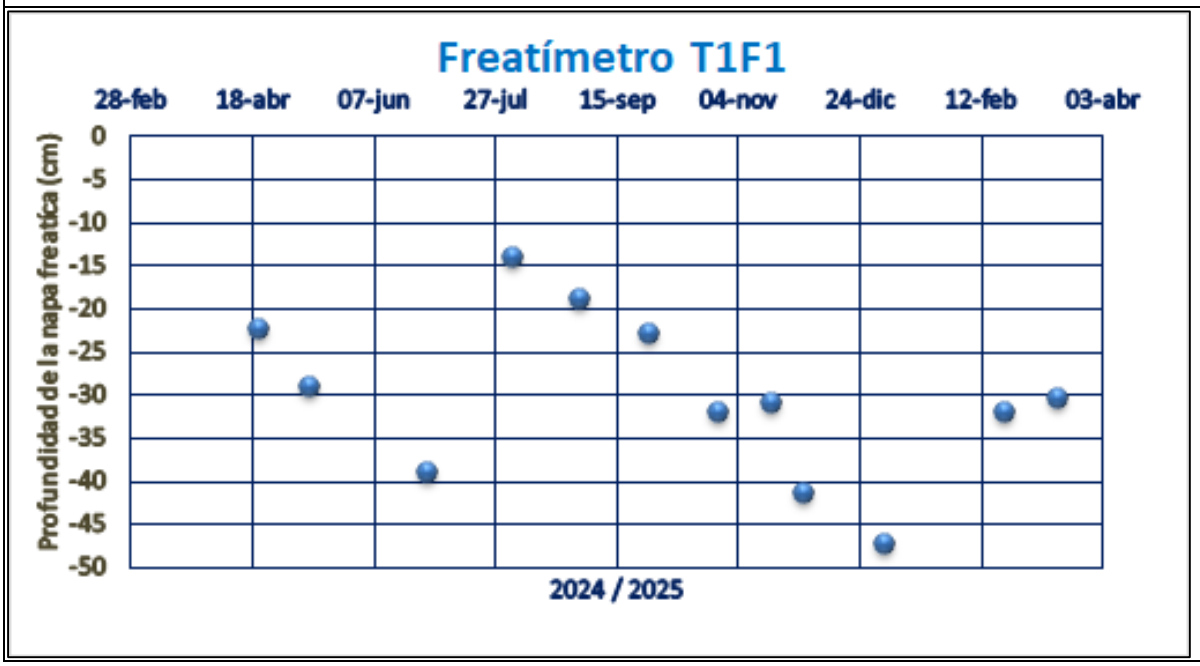
Se elimina datos de junio porque no encontré el Freatímetro (Tapado de nieve).

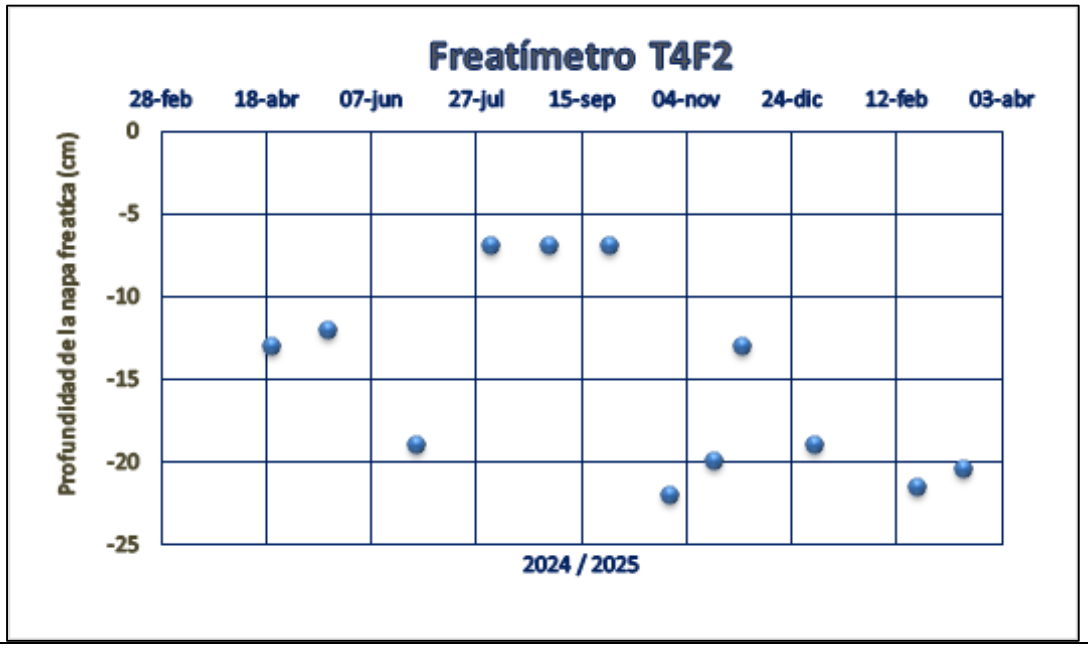


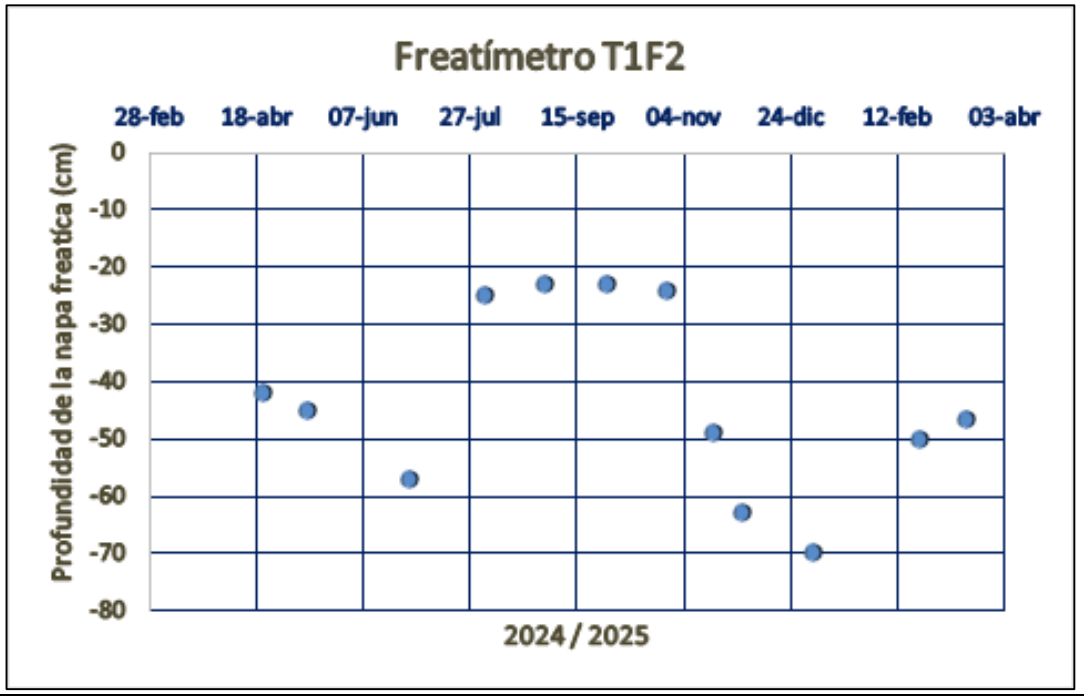

Freatímetro T4F3
28-feb
18-abr
07-jun
27-jul
15-sep
04-nov
24-dic
12-feb
03-abr
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
Profundidad de la napa freatica (cm)
2024 / 2025

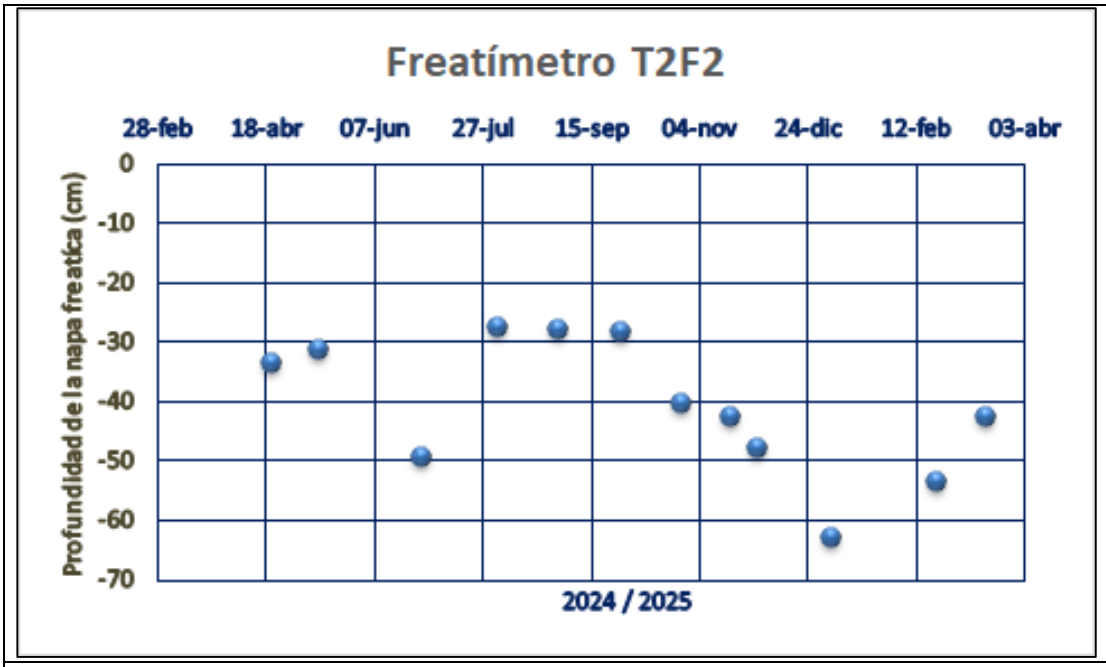
Freatímetro T4F1
28-feb
18-abr
07-jun
27-jul
15-sep
04-nov
24-dic
12-feb
03-abr
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
Profundidad de la napa freatica (cm)
2024 /2025

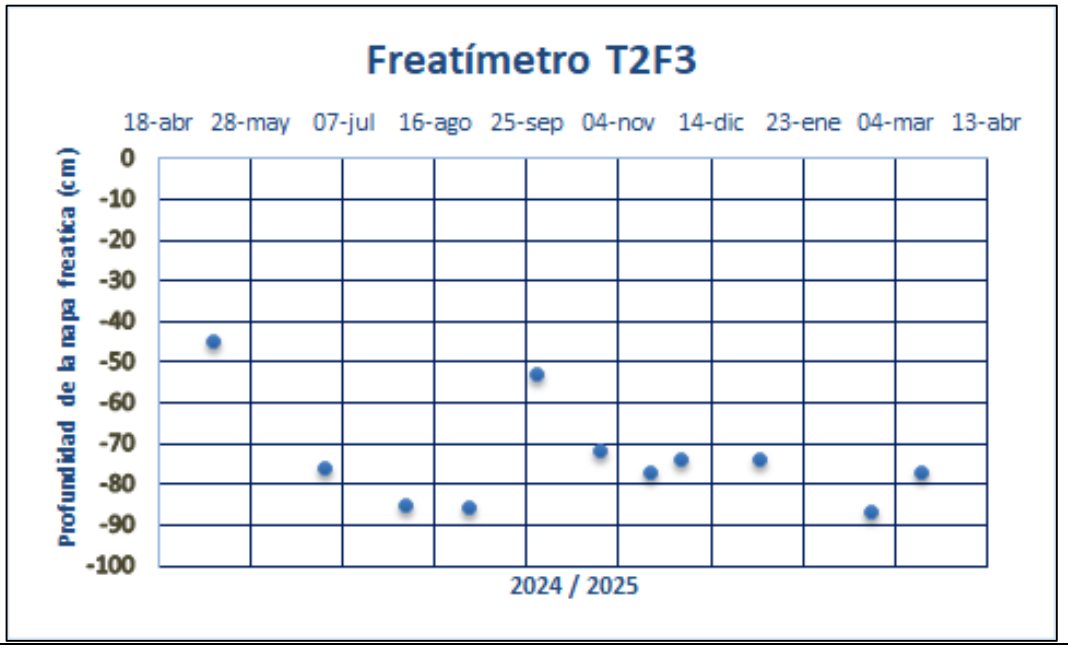

Freatímetro T2F1
28-feb
18-abr
07-jun
27-jul
15-sep
04-nov
24-dic
12-feb
03-abr
10
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
Profundidad de la napa freatica (cm)
2024 / 2025

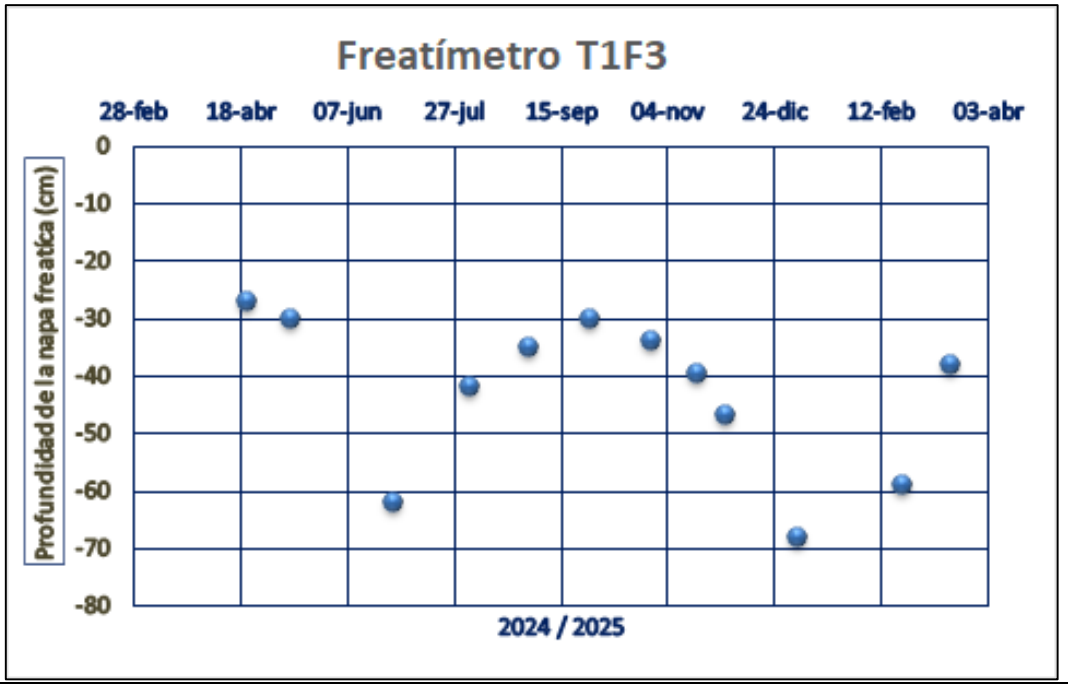

Freatímetro T1F1
28-feb
18-abr
07-jun
27-jul
15-sep
04-nov
24-dic
12-feb
03-abr
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
Profundidad de la napa freatica (cm)
2024 / 2025


Freatímetro T4F2
28-feb
18-abr
07-jun
27-jul
15-sep
04-nov
24-dic
12-feb
03-abr
0
-5
-10
-15
-20
-25
Profundidad de la napa freatica (cm)
2024 / 2025

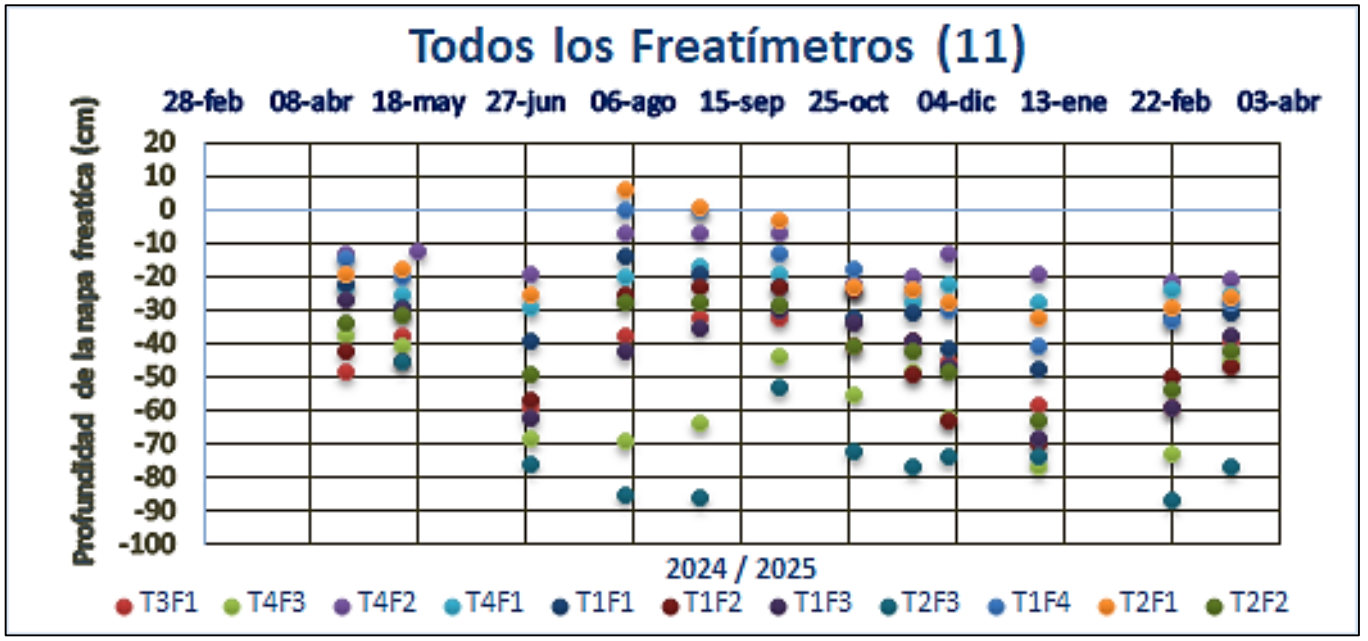

Freatímetro T1F2
28-feb
18-abr
07-jun
27-jul
15-sep
04-nov
24-dic
12-feb
03-abr
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
Profundidad de la napa freatica (cm)
2024 / 2025


Freatímetro T2F2
28-feb
18-abr
07-jun
27-jul
15-sep
04-nov
24-dic
12-feb
03-abr
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
Profundidad de la napa freatica (cm)
2024 / 2025


Freatímetro T2F3
18-abr
28-may
07-jul
16-ago
25-sep
04-nov
14-dic
23-ene
04-mar
13-abr
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
-100
Profundidad de la napa freatica (cm)
2024 / 2025



Se eliminó el dato de abril, porque no se pudó observar bien el nivel del pelo de agua, ya que ese día no lleve linterna.



ANEXO REGISTRO NIVELES DE SATURACIÓN DE AGUA SUPERIOR ABRIL 2024-MARZO-2025 EN LOS 11 FREATÍMETROS TURBERA INTERVENIDA SITIO RAMSAR GLACIAR VINCIGUERRA Y TURBERAS ASOCIADAS EN FORMATO TABLAS

Los valores + son negativos (por debajo de la superficie) y los valores – son +

#	FREAT	FECHA	AFUERA	total	**DIF.**	FECHA	total	**DIF.**	FECHA	total	**DIF.**
1	**T1F4**	21-abr	22	37	**15**	12-may	42	**20**	29-jun		*[2]
2	**T3F1**	21-abr	18	66	**48**	12-may	55.5	**37.5**	29-jun	77	**59**
3	**T4F3**	21-abr	23	61	**38**	12-may	64	**41**	29-jun	91	**68**
4	**T4F2**	21-abr	16	29	**13**	18-may	28	**12**	29-jun	35	**19**
5	**T4F1**	21-abr	19	42	**23**	12-may	44	**25**	29-jun	48	**29**
6	**T2F1**	21-abr	27	46	**19**	12-may	45	**18**	29-jun	52	**25**
7	**T1F1**	21-abr	26	48.5	**22.5**	12-may	55	**29**	29-jun	65	**39**
8	**T1F2**	21-abr	27	69	**42**	12-may	72	**45**	29-jun	84	**57**
9	**T2F2**	21-abr	17.5	51	**33.5**	12-may	49	**31.5**	29-jun	67	**49.5**
10	**T1F3**	21-abr	15	42	**27**	12-may	45	**30**	29-jun	77	**62**
11	**T2F3**	21-abr	17	107	*[1] **90**	12-may	62	**45**	29-jun	93	**76**

Se eliminan los datos de: *[1]ABRIL T2F3 dato dudoso / JUNIO T1F4 No encontre el Freat., tapado de nieve.

AFUERA: Parte del freatímetro observable desde la superficie (se consideró como longitud fija para todas las mediciones)

#	FREAT	FECHA	Total	DIF.	FECHA	total	DIF.	FECHA	total	DIF.
1	**T1F4**	03-ago	22	**0**	31-ago	22	**0**	29-sep	35.5	**13.5**
2	**T3F1**	03-ago	56	**38**	31-ago	50	**32**	29-sep	50.5	**32.5**
3	**T4F3**	03-ago	92	**69**	31-ago	87	**64**	29-sep	67	**44**
4	**T4F2**	03-ago	23	**7**	31-ago	23	**7**	29-sep	23	**7**
5	**T4F1**	03-ago	39	**20**	31-ago	36	**17**	29-sep	38	**19**
6	**T2F1**	03-ago	21	**-6**	31-ago	26	**-1**	29-sep	30	**3**
7	**T1F1**	03-ago	40	**14**	31-ago	45	**19**	29-sep	49	**23**
8	**T1F2**	03-ago	52	**25**	31-ago	50	**23**	29-sep	50	**23**
9	**T2F2**	03-ago	45	**27.5**	31-ago	45	**28**	29-sep	46	**28.5**
10	**T1F3**	03-ago	57	**42**	31-ago	50	**35**	29-sep	45	**30**
11	**T2F3**	03-ago	102	**85**	31-ago	103	**86**	29-sep	70	**53**

Datos con este fondo significa que el freatímetro estaba congelado.

#	FREAT	FECHA	total	DIF.	FECHA	total	DIF.
1	**T1F4**	27-oct	40	18	18-nov	46	24
2	**T3F1**	27-oct	59	41	18-nov	57	39
3	**T4F3**	27-oct	78	55	18-nov	71	48
4	**T4F2**	27-oct	38	22	18-nov	36	20
5	**T4F1**	27-oct	43	24	18-nov	47	28
6	**T2F1**	27-oct	50	23	18-nov	51	24
7	**T1F1**	27-oct	58	32	18-nov	57	31
8	**T1F2**	27-oct	51	24	18-nov	76	49
9	**T2F2**	27-oct	58	40.5	18-nov	60	42.5
10	**T1F3**	27-oct	49	34	18-nov	54.5	39.5
11	**T2F3**	27-oct	89	72	18-nov	94	77

CAMBIO DE ORDEN SEGÚN RECORRIDO

#	FREAT	FECHA	total	DIF.	FECHA	total	DIF.
1	**T1F4**	01-dic	52	30	04-ene	62.5	40.5
2	**T1F3**	01-dic	65	47	04-ene	86	68
3	**T2F3**	01-dic	97	74	04-ene	97	74
4	**T4F3**	01-dic	78	62	04-ene	93	77
5	**T3F1**	01-dic	64	45	04-ene	77	58
6	**T4F2**	01-dic	40	13	04-ene	46	19
7	**T4F1**	01-dic	48	22	04-ene	54	28
8	**T2F1**	01-dic	54.5	27.5	04-ene	59	32
9	**T1F1**	01-dic	59	41.5	04-ene	65	47.5
10	**T1F2**	01-dic	78	63	04-ene	85	70
11	**T2F2**	01-dic	65	48	04-ene	80	63

#	FREAT	FECHA	total	DIF.	FECHA	total	DIF.
1	**T1F4**	22-feb	55	33	16-mar	50	28
2	**T1F3**	22-feb	74	59	16-mar	53	38
3	**T2F3**	22-feb	104	87	16-mar	94	77
4	**T4F3**	22-feb	96	73	16-mar	68	45
5	**T3F1**	22-feb	77	59	16-mar	57.5	39.5
6	**T4F2**	22-feb	37.5	22	16-mar	36.5	20.5
7	**T4F1**	22-feb	43	24	16-mar	44	25
8	**T2F1**	22-feb	56	29	16-mar	53.5	26.5
9	**T1F1**	22-feb	58	32	16-mar	56.5	30.5
10	**T1F2**	22-feb	77	50	16-mar	73.5	46.5
11	**T2F2**	22-feb	71	54	16-mar	60	42.5

ANEXO FOTOGRÁFICO GENERAL

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Foto 1: Turbera intervenida en la zona C (Resolución SDSyA N° 401/11) con camino relleno de áridos en el cuerpo de la turbera. Fuente: DGRH.</td><td>Foto 2: Pérdida de material en Turbera intervenida en la zona C (Resolución SDSyA N° 401/11). Esta mala práctica es ampliamente observada en casi todas las concesiones. Fuente: DGRH.</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Foto 3: Construcciones típicas precarias de refugio para el personal en Turbera Explotada en la zona C (Resolución SDSyA N° 401/11). Fuente: DGRH.</td><td>Foto 4: Residuos y vehículo abandonado en Turbera Explotada en la zona C (Resolución SDSyA N° 401/11). Fuente: DGRH.</td></tr>
</table>



Foto 5: Drenajes que superan las dimensiones recomendadas para aplicar procesos de restauración Concesión en Zona B2 (Resolución SDSyA N° 401/11) y Tarimas plásticas abandonadas. Fuente: DGRH.

Foto 6: Instrumentos usados para la colocación de freatímetros: 1. ¿estos mismos, ranurados, en forma de cruz y con tapa arriba y abajo, 2. tabla de madera, 3. barra de hierro. Elaboración propia.



Foto 7: Varilla centímetrada usada para los sondeos de espesor de sobrevida de suelo orgánico. Se usaron 1,5m y de 3m. Elaboración DGRH, foto propia.



Foto 8: Barreno EPA ® de longitud máxima 6 metros, usado en el sondeo de profundidad máxima. Elaboración Propia.



Foto 9, 10 (Extrema Derecha), 11 y 12 (abajo): Herramientas usadas por la empresa que concesiono la turbera: cintra trasportadora portátil, sinfín (2, foto 9 y 12) y varilla anexa. En fotos 10 y 11 carretillas. Elaboración propia.









Foto 13 y 14: Drenajes que superan las dimensiones recomendadas para aplicar procesos de restauración en el sitio Ramsar. Fuente: Elaboración propia.





	
Foto 15: Secadores “triangulares” de panes de turba. Fuente: Elaboración propia.	Foto 16: Sector de regeneración del musgo Sphagnum cercana al freatímetro T1F1: Elaboración propia.
	
Foto 17: Ejemplo de sector con suelo desnudo. Elaboración propia.	Foto 18: Ejemplo de desarrollo de árboles y arbustos. Elaboración propia.

	
Foto 19: Ejemplo de presencia de diásporas en la periferia de la turbera intervenida. Elaboración propia.	Foto 20: Pallets plásticos encontrados (se contabilizaron aprox. 25 unidades). Elaboración propia
	
Foto 21: Pallets y troncos de madera usado de puentes en drenajes. Elaboración propia.	Foto 22: Troncos de madera que has sido usados para darle soporte al traslado en cuatriciclos. Elaboración propia.

Foto 23 y 24: Chatarras y otros residuos en el microbasural cercano a las instalaciones de la ex concesión. Elaboración propia.









Foto 25, 26 y 27 (izq. Abajo): Infraestructura de la empresa que poseía la concesión. Elaboración propia





Foto 28: Estación meteorológica que opera la DGRH. Elaboración propia.



Foto 29: Amenaza de ingreso con cuatriciclos en el sitio Ramsar produce degradación del suelo y ecosistemas asociados. A veces es necesaria la intervención para rescatar personas accidentadas o realizar trabajos de mejora de senderos. Elaboración propia.



Foto 30: Amenaza del ganado equino. Erosión del suelo y ecosistemas, ramoneo de árboles e incorporación de nutrientes y bacterias en exceso. Individuo atrapado en drenaje de la turbera intervenida y posteriormente liberado en tierra firme. Elaboración propia.



Foto 31: Amenaza del castor canadiense en el sitio Ramsar, sobre todo en la conversión de ambientes, la pérdida del bosque y cambios en la calidad de aguas. Elaboración propia.



Foto 32: Amenaza de incendios en el sitio Ramsar, foto de incendio controlado aledaño a turberas conservadas, con el riesgo de perder la calidad de los ambientes. Elaboración propia.



Foto 33 y 34: Amenaza de explotación de turberas con posible cambio en la calidad de aguas, cambios hidrológicos y pérdida de servicios ecosistémicos. Elaboración propia.



Foto 35: Amenaza de introducción de especies exóticas. En este caso: *Ranunculus acris.* A través del ganado equino, o visitantes, pueden, por ejemplo, competir con el desarrollo de especies nativas. Elaboración propia.

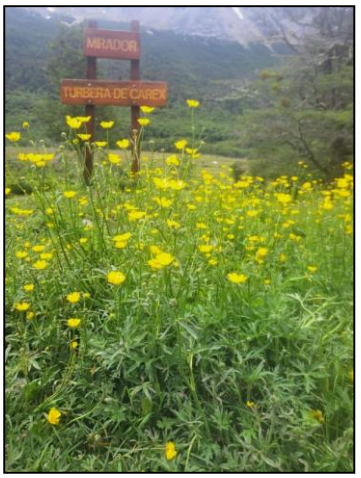




Foto 36: Amenaza de pastoreo de caballos. Corralón no autorizado en cercanías del ingreso al sitio Ramsar. Elaboración propia.



Foto 37: Residuos de la extracción de turba, bolsas de material con la leyenda ambigua “producto ecológico”. Elaboración propia.

Foto 38 (derecha): Desechos de caballos esparcidos por toda la turbera aportando nutrientes y bacterias. Elaboración propia.



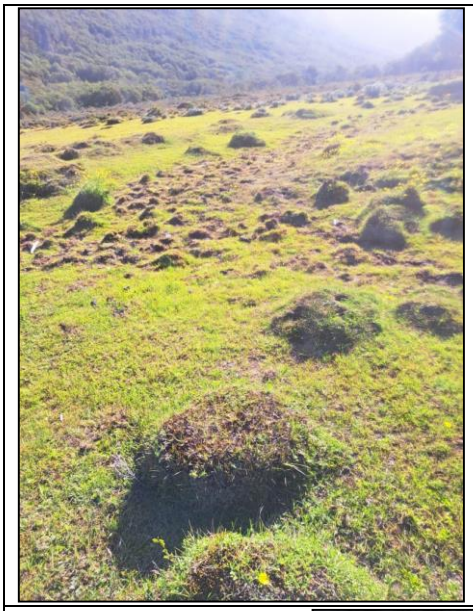


Foto 39: Modificación del suelo por el ganado equino no controlado en el sitio ramsar. Elaboración propia.



Foto 40: Amenaza de extracción forestal.

Foto 41: Instrumentos utilizados para la medición mensual del nivel de saturación de la napa freática- guantes, centímetro, pala (invierno), linterna, cuaderno, lápiz, destornillador (para sacar tapas de freatímetros atoradas), calzado y ropa apropiadas. Elaboración propia.



Foto 42: Microbasural. Elaboración propia.





Foto 43: Plantas vasculares como facilitador de crecimiento de musgo Sphagnum en la turbera intervenida, generalmente cercanas a zonas inundadas / drenajes.

ANEXO FOTOGRÁFICO COMPARACIÓN DE FLORA

Foto 1: Vista de la turbera Conservada utilizada para la comparación de Flora. Elaboración propia.



Foto 2: Vista de la turbera intervenida, cercana al sendero principal. Elaboración propia.





Foto 3 (izq.): *Chiliotrichum diffusum* (G. Forst.) Kuntze (mata negra) -Nativa. Fue encontrada en ambas turberas. Elaboración propia.



Foto 4 (arriba): *Leptinella scariosa* -Nativa. Frecuente en espacios de bosque. Fue encontrada en ambas turberas. Elaboración propia

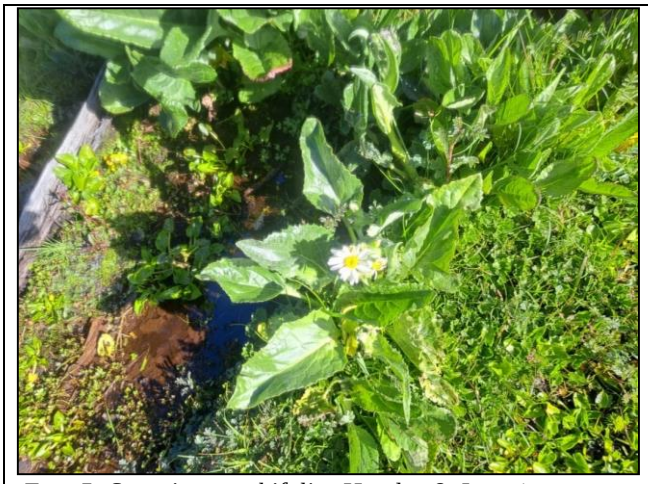


Foto 5: *Senecio acanthifolius* Hombr. & Jacquinot -Nativa. Frecuente en espacios húmedos. Fue encontrada solamente cercana a la turbera conservada. Elaboración propia



Foto 6: *Empetrum rubrum* Vahl ex Willd. -Nativa. Frecuente en turberas. Fue encontrada en ambas turberas. Elaboración propia

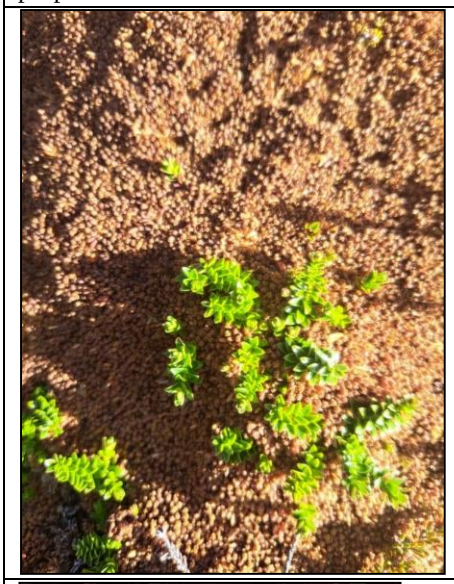


Foto 7: *Gaultheria pumila* (L. f.) D.J. Middleton -Nativa. Frecuente en turberas. Fue encontrada en ambas turberas. Elaboración propia.



Foto 8: *Nothofagus antarctica* -Nativa. Se adapta mejor a la turbera que otras nothofagus. Fue encontrada en ambas turberas. Elaboración propia.



Foto 9: *Rumex acetosella L.* - Exótica. En la conservada solo fue encontrada en los ambientes ribereños. Presente en ambas turberas. Elaboración propia.

Foto 10: *Carex canescens L.* - Exótica. Presente en ambas turberas y ambientes aledaños. Elaboración propia.



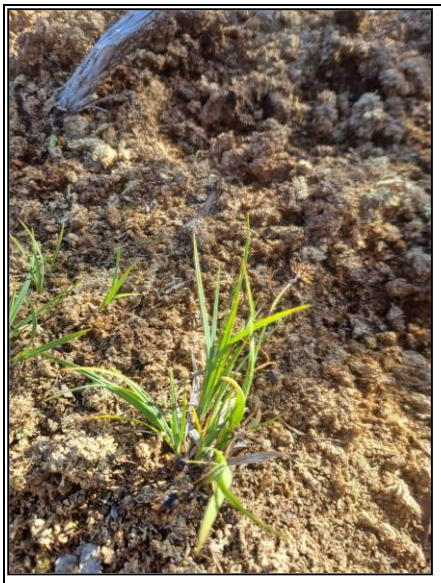


Foto 11: *Carex magallanicum* - Nativa. Presente en ambas turberas y ambientes aledaños. Elaboración propia.

Foto 12: *Marsipposper-mum grandiflorum* - Nativa. Presente en ambas turberas. Elaboración propia.

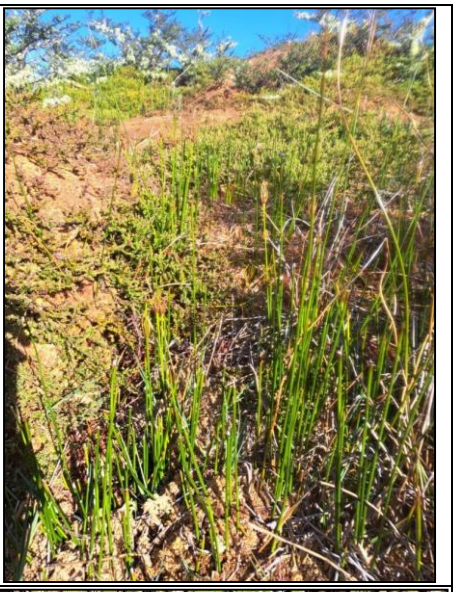




Foto 13: *Holcus lanatus L.* - Exótica. Presente solo en la turbera intervenida. Elaboración propia

Foto 14: *Polytrichum strictum* Brid.. - *Nativa*. Presente en ambas turberas, en acrotelmo. Elaboración propia.





Foto 15: *Sphagnum magellanicum* Brid.-*Nativa*. Presente en ambas turberas, en acrotelmo y ecotonos tubosos. Elaboración propia



Foto 16: *Sphagnum fimbriatum* Wilson.-*Nativa*. Presente solamente en la turbera conservada, en acrotelmo, en ambientes húmedos de turbera o ecotonos. Elaboración propia.



Foto 17: *Cladonia sp*.- Nativa. Presente en ambas turberas. Elaboración propia.

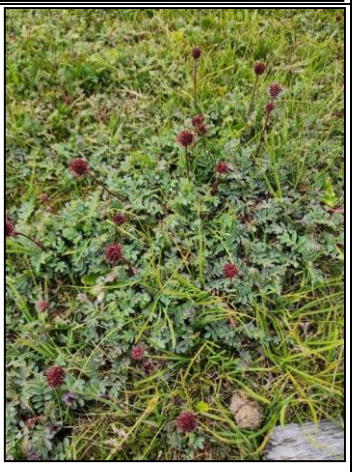
Foto 18: *Usnea sp*.- Nativa. Presente en ambas turberas. Elaboración propia.





Foto 19: *Trifolium hybridum L.* –(trébol hídrido) - Exótica. Presente en ambientes aledaños de ambas turberas. Elaboración propia.

Foto 20: *Acaena magellanica* –(trébol hídrido) -Natica. Presente en ambientes aledaños de ambas turberas. Elaboración propia.



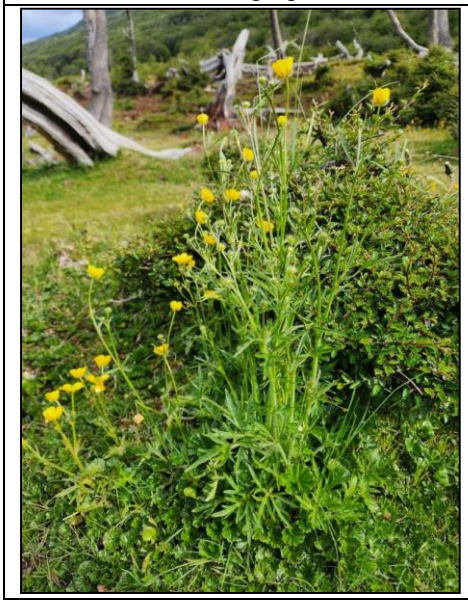


Foto 21: *Ranunculus acris* –(Botón de oro de las montañas) - Exótica. Presente en ambientes aledaños de ambas turberas. Elaboración propia.



Foto 22: *Caltha sagittata* Cav-Nativa. Presente en ambas turberas. Elaboración propia.

	Foto 23: *Gunnera magellanica* Lam-Nativa. Presente en ambas turberas. Elaboración propia.